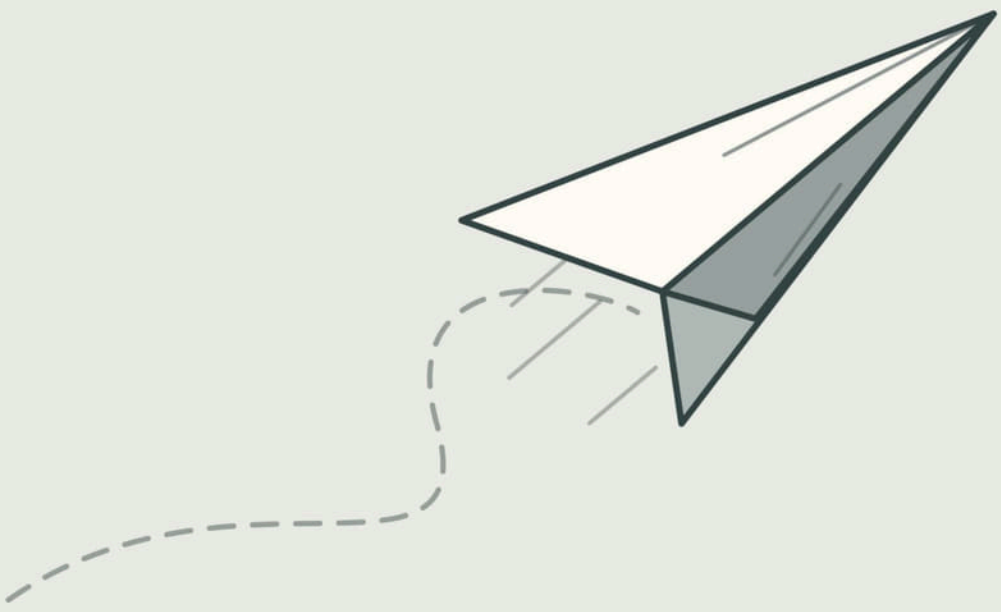
SERI PERSIAPAN TKA SMK

TKA SMK

TEKNIK OTOMOTIF

Materi, Strategi, dan Simulasi



Handaka Lumu

by Next Level Study Indonesia

2026/2027 · SMKTO

TKA SMK TEKNIK OTOMOTIF

Materi, Strategi, dan Simulasi

Handaka Lumu

by Next Level Study Indonesia

The Dancer of the Silent Stage

"Semakin kau mengenalku, semakin banyak yang kamu tidak tahu"



KETERANGAN BUKU

TKA SMK Teknik Otomotif: Materi, Strategi, dan Simulasi

Penulis: Handaka Lumu

Penyusun soal: Tim Next Level Study Indonesia

Penerbit: Next Level Study Indonesia

Edisi: Edisi 1 · Gratis untuk pelajar Indonesia · 2026/2027 · Kode buku SMKTO

© 2026 Next Level Study Indonesia. Hak cipta dilindungi undang-undang.

GRATIS · TIDAK UNTUK DIPERJUALBELIKAN

Buku ini dibagikan gratis sebagai dedikasi Next Level Study Indonesia untuk bangsa. Boleh diperbanyak dan dibagikan untuk belajar, tetapi tidak untuk diperjualbelikan.

Sumber soal asli: Belum ada soal asli TKA untuk mapel ini; bentuk soal mengikuti soal asli TKA SMK 2025 Projek Kreatif dan Kewirausahaan (Pusat Asesmen Pendidikan, Kemendikdasmen).

Acuan kisi-kisi: https://pusmendik.kemendikdasmen.go.id/tka/tka/view/mata-pelajaran-pilihan/sma/smk-teknik-otomotif

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Kata Pengantar

Kamu yang sedang bersiap,

Terima kasih sudah membuka buku ini. Suara mesin yang berbeda dari biasanya, bau gosong dari balik kap, lampu indikator yang menyala tanpa sebab: bagi seorang teknisi otomotif, semua itu adalah petunjuk. Teknisi yang baik tidak sekadar membongkar dan mengganti. Ia membaca tanda-tandanya, menalar penyebabnya, lalu memilih tindakan yang tepat dan aman. Kemampuan itulah yang ingin diukur TKA SMK Teknik Otomotif.

Buku ini lahir dari kenyataan itu. Soal-soalnya bercerita tentang seorang murid di bengkel sekolah, sebuah mobil yang tersendat di tanjakan, atau sebuah excavator yang tenaganya melemah, lalu meminta kamu memilih keputusan terbaik. Menghafal nama komponen saja tidak cukup. Karena itu, buku ini saya tulis untuk kamu yang ingin mengerti, bukan sekadar mengingat.

Isinya mengikuti tujuh elemen kisi-kisi resmi: wawasan dunia otomotif, keselamatan dan budaya kerja, gambar teknik, peralatan, kelistrikan dan elektronika, komponen otomotif, serta hidrolik dan pneumatik. Setiap sub bab menjelaskan materinya secara utuh dan runtut, dengan gambar, contoh dari bengkel di sekitarmu, dan contoh hitungan bertahap. Sesudah itu barulah dibahas cara menjawab soal dan jebakan yang sering dipasang. Di akhir setiap bab ada kuis, dan di akhir buku ada simulasi TKA yang berwaktu seperti ujian sesungguhnya. Buku ini tidak menjanjikan nilai tertentu. Yang bisa saya janjikan hanyalah penjelasan yang jujur dan latihan yang terarah.

Bacalah berurutan dan kerjakan latihan dengan pensil di tangan. Bila skor kuis belum memuaskan, kembalilah ke sub bab yang ditunjuk tabel anjuran. Latihan dan kuis yang sama juga bisa kamu buka di LMS NLS lewat kode QR di dalam buku.

Kendaraan membawa nyawa manusia di jalan. Rem yang dipasang asal, baut roda yang kurang kencang, atau kabel yang salah sambung bisa menagih harga yang mahal. Belajarlah dengan ketelitian dan kejujuran yang sama. Berjanjilah pada dirimu untuk tidak berhenti di tengah jalan. Persembahkan kesungguhanmu untuk orang tua yang menunggumu pulang membawa kabar baik, untuk guru yang sabar menuntunmu di bengkel, dan untuk negeri yang kelak membutuhkan tangan terampil dan pikiran jernihmu. Belajarlah dengan sepenuh jiwa dan raga, karena kecakapan yang kamu bangun hari ini adalah baktimu esok hari.

Selamat belajar. Saya percaya kamu bisa.

Oktober 2026

Handaka Lumu

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Panduan Memakai Buku

Buku ini dipakai berurutan: kenali ujiannya (Bagian A), pelajari 7 bab materi (Bagian B), uji kesiapanmu dengan simulasi TKA berwaktu (Bagian C), lalu cocokkan jawaban dan pelajari pembahasannya (Bagian D).

Peta belajar

Langkah	Kamu mengerjakan	Hasil
1	Bagian A: kenali bentuk soal dan peta kisi-kisi	Tahu apa yang diuji
2	Bab demi bab: baca sub bab, kerjakan latihan, lalu Kuis Akhir Bab	Skor kuis per bab
3	Ulangi sub bab yang ditunjuk tabel anjuran di akhir kuis	Titik lemah berkurang
4	Bagian C: 3 simulasi TKA berwaktu	Skor simulasi
5	Bagian D: kunci dan pembahasan semua soal	Paham alasan, bukan hanya jawaban

Tanda di dalam buku

Tanda	Artinya
◎ APA YANG DIUJI	Tujuan belajar sub bab dan indikator resmi yang diuji
◆ KONSEP INTI	Materi lengkap: penjelasan runtut, gambar, dan contoh terselesaikan
▲ STRATEGI DAN JEBAKAN	Langkah menjawab dan pola pengecoh yang sering dipasang
● BEDAH SOAL	Soal dibahas langkah demi langkah
✎ LATIHAN	Soal untuk dikerjakan sendiri; kunci singkat di bawahnya
✔ PERIKSA DIRI	Pertanyaan refleksi dan hal yang perlu diingat
Kotak QR	Membuka latihan dan kuis yang sama di LMS NLS

Kode

SMKTO-1.2 = sub bab 1.2; SMKTO-KB1 = kuis akhir bab 1; SMKTO-FIN1 = simulasi 1. Kode yang sama dipakai di LMS.

Belajar lewat PDF atau LMS

Semua latihan, kunci, dan pembahasan sudah ada di buku ini, jadi kamu bisa belajar hanya dengan PDF atau cetakan. LMS menambahkan latihan dan kuis interaktif, serta menyimpan skormu.

Buka buku ini di LMS NLS

Pindai untuk membuka course buku ini.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkto

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Daftar Isi

Kata Pengantar ii
Panduan Memakai Buku iii
Bagian A · Mengenal TKA Teknik Otomotif 1
Bagian B · Materi 8
Bab 1 · Wawasan Dunia Otomotif 8
Sub bab 1.1 · Teknologi sistem kendaraan: mesin, transmisi, rem, kemudi 9
Sub bab 1.2 · Kendaraan hybrid, listrik, dan bantuan pengemudi 21
Sub bab 1.3 · Profesi dan alur kerja di industri otomotif 32
Sub bab 1.4 · Kecerdasan buatan, telematika, dan isu lingkungan 43
Kuis Akhir Bab 1 55
Bab 2 · Kecakapan Kerja Dasar, K3, dan Budaya Kerja 68
Sub bab 2.1 · Bahaya dan praktik kerja aman di bengkel 69
Sub bab 2.2 · Alat pelindung diri dan pengendalian bahaya pekerjaan khusus 80
Sub bab 2.3 · Limbah B3 bengkel 91
Sub bab 2.4 · Tanggap darurat: kebakaran, listrik, dan gas 102
Sub bab 2.5 · Disiplin, tanggung jawab, dan SOP kerja 114
Sub bab 2.6 · Budaya kerja 5R 125
Kuis Akhir Bab 2 137
Bab 3 · Gambar Teknik Otomotif 149
Sub bab 3.1 · Membaca gambar kerja: pandangan, ukuran, dan potongan 150
Sub bab 3.2 · Standar proyeksi, ulir, dan toleransi 163
Sub bab 3.3 · Membaca skema rangkaian: kelistrikan, hidrolik, dan pneumatik 175
Sub bab 3.4 · Membaca manual servis dan menemukan letak komponen 190
Kuis Akhir Bab 3 203
Bab 4 · Peralatan dan Perlengkapan Tempat Kerja 220
Sub bab 4.1 · Perkakas tangan dan alat khusus servis 221
Sub bab 4.2 · Alat ukur dan alat diagnostik 233
Sub bab 4.3 · Peralatan bertenaga dan mesin bengkel 246
Sub bab 4.4 · Dongkrak, jack stand, lift, dan impact wrench 260
Sub bab 4.5 · Perawatan peralatan 272
Sub bab 4.6 · Kalibrasi, jadwal, dan catatan perawatan alat 283
Kuis Akhir Bab 4 295
Bab 5 · Dasar Kelistrikan dan Elektronika Otomotif 306
Sub bab 5.1 · Besaran listrik, hukum Ohm, dan daya 307
Sub bab 5.2 · Rangkaian seri, paralel, dan campuran di kendaraan 319
Sub bab 5.3 · Mengukur dengan multimeter 331
Sub bab 5.4 · Aki dan komponen elektronika: relay, dioda, transistor 343
Sub bab 5.5 · Sensor, aktuator, dan ECU 356
Kuis Akhir Bab 5 368
Bab 6 · Komponen Otomotif 380

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 6.1 · Komponen utama mesin 381
Sub bab 6.2 · Siklus kerja dan mekanisme katup 393
Sub bab 6.3 · Sistem bahan bakar: injeksi, karburator, dan diesel 405
Sub bab 6.4 · Sistem pendingin dan pelumasan 416
Sub bab 6.5 · Sistem pengapian, pemasukan udara, dan pembuangan 428
Kuis Akhir Bab 6 440
Bab 7 · Dasar Sistem Hidrolik dan Pneumatik 450
Sub bab 7.1 · Hukum Pascal dan sifat fluida 451
Sub bab 7.2 · Komponen sistem hidrolik 463
Sub bab 7.3 · Komponen dan sirkuit pneumatik 476
Sub bab 7.4 · Perawatan dan pengujian sistem hidrolik dan pneumatik 488
Sub bab 7.5 · Hidrolik dan pneumatik pada kendaraan: rem, power steering, suspensi, rem udara 502
Kuis Akhir Bab 7 516
Bagian C · Simulasi TKA 527
Simulasi 1 — Prediksi TKA 2026 528
Simulasi 2 — Prediksi TKA 2026 543
Simulasi 3 — Prediksi TKA 2026 558
Bagian D · Kunci dan Pembahasan 573
Penutup 677
Lampiran 679

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Bagian A · Mengenal TKA Teknik Otomotif

Apa itu TKA SMK Teknik Otomotif

Tes Kemampuan Akademik (TKA) Teknik Otomotif adalah salah satu mata pelajaran **pilihan** pada TKA jenjang SMK/MAK. Menurut kerangka asesmen Pusat Asesmen Pendidikan (Pusmendik) Kemendikdasmen, TKA ini mengukur pengetahuan, keterampilan praktik, dan sikap profesional: konsep dasar otomotif dan pemecahan masalah teknis pada kendaraan roda dua, roda empat, dan alat berat. Isinya mengacu pada Keputusan Kepala BSKAP Kemendikdasmen Nomor 046/H/KR/2025.

Kamu akan diukur pada tiga hal:

1. **Memahami** konsep dasar otomotif: perkembangan teknologi, keselamatan kerja, komponen, kelistrikan, hidrolik, dan pneumatik.
2. **Menerapkan** prosedur dan peralatan: memakai alat dengan benar, membaca manual dan gambar, mengikuti langkah perbaikan dan perawatan.
3. **Menalar**: menganalisis bahaya dan gejala kerusakan, membandingkan hasil ukur, mengevaluasi keandalan alat, dan memecahkan masalah sistem kendaraan.

> Buku ini memakai **25 soal** dan **60 menit** untuk setiap kuis bab dan setiap Simulasi TKA, sama dengan mata pelajaran pilihan lainnya. Rata-rata kamu punya sekitar **2,4 menit** untuk setiap soal. Pusmendik tidak mencantumkan jumlah soal dan waktu pada halaman kisi-kisi; pastikan ketentuan resminya lewat pengumuman Pusmendik menjelang ujian.

Apa yang diuji: tujuh elemen

Kisi-kisi resmi membagi muatan TKA Teknik Otomotif menjadi tujuh elemen. Buku ini memakai tujuh elemen itu sebagai tujuh bab.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Elemen kisi-kisi	Isi menurut kisi-kisi	Bab di buku ini	Sub bab
Wawasan dunia otomotif	perkembangan teknologi komponen dan produk (mesin, transmisi, rem, kemudi; hybrid, listrik, otonom), profesi, isu global seperti perubahan iklim dan kecerdasan buatan	Bab 1	4
Kecakapan kerja dasar, K3, dan budaya kerja	identifikasi dan evaluasi bahaya, alat pelindung diri, limbah B3, tanggap darurat kebakaran dan tumpahan, disiplin, tanggung jawab, kerja sama, 5R	Bab 2	6
Gambar teknik otomotif	membaca tampak depan, samping, dan potongan menurut ISO atau JIS; simbol kelistrikan, mekanik, dan hidrolik; letak komponen pada manual servis	Bab 3	4
Peralatan dan perlengkapan tempat kerja	memilih, menggunakan, dan merawat alat umum, alat khusus, alat ukur, dan alat diagnostik	Bab 4	6
Dasar kelistrikan dan elektronika otomotif	tegangan, arus, hambatan, daya, rangkaian seri-paralel-campuran, multimeter, komponen elektronika, sensor, dan ECU	Bab 5	5
Komponen otomotif	komponen utama mesin, siklus dua dan empat langkah, sistem bahan bakar, pendingin, pelumas, buang, dan pengapian	Bab 6	5
Dasar sistem hidrolik dan pneumatik	hukum Pascal dan sifat fluida, rem, power steering, suspensi, rem udara, aktuator pneumatik, dan alat pneumatik bengkel	Bab 7	5

Kisi-kisi resmi tidak mencantumkan bobot soal untuk tiap elemen, dan soal asli TKA Teknik Otomotif belum pernah dirilis. Karena itu, buku ini tidak menaksir "bab mana yang paling banyak keluar". Tiga puluh lima sub bab disusun sama dengan 35 subtopik pada Bank Soal NLS, dan paket latihan mengambil kurang lebih satu soal dari tiap subtopik. Anggap semua sub bab penting, lalu beri waktu lebih banyak pada yang masih terasa asing.

Batas materi yang ditetapkan kisi-kisi

Kisi-kisi memberi batas yang jelas, dan buku ini mengikutinya.

- Teknologi kendaraan: tingkat mengenali inovasi dan prinsip kerjanya, dengan fokus pada teknologi terkini (hybrid, listrik, bantuan pengemudi).
- Keselamatan kerja: bahaya mekanik dan kimia, pemakaian alat pelindung diri, pemilahan limbah B3, pemakaian alat pemadam api ringan (APAR), dan jalur evakuasi. Budaya kerja termasuk 5R.
- Gambar: simbol kelistrikan, mekanik, dan hidrolik; pandangan depan, samping, dan potongan.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- Peralatan: kunci, multimeter, feeler gauge, dial gauge, alat pemindai (scan tool), timing light, dongkrak, jack stand, lift, dan perkakas listrik; perawatan mencakup kalibrasi, pembersihan, pelumasan, dan penyimpanan, termasuk jadwal dan catatannya.
- Kelistrikan: hukum Ohm dan pengukuran dengan multimeter; elektronika: resistor, kapasitor, dioda, transistor, relay, dan sensor.
- Komponen: empat langkah dan dua langkah; sistem injeksi dan karburator, radiator, pelumasan, pembuangan, dan pengapian.
- Hidrolik dan pneumatik: hukum Pascal, sifat fluida, rem, power steering, suspensi, rem udara, dan alat pneumatik di bengkel.
- **Hitungan yang muncul adalah hitungan bengkel**: hukum Ohm, daya, rasio luas piston, selisih ukuran, dan jadwal perawatan.

Tiga tingkat berpikir

Kerangka Pusmendik menyusun soal dalam tiga level kognitif. Ketiganya bisa kamu kenali dari kata kerja pada kisi-kisi.

Level	Yang diminta	Contoh dari kisi-kisi
1. Pengetahuan dan pemahaman	memahami, mengidentifikasi	memahami inovasi teknologi kendaraan; mengidentifikasi profesi dan hasil pengukuran
2. Aplikasi	menerapkan, menginterpretasikan, membandingkan	menerapkan prosedur K3 dan alat; menafsirkan manual, gambar, dan simbol; membandingkan kendaraan, alat, dan rangkaian
3. Penalaran	menganalisis, memecahkan masalah, mengevaluasi	menganalisis gambar dan bahaya kerja; mendiagnosis gangguan sistem; mengevaluasi kalibrasi alat dan hasil ukur

Soal level 3 jarang selesai dengan mengenali satu istilah. Setelah memahami prinsipnya, kamu masih harus **menimbang**: penyebab mana yang paling mungkin, pemeriksaan mana yang membedakan dugaan, atau tindakan mana yang memenuhi semua syarat.

Konteks soal: kasus di bengkel dan dunia kerja

Keenam contoh soal resmi Pusmendik berupa **kasus kerja**: menghidupkan mesin di ruang tertutup, percikan las yang membakar majun berminyak, memilih kunci untuk baut aus, dongkrak hidrolik, kondisi aki, dan multimeter yang selalu menunjuk 0 V. Soal asli TKA SMK 2025 untuk mata pelajaran Projek Kreatif dan Kewirausahaan, yang bentuknya dijadikan acuan buku ini, memakai pola yang sama: satu kasus pendek, satu pertanyaan, dan pilihan berupa tindakan atau keputusan yang panjangnya setara.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Konteks	Contoh pola kasus
Bengkel sekolah dan praktik murid	murid melumasi rantai motor, mengganti kampas rem, atau menyetel celah katup
Bengkel resmi dan bengkel umum	pelanggan mengeluh pedal rem bergetar, aki cepat tekor, atau mesin brebet saat hujan
Bengkel alat berat dan armada	excavator lemah saat menggali, truk dengan rem udara tak bisa jalan di pagi hari, forklift diperiksa sebelum shift
Praktik kerja lapangan	etika dan tanggung jawab saat PKL, memilih alat pelindung diri untuk pekerjaan tertentu

Nama tokoh dan tempat pada soal latihan di buku ini adalah **fiktif**, ditandai dengan keterangan di akhir soal. Yang nyata adalah prinsip tekniknya.

Pola soal TKA Teknik Otomotif: dari gejala ke keputusan

Soal seperti ini jarang sulit karena konsepnya rumit. Kesulitannya ada pada **memilih keputusan terbaik** dari beberapa pilihan yang sama-sama terdengar masuk akal. Gunakan rantai empat langkah berikut di setiap soal.

Langkah	Pertanyaan yang kamu ajukan	Contoh (lampu kepala kiri redup, lampu kanan normal)
1. Fakta	Apa yang diberikan dan apa yang tidak normal?	hanya lampu kiri redup; aki dan lampu kanan normal
2. Syarat	Apa tujuan dan batasannya?	lampu kiri harus menyala terang seperti kanan, tanpa mengganti komponen yang sehat
3. Prinsip	Prinsip atau aturan apa yang menjelaskan fakta itu?	tegangan terbuang pada sambungan berhambatan tinggi (tegangan jatuh), sehingga lampu mendapat tegangan lebih kecil
4. Keputusan	Pilihan mana yang menyasar penyebabnya **dan** memenuhi semua syarat?	ukur tegangan di beberapa titik kabel kiri untuk menemukan titik yang tegangannya turun

Pengecoh pada soal seperti ini sering berupa tindakan yang **bisa saja berhasil sekali**, tetapi tidak aman, tidak sesuai manual, atau menyentuh penyebab yang salah. Ingat tiga saringan: apakah pilihan itu **menjawab penyebabnya**, **aman**, dan **memenuhi syarat tujuan**.

Bentuk soal dan cara menjawabnya

Kisi-kisi resmi menyebut tiga bentuk soal.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Bentuk	Cara menjawab
Pilihan ganda (PG)	pilih **satu** jawaban dari lima pilihan A–E
PG kompleks pilih lebih dari satu (MCMA)	pilih **semua** pernyataan yang benar; jumlah jawaban tidak disebutkan
PG kompleks kategori (Benar/Salah)	tentukan **setiap** pernyataan Benar atau Salah

Pilihan ganda. Contoh resmi: mesin kendaraan dihidupkan di bengkel yang tertutup, dan soal menanyakan prioritas utama agar tidak keracunan gas buang. Kata kunci jawabannya ada pada sumber bahayanya: gas buang harus dikeluarkan lewat penyedot dan ventilasi dibuka. Pilihan seperti memakai masker kain atau mematikan lampu ruangan terdengar seperti tindakan keselamatan, tetapi tidak menyentuh sumber bahaya. Nilai tiap pilihan dengan pertanyaan "apakah ini menghilangkan atau mengurangi sumber bahayanya?"

MCMA. Contoh resmi: percikan las pada pekerjaan knalpot menyambar majun berminyak dan api menjalar. Soal meminta semua tindakan yang tepat. Jawaban yang benar: memakai APAR terdekat dengan cara yang benar, mematikan saklar listrik utama, dan memindahkan tabung oksigen dan asetilen ke tempat aman. Dua pilihan yang salah: menyiram api minyak dengan air, dan menutup semua pintu dan jendela lebih dulu agar api kehabisan oksigen. Jangan menebak jumlah jawaban benar. Nilai setiap pernyataan satu per satu, lalu pilih semua yang lolos.

Benar/Salah. Contoh resmi: perbaikan besar bagian bawah mobil, dengan tiga pernyataan tentang pemilihan kunci. "Baut yang sedikit aus dikerjakan dengan kunci bintang agar lebih mencengkeram" (Salah), "impact wrench diatur pada kecepatan maksimum agar cepat" (Salah), "kunci ring atau soket adalah pilihan paling aman untuk baut dan mur" (Benar). Perlakukan tiap baris sebagai soal kecil yang berdiri sendiri; kata yang terlalu pasti seperti *selalu* dan *pasti* patut dicurigai, tetapi tetap periksa dengan prinsipnya.

Ciri soal: apa yang membedakan TKA Teknik Otomotif

1. **Kasus praktik, bukan definisi.** Hampir tidak ada soal yang cukup dijawab dengan mengingat arti satu istilah.
2. **Keselamatan selalu ikut menilai.** Pada banyak soal, pilihan yang "berhasil" tetapi tidak aman akan kalah dari pilihan yang aman dan benar.
3. **Tabel kecil, gambar kerja, dan skema rangkaian.** Hasil ukur, kartu perawatan, gambar kerja, atau skema kelistrikan dan hidrolik dipakai sebagai bukti. Informasi pada gambar atau tabel dibutuhkan untuk menjawab.
4. **Hitungan sederhana.** Hitungannya hanya penjumlahan, perkalian, dan pembagian. Yang paling sering salah adalah satuan dan cara rangkaian tersambung.
5. **Pilihan setara panjang.** Jawaban benar tidak bisa dikenali dari panjangnya; kamu harus mengetahui alasannya.

Belum ada data persentase benar nasional untuk TKA Teknik Otomotif, sehingga buku ini tidak memuat tabel tingkat kesulitan nasional. Tingkat kesulitan soal latihan di buku ini mengikuti

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

pola soal asli TKA SMK 2025 yang sudah rilis: sebagian kecil soal mudah, sebagian besar sedang sampai sulit.

Keterampilan yang dipakai di semua bab

Keterampilan berikut tidak punya sub bab sendiri, tetapi dipakai di banyak soal. Pelajari sekarang, lalu perhatikan pemakaiannya di setiap bab.

Membaca tabel hasil ukur

Soal sering memberi tabel berisi **spesifikasi** dan **hasil ukur**. Bandingkan baris demi baris. Tandai selisihnya, lalu bandingkan dengan batas yang diberikan. Nilai yang masih dalam batas justru membantu menyingkirkan pilihan yang salah.

Membaca gambar, skema, dan label

Pada gambar kerja atau skema, tentukan dulu **nama dan fungsi bagian yang ditunjuk**, baru pikirkan pertanyaannya. Pada gambar proyeksi, periksa simbol metode proyeksi di kepala gambar. Pada skema listrik, telusuri jalur arus dari aki sampai massa, termasuk sekering, saklar, dan relay.

Satuan dan hitungan bengkel

Tulis satuan di setiap langkah hitungan. Contoh kelistrikan: dua lampu rem 12 V 21 W menyala bersamaan. Daya total 2 × 21 W = 42 W, sehingga arusnya I = P ÷ V = 42 ÷ 12 = 3,5 A. Sekering yang melindunginya harus lebih besar dari 3,5 A, tetapi tidak melebihi batas arus kabel. Contoh hidrolik: dongkrak dengan luas piston kecil 2 cm^2 dan piston besar 60 cm^2 memperoleh gaya 150 N di piston kecil. Gaya di piston besar F = 150 N × (60 ÷ 2) = 4.500 N. Bila kamu lupa membandingkan **luas**, atau memakai diameter sebagai pengganti luas, hasilnya meleset jauh. Kedua rumus ini dibahas lengkap di sub bab 5.1 dan 7.1.

Mengurutkan langkah kerja

Soal tentang urutan kerja (mengganti saringan bahan bakar, mengangkat mobil dengan lift, menyiapkan kendaraan hybrid) meminta kamu menyusun langkah. Bayangkan dirimu sebagai teknisi yang sedang mengerjakannya: apa yang **harus** sudah ada sebelum langkah ini, dan apa yang **bisa** dikerjakan sesudahnya? Biasanya langkah keselamatan dan persiapan datang lebih dulu, pemeriksaan hasil datang terakhir.

Membaca manual servis

Banyak soal memberi kutipan manual: spesifikasi torsi, posisi pemeriksaan, atau urutan pemasangan. Ikuti kalimatnya persis, termasuk peringatan, urutan, dan satuan. Jawaban yang benar hampir selalu setia pada manual.

Strategi 60 menit

1. **Putaran pertama (±35 menit):** kerjakan soal yang pertanyaannya langsung bisa dijawab setelah membaca kasus. Soal dengan tabel panjang, skema, atau hitungan bertahap ditandai dan dilewati dulu.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

2. **Putaran kedua (±20 menit):** kerjakan soal yang ditandai. Terapkan rantai fakta → syarat → prinsip → keputusan, lalu coret pilihan yang tidak aman atau tidak menjawab penyebab.
3. **Lima menit terakhir:** periksa soal MCMA dan Benar/Salah pernyataan demi pernyataan, periksa satuan hitungan, dan pastikan tidak ada soal yang terlewat.
4. **Waspadai kata yang terlalu pasti dan pilihan yang "terlalu cepat".** Pilihan seperti "cukup diganti saja" atau "semua pasti rusak" jarang benar; tetapi jangan memilih hanya karena kata-katanya, tetap uji dengan prinsipnya.

Cara memakai buku ini untuk Teknik Otomotif

- **Ikuti urutan bab.** Bab 2 (keselamatan) menjadi dasar semua bab sesudahnya; Bab 5 (kelistrikan) membantu memahami sensor, pengapian, dan skema di bab lain; Bab 7.1 (hukum Pascal) membantu memahami rem dan alat angkat.
- **Bayangkan alatnya di tanganmu.** Setelah membaca satu sub bab, tutup buku dan jelaskan dengan kata-katamu cara memakai alat atau memeriksa sistem itu dari awal sampai selesai. Bila kamu punya akses ke bengkel sekolah, ulangi bersama kendaraan atau alat sesungguhnya, dengan izin dan pengawasan guru.
- **Gambar sendiri.** Gambar ulang skema lampu dengan relay, aliran pendingin mesin, atau rangkaian rem hidrolik tanpa melihat buku. Bila kamu bisa menggambarnya, kamu bisa menjelaskannya.
- **Kerjakan kuis akhir bab dalam 60 menit**, sama dengan waktu ujian, lalu ikuti tabel anjuran di bawahnya.
- **Simpan Simulasi TKA untuk akhir.** Ketiga Simulasi TKA berisi soal yang belum pernah kamu lihat di sub bab mana pun, dan menjadi ukuran kesiapanmu yang sebenarnya.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Bagian B · Materi

Bagian ini memuat 7 bab. Tiap bab diakhiri kuis; kerjakan berurutan.

Bab 1 · Wawasan Dunia Otomotif

SMKTO-B1

Setelah mempelajari bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan perkembangan teknologi mesin, transmisi, rem, dan kemudi serta membedakan kendaraan hybrid, listrik, dan bantuan pengemudi
- mengenali jabatan, tugas, dan alur kerja di bengkel serta industri otomotif
- menilai peran kecerdasan buatan, telematika, dan isu lingkungan pada kendaraan

Peta bab

Sub bab	Judul
1.1	Teknologi sistem kendaraan: mesin, transmisi, rem, kemudi
1.2	Kendaraan hybrid, listrik, dan bantuan pengemudi
1.3	Profesi dan alur kerja di industri otomotif
1.4	Kecerdasan buatan, telematika, dan isu lingkungan

Bab 1 di LMS

Buka seluruh latihan bab ini di LMS.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkto&node=SMKTO-B1

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 1.1 · Teknologi sistem kendaraan: mesin, transmisi, rem, kemudi

SMKTO-1.1

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi menuntut kamu mengenali **inovasi teknologi** pada empat sistem kendaraan: mesin, transmisi, rem, dan kemudi. Kata kerja yang dipakai adalah *mengidentifikasi* dan *memahami*, bukan menghafal tahun penemuan atau nama pabrikan. Soal biasanya berupa kasus di bengkel: seorang pelanggan menceritakan gejala pada mobil atau motor barunya, lalu kamu diminta menjelaskan penyebabnya atau memilih pemeriksaan yang tepat. Untuk menjawabnya kamu perlu tahu apa yang berbeda antara teknologi lama dan teknologi baru, dan apa akibatnya pada cara kerja serta cara memeriksanya.

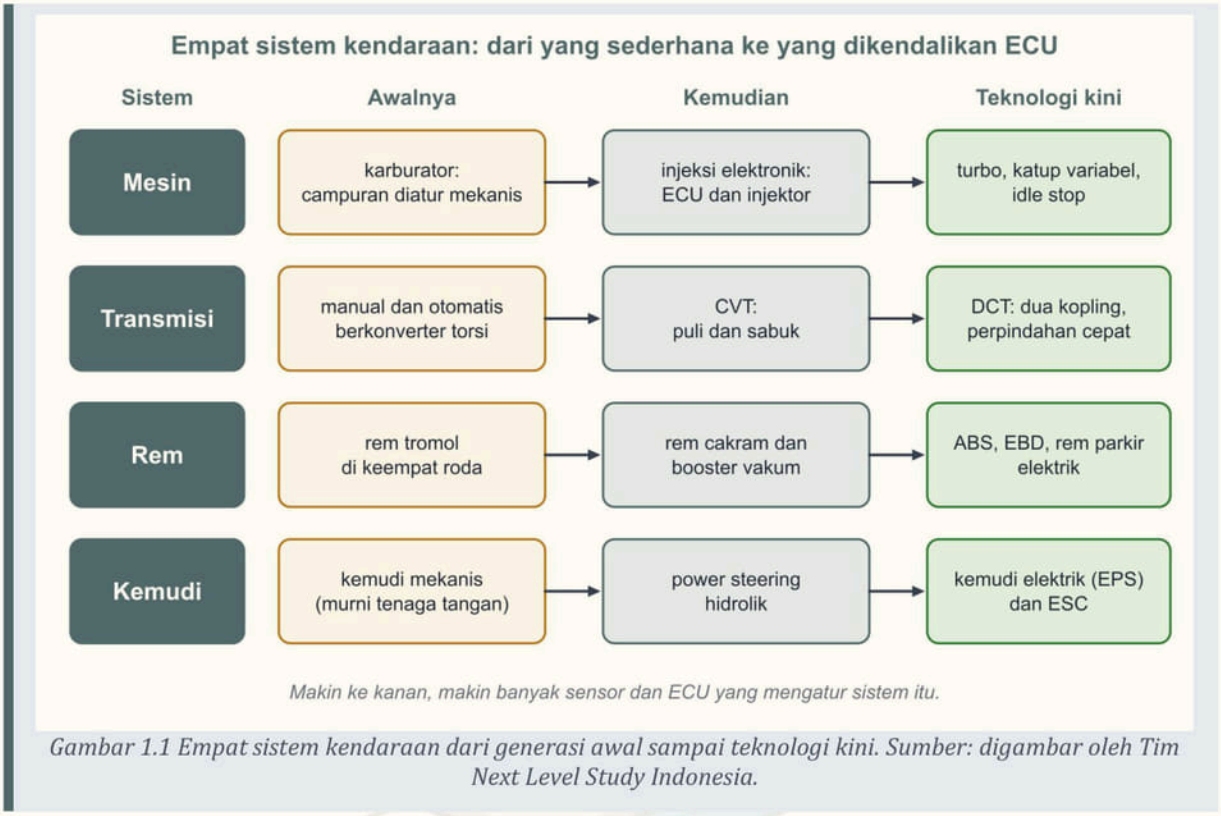
Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan perbedaan cara kerja sistem bahan bakar karburator dan injeksi, serta fungsi turbocharger, katup variabel, throttle elektronik, dan idle stop;
- membedakan transmisi manual, otomatis, CVT, dan kopling ganda (DCT) menurut cara memindahkan tenaga;
- menjelaskan fungsi rem cakram, booster vakum, ABS, EBD, dan rem parkir elektrik, serta mengenali gejala yang normal dan yang tidak;
- membedakan power steering hidrolik dari kemudi elektrik (EPS), dan menjelaskan peran kontrol stabilitas (ESC).

◆ KONSEP INTI

Mobil dan sepeda motor yang kamu temui di bengkel hari ini tidak sama dengan yang diperbaiki orang tuamu dua puluh tahun lalu. Bentuk luarnya mungkin mirip, tetapi cara tiap sistem bekerja sudah banyak berubah: sistem yang dulu murni mekanis kini dibantu **sensor** dan **ECU** (*electronic control unit*, "otak" elektronik kendaraan). Perubahan itu membawa dua akibat bagi teknisi. Pertama, kendaraan menjadi lebih irit, bertenaga, dan aman. Kedua, cara mencari gangguan berubah: kamu tidak cukup mendengarkan suara mesin dan meraba komponen, tetapi juga membaca kode gangguan, mengukur tegangan, dan memahami hubungan antar-sistem. Sub bab ini memperkenalkan empat sistem, apa yang berubah pada masing-masing, dan apa artinya bagi pekerjaan servis. Gambar 1.1 memberi peta besarnya.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 1.1 Empat sistem kendaraan dari generasi awal sampai teknologi kini. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

1. Mesin: dari karburator ke injeksi

Mesin bensin membakar campuran udara dan bahan bakar. Tugas sistem bahan bakar adalah membuat campuran dengan perbandingan yang tepat pada setiap keadaan: saat mesin dingin, saat berhenti di lampu merah, saat menanjak. Ada dua cara melakukannya.

Karburator bekerja secara **mekanis**. Udara yang mengalir melalui venturi (bagian yang menyempit) menghisap bensin dari ruang pelampung lewat jet. Jumlah bensin ditentukan oleh ukuran jet dan aliran udara, dan pelampung dengan katup jarum menjaga tinggi bensin tetap. Karburator tidak tahu apakah mesin sedang dingin atau panas, sehingga pengendara motor lama menarik tuas *choke* untuk memperkaya campuran saat dingin. Setelah mesin hangat, choke dikembalikan.

Injeksi elektronik bekerja secara **elektronik**. Sebuah pompa memberi tekanan pada bahan bakar. Sensor mengirim data ke ECU: suhu mesin, banyaknya udara masuk, posisi katup gas, putaran mesin, dan sisa oksigen di knalpot. ECU menghitung lama **injektor** terbuka, sehingga bensin disemprotkan dalam jumlah yang pas. Saat mesin dingin, ECU menambah semburan sesuai pembacaan sensor suhu; kamu tidak perlu menarik choke. Karena itu mobil dan motor injeksi umumnya lebih mudah hidup, lebih irit, dan lebih bersih gas buangnya.

Beberapa teknologi lain yang kini lazim pada mesin:

- **Turbocharger** memutar sebuah kompresor kecil dengan energi gas buang. Kompresor itu **memampatkan udara masuk** sehingga massa udara per siklus bertambah dan bahan bakar yang bisa dibakar ikut bertambah. Hasilnya, mesin berkapasitas kecil dapat menghasilkan tenaga seperti mesin yang lebih besar. Kapasitas silinder (cc) sendiri tidak berubah.
- **Katup variabel (VVT)** mengubah saat katup membuka dan menutup menurut putaran dan beban, sehingga mesin bertenaga di putaran tinggi dan tetap halus di putaran rendah.
- **Throttle elektronik (*drive-by-wire*)**: pedal gas tidak tersambung kabel ke katup gas. Sensor posisi pedal mengirim sinyal ke ECU, dan ECU menggerakkan motor kecil pada katup gas sambil memeriksa posisinya lewat sensor posisi katup. Bila sinyal meragukan, ECU dapat membatasi bukaan demi keselamatan. Setelah aki dicabut, ECU biasanya perlu mempelajari ulang posisi katup, sehingga putaran langsam sempat naik-turun sebelum stabil.
- **Idle stop (start-stop)** mematikan mesin saat kendaraan berhenti, lalu menghidupkannya lagi saat rem dilepas. Fitur ini hanya aktif bila syaratnya terpenuhi (aki cukup kuat, suhu sesuai, beban AC tidak terlalu berat). Bila fitur tidak aktif, belum tentu ada kerusakan.

2. Transmisi: empat cara memindahkan tenaga

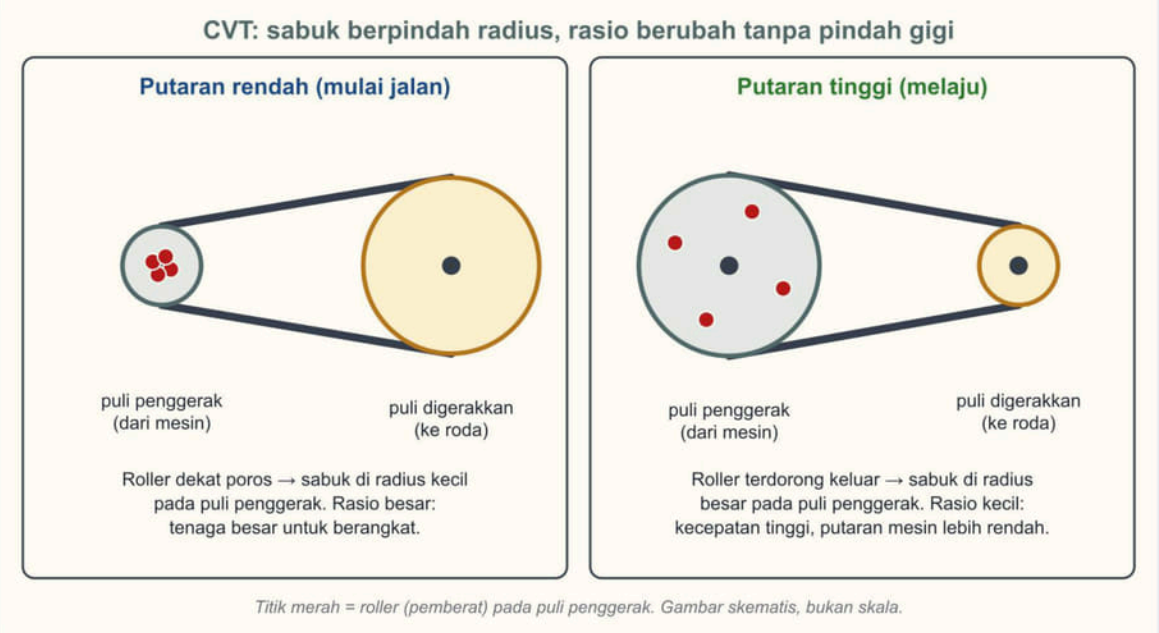
Transmisi memilih perbandingan putaran mesin terhadap roda: rasio besar untuk berangkat dan menanjak, rasio kecil untuk melaju.

- **Transmisi manual** memakai kopling yang diinjak pengemudi dan tuas untuk memilih

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

gigi.

- **Transmisi otomatis konvensional** memakai **konverter torsi** (kopling fluida berisi oli) dan rangkaian roda gigi planetari. Perpindahan gigi diatur otomatis oleh unit kendali transmisi.
- **CVT** (*continuously variable transmission*) memakai **dua puli dan satu sabuk**, tanpa gigi bertingkat. Pada sepeda motor matik, puli penggerak dilengkapi **roller** (pemberat). Pada putaran rendah roller berada dekat poros sehingga sabuk bergerak pada radius kecil di puli penggerak: rasio besar, tenaga besar untuk berangkat. Makin cepat putaran, gaya sentrifugal mendorong roller keluar, puli menjepit sabuk, dan sabuk naik ke radius besar: rasio mengecil sehingga kecepatan bertambah (Gambar 1.2). Roller yang lebih ringan membuat puli menutup lebih lambat, sehingga mesin berputar lebih tinggi pada kecepatan yang sama; roller yang lebih berat membuat puli menutup lebih cepat.
- **DCT** (*dual clutch transmission*) memakai **dua kopling**: satu untuk gigi ganjil, satu untuk gigi genap. Saat satu kopling menyalurkan tenaga lewat gigi yang dipakai, gigi berikutnya sudah dipasangkan pada kopling lain. Perpindahan hanya berupa pertukaran peran kedua kopling, sehingga hampir tanpa jeda tenaga.



Gambar 1.2 CVT: sabuk berpindah radius, rasio berubah tanpa pindah gigi. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

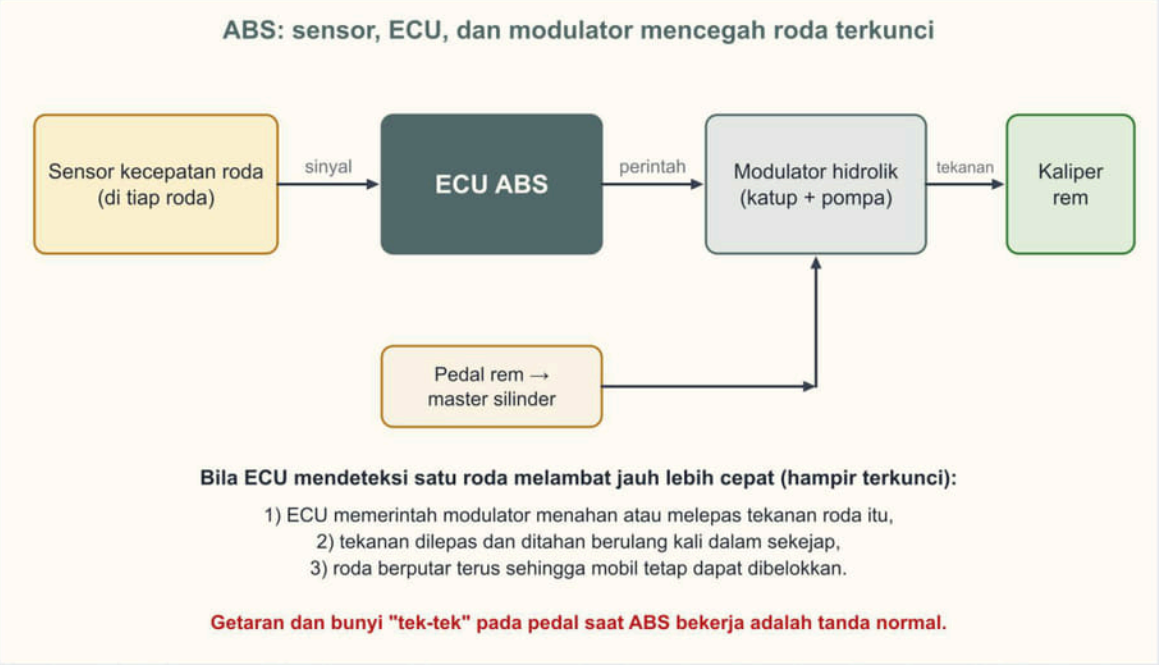
Transmisi otomatis modern juga **belajar**: unit kendali menyesuaikan titik perpindahan dengan kebiasaan pengemudi. Bila aki dicabut atau diganti, data itu dapat hilang, sehingga beberapa hari pertama perpindahan gigi terasa menyentak sampai unit kendali mempelajarinya lagi. Hal ini normal dan bukan tanda transmisi rusak. Satu pesan penting lagi: pada banyak transmisi otomatis, pompa oli digerakkan mesin. Karena itu mobil otomatis yang diderek dengan roda penggerak menyentuh jalan pada jarak jauh dapat merusak transmisi (tanpa pelumasan). Ikuti petunjuk manual: angkat roda penggerak atau naikkan mobil ke truk.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

3. Rem: dari tromol ke sistem elektronik

Rem mengubah gerak menjadi panas lewat gesekan. Rem **tromol** menekan kampas ke bagian dalam drum; rem **cakram** menjepit cakram dengan kampas. Rem cakram melepas panas lebih baik sehingga umumnya dipakai di roda depan atau di semua roda.

- **Booster vakum** memakai selisih tekanan (vakum) dari mesin untuk meringankan injakan pedal. Bila mesin mati, vakum habis setelah satu-dua injakan, dan pedal terasa keras. Rem tetap berfungsi, tetapi memerlukan tenaga lebih besar, sehingga mematikan mesin saat menuruni turunan panjang berbahaya.
- **ABS** (*anti-lock braking system*) mencegah roda terkunci saat pengereman mendadak (Gambar 1.3). Sensor di tiap roda mengirim data putaran ke ECU ABS. Bila satu roda melambat jauh lebih cepat daripada yang lain (hampir terkunci), ECU memerintahkan **modulator hidrolik** menahan atau melepas tekanan roda itu berulang kali dalam sekejap. Roda tetap berputar, sehingga mobil dapat dibelokkan. **Getaran dan bunyi "tek-tek" pada pedal saat ABS bekerja adalah normal**; itu tanda modulator bekerja. ABS bertujuan menjaga kemampuan membelokkan, tidak selalu memperpendek jarak berhenti.
- **EBD** (*electronic brakeforce distribution*) membagi gaya rem antara roda depan dan belakang menurut beban kendaraan.
- **Rem parkir elektrik (EPB)** menggantikan tuas atau pedal rem parkir dengan tombol. Pada banyak mobil, motor kecil menggerakkan kaliper belakang. Saat mengganti kampas belakang, kaliper harus dimasukkan ke **mode servis** memakai alat atau prosedur manual; memutar piston secara paksa dapat merusak mekanismenya.



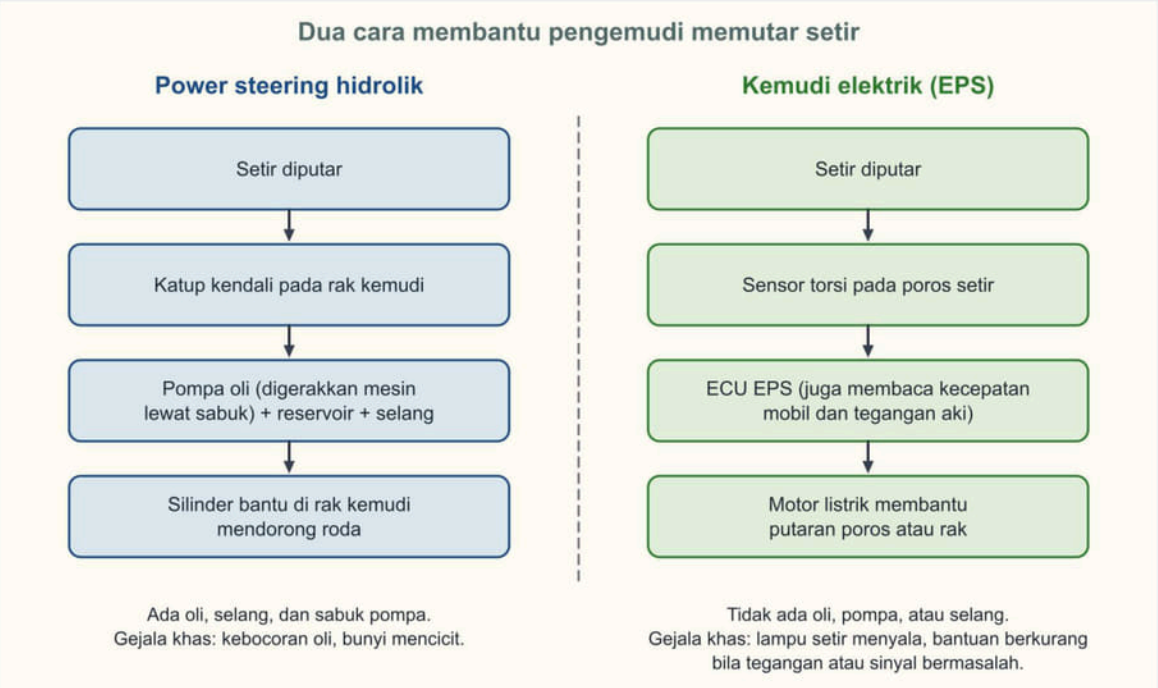
Gambar 1.3 ABS: sensor, ECU, dan modulator mencegah roda terkunci. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

4. Kemudi dan stabilitas

Kemudi dibantu agar pengemudi tidak berat memutar setir, terutama saat berhenti atau berjalan pelan.

- **Power steering hidrolik** memakai pompa oli yang digerakkan mesin lewat sabuk. Saat setir diputar, katup pada rak kemudi mengalirkan oli bertekanan ke silinder bantu. Gejala khas gangguan: oli bocor, bunyi mencicit, setir berat bila oli kurang.
- **Kemudi elektrik (EPS)** tidak memiliki oli, pompa, atau selang (Gambar 1.4). **Sensor torsi** pada poros setir mengukur seberapa kuat setir diputar. ECU EPS menghitung bantuan menurut kecepatan mobil dan tegangan aki, lalu **motor listrik** membantu memutar poros atau rak. Bila tegangan aki rendah atau sinyal bermasalah, ECU mengurangi bantuan dan lampu peringatan setir menyala. Karena itu pemeriksaan EPS dimulai dari **kode gangguan dan tegangan aki**, bukan dari oli.
- **ESC** (*electronic stability control*) membantu menjaga mobil tetap mengikuti arah setir saat mulai tergelincir. Sensor sudut setir, putaran roda, dan sensor gerak mobil dibandingkan oleh ECU. Bila arah mobil menyimpang dari arah setir, ECU mengerem roda tertentu secara terpisah dan dapat mengurangi tenaga mesin. Setelah *spooring* atau penggantian tie rod, sensor sudut setir perlu **dikalibrasi** menurut manual; bila tidak, lampu ESC dapat menyala.



Gambar 1.4 Dua cara membantu pengemudi memutar setir. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

5. Semua sistem saling terhubung

Pada kendaraan modern, ECU mesin, ECU transmisi, ECU ABS, dan ECU kemudi berbagi data lewat jaringan kabel (*CAN bus*). Kecepatan roda dari ABS dipakai juga oleh speedometer, kemudi elektrik, dan transmisi. Akibatnya, satu gangguan dapat menimbulkan beberapa lampu peringatan sekaligus, dan satu tindakan (misalnya mengganti aki) dapat memengaruhi beberapa sistem. Dari sinilah urutan kerja diagnosis yang baik:

1. **Dengarkan keluhan pelanggan** dan catat kapan gejala muncul.
2. **Baca kode gangguan** dengan alat pindai (*scan tool*).
3. **Periksa kelistrikan dasar**: tegangan aki, sambungan, sekering.
4. **Baru kemudian memeriksa dan membongkar komponen** yang ditunjuk oleh data.

Teknologi tidak menghapus kewajiban K3. Menggunakan alat pindai tidak berarti kamu boleh melewatkan pemeriksaan fisik dan prosedur keselamatan.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Getar pada pedal rem

Bu Rina membawa mobilnya yang berfitur ABS ke bengkel karena pedal rem bergetar dan terdengar bunyi "tek-tek" dari bawah kap saat ia mengerem mendadak di jalan basah. Pada pengereman biasa di jalan kering, pedal tidak bergetar dan rem terasa normal. Apakah mobil rusak?

Langkah:

1. Ciri gejala: muncul hanya saat pengereman mendadak di jalan licin, tidak saat pengereman biasa.
2. Hubungkan dengan cara kerja: pada pengereman mendadak di jalan licin roda mudah hampir terkunci, sehingga ECU ABS memerintahkan modulator menahan dan melepas tekanan berulang kali. Gerakan itu merambat ke pedal sebagai getaran dan bunyi "tek-tek".
3. Periksa tanda gangguan: lampu ABS di panel tidak menyala, rem terasa normal pada pengereman biasa.

Jawaban: getaran itu normal, tanda ABS bekerja. Teknisi cukup menjelaskan hal itu kepada pelanggan dan menyarankan tidak menekan pedal berulang kali saat ABS bekerja, karena menekan pedal terus akan menjaga ABS tetap bekerja. Bila lampu ABS menyala atau pedal terasa keras, barulah diperlukan pemeriksaan lebih lanjut.

Contoh 2: Roller baru pada sepeda motor matik

Raka mengganti roller CVT sepeda motor matiknya dengan roller yang lebih ringan dari ukuran standar. Setelah itu motornya berangkat sangat responsif, tetapi pada kecepatan menengah mesinnya berputar lebih tinggi dan terasa meraung, serta kecepatan puncaknya tidak naik. Jelaskan penyebabnya.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Langkah:

1. Ingat prinsip CVT: roller terdorong keluar oleh gaya sentrifugal sehingga puli penggerak menutup dan sabuk naik ke radius besar (rasio mengecil).
2. Roller lebih ringan menghasilkan gaya sentrifugal lebih kecil pada putaran yang sama, sehingga puli menutup **lebih lambat**.
3. Akibat: sabuk lebih lama berada di radius kecil (rasio besar). Berangkat terasa responsif karena rasio besar, tetapi untuk kecepatan yang sama mesin harus berputar lebih tinggi.

Jawaban: roller yang lebih ringan memperlambat perubahan rasio ke arah rasio kecil. Roller yang lebih berat membuat puli menutup lebih cepat, sehingga mesin berputar lebih rendah pada kecepatan yang sama dan akselerasi awal terasa lebih lemah. Pemilihan roller adalah pertukaran (*trade-off*) antara akselerasi dan putaran mesin.

Contoh 3: Setir berat pada mobil dengan EPS

Mobil city car milik Pak Anto sulit diputar setirnya saat parkir, dan lampu peringatan setir di panel menyala. Mobil itu memakai EPS. Seorang siswa PKL hendak memeriksa level oli power steering. Apakah itu langkah yang tepat?

Langkah:

1. Kenali sistemnya: EPS menggunakan motor listrik, sensor torsi, dan ECU; tidak ada oli, pompa, atau selang.
2. Oleh karena itu pemeriksaan level oli tidak relevan.
3. Gejala setir berat dan lampu menyala berarti ECU mengurangi bantuan. Penyebab yang mungkin: tegangan aki rendah, sambungan kabel, sensor torsi, atau motor.
4. Urutan pemeriksaan: baca kode gangguan dengan alat pindai, lalu ukur tegangan aki dan sambungannya.

Jawaban: memeriksa oli bukan langkah yang tepat. Langkah pertama adalah membaca kode gangguan dan memeriksa tegangan aki serta sambungan kabel.

❖ PETA KONSEP

Ringkasan sub bab ini terlihat pada Gambar 1.5.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 1.5 Peta konsep sub bab 1.1. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- Karburator mengatur campuran secara mekanis; injeksi memakai sensor, ECU, dan injektor.
- Turbocharger memampatkan udara masuk; kapasitas silinder tidak berubah.
- Throttle elektronik: sensor pedal → ECU → motor katup gas; ECU dapat membatasi tenaga dan perlu belajar ulang setelah aki dicabut.
- CVT memakai puli dan sabuk; DCT memakai dua kopling; transmisi otomatis belajar dari kebiasaan dan dapat menyentak setelah aki diganti.
- ABS: getaran pedal saat ABS bekerja adalah normal; ia menjaga kemampuan membelokkan.
- Booster rem vakum hilang bantuannya bila mesin mati; EPS tidak memiliki oli dan diperiksa dari kode gangguan dan tegangan aki.
- Urutan diagnosis: keluhan → kode gangguan → kelistrikan dasar → komponen.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Soal tentang teknologi kendaraan hampir selalu berbentuk kasus. Gunakan langkah berikut.

1. **Kenali sistemnya lebih dulu.** Tentukan apakah kendaraan memakai karburator atau injeksi, hidrolik atau elektrik, manual atau CVT. Banyak pilihan jawaban hanya berlaku pada satu jenis sistem.
2. **Cari apa yang berubah atau tidak normal.** Bandingkan gejala dengan cara kerja sistem tersebut.
3. **Pilih pemeriksaan yang sesuai sistemnya.** Untuk sistem elektronik, pemeriksaan awal biasanya kode gangguan dan tegangan; untuk sistem mekanis, pemeriksaan fisik dan level fluida.
4. **Waspadai pilihan yang terdengar teknis.** Pilihan yang menyebut komponen yang tidak

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

ada pada sistem itu hampir pasti salah.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Memeriksa oli pada kemudi elektrik.** EPS tidak memiliki oli power steering.
- **Menganggap getar pedal ABS sebagai kerusakan.** Getaran saat ABS bekerja adalah normal; yang tidak normal adalah lampu ABS menyala atau pedal yang amblas.
- **Menyamakan turbocharger dengan penambahan kapasitas mesin.** Turbo memampatkan udara; volume silinder tetap.
- **Menyamakan DCT dengan CVT atau konverter torsi.** Pegang ciri tiap jenis: dua kopling (DCT), puli dan sabuk (CVT), konverter torsi berisi oli (otomatis konvensional).
- **Menganggap setiap perilaku baru setelah ganti aki sebagai kerusakan.** Langsam yang naik-turun atau perpindahan gigi menyentak sementara sering hanya proses pembelajaran ulang ECU.
- **Lupa bahwa booster rem vakum bergantung mesin hidup.**

> Contoh salah tafsir: pada soal tentang mobil otomatis yang perpindahan giginya menyentak selama beberapa hari setelah aki diganti, seorang siswa memilih "transmisi sudah rusak, harus dibongkar dan di-overhaul". Padahal tidak ada tanda kebocoran, bunyi kasar, atau lampu peringatan; gejala itu sesuai dengan unit kendali transmisi yang belajar ulang setelah datanya hilang. Jawaban yang tepat adalah menjelaskan hal itu kepada pelanggan dan memantau, bukan membongkar.

BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menggambarkan keluhan pada sebuah mobil berfitur ABS. Perhatikan bagaimana langkah "kenali sistem, lalu bandingkan gejala dengan cara kerja" dipakai.

►. Pak Hendra membawa mobilnya yang dilengkapi rem ABS ke bengkel (2027). Ia mengeluh pedal rem bergetar dan terdengar bunyi "tek-tek" dari ruang mesin ketika ia mengerem mendadak di jalan basah. Saat mengerem biasa, pedal terasa halus. Lampu peringatan ABS di panel instrumen tidak menyala, dan kampas rem baru diganti sebulan lalu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penjelasan yang paling tepat kepada Pak Hendra adalah ....

A. Kampas rem baru belum menyatu dengan cakram sehingga perlu diganti lagi
B. Getaran itu tanda ABS sedang bekerja mencegah roda terkunci, jadi normal
C. Cakram rem bengkok sehingga perlu dibubut agar pedal tidak bergetar lagi
D. Ada udara di saluran rem sehingga minyak rem perlu dibuang udaranya
E. Sensor kecepatan roda kotor sehingga ABS bekerja walaupun tidak perlu

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Pembahasan **Kunci: B**

Konsep: ABS mencegah roda terkunci saat pengereman mendadak dengan membuka-menutup tekanan minyak rem berkali-kali per detik. Kerja modulator ABS ini terasa sebagai getaran pada pedal dan terdengar sebagai bunyi berulang.

Langkah:

1. Getaran hanya muncul saat rem mendadak di jalan licin → saat roda hampir terkunci.
2. Saat rem biasa pedal halus dan lampu ABS mati → tidak ada kerusakan yang terdeteksi.
3. Kesimpulan: ABS bekerja normal.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Kampas baru tidak membuat pedal bergetar hanya saat rem mendadak.
- **B.** ✓ Getaran dan bunyi saat rem mendadak di jalan basah adalah ciri kerja ABS yang normal.
- **C.** ✗ Jebakan: cakram bengkok memang menyebabkan getaran, tetapi getarannya terasa setiap kali mengerem, bukan hanya saat rem mendadak.
- **D.** ✗ Udara di saluran rem membuat pedal terasa empuk, bukan bergetar.
- **E.** ✗ Sensor yang bermasalah biasanya menyalakan lampu peringatan ABS, sedangkan lampunya tidak menyala.

Jawaban: B.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk tiap soal, tulis dulu sistem apa yang dibahas dan gejala mana yang normal.

1. Pak Joko mengeluh mesin mobil barunya mati sendiri setiap berhenti di lampu merah, lalu hidup lagi saat pedal rem dilepas (2027). Menurut manual, mobil itu memiliki fitur idle start-stop yang tidak bekerja bila mesin belum panas, AC bekerja keras, atau kondisi aki lemah.

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Pernyataan yang tepat tentang fitur tersebut adalah ....

(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Mesin mati saat berhenti di lampu merah adalah kerja normal fitur yang menghemat bahan bakar.

☐ B. Gejala ini menunjukkan gangguan pada sistem pengapian sehingga koil perlu diperiksa.

☐ C. Bila aki melemah, fitur ini dapat berhenti bekerja walaupun syarat lain terpenuhi.

☐ D. Aki pengganti harus sesuai spesifikasi pabrik karena mesin lebih sering distarter.

☐ E. Fitur ini tidak menambah beban motor starter dan aki karena mesin hanya mati sebentar.

2. Raka, pemilik skuter matik bertransmisi CVT, datang ke bengkel tempat Wulan PKL (2027). Ia ingin mengganti roller (pemberat) pada puli penggerak dengan roller yang lebih berat dari standar karena mendengar motornya akan lebih irit di jalan datar. Sehari-hari Raka

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

sering membonceng dan melewati tanjakan curam di dekat rumahnya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penjelasan Wulan yang paling tepat tentang akibat penggantian itu adalah ....

A. Tarikan awal makin kuat karena roller berat menekan kampas kopling lebih cepat
B. Putaran mesin saat melaju makin tinggi sehingga tenaga di tanjakan bertambah
C. Perbandingan puli cepat bergeser ke kecepatan tinggi, tarikan menanjak melemah
D. Sabuk CVT menjadi lebih kencang sehingga slip hilang dan tarikan makin bertenaga
E. Tarikan tidak berubah karena roller hanya menentukan kecepatan maksimum motor

Kunci singkat: 1. A, C, D 2. C

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menjelaskan, dengan kata-katamu sendiri, mengapa mesin 1.000 cc bertenaga turbo dapat menandingi mesin 1.500 cc tanpa turbo?
- Jika setir mobil EPS terasa berat dan lampu setir menyala, urutan pemeriksaan apa yang kamu lakukan, dan mengapa tidak dimulai dari oli?
- **Yang harus kuingat:** sistem lama bekerja mekanis, sistem baru dikendalikan ECU; kenali sistem dulu, lalu baca kode gangguan dan periksa tegangan sebelum membongkar.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 1.1: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.
next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkto&node=SMKTO-1.1

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 1.2 · Kendaraan hybrid, listrik, dan bantuan pengemudi

SMKTO-1.2

◎ APA YANG DIUJI

Pada kisi-kisi resmi, bagian ini meminta kamu memahami **kendaraan hybrid, kendaraan listrik, dan sistem bantuan pengemudi**. Soalnya hampir selalu berupa kasus di bengkel: sebuah mobil listrik tidak mau menyala, sebuah skuter listrik harus diisi sebelum dipakai, atau sebuah mobil hybrid dengan kabel oranye tergores harus disiapkan sebelum diperiksa. Tiga kemampuan paling sering diuji: **membedakan jenis kendaraan**, **menghitung energi dan waktu pengisian dengan hitungan sederhana**, dan **mengutamakan keselamatan** saat berurusan dengan tegangan tinggi.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- membedakan HEV, PHEV, dan BEV dari ada tidaknya mesin bakar dan kemampuan diisi dari listrik luar;
- menyebut komponen utama kendaraan listrik dan fungsi masing-masing, termasuk aki 12 V;
- membedakan kWh (energi) dari kW (daya) dan menghitung waktu pengisian serta jarak tempuh;
- menjelaskan rem regeneratif dan mengapa daya pengisian cepat tidak tetap sepanjang pengisian;
- mengurutkan langkah keselamatan tegangan tinggi dan menyebut tingkat otomasi mengemudi 0 sampai 5.

◆ KONSEP INTI

Selama seratus tahun lebih, mobil identik dengan mesin bakar. Kini jalan raya juga dilewati kendaraan yang sebagian atau seluruh tenaganya berasal dari **motor listrik**. Sebagai calon teknisi, kamu akan menemui kendaraan jenis ini di bengkel, dan cara bekerjanya berbeda: ada baterai besar bertegangan ratusan volt, kabel berwarna oranye, dan prosedur keselamatan yang tidak boleh dilompati. Mari kita mulai dari jenisnya.

1. Tiga jenis kendaraan berpenggerak listrik

Gambar 1.6 merangkum perbedaannya.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Tiga jenis kendaraan berpenggerak listrik

Ciri	HEV (hybrid biasa)	PHEV (hybrid plug-in)	BEV (listrik murni)
Mesin bakar (bensin atau solar)	ada	ada	tidak ada
Motor listrik	ada, membantu mesin	ada, dapat menggerakkan sendiri	ada, satu-satunya penggerak
Ukuran baterai tegangan tinggi	kecil	sedang	besar
Dapat diisi dari listrik luar (stopkontak atau stasiun)	tidak	ya	ya
Jarak tempuh dengan listrik saja	sangat terbatas	terbatas, jarak pendek	seluruh perjalanan

Semua jenis ini tetap memiliki aki 12 V untuk ECU, lampu, dan penyambung baterai tegangan tinggi.

Gambar 1.6 Tiga jenis kendaraan berpenggerak listrik. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **HEV** (*hybrid electric vehicle*, hybrid biasa) memiliki mesin bakar **dan** motor listrik. Baterai tegangan tinggi (HV, *high voltage*) berukuran kecil dan **diisi oleh kendaraan itu sendiri**, dari mesin dan dari pengereman. Kamu tidak mencolokkan HEV ke stopkontak. Motor listrik membantu mesin sehingga pemakaian bahan bakar turun.
- **PHEV** (*plug-in hybrid*) mirip HEV, tetapi baterainya lebih besar dan **dapat diisi dari listrik luar**. PHEV mampu menempuh jarak pendek hanya dengan listrik, lalu mesin bakar mengambil alih.
- **BEV** (*battery electric vehicle*, kendaraan listrik murni) **tidak memiliki mesin bakar**. Satu-satunya penggeraknya motor listrik, sehingga baterainya paling besar. Tidak ada knalpot, tidak ada oli mesin, dan tidak ada transmisi bergigi banyak.

Cara cepat membedakan: **tanya dua hal**. Apakah ada mesin bakar? Apakah bisa dicolokkan? Ada mesin dan tidak bisa dicolokkan: HEV. Ada mesin dan bisa dicolokkan: PHEV. Tidak ada mesin: BEV. Sepeda motor dan skuter listrik juga tergolong BEV.

2. Komponen utama dan dua jenis baterai

Kendaraan listrik memiliki komponen berikut.

- **Baterai HV** menyimpan energi untuk menggerakkan roda. Tegangannya ratusan volt, berbahaya bagi tubuh manusia.
- **Motor listrik** mengubah energi listrik menjadi gerak, dan sebaliknya (lihat rem regeneratif).
- **Inverter** mengubah arus searah (DC) baterai menjadi arus bolak-balik (AC) bagi motor tertentu, dan mengatur kecepatannya.
- **Kabel oranye** adalah tanda warna untuk kabel tegangan tinggi. Pada kendaraan apa pun, **kabel berwarna oranye = tegangan tinggi**.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- **BMS** (*battery management system*) memantau suhu dan tegangan tiap bagian baterai, menjaga keamanannya, dan membatasi daya pengisian atau pemakaian saat perlu.
- **Aki 12 V** tetap ada, bahkan pada kendaraan listrik murni. Aki kecil ini menyuplai ECU, lampu, layar, dan **kontaktor**, yaitu penyambung otomatis yang menghubungkan baterai HV ke sistem. Karena itu, **jika aki 12 V lemah, kendaraan listrik tidak mau "siap jalan" walaupun baterai HV masih terisi penuh**. Pemeriksaan pertama pada kendaraan listrik yang mati total sering kali berupa mengukur aki 12 V, bukan membongkar baterai HV.

Pada dasbor, lampu **READY** (atau penanda serupa) menyala bila sistem siap berjalan. Ingat: **kendaraan listrik tidak berbunyi**. Kendaraan yang READY dapat melaju begitu pedal gas diinjak, meskipun tidak ada suara mesin. Jangan pernah menganggap kendaraan mati karena diam.

3. Energi dan daya: kWh dan kW

Dua istilah ini sering tertukar, padahal berbeda jauh.

- **kWh** (kilowatt-jam) adalah **energi**, yaitu banyaknya "bahan bakar listrik" yang tersimpan. Inilah ukuran **kapasitas baterai**, setara dengan ukuran tangki bensin.
- **kW** (kilowatt) adalah **daya**, yaitu **laju** energi mengalir. Inilah ukuran kekuatan pengisi daya (*charger*) atau kekuatan motor, setara dengan seberapa deras bensin mengalir dari selang pompa.

Hubungannya sederhana:

energi (kWh) = daya (kW) × waktu (jam), sehingga **waktu (jam) = energi (kWh) ÷ daya (kW)**.

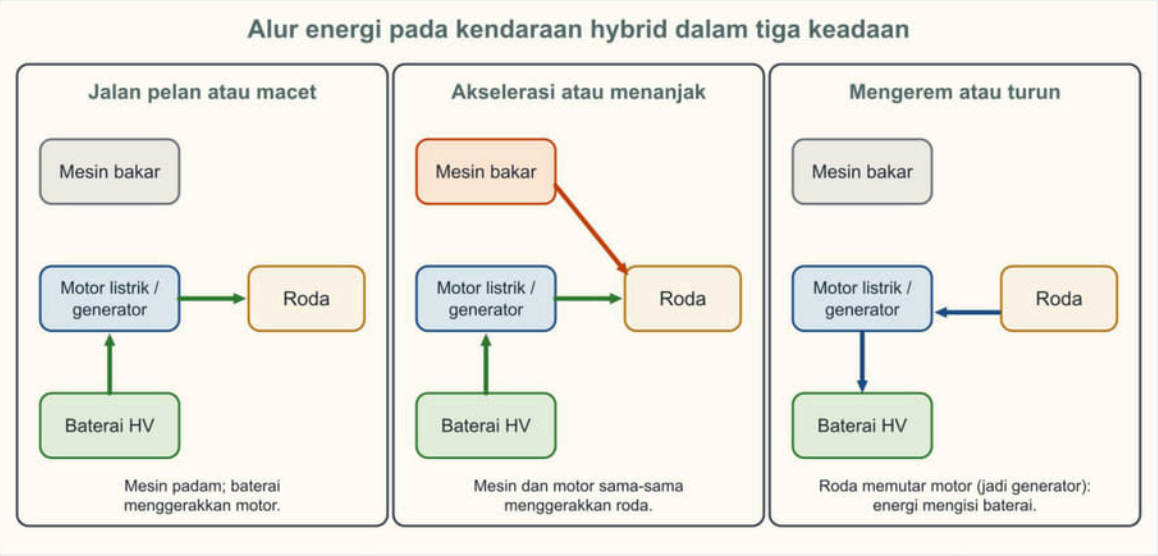
Dua hal perlu diingat saat menghitung. Pertama, ubah satuan lebih dulu: 1.000 W = 1 kW. Pengisi daya 360 W berarti 0,36 kW. Kedua, hitung **hanya energi yang perlu ditambahkan**, bukan seluruh kapasitas. Mengisi dari 20 % ke 80 % berarti menambah 60 % dari kapasitas.

Untuk jarak tempuh, kendaraan listrik memakai **konsumsi energi**, misalnya 0,15 kWh per km. Jarak (km) = energi yang tersedia (kWh) ÷ konsumsi (kWh per km). Dalam praktik, jarak sebenarnya lebih pendek dari angka brosur bila mobil membawa beban berat, memakai AC, atau melaju sangat cepat. Soal biasanya memberi angka konsumsi dan meminta kamu memakainya.

4. Rem regeneratif dan alur energi hybrid

Pada kendaraan hybrid dan listrik, motor listrik dapat berperan sebagai **generator**. Saat pengendara melepas gas atau menginjak rem, roda yang berputar justru memutar motor, dan motor menghasilkan listrik yang mengisi baterai. Inilah **rem regeneratif**: sebagian energi gerak, yang pada rem biasa terbuang sebagai panas, dikembalikan ke baterai. Gambar 1.7 menunjukkan tiga keadaan tipikal.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 1.7 Alur energi pada kendaraan hybrid dalam tiga keadaan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Jalan pelan atau macet:** mesin bakar boleh padam; baterai menggerakkan motor. Karena itu kendaraan hybrid sangat irit di kemacetan.
- **Akselerasi atau menanjak:** mesin dan motor sama-sama menggerakkan roda sehingga tenaga besar.
- **Mengerem atau menuruni turunan:** roda memutar motor yang menjadi generator, dan baterai terisi.

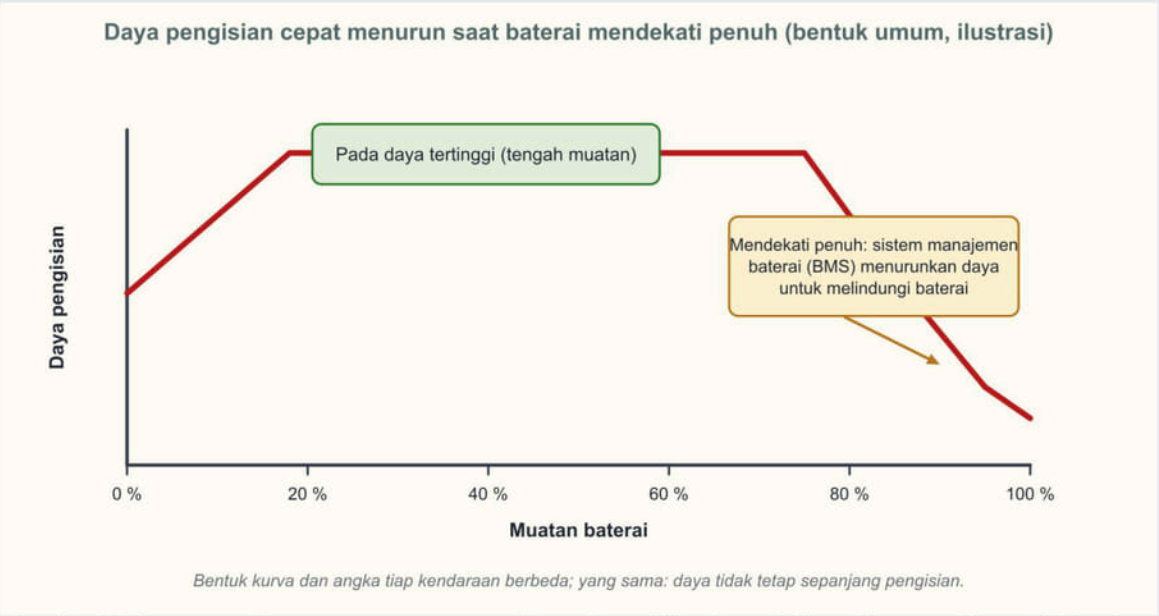
Rem regeneratif tidak menggantikan rem biasa sepenuhnya. Tenaganya terbatas, dan **tidak bekerja baik bila baterai sudah penuh** (listrik tidak punya tempat untuk disimpan) atau pada kecepatan sangat rendah. Pada saat itu, rem cakram biasa mengambil alih. Akibatnya, kampas rem kendaraan hybrid dan listrik biasanya awet, tetapi **tetap harus diperiksa**, termasuk kondisi karat pada cakram yang jarang dipakai.

5. Cara baterai diisi: AC, DC, dan kurva daya

Pengisian dari stopkontak rumah atau pengisi daya dinding (*wall charger*) memakai listrik **AC**; pengisi daya di dalam kendaraan (*on-board charger*) mengubahnya menjadi DC untuk baterai. Dayanya relatif kecil, sehingga pengisian berlangsung berjam-jam. Pengisian cepat di stasiun umum memakai **DC**: listrik sudah diubah di stasiun dan masuk langsung ke baterai, dengan daya jauh lebih besar.

Yang sering dilupakan: **daya pengisian tidak tetap**. Gambar 1.8 menunjukkan bentuk umumnya. Saat baterai kosong, daya naik cepat sampai maksimum. Setelah muatan mencapai sekitar tiga perempat penuh, BMS menurunkan daya agar baterai tidak terlalu panas atau rusak. Karena itu pengisian dari 80 % ke 100 % memerlukan waktu jauh lebih lama daripada dari 20 % ke 80 %, padahal selisih persentasenya sama.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 1.8 Daya pengisian cepat menurun saat baterai mendekati penuh (bentuk umum, ilustrasi). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Itulah alasan hitungan "energi ÷ daya" pada soal selalu diberi syarat, misalnya "anggap daya tetap". Pada kehidupan nyata, waktu pengisian cepat lebih panjang dari hasil hitungan sederhana.

6. Keselamatan tegangan tinggi

Baterai HV dapat menyalurkan arus yang membahayakan nyawa. Untuk itu, ada **prosedur** yang harus diikuti sebelum menyentuh kabel oranye atau komponen HV mana pun. Gambar 1.9 merangkum enam langkahnya.



Gambar 1.9 Menyiapkan kendaraan hybrid atau listrik sebelum kabel oranye disentuh. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **Hanya teknisi yang kompeten** yang mengerjakan, dan selalu mengikuti manual pabrikan. Siswa PKL boleh membantu, bukan memimpin.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

2. Gunakan **alat pelindung diri (APD) isolasi**: sarung tangan tegangan tinggi dan kacamata pelindung. Lepas perhiasan logam.
3. **Matikan sistem** dan jauhkan kunci pintar dari kendaraan agar tidak menyala tanpa sengaja.
4. **Lepas penyambung HV** (*service plug* atau sejenisnya) sesuai manual.
5. **Tunggu** waktu pengosongan kapasitor sesuai manual, karena sisa muatan masih tersimpan beberapa saat.
6. **Uji dengan alat** bahwa kabel benar-benar tidak bertegangan, lalu pasang tanda dan batasi akses di sekitar kendaraan.

Beberapa catatan tambahan. Kendaraan yang rusak setelah kecelakaan dianggap **masih bertegangan sampai terbukti tidak**. Jangan menyentuh kabel oranye yang terkelupas tanpa langkah 1 sampai 6. Urutannya tidak boleh dibalik: misalnya, mengukur bebas tegangan **sebelum** pemutusan penyambung tidak berarti apa-apa.

7. Bantuan pengemudi dan tingkat otomasi

Mobil modern memiliki fitur bantuan pengemudi (ADAS), misalnya kontrol jarak otomatis, penjaga jalur, pengereman darurat, dan bantuan parkir. Tingkat otomasi dibagi menjadi enam level, dari 0 sampai 5 (Gambar 1.10).



Gambar 1.10 Tingkat otomasi mengemudi 0 sampai 5. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Level 0:** tidak ada otomasi; sistem hanya memberi peringatan.
- **Level 1:** sistem membantu satu fungsi, setir **atau** kecepatan.
- **Level 2:** sistem membantu setir **dan** kecepatan/jarak sekaligus, tetapi **pengemudi tetap mengawasi dan bertanggung jawab**.
- **Level 3:** sistem mengemudi pada kondisi tertentu, dan pengemudi harus siap mengambil alih.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- **Level 4:** sistem mengemudi di area atau kondisi terbatas.
- **Level 5:** sistem mengemudi pada semua kondisi.

Perhatikan bahwa fitur bantuan pengemudi bergantung pada sensor dan kamera yang dipasang pada posisi tertentu. Setelah kaca depan atau bumper diganti, sensor itu perlu dikalibrasi; hal ini dibahas lebih lanjut pada sub bab 1.4. Kendaraan listrik juga membawa kebiasaan baru bagi pengemudi, misalnya mengemudi dengan satu pedal: melepas pedal gas memicu rem regeneratif yang cukup kuat sehingga kendaraan melambat sendiri. Teknisi perlu paham perilaku ini agar tidak mengira keluhan "mobil menahan sendiri" sebagai kerusakan rem. Pelanggan yang baru beralih dari mobil bensin sering menanyakan hal semacam ini, dan penjelasan yang tepat merupakan bagian dari layanan.

Pada mobil yang dijual saat ini, bantuan pengemudi umumnya berada di level 1 sampai 2. Artinya, **pengemudi tidak boleh melepaskan perhatian**, apa pun nama fiturnya. Level 0 sampai 2 selalu berarti manusia yang bertanggung jawab.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Waktu pengisian skuter

Skuter listrik Rani memiliki baterai berkapasitas 3,0 kWh. Pengisi daya bawaannya berdaya 500 W. Baterai berada pada 20 % dan Rani ingin memakainya pada 80 %. Anggap pengisian berdaya tetap dan tanpa rugi-rugi. Berapa lama pengisian?

Langkah:

1. Hitung energi yang perlu ditambahkan: (80 % − 20 %) × 3,0 kWh = 0,60 × 3,0 = 1,8 kWh.
2. Ubah satuan daya: 500 W = 0,5 kW.
3. Waktu = energi ÷ daya = 1,8 ÷ 0,5 = 3,6 jam.

Jawaban: 3,6 jam, atau 3 jam 36 menit. Kesalahan umum: memakai seluruh kapasitas (3,0 ÷ 0,5 = 6 jam), atau lupa mengubah watt menjadi kilowatt.

Contoh 2: Jarak tempuh mobil listrik

Sebuah mobil listrik memiliki baterai 60 kWh dan konsumsi energi 0,15 kWh per km. Pengemudi tidak mau menguras baterai sampai habis dan hanya memakai 80 % kapasitas. Berapa jarak yang dapat ditempuh?

Langkah:

1. Energi yang dipakai: 80 % × 60 kWh = 48 kWh.
2. Jarak = energi ÷ konsumsi = 48 ÷ 0,15 = 320 km.

Jawaban: 320 km. Bila seluruh kapasitas dipakai, jaraknya 400 km; angka ini hanya batas atas teoretis.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Contoh 3: Pengemudi melepas tangan dari setir

Seorang pengemudi memakai mobil dengan fitur kontrol jarak otomatis dan penjaga jalur. Mobil mengatur kecepatan dan setir dengan sendirinya di jalan tol, tetapi layar menyuruh pengemudi memegang setir. Pengemudi lalu menonton video di ponsel. Apakah itu benar?

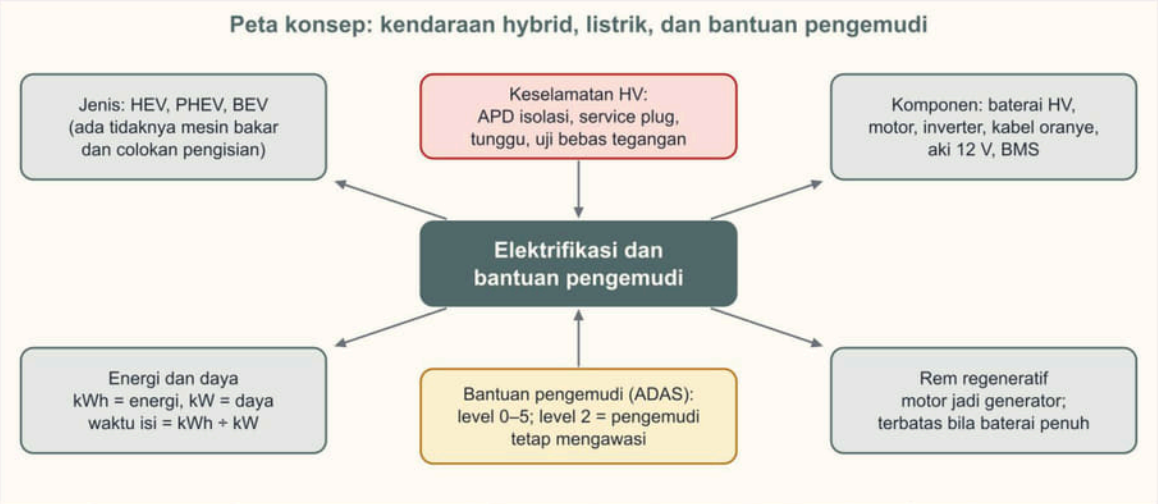
Langkah:

1. Kenali tingkat otomasi: sistem membantu setir **dan** jarak, tetapi mengharuskan pengemudi tetap memegang setir dan mengawasi: itu level 2.
2. Pada level 0 sampai 2, tanggung jawab tetap pada manusia.
3. Menonton video berarti melepaskan pengawasan.

Jawaban: tidak benar. Pada level 2, pengemudi wajib mengawasi jalan setiap saat. Fitur hanya membantu; ia tidak menggantikan pengemudi.

❖ PETA KONSEP

Ringkasan sub bab ini terlihat pada Gambar 1.11.



Gambar 1.11 Peta konsep sub bab 1.2. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- HEV: ada mesin, tidak dicolokkan. PHEV: ada mesin, dapat dicolokkan. BEV: tanpa mesin.
- Kabel oranye = tegangan tinggi. Aki 12 V tetap ada dan menentukan apakah kendaraan mau "siap jalan".
- kWh = energi (kapasitas); kW = daya (laju). Waktu isi = kWh ÷ kW, dihitung hanya untuk energi yang ditambahkan.
- Daya pengisian cepat menurun mendekati penuh; rem regeneratif terbatas bila baterai penuh.
- Keselamatan HV: kompeten, APD isolasi, matikan, lepas penyambung, tunggu, uji bebas tegangan.
- Level otomasi 0 sampai 2: pengemudi tetap mengawasi dan bertanggung jawab.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Soal tentang kendaraan listrik umumnya memakai tiga pola. Kenali polanya, lalu pilih langkah yang sesuai.

1. **Soal hitungan energi.** Tuliskan data dengan satuannya, ubah W menjadi kW, hitung energi yang ditambahkan, baru bagi dengan daya. Periksa apakah hasilnya masuk akal.
2. **Soal diagnosis.** Pada kendaraan listrik yang tidak mau menyala, curigai dulu **aki 12 V** dan sambungan kelistrikan dasar, bukan baterai HV, bila gejalanya lampu redup dan layar mati-mati.
3. **Soal keselamatan.** Pilih urutan yang menempatkan kompetensi, APD, pemutusan, dan pengujian sebelum menyentuh komponen. Pilihan yang berbunyi "langsung disentuh karena sudah dimatikan" hampir pasti keliru.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Menyamakan kWh dengan kW.** Kapasitas baterai bukan daya pengisi.
- **Lupa mengubah watt ke kilowatt**, sehingga hasilnya berbeda seribu kali.
- **Memakai seluruh kapasitas** padahal hanya sebagian yang perlu ditambahkan.
- **Menganggap HEV dapat dicolokkan.** Yang dapat dicolokkan adalah PHEV dan BEV.
- **Menganggap kendaraan yang diam itu mati.** Lampu READY menyala berarti kendaraan siap jalan.
- **Menyalahkan baterai HV** padahal aki 12 V yang lemah.
- **Menganggap kendaraan dengan fitur otomatis boleh ditinggalkan perhatiannya**, padahal pada level 2 pengemudi tetap bertanggung jawab.

> Contoh salah tafsir: pada soal tentang pemilik mobil hybrid biasa (HEV) yang bertanya mengapa baterainya tidak terisi dari stopkontak rumah, seorang siswa menjawab "pengisi dayanya rusak, perlu diperiksa". Padahal HEV tidak memiliki colokan pengisian; baterainya diisi oleh mesin dan rem regeneratif. Jawaban yang tepat adalah menjelaskan perbedaan HEV dan PHEV, bukan memeriksa pengisi daya yang tidak ada.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menyangkut sebuah mobil hybrid dengan kabel oranye tergores. Perhatikan bagaimana urutan keselamatan tegangan tinggi dipakai untuk menilai tiap pilihan.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

►. Bengkel tempat Dika PKL menerima mobil hybrid yang kabel oranye tegangan tingginya tergores di bagian bawah kendaraan (2027). Kepala bengkel menugaskan Dika membantu teknisi bersertifikat menyiapkan kendaraan sebelum kabel itu diperiksa.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Langkah yang tepat dalam menyiapkan kendaraan sebelum kabel oranye disentuh adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Cukup melepas kabel negatif aki 12 V karena itu sudah memutus semua sistem listrik mobil.
☐ B. Mematikan sistem kendaraan dan menyimpan kunci pintar jauh dari kendaraan.
☐ C. Melepas service plug sesuai manual lalu menunggu waktu yang ditentukan pabrik.
☐ D. Segera memotong bagian kabel yang tergores setelah mesin bensin berhenti berputar.
☐ E. Memakai sarung tangan isolasi tegangan tinggi yang sudah diperiksa tidak bocor.

Pembahasan **Kunci: B, C, E**

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Kendaraan hybrid memiliki baterai tegangan tinggi (ratusan volt) dengan kabel berwarna oranye. Prosedur aman: matikan sistem, jauhkan kunci, lepas service plug, tunggu sesuai manual, dan pakai APD isolasi.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 ✗** Jebakan: aki 12 V dan baterai tegangan tinggi adalah dua sistem terpisah; melepas aki 12 V tidak memutus tegangan tinggi.
• **Pernyataan 2 ✓** Mencegah sistem hybrid aktif kembali tanpa sengaja selama pekerjaan.
• **Pernyataan 3 ✓** Service plug memutus rangkaian baterai; waktu tunggu memberi kesempatan kapasitor di inverter melepaskan sisa muatannya.
• **Pernyataan 4 ✗** Mesin berhenti bukan berarti tegangan tinggi hilang; memotong kabel tanpa prosedur sangat berbahaya.
• **Pernyataan 5 ✓** Sarung tangan isolasi melindungi dari sengatan listrik, dan harus diperiksa sebelum dipakai.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk soal hitungan, tulis dulu data dan satuannya; untuk soal diagnosis, tulis dulu gejala yang paling menentukan.

1. Bu Ratna membawa skuter listriknya ke bengkel untuk servis berkala (2027). Menurut buku manual, kapasitas energi baterainya 1,8 kWh dan pengisi daya (charger) bawaannya berdaya 360 W. Saat datang, indikator baterai menunjukkan 20 %. Bu Ratna akan berangkat 3 jam lagi, dan perjalanannya memerlukan baterai minimal 70 %. Anggap pengisian berlangsung dengan daya tetap dan tanpa rugi-rugi.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Untuk mencapai 70 %, baterai perlu diisi energi sebesar 0,9 kWh.	○	○
Pengisian dari 20 % sampai 70 % memerlukan waktu 5 jam sehingga Bu Ratna tidak dapat berangkat tepat waktu.	○	○
Bila diisi selama 3 jam penuh, baterai dapat mencapai 80 %.	○	○

2. Sebuah excavator mogok di lokasi tambang yang berjarak 60 km dari bengkel (2027). Perusahaan mengirim seorang petugas dengan kendaraan servis berisi perkakas, alat diagnosis, dan suku cadang untuk memeriksa dan memperbaiki excavator itu di lokasi. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Jabatan petugas itu adalah ....

A. teknisi lapangan (field service)
B. service advisor di bengkel resmi
C. kepala mekanik di bengkel pusat
D. petugas gudang suku cadang
E. operator alat berat di lokasi tambang

Kunci singkat: 1. 1B 2S 3B 2. A

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menjelaskan dengan kata-katamu sendiri mengapa baterai 3 kWh yang diisi dengan pengisi 0,5 kW tidak penuh dalam 3 jam?
- Jika mobil listrik tidak mau READY dan lampu dasbor redup, apa yang kamu ukur lebih dulu, dan mengapa bukan baterai HV?
- **Yang harus kuingat:** kWh adalah energi, kW adalah daya; kabel oranye adalah tegangan tinggi; ikuti enam langkah keselamatan sebelum menyentuh; pada level 0 sampai 2 pengemudi tetap bertanggung jawab.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 1.2: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkto&node=SMKTO-1.2

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 1.3 · Profesi dan alur kerja di industri otomotif

SMKTO-1.3

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu memahami **profesi dan alur kerja di industri otomotif**. Soal tidak menanyakan nama pejabat atau sejarah perusahaan. Yang diuji adalah kemampuan **mencocokkan tugas dengan jabatan**, **mengurutkan alur layanan bengkel**, dan **menentukan siapa yang tepat mengerjakan suatu pekerjaan** menurut kompetensinya. Soalnya selalu berupa kasus: sebuah bengkel menerima pelanggan, lalu ada petugas yang melakukan sesuatu, dan kamu diminta menyebut jabatannya atau tahap yang terlewat.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan rantai industri otomotif dari pemasok komponen sampai daur ulang;
- membedakan bengkel resmi, bengkel umum, bengkel armada, dan bengkel alat berat;
- menyebut tugas service advisor, kepala mekanik, mekanik, inspektur mutu, petugas suku cadang, dan teknisi lapangan;
- mengurutkan alur layanan bengkel dan menjelaskan alasan setiap tahap;
- menjelaskan peran ijazah, sertifikat kompetensi, dan pelatihan pabrikan dalam jalur karier.

◆ KONSEP INTI

Banyak orang mengira pekerjaan di bidang otomotif hanya satu: mekanik yang memegang kunci pas. Kenyataannya, industri otomotif adalah rantai panjang yang melibatkan banyak profesi, dan lulusan SMK dapat masuk di berbagai titiknya. Memahami rantai itu membantu kamu menentukan arah karier dan memahami mengapa di bengkel ada pembagian tugas yang jelas.

1. Rantai industri otomotif

Gambar 1.12 menunjukkan perjalanan sebuah kendaraan, dari pembuatan sampai berakhir.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 1.12 Rantai industri otomotif dan jenis-jenis bengkel di bagian layanan purna jual. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Pemasok komponen** membuat bagian-bagian kendaraan: lampu, rem, aki, ban, kabel, dan ribuan komponen lain. Pabrik besar dapat memiliki ratusan pemasok.
- **Pabrikan** (produsen kendaraan, sering disebut ATPM, agen tunggal pemegang merek) merakit kendaraan dari komponen itu, menguji, dan memeriksa mutunya.
- **Distribusi dan penjualan** dikerjakan oleh *dealer* yang menjual kendaraan baru kepada konsumen dan mengurus dokumen penyerahannya.
- **Layanan purna jual** adalah semua layanan setelah kendaraan terjual: servis berkala, perbaikan, garansi, dan penyediaan suku cadang. Di sinilah lulusan SMK paling banyak bekerja.
- **Daur ulang dan pembongkaran** menangani kendaraan yang sudah tidak layak jalan: memisahkan bahan yang dapat dipakai lagi dan menangani bahan berbahaya seperti oli bekas, aki, dan refrigeran dengan benar.

Perhatikan bahwa rantai ini berlanjut pada isu lingkungan yang dibahas di sub bab 1.4.

2. Empat jenis bengkel

Dalam layanan purna jual, ada beberapa jenis bengkel dengan ciri yang berbeda.

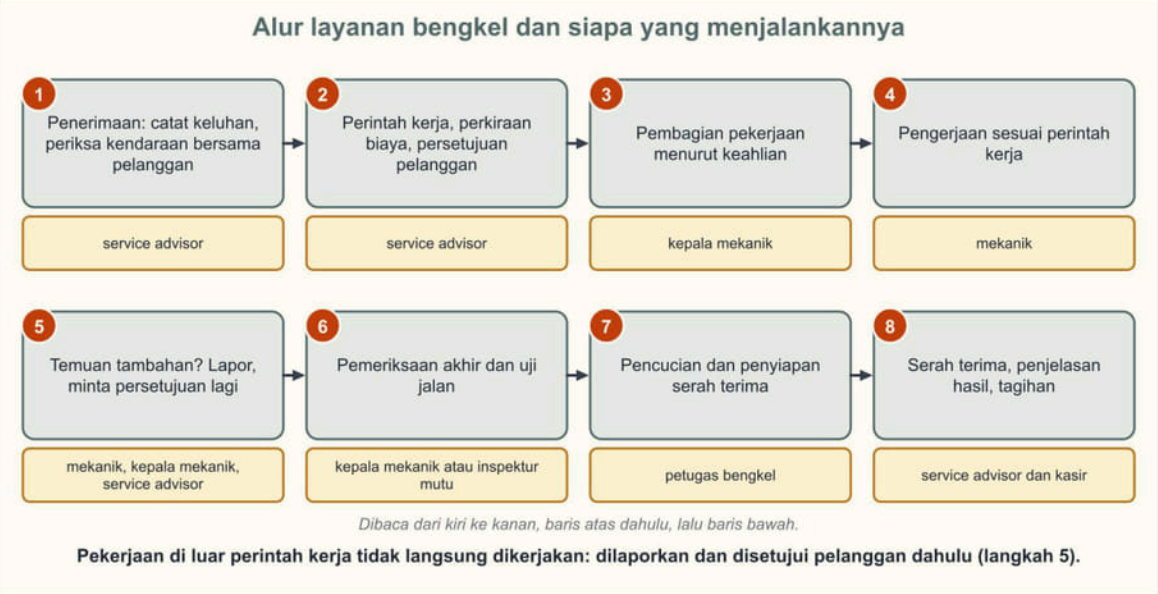
- **Bengkel resmi (dealer)** melayani satu merek. Mekaniknya dilatih pabrikan, alat dan suku cadangnya asli, dan garansi kendaraan baru berlaku di sini. Servis berkala dan perbaikan garansi dikerjakan menurut prosedur pabrikan.
- **Bengkel umum** melayani banyak merek dan biasanya lebih fleksibel dalam harga dan jenis pekerjaan. Mutunya bervariasi, sehingga bergantung pada kompetensi mekanik dan pengawasan pemiliknya.
- **Bengkel armada** merawat kendaraan milik perusahaan: truk, bus, atau mobil operasional. Prioritasnya menjaga kendaraan tetap siap pakai dengan jadwal perawatan yang ketat.
- **Bengkel alat berat** merawat dan memperbaiki *excavator*, *loader*, *forklift*, dan genset.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sering kali teknisinya mendatangi lokasi kerja, seperti tambang atau proyek, karena alat tidak mudah dipindahkan.

3. Alur layanan bengkel

Layanan yang baik mengikuti urutan yang tetap, agar tidak ada yang terlewat dan pelanggan tahu apa yang dikerjakan atas kendaraannya. Gambar 1.13 menunjukkan delapan tahapnya beserta pelaksananya; tugas tiap jabatan diuraikan pada bagian berikutnya.



Gambar 1.13 Alur layanan bengkel dan siapa yang menjalankannya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

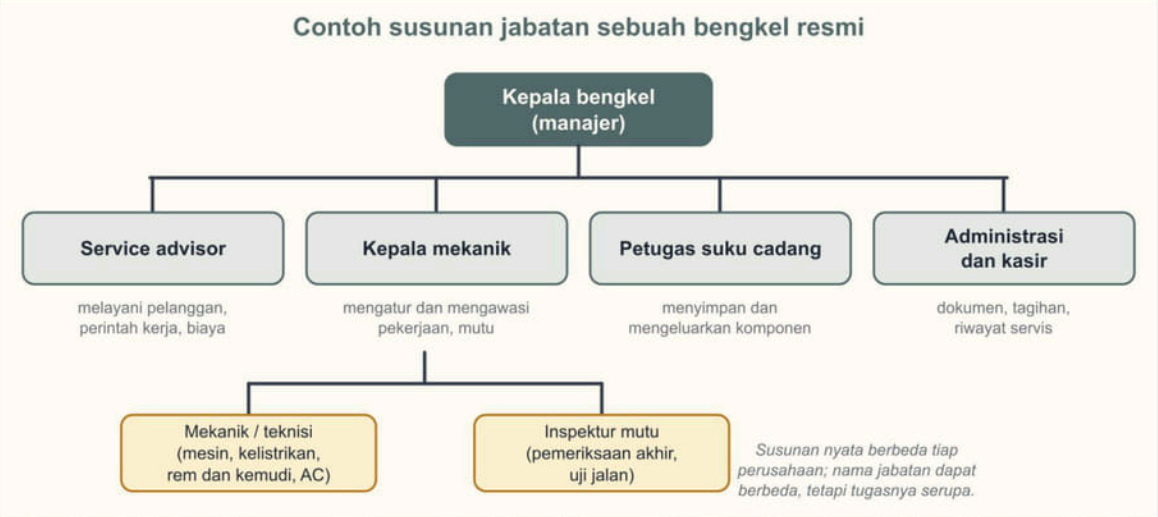
1. **Penerimaan:** *service advisor* mencatat keluhan dan memeriksa kendaraan bersama pelanggan.
2. **Perintah kerja:** dibuat daftar pekerjaan beserta perkiraan biaya, lalu pelanggan menyetujuinya.
3. **Pembagian pekerjaan:** kepala mekanik menunjuk mekanik yang sesuai keahliannya.
4. **Pengerjaan:** mekanik mengerjakan sesuai perintah kerja.
5. **Temuan tambahan:** bila mekanik menemukan kerusakan lain, ia melapor dan **meminta persetujuan pelanggan lebih dulu** sebelum mengerjakannya.
6. **Pemeriksaan akhir dan uji jalan** oleh kepala mekanik atau inspektur mutu.
7. **Pencucian dan penyiapan serah terima.**
8. **Serah terima:** *service advisor* menjelaskan hasil pekerjaan dan penggantian komponen, lalu kasir menyiapkan tagihan.

Tahap yang paling sering diuji adalah tahap 5 dan 6. Pekerjaan di luar perintah kerja **tidak boleh langsung dikerjakan**, karena menyangkut biaya dan hak pelanggan. Pemeriksaan akhir **tidak boleh dilewati**, karena inilah yang menjamin kendaraan aman diserahkan. Seorang mekanik yang memeriksa pekerjaannya sendiri tidak menggantikan pemeriksaan akhir oleh orang lain.

4. Jabatan di sebuah bengkel

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Pekerjaan di bengkel dibagi menurut keahlian, agar tiap orang bertanggung jawab pada satu bagian dan hasil kerja dapat ditelusuri. Gambar 1.14 menunjukkan contoh susunannya.



Gambar 1.14 Contoh susunan jabatan sebuah bengkel resmi. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Service advisor** adalah penghubung antara pelanggan dan bengkel. Ia menyambut pelanggan, mencatat keluhan, memeriksa kendaraan bersama pelanggan, membuat **perintah kerja** (*work order*) beserta perkiraan biaya, dan menjelaskan hasil pekerjaan saat penyerahan. Ia tidak memperbaiki kendaraan.
- **Kepala mekanik** (*foreman*) membagi pekerjaan menurut keahlian mekanik, mengawasi jalannya perbaikan, dan bertanggung jawab atas mutu.
- **Mekanik atau teknisi** mengerjakan perbaikan dan perawatan sesuai perintah kerja. Teknisi dapat berspesialisasi: mesin, kelistrikan, rem dan kemudi, atau AC.
- **Inspektur mutu** (*final inspector*) memeriksa ulang setiap pekerjaan pada perintah kerja sebelum kendaraan diserahkan, termasuk uji jalan. Ia memastikan tidak ada baut atau perlengkapan yang tertinggal.
- **Petugas suku cadang** menyimpan, mencatat, dan mengeluarkan komponen yang dibutuhkan.
- **Administrasi dan kasir** mengurus dokumen, tagihan, dan riwayat servis pelanggan.
- **Teknisi lapangan** (*field service*) mendatangi lokasi pelanggan, misalnya alat berat yang mogok jauh dari bengkel, dengan kendaraan servis berisi perkakas, alat diagnosis, dan suku cadang.

Nama jabatan dapat berbeda antarperusahaan, tetapi pembagian tugasnya serupa. Kamu menilai jabatan dari **tugas yang dikerjakan**, bukan dari namanya.

Selain jabatan, ada beberapa istilah pekerjaan yang sering muncul pada soal.

- **Servis berkala** adalah perawatan terjadwal menurut jarak tempuh atau waktu, misalnya ganti oli dan saringan pada kilometer tertentu. Tujuannya mencegah kerusakan, sehingga disebut perawatan **pencegahan**.
- **Perbaikan** (korektif) dikerjakan setelah ada keluhan atau kerusakan. Mekanik mencari

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

penyebab lebih dulu, baru memperbaiki.

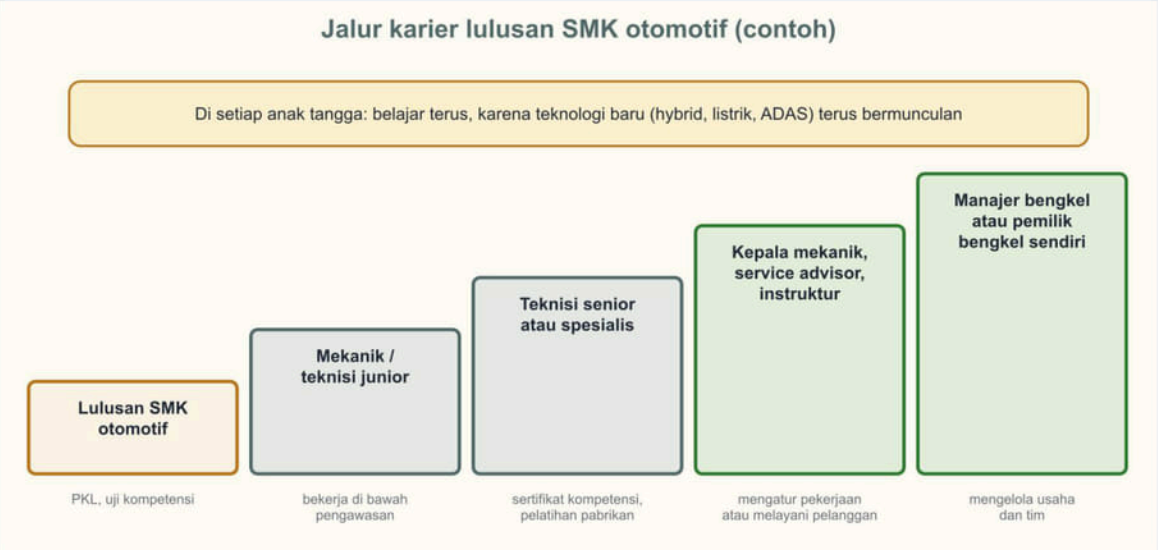
- **Garansi** adalah tanggungan pabrikan atas cacat produksi dalam batas waktu atau jarak tertentu. Pekerjaan garansi umumnya dikerjakan di bengkel resmi dengan suku cadang asli.
- **Penarikan produk** (*recall*) terjadi bila pabrikan menemukan cacat yang berkaitan dengan keselamatan pada banyak kendaraan, lalu memanggil pemilik untuk perbaikan tanpa biaya.

Pada setiap pekerjaan ada dokumen yang menjaga ketertiban. **Perintah kerja** memuat keluhan, pekerjaan yang disetujui, dan perkiraan biaya. **Riwayat servis** mencatat apa saja yang pernah dikerjakan pada kendaraan itu, sehingga mekanik berikutnya tidak menebak-nebak. **Lembar pemeriksaan akhir** ditandatangani inspektur mutu. **Prosedur operasi standar** (SOP) menetapkan langkah kerja yang sama untuk semua teknisi sehingga mutunya seragam. Perhatikan pula suku cadang: **suku cadang asli** dibuat atau disetujui pabrikan, sedangkan suku cadang lain (*aftermarket*) mutunya bervariasi. Memilih suku cadang adalah keputusan yang diberitahukan kepada pelanggan, bukan keputusan diam-diam mekanik.

5. Kompetensi dan jalur karier

Seorang lulusan SMK memulai karier dengan **ijazah** dan, bila lulus uji, **sertifikat kompetensi** dari lembaga sertifikasi profesi, yaitu bukti resmi bahwa kamu mampu mengerjakan pekerjaan tertentu. Pabrikan juga mengadakan **pelatihan khusus** bagi teknisinya, misalnya untuk kendaraan hybrid dan listrik. Tanpa pelatihan itu, seorang teknisi tidak ditugaskan pada pekerjaan tegangan tinggi (lihat sub bab 1.2). Prinsipnya: **penugasan mengikuti kompetensi**.

Jalur karier yang lazim terlihat pada Gambar 1.15.



Gambar 1.15 Jalur karier lulusan SMK otomotif (contoh). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Lulusan baru biasanya bekerja sebagai mekanik atau teknisi junior di bawah pengawasan. Dengan pengalaman, sertifikat, dan pelatihan, ia menjadi teknisi senior atau spesialis, lalu

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

dapat naik menjadi kepala mekanik, *service advisor*, atau instruktur, dan akhirnya manajer atau pemilik bengkel sendiri. Pada setiap anak tangga, belajar tidak berhenti, sebab teknologi baru seperti hybrid, listrik, dan ADAS terus bermunculan.

6. Kerja sama dan keselamatan kerja

Pekerjaan bengkel adalah kerja tim. Mekanik yang menemukan masalah melapor kepada kepala mekanik, kepala mekanik berkoordinasi dengan *service advisor*, dan *service advisor* berbicara dengan pelanggan. Rantai informasi ini mencegah kesalahpahaman. Di sisi lain, **K3** (keselamatan dan kesehatan kerja) berlaku untuk semua jabatan: APD, kerapian area kerja, penggunaan dongkrak dan penopang (*jack stand*) yang benar, dan penanganan limbah oli serta aki sesuai aturan. Pelanggan membayar untuk kendaraan yang aman dan kembali tepat pada waktunya, sehingga disiplin pada prosedur adalah bagian dari mutu layanan.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Mencocokkan tugas dengan jabatan

Di sebuah bengkel resmi, seorang petugas menerima daftar komponen dari perintah kerja, mengambil saringan oli dan kampas rem dari rak penyimpanan, mencatat pengeluarannya, lalu memesan ulang bila stok menipis. Jabatan apakah petugas itu?

Langkah:

1. Ambil kata kunci tugas: mengambil komponen, mencatat pengeluaran, memesan ulang stok.
2. Cocokkan dengan jabatan: pengelolaan persediaan komponen adalah tugas petugas suku cadang.
3. Singkirkan pilihan lain: *service advisor* melayani pelanggan, mekanik memasang komponen, kasir mengurus pembayaran.

Jawaban: petugas suku cadang. Kunci cepatnya: **tugas inti yang diulang-ulang** pada uraian, bukan kata sekunder seperti "mencatat".

Contoh 2: Tahap yang terlewat

Mekanik Budi sedang menggantikan kampas rem sesuai perintah kerja. Ia menemukan bahwa seal poros roda belakang bocor, dan langsung menggantinya karena ia tahu pelanggan pasti ingin kendaraan aman. Tahap apa dalam alur layanan yang terlewat?

Langkah:

1. Bandingkan dengan alur: pekerjaan di luar perintah kerja termasuk tahap 5.
2. Pada tahap 5, mekanik harus **melapor dan meminta persetujuan pelanggan** sebelum mengerjakan.
3. Budi langsung mengerjakan tanpa persetujuan.

Jawaban: tahap pelaporan temuan tambahan dan permintaan persetujuan pelanggan. Meskipun niatnya baik, biaya dan keputusan adalah hak pelanggan. Cara yang benar: hentikan pekerjaan tambahan, lapor ke kepala mekanik dan *service advisor*, dan tunggu persetujuan.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Contoh 3: Penugasan menurut kompetensi

Sebuah bengkel menerima mobil hybrid dengan kabel oranye yang tergores. Tersedia tiga orang: Ayu, mekanik umum bersertifikat dasar yang belum mengikuti pelatihan kendaraan listrik; Bayu, teknisi senior yang sudah mengikuti pelatihan tegangan tinggi dari pabrikan; dan Citra, siswa PKL. Siapa yang paling tepat ditugaskan mengerjakan kabel itu?

Langkah:

1. Kenali sifat pekerjaan: menyentuh sistem tegangan tinggi, yang berbahaya dan menuntut pelatihan khusus.
2. Cocokkan dengan kompetensi: hanya Bayu yang memenuhi syarat.
3. Siswa PKL boleh membantu di bawah pengawasan, bukan memimpin pekerjaan.

Jawaban: Bayu. Prinsipnya adalah penugasan mengikuti kompetensi, bukan ketersediaan orang.

Contoh 4: Mengurutkan alur layanan

Empat kejadian berikut terjadi pada satu kendaraan di bengkel resmi, tetapi urutannya diacak: (P) kendaraan dicuci dan disiapkan untuk diserahkan; (Q) mekanik mengerjakan penggantian kampas rem; (R) *service advisor* mencatat keluhan dan membuat perintah kerja yang disetujui pelanggan; (S) inspektur mutu melakukan uji jalan. Bagaimana urutan yang benar?

Langkah:

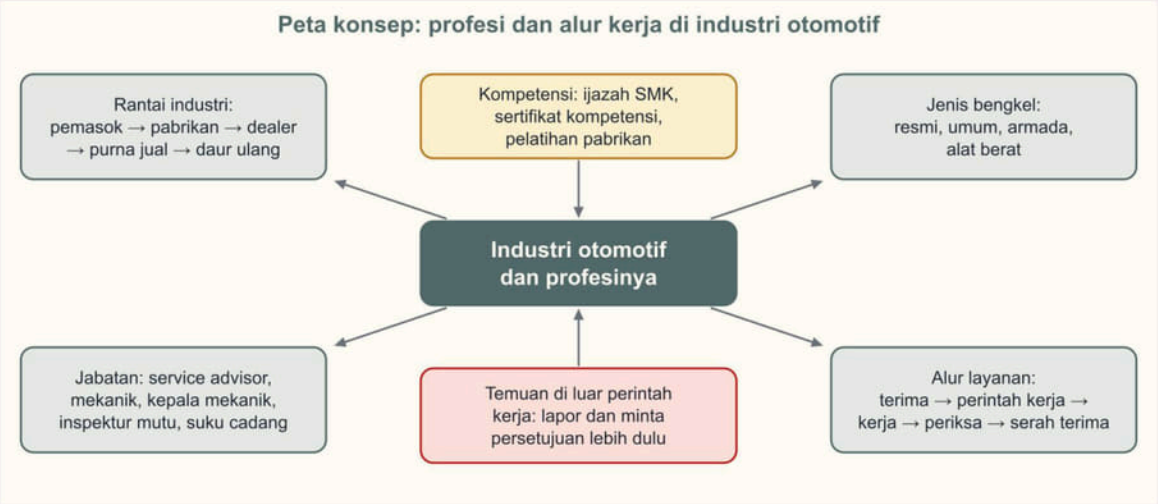
1. Tahap awal selalu penerimaan dan perintah kerja: R.
2. Pekerjaan dilakukan setelah ada persetujuan: Q.
3. Sebelum kendaraan dibersihkan dan diserahkan, harus ada pemeriksaan akhir dan uji jalan: S.
4. Pencucian dan penyiapan serah terima dilakukan terakhir: P.

Jawaban: R → Q → S → P. Petunjuk cepat: **persetujuan sebelum pengerjaan, pemeriksaan sebelum penyerahan**.

❖ PETA KONSEP

Ringkasan sub bab ini terlihat pada Gambar 1.16.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 1.16 Peta konsep sub bab 1.3. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- Rantai: pemasok → pabrikan → dealer → purna jual → daur ulang; lulusan SMK paling banyak di purna jual.
- Bengkel: resmi (satu merek, garansi), umum (banyak merek), armada, alat berat.
- *Service advisor* menghadapi pelanggan; kepala mekanik mengatur; mekanik mengerjakan; inspektur mutu memeriksa akhir; teknisi lapangan mendatangi lokasi.
- Alur: terima → perintah kerja → bagi → kerjakan → temuan tambahan minta persetujuan → periksa akhir → serah terima.
- Penugasan mengikuti kompetensi; belajar berlanjut sepanjang karier.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Soal profesi hampir selalu berbentuk kasus pendek dengan satu kunci tugas. Gunakan langkah berikut.

1. **Garis bawahi kata kerja tugasnya.** Menyambut dan membuat perintah kerja, membagi pekerjaan, memperbaiki, memeriksa akhir, datang ke lokasi: setiap kata kerja menunjuk satu jabatan.
2. **Cocokkan dengan jabatan menurut tugas**, bukan menurut kata yang terdengar mirip.
3. **Pada soal alur, tentukan posisi kejadian** pada urutan delapan tahap, lalu periksa tahap mana yang terlewat atau terbalik.
4. **Pada soal penugasan, pilih orang menurut kompetensi**, bukan menurut siapa yang tersedia atau tercepat.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Menyamakan kepala mekanik dengan inspektur mutu.** Kepala mekanik mengatur dan mengawasi pekerjaan; inspektur mutu melakukan pemeriksaan akhir dan uji jalan.
- **Menyamakan *service advisor* dengan kasir atau mekanik.** *Service advisor* berhadapan

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

dengan pelanggan dan membuat perintah kerja.

- **Mengerjakan temuan tambahan tanpa persetujuan**, padahal harus dilaporkan lebih dulu.
- **Melewati pemeriksaan akhir** karena mekanik merasa yakin.
- **Menganggap alat berat selalu dibawa ke bengkel.** Teknisi lapangan sering mendatangi lokasinya.
- **Menilai jabatan dari namanya.** Nama dapat berbeda, tugasnya yang menentukan.
- **Menugaskan siswa PKL atau teknisi tanpa pelatihan** pada pekerjaan berbahaya.

> Contoh salah tafsir: pada soal tentang petugas yang mencatat, menyimpan, dan mengeluarkan filter serta kampas rem sesuai perintah kerja, seorang siswa memilih "kasir" karena petugas itu "mengurus catatan dan barang". Padahal kasir mengurus tagihan dan pembayaran; yang mengelola persediaan komponen adalah petugas suku cadang. Siswa itu menilai dari kata "catatan", bukan dari tugas inti yang diuraikan.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menggambarkan petugas yang menyambut pelanggan dan membuat perintah kerja. Perhatikan bagaimana kata kerja tugas dicocokkan dengan jabatan.

►. Di sebuah bengkel resmi (2027), ada petugas yang menyambut pelanggan, mendengarkan dan mencatat keluhan kendaraan, membuat perintah kerja (work order) beserta perkiraan biaya, lalu menyerahkan perintah kerja itu kepada kepala mekanik. Setelah kendaraan selesai, petugas yang sama menjelaskan hasil pekerjaan kepada pelanggan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Jabatan petugas tersebut adalah ....

A. Teknisi atau mekanik perawatan berkala
B. Kepala mekanik yang membagi pekerjaan
C. Petugas gudang suku cadang (partsman)
D. Service advisor atau penasihat servis
E. Final inspector yang menguji hasil kerja

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Pembahasan **Kunci: D**

Konsep: Service advisor adalah penghubung antara pelanggan dan bengkel: menerima keluhan, membuat perintah kerja dan perkiraan biaya, lalu menjelaskan hasil pekerjaan.

Langkah:

1. Tugas berhubungan langsung dengan pelanggan, dari awal sampai serah terima.
2. Petugas membuat perintah kerja, lalu menyerahkannya ke kepala mekanik → bukan kepala mekanik sendiri.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Teknisi mengerjakan kendaraan, bukan membuat perintah kerja dan perkiraan biaya.
- **B.** ✗ Jebakan: kepala mekanik menerima perintah kerja dari petugas ini lalu membagikannya ke teknisi.
- **C.** ✗ Partsman menyediakan suku cadang, tidak menangani pelanggan.
- **D.** ✓ Seluruh tugas dalam kasus adalah tugas service advisor.
- **E.** ✗ Final inspector memeriksa hasil kerja sebelum diserahkan, bukan menerima keluhan.

Jawaban: D.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk tiap soal, garis bawahi dulu kata kerja yang menunjukkan tugas.

1. Di sebuah bengkel resmi (2027), setelah teknisi menyelesaikan servis, seorang petugas memeriksa ulang setiap pekerjaan pada perintah kerja, melakukan uji jalan, dan memastikan tidak ada baut atau perlengkapan yang tertinggal. Kendaraan baru boleh diserahkan kepada pelanggan setelah petugas ini menandatangani lembar pemeriksaan. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Jabatan petugas tersebut adalah ....

A. Final inspector atau pemeriksa mutu akhir
B. Service advisor yang menerima dan melayani pelanggan
C. Teknisi spooring dan balancing roda
D. Partsman atau petugas gudang suku cadang
E. Staf administrasi dan kasir bengkel

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

2. Mobil listrik Pak Fandi tidak mau masuk mode siap jalan (READY) pagi ini, padahal baterai tegangan tinggi (HV) terisi 85 % (2027). Lampu dasbor redup dan layar sering mati sendiri. Teknisi mengukur aki 12 V kecil di ruang depan dan memperoleh tegangan 9,8 V.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penyebab yang paling mungkin adalah ....

A. baterai HV rusak total, karena hanya terisi 85 % dari kapasitasnya
B. motor listrik terbakar, karena lampu dasbor dan layar redup
C. aki 12 V lemah, sehingga ECU dan penyambung HV kekurangan daya
D. kabel oranye terputus, karena layar sentuh dan lampu mati sendiri
E. pengisian HV berlebihan, karena baterai HV mendekati penuh sebelum berangkat

Kunci singkat: 1. A 2. C

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menyebut, dengan kata-katamu sendiri, perbedaan tugas *service advisor*, kepala mekanik, mekanik, dan inspektur mutu?
- Mengapa temuan kerusakan tambahan harus dilaporkan dan disetujui pelanggan lebih dulu, walaupun mekanik yakin perbaikan itu perlu?
- **Yang harus kuingat:** cocokkan jabatan dengan tugas, bukan nama; ikuti alur layanan; temuan tambahan minta persetujuan; penugasan mengikuti kompetensi.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 1.3: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkto&node=SMKTO-1.3

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 1.4 · Kecerdasan buatan, telematika, dan isu lingkungan

SMKTO-1.4

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu memahami **peran kecerdasan buatan (AI), telematika, dan isu lingkungan** dalam industri otomotif. Soal tidak menuntut kamu memrogram AI. Yang diuji adalah kemampuan **memahami apa yang dikerjakan teknologi itu, apa batasnya, dan apa tindakan teknisi yang tepat**. Contohnya: setelah kaca depan diganti, fitur pengereman darurat sering salah memberi peringatan; sistem telematika memberi tanda "boros" dan kamu harus menilai data; bahan bakar nabati membuat saringan cepat tersumbat; atau seorang teknisi AC harus menentukan cara menangani refrigeran. Soalnya menuntut sikap yang tepat: teknologi membantu, tetapi teknisi tetap memeriksa, mengkalibrasi, dan menjaga lingkungan.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan fungsi kamera, radar, dan sensor ultrasonik pada bantuan pengemudi serta batas kemampuan AI;
- menjelaskan alur data telematika dan pembaruan perangkat lunak jarak jauh (OTA), beserta batasnya;
- menghitung emisi CO_2 dari pemakaian bahan bakar dan menyebut cara menurunkannya;
- menjelaskan penanganan refrigeran AC mobil dan perbedaan R-134a dengan R-1234yf;
- menyebut dampak bahan bakar nabati pada sistem bahan bakar dan prinsip daur ulang limbah bengkel.

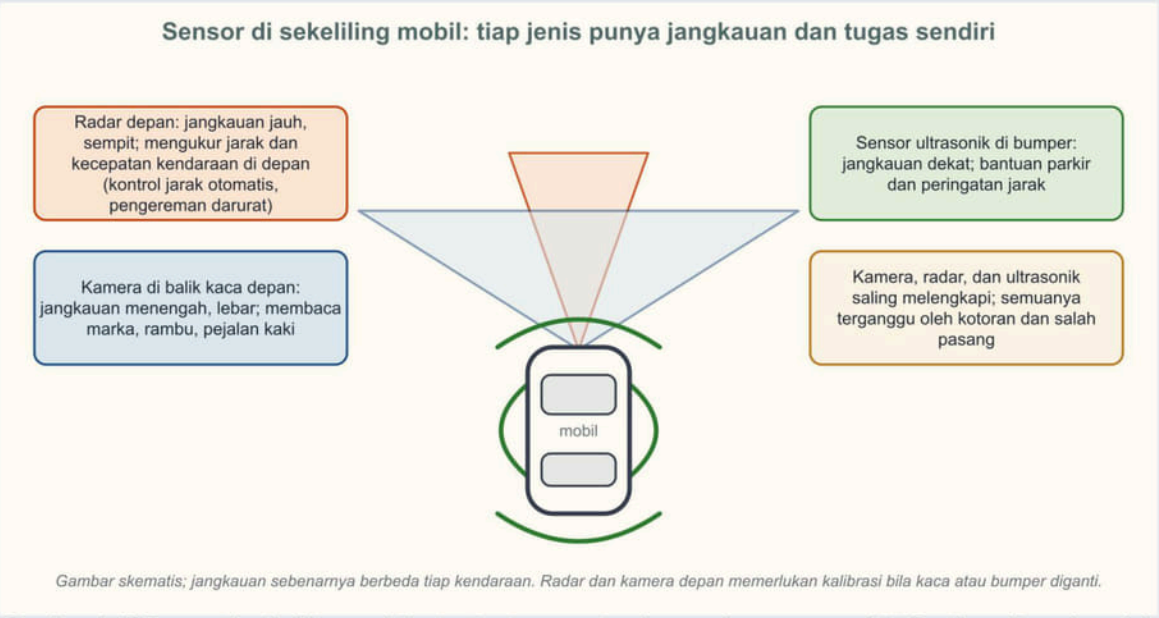
◆ KONSEP INTI

Pada sub bab 1.2 kamu mengenal bantuan pengemudi sebagai fitur. Sekarang kita melihat lebih dalam bagaimana fitur itu bekerja, bagaimana data kendaraan dikirim keluar, dan apa dampak seluruh kendaraan ini bagi lingkungan. Tiga topik ini terlihat berbeda, tetapi sebenarnya saling terkait: sensor menghasilkan data, AI dan telematika memakai data itu, dan hasilnya memengaruhi bagaimana kendaraan dirawat dan seberapa besar bebannya bagi lingkungan.

1. Sensor di sekeliling kendaraan

Sistem bantuan pengemudi bergantung pada sensor. Tiap jenis memiliki jangkauan dan tugas yang berbeda, seperti terlihat pada Gambar 1.17.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 1.17 Sensor di sekeliling mobil: tiap jenis punya jangkauan dan tugas sendiri. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

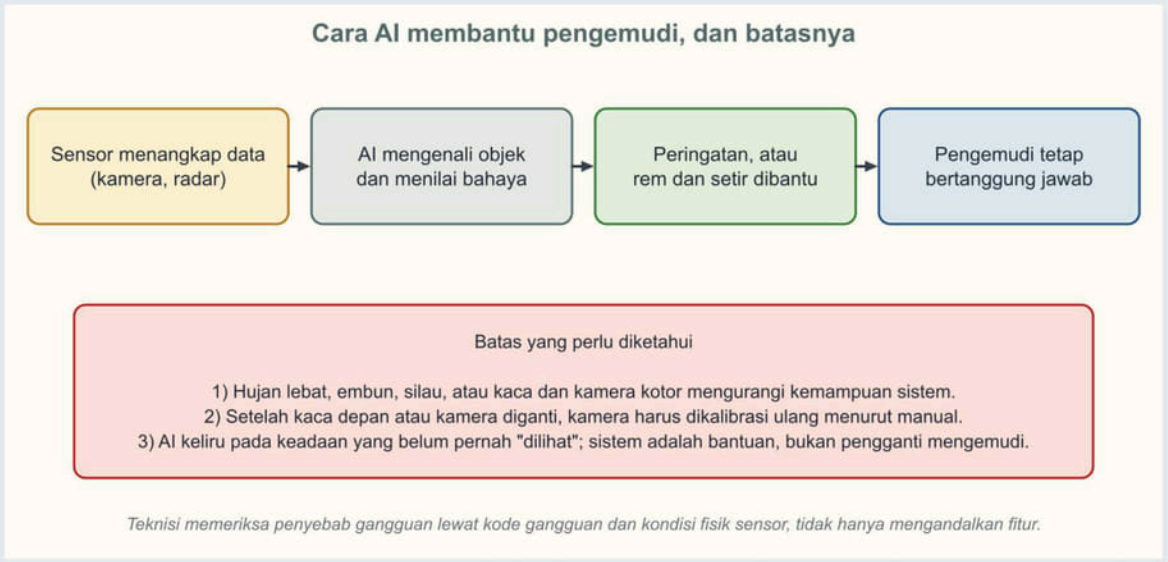
- **Radar depan** memancarkan gelombang radio dan mengukur pantulannya. Jangkauannya jauh tetapi sempit. Ia unggul mengukur **jarak dan kecepatan** kendaraan di depan, sehingga dipakai pada kontrol jarak otomatis dan pengereman darurat. Radar tetap bekerja pada gelap dan hujan ringan, tetapi tidak membaca tulisan rambu.
- **Kamera** di balik kaca depan menangkap gambar. Jangkauannya menengah tetapi lebar. Ia unggul **mengenali** objek: marka jalan, rambu, kendaraan, pejalan kaki. Kamera sensitif terhadap kaca kotor, embun, dan silau.
- **Sensor ultrasonik** di bumper memancarkan gelombang bunyi berfrekuensi tinggi. Jangkauannya dekat, sehingga cocok untuk bantuan parkir dan peringatan jarak.

Ketiganya **saling melengkapi**. Radar tahu seberapa jauh dan secepat apa, kamera tahu apa itu, ultrasonik tahu jarak dekat. Bila satu sensor terganggu, fitur yang bergantung padanya menurun atau mati. Penting bagi teknisi: sensor dipasang pada posisi dan sudut tertentu. Setelah **kaca depan, bumper, atau suspensi** diganti atau diperbaiki, posisinya bisa bergeser sedikit, sehingga kamera dan radar perlu **dikalibrasi** menurut manual. Tanpa kalibrasi, sistem bisa salah menilai jarak atau jalur. Kotoran, stiker di kaca, atau cat bumper yang tebal juga mengganggu.

2. Peran dan batas kecerdasan buatan

Kecerdasan buatan (AI) pada kendaraan adalah perangkat lunak yang belajar mengenali pola dari banyak contoh. Misalnya, ia belajar bahwa bentuk tertentu di gambar kamera adalah pejalan kaki, lalu menilai apakah ada bahaya tabrakan. Gambar 1.18 menunjukkan alurnya.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 1.18 Cara AI membantu pengemudi, dan batasnya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

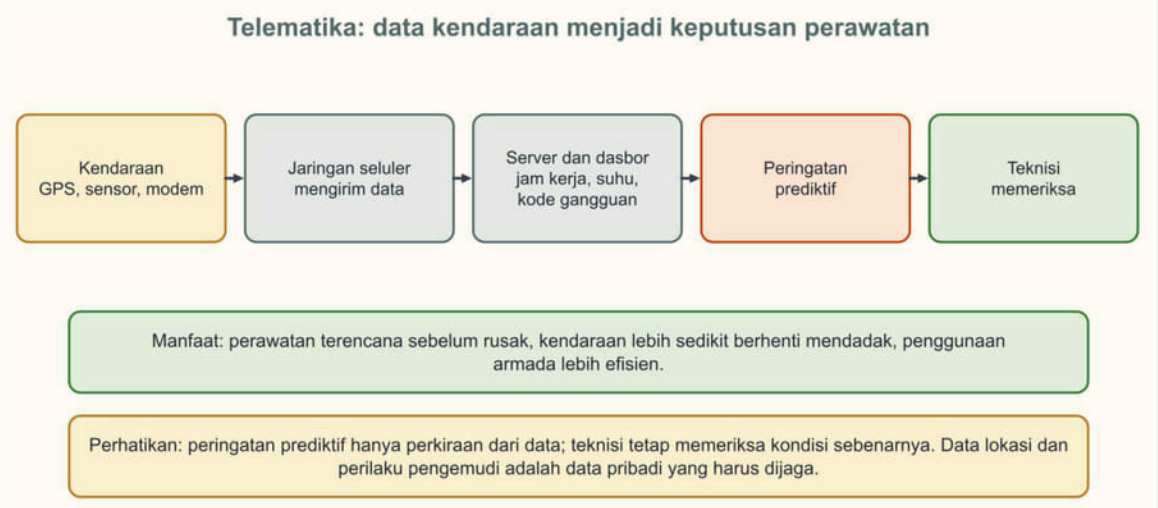
Alurnya: sensor menangkap data, AI mengenali objek dan menilai bahaya, lalu sistem memberi peringatan atau membantu rem dan setir. Pengemudi tetap bertanggung jawab. AI mempunyai **batas**:

1. **Kondisi buruk mengurangi kemampuan.** Hujan lebat, embun, silau, serta kaca atau kamera yang kotor membuat sensor "buta".
2. **Kalibrasi harus tepat.** Setelah kaca depan atau kamera diganti, kamera harus dikalibrasi ulang. Bila tidak, sistem bisa memberi peringatan palsu atau gagal bereaksi.
3. **AI keliru pada keadaan yang belum pernah "dilihat".** Sistem yang dilatih dengan banyak contoh tetap dapat salah membaca situasi yang jarang atau aneh.
4. **AI bukan pengganti pengemudi.** Pada level 0 sampai 2, tanggung jawab tetap pada manusia.

Bagi teknisi, artinya: ketika pelanggan mengeluh fitur salah bereaksi, **periksa penyebab fisiknya dan kondisi kalibrasi lebih dulu**, bukan langsung menyalahkan "AI-nya rusak" atau mengganti unit kendali. Bacalah kode gangguan dan periksa kondisi sensor, posisi pemasangan, dan riwayat perbaikan terakhir.

3. Telematika dan pembaruan jarak jauh

Telematika adalah teknologi yang menggabungkan telekomunikasi dan informatika untuk memantau kendaraan dari jauh. Kendaraan atau alat berat dilengkapi GPS, sensor, dan modem yang mengirim data lewat jaringan seluler. Gambar 1.19 menunjukkan alurnya.



Gambar 1.19 Telematika: data kendaraan menjadi keputusan perawatan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Data yang dikirim mencakup lokasi, jam kerja mesin, suhu, tekanan, kode gangguan, dan pola pemakaian. Di server, perangkat lunak menampilkannya pada dasbor dan dapat memakai AI untuk **peringatan prediktif**, yaitu perkiraan bahwa sebuah komponen kemungkinan bermasalah sebelum benar-benar rusak. Manfaatnya: perawatan dapat **direncanakan**, kendaraan lebih sedikit berhenti mendadak, dan pemakaian armada lebih efisien.

Namun perhatikan batasnya.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- Peringatan prediktif hanyalah **perkiraan dari data**. Teknisi tetap memeriksa kondisi sebenarnya. Data bisa menyesatkan bila sensornya bermasalah atau bila data dibaca tanpa konteks, misalnya jam kerja yang tinggi karena mesin hidup lama menunggu, bukan karena bekerja berat.
- Data lokasi dan perilaku pengemudi adalah **data pribadi**. Perusahaan wajib menjaganya dan memakainya hanya untuk tujuan yang jelas.

Telematika juga menjadi dasar **OTA** (*over-the-air*), yaitu pembaruan perangkat lunak kendaraan lewat jaringan nirkabel, tanpa harus datang ke bengkel. Pabrikan dapat memperbaiki kekurangan atau menambah fitur dengan cara ini. Untuk teknisi, hal yang perlu diperhatikan: pembaruan memerlukan **tegangan aki yang stabil**. Bila aki lemah atau daya terputus saat pembaruan, unit kendali dapat rusak atau gagal memulai ulang. Karena itu, sebelum pembaruan perangkat lunak, periksa kondisi aki dan sambungkan pemeliharaan tegangan (*battery maintainer*) bila perlu.

4. Pengelolaan refrigeran AC dan limbah bengkel

AC mobil memakai **refrigeran**, zat yang berubah antara cair dan gas untuk memindahkan panas. Ada dua jenis yang perlu kamu bedakan.

- **R-134a** adalah refrigeran lama pada banyak mobil. Dampaknya terhadap pemanasan global relatif tinggi.
- **R-1234yf** adalah refrigeran yang lebih baru, lebih ramah iklim, tetapi tergolong **agak mudah terbakar**. Ia memerlukan mesin pengisi, selang, dan label khusus, dan **tidak boleh dicampur** dengan R-134a.

Yang paling penting: **refrigeran dilarang dilepas ke udara**. Prosedur yang benar (Gambar 1.20) adalah memulihkan refrigeran lama dengan mesin khusus, memvakum sistem dan menguji kebocoran, lalu mengisi ulang sesuai jenis dan takaran yang tertera pada label mobil.



Gambar 1.20 Mengelola refrigeran AC mobil: pulihkan, jangan lepas ke udara. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

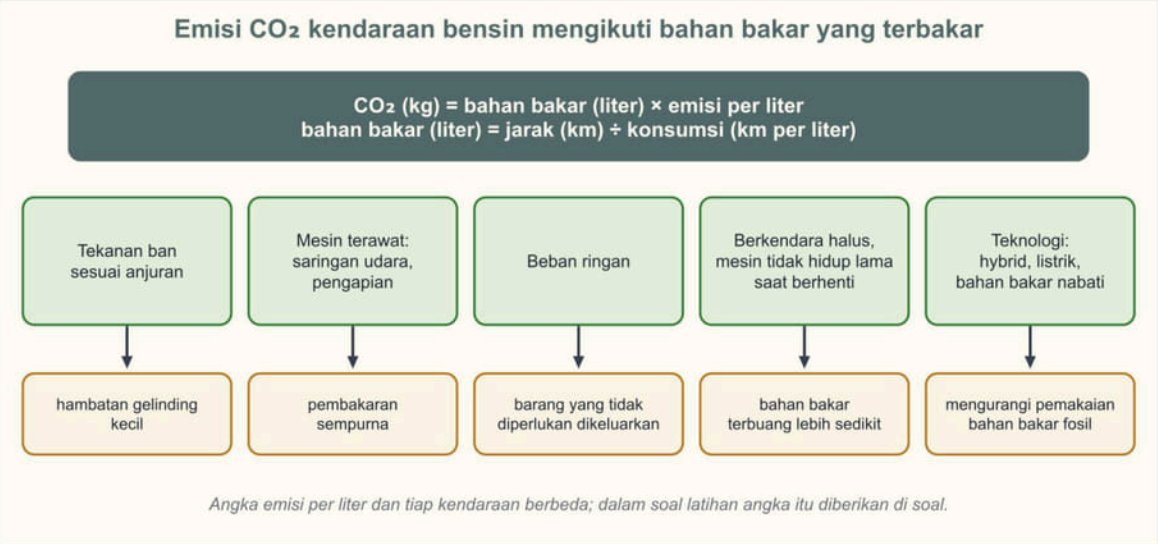
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Baterai tegangan tinggi pada kendaraan listrik memiliki jalur sendiri. Setelah beberapa tahun, kapasitasnya menurun dan baterai tidak lagi cocok untuk kendaraan. Baterai itu tidak dibuang: ia dapat dipakai ulang untuk penyimpanan energi yang lebih ringan, atau dibongkar untuk memulihkan logam berharga seperti nikel dan kobalt. Karena masih bertegangan, baterai bekas tetap ditangani dengan prosedur keselamatan sub bab 1.2 dan hanya oleh pihak yang kompeten.

Prinsip yang sama berlaku bagi limbah bengkel lain. **Oli bekas, aki bekas, saringan oli, dan kain berminyak** adalah limbah berbahaya. Ia ditampung dalam wadah tertutup, tidak dibuang ke saluran air atau tanah, dan diserahkan kepada pihak berizin untuk diolah atau didaur ulang. Aki mengandung timbal dan asam sehingga harus ditangani dengan APD. Bengkel yang memilah dan menyimpan limbah dengan benar menjaga lingkungan sekaligus menghindari sanksi.

5. Emisi CO_2 dan perubahan iklim

Mesin bakar membakar bahan bakar yang mengandung karbon. Hasil pembakaran sempurna antara lain **CO_2** (karbon dioksida), yaitu gas rumah kaca yang menahan panas di atmosfer dan menyumbang pada **perubahan iklim**. Makin banyak bahan bakar dibakar, makin banyak CO_2 dilepaskan. Karena itu, emisi berbanding lurus dengan pemakaian bahan bakar (Gambar 1.21).



Gambar 1.21 Emisi CO_2 kendaraan bensin mengikuti bahan bakar yang terbakar. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Hitungannya sederhana:

bahan bakar (liter) = jarak (km) ÷ konsumsi (km per liter), lalu **CO_2 (kg) = bahan bakar (liter) × emisi per liter**.

Sebagai gambaran, pembakaran satu liter bensin melepaskan CO_2 dalam orde 2 sampai 2,5 kg. Dalam soal, angka itu diberikan, sehingga kamu cukup memakainya tanpa harus mengingatnya. Cara menurunkan emisi pada dasarnya menurunkan bahan bakar yang dibakar: menjaga tekanan ban sesuai anjuran (hambatan gelinding kecil), merawat mesin

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(saringan udara dan sistem pengapian yang baik agar pembakaran sempurna), tidak membawa beban yang tidak perlu, berkendara halus, tidak membiarkan mesin hidup lama saat berhenti, dan beralih ke teknologi yang memakai lebih sedikit bahan bakar fosil seperti hybrid dan kendaraan listrik.

Perhatikan juga bahwa kendaraan listrik tidak mengeluarkan CO_2 dari knalpot, tetapi jumlah emisi keseluruhannya bergantung pada cara listrik dibangkitkan dan cara baterai dibuat. Tidak ada teknologi yang benar-benar tanpa dampak; yang ada adalah dampak yang lebih kecil.

6. Bahan bakar nabati

Bahan bakar nabati dibuat dari tumbuhan, misalnya biodiesel dari minyak sawit yang dicampurkan ke solar, dan etanol yang dicampurkan ke bensin. Tujuannya mengurangi pemakaian bahan bakar fosil. Bagi teknisi ada satu hal khas: biodiesel bersifat seperti **pelarut ringan**. Ia dapat melarutkan endapan lama di tangki dan pipa, yang kemudian terbawa ke saringan. Akibatnya, pada masa peralihan ke campuran biodiesel yang lebih tinggi, **saringan solar lebih cepat tersumbat** dan tenaga dapat turun. Penyelesaiannya bukan menolak bahan bakar itu, tetapi **mengganti saringan lebih awal selama masa peralihan**, membersihkan tangki bila perlu, dan mengikuti rekomendasi pabrikan.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Menghitung emisi CO_2

Sebuah mobil bensin menempuh 360 km dengan konsumsi 12 km per liter. Anggap pembakaran satu liter bensin melepaskan 2,3 kg CO_2. Berapa kilogram CO_2 yang dilepaskan?

Langkah:

1. Hitung bahan bakar yang terpakai: 360 ÷ 12 = 30 liter.
2. Hitung emisi: 30 × 2,3 = 69 kg.

Jawaban: 69 kg CO_2. Jika mobil dirawat sehingga konsumsi menjadi 15 km per liter, bahan bakar turun menjadi 24 liter dan emisi menjadi 55,2 kg. Jadi perawatan yang baik mengurangi emisi sebesar 13,8 kg pada perjalanan yang sama.

Contoh 2: Peringatan setelah ganti kaca depan

Bumper depan sebuah mobil diperbaiki dan dicat ulang setelah tabrakan ringan. Sejak itu kontrol jarak otomatis sering mengerem mendadak pada jalan yang sepi, seolah ada kendaraan tepat di depan. Tidak ada kode gangguan yang menunjukkan sensor putus. Apa tindakan paling tepat?

Langkah:

1. Hubungkan kejadian dengan penyebab: gejala muncul **setelah** bumper diperbaiki dan dicat.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

2. Ingat prinsip sensor: radar depan biasanya berada di balik bumper dan harus menghadap lurus ke depan. Posisi braket yang bergeser sedikit, atau lapisan cat yang terlalu tebal atau berlogam, dapat mengganggu pembacaannya.
3. Tindakan yang sesuai adalah **memeriksa posisi pemasangan dan lapisan cat, lalu mengkalibrasi ulang radar** menurut prosedur pabrikan, bukan mengganti unit kendali atau mematikan fitur secara permanen.

Jawaban: periksa posisi dan cat bumper, lalu kalibrasi ulang radar. Mengganti komponen lain adalah langkah belakangan, bila kalibrasi tidak menyelesaikan.

Contoh 3: Membaca data telematika

Sebuah perusahaan memantau satu excavator dengan telematika. Dalam seminggu, sistem mencatat jam mesin hidup 60 jam, tetapi jam kerja efektif (lengan bergerak menggali) hanya 24 jam. Sistem memberi tanda "pemakaian solar tidak efisien". Apa kesimpulan yang paling tepat?

Langkah:

1. Hitung perbandingan: jam kerja efektif ÷ jam mesin hidup = 24 ÷ 60 = 0,40, yaitu 40 %.
2. Artinya, 60 % waktu mesin hidup tanpa menggali. Itu kemungkinan besar mesin dibiarkan menyala saat menunggu (*idling*).
3. Peringatan prediktif tidak menyatakan ada kerusakan; ia menunjukkan pola pemakaian yang boros.

Jawaban: pola kerja yang perlu diperbaiki (misalnya mematikan mesin saat menunggu), bukan langsung kerusakan mesin. Teknisi tetap memeriksa kondisi alat sebelum menyimpulkan, tetapi tindakan pertama adalah menertibkan waktu menyala.

Contoh 4: Menyervis AC mobil

Seorang teknisi hendak menyervis AC mobil yang kurang dingin. Rekannya mengusulkan membuka katup dan melepas refrigeran lama ke udara sebelum mengisi yang baru, "supaya cepat". Apakah itu benar?

Langkah:

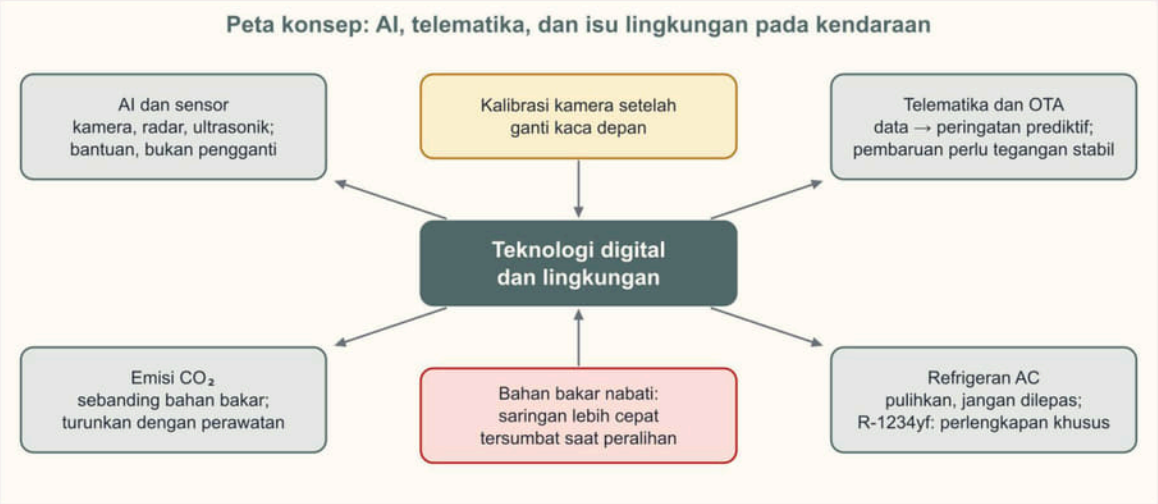
1. Kenali zat yang terlibat: refrigeran AC.
2. Ingat aturan: refrigeran **dilarang** dilepas ke udara karena merusak lingkungan.
3. Tentukan prosedur yang benar: pulihkan refrigeran dengan mesin khusus, vakum sistem dan uji kebocoran, isi ulang sesuai jenis dan takaran pada label.

Jawaban: tidak benar. Pelepasan ke udara dilarang, dan prosedur yang benar memulihkan refrigeran lebih dulu. Teknisi juga harus memastikan jenis refrigeran (R-134a atau R-1234yf) tidak tertukar.

❖ PETA KONSEP

Ringkasan sub bab ini terlihat pada Gambar 1.22.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 1.22 Peta konsep sub bab 1.4. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- Radar mengukur jarak dan kecepatan; kamera mengenali objek; ultrasonik untuk jarak dekat; ketiganya perlu kalibrasi setelah kaca atau bumper diganti.
- AI adalah bantuan, bukan pengganti pengemudi; kondisi buruk dan kalibrasi yang salah mengurangi kemampuannya.
- Telematika: data → server → peringatan prediktif → teknisi memeriksa. Peringatan hanya perkiraan; data pribadi harus dijaga.
- OTA memerlukan tegangan aki yang stabil.
- CO_2 = bahan bakar × emisi per liter; turunkan lewat perawatan dan gaya berkendara.
- Biodiesel dapat melarutkan endapan sehingga saringan cepat tersumbat saat peralihan.
- Refrigeran dipulihkan, tidak dilepas; R-1234yf memerlukan perlengkapan khusus dan tidak dicampur.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Soal pada sub bab ini umumnya menuntut dua hal: **mengaitkan gejala dengan penyebabnya** dan **memilih tindakan yang paling tepat**. Gunakan langkah berikut.

1. **Cari peristiwa yang mendahului gejala.** Ganti kaca depan, ganti bumper, ganti jenis bahan bakar, atau pembaruan perangkat lunak biasanya menjadi petunjuk utama.
2. **Pilih tindakan yang menyelesaikan penyebab**, bukan yang paling besar. Kalibrasi, penggantian saringan lebih awal, dan pemulihan refrigeran lebih tepat daripada mengganti unit utama.
3. **Pada soal data telematika, baca data dalam konteks.** Periksa apakah angka yang tampak "boros" disebabkan oleh keadaan kerja, bukan kerusakan.
4. **Pada soal hitungan emisi, hitung bahan bakar lebih dulu**, baru emisinya.

Jebakan yang sering dipasang:

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- **Langsung menyalahkan AI atau mengganti unit kendali** padahal penyebabnya kalibrasi atau kotoran.
- **Menganggap kamera yang bersih pasti berfungsi baik.** Posisi dan kalibrasi juga menentukan.
- **Menerima peringatan prediktif sebagai kepastian.**
- **Melewatkan pemeriksaan aki sebelum pembaruan perangkat lunak.**
- **Menghitung emisi langsung dari jarak** tanpa mengubahnya menjadi bahan bakar lebih dulu.
- **Melepas refrigeran ke udara "supaya cepat"**, atau mencampur R-134a dan R-1234yf.
- **Mengira bahan bakar nabati selalu merugikan atau selalu bebas masalah.** Ada manfaat lingkungan dan ada konsekuensi perawatan.
- **Mengira kendaraan listrik tidak memiliki dampak lingkungan sama sekali.**

> Contoh salah tafsir: pada soal tentang teknisi AC yang mengisi mobil ber-R-1234yf, seorang siswa memilih memakai mesin pengisi R-134a milik bengkel karena "sama-sama refrigeran, tinggal ganti takaran". Padahal kedua refrigeran tidak boleh dicampur, dan R-1234yf memerlukan mesin, selang, dan penyambung khusus karena sifatnya yang agak mudah terbakar. Jawaban yang tepat memakai perlengkapan yang sesuai jenis refrigeran.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menggambarkan peringatan tabrakan palsu setelah penggantian kaca depan. Perhatikan bagaimana peristiwa yang mendahului gejala menunjuk pada penyebabnya.

►. Mobil Bu Lestari memiliki fitur pengereman darurat otomatis (AEB) yang memakai kamera dan kecerdasan buatan (AI) di balik kaca depan untuk mengenali kendaraan di depan (2027). Setelah kaca depannya diganti di bengkel kaca, sistem sering memberi peringatan tabrakan padahal jalan di depan kosong, bahkan sekali mengerem sendiri. Kaca dan lensa kamera tampak bersih.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang paling tepat adalah ....

A. Mematikan fitur AEB secara permanen agar mobil tidak mengerem sendiri lagi
B. Mengganti kamera karena kemungkinan tersenggol saat kaca depan diganti
C. Mengkalibrasi ulang kamera sesuai prosedur pabrik setelah penggantian kaca
D. Memperbarui perangkat lunak ECU karena AI salah belajar dari kondisi jalan di sekitarnya
E. Membersihkan ulang kaca depan dan lensa kamera lalu melakukan uji jalan

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Pembahasan **Kunci: C**

Konsep: Kamera fitur bantuan pengemudi dipasang dengan sudut pandang yang sangat tepat. Setelah kaca depan atau dudukan kamera dilepas, posisi kamera dapat bergeser sedikit, sehingga pabrik mewajibkan kalibrasi ulang agar sistem membaca jarak dan posisi benda dengan benar.

Langkah:

1. Gangguan muncul tepat setelah kaca depan diganti.
2. Kaca dan lensa bersih → bukan masalah kotoran.
3. Penyebab paling mungkin: sudut kamera berubah → kalibrasi ulang sesuai prosedur pabrik.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Mematikan fitur keselamatan menghilangkan perlindungan, bukan memperbaiki penyebab.
- **B.** ✗ Jebakan: kamera belum tentu rusak; mengganti kamera pun tetap memerlukan kalibrasi sehingga langkah pertamanya adalah kalibrasi.
- **C.** ✓ Kalibrasi mengembalikan sudut pandang kamera sesuai standar pabrik.
- **D.** ✗ Gangguan muncul karena perubahan fisik, bukan karena perangkat lunak berubah.
- **E.** ✗ Kaca dan lensa sudah bersih, sehingga membersihkan ulang tidak menyentuh penyebabnya.

Jawaban: C.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk tiap soal, tulis dulu peristiwa atau data yang paling menentukan.

1. Sebuah perusahaan konstruksi memakai sistem telematika dengan analisis data otomatis (AI) pada excavatornya (2027). Sistem itu memberi peringatan "pemakaian solar tidak efisien" dan menampilkan laporan satu minggu berikut.

Data satu minggu	Nilai
Jam mesin hidup	50 jam
Jam bekerja (menggali dan memuat)	28 jam
Jam langsam (mesin hidup, tuas tidak digerakkan)	22 jam
Pemakaian solar	820 liter

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Operator menjelaskan bahwa ia sering menunggu truk pengangkut datang dengan mesin tetap hidup.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang paling tepat untuk mengurangi pemakaian solar dan emisi CO_2 adalah ....

A. Mengaktifkan fitur langsam otomatis dan mematikan mesin saat menunggu truk lama
B. Mengganti solar dengan biosolar agar emisi CO_2 dari setiap liter bahan bakar turun
C. Menyetel ulang injektor dan mengganti filter solar agar pembakaran lebih sempurna
D. Menambahkan aditif solar pada setiap pengisian tanpa mengubah cara kerja operator
E. Menurunkan putaran mesin saat menggali agar pemakaian solar per jam kerja turun

2. Sebuah perusahaan armada truk beralih memakai solar dengan campuran biodiesel yang lebih tinggi untuk menurunkan pemakaian bahan bakar fosil (2027). Dua minggu kemudian beberapa truk kehilangan tenaga, dan saringan solarnya tersumbat kotoran cokelat padahal belum waktunya diganti. Pak Anto, kepala bengkel, menduga penyebabnya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penjelasan dan tindakan yang paling tepat adalah ....

A. biodiesel membuat solar membeku di saringan; saringan dipanaskan dengan api
B. pompa injeksi rusak karena biodiesel; pompa diganti pada semua truk
C. solar lama bereaksi dengan udara; tangki cukup dibiarkan terbuka
D. saringan solar yang dipakai berkualitas buruk; semua truk berhenti beroperasi
E. biodiesel melarutkan endapan lama; saringan lebih sering diganti

Kunci singkat: 1. A 2. E

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menjelaskan mengapa kamera dan radar perlu dikalibrasi setelah kaca depan atau bumper diganti?
- Mengapa saringan solar bisa tersumbat setelah campuran biodiesel dinaikkan, dan apa tindakan yang tepat?
- **Yang harus kuingat:** teknologi membantu tetapi teknisi tetap memeriksa dan mengkalibrasi; cari peristiwa yang mendahului gejala; pulihkan refrigeran, jangan lepas ke udara.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 1.4: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.
next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkto&node=SMKTO-1.4

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Kuis Akhir Bab 1

SMKTO-KB1

Jumlah soal: 25 **Waktu anjuran:** 60 menit

Kerjakan sendiri dan berwaktu. Setelah selesai, cocokkan dengan kunci di Bagian D, isi tabel skor, lalu lihat anjuran di bawahnya.

Kerjakan Kuis Bab 1 di LMS

Skor dan progresmu tersimpan di LMS.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkto&node=SMKTO-KB1

1. Mobil Pak Surya memakai throttle elektronik (drive-by-wire): pedal gas tidak tersambung kabel ke katup gas (2027). Setelah aki mobil diganti, putaran langsam mesin sempat naik-turun beberapa saat lalu stabil kembali. Pak Surya bertanya kepada Wulan, teknisi di bengkel, tentang sistem itu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan manakah yang **benar**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

- ☐ A. Katup gas elektronik selalu terbuka penuh saat langsam agar mesin tidak mudah mati
- ☐ B. Sensor posisi pedal mengirim sinyal ke ECU, lalu ECU menggerakkan katup gas dengan motor listrik
- ☐ C. Langsam yang sempat naik-turun bisa terjadi karena ECU mempelajari ulang posisi katup gas setelah aki diganti
- ☐ D. Sistem ini membuat ECU tidak memerlukan sensor posisi katup gas karena posisinya sudah pasti
- ☐ E. Bila sinyal sensor pedal terganggu, ECU dapat membatasi bukaan katup gas sehingga tenaga mesin berkurang

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

2. Sebuah bengkel resmi menjelaskan fitur bantuan pengemudi pada mobil pelanggan (2027): peringatan jarak saat parkir (bunyi "tit-tit"), pengatur jarak otomatis di jalan tol, dan penjaga lajur yang membaca marka jalan. Rudi, mekanik muda, mencocokkan setiap fitur dengan sensor yang dipakainya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan manakah yang **benar**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Peringatan jarak parkir memakai sensor ultrasonik yang dipasang pada bumper
☐ B. Sensor ultrasonik bumper cocok untuk mengukur jarak kendaraan di depan pada kecepatan 100 km/jam karena jangkauannya paling jauh
☐ C. Penjaga lajur membaca marka jalan lewat kamera yang dipasang di balik kaca depan
☐ D. Kamera tidak terpengaruh cahaya dan kabut sehingga tidak memerlukan kalibrasi maupun kaca bersih
☐ E. Pengatur jarak otomatis memakai radar depan untuk mengukur jarak dan kecepatan kendaraan di depan

3. Sebuah bengkel menyusun daftar servis berkala untuk mobil listrik murni (BEV) milik pelanggan (2027). Rina, mekanik yang sedang PKL, diminta memeriksa apakah isi daftar itu masuk akal.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** pada setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Pemeriksaan sistem pendingin baterai tidak perlu masuk daftar karena baterai tidak pernah menghasilkan panas.	○	○
Penggantian oli mesin dan saringan oli tidak ada di daftar karena BEV tidak memiliki mesin bakar.	○	○
Pemeriksaan minyak rem dan ban tetap diperlukan karena BEV tetap memakai rem gesek dan ban.	○	○

4. Pada hari Senin pagi di sebuah bengkel armada truk (2027), empat truk masuk dan tersedia tiga mekanik. Seorang petugas membaca semua perintah kerja, membagi pekerjaan kepada mekanik sesuai keahlian, menentukan urutan pengerjaan, memeriksa kualitas hasil kerja, dan membantu mekanik bila ada masalah yang sulit. Petugas itu tidak melayani pelanggan di meja penerimaan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Jabatan petugas tersebut adalah ....

A. service advisor, penghubung antara pelanggan dan bengkel
B. kepala mekanik, pengatur pembagian dan mutu pekerjaan
C. petugas suku cadang, pencatat keluar-masuk komponen
D. mekanik pelaksana, pengerja satu jenis perbaikan saja
E. petugas administrasi, penyusun tagihan dan arsip bengkel

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

5. Ardi sedang PKL di bengkel yang menerima city car milik Bu Maya, yang memakai kemudi elektrik (EPS) (2027). Setir terasa berat saat diputar di tempat parkir, dan lampu peringatan setir di panel instrumen menyala. Ardi hendak memeriksa level oli power steering di ruang mesin, tetapi kepala mekanik menghentikannya dan meminta ia mencari pemeriksaan lain.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pemeriksaan pertama yang paling tepat adalah ....

A. memeriksa level dan kebocoran oli power steering pada tangki reservoir
B. mengencangkan sabuk penggerak pompa power steering di ruang mesin
C. membaca kode gangguan dengan alat pindai dan mengukur tegangan aki
D. menguras sistem lalu mengisi cairan baru sampai tanda batas atas
E. mengganti selang tekanan tinggi karena dugaan terjadi penyumbatan

6. Bengkel menerima tiga mobil berbeda dalam satu hari (2027). Mobil 1 bermesin bensin dengan motor listrik kecil yang membantu; baterainya terisi sendiri saat melaju dan mobil itu tidak memiliki lubang untuk mengisi dari stopkontak. Mobil 2 bermesin bensin, bermotor listrik, dan memiliki lubang pengisian listrik dari luar. Mobil 3 tidak memiliki mesin bakar sama sekali.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Jenis kendaraan Mobil 1, Mobil 2, dan Mobil 3 secara berurutan adalah ....

A. PHEV, HEV, BEV
B. BEV, PHEV, HEV
C. HEV, PHEV, BEV
D. HEV, BEV, PHEV
E. PHEV, BEV, HEV

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

7. Mobil bertransmisi otomatis penggerak roda depan milik Pak Hari mogok di jalan, dan petugas derek akan membawanya sejauh 40 km (2027). Buku manual mobil itu menyatakan: "Jangan menderek dengan roda penggerak menyentuh jalan dalam jarak jauh." Pak Hari bertanya kepada petugas, Dedi, mengapa aturan itu ada dan apa yang sebaiknya dilakukan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Jawaban Dedi yang paling tepat adalah ....

A. Mobil aman diderek biasa asalkan mesin mati dan tuas di posisi N, karena roda berputar bebas tanpa hambatan
B. Aturan itu hanya berlaku untuk mobil manual, sehingga mobil otomatis boleh diderek dengan kecepatan tinggi
C. Aturan itu untuk menjaga ban depan tidak aus, sehingga cukup menurunkan tekanan angin ban depan sebelum diderek
D. Pompa oli transmisi mati bersama mesin, jadi roda depan harus diangkat atau mobil dinaikkan ke truk
E. Aturan itu untuk menjaga akumulator, sehingga aki harus dilepas sebelum mobil diderek sejauh 40 km

8. Bengkel menerima dua mobil. Mobil X (2006) memakai karburator, rem tromol di roda belakang, kemudi power steering hidrolik, dan transmisi manual. Mobil Y (2026) memakai injeksi elektronik, rem cakram dengan ABS di keempat roda, kemudi elektrik (EPS), dan transmisi CVT. Teknisi menyusun daftar pekerjaan servis berkala untuk keduanya (2027).
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pekerjaan manakah yang **hanya relevan untuk mobil X** dan tidak memiliki padanan pada mobil Y? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Membaca kode gangguan ABS dengan alat pindai
☐ B. Menyetel campuran langsam pada karburator
☐ C. Memeriksa kondisi kampas rem dan minyak rem
☐ D. Memeriksa level oli pada tangki power steering hidrolik
☐ E. Membersihkan dan menyetel tromol rem belakang

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

9. Bima membandingkan dua mobil di sebuah dealer (2027). Mobil berkopling ganda (DCT) berpindah gigi dengan sangat cepat tanpa jeda tenaga yang terasa, sedangkan pada mobil manual biasa ada jeda ketika kopling diinjak. Bima bertanya kepada Rudi, tenaga penjual, mengapa DCT bisa begitu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penjelasan Rudi yang paling tepat adalah ....

A. mesin dimatikan sesaat ketika pindah gigi sehingga roda gigi tidak saling beradu dan perpindahan terasa halus
B. sabuk baja dan dua puli mengubah rasio tanpa ada gigi yang berpindah, sehingga tenaga tidak pernah terputus
C. konverter torsi berisi oli mengisi jeda perpindahan lewat aliran fluida, sehingga hentakan teredam
D. motor listrik kecil mengambil alih tenaga selama gigi berpindah, sehingga roda tetap mendapat tenaga
E. satu kopling memegang gigi aktif, kopling lain menyiapkan gigi berikutnya, lalu keduanya bertukar peran

10. Saat menuruni jalan pegunungan yang panjang (2027), pengemudi mobil bensin bertransmisi manual memindah tuas ke netral dan mematikan mesin untuk menghemat bahan bakar. Beberapa saat kemudian ia terkejut karena pedal rem terasa sangat keras dan harus diinjak jauh lebih kuat agar mobil melambat. Mobil itu memakai booster rem vakum, dan kampas serta minyak remnya baru diganti bulan lalu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penyebab pedal rem terasa keras adalah ....

A. minyak rem memuai karena rem terus dipakai, sehingga tekanan di saluran menjadi berlebihan
B. vakum untuk booster rem tidak lagi dibuat mesin, sehingga bantuan pada pedal berkurang
C. cakram rem melengkung akibat panas, sehingga kampas mencengkeram tidak rata
D. kampas baru mengeras dan licin di permukaannya, sehingga daya cengkeramnya turun
E. ABS menahan tekanan di roda depan, sehingga pedal terasa keras ketika menuruni jalan

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

11. Ari memasang pengisi daya mobil listrik di rumahnya (2027) yang memakai listrik bolak-balik (AC) dari PLN. Ia lalu membandingkannya dengan stasiun pengisian cepat DC di jalan tol. Ari bertanya kepada Mira, teknisi di dealer, tentang perbedaan keduanya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan manakah yang **benar**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Baterai mobil menyimpan energi sebagai listrik searah (DC), sehingga listrik AC harus diubah menjadi DC

☐ B. Pengisi daya rumah AC mengubah listrik langsung di dalam kabel, jadi tidak ada komponen di mobil

☐ C. Pada pengisian AC, pengubah AC ke DC berada di dalam mobil sehingga daya terbatas pada kemampuannya

☐ D. Pengisian cepat DC selalu merusak baterai karena kabelnya menyalurkan listrik bolak-balik

☐ E. Pada pengisian cepat DC, pengubah AC ke DC berada di stasiun, sehingga daya yang bisa disalurkan lebih besar

12. Pak Anto membandingkan biaya energi dua mobil untuk menempuh 100 km (2027). Harga energi disederhanakan untuk latihan.

Mobil	Energi	Konsumsi	Harga energi
Listrik	listrik	0,15 kWh per km	Rp1.500 per kWh
Bensin	bensin	10 km per liter	Rp12.000 per liter

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Selisih biaya energi per 100 km (mobil bensin dikurangi mobil listrik) adalah ....

A. Rp97.500
B. Rp119.775
C. Rp22.500
D. Rp142.500
E. Rp1.177.500

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

13. Seorang pelanggan heran melihat mobil baru tetangganya yang bermesin 1.000 cc bertenaga seperti mobil lama berkapasitas 1.500 cc (2027). Mobil baru itu memakai turbocharger. Pelanggan bertanya kepada Hana, mekanik muda di sebuah bengkel, bagaimana hal itu mungkin.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Jawaban Hana yang paling tepat adalah ....

A. turbocharger memampatkan udara masuk, sehingga udara dan bahan bakar yang terbakar lebih banyak
B. turbocharger menambah volume silinder, sehingga tiap langkah piston menghisap lebih banyak udara
C. turbocharger menaikkan angka oktan bahan bakar di ruang bakar, sehingga pembakaran lebih bertenaga
D. turbocharger menambah jumlah busi yang menyala, sehingga pembakaran terjadi di lebih banyak titik
E. turbocharger mengurangi gesekan piston dengan dinding silinder, sehingga tenaga yang hilang berkurang

14. Mobil listrik milik Bu Nita terisi 100 % di puncak sebuah bukit, lalu menuruni jalan sepanjang 6 km pada hari yang cerah (2027). Pada hari biasa, mobil itu terasa menahan kuat saat gas dilepas. Di turunan ini penahanannya jauh lebih lemah sehingga Bu Nita lebih sering menginjak pedal rem. Panel instrumen tidak menampilkan peringatan kerusakan apa pun, dan Bu Nita bertanya kepada bengkel apakah mobilnya rusak.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penjelasan yang paling tepat adalah ....

A. rem regeneratif sudah rusak, sehingga motor listrik harus diganti dan mobil tidak aman dipakai di jalan menurun
B. minyak rem berkurang di reservoir akibat kebocoran kecil, sehingga penahanan oleh motor listrik menjadi lemah
C. ECU gagal membaca sensor kecepatan roda, sehingga seluruh sistem perlu diatur ulang secara total
D. motor listrik kepanasan sesudah menanjak, sehingga berhenti menahan sampai suhunya turun
E. baterai penuh tidak bisa menampung energi, sehingga regenerasi dibatasi dan rem gesek lebih banyak bekerja

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

15. Bengkel motor menerima dua motor pada pagi yang dingin (2027). Motor A berkarburator buatan 2008, dan pemiliknya harus menarik tuas choke agar mesin mau hidup. Motor B memakai injeksi elektronik buatan 2026, dan mesinnya langsung hidup tanpa tuas apa pun. Pemilik motor B bertanya kepada Dewi, mekanik yang sedang PKL, apa yang membuat keduanya berbeda.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** pada setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Motor A memerlukan choke karena karburator manual tidak punya sensor yang memberi tahu bahwa campuran harus diperkaya saat mesin dingin.	○	○
Motor B langsung hidup tanpa choke karena pelampung di dalam sistem injeksinya menambah bensin saat mesin dingin.	○	○
Motor B langsung hidup karena ECU menambah semburan bahan bakar setelah sensor suhu membaca bahwa mesin masih dingin.	○	○

16. Pak Dimas membeli mobil hybrid plug-in (PHEV) dengan baterai berkapasitas 10 kWh yang dapat terpakai seluruhnya (2027). Anggap tidak ada energi yang hilang saat pengisian. Di rumah ia memakai pengisi daya 2 kW. Dalam mode listrik, mobil itu memakai sekitar 0,2 kWh untuk setiap kilometer. Pak Dimas lalu bertanya kepada Rina, teknisi di dealer, tentang mobil barunya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan manakah yang **benar**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. PHEV sama dengan mobil listrik murni, jadi mesin bensinnya tidak pernah dipakai walaupun baterai habis

☐ B. Satuan kWh menyatakan banyaknya energi tersimpan, sedangkan kW menyatakan daya pengisian atau pemakaian

☐ C. Di stasiun pengisian cepat 50 kW, daya pasti tetap 50 kW sampai penuh sehingga hanya perlu 12 menit

☐ D. Dengan pengisi 2 kW, baterai yang kosong akan terisi penuh dalam waktu sekitar 5 jam

☐ E. Baterai penuh pada konsumsi 0,2 kWh per kilometer cukup untuk sekitar 50 km dalam mode listrik

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

17. Gambar menunjukkan alur layanan sebuah bengkel mobil (2027). Saat mengerjakan perintah kerja ganti oli dan periksa rem (kotak Q), mekanik Rudi menemukan kebocoran oli pada paking penutup klep yang belum tercatat di perintah kerja.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Langkah berikutnya yang sesuai dengan alur pada gambar adalah ....



A. kotak T: Rudi langsung memperbaiki kebocoran agar pelanggan tidak menunggu terlalu lama
B. kotak S: service advisor menghubungi pelanggan sebelum ada temuan yang dilaporkan
C. kotak R: Rudi melaporkan temuan tambahan itu kepada kepala mekanik
D. kotak U: kepala mekanik memeriksa mobil lalu menyerahkannya kepada pelanggan
E. kotak P: service advisor membuat perintah kerja baru tanpa melibatkan mekanik

18. Dua mobil dengan sistem bantuan pengemudi berbasis kamera depan datang ke bengkel resmi (2027). Teknisi mencatat keluhan dan kondisi masing-masing.

Mobil	Keluhan di panel instrumen	Kondisi saat keluhan muncul
P	Rambu batas kecepatan terbaca keliru; pesan "Kamera perlu dikalibrasi"	Kaca depan baru diganti dua hari lalu di bengkel lain; cuaca cerah
Q	Pesan "Sensor kamera tidak tersedia"; penjaga lajur mati sendiri	Hujan lebat, kaca di area kamera berembun dan kotor; setelah kaca dilap dan kering, pesan hilang

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang paling tepat untuk mobil P dan mobil Q, secara berurutan, adalah ....

A. P: mengganti modul kamera dengan yang baru; Q: mengkalibrasi ulang kamera sesuai manual
B. P: membersihkan kaca di area kamera; Q: mengganti modul kamera dengan yang baru
C. P: mengkalibrasi ulang kamera sesuai manual; Q: mengkalibrasi ulang kamera sesuai manual
D. P: mengkalibrasi ulang kamera sesuai manual; Q: membersihkan kaca dan memantau pesannya
E. P: menonaktifkan fitur rambu lewat pengaturan; Q: mengkalibrasi ulang kamera sesuai manual

19. Mobil Pak Teguh menerima pemberitahuan pembaruan perangkat lunak lewat internet (OTA) yang memperbaiki pengaturan pengereman darurat otomatis (2027). Ia membawa mobilnya ke bengkel karena aki 12 V mobil sudah lemah dan ia khawatir pembaruan terhenti di tengah jalan. Dina, teknisi di bengkel, menjelaskan tindakan yang tepat.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan manakah yang **tepat**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Menganggap pembaruan perangkat lunak menggantikan pemeriksaan kampas dan minyak rem
☐ B. Memastikan aki 12 V cukup atau memasang pengisi penjaga tegangan selama pembaruan berlangsung
☐ C. Mencabut kabel aki di tengah proses agar pembaruan diulang bila terhenti
☐ D. Memeriksa kode gangguan dan menguji fungsi sistem setelah pembaruan selesai
☐ E. Mengikuti petunjuk manual tentang kondisi kendaraan saat pembaruan, misalnya posisi kunci kontak dan pintu tertutup

20. Dika, lulusan SMK Teknik Otomotif, ingin bekerja sebagai teknisi di bengkel resmi sambil terus meningkatkan kompetensinya (2027). Guru bimbingan karier menjelaskan jalur karier di bidang otomotif kepadanya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** pada setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Sertifikat kompetensi kerja diperoleh melalui uji kompetensi yang dinilai asesor, bukan hanya karena lamanya bekerja.	○	○
Teknisi dapat berkembang menjadi kepala mekanik, service advisor, atau membuka usaha bengkel sendiri.	○	○
Setelah lulus SMK, teknisi tidak perlu belajar lagi karena teknologi kendaraan hampir tidak pernah berubah.	○	○

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

21. Bengkel AC mobil milik Pak Joni (2027) biasa mengisi refrigeran R-134a. Hari ini datang mobil baru yang pada label di bawah kap menyebutkan bahwa sistem AC-nya memakai refrigeran R-1234yf, yang lebih ramah iklim tetapi tergolong agak mudah terbakar. Pak Joni bertanya kepada Tika, teknisi senior, apa yang harus disiapkan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Jawaban Tika yang paling tepat adalah ....

A. memakai mesin pengisian dan selang khusus R-1234yf serta mengikuti label dan manual
B. memakai mesin pengisian R-134a yang sudah ada karena kedua refrigeran sama sifatnya
C. menambahkan R-134a bila R-1234yf kurang, karena keduanya dapat dicampur di sistem
D. melepas sisa refrigeran ke udara karena R-1234yf ramah iklim sehingga tidak berbahaya
E. mengabaikan label di bawah kap karena jenis refrigeran tidak memengaruhi cara servis

22. Bengkel sekolah (2027) ingin membantu mengurangi jumlah karbon dioksida (CO_2) dari kendaraan yang dirawatnya, sebab CO_2 dari pembakaran bahan bakar fosil ikut memicu perubahan iklim. Tim bengkel menyusun daftar anjuran untuk pelanggan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Anjuran manakah yang **tepat** untuk mengurangi CO_2 per kilometer? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Menjaga tekanan ban sesuai anjuran pabrik agar hambatan gelinding kecil dan bahan bakar lebih hemat
☐ B. Menghidupkan mesin 15 menit setiap pagi sebelum jalan agar mesin hangat sempurna
☐ C. Mengganti saringan udara yang tersumbat dan memastikan pengapian sehat agar pembakaran sempurna
☐ D. Menyetel campuran bahan bakar lebih kaya supaya tarikan mesin lebih bertenaga
☐ E. Mengeluarkan barang berat yang tidak diperlukan dari bagasi sebelum bepergian

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

23. Perusahaan antar-jemput membandingkan emisi karbon dioksida (CO_2) tiga mobil bensinnya dalam satu bulan (2027). Anggap setiap 1 liter bensin yang terbakar menghasilkan 2,3 kg CO_2 (angka disederhanakan untuk latihan).

Mobil	Konsumsi (km per liter)	Jarak sebulan (km)
X	10	2.300
Y	15	3.000
Z	8	1.600

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Mobil dengan emisi CO_2 terbesar dalam sebulan adalah ....

A. mobil Y, karena menempuh jarak paling jauh
B. mobil Z, karena paling boros per kilometer
C. mobil Y dan Z, karena sama-sama memakai 200 liter
D. mobil X, sekitar 529 kg CO_2
E. ketiganya sama, karena CO_2 hanya bergantung pada jenis bahan bakar

24. Sebuah bengkel resmi mobil hybrid (2027) akan membongkar baterai tegangan tinggi (HV) sebuah mobil pada hari yang sama dengan penggantian kampas rem mobil lain. Kepala mekanik memiliki tiga teknisi.

Teknisi	Pengalaman	Sertifikat kompetensi
Andi	6 tahun di bengkel mobil bensin	Teknisi mesin bensin
Beni	2 tahun di bengkel resmi hybrid	Keselamatan tegangan tinggi dan perawatan hybrid
Cici	1 tahun, baru lulus SMK	Belum ada

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penugasan yang paling tepat adalah ....

A. Andi membongkar baterai HV karena paling berpengalaman, sedangkan Beni dan Cici mengganti kampas rem
B. Beni membongkar baterai HV, sedangkan Andi mengganti kampas rem dibantu Cici yang diawasi
C. Cici membongkar baterai HV agar cepat terampil, dengan Andi mengawasinya sepanjang pekerjaan
D. Beni dan Cici membongkar baterai HV bersama, sedangkan Andi mengganti kampas rem seorang diri
E. Andi dan Beni membongkar baterai HV bersama, sedangkan Cici mengganti kampas rem seorang diri

25. Setelah tertabrak dari belakang, pintu dan bumper mobil Ibu Sari penyok dan catnya terkelupas, tetapi mesin, rem, dan kelistrikannya tidak bermasalah (2027). Bengkel resmi

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

membagi pekerjaan kepada teknisi sesuai bidangnya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pekerjaan meluruskan panel yang penyok, lalu melapisi dan mengecat ulang, sebaiknya diserahkan kepada ....

A. teknisi kelistrikan kendaraan
B. teknisi mesin bensin
C. teknisi AC mobil
D. teknisi rem dan kemudi
E. teknisi bodi dan pengecatan

Tabel skor dan anjuran

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 1.1 · Teknologi sistem kendaraan: mesin, transmisi, rem, kemudi	1, 5, 7, 8, 9, 10, 13, 15	___ / 8	Ulangi hlm. 9
Sub bab 1.2 · Kendaraan hybrid, listrik, dan bantuan pengemudi	2, 3, 6, 11, 12, 14, 16	___ / 7	Ulangi hlm. 21
Sub bab 1.3 · Profesi dan alur kerja di industri otomotif	4, 17, 20, 24, 25	___ / 5	Ulangi hlm. 32
Sub bab 1.4 · Kecerdasan buatan, telematika, dan isu lingkungan	18, 19, 21, 22, 23	___ / 5	Ulangi hlm. 43

Skor 70 % atau lebih: lanjut ke bab berikutnya. Skor 50–69 %: ulangi sub bab pada tabel yang kurang dari separuh benar. Skor di bawah 50 %: baca ulang bab ini dari awal. (Angka ini anjuran belajar, bukan prediksi nilai TKA.)

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Bab 2 · Kecakapan Kerja Dasar, K3, dan Budaya Kerja

SMKTO-B2

Setelah mempelajari bab ini, kamu dapat:

- mengidentifikasi bahaya di bengkel otomotif, menilai risikonya, dan memilih pengendalian serta alat pelindung diri yang tepat
- memilah dan menangani limbah B3 bengkel dengan benar
- menentukan tindakan darurat saat terjadi kebakaran, korsleting, atau paparan gas
- menerapkan disiplin, tanggung jawab, SOP, dan 5R sebagai budaya kerja

Peta bab

Sub bab	Judul
2.1	Bahaya dan praktik kerja aman di bengkel
2.2	Alat pelindung diri dan pengendalian bahaya pekerjaan khusus
2.3	Limbah B3 bengkel
2.4	Tanggap darurat: kebakaran, listrik, dan gas
2.5	Disiplin, tanggung jawab, dan SOP kerja
2.6	Budaya kerja 5R

Bab 2 di LMS

Buka seluruh latihan bab ini di LMS.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkto&node=SMKTO-B2

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 2.1 · Bahaya dan praktik kerja aman di bengkel

SMKTO-2.1

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu **mengidentifikasi dan mengevaluasi bahaya** di tempat kerja otomotif serta memilih **praktik kerja yang aman**. Soalnya hampir selalu berupa potret kejadian di bengkel: seorang siswa melakukan beberapa hal sekaligus, dan kamu diminta menilai mana yang benar, mana yang membahayakan, atau mana pengendalian yang paling kuat. Yang diuji bukan hafalan nomor peraturan, melainkan **kemampuan melihat bahaya yang tersembunyi dan memilih tindakan menurut urutan yang tepat**.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- membedakan bahaya dari risiko dan memberi nilai sederhana pada risiko;
- menyebut bahaya khas bengkel otomotif: gas buang, aki, bahan bakar dan pelarut, bagian berputar, bagian bertekanan, bagian panas, dan listrik;
- menyusun lima tingkat pengendalian bahaya dan memilih yang paling kuat untuk sebuah kasus;
- mengurutkan langkah aman sebelum membuka saluran bahan bakar dan menilai praktik kerja lain di bengkel;
- mengenali empat jenis rambu K3 dan memberi pertolongan pertama pada kecelakaan ringan.

◆ KONSEP INTI

Bengkel terlihat biasa saja bagi orang yang sudah lama bekerja di dalamnya. Justru di situ bahayanya: bahaya yang sudah dianggap biasa mudah dilupakan. Teknisi yang baik tidak hanya terampil memperbaiki kendaraan, tetapi juga terbiasa **melihat bahaya sebelum bahaya itu melukai**. Itulah inti K3, yaitu keselamatan dan kesehatan kerja.

1. Bahaya dan risiko

Dua kata ini sering dipakai bergantian, padahal artinya berbeda.

- **Bahaya** adalah sesuatu yang berpotensi menimbulkan celaka atau sakit: bensin yang mudah terbakar, asam aki, kipas yang berputar, gas buang.
- **Risiko** adalah **kemungkinan** bahaya itu benar-benar menimbulkan celaka, ditambah **seberapa parah akibatnya**. Secara sederhana: **risiko = kemungkinan × akibat**.

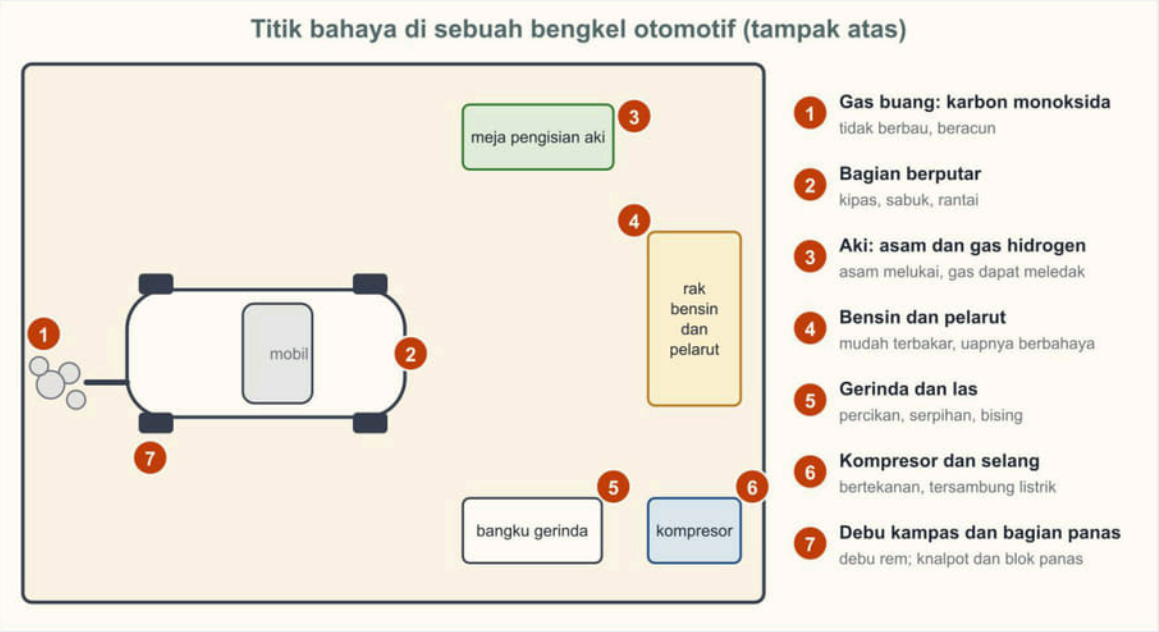
Dari rumus itu kita dapat menilai. Misalnya, memercikkan sedikit oli ke lantai berisiko rendah akibatnya, tetapi bila sering terjadi di jalur jalan, kemungkinan orang terpeleset tinggi. Sebaliknya, gas buang di ruangan tertutup jarang terjadi, tetapi akibatnya bisa kematian, sehingga risikonya tetap dianggap tinggi. Dalam menilai, beri skor 1 sampai 5

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

untuk kemungkinan dan untuk akibat, lalu kalikan. Hasil yang tinggi berarti harus ditangani lebih dulu. Risiko tidak pernah dapat dibuat nol, tetapi dapat diturunkan dengan pengendalian yang tepat.

2. Bahaya khas bengkel otomotif

Gambar 2.1 menunjukkan tujuh titik bahaya yang hampir selalu ada di bengkel.



Gambar 2.1 Titik bahaya di sebuah bengkel otomotif (tampak atas). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **Gas buang.** Gas buang mengandung **karbon monoksida (CO)**, gas yang **tidak berbau dan tidak berwarna**. CO terikat pada sel darah merah lebih kuat daripada oksigen, sehingga tubuh kekurangan oksigen walaupun korban terus bernapas. Gejalanya pusing, mual, lemas, dan akhirnya pingsan. Karena tidak berbau, kamu tidak dapat mengandalkan hidung untuk mengetahuinya. Mesin yang hidup di ruang tertutup berbahaya dalam hitungan menit.
2. **Bagian berputar.** Kipas, sabuk penggerak, rantai, poros, dan roda yang berputar dapat menarik tangan, pakaian, rambut, perhiasan, atau sarung tangan kain. Kipas radiator listrik bahkan dapat menyala sendiri pada mesin panas walaupun kunci kontak sudah OFF.
3. **Aki.** Aki kendaraan berisi **asam sulfat** yang melukai kulit dan mata. Saat diisi, aki melepaskan **gas hidrogen** yang mudah meledak oleh percikan atau api. Arus hubung singkat dari perkakas logam yang menyentuh kutub positif dan massa dapat membuat logam membara.
4. **Bensin dan pelarut.** Bensin sangat mudah terbakar. Uapnya **lebih berat daripada udara**, sehingga menyebar dekat lantai dan dapat sampai ke sumber api yang jauh. Pelarut pembersih juga mudah terbakar dan berbahaya bagi kulit serta pernapasan.
5. **Gerinda dan las.** Percikan api, serpihan logam, sinar las, dan kebisingan dapat melukai mata, kulit, dan pendengaran. Percikan juga menyalakan uap atau majun berminyak di

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

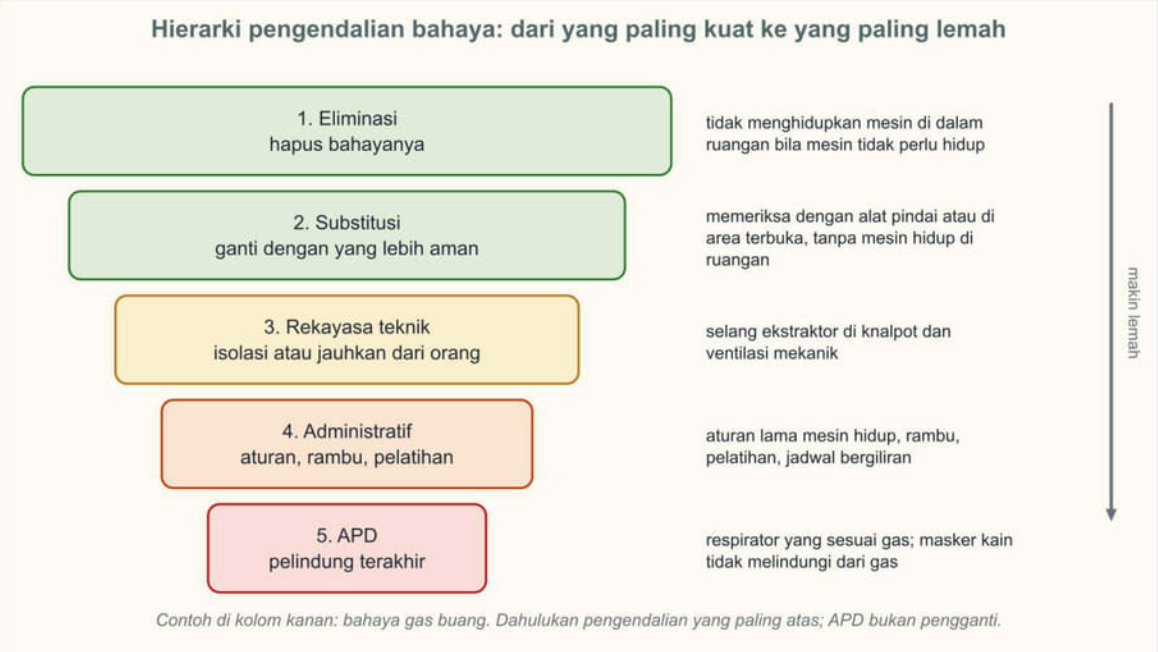
dekatnya.

6. **Bagian bertekanan dan listrik.** Sistem bahan bakar injeksi, selang hidrolik, pegas suspensi, ban, kompresor, dan sistem AC menyimpan tekanan yang dapat menyemprotkan cairan atau melontarkan komponen saat dibuka. Radiator panas bertekanan dapat menyembur bila tutupnya dibuka. Kabel dan stopkontak yang rusak menimbulkan sengatan atau kebakaran.
7. **Debu kampas dan bagian panas.** Debu rem halus berbahaya bila terhirup. Knalpot, manifold, blok mesin, dan cakram rem dapat sangat panas lama setelah mesin dimatikan.

Selain tujuh titik itu, ada bahaya kerja: terpeleset oleh oli, tertimpa kendaraan yang hanya ditopang dongkrak, tersengat listrik, dan cedera punggung akibat mengangkat beban berat. Ingat satu aturan: **kendaraan yang diangkat dongkrak harus ditopang penopang (*jack stand*) sebelum ada orang berada di bawahnya**. Dongkrak hanya untuk mengangkat, bukan untuk menahan.

3. Hierarki pengendalian

Setelah bahaya dikenali, pertanyaannya: bagaimana mengendalikannya? Ada lima tingkat, dari yang paling kuat sampai yang paling lemah (Gambar 2.2).



Gambar 2.2 Hierarki pengendalian bahaya: dari yang paling kuat ke yang paling lemah. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **Eliminasi:** hapus bahayanya sama sekali. Bila mesin tidak perlu hidup, jangan dihidupkan di dalam ruangan.
2. **Substitusi:** ganti dengan yang lebih aman. Ganti pembersih berbahan bensin dengan pembersih yang tidak mudah terbakar.
3. **Rekayasa teknik:** pasang pengaman fisik atau jauhkan bahaya dari orang. Contohnya selang ekstraktor pada knalpot, ventilasi mekanik, atau pelindung pada mesin gerinda.
4. **Administratif:** atur cara kerja lewat aturan, rambu, pelatihan, dan jadwal.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

5. **APD:** alat pelindung diri, yaitu garis pertahanan **terakhir** antara bahaya dan tubuhmu.

Prinsipnya: **dahulukan tingkat yang lebih tinggi**. Alasannya, tingkat atas bekerja tanpa bergantung pada kepatuhan orang, sedangkan APD hanya melindungi satu orang dan hanya bila dipakai dengan benar dan sesuai bahayanya. Misalnya, masker kain tidak melindungi dari gas buang, jadi memakainya di ruang tertutup memberi rasa aman yang palsu. Dalam praktik, beberapa tingkat dipakai bersamaan, tetapi APD tidak pernah menjadi satu-satunya pengendalian bila ada pilihan yang lebih kuat.

4. Praktik kerja aman sehari-hari

Berikut kebiasaan yang menurunkan risiko di bengkel.

- **Kunci kontak OFF dan kunci dilepas** sebelum bekerja di dekat bagian bergerak, sistem bahan bakar, atau kelistrikan. Kunci kontak ON menghidupkan pompa bahan bakar, kipas, dan banyak sirkuit lain.
- **Lepas kabel negatif aki** sebelum mengerjakan kelistrikan atau sistem bahan bakar. Saat memasang kembali, kabel negatif dipasang terakhir.
- **Ventilasi dan ekstraktor** bila mesin harus hidup di dalam bengkel. Mesin hidup tanpa ekstraktor harus dilakukan di area terbuka.
- **Lepas tekanan lebih dulu** sebelum membuka saluran bahan bakar, selang hidrolik, atau sistem AC, menurut manual.
- **Jaga lantai bersih**, serap tumpahan oli segera, dan simpan majun berminyak dalam wadah tertutup, karena majun yang bertumpuk dapat terbakar sendiri.
- **Bersihkan debu rem dengan cara yang tepat**, misalnya penyedot debu berfilter halus atau cara basah, **bukan** meniupnya dengan angin kompresor yang menerbangkan debu ke udara yang dihirup.
- **Jangan mencuci komponen dengan bensin.** Pakai pembersih yang sesuai, jauh dari api dan percikan.
- **Dekat bagian berputar,** ikat rambut, lepas perhiasan dan dasi, dan hindari sarung tangan kain yang dapat tersangkut.
- **Isi aki** di ruang berventilasi, jauh dari api, dengan APD, dan tanpa merokok.

Urutan kerja yang tepat sama pentingnya dengan kebiasaan itu. Gambar 2.4 menunjukkan contoh: langkah aman sebelum membuka saluran bahan bakar.

5. Rambu K3

Rambu membantu kita mengingat aturan. Bentuk dan warnanya memberi tahu jenisnya sebelum tulisannya dibaca (Gambar 2.3).

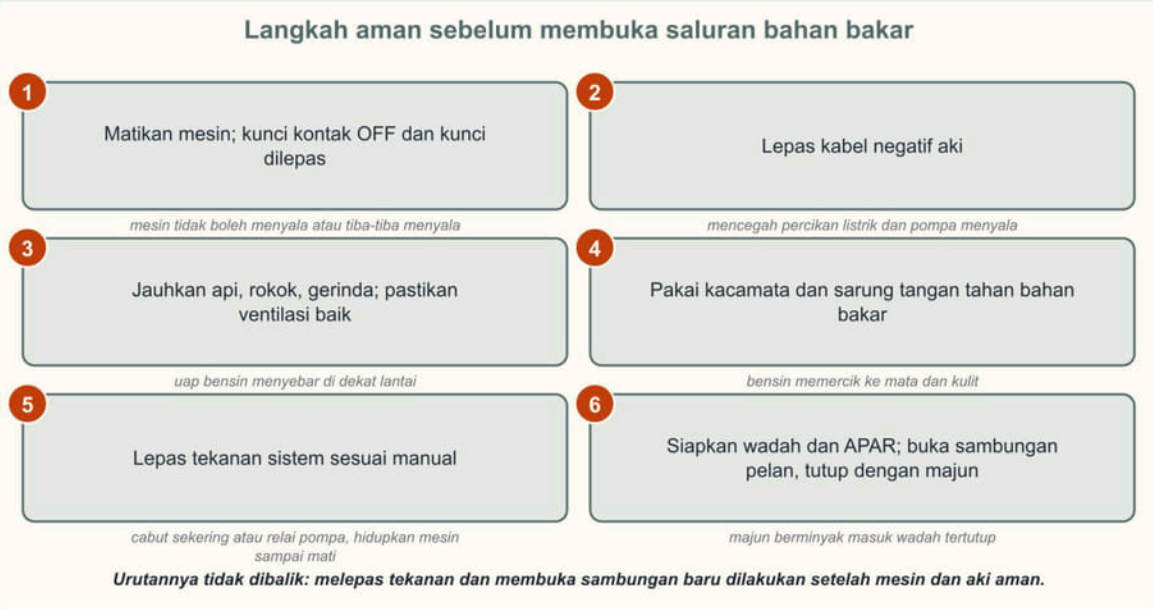
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 2.3 Empat jenis rambu K3 dan cara mengenalinya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Larangan:** lingkaran merah dengan garis coret. Misalnya dilarang merokok atau membawa api.
- **Perintah:** lingkaran biru. Misalnya wajib memakai kacamata atau APD lain.
- **Peringatan:** segitiga kuning. Misalnya awas bahan mudah terbakar atau tegangan tinggi.
- **Kondisi aman:** persegi hijau. Misalnya jalur evakuasi, kotak P3K, dan titik kumpul.

Satu cara mengingat: **merah melarang, biru memerintah, kuning memperingatkan, hijau menunjukkan yang aman**. Rambu hanya berguna bila dipasang di tempat yang tepat dan dipatuhi.



Gambar 2.4 Langkah aman sebelum membuka saluran bahan bakar. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

6. Pertolongan pertama kecelakaan ringan

Meskipun sudah berhati-hati, kecelakaan ringan dapat terjadi. Bengkel wajib memiliki kotak P3K dan stasiun pencuci mata. Beberapa prinsip:

- **Cairan kimia di mata** (misalnya asam aki): segera **bilas dengan air bersih yang mengalir** selama kurang lebih 15 menit, dengan kelopak mata dibuka, lalu bawa ke pelayanan kesehatan. Jangan menggosok mata dan jangan memakai obat tetes sembarangan.
- **Cairan kimia di kulit atau pakaian:** lepas pakaian yang terkena dan bilas kulit dengan air mengalir yang cukup lama.
- **Luka bakar ringan:** dinginkan dengan air mengalir, jangan memberi pasta gigi atau mentega, jangan memecahkan lepuh.
- **Keracunan gas buang:** pindahkan korban ke **udara segar** lebih dulu (sambil melindungi dirimu), minta bantuan, dan hubungi layanan darurat.
- **Luka potong:** tekan dengan kain bersih untuk menghentikan perdarahan.

Setiap kecelakaan, sekecil apa pun, dilaporkan kepada guru atau penanggung jawab bengkel supaya penyebabnya dapat diperbaiki.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Memilih pengendalian paling kuat

Sebuah bengkel membersihkan komponen rem dengan pembersih berbahan pelarut mudah terbakar. Ruangannya sering berbau tajam, dan beberapa siswa mengeluh pusing. Pilihan perbaikan: (A) siswa wajib memakai respirator; (B) dipasang rambu "Awas pelarut mudah terbakar"; (C) pembersih diganti dengan pembersih berbahan air yang tidak mudah terbakar; (D) siswa bekerja bergiliran maksimal 15 menit. Mana pengendalian yang paling kuat?

Langkah:

1. Golongkan tiap pilihan: A = APD, B = rambu (administratif), C = substitusi, D = pengaturan jadwal (administratif).
2. Urutkan menurut hierarki: substitusi lebih tinggi daripada administratif dan APD.
3. Periksa apakah pilihan C menghilangkan bahayanya: mengganti pelarut menghilangkan sumber uap dan bahaya api sekaligus.

Jawaban: C. Pilihan lain boleh dipakai sebagai pelengkap, tetapi tidak menghapus bahayanya.

Contoh 2: Urutan aman mengganti saringan bahan bakar

Dinda akan mengganti saringan bahan bakar mobil berinjeksi. Susun urutan: (P) buka sambungan saringan dengan wadah penampung; (Q) kunci kontak OFF dan kabel negatif aki dilepas; (R) lepas tekanan sistem sesuai manual; (S) siapkan APAR, wadah, dan pastikan tidak ada api serta ventilasi baik.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Langkah:

1. Hilangkan sumber penyulut dulu: kunci kontak OFF dan kabel negatif dilepas (Q), serta lingkungan disiapkan (S).
2. Setelah itu, lepas tekanan sistem (R) agar bensin tidak menyembur.
3. Barulah sambungan dibuka (P).

Jawaban: Q → S → R → P. Pegangan cepat: **penyulut dan lingkungan dulu, tekanan kemudian, membuka sambungan terakhir**.

Contoh 3: Menilai praktik pengisian aki

Seorang siswa mengisi aki basah di sudut bengkel yang tertutup, dekat bangku gerinda. Ia memakai kacamata dan sarung tangan karet, tetapi pengisi daya dihidupkan sebelum penjepit terpasang kuat pada kutub. Praktik mana yang benar dan mana yang salah?

Langkah:

1. Periksa APD: kacamata dan sarung tangan karet sudah sesuai bahaya asam.
2. Periksa lokasi: ruang tertutup mengumpulkan gas hidrogen; dekat gerinda ada percikan. Ini salah.
3. Periksa urutan: pengisi daya dihidupkan sebelum penjepit terpasang menimbulkan percikan di kutub saat dijepit. Ini juga salah; penjepit dipasang dulu, baru pengisi daya dihidupkan.

Jawaban: APD sudah benar, tetapi lokasi (tertutup, dekat percikan) dan urutan (menghidupkan sebelum penjepit terpasang) keliru. Pengisian dilakukan di ruang berventilasi, jauh dari api, dan penjepit dipasang sebelum pengisi daya dihidupkan.

Contoh 4: Menilai risiko

Dua kejadian dinilai di bengkel sekolah. Kejadian X, oli menetes di jalur jalan: kemungkinan 4, akibat 2. Kejadian Y, kabel kompresor terkelupas dekat lantai basah: kemungkinan 2, akibat 5. Mana yang ditangani lebih dulu?

Langkah:

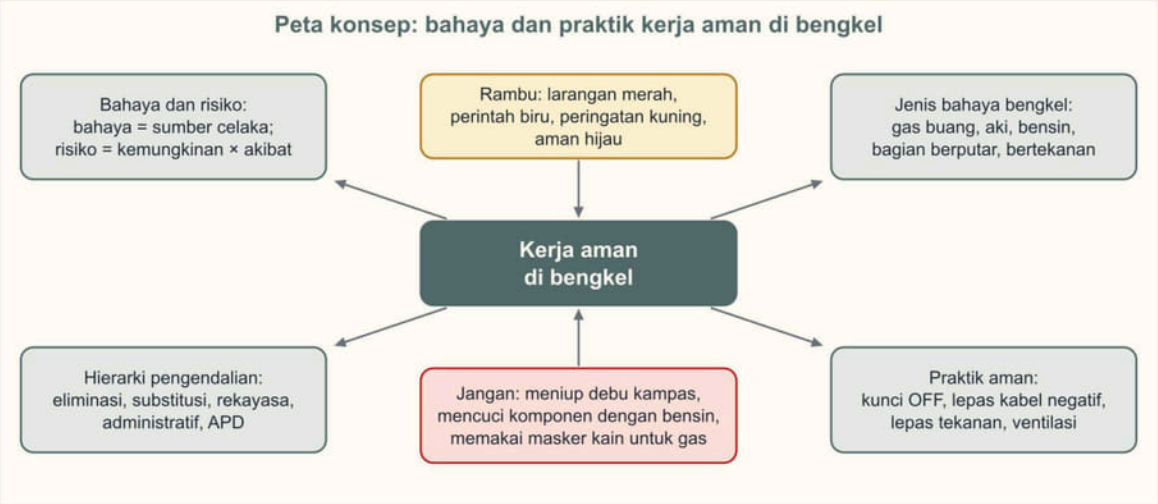
1. Hitung risiko X: 4 × 2 = 8.
2. Hitung risiko Y: 2 × 5 = 10.
3. Bandingkan: 10 lebih besar daripada 8.

Jawaban: Y, kabel terkelupas. Kemungkinannya lebih kecil, tetapi akibatnya (sengatan listrik) jauh lebih berat. Tetes oli juga tetap dibersihkan, tetapi urutannya setelah Y.

❖ PETA KONSEP

Ringkasan sub bab ini terlihat pada Gambar 2.5.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 2.5 Peta konsep sub bab 2.1. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- Risiko = kemungkinan × akibat; bahaya adalah sumbernya.
- Gas buang (CO) tidak berbau; bensin menguap lebih berat dari udara; aki menyimpan asam dan gas hidrogen.
- Hierarki: eliminasi, substitusi, rekayasa teknik, administratif, APD; dahulukan tingkat atas.
- Sebelum membuka saluran bahan bakar: kunci OFF, kabel negatif lepas, penyulut dijauhkan, lepas tekanan, baru buka.
- Merah melarang, biru memerintah, kuning memperingatkan, hijau menunjukkan aman.
- Mata terkena kimia: bilas air mengalir sekitar 15 menit.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Soal kerja aman umumnya menyajikan beberapa tindakan sekaligus. Gunakan langkah berikut.

1. **Daftar setiap tindakan** yang dilakukan tokoh dalam soal, satu per satu.
2. **Untuk tiap tindakan, tanya:** apa bahayanya, dan apa cara yang benar?
3. **Pada soal pengendalian, golongkan** pilihan menurut hierarki, lalu pilih tingkat tertinggi yang realistis.
4. **Pada soal urutan, pisahkan** tahap mematikan sumber bahaya dari tahap bekerja.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Menjawab "pakai APD" untuk semua soal.** APD adalah pertahanan terakhir, bukan jawaban pertama.
- **Masker kain untuk gas buang.** Masker kain tidak menyaring gas.
- **Meniup debu rem dengan angin kompresor.** Cara itu menerbangkan debu ke udara yang dihirup.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- **Mencuci komponen dengan bensin.** Bensin mudah terbakar dan uapnya berbahaya.
- **Menganggap kunci kontak OFF sudah cukup,** padahal kabel negatif aki juga perlu dilepas pada pekerjaan tertentu.
- **Menyalakan mesin sebentar di dalam ruangan "sebentar saja".**
- **Mengerjakan di bawah mobil yang hanya ditopang dongkrak.**
- **Menganggap bahaya yang jarang terjadi tidak penting,** padahal akibatnya bisa berat.

> Contoh salah tafsir: pada soal tentang bengkel yang berasap karena mesin diuji di dalam ruangan, seorang siswa memilih "semua siswa diwajibkan memakai masker kain" sebagai pengendalian terbaik. Padahal masker kain tidak menahan karbon monoksida, dan memakai APD berada di tingkat terendah hierarki. Jawaban yang tepat memindahkan pengujian ke area terbuka atau memasang ekstraktor pada knalpot.

BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menggambarkan seorang siswa yang melakukan beberapa pekerjaan sekaligus di bengkel. Perhatikan bagaimana setiap tindakan dinilai terpisah.

►. Saat praktik servis rem (2027), Rio meniup debu kampas rem dengan angin kompresor, lalu mencuci komponen rem dengan bensin di dalam baskom. Baskom itu diletakkan dekat temannya yang sedang memakai gerinda tangan. Rio memakai sarung tangan karet tahan bahan kimia, tetapi tidak memakai masker atau kacamata.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat tentang bahaya dalam kegiatan tersebut adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Debu kampas rem yang ditiup dapat terhirup dan berbahaya bagi saluran pernapasan.
☐ B. Uap bensin di dekat percikan gerinda dapat menimbulkan kebakaran.
☐ C. Bahaya kimia dalam kasus ini sudah terkendali karena Rio memakai sarung tangan karet tahan bahan kimia.
☐ D. Angin kompresor dapat melontarkan partikel ke mata karena Rio tidak memakai kacamata.
☐ E. Bensin sebaiknya diganti cairan pembersih rem khusus yang dipakai jauh dari sumber api.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Pembahasan **Kunci: A, B, D, E**

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Bahaya mekanis berasal dari gerakan, tekanan, atau benda tajam (angin bertekanan, percikan gerinda). Bahaya kimia berasal dari bahan berbahaya (debu kampas, bensin). Satu APD tidak mengendalikan semua bahaya.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Debu kampas rem adalah partikel halus yang berbahaya bila terhirup; seharusnya dibersihkan dengan cara basah atau penyedot khusus.

• **Pernyataan 2** ✓ Uap bensin sangat mudah terbakar dan percikan gerinda adalah sumber api.

• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: sarung tangan hanya melindungi tangan; uap bensin dan debu kampas tetap dapat terhirup, dan uap bensin tetap dapat terbakar.

• **Pernyataan 4** ✓ Semburan angin bertekanan adalah bahaya mekanis bagi mata.

• **Pernyataan 5** ✓ Mengganti bahan yang sangat mudah terbakar dan menjauhkannya dari api mengurangi bahaya kebakaran (substitusi dan pemisahan).

Jawaban: pernyataan 1, 2, 4, 5.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk tiap soal, tulis dulu bahaya utamanya dan tindakan yang benar.

1. Saat memeriksa aki basah di bengkel sekolah (2027), cairan elektrolit (larutan asam) memercik ke mata Fajar karena ia tidak memakai kacamata. Matanya terasa perih. Di dekatnya ada wastafel dengan air bersih mengalir dan kotak P3K.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan pertama yang paling tepat adalah ....

A. Menyeka mata dengan kain bersih lalu menunggu sampai perihnya reda
B. Meneteskan obat tetes mata dari kotak P3K lalu melanjutkan pekerjaan
C. Menetralkan dengan larutan soda kue yang diteteskan langsung ke mata
D. Menutup mata dengan perban steril lalu menunggu petugas kesehatan
E. Membilas mata dengan air mengalir lama lalu mencari bantuan medis

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

2. Di bengkel sepeda motor (2027), Bagas melumasi rantai motor yang berdiri di standar tengah. Agar cepat, ia menghidupkan mesin dan memasukkan gigi satu sehingga roda belakang berputar, lalu menyemprotkan pelumas rantai dengan tangan bersarung tangan kain dekat gir belakang. Lengan bajunya terbuka dan menjuntai. Lantai di bawah motor menjadi licin terkena semprotan pelumas.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat tentang potensi bahaya dalam kegiatan itu adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

- ☐ A. Sarung tangan kain dan lengan baju yang menjuntai dapat tertarik di antara rantai dan gir.
- ☐ B. Bahaya utamanya hanya percikan pelumas ke mata karena rantai berputar pelan pada gigi satu.
- ☐ C. Lantai licin oleh pelumas dapat membuat Bagas tergelincir ke arah roda yang berputar.
- ☐ D. Bahaya terjepit berkurang bila mesin dimatikan dan roda diputar dari bannya, jauh dari gir.
- ☐ E. Bahaya tertarik rantai sudah terkendali karena Bagas memakai sarung tangan sebagai APD.

Kunci singkat: 1. E 2. A, C, D

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menjelaskan dengan kata-katamu sendiri mengapa APD berada di tingkat paling bawah hierarki pengendalian?
- Mengapa kabel negatif aki dilepas lebih dulu, dan mengapa tekanan sistem bahan bakar dilepas sebelum sambungan dibuka?
- **Yang harus kuingat:** kenali bahayanya, dahulukan pengendalian tertinggi, matikan penyulut sebelum membuka saluran bahan bakar, dan APD adalah pertahanan terakhir.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 2.1: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkto&node=SMKTO-2.1

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 2.2 · Alat pelindung diri dan pengendalian bahaya pekerjaan khusus

SMKTO-2.2

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu **memilih alat pelindung diri (APD) sesuai bahaya** dan mengendalikan bahaya pada pekerjaan khusus: menggerinda, mengecat semprot, mengisi refrigeran, mengelas, dan menangani cairan kimia atau sistem bertekanan. Soal biasanya menyebut satu pekerjaan beserta bahayanya (percikan, uap, bising, dingin, asam), lalu meminta kamu menentukan APD yang **lengkap dan tepat**. Jebakannya berupa pilihan yang tampak sopan tetapi tidak melindungi dari bahaya yang disebut. Karena itu, kemampuan yang diuji adalah mencocokkan **bahaya dengan perlindungan**, bukan menghafal daftar APD.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan mengapa APD dipilih menurut bahaya, dan kapan APD dipakai bersama pengendalian lain;
- memilih pelindung mata, tangan, pernapasan, telinga, dan tubuh untuk pekerjaan khusus;
- membedakan masker kain, masker partikel, respirator berkartrid, dan alat bantu napas udara bersih;
- menjelaskan cara aman mengelas di bawah kendaraan yang ditopang dan menangani selang hidrolik bertekanan;
- menyusun langkah menangani aki yang bocor.

Educational Institutions

◆ KONSEP INTI

Pada sub bab 2.1 kamu mengenal hierarki pengendalian dan belajar bahwa APD berada di tingkat paling bawah. Itu tidak berarti APD tidak penting. Banyak pekerjaan bengkel tidak dapat sepenuhnya menghapus bahayanya: percikan gerinda tetap ada, uap cat tetap keluar. Di situlah APD bekerja sebagai **pertahanan terakhir**. Agar pertahanan itu berfungsi, APD harus **tepat**, **cukup**, dan **dipakai dengan benar**.

1. Prinsip memilih APD

Ada tiga prinsip yang berlaku untuk semua pekerjaan.

1. **Menurut bahaya.** Pertanyaan pertama bukan "APD apa yang saya punya?", melainkan "bahaya apa yang mengenai tubuhku?" Percikan dan serpihan mengenai mata, jadi mata dilindungi. Uap pelarut masuk lewat napas, jadi napas dilindungi. Setiap bahaya memerlukan perlindungan yang khusus untuknya.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

2. **Cukup untuk semua bahayanya.** Satu pekerjaan sering menimbulkan beberapa bahaya sekaligus. Menggerinda menimbulkan percikan (mata), debu (napas), dan bising (telinga). Kalau hanya satu yang dilindungi, dua lainnya terbuka.
3. **Pas, bersih, dan terawat.** APD yang rusak, longgar, atau kotor tidak melindungi. Kacamata yang tergores parah menghalangi pandangan, sarung tangan yang berlubang tidak menahan bahan kimia, dan kartrid respirator yang sudah jenuh tidak menyaring.

Satu catatan penting: **APD tidak menghilangkan bahaya, hanya menahan akibatnya pada pemakainya**. Orang di sebelahmu tetap terkena. Karena itu, pengendalian yang lebih tinggi (ventilasi, pelindung mesin) tetap dikerjakan lebih dulu bila memungkinkan. Gambar 2.6 merangkum pilihan APD untuk enam pekerjaan khas.

Memilih APD menurut bahaya pekerjaan, bukan menurut kebiasaan

Pekerjaan	Mata dan wajah	Tangan	Pernapasan	Tubuh dan lain-lain
Menggerinda atau memotong logam	kacamata + pelindung wajah	sarung tangan kulit	masker partikel (debu logam)	penutup telinga; lengan panjang
Mengecat semprot	kacamata rapat	sarung tangan nitril	respirator kartrid uap organik	overall; ventilasi ruang cat
Mengisi refrigeran AC	kacamata rapat atau pelindung wajah	sarung tangan tahan dingin	ventilasi baik	lengan panjang; jauhkan api
Mengelas	kap las berfilter	sarung tangan kulit panjang	ekstraktor atau respirator asap las	apron kulit; sepatu tertutup
Menangani aki atau asam	kacamata rapat + pelindung wajah	sarung tangan karet tahan asam	ventilasi (gas hidrogen)	apron dan sepatu tahan asam
Selang hidrolik bertekanan	kacamata rapat	sarung tangan	tidak khusus	lepas tekanan dulu; jangan cari bocor dengan tangan

Satu pekerjaan dapat memerlukan beberapa APD sekaligus; satu APD tidak cocok untuk semua bahaya.

Gambar 2.6 Memilih APD menurut bahaya pekerjaan, bukan menurut kebiasaan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

2. Jenis APD dan bahaya yang ditahannya

- **Pelindung mata dan wajah.** *Kacamata pelindung* menahan serpihan dan percikan dari depan. *Kacamata rapat* (*goggle*) menutup tepi mata sehingga juga menahan cairan dan kabut yang memercik dari samping. *Pelindung wajah* (*face shield*) melindungi seluruh wajah tetapi dipakai **bersama** kacamata, bukan menggantikannya. *Kap las* memakai kaca berfilter gelap yang menahan cahaya las. Cahaya las yang menyilaukan melukai mata (seperti terbakar matahari) walau terlihat sekilas.
- **Pelindung tangan.** Sarung tangan harus sesuai bahayanya: *kulit* untuk panas dan gesekan, *karet atau nitril* untuk oli dan bahan kimia, *karet tahan asam* untuk aki, *tahan dingin* untuk refrigeran. Sarung tangan kain biasa tidak menahan cairan kimia. Dekat bagian berputar, sarung tangan kain justru dapat tersangkut dan menarik tangan.
- **Pelindung telinga.** Bising yang lama merusak pendengaran secara permanen. Batas aman umum adalah sekitar **85 desibel untuk 8 jam sehari**; makin keras, makin singkat waktu amannya. Gerinda sekitar 95 dB berarti waktu aman jauh lebih pendek, jadi *penutup telinga* atau sumbat telinga diperlukan.
- **Pelindung pernapasan.** Dibahas pada bagian berikut karena banyak jebakannya.
- **Pelindung tubuh dan kaki.** *Pakaian kerja lengan panjang* atau *overall*, *apron kulit* untuk percikan las, *apron tahan asam* untuk aki, serta *sepatu keselamatan* yang menutup jari dan menahan benda berat. Sandal bukan sepatu kerja.

3. Respirator: pilih menurut yang dihirup

Gambar 2.7 menunjukkan empat jenis alat pelindung pernapasan. Yang menentukan pilihan adalah **apa yang dihirup**.



Gambar 2.7 Respirator: pilih menurut bahaya yang dihirup. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Masker kain atau bedah** menahan percikan dan debu kasar. Ia **tidak** menyaring gas, uap pelarut, ataupun debu yang sangat halus, karena celah pada tepinya dan serat

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

kainnya tidak cukup rapat.

- **Masker partikel (N95 atau FFP2)** menyaring debu halus: serbuk gerinda, debu dempul, dan kabut cat. Ia tidak menahan **uap** pelarut.
- **Respirator setengah muka dengan kartrid** menutup hidung dan mulut dengan karet yang rapat. Kartrid *uap organik* menyerap uap cat dan pelarut; bila ada kabut cat, ditambah *prefilter partikel*. Kartrid punya masa pakai dan harus diganti sesuai petunjuk pabrik, misalnya bila bau pelarut mulai tercium di dalam masker. Kerapatan penting: jenggot dan celah di tepi mengurangi perlindungan.
- **Alat bantu napas udara bersih** memasok udara dari tabung atau selang. Dipakai di ruang yang kekurangan oksigen atau berkadar bahaya sangat tinggi, dan memerlukan pelatihan khusus.

Rumus ringkasnya: **partikel → filter partikel; uap atau gas → kartrid yang sesuai; kekurangan oksigen → udara bersih dari luar**. Memakai masker kain untuk uap cat adalah kesalahan klasik karena memberi rasa aman yang palsu.

4. Pekerjaan khusus satu per satu

Menggerinda dan memotong logam. Bahayanya percikan api, serpihan logam, debu, dan bising. APD-nya kacamata dengan pelindung wajah, masker partikel, penutup telinga, dan pakaian berlengan panjang. Percikan juga dapat menyalakan uap bensin atau majun berminyak di dekatnya, sehingga area gerinda harus bebas dari bahan mudah terbakar. Pelindung roda gerinda tidak boleh dilepas.

Mengecat semprot. Cat dan pengencer menguap dan menghasilkan kabut. Pelarutnya masuk lewat napas dan kulit, dan beberapa cat dua komponen mengandung bahan yang lebih berbahaya lagi. Pekerjaan dilakukan di **ruang cat berventilasi**, dengan respirator berkartrid uap organik dan prefilter, kacamata rapat, sarung tangan nitril, dan overall. Api dan percikan dijauhkan karena uap pelarut mudah terbakar.

Mengisi refrigeran AC. Refrigeran menyembur sangat dingin saat menguap sehingga dapat membekukan kulit dan melukai mata. Pakai kacamata rapat atau pelindung wajah dan sarung tangan tahan dingin. Jangan mengarahkan sambungan ke tubuh, dan pastikan sistem tidak dibuka sembarangan. Ruangan harus berventilasi, dan refrigeran tidak dilepas ke udara (sub bab 1.4).

Mengelas. Bahaya las meliputi cahaya yang melukai mata, percikan, asap logam, dan panas. Gambar 2.8 menunjukkan posisi aman saat mengelas di bawah kendaraan yang ditopang.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 2.8 Mengelas di bawah kendaraan yang ditopang: apa yang harus aman. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- Pakai **kap las**, **apron kulit**, **sarung tangan kulit panjang**, dan sepatu tertutup.
- Kendaraan ditopang **penopang (*jack stand*)**, tidak hanya dongkrak.
- **Lepas kabel negatif aki** agar arus las tidak merusak ECU dan sistem kelistrikan, serta pasang klem massa dekat titik las.
- **Lindungi tangki bahan bakar, selang karet, dan kabel** dengan selimut las tahan api. Jangan mengelas dekat tangki yang masih berisi bensin atau uap.
- Sediakan **APAR** di dekat tempat kerja dan **ekstraktor atau ventilasi** untuk asap las.

Mengelas di bawah kendaraan menambah satu bahaya: percikan dan tetesan logam panas jatuh ke arah tubuh dan bahan yang mudah terbakar di sekitarnya, sehingga APD dan perlindungan lingkungan harus lebih ketat.

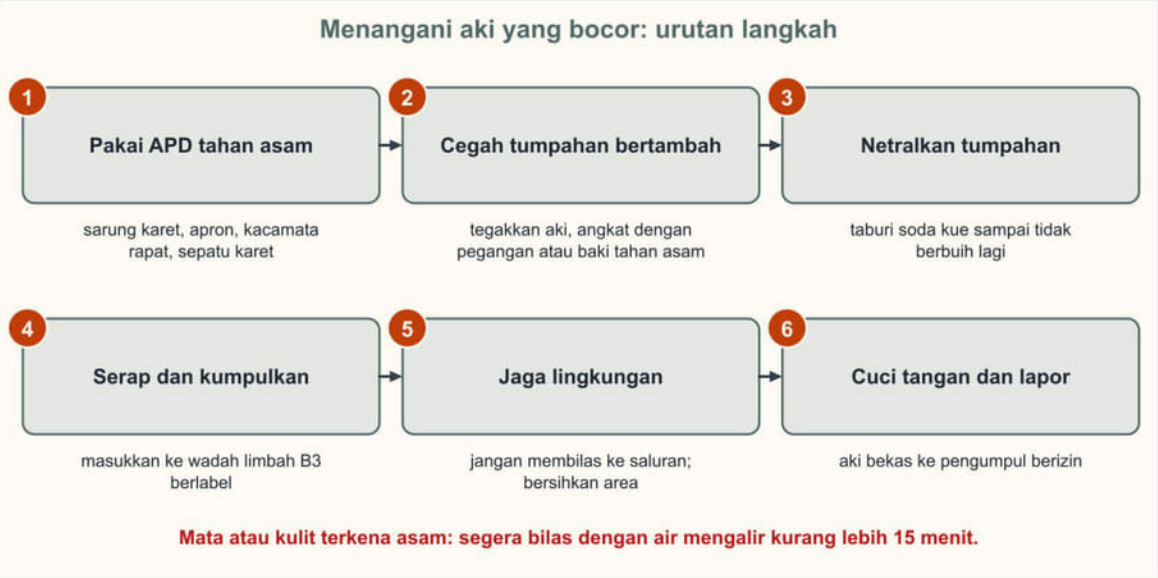
Selang hidrolik bertekanan. Cairan hidrolik bertekanan tinggi dari lubang sekecil jarum dapat **menembus kulit**, dan lukanya tampak kecil tetapi serius. Karena itu, **jangan mencari kebocoran dengan tangan**; gunakan selembar kardus. Lepas tekanan sistem sebelum membuka sambungan, pakai kacamata rapat, dan jangan mengarahkan sambungan ke tubuh.

Aki dan asam. Pakai kacamata rapat dan pelindung wajah, sarung tangan karet tahan asam, serta apron dan sepatu tahan asam. Aki yang bocor perlu penanganan khusus (Gambar 2.9).

5. Menangani aki yang bocor

Aki yang bocor mengeluarkan asam sulfat yang melukai kulit dan merusak lantai dan logam. Langkahnya berurutan.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 2.9 Menangani aki yang bocor: urutan langkah. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **Pakai APD tahan asam** sebelum menyentuh apa pun.
2. **Cegah tumpahan bertambah:** tegakkan aki dan angkat dengan pegangan atau memakai baki tahan asam, jangan dipeluk ke badan.
3. **Netralkan tumpahan** dengan bahan basa lemah seperti soda kue, ditaburkan sampai tidak berbuih lagi.
4. **Serap dan kumpulkan** ke wadah limbah B3 berlabel.
5. **Jaga lingkungan:** jangan membilas ke saluran air; bersihkan area.
6. **Cuci tangan dan laporkan.** Aki bekas diserahkan ke pengumpul berizin (sub bab 2.3).

Bila asam mengenai mata atau kulit, **segera bilas dengan air mengalir kurang lebih 15 menit** sebelum hal lain.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Mencari bocor selang hidrolik

Seorang siswa melihat tetesan oli di sambungan selang hidrolik dongkrak buaya yang sedang menahan beban. Ia hendak memastikan titik bocornya dengan menggerakkan telapak tangan di sekitar sambungan. Apakah itu benar?

Langkah:

1. Kenali bahayanya: cairan bertekanan dapat menembus kulit dari lubang yang sangat kecil.
2. Telapak tangan tidak melihat semburan halus, tetapi dapat tertembus.
3. Cara yang benar: lepas beban dan tekanan lebih dulu, lalu cari bocor dengan selembar kardus, memakai kacamata rapat.

Jawaban: tidak benar. Jangan mencari bocor dengan tangan; lepaskan tekanan dahulu dan pakai kardus serta kacamata rapat.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Contoh 2: Urutan memindahkan aki bocor

Sebuah aki bocor di rak bengkel, dan asamnya menetes ke lantai. Susun urutan: (P) menaburi tumpahan dengan soda kue; (Q) memakai sarung karet, apron, dan kacamata rapat; (R) mengumpulkan sisa ke wadah limbah B3; (S) menegakkan aki dengan baki tahan asam.

Langkah:

1. Perlindungan diri lebih dulu: Q.
2. Cegah tumpahan bertambah: S.
3. Netralkan tumpahan: P.
4. Kumpulkan sisa: R.

Jawaban: Q → S → P → R. Pegangan cepat: **lindungi diri, hentikan sumber, netralkan, kumpulkan**.

Contoh 3: Mengelas di bawah sasis

Dua siswa akan mengelas dudukan knalpot di bawah mobil yang diangkat dongkrak hidrolik di satu titik. Mereka memakai kap las dan sarung tangan kulit, dan tangki bahan bakar serta kabelnya dibiarkan terbuka. Apa yang kurang?

Langkah:

1. Periksa kendaraan: hanya ditopang dongkrak, perlu penopang.
2. Periksa lingkungan: tangki dan kabel terbuka, perlu selimut las; kabel negatif aki perlu dilepas.
3. Periksa APD: tambahkan apron kulit dan sepatu tertutup; siapkan APAR dan ventilasi.

Jawaban: penopang, pelindung tangki dan kabel, pelepasan kabel negatif aki, apron kulit, APAR, dan ventilasi. APD pribadi saja tidak cukup.

Contoh 4: Mengamplas dempul

Seorang siswa mengamplas dempul panel mobil di bengkel terbuka selama satu jam. Debunya halus dan beterbangan, dan ia hanya memakai masker kain. Apa perbaikan yang paling tepat?

Langkah:

1. Kenali yang dihirup: debu halus (partikel).
2. Cocokkan: masker kain tidak menahan debu halus; yang tepat adalah masker partikel (N95 atau FFP2).
3. Lengkapi perlindungan lain: kacamata pelindung untuk debu di mata; bila memungkinkan, amplas basah atau penyedot debu untuk mengurangi debu.

Jawaban: ganti dengan masker partikel (N95 atau FFP2), tambahkan kacamata, dan kurangi debu di sumbernya.

❖ PETA KONSEP

Ringkasan sub bab ini terlihat pada Gambar 2.10.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 2.10 Peta konsep sub bab 2.2. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- APD dipilih menurut bahaya, harus cukup untuk semua bahayanya, dan pas serta terawat.
- Kacamata rapat menahan cairan dan kabut; pelindung wajah dipakai bersama kacamata.
- Masker kain tidak menahan gas, uap, atau debu halus; partikel → masker partikel; uap → kartrid.
- Mengelas di bawah sasis: penopang, kabel negatif lepas, lindungi tangki dan selang, APAR, ventilasi.
- Selang hidrolik bertekanan: jangan cari bocor dengan tangan.
- Aki bocor: APD tahan asam → hentikan tumpahan → netralkan → kumpulkan sebagai limbah B3; mata terkena asam dibilas sekitar 15 menit.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Soal pemilihan APD biasanya berbentuk "tentukan APD yang paling lengkap dan tepat". Gunakan langkah berikut.

1. **Daftar bahayanya** dari uraian soal: percikan, uap, debu, bising, dingin, asam, panas.
2. **Pasangkan tiap bahaya dengan perlindungannya:** mata, tangan, napas, telinga, tubuh.
3. **Pilih jawaban yang menutup paling banyak bahaya** dengan jenis yang tepat, bukan yang paling banyak jumlah barangnya.
4. **Periksa pilihan yang hampir benar:** jenis masker dan jenis sarung tangan sering menjadi pembeda.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Masker kain atau bedah untuk uap cat.** Tidak menahan uap.
- **Kacamata biasa untuk mengelas.** Las memerlukan kap berfilter.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- **Sarung tangan kain untuk bahan kimia.** Kain menyerap cairan.
- **Sarung tangan kain dekat bagian berputar.** Dapat tersangkut.
- **Pelindung wajah tanpa kacamata.** Pelindung wajah melengkapi kacamata.
- **Lupa pelindung telinga** pada pekerjaan yang bising.
- **Mengganti kartrid hanya saat rusak,** padahal kartrid jenuh sebelum tampak rusak.
- **Mengira APD cukup sendirian** padahal ventilasi dan pengendalian lain tetap perlu.

> Contoh salah tafsir: pada soal tentang pengamplasan dan penyemprotan primer di ruang tertutup, seorang siswa memilih "masker kain berlapis dua dan kacamata biasa" karena terdengar paling hemat dan tampak melindungi hidung dan mata. Padahal masker kain tidak menyaring uap pelarut dan kacamata biasa tidak menahan kabut dari samping. Pilihan yang tepat respirator berkartrid uap organik dengan prefilter, kacamata rapat, sarung tangan nitril, dan ventilasi yang baik.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menggambarkan pekerjaan menggerinda sambungan knalpot. Perhatikan bagaimana setiap bahaya yang disebut dipasangkan dengan perlindungannya.

►. Yoga akan memotong dan menggerinda sambungan knalpot berkarat memakai gerinda tangan di bengkel (2027). Pekerjaan ini menimbulkan percikan api, serpihan logam, dan suara bising sekitar 95 dB. Pekerjaan berlangsung sekitar 30 menit.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kombinasi APD yang paling tepat untuk pekerjaan itu adalah ....

A. Pelindung wajah dan kacamata, sarung tangan kulit, penutup telinga, baju katun lengan panjang
B. Kacamata pengaman, sarung tangan kain yang longgar, penutup telinga, dan baju katun lengan pendek
C. Pelindung wajah, sarung tangan karet tipis, masker kain, celemek plastik tanpa lengan
D. Kacamata hitam biasa, sarung tangan kulit, penutup telinga, jaket berbahan nilon
E. Topeng las berkaca gelap, sarung tangan kulit, tanpa penutup telinga, baju katun

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Pembahasan **Kunci: A**

Konsep: APD dipilih berdasarkan bahaya: serpihan dan percikan (pelindung wajah + kacamata), panas dan tajam (sarung tangan kulit), bising di atas 85 dB (penutup telinga), dan percikan api (pakaian lengan panjang dari bahan yang tidak mudah meleleh).

Langkah:

1. Bahaya: serpihan ke mata dan wajah, percikan panas, bising 95 dB, gerinda berputar.
2. Periksa setiap opsi: apakah semua bahaya tertutup dan tidak ada APD yang menambah bahaya.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Semua bahaya tertutup: wajah dan mata, tangan, telinga, dan lengan.
- **B.** ✗ Sarung tangan kain longgar dapat tertarik gerinda yang berputar, dan lengan pendek terkena percikan.
- **C.** ✗ Sarung tangan karet tipis mudah robek dan meleleh, tidak ada penutup telinga, dan lengan terbuka.
- **D.** ✗ Jebakan: kacamata hitam biasa tidak tahan benturan serpihan, dan jaket nilon dapat meleleh terkena percikan.
- **E.** ✗ Kaca gelap topeng las membuat pandangan terlalu gelap untuk menggerinda, dan telinga tidak terlindungi dari bising 95 dB.

Jawaban: A.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk tiap soal, tulis dulu bahayanya, baru APD-nya.

1. Dina akan mengecat semprot (spray) panel pintu mobil di ruang pengecatan bengkel (2027). Cat dan pengencernya mengandung pelarut organik yang menguap, dan kabut cat beterbangan di sekitar panel. Pengecatan berlangsung sekitar 40 menit.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kombinasi APD yang paling tepat adalah ....

A. Masker kain, kacamata pengaman, sarung tangan kain, wearpack katun
B. Masker debu N95, kacamata pengaman, sarung tangan karet tipis, celemek plastik
C. Respirator karbon aktif, kacamata, sarung tangan kain, kaus lengan pendek
D. Respirator karbon aktif, kacamata, sarung tangan nitril, coverall pengecatan
E. Masker debu N95, pelindung wajah, sarung tangan nitril, coverall pengecatan

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

2. Tegar akan mengisi ulang refrigeran R-134a pada sistem AC mobil memakai manifold gauge dan tabung refrigeran (2027). Refrigeran yang menyembur dari sambungan selang sangat dingin saat menguap sehingga dapat membekukan kulit dan melukai mata. Pekerjaan dilakukan di area terbuka berventilasi baik.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kombinasi APD yang paling tepat adalah ....

A. Kacamata pengaman, sarung tangan tahan dingin dan kimia, kaus lengan pendek
B. Pelindung telinga, sarung tangan karet tipis, masker debu, dan kacamata biasa
C. Kacamata baca biasa, sarung tangan tahan dingin dan kimia, baju lengan panjang
D. Kacamata pengaman, sarung tangan kain rajut, baju lengan panjang, masker debu
E. Kacamata pengaman, sarung tangan tahan dingin dan kimia, baju lengan panjang

Kunci singkat: 1. D 2. E

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menjelaskan mengapa masker kain tidak cocok untuk uap cat, dan apa penggantinya?
- Mengapa kabel negatif aki dilepas sebelum mengelas di bawah kendaraan?
- **Yang harus kuingat:** pasangkan bahaya dengan perlindungan; uap perlu kartrid, debu halus perlu masker partikel, cairan di mata perlu kacamata rapat; APD adalah pertahanan terakhir, bukan satu-satunya.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 2.2: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkto&node=SMKTO-2.2

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 2.3 · Limbah B3 bengkel

SMKTO-2.3

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu **memilah dan menangani limbah bahan berbahaya dan beracun (B3)** dari kegiatan bengkel. Soalnya hampir selalu berupa catatan atau potret bengkel: ada daftar limbah beserta cara penyimpanannya, atau ada kejadian tumpahan, dan kamu diminta menemukan mana yang keliru atau menentukan langkah yang benar. Yang diuji bukan hafalan nomor peraturan, melainkan **kemampuan menggolongkan limbah, memilih wadah dan perlakuan yang tepat, serta menolak jalan pintas** yang tampak praktis tetapi mencemari lingkungan.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- membedakan limbah B3 dari limbah biasa dan menyebut karakteristik limbah B3;
- menyebut limbah B3 yang lazim di bengkel beserta wadah dan penanganannya;
- membaca simbol bahaya dan label limbah B3;
- menyusun langkah menangani tumpahan oli dan alur limbah dari bengkel sampai pengolah berizin;
- menilai catatan penyimpanan limbah dan menemukan penyimpanan yang salah.

◆ KONSEP INTI

Bengkel menghasilkan banyak sisa: oli yang sudah dikuras, aki yang sudah lemah, saringan, kain pembersih, minyak rem, dan cairan pendingin. Sebagian besar tidak boleh diperlakukan seperti sampah dapur. Satu liter oli bekas yang masuk ke saluran dapat mencemari ribuan liter air, dan sisa itu berjalan jauh dari bengkel sampai ke sungai atau sumur. Tanggung jawab itu ada pada **penghasil limbah**, yaitu bengkel kita sendiri.

1. Apa itu limbah B3?

B3 adalah singkatan dari **bahan berbahaya dan beracun**. **Limbah B3** adalah sisa kegiatan yang mengandung atau terkontaminasi B3 sehingga dapat mencemari atau merusak lingkungan dan membahayakan manusia. Sebuah limbah dikategorikan B3 karena memiliki satu atau lebih sifat berikut:

- **mudah menyala:** oli bekas, pelarut, bensin;
- **korosif:** menggerogoti logam dan kulit, misalnya asam aki;
- **beracun:** merusak tubuh bila tertelan, terhirup, atau terserap, misalnya cairan pendingin dan pelarut;
- **mudah meledak atau reaktif:** bereaksi hebat dengan benda lain;
- **infeksius:** mengandung penyebab penyakit (jarang di bengkel).

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Gambar 2.11 menunjukkan simbol yang menandai sifat-sifat itu dan contoh label yang harus ada pada wadah.



Gambar 2.11 Simbol bahaya dan label pada wadah limbah B3. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Label limbah B3 memuat tulisan **LIMBAH B3**, nama dan karakteristik limbah, identitas penghasil, serta tanggal wadah mulai terisi. Label dipasang **sejak limbah pertama dimasukkan**, bukan setelah wadah penuh. Satu wadah hanya berisi satu jenis limbah.

2. Limbah B3 yang lazim di bengkel

- **Oli bekas** (mesin, transmisi, gardan). Mudah menyala dan mencemari tanah serta air. Bila dikumpulkan dengan benar, oli bekas dapat dimanfaatkan kembali oleh pihak berizin.
- **Aki bekas.** Mengandung timbal dan asam sulfat. Aki bekas tetap bermuatan listrik dan berasam, sehingga **tidak dibongkar** di bengkel.
- **Saringan oli bekas dan saringan bahan bakar bekas.** Masih berisi oli atau bensin. Saringan ditiriskan lebih dulu, lalu disimpan sebagai limbah B3, **bukan** dibuang ke tempat sampah umum.
- **Majun atau kain terkontaminasi** oli atau pelarut. Majun bersih bukan B3, tetapi bila sudah berminyak ia menjadi limbah B3 dan mudah terbakar sendiri bila ditumpuk, sehingga disimpan dalam wadah logam tertutup.
- **Minyak rem bekas.** Menyerap air dan merusak cat serta beracun bagi lingkungan; disimpan terpisah dari oli.
- **Cairan pendingin bekas.** Biasanya mengandung etilen glikol yang **beracun walaupun berasa manis**, sehingga berbahaya bagi hewan dan anak-anak; tidak dibuang ke tanah atau saluran.
- **Refrigeran AC.** Dipulihkan dengan mesin khusus dan tidak dilepas ke udara (sub bab 1.4).
- **Kemasan bekas** bahan B3, misalnya kaleng cat, botol pelumas, dan kaleng pelarut, yang

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

masih bersisa isi atau terkontaminasi.

Sebaliknya, kardus bersih, kertas, dan sisa makanan tergolong sampah biasa. **Yang menentukan adalah ada atau tidaknya kontaminasi B3**, bukan jenis bendanya. Majun bersih dan majun berminyak adalah benda yang sama tetapi golongannya berbeda.

3. Wadah, penyimpanan, dan penanganan

Gambar 2.12 merangkum wadah dan perlakuan tiap limbah.

Limbah bengkel: wadah dan perlakuannya

Limbah	Wadah dan penyimpanan	Penanganan akhir
Oli bekas	drum atau jeriken tertutup berlabel, di atas bak penahan	diserahkan ke pengumpul berizin
Aki bekas	berdiri tegak, tertutup rapat, di rak tahan asam; jangan dibongkar	pengumpul atau daur ulang berizin
Saringan oli bekas	ditiriskan dulu, simpan di wadah tertutup berlabel	pengumpul berizin; bukan tempat sampah umum
Majun berminyak	wadah logam tertutup, jauh dari api	limbah B3, bukan sampah biasa
Minyak rem bekas	botol tertutup berlabel, terpisah dari oli	pengumpul berizin
Cairan pendingin bekas	wadah tertutup berlabel; beracun walau berasa manis	pengumpul berizin; jangan ke tanah atau saluran
Refrigeran bekas	tabung khusus hasil pemulihan	didaur ulang atau dimusnahkan oleh pihak berizin

Jenis limbah tidak dicampur: oli, minyak rem, dan cairan pendingin masing-masing wadahnya sendiri.

Gambar 2.12 Limbah bengkel: wadah dan perlakuannya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Prinsip umumnya:

- **Wadah tertutup, kuat, tidak bocor, dan berlabel.** Drum atau jeriken yang dipakai cocok dengan isinya.
- **Satu jenis, satu wadah.** Oli bekas tidak dicampur dengan minyak rem, cairan pendingin, atau pelarut. Pencampuran dapat menimbulkan reaksi, menyulitkan pengolahan, dan menurunkan nilai pemanfaatan.
- **Di atas bak penahan atau lantai kedap**, agar bila wadah bocor tidak meresap ke tanah.
- **Tempat penyimpanan sementara** yang beratap, berventilasi, jauh dari api, saluran, dan anak-anak, serta dikunci. Waktu penyimpanan dibatasi oleh aturan, sehingga limbah tidak ditimbun tanpa batas.
- **Dilarang** membuang ke saluran atau tanah, membakar terbuka, dan mencampur dengan sampah biasa.

4. Menangani tumpahan

Tumpahan oli, terutama yang dekat saluran, harus ditangani cepat agar tidak menyebar. Gambar 2.13 menunjukkan urutan langkahnya.



Gambar 2.13 Menangani tumpahan oli, terutama dekat saluran air. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **Hentikan sumber** dan batasi area. Tegakkan wadah yang bocor dan beri tanda agar orang tidak lewat.
2. **Lindungi saluran** dengan penutup atau bantalan penyerap, karena tujuan utama adalah mencegah oli masuk ke saluran.
3. **Taburi penyerap kering**, misalnya serbuk penyerap atau pasir. **Jangan menyiram dengan air atau sabun**, karena air memindahkan oli ke saluran dan sabun mengemulsikannya sehingga makin sulit diambil.
4. **Sapu dan kumpulkan** penyerap yang sudah basah oli ke wadah limbah B3 berlabel.
5. **Bersihkan sisa** dengan majun. Majun bekas itu pun limbah B3.

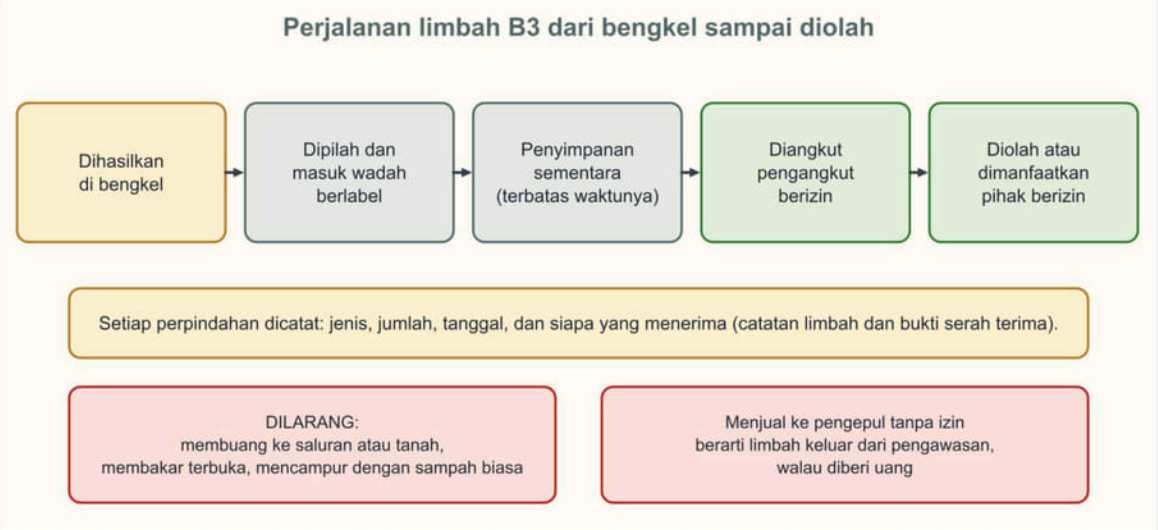
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

6. **Catat dan laporkan** jumlah, penyebab, dan tindakannya.

Pakai APD (sarung tangan tahan bahan kimia dan sepatu tertutup) selama menangani tumpahan, dan jauhkan sumber api bila tumpahan berupa bensin atau pelarut.

5. Perjalanan limbah dan pengumpul berizin

Limbah B3 tidak berhenti di gerbang bengkel. Gambar 2.14 menunjukkan perjalanannya.



Gambar 2.14 Perjalanan limbah B3 dari bengkel sampai diolah. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Limbah dipilah dan dimasukkan ke wadah berlabel, disimpan sementara, lalu **diangkut oleh pengangkut berizin** dan **diolah atau dimanfaatkan oleh pihak berizin**. Izin itu penting karena mereka memiliki fasilitas yang aman dan diawasi. **Menjual limbah ke pengepul yang tidak berizin** berarti limbah keluar dari pengawasan: oli bekas bisa berakhir dicampur ke bahan bakar atau dibuang ke sungai, dan penghasil limbah tetap bertanggung jawab. Walaupun pengepul menawarkan uang, itu bukan alasan.

Setiap perpindahan limbah **dicatat**: jenis, jumlah, tanggal, dan penerimanya. Catatan membuktikan bahwa limbah tidak hilang di tengah jalan dan membantu bengkel memeriksa penyimpanan.

6. Tanggung jawab penghasil dan cara mengurangi limbah

Aturan lingkungan menempatkan tanggung jawab pada **penghasil limbah**, yaitu pihak yang kegiatannya menimbulkan limbah. Tanggung jawab itu berlaku **dari awal sampai akhir**: sejak limbah terbentuk, selama disimpan, sampai benar-benar diolah. Artinya, bengkel tidak terbebas dari tanggung jawab hanya karena limbah sudah diambil orang. Bila limbah yang diserahkan ke pihak tidak berizin lalu mencemari sungai, bengkel penghasilnya tetap dapat dimintai pertanggungjawaban, dan pelanggaran dapat dikenai sanksi administratif sampai pidana. Kewajiban dasar penghasil limbah B3 di antaranya mengidentifikasi limbahnya, memilah, menyimpan dengan benar, mencatat, dan menyerahkannya kepada pihak berizin.

Cara terbaik menangani limbah adalah **mengurangi produksinya sejak sumbernya**. Urutan pilihannya, dari yang paling baik: kurangi, pakai ulang, daur ulang atau manfaatkan,

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

olah, dan barulah timbun. Contoh di bengkel:

- **Kurangi:** ganti oli menurut jadwal pabrik, bukan jauh lebih sering; hindari tumpahan dengan memakai corong dan bak penampung; beli bahan dalam ukuran yang sesuai kebutuhan agar tidak bersisa kedaluwarsa.
- **Pakai ulang:** gunakan majun kain yang dapat dicuci oleh penyedia jasa binatu industri, bukan majun sekali pakai yang langsung menjadi limbah B3; kemasan yang masih sesuai dapat dipakai kembali untuk bahan yang sama.
- **Manfaatkan:** oli bekas dapat diolah ulang menjadi bahan bakar industri atau pelumas dasar oleh pihak berizin, sehingga penyerahan oli bekas yang benar justru memberi manfaat.
- **Olah:** limbah yang tidak dapat dimanfaatkan diolah oleh pihak berizin dengan cara yang aman.

Dengan cara pandang ini, limbah B3 tidak sekadar masalah buangan, tetapi bagian dari pengelolaan bengkel yang baik: lebih hemat, lebih aman, dan lebih dipercaya pelanggan serta masyarakat sekitar.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Menggolongkan limbah

Sebuah bengkel menghasilkan: (1) kardus kemasan filter yang masih bersih; (2) majun yang basah oleh oli; (3) busi bekas; (4) kaleng pelarut bekas yang masih bersisa; (5) kertas bekas tulis. Mana yang termasuk limbah B3?

Langkah:

1. Periksa kontaminasi B3 pada tiap benda.
2. Kardus bersih dan kertas tulis tidak terkontaminasi: sampah biasa.
3. Majun berminyak (kontaminasi oli) dan kaleng pelarut yang bersisa (pelarut mudah menyala) adalah limbah B3.
4. Busi bekas adalah logam dan keramik yang tidak mengandung zat berbahaya khusus; dapat dipilah sebagai limbah logam.

Jawaban: nomor 2 dan 4. Yang menentukan adalah kontaminasi B3, bukan jenis bendanya.

Contoh 2: Urutan perjalanan limbah

Susun urutan: (P) disimpan sementara di tempat penyimpanan berlabel; (Q) diangkut oleh pengangkut berizin; (R) dipilah dan dimasukkan ke wadah berlabel; (S) diolah oleh pihak berizin.

Langkah:

1. Limbah dipilah lebih dulu di sumber: R.
2. Disimpan sementara: P.
3. Diangkut: Q.
4. Diolah: S.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Jawaban: R → P → Q → S. Pegangan: **pilah dulu, simpan, angkat berizin, olah berizin**.

Contoh 3: Menilai penyimpanan aki bekas

Di pojok bengkel, enam aki bekas ditumpuk berbaring di tanah terbuka yang terkena hujan, dan salah satunya retak serta merembes. Apa yang keliru, dan apa perbaikannya?

Langkah:

1. Posisi: aki berbaring dapat menumpahkan asam; harus berdiri tegak dan tertutup rapat.
2. Tempat: tanah terbuka kena hujan membuat asam dan timbal larut ke tanah; harus di rak tahan asam yang beratap dan berlantai kedap.
3. Aki yang retak: tangani sebagai tumpahan asam dengan APD dan penetral, serahkan sebagai limbah B3.
4. Akhir: serahkan ke pengumpul berizin; jangan dibongkar atau dijual ke pihak tanpa izin.

Jawaban: aki ditegakkan di rak tahan asam beratap dan berlantai kedap, yang retak ditangani sebagai tumpahan, lalu seluruhnya diserahkan ke pengumpul berizin.

Contoh 4: Membaca catatan limbah

Catatan oli bekas bengkel sekolah: awal bulan 20 liter; dihasilkan selama bulan itu 45 liter; diserahkan ke pengumpul berizin 50 liter. Drum penampung berkapasitas 200 liter. Berapa sisa di bengkel, dan apakah drum aman dari kelebihan isi?

Langkah:

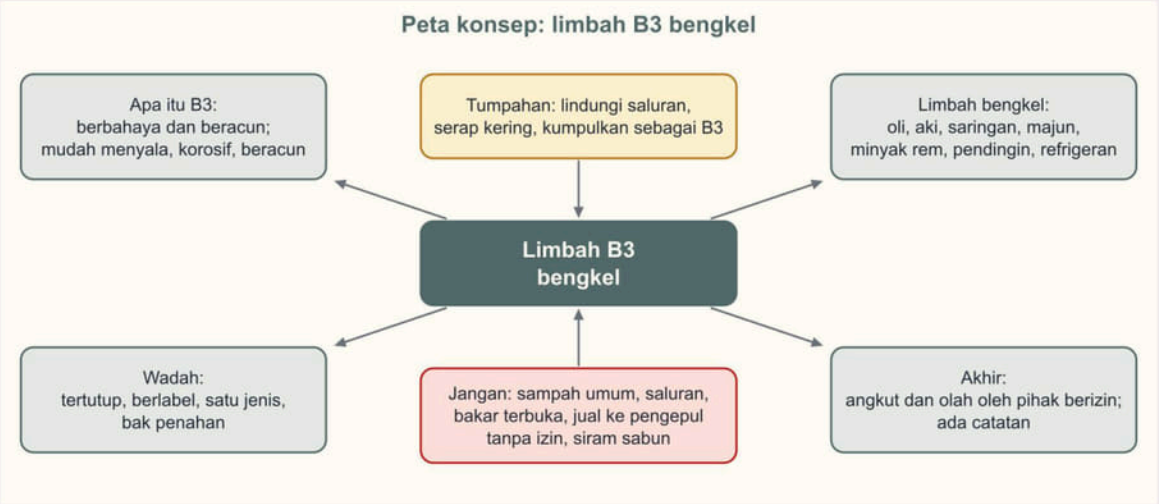
1. Hitung sisa: 20 + 45 − 50 = 15 liter.
2. Bandingkan dengan kapasitas: 15 liter jauh di bawah 200 liter.
3. Periksa catatan: setiap penyerahan harus ada bukti serah terima.

Jawaban: sisa 15 liter, aman dari kelebihan isi. Catatan harus disertai bukti serah terima agar jumlah yang keluar dapat dibuktikan.

❖ PETA KONSEP

Ringkasan sub bab ini terlihat pada Gambar 2.15.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 2.15 Peta konsep sub bab 2.3. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- Limbah B3 ditentukan oleh sifat dan kontaminasinya: mudah menyala, korosif, beracun, mudah meledak.
- Limbah B3 bengkel: oli, aki, saringan, majun berminyak, minyak rem, cairan pendingin, refrigeran.
- Wadah tertutup, berlabel sejak awal, satu jenis, di atas bak penahan.
- Tumpahan: hentikan, lindungi saluran, taburi penyerap kering, kumpulkan sebagai B3; jangan disiram air atau sabun.
- Akhir limbah: pengangkut dan pengolah berizin, disertai catatan; jangan dijual ke pengepul tanpa izin.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Soal limbah B3 umumnya berupa tabel atau kejadian dengan beberapa pernyataan. Gunakan langkah berikut.

1. **Periksa tiap limbah satu per satu.** Tanyakan: apakah ia B3? Apa wadah dan penyimpanannya? Apakah tujuan akhirnya berizin?
2. **Bandingkan dengan prinsip:** tertutup, berlabel, satu jenis, tidak ke saluran atau tanah, ke pihak berizin.
3. **Pada soal tumpahan, pilih urutan yang melindungi saluran lebih dulu** dan memakai penyerap kering.
4. **Pada soal catatan, hitung dan cocokkan** jumlah masuk, keluar, dan sisa.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Oli bekas dijual ke pengepul tanpa izin** karena "ada yang mau beli".
- **Saringan oli bekas dibuang ke tempat sampah umum** setelah ditiriskan.
- **Menyiram tumpahan dengan air dan sabun,** yang justru menyebarkan oli.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- **Membongkar aki bekas** untuk mengambil timbal atau asamnya.
- **Mencampur oli, minyak rem, dan cairan pendingin** dalam satu drum agar "hemat tempat".
- **Menganggap majun berminyak sama dengan majun bersih.**
- **Menyimpan limbah tanpa label atau dengan wadah terbuka.**
- **Menganggap catatan tidak perlu** karena limbahnya sedikit.

> Contoh salah tafsir: pada soal tentang bengkel yang kehabisan wadah untuk minyak rem bekas, seorang siswa memilih "tuang saja ke drum oli bekas supaya hemat tempat, toh sama-sama limbah B3". Padahal pencampuran menyulitkan pengolahan, menurunkan nilai pemanfaatan oli, dan dapat menimbulkan reaksi. Jawaban yang tepat menyiapkan wadah tertutup berlabel tersendiri untuk minyak rem bekas.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menyajikan catatan limbah bengkel sekolah dengan beberapa jenis limbah dan cara penyimpanannya. Perhatikan bagaimana tiap baris dinilai satu per satu.

►. Guru meminta siswa memeriksa pencatatan limbah bengkel sekolah pada akhir minggu (2027).

Jenis limbah	Jumlah	Cara penyimpanan saat ini
Oli bekas	40 liter	drum tertutup berlabel "Limbah B3 – oli bekas"
Filter oli bekas	12 buah	tempat sampah umum setelah ditiriskan
Majun berminyak	3 kg	karung bersama kardus bekas
Aki bekas	2 unit	rak beratap, posisi tegak
Minyak rem bekas	1 liter	dituang ke drum oli bekas

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Pernyataan yang tepat tentang pengelolaan limbah tersebut adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Penyimpanan oli bekas sudah sesuai karena wadahnya tertutup dan berlabel.
☐ B. Filter oli bekas boleh dibuang ke tempat sampah umum asalkan olinya sudah ditiriskan.
☐ C. Majun berminyak perlu dipisahkan dari kardus dan disimpan di wadah limbah B3.
☐ D. Minyak rem bekas sebaiknya tetap dituang ke drum oli bekas agar wadah lebih hemat.
☐ E. Aki bekas disimpan tegak di rak beratap sambil menunggu diserahkan ke pengumpul berizin.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Pembahasan **Kunci: A, C, E**

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Limbah B3 bengkel (oli bekas, filter oli, majun berminyak, aki bekas, minyak rem) disimpan terpisah menurut jenisnya, dalam wadah tertutup berlabel, lalu diserahkan kepada pengelola berizin. Limbah B3 tidak boleh dicampur dengan sampah biasa atau dengan jenis B3 lain.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Wadah tertutup dan berlabel adalah syarat dasar penyimpanan limbah B3 cair.

• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: walaupun ditiriskan, filter masih mengandung sisa oli, sehingga tetap limbah B3.

• **Pernyataan 3** ✓ Majun berminyak adalah limbah B3 dan mudah terbakar; tidak boleh dicampur dengan sampah biasa.

• **Pernyataan 4** ✗ Jenis limbah B3 yang berbeda tidak boleh dicampur; minyak rem disimpan dalam wadah tersendiri.

• **Pernyataan 5** ✓ Aki bekas mengandung asam dan timbal; disimpan tegak agar tidak bocor lalu diserahkan ke pihak berizin.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 5.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk tiap soal, tulis dulu limbahnya dan prinsip yang berlaku.

1. Saat mengganti oli di bengkel sepeda motor (2027), Nanda tidak sengaja menumpahkan sekitar 1 liter oli bekas ke lantai dekat saluran air hujan. Bengkel memiliki serbuk penyerap oli, sapu, sekop kecil, dan wadah limbah B3 berlabel.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang paling tepat adalah ....

A. Menyiram tumpahan dengan air sabun agar lantai cepat bersih dan tidak licin lagi
B. Menyapu oli ke saluran air hujan lalu membilas lantai dengan air bersih
C. Menaburi pasir, lalu membuang pasir berminyak ke tempat sampah umum
D. Menaburi serbuk penyerap, lalu memasukkannya ke wadah limbah B3 berlabel
E. Menyeka oli dengan majun, lalu membakar majun itu di belakang bengkel

2. Bengkel otomotif sekolah menempelkan garis kuning di lantai untuk menandai jalur jalan, area kerja tiap mobil, dan tempat tetap peralatan besar seperti dongkrak buaya dan kompresor (2027).
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kegiatan itu termasuk bagian dari 5R yang disebut ....

A. ringkas
B. rapi
C. resik
D. rawat
E. rajin

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Kunci singkat: 1. D 2. B

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menjelaskan mengapa majun bersih dan majun berminyak digolongkan berbeda, padahal bendanya sama?
- Mengapa tumpahan oli tidak disiram dengan air atau sabun, dan apa yang dilakukan lebih dulu?
- **Yang harus kuingat:** golongkan menurut kontaminasi, simpan tertutup dan berlabel, satu jenis satu wadah, lindungi saluran, dan serahkan hanya ke pihak berizin.



Latihan interaktif di LMS

Sub bab 2.3: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkto&node=SMKTO-2.3

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 2.4 · Tanggap darurat: kebakaran, listrik, dan gas

SMKTO-2.4

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu **menangani keadaan darurat di bengkel**: kebakaran, kecelakaan listrik, kebocoran atau keracunan gas, serta evakuasi. Soalnya berbentuk kejadian mendadak, misalnya api muncul di bak oli, kabel meleleh, atau alarm berbunyi, dan kamu harus memilih tindakan yang **paling tepat dan paling aman, dalam urutan yang benar**. Jawaban yang salah biasanya bukan sesuatu yang aneh, tetapi tindakan yang terdengar sigap, misalnya menyiram api oli dengan air. Karena itu, yang diuji adalah **pemahaman tentang sifat api dan listrik**, bukan keberanian.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan segitiga api dan cara memadamkan dengan memutus salah satu sisinya;
- menggolongkan kebakaran menurut kelas api dan memilih alat pemadam yang tepat;
- menyebut empat langkah memakai APAR dan syarat sebelum memakainya;
- menjelaskan tindakan pada kebakaran listrik, kebocoran gas, dan keracunan gas buang;
- menyusun urutan evakuasi, mengenali jalur evakuasi dan titik kumpul, serta memberi pertolongan pertama luka bakar.

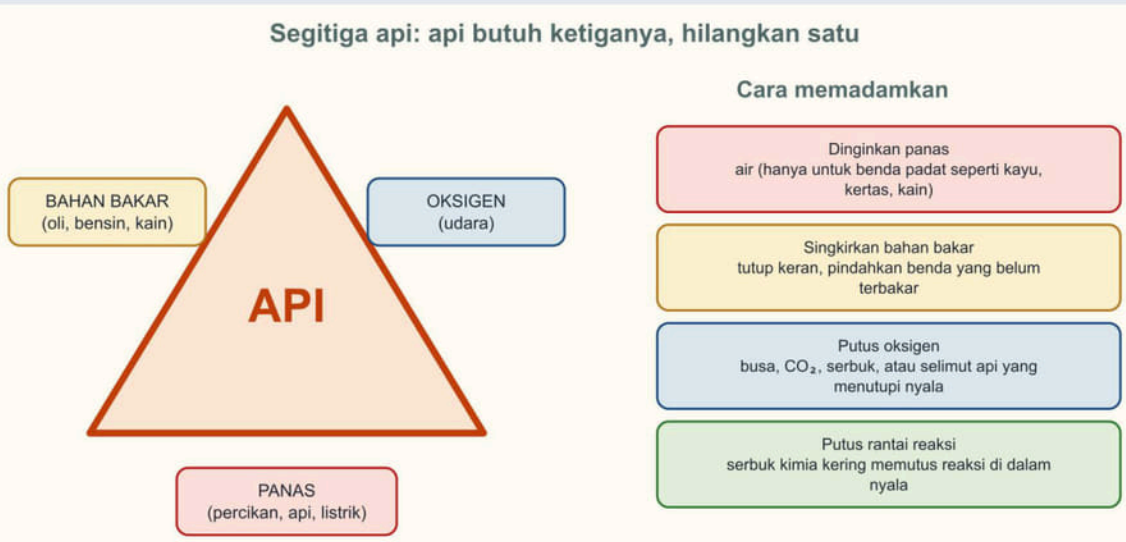
◆ KONSEP INTI

Pada keadaan darurat, ada dua kesalahan yang sering terjadi: **panik** dan **bertindak tanpa memahami**. Dalam kebakaran, setiap detik berharga, tetapi tindakan yang salah dapat memperburuk keadaan. Pengetahuan yang tepat membuat kamu bergerak cepat **dan** benar. Prinsip yang paling mendasar: **keselamatan manusia lebih penting daripada menyelamatkan barang atau kendaraan**.

1. Segitiga api

Api dapat menyala hanya bila ada tiga unsur sekaligus: **panas** (percikan, nyala, listrik), **bahan bakar** (oli, bensin, kain, kertas), dan **oksigen** (udara). Gambar 2.16 menunjukkan hubungannya. Bila salah satu unsur dihilangkan, api padam.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 2.16 Segitiga api: api butuh ketiganya, hilangkan satu. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Dari situ lahirlah empat cara memadamkan:

- **Mendinginkan** panas dengan air (hanya pada benda padat seperti kayu, kertas, dan kain).
- **Menyingkirkan bahan bakar**: menutup keran, memindahkan benda yang belum terbakar.
- **Memutus oksigen**: busa, CO_2, serbuk, atau selimut api yang menutupi nyala.
- **Memutus rantai reaksi**: serbuk kimia kering menghentikan reaksi di dalam nyala.

Bengkel penuh dengan ketiga unsur itu: bensin dan oli sebagai bahan bakar, percikan las atau gerinda dan listrik sebagai panas, serta udara di mana-mana. Pencegahan, yaitu menjauhkan salah satunya, jauh lebih baik daripada memadamkan. Kain berminyak yang ditumpuk dapat menimbulkan panas sendiri dari oksidasi minyak sampai terbakar, sehingga harus disimpan di wadah logam tertutup.

Oksigen bukan bahan bakar, tetapi **mempercepat** pembakaran. Karena itu tabung oksigen dan tabung gas las (asetilen) harus disimpan tegak dan terikat, dengan tutup pelindung terpasang, dipisahkan satu sama lain, dan dijauhkan dari panas serta percikan. Tabung yang terkena panas dapat meledak.

2. Kelas api dan alat pemadam

Tidak semua api dipadamkan dengan cara yang sama. Api digolongkan menurut bahan yang terbakar (Gambar 2.17).

Kelas api dan alat pemadam yang tepat

Kelas	Terbakar apa	Alat yang tepat	Jangan
A	benda padat: kayu, kertas, kain, ban	air, busa, serbuk kimia kering (ABC)	tidak ada larangan khusus
B	cairan dan gas mudah terbakar: bensin, oli, cat, pelarut	busa, CO_2, serbuk kimia kering	JANGAN air: oli mengapung dan api menyebar
C	peralatan listrik bertegangan: kabel, stopkontak, panel	CO_2, serbuk kimia kering; putus arus lebih dulu	JANGAN air dan busa: menghantarkan listrik
D	logam yang mudah terbakar (jarang di bengkel)	serbuk khusus logam	JANGAN air: dapat memperbesar api

Serbuk kimia kering (ABC) adalah pilihan serba guna untuk bengkel; selalu baca label APAR.

Gambar 2.17 Kelas api dan alat pemadam yang tepat. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Kelas A:** benda padat (kayu, kertas, kain, ban). Dipadamkan dengan air, busa, atau serbuk kimia kering.
- **Kelas B:** cairan dan gas mudah terbakar (bensin, oli, cat, pelarut). Dipadamkan dengan busa, CO_2, atau serbuk kimia kering. **Jangan air:** oli lebih ringan dari air sehingga mengapung dan api menyebar bersama air.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- **Kelas C:** peralatan listrik bertegangan (kabel, stopkontak, panel). Dipadamkan dengan CO_2 atau serbuk kimia kering **setelah arus diputus bila aman**. **Jangan air dan busa**, karena keduanya menghantarkan listrik dan dapat menyetrum pemadam.
- **Kelas D:** logam yang mudah terbakar (jarang di bengkel). Memerlukan serbuk khusus.

APAR (alat pemadam api ringan) yang paling cocok untuk bengkel adalah **serbuk kimia kering (ABC)** karena dapat dipakai pada kelas A, B, dan C. **APAR CO_2** cocok untuk kebakaran listrik dan cairan karena tidak meninggalkan residu pada peralatan. Selalu baca label APAR untuk mengetahui kelas api yang boleh dipadamkannya. APAR harus mudah dijangkau, tidak terhalang barang, dan diperiksa tekanannya secara berkala.

3. Cara memakai APAR

Memakai APAR memerlukan empat gerakan yang mudah diingat: **tarik, arahkan, tekan, sapu** (Gambar 2.18).



Gambar 2.18 Memakai APAR: tarik, arahkan, tekan, sapu. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **Tarik** pin pengaman.
2. **Arahkan** selang ke **pangkal api**, bukan ke nyalanya, dari jarak aman sekitar dua sampai tiga meter.
3. **Tekan** tuas untuk melepas isi.
4. **Sapu** dari sisi ke sisi sambil maju pelan.

Sebelum memakai, pastikan tiga hal: **apinya masih kecil**, **jalur keluar ada di belakangmu**, dan **APAR sesuai kelas api**. Bila api sudah membesar, asap tebal, atau kamu ragu, **jangan melawan api: evakuasi dan hubungi bantuan**. Bila APAR habis dan api belum padam, itu juga tanda untuk keluar. Kendaraan yang terbakar jangan didorong atau dipindahkan oleh orang yang tidak terlatih.

4. Kebakaran listrik

Kebakaran listrik berbeda karena **sumber panasnya adalah aliran listrik itu sendiri**.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Urutan yang aman:

1. **Putus arus lebih dulu** bila dapat dijangkau dengan aman: matikan MCB atau saklar utama, atau cabut steker dengan memegang badan steker, bukan kabelnya, **dan hanya bila tidak ada api di dekat tanganmu**.
2. **Baru padamkan** dengan APAR CO_2 atau serbuk. **Jangan memakai air**.
3. **Jangan menyentuh korban yang tersengat** sebelum arus diputus; bila perlu dorong korban dengan benda kering yang tidak menghantarkan listrik, misalnya kayu kering.
4. **Panggil bantuan** dan beri pertolongan pertama.

Tanda awal yang harus dianggap serius: steker atau kabel yang berbau gosong, panas, atau memercik. Kerusakan itu diperbaiki sebelum menjadi kebakaran.

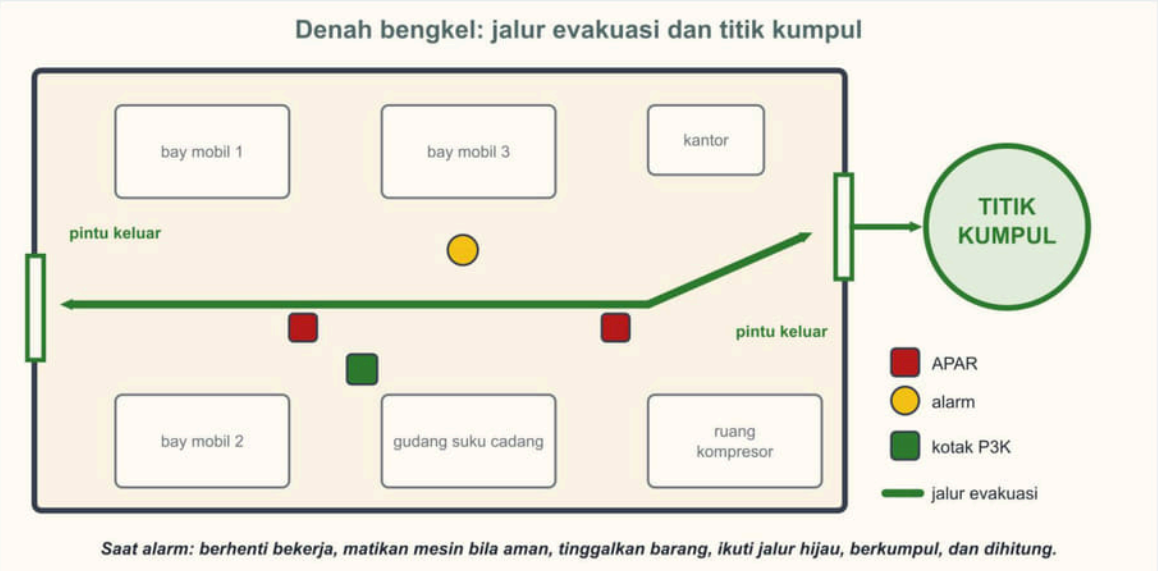
5. Gas: kebocoran dan keracunan

Dua bahaya gas di bengkel adalah **gas yang mudah terbakar** (asetilen, LPG) dan **gas beracun** (karbon monoksida dari gas buang).

- **Kebocoran gas mudah terbakar:** tutup katup bila aman, **jangan menyalakan** atau mematikan listrik di dekatnya (percikan dapat menyulut gas), buka ventilasi, jauhkan sumber api, dan keluarkan orang dari area.
- **Keracunan gas buang:** pindahkan korban ke **udara segar** lebih dulu (tanpa membahayakan dirimu), longgarkan pakaian, hubungi layanan darurat, dan beri napas buatan bila korban tidak bernapas dan kamu terlatih. Sebelum masuk ke ruang yang penuh gas, pastikan ventilasi dibuka atau memakai alat bantu napas yang tepat; penolong yang ikut pingsan hanya menambah korban.

6. Evakuasi

Evakuasi yang tertib menyelamatkan nyawa. Gambar 2.19 menunjukkan contoh denah sebuah bengkel.



Gambar 2.19 Denah bengkel: jalur evakuasi dan titik kumpul. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Saat alarm berbunyi atau diberi aba-aba:

1. **Berhenti bekerja** dan matikan mesin atau alat yang berbahaya **bila aman dan hanya memakan waktu singkat**.
2. **Tinggalkan barang** dan jangan kembali untuk mengambilnya.
3. **Ikuti jalur evakuasi** (tanda hijau), berjalan cepat tetapi tidak berlari, dan merunduk bila ada asap.
4. **Tutup pintu di belakangmu** bila memungkinkan, agar api dan asap menyebar lebih lambat, tetapi jangan sampai menghambat orang lain keluar.
5. **Berkumpul di titik kumpul** dan **melapor agar dihitung** oleh guru atau penanggung jawab.
6. **Jangan masuk kembali** sampai dinyatakan aman oleh petugas.

Setiap bengkel juga perlu **alarm**, **APAR**, **kotak P3K**, **jalur dan pintu keluar yang tidak terhalang**, serta **latihan evakuasi** secara berkala. Nomor darurat nasional adalah **112**.

7. Pertolongan pertama luka bakar

Luka bakar ringan (kulit memerah, sedikit nyeri) ditangani dengan **mendinginkan di bawah air mengalir bersih** selama sekitar 10 sampai 20 menit, lalu ditutup kain bersih. Jangan memberi pasta gigi, mentega, atau odol; jangan memecahkan lepuh; jangan melepas pakaian yang menempel pada luka. Luka bakar yang luas, dalam, atau mengenai wajah dan tangan segera dibawa ke fasilitas kesehatan.

8. Pencegahan lebih baik daripada pemadaman

Hampir semua kebakaran bengkel dapat dicegah dengan kebiasaan sederhana. Daftar berikut sebaiknya dipahami sebagai bagian dari praktik kerja sehari-hari.

- **Dilarang merokok dan membawa api terbuka** di area kerja, gudang bahan, dan dekat penampungan bahan bakar.
- **Simpan bahan mudah terbakar** (bensin, pelarut, cat) dalam wadah tertutup rapat di lemari atau ruang penyimpanan khusus, jauh dari sumber panas, dan hanya dalam jumlah yang diperlukan di area kerja.
- **Majun berminyak** dikumpulkan di wadah logam tertutup dan dikeluarkan secara berkala, karena tumpukan kain berminyak dapat terbakar sendiri.
- **Periksa kabel dan stopkontak.** Jangan menumpuk banyak alat pada satu stopkontak bercabang, jangan memakai kabel yang terkelupas, dan perbaiki steker yang panas atau berbau gosong. Panel listrik dan MCB dirawat oleh petugas yang kompeten.
- **Jaga jalur dan peralatan darurat.** Jalur evakuasi, pintu keluar, dan APAR tidak boleh terhalang barang. APAR diperiksa tekanan dan segelnya secara berkala.
- **Rapikan dan bersihkan.** Lantai bebas tumpahan oli, dan sampah mudah terbakar tidak menumpuk (lihat 5R pada sub bab 2.6).
- **Siapkan orangnya.** Setiap orang tahu letak APAR, jalur keluar, dan titik kumpul, dan bengkel mengadakan latihan evakuasi secara berkala. Biasanya ada penanggung jawab

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

keselamatan dan regu yang dilatih untuk memberi aba-aba dan P3K.

Pada waktu darurat nyata, tiga hal yang membedakan hasil adalah **ketenangan**, **kecepatan memberi tanda bahaya**, dan **ketaatan pada aba-aba**. Teriakkan atau bunyikan alarm lebih dulu, baru bertindak; jangan berusaha menangani sendirian di balik pintu tertutup.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Memilih alat pemadam

Tumpukan kardus dan kemasan filter di gudang suku cadang tiba-tiba terbakar karena puntung rokok. Apinya masih kecil. Di dekatnya ada APAR serbuk (ABC), APAR CO_2, dan ember berisi air. Mana yang tepat?

Langkah:

1. Tentukan kelas api: kardus adalah benda padat, jadi **kelas A**.
2. Cocokkan alat: untuk kelas A, air, busa, dan serbuk ABC tepat. CO_2 kurang efektif untuk benda padat yang membara.
3. Pertimbangkan keadaan: bila ada kabel atau peralatan listrik dekat gudang, serbuk lebih aman daripada air.

Jawaban: APAR serbuk (ABC) tepat dan aman; air juga dapat dipakai bila tidak ada listrik di dekatnya. Setelah padam, cari penyebab (merokok di gudang) dan perbaiki aturannya.

Contoh 2: Urutan memakai APAR

Susun urutan yang benar: (P) sapukan dari sisi ke sisi; (Q) tarik pin pengaman; (R) tekan tuas; (S) arahkan selang ke pangkal api.

Langkah:

1. Pin dilepas lebih dulu: Q.
2. Selang diarahkan: S.
3. Tuas ditekan: R.
4. Disapukan: P.

Jawaban: Q → S → R → P (tarik, arahkan, tekan, sapu).

Contoh 3: Menolong korban gas buang

Seorang siswa terduduk lemas dan pusing di bengkel tertutup tempat mesin mobil dihidupkan dalam waktu lama. Susun urutan: (P) panggil bantuan dan layanan darurat; (Q) pindahkan korban ke udara segar; (R) buka pintu dan ventilasi serta matikan mesin; (S) periksa napas dan kesadaran korban.

Langkah:

1. Hentikan sumber bahaya dan buka ventilasi (R), dan itu aman dikerjakan cepat.
2. Pindahkan korban ke udara segar (Q).
3. Periksa napas dan kesadaran (S).

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

4. Panggil bantuan (P). Bila ada orang lain, memanggil bantuan dapat dilakukan bersamaan.

Jawaban: R → Q → S → P. Prinsipnya: **hentikan sumber, jauhkan korban, periksa, panggil bantuan**, tanpa membahayakan penolong.

Contoh 4: Tabung gas dekat percikan las

Dua tabung (oksigen dan asetilen) berdiri berdampingan tanpa terikat, hanya satu meter dari tempat siswa mengelas. Apa yang harus diperbaiki?

Langkah:

1. Posisi tabung: harus berdiri tegak dan terikat agar tidak jatuh.
2. Jarak: percikan las dapat menyulut gas bocor dan memanaskan tabung; tabung dijauhkan atau disekat dari area las.
3. Pemisahan: oksigen dan asetilen dipisahkan satu sama lain.
4. Pelindung: tutup pelindung katup terpasang saat tidak dipakai.

Jawaban: ikat tabung tegak, pisahkan oksigen dan asetilen, jauhkan atau sekat dari percikan, dan pasang tutup pelindung.

❖ PETA KONSEP

Ringkasan sub bab ini terlihat pada Gambar 2.20.



Gambar 2.20 Peta konsep sub bab 2.4. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- Api = panas + bahan bakar + oksigen; hilangkan salah satu.
- Kelas A padat, B cairan, C listrik, D logam; jangan air pada B dan C.
- APAR: tarik, arahkan ke pangkal api, tekan, sapu; hanya bila api kecil dan jalur keluar di belakang.
- Kebakaran listrik: putus arus dulu, baru CO_2 atau serbuk.
- Keracunan gas buang: udara segar lebih dulu, lindungi diri penolong.
- Evakuasi: tinggalkan barang, jalur hijau, titik kumpul, dihitung, jangan kembali.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Soal darurat menguji **keputusan dalam urutan yang benar**. Gunakan langkah berikut.

1. **Tentukan jenis keadaannya:** api apa (padat, cairan, listrik), gas apa, atau korban apa.
2. **Tentukan apakah masih aman bertindak:** api kecil dan jalur keluar jelas, atau harus evakuasi.
3. **Pilih alat atau tindakan sesuai jenisnya,** lalu susun urutan: hentikan sumber, lindungi diri, tindak, panggil bantuan.
4. **Pilih jawaban yang menyelamatkan manusia lebih dulu,** bukan barang.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Menyiram api oli atau listrik dengan air.** Itu memperluas api atau menyetrum.
- **Menutup pintu rapat lebih dulu "agar apinya kehabisan oksigen" lalu baru evakuasi.** Evakuasi lebih dulu; menutup pintu hanya sambil keluar.
- **Memindahkan atau mendorong kendaraan yang terbakar** dengan tangan kosong.
- **Mengambil barang berharga** sebelum keluar.
- **Menolong korban tersengat tanpa memutus arus.**
- **Memadamkan api besar sendirian** dan tidak ikut evakuasi.
- **Memasuki ruang penuh gas tanpa perlindungan.**
- **Memberi odol atau mentega pada luka bakar.**

> Contoh salah tafsir: pada soal tentang mobil pelanggan yang berasap dari bawah kap mesin, seorang siswa memilih "buka kap lebar-lebar supaya terlihat sumber apinya, lalu padamkan". Padahal kap yang tertutup membatasi oksigen; membukanya lebar memberi udara segar yang dapat membuat api menyembur. Jawaban yang tepat menjaga jarak, membuka kap sedikit saja (atau menyemprot lewat celah) dengan APAR yang sesuai, dan memanggil bantuan bila api tidak segera padam.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menggambarkan api yang muncul di bak oli bekas akibat percikan las. Perhatikan bagaimana kelas api menentukan alat yang dipilih.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

►. Percikan las mengenai bak penampung oli bekas di halaman samping bengkel sehingga muncul api setinggi sekitar setengah meter (2027). Angin bertiup dari arah gerbang menuju bak tersebut. Di dekat Wawan tersedia APAR serbuk kimia kering (dry powder) yang masih penuh dan selang air.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan pemadaman yang paling tepat dilakukan Wawan adalah ....

A. Menyiram api dengan air dari selang agar suhu bak cepat turun
B. Menyemprotkan APAR ke ujung atas nyala api dari jarak sangat dekat
C. Menutup pintu samping bengkel lalu menunggu petugas pemadam datang
D. Menyemprot pangkal api dari sisi bak yang berseberangan dengan gerbang
E. Menyemprot pangkal api dari arah gerbang dengan gerakan menyapu

Pembahasan **Kunci: E**

Konsep: Api oli adalah kebakaran kelas B (cairan mudah terbakar). APAR serbuk dipakai dengan teknik PASS: tarik pin, arahkan ke pangkal api, tekan tuas, sapukan ke kiri-kanan. Pemadam berdiri membelakangi angin agar api dan asap tidak mengarah ke tubuhnya.

Langkah:
1. Kelas B → air tidak boleh dipakai; APAR serbuk cocok.
2. Angin dari gerbang ke bak → berdiri di sisi gerbang (membelakangi angin).
3. Semprot ke pangkal api dengan gerakan menyapu.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Air membuat oli yang menyala terpercik dan api menyebar.
• **B.** ✗ Semprotan ke ujung api tidak memutus pembakaran di permukaan oli.
• **C.** ✗ Api kecil masih dapat dipadamkan dengan APAR yang tersedia; menunggu membuat api membesar.
• **D.** ✗ Jebakan: pangkal apinya benar, tetapi sisi seberang gerbang berada di arah tiupan angin, sehingga api dan asap tertiup ke arah pemadam.
• **E.** ✓ Berdiri di sisi gerbang berarti membelakangi angin, dan semprotan ke pangkal api dengan gerakan menyapu memadamkan permukaan oli yang terbakar.

Jawaban: E.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk tiap soal, tulis dulu kelas api atau jenis keadaannya, baru tindakannya.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

1. Saat praktik spooring di bengkel sekolah (2027), alarm kebakaran berbunyi dan asap terlihat dari gudang di ujung bengkel. Guru memberi aba-aba agar semua siswa melakukan evakuasi.

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Tindakan siswa yang sesuai prosedur adalah ....

(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Menghentikan pekerjaan dan mematikan alat yang sedang dipakai bila hal itu aman.

☐ B. Mampir ke loker untuk mengambil tas dan ponsel agar tidak hilang sebelum keluar.

☐ C. Mengikuti tanda jalur evakuasi menuju titik kumpul dengan berjalan cepat.

☐ D. Membantu memadamkan api di gudang bersama teman walaupun belum terlatih memakai APAR.

☐ E. Setelah sampai di titik kumpul, siswa yang sudah aman boleh langsung pulang agar area sekolah cepat kosong.

2. Steker dan ujung kabel listrik kompresor udara di bengkel mobil tiba-tiba berasap, mulai meleleh, dan mengeluarkan api kecil di stopkontak dinding (2027). Kompresor masih menyala. Di dekatnya ada ember berisi air, APAR CO_2, dan karung goni. Panel MCB bengkel berada sekitar 5 meter dari lokasi.

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Tindakan yang tepat dilakukan adalah ....

(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Menyiram api dengan air dari ember karena apinya masih kecil.

☐ B. Mematikan MCB di panel listrik agar aliran listrik ke kabel terputus.

☐ C. Mencabut steker yang sedang meleleh itu dengan tangan agar listrik segera terputus.

☐ D. Setelah listrik diputus, memadamkan api memakai APAR CO_2 ke pangkal api.

☐ E. Menutup api dengan karung goni basah sebelum listriknya diputus.

Kunci singkat: 1. A, C 2. B, D

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menjelaskan mengapa air tidak boleh dipakai pada api oli dan api listrik?
- Mengapa pada kebakaran listrik arus diputus lebih dulu, dan kapan kamu tidak boleh melawan api sama sekali?
- **Yang harus kuingat:** kenali kelas api, pilih alat yang tepat, putus arus dahulu pada listrik, evakuasi bila api besar, dan keselamatan manusia di atas segalanya.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 2.4: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkto&node=SMKTO-2.4

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 2.5 · Disiplin, tanggung jawab, dan SOP kerja

SMKTO-2.5

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu memahami **budaya kerja profesional**: disiplin, tanggung jawab, kerja sama, dan integritas, serta **kepatuhan pada prosedur operasi standar (SOP)**. Soal pada bagian ini berupa kisah pendek di bengkel yang memuat sebuah dilema: rekan melewatkan satu langkah penting, tenggat waktu sempit, bahan yang diminta tidak tersedia, atau alat ukur terjatuh. Kamu diminta memilih **sikap atau tindakan yang paling tepat**. Jawaban benarnya hampir selalu sama arahnya: **ikuti prosedur dan spesifikasi, lapor dengan jujur, dan jangan mengorbankan keselamatan demi cepat selesai**.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan arti disiplin, tanggung jawab, kerja sama, dan integritas dalam pekerjaan bengkel;
- menjelaskan fungsi SOP, manual pabrik, dan perintah kerja, serta mengapa spesifikasi (torsi, oli SAE) tidak boleh ditebak;
- menyebut urutan pemeriksaan harian (P2H) alat berat;
- memilih sikap yang tepat ketika rekan melewatkan langkah penting atau alat jatuh dan rusak;
- membagi pekerjaan di dalam tim agar selesai tepat waktu tanpa mengurangi mutu.

◆ KONSEP INTI

Teknisi yang hebat bukan hanya yang paling terampil dengan tangannya, tetapi yang paling dapat **dipercaya**. Kendaraan yang kamu perbaiki dipakai orang lain di jalan raya, dan kesalahan kecil, misalnya satu baut yang kurang kencang, dapat menjadi kecelakaan. Karena itu bengkel yang baik memiliki **budaya kerja**: kebiasaan bersama yang membuat pekerjaan benar dilakukan dengan benar, bahkan ketika tidak ada yang mengawasi.

1. Empat nilai budaya kerja

- **Disiplin.** Taat pada waktu, aturan, dan prosedur: datang tepat waktu, memakai APD, mengikuti langkah kerja, menjaga kerapian. Disiplin bukan soal takut dihukum, melainkan soal menjaga mutu dan keselamatan.
- **Tanggung jawab.** Menyelesaikan pekerjaan yang diterima dengan baik, merawat dan mengembalikan alat, memeriksa hasil kerja sendiri, serta **mengakui kesalahan** dan memperbaikinya. Tanggung jawab tidak berhenti ketika kendaraan keluar dari bay kerja.
- **Kerja sama.** Pembagian tugas yang adil, komunikasi yang jelas, saling membantu bila satu bagian tertinggal, dan menghargai keahlian rekan. Pekerjaan bengkel adalah kerja

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

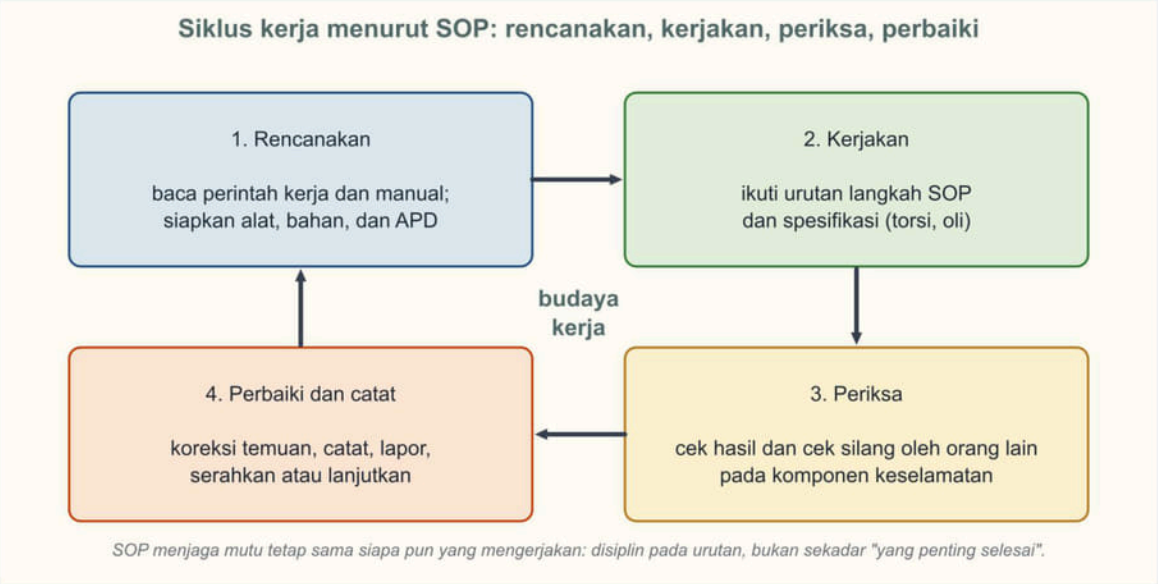
tim.

- **Integritas.** Jujur dan konsisten: **melapor kesalahan** sendiri, tidak menyembunyikan temuan, tidak memalsukan catatan, dan tidak mengambil jalan pintas yang membahayakan. Integritas berarti bertindak benar walaupun tidak ada yang melihat.

Keempatnya saling menopang. Disiplin tanpa kejujuran menghasilkan catatan yang rapi tetapi palsu. Kejujuran tanpa disiplin menghasilkan pengakuan yang datang terlambat.

2. SOP, manual, dan siklus kerja

SOP (prosedur operasi standar) adalah langkah kerja tertulis yang sama untuk semua orang yang mengerjakan tugas tertentu. SOP dibuat dari pengalaman dan dari **manual pabrik** (buku petunjuk perbaikan) supaya hasil kerja tetap sama mutunya, siapa pun yang mengerjakannya, dan supaya langkah penting tidak terlewat. Gambar 2.21 menunjukkan siklus kerja menurut SOP.



Gambar 2.21 Siklus kerja menurut SOP: rencanakan, kerjakan, periksa, perbaiki. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **Rencanakan:** baca perintah kerja dan manual, siapkan alat, bahan, dan APD.
2. **Kerjakan:** ikuti urutan langkah SOP dan spesifikasi.
3. **Periksa:** cek hasil sendiri, dan pada komponen keselamatan (rem, roda, kemudi) minta **cek silang** oleh orang lain.
4. **Perbaiki dan catat:** koreksi temuan, catat apa yang dikerjakan, dan lapor.

SOP bukan penghambat; ia menghemat waktu karena mencegah pengerjaan ulang. Mekanik yang melewatkan langkah demi menghemat lima menit dapat kehilangan jam kerja berikutnya untuk memperbaiki kerusakan, dan kehilangan kepercayaan pelanggan.

3. Perintah kerja dan spesifikasi

Perintah kerja memuat keluhan, daftar pekerjaan, dan **spesifikasi** yang harus dipatuhi (Gambar 2.22).

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Contoh perintah kerja dengan spesifikasi (data fiktif untuk latihan)

PERINTAH KERJA No. 0417

Kendaraan	Mobil penumpang 1.500 cc, 2027
Keluhan	Servis berkala 20.000 km; pedal rem terasa kurang pakem
Pekerjaan	1) ganti oli dan saringan 2) periksa kampas dan cakram rem
Spesifikasi	oli SAE 0W-20, 3,5 liter; baut kaliper 90 N·m (kunci momen)
Alat khusus	kunci momen, jangka sorong, penopang (jack stand)
Waktu	selesai sebelum pukul 15.00

Dikerjakan oleh: _____ Diperiksa oleh: _____ Diserahkan: _____

Tidak sesuai spesifikasi atau ada temuan baru? Berhenti, lapor, dan minta persetujuan.

Gambar 2.22 Contoh perintah kerja dengan spesifikasi (data fiktif untuk latihan). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Dua spesifikasi paling sering muncul pada soal:

- **Torsi pengencangan** (satuan N·m). Baut kritis seperti baut roda, kaliper rem, dan kepala silinder harus dikencangkan dengan **kunci momen** sesuai angka manual. Terlalu longgar membuat baut lepas, terlalu kencang merusak ulir atau mematahkan baut. Mengencangkan "kira-kira" dengan tangan atau dengan kunci impak tanpa kontrol bukan cara yang sah untuk komponen keselamatan.
- **Kekentalan oli (SAE).** Angka seperti 0W-20 atau 10W-40 menentukan seberapa encer oli saat dingin dan panas. Mesin dirancang untuk kekentalan tertentu; oli yang tidak sesuai dapat meningkatkan keausan, memengaruhi hemat bahan bakar, dan dapat membatalkan garansi. Bila oli yang diminta habis, **jangan menggantinya sendiri**; lapor kepada kepala mekanik dan minta keputusan, karena pelanggan juga berhak mengetahuinya.

Prinsipnya: **spesifikasi tidak ditebak dan tidak diganti diam-diam**. Bila spesifikasi tidak dapat dipenuhi, berhenti, lapor, dan minta persetujuan.

4. Pemeriksaan harian (P2H) alat berat

Pada alat berat (excavator, loader, truk tambang), kerusakan kecil yang tidak terlihat dapat menjadi kecelakaan besar atau menghentikan seluruh proyek. Karena itu operator wajib melakukan **P2H (pemeriksaan harian)** sebelum alat dipakai (Gambar 2.23).



Gambar 2.23 Pemeriksaan harian (P2H) alat berat sebelum dipakai. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Urutannya dari yang paling mudah dilihat ke yang memerlukan alat menyala: keliling unit (kebocoran, retak, baut longgar, ban atau rantai), periksa level (oli mesin, oli hidrolik, pendingin, bahan bakar), periksa kabin (sabuk, lampu, klakson, alarm mundur), hidupkan dan dengarkan, uji fungsi tanpa beban, lalu **catat dan lapor**. Bila ada temuan serius, unit **ditandai "jangan dioperasikan"** sampai diperbaiki. Mengoperasikan alat tanpa P2H, atau mencatat "baik" tanpa memeriksa, melanggar disiplin dan integritas sekaligus.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

5. Kerja sama dan pembagian tugas

Dalam tim, tenggat waktu menjadi tanggung jawab bersama. Beberapa kebiasaan baik:

- **Bagi tugas menurut keahlian dan beban**, bukan menurut siapa yang diam.
- **Komunikasikan kemajuan** dan hambatan sejak dini, bukan di menit terakhir.
- **Saling membantu** ketika satu bagian selesai lebih dulu, tanpa mengabaikan tugas sendiri dan tanpa menurunkan mutu.
- **Cek silang** pekerjaan penting, dan terima koreksi tanpa tersinggung.
- **Jangan menyalahkan** rekan di depan pelanggan; bahas di dalam tim.

Tenggat yang sempit **tidak membenarkan** melewatkan langkah keselamatan. Bila pekerjaan tidak dapat selesai tepat waktu, cara yang jujur adalah **memberi tahu pelanggan** dan menetapkan waktu baru.

6. Ketika terjadi kesalahan atau kerusakan

Kesalahan pasti terjadi; yang membedakan teknisi profesional adalah cara menanganinya. Misalnya, alat ukur atau kunci momen terjatuh. Alat itu mungkin bergeser tanpa terlihat dari luar, dan hasil ukur yang salah dapat menurunkan mutu pekerjaan berikutnya (Gambar 2.24).



Gambar 2.24 Alat ukur atau alat penting jatuh atau rusak: apa yang dilakukan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Langkahnya: berhenti dan periksa keadaan (ada yang terluka?), **lapor segera** kepada guru atau kepala bengkel, **pisahkan dan tandai** alat itu agar tidak terpakai, **periksa atau kalibrasi ulang** oleh yang berwenang, lalu pakai kembali hanya bila lolos. Menyembunyikan alat yang jatuh berarti menanggung risiko bahwa orang lain memakainya tanpa tahu.

7. Serah terima pekerjaan dan etika terhadap pelanggan

Pekerjaan bengkel sering berpindah tangan: dari satu giliran kerja ke giliran berikutnya, atau dari mekanik ke inspektur mutu. Kesalahan paling sering terjadi **di titik serah terima**, yaitu ketika informasi tidak sampai. Karena itu, serah terima dilakukan **tertulis dan jelas**: apa

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

yang sudah selesai, apa yang belum, bahaya atau kondisi khusus (misalnya sistem bahan bakar masih terbuka atau baut belum dikencangkan), serta kondisi alat dan bahan. Pekerjaan yang setengah jadi diberi tanda yang terlihat, misalnya kartu "sedang dikerjakan: baut roda belum dikencangkan", agar orang lain tidak menyalakan atau menjalankan kendaraan itu.

Budaya kerja juga mencakup sikap terhadap pelanggan dan milik mereka:

- **Jaga milik pelanggan.** Gunakan penutup jok, penutup setir, dan penutup spatbor; kembalikan barang pribadi di dalam kendaraan; jangan memakai kendaraan pelanggan untuk kepentingan sendiri.
- **Jujur tentang pekerjaan dan biaya.** Jelaskan apa yang ditemukan dan apa yang dikerjakan, dan jangan menambah pekerjaan atau mengganti komponen tanpa persetujuan.
- **Jaga kerahasiaan data.** Riwayat servis, nomor kendaraan, dan data lokasi pelanggan tidak dibagikan kepada pihak yang tidak berkepentingan.
- **Bersikap sopan dan jelas.** Penjelasan yang tenang dan terbuka membuat pelanggan percaya, bahkan ketika kabarnya tidak menyenangkan.

Semua kebiasaan itu terlihat kecil, tetapi **kepercayaan dibangun dari hal kecil yang dilakukan konsisten**. Satu catatan palsu atau satu baut yang tidak diperiksa dapat menghapus kepercayaan yang dibangun bertahun-tahun.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Catatan yang tidak jujur

Seorang teknisi menandatangani lembar pemeriksaan "rem diperiksa, baik" untuk sebuah mobil, tetapi sebenarnya ia belum memeriksa kampas belakang karena kendaraan itu ditunggu pelanggan. Kepala mekanik mengira semuanya aman. Bagaimana menilainya?

Langkah:

1. Identifikasi nilai yang dilanggar: **integritas** (catatan tidak sesuai kenyataan) dan **tanggung jawab**.
2. Nilai akibatnya: rem adalah komponen keselamatan; bila kampas belakang sebenarnya habis, pelanggan dan orang lain berisiko.
3. Tentukan tindakan yang benar: mengaku, memeriksa sekarang, memperbaiki catatan, dan memberi tahu pelanggan bila perlu menunggu.

Jawaban: perilaku itu keliru. Teknisi harus segera memeriksa kampas belakang, memperbaiki catatan, dan melapor. Mencatat sesuatu yang tidak dikerjakan adalah pelanggaran integritas.

Contoh 2: Alat ukur jatuh

Dalam praktik, Alif menjatuhkan mikrometer ke lantai beton. Alat itu tampak baik, dan temannya berkata, "Pakai saja, tidak ada yang tahu." Apa sikap yang tepat?

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Langkah:

1. Ingat risiko: alat ukur presisi dapat bergeser tanpa terlihat.
2. Periksa pilihan: memakai saja, menyembunyikan, atau melapor.
3. Pilih yang sesuai prosedur: lapor, tandai, dan kalibrasi ulang.

Jawaban: lapor kepada guru, tandai alat "jangan dipakai", dan kalibrasi ulang sebelum dipakai kembali. Menyembunyikan membahayakan hasil kerja orang berikutnya.

Contoh 3: Urutan P2H

Susun urutan P2H sebelum excavator dipakai: (P) uji fungsi rem dan hidrolik tanpa beban; (Q) periksa level oli mesin dan oli hidrolik; (R) keliling unit memeriksa kebocoran dan baut; (S) hidupkan mesin dan perhatikan indikator panel; (T) catat hasil di lembar P2H.

Langkah:

1. Mulai dari pemeriksaan visual tanpa mesin hidup: R, lalu level fluida Q.
2. Hidupkan mesin dan lihat indikator: S.
3. Uji fungsi: P.
4. Catat hasil: T.

Jawaban: R → Q → S → P → T. Pegangan: **lihat dulu, hidupkan kemudian, uji, lalu catat**.

Contoh 4: Membagi pekerjaan tim

Dua teknisi harus menyelesaikan tiga pekerjaan sebelum pukul 15.00: A (30 menit), B (45 menit), dan C (25 menit). Mereka mulai pukul 14.00. Bagaimana membagi agar tepat waktu?

Langkah:

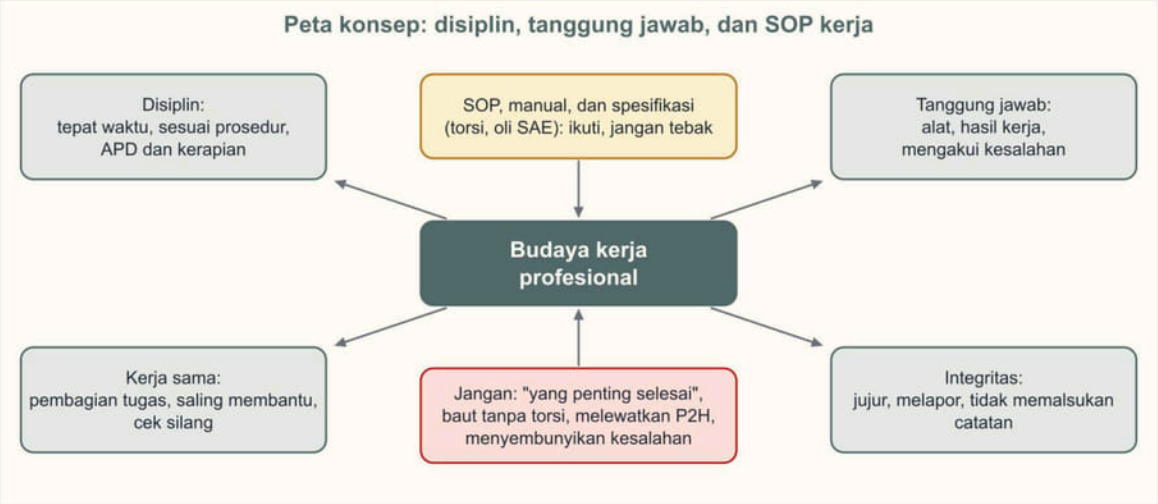
1. Hitung total pekerjaan: 30 + 45 + 25 = 100 menit; dibagi dua orang ideal masing-masing 50 menit.
2. Cari pembagian yang paling seimbang: B (45 menit) untuk satu orang, A dan C (30 + 25 = 55 menit) untuk orang kedua.
3. Bandingkan dengan batas 60 menit: 45 dan 55 menit keduanya di bawah 60.

Jawaban: orang pertama mengerjakan B, orang kedua mengerjakan A dan C. Pekerjaan selesai paling lambat pukul 14.55, dan masih ada 5 menit untuk pemeriksaan akhir bersama.

❖ PETA KONSEP

Ringkasan sub bab ini terlihat pada Gambar 2.25.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 2.25 Peta konsep sub bab 2.5. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- Empat nilai: disiplin, tanggung jawab, kerja sama, integritas; integritas berarti benar walau tidak ada yang melihat.
- SOP dan manual menjaga mutu tetap sama; siklus: rencanakan, kerjakan, periksa, perbaiki dan catat.
- Spesifikasi (torsi, oli SAE) tidak ditebak dan tidak diganti diam-diam; bila tidak terpenuhi, lapor dan minta persetujuan.
- P2H dilakukan sebelum alat berat dipakai; temuan serius berarti "jangan dioperasikan".
- Kesalahan atau alat rusak: lapor segera, pisahkan, kalibrasi, jangan disembunyikan.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Soal budaya kerja berupa dilema. Gunakan langkah berikut.

1. **Temukan nilai atau aturan yang dipertaruhkan:** keselamatan, kejujuran, spesifikasi, atau prosedur.
2. **Singkirkan pilihan yang mengutamakan kecepatan atau kenyamanan** di atas keselamatan dan prosedur.
3. **Singkirkan pilihan yang menyembunyikan** masalah atau membiarkan orang lain tidak tahu.
4. **Pilih tindakan yang memperbaiki masalah secara terbuka:** lapor, ikuti spesifikasi, minta persetujuan, dan periksa ulang.

Jebakan yang sering dipasang:

- **"Yang penting selesai tepat waktu."** Tenggat tidak membenarkan melewatkan langkah keselamatan.
- **Mengencangkan baut penting tanpa kunci momen** karena "sudah terasa kencang".
- **Mengganti oli dengan kekentalan lain** tanpa persetujuan karena "mirip".

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- **Merahasiakan kesalahan rekan atau diri sendiri** agar tidak dimarahi.
- **Mengoperasikan alat tanpa P2H** atau mencatat P2H tanpa memeriksa.
- **Menyalahkan rekan di depan pelanggan.**
- **Menganggap bantuan kepada rekan boleh menunda tugas sendiri.**
- **Memakai alat yang jatuh** karena tampak baik.

> Contoh salah tafsir: pada soal tentang operator yang mengisi lembar P2H untuk satu minggu sekaligus pada hari Senin dengan tulisan "baik" semua, seorang siswa menilai itu "efisien karena alatnya jarang rusak". Padahal P2H dimaksudkan memeriksa kondisi alat setiap hari sebelum dipakai; mengisinya di muka adalah pemalsuan catatan dan membuat kerusakan baru tidak terdeteksi. Jawaban yang tepat mengisi P2H setiap hari sesudah benar-benar memeriksa.

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menggambarkan seorang siswa PKL yang melihat rekan melewatkan langkah penting dan diminta merahasiakannya. Perhatikan nilai mana yang dipertaruhkan.

►. Saat PKL di bengkel (2027), Nadia melihat rekannya lupa mengencangkan baut kaliper rem dengan kunci momen; baut hanya dikencangkan dengan tangan. Mobil itu akan diserahkan kepada pelanggan 10 menit lagi, dan rekannya meminta Nadia merahasiakannya agar tidak ditegur.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Nadia sebaiknya segera melapor kepada kepala mekanik agar baut dikencangkan sesuai torsi sebelum mobil diserahkan.	○	○
Nadia boleh menuruti permintaan rekannya karena baut sudah terpasang dan mobil belum tentu bermasalah.	○	○
Nadia sebaiknya mengencangkan baut itu sendiri secara diam-diam tanpa mencatatnya agar rekannya tidak ditegur.	○	○

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Pembahasan **Kunci: 1B 2S 3S**

Konsep: Integritas di bengkel berarti jujur terhadap hasil kerja dan mengutamakan keselamatan pelanggan. Kesalahan yang berkaitan dengan keselamatan harus dilaporkan dan diperbaiki melalui prosedur yang tercatat.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** Baut kaliper yang kurang kencang dapat lepas dan membuat rem gagal; keselamatan pelanggan lebih penting daripada menghindari teguran.

• **Pernyataan 2 → Salah.** Baut yang belum dikencangkan sesuai torsi berisiko kendur; merahasiakannya bertentangan dengan integritas.

• **Pernyataan 3 → Salah.** Pekerjaan perbaikan harus tercatat dan diperiksa; perbaikan diam-diam menutupi kesalahan dan dapat terlewat dari pemeriksaan akhir.

Jawaban: Benar, Salah, Salah.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk tiap soal, tulis dulu nilai atau aturan yang dipertaruhkan.

1. Raka dan Sinta mendapat tugas tune-up mesin yang harus selesai sebelum pukul 12.00 (2027). Raka bertugas memeriksa dan membersihkan filter udara serta busi, sedangkan Sinta memeriksa celah katup. Pukul 11.00 bagian Raka sudah selesai, tetapi Sinta baru menyetel dua dari empat silinder karena beberapa baut pengunci sulit dibuka.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan Raka yang paling tepat adalah ....

A. Beristirahat karena bagian tugasnya sudah selesai sesuai pembagian tugas di awal
B. Menawarkan bantuan kepada Sinta lalu bersama-sama membagi sisa pekerjaan
C. Mengambil alih seluruh pekerjaan Sinta agar target dapat cepat tercapai
D. Melaporkan kepada guru bahwa Sinta bekerja terlalu lambat
E. Langsung mengerjakan silinder yang tersisa tanpa berbicara kepada Sinta

2. Bengkel mobil menerima pesanan ganti oli SAE 0W-20 sesuai rekomendasi pabrik yang tertulis di perintah kerja (2027). Saat Fikri akan mengerjakannya, stok oli 0W-20 habis; yang tersedia hanya oli 10W-40. Pelanggan sedang menunggu di ruang tunggu, dan kepala mekanik meminta pekerjaan selesai dalam 30 menit.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan Fikri yang paling tepat adalah ....

A. Memakai oli 10W-40 karena lebih kental sehingga mesin lebih terlindungi
B. Melapor ke service advisor agar pelanggan diberi tahu dan diberi pilihan
C. Memakai oli 10W-40 lalu menulis 0W-20 di stiker agar pelanggan tidak kecewa
D. Mencampur sisa oli 0W-20 dengan 10W-40 agar kekentalannya mendekati
E. Menunda pekerjaan tanpa memberi kabar sampai stok oli datang esok hari

Kunci singkat: 1. B 2. B

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menjelaskan mengapa tenggat waktu yang sempit tidak membenarkan melewatkan langkah keselamatan?
- Apa yang kamu lakukan bila oli yang diminta perintah kerja habis, dan mengapa tidak boleh menggantinya sendiri?
- **Yang harus kuingat:** ikuti SOP dan spesifikasi, lapor dengan jujur, jangan menyembunyikan kesalahan, dan keselamatan lebih penting daripada cepat selesai.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 2.5: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkto&node=SMKTO-2.5

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 2.6 · Budaya kerja 5R

SMKTO-2.6

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu memahami **budaya kerja 5R** (ringkas, rapi, resik, rawat, rajin) dan menerapkannya di bengkel. Soalnya berupa potret bengkel atau meja kerja yang berantakan, lalu kamu diminta menentukan **langkah pertama**, mencocokkan kegiatan dengan R yang tepat, atau menilai mengapa bengkel yang sudah dibereskan kembali berantakan. Yang diuji adalah **urutan dan makna tiap R**, bukan sekadar menghafal lima kata. Jebakan utamanya: menganggap 5R sama dengan bersih-bersih, dan menata barang sebelum memilahnya.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menyebut kelima R beserta padanan Jepangnya (5S) dan artinya;
- mengurutkan lima langkah 5R dan menjelaskan mengapa urutannya tidak boleh dibalik;
- mencocokkan kegiatan nyata di bengkel (membuang barang rusak, memberi label, menyapu, memasang jadwal, kebiasaan harian) dengan R yang sesuai;
- menjelaskan fungsi papan bayangan, penandaan lantai, dan kartu merah;
- melakukan audit 5R sederhana dan menjelaskan mengapa bengkel dapat kembali berantakan.

◆ KONSEP INTI

Pernahkah kamu mencari kunci pas ukuran 12 selama sepuluh menit padahal sebenarnya ada di meja? Di bengkel, waktu yang terbuang untuk mencari alat, tersandung oleh barang di lantai, atau memakai alat yang salah karena tertukar adalah **pemborosan yang tidak terlihat**. 5R adalah cara sederhana mengurangi pemborosan itu sekaligus meningkatkan keselamatan dan kebanggaan bekerja. 5R berasal dari Jepang dengan nama **5S** (*seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke*), dan kita mengenalnya dalam bahasa Indonesia sebagai **ringkas, rapi, resik, rawat, rajin**.

1. Lima langkah 5R

Gambar 2.26 menunjukkan kelima langkah beserta urutannya.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 2.26 5R: lima langkah yang berurutan dan berulang. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

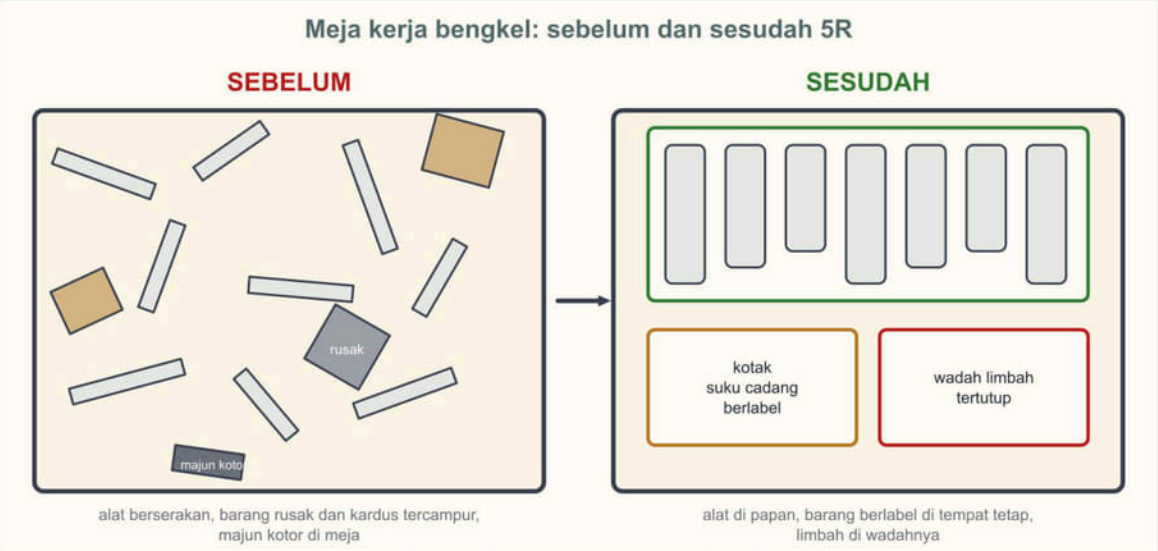
1. **Ringkas (*seiri*):** memilah barang yang diperlukan dari yang tidak diperlukan, lalu menyingkirkan yang tidak diperlukan. Barang rusak, kardus bekas, suku cadang bekas yang tidak terpakai, dan perkakas ganda dipisahkan dari alat yang dipakai setiap hari.
2. **Rapi (*seiton*):** menata barang yang diperlukan supaya mudah **dicari, diambil, dan dikembalikan**. Prinsipnya: setiap barang punya tempat, dan setiap barang berada di tempatnya. Penataan memakai label, rak, papan bayangan, dan penandaan lantai.
3. **Resik (*seiso*):** membersihkan tempat kerja, mesin, dan peralatan. Pembersihan juga merupakan **pemeriksaan**: sambil membersihkan, kamu menemukan kebocoran oli, baut longgar, atau kabel rusak, dan mencari sumber kotor supaya tidak terus terulang.
4. **Rawat (*seiketsu*):** menjaga dan **membakukan** kondisi tiga R pertama: aturan tertulis, label standar, jadwal pembersihan, dan pembagian tanggung jawab area.
5. **Rajin (*shitsuke*):** membiasakan diri dan semua orang mematuhi aturan itu setiap hari, **tanpa disuruh**, sampai menjadi budaya.

Urutan tidak boleh dibalik. **Memilah harus sebelum menata**, sebab menata barang yang masih bercampur dengan sampah hanya merapikan kekacauan, dan membersihkan di sekitar barang yang tidak perlu menghabiskan tenaga untuk hal yang akhirnya dibuang. Tiga R pertama adalah **kegiatan**, sedangkan dua R terakhir adalah **upaya menjaganya**. Itulah mengapa banyak bengkel yang rapi pada hari pertama tetapi berantakan lagi sebulan kemudian: Rawat dan Rajin tidak berjalan.

2. Dari berantakan menjadi rapi

Gambar 2.27 memperlihatkan perubahan yang dapat dicapai pada satu meja kerja.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 2.27 Meja kerja bengkel: sebelum dan sesudah 5R. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Pada meja **sebelum**, alat berserakan, suku cadang rusak dan kardus bercampur dengan alat yang dipakai, dan majun kotor tergeletak di permukaan. Pada meja **sesudah**, barang yang tidak perlu sudah keluar (Ringkas), alat berada di tempat khusus dan suku cadang berlabel di kotaknya (Rapi), permukaannya bersih dan limbah masuk wadah tertutup (Resik).

Beberapa teknik yang sering dipakai:

- **Kartu merah.** Barang yang tidak jelas perlu atau tidaknya ditempeli kartu merah dan disimpan di area sementara. Bila setelah jangka waktu yang disepakati tidak pernah dipakai, barang disingkirkan atau diserahkan sebagai limbah yang sesuai. Cara ini membantu memilah tanpa takut salah membuang.
- **Papan bayangan (*shadow board*).** Siluet tiap alat digambar di papan sehingga setiap alat punya tempat yang jelas, dan alat yang hilang langsung terlihat (Gambar 2.28).
- **Penandaan lantai.** Garis berwarna menandai jalur jalan, batas area kerja tiap kendaraan, dan tempat tetap peralatan besar seperti dongkrak dan kompresor. Warna disepakati bengkel dan dipasang di tempat yang terlihat, agar jalur evakuasi dan peralatan darurat tidak terhalang.
- **Label.** Rak, laci, dan wadah diberi nama sehingga orang baru pun tahu isinya.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 2.28 Papan bayangan: alat yang hilang langsung terlihat. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

3. Manfaat 5R

5R bukan sekadar bengkel yang tampak bagus. Manfaatnya terukur:

- **Lebih cepat:** waktu mencari alat berkurang.
- **Lebih aman:** lantai bebas oli dan barang membuat orang tidak terpeleset; jalur evakuasi dan APAR tidak terhalang; kebocoran lebih cepat terlihat.
- **Lebih hemat:** alat tidak hilang, bahan tidak tercecer, dan stok mudah diperiksa.
- **Mutu lebih baik:** komponen tidak tertukar atau terkontaminasi kotoran.
- **Lebih nyaman dan membanggakan:** pelanggan melihat bengkel yang dikelola dengan baik, dan teknisi bekerja dengan lebih tenang.

Karena itu 5R termasuk bagian dari budaya kerja dan K3, bukan pekerjaan tambahan yang "dilakukan kalau sempat".

4. Mengapa bengkel kembali berantakan?

Sebuah bengkel dapat dibereskan besar-besaran dalam satu hari, tetapi hasilnya hilang dalam sebulan. Penyebabnya hampir selalu sama.

- **Tidak ada aturan** (Rawat gagal): tidak jelas siapa yang bertanggung jawab atas area mana, dan tidak ada jadwal.
- **Tidak menjadi kebiasaan** (Rajin gagal): hanya dilakukan ketika ada tamu atau penilaian.
- **Tidak ada tempat untuk barang** (Rapi gagal): barang baru tidak punya tempat, sehingga ditaruh sembarangan.
- **Tidak ada keteladanan:** pimpinan atau senior sendiri tidak menaati.

Penyelesaiannya bukan membersihkan lebih keras, tetapi **memperkuat Rawat dan Rajin**: aturan sederhana yang jelas, label dan papan bayangan yang membuat pelanggaran terlihat, jadwal piket, dan audit rutin.

5. Audit 5R sederhana

Untuk mengetahui R mana yang lemah, bengkel melakukan **audit 5R**: daftar pertanyaan yang dinilai secara berkala (Gambar 2.29).

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Daftar periksa audit 5R sederhana (contoh)

5R	Pertanyaan pemeriksaan	Skor 0 / 1 / 2
Ringkas	Tidak ada barang rusak atau tidak terpakai di area kerja?	0 = tidak 1 = sebagian 2 = ya
Rapi	Setiap alat dan bahan ada di tempat berlabelnya?	0 = tidak 1 = sebagian 2 = ya
Resik	Lantai, meja, dan mesin bersih; tumpahan segera dibersihkan?	0 = tidak 1 = sebagian 2 = ya
Rawat	Aturan, label, dan jadwal pembersihan terpasang dan terbaca?	0 = tidak 1 = sebagian 2 = ya
Rajin	Semua orang melakukan 5R tanpa disuruh setiap hari?	0 = tidak 1 = sebagian 2 = ya

Skor = (jumlah nilai ÷ nilai maksimum) × 100 %. Hasil rendah menunjukkan R mana yang perlu dibenahi lebih dulu.

Gambar 2.29 Daftar periksa audit 5R sederhana (contoh). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Tiap pertanyaan dinilai 0 (tidak), 1 (sebagian), atau 2 (ya). Skor diperoleh dari jumlah nilai dibagi nilai maksimum, dikalikan 100 persen. Hasil audit tidak untuk menghukum, tetapi menunjukkan R mana yang perlu dibenahi lebih dulu dan apakah perbaikan sudah terjadi dari audit ke audit.

6. 5R pada area khusus bengkel

Prinsip 5R sama di mana pun, tetapi bentuknya menyesuaikan area.

- **Gudang suku cadang:** barang kedaluwarsa dan rusak dipilah (Ringkas); rak dan kotak diberi kode serta label (Rapi); aturan "yang masuk lebih dulu keluar lebih dulu" dan penomoran rak dibakukan (Rawat).
- **Ruang cat dan tempat pelarut:** pelarut dan cat hanya dalam jumlah yang dipakai; wadah tertutup dan berlabel; lantai bersih dari serbuk dan tumpahan karena mudah terbakar.
- **Area mesin dan dongkrak:** garis lantai menandai posisi dongkrak, penopang, dan kompresor; selang dan kabel digulung pada penggantung supaya tidak tersandung (Rapi dan Resik sekaligus K3).
- **Meja administrasi:** berkas perintah kerja dan riwayat servis disusun menurut nomor dan tanggal, dan berkas lama diarsipkan.
- **Alat berat dan kendaraan armada:** kunci, dokumen, dan lembar P2H di tempat tetap sehingga mudah diperiksa.

5R tidak terpisah dari K3 dan mutu. **Lantai yang bersih dan jalur yang tidak terhalang** menurunkan kecelakaan terpeleset dan memudahkan evakuasi. **Komponen yang tertata dan berlabel** mengurangi tertukarnya suku cadang. **Alat yang lengkap dan terawat** mempercepat pekerjaan. Itulah mengapa perusahaan sering menjadikan hasil audit 5R sebagai salah satu ukuran kinerja bengkel.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

7. Cara memulai 5R di bengkel sekolah

Menerapkan 5R pada seluruh bengkel sekaligus sering gagal karena terlalu besar. Cara yang lebih berhasil:

1. **Pilih satu area percontohan** yang kecil dan terlihat, misalnya satu meja kerja atau satu lemari.
2. **Foto kondisi sebelum**, agar kemajuan dapat dibandingkan.
3. **Kerjakan tiga R pertama** pada area itu dengan melibatkan semua pengguna: pilah dengan kartu merah, tata dan beri label, bersihkan sambil memeriksa.
4. **Tetapkan penanggung jawab dan jadwal piket** (Rawat), serta aturan singkat yang mudah dipahami.
5. **Audit dan foto sesudah**, lalu perluas ke area lain.

Kunci keberhasilannya adalah **keterlibatan semua orang dan keteladanan**: ketua kelas dan guru ikut memberi contoh, bukan hanya memberi perintah.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Mencocokkan kegiatan dengan R

Bengkel sekolah melakukan lima kegiatan: (P) memasang jadwal piket kebersihan dan penanggung jawab tiap area; (Q) mengeluarkan ban bekas dan kardus dari area kerja; (R) membersihkan lantai dan menemukan rembesan oli di bawah dongkrak; (S) menempel label nama pada laci perkakas; (T) setiap siswa mengembalikan alat tanpa disuruh. Cocokkan dengan kelima R.

Langkah:

1. Q memilah dan menyingkirkan barang: **Ringkas**.
2. S menentukan tempat dan menamai: **Rapi**.
3. R membersihkan sambil memeriksa: **Resik**.
4. P membakukan lewat aturan dan jadwal: **Rawat**.
5. T kebiasaan tanpa disuruh: **Rajin**.

Jawaban: Q = Ringkas, S = Rapi, R = Resik, P = Rawat, T = Rajin. Pegangan cepat: **membuang = ringkas, menata = rapi, membersihkan = resik, mengatur dan menjadwalkan = rawat, membiasakan = rajin**.

Contoh 2: Barang yang tidak jelas perlu atau tidak

Di rak bengkel terdapat sebuah alternator bekas yang tidak diketahui masih berfungsi atau tidak. Tidak ada yang mau memutuskan membuangnya. Apa yang paling tepat pada tahap Ringkas?

Langkah:

1. Ingat tujuan Ringkas: memilah, tetapi tanpa takut salah membuang barang yang masih berguna.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

2. Gunakan alat pemilah: **kartu merah**.
3. Tentukan tindak lanjut: pindahkan ke area sementara, tentukan batas waktu, lalu putuskan.

Jawaban: tempeli kartu merah, pindahkan ke area sementara, dan beri batas waktu. Bila tidak terpakai atau terbukti rusak, singkirkan atau serahkan sebagai limbah yang sesuai.

Contoh 3: Bengkel yang kembali berantakan

Setelah kerja bakti besar, bengkel tampak sangat rapi. Tiga minggu kemudian meja kerja kembali penuh barang, dan label sudah banyak yang lepas. Tidak ada jadwal piket dan tidak ada yang menegur. Apa penyebab utamanya, dan apa perbaikannya?

Langkah:

1. Identifikasi R yang gagal: tidak ada aturan dan jadwal (**Rawat**), serta tidak menjadi kebiasaan (**Rajin**).
2. Tolak solusi yang sekadar mengulang kerja bakti: itu hanya mengulang tiga R pertama.
3. Pilih perbaikan yang menguatkan penjagaan: aturan sederhana, jadwal piket dan penanggung jawab area, label yang diperbaiki, audit berkala.

Jawaban: penyebabnya Rawat dan Rajin yang tidak berjalan. Perbaikannya membuat aturan dan jadwal, menentukan penanggung jawab tiap area, memperbaiki label, dan mengadakan audit rutin.

Contoh 4: Menghitung skor audit

Pada audit 5R, bengkel mendapat nilai: Ringkas 2, Rapi 1, Resik 2, Rawat 1, Rajin 0, dari nilai maksimum 2 untuk tiap R. Berapa persen skornya, dan R mana yang paling perlu dibenahi?

Langkah:

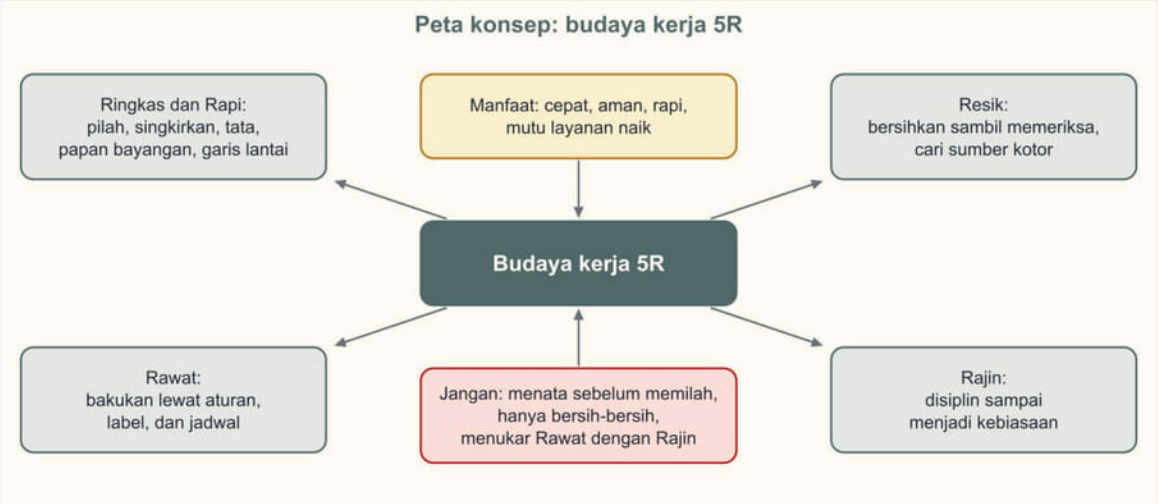
1. Jumlah nilai: $2 + 1 + 2 + 1 + 0 = 6$.
2. Nilai maksimum: $5 \times 2 = 10$.
3. Skor: $6 \div 10 \times 100\ \% = 60\ \%$.
4. R dengan nilai terendah: Rajin (0), lalu Rapi dan Rawat (masing-masing 1).

Jawaban: skornya 60 %. Yang paling perlu dibenahi adalah Rajin: budaya dan kebiasaan, yang diperkuat lewat keteladanan, teguran yang konsisten, dan pembiasaan harian.

❖ PETA KONSEP

Ringkasan sub bab ini terlihat pada Gambar 2.30.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 2.30 Peta konsep sub bab 2.6. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- 5R: ringkas, rapi, resik, rawat, rajin (5S: seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke).
- Urutan: memilah lebih dulu, baru menata; resik sekaligus memeriksa; rawat membakukan; rajin membiasakan.
- Alat bantu: kartu merah, papan bayangan, penandaan lantai, label.
- Bengkel kembali berantakan karena Rawat dan Rajin gagal.
- Audit 5R mengukur; skor = jumlah nilai ÷ nilai maksimum × 100 %.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Soal 5R umumnya berbentuk "tentukan langkah pertama" atau "cocokkan kegiatan dengan R". Gunakan langkah berikut.

1. **Tentukan apa yang sudah dan belum dilakukan** pada kondisi dalam soal.
2. **Ingat urutannya:** ringkas, rapi, resik, rawat, rajin. Langkah pertama yang belum dilakukan biasanya jawabannya.
3. **Cocokkan kata kerja dengan R:** membuang atau memilah (ringkas), menata atau memberi label (rapi), membersihkan atau memeriksa (resik), membuat aturan atau jadwal (rawat), membiasakan (rajin).
4. **Pada soal "mengapa kembali berantakan",** cari R yang tidak berjalan, biasanya Rawat dan Rajin.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Menata sebelum memilah.** Barang rusak ikut ditata rapi.
- **Mengira 5R hanya bersih-bersih.** Itu baru Resik, satu dari lima.
- **Menukar Rawat dengan Rajin.** Rawat = membakukan lewat aturan; Rajin = membiasakan.
- **Menganggap kerja bakti satu hari sudah menyelesaikan 5R.**

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- **Menganggap 5R urusan kebersihan petugas kebersihan.** 5R dilakukan oleh semua orang yang bekerja di area itu.
- **Membuang semua barang yang "tampak tidak berguna"** tanpa pemilahan yang jelas.
- **Menganggap garis di lantai hanya hiasan.** Ia menjaga jalur jalan dan peralatan darurat.

> Contoh salah tafsir: pada soal tentang gudang suku cadang yang berantakan dan penuh kardus kosong, seorang siswa memilih "beli rak baru dan menata semua barang sesuai ukuran" sebagai langkah pertama. Padahal kardus kosong dan barang rusak belum dipilah, sehingga rak baru hanya menata kekacauan. Langkah pertama yang tepat adalah memilah dan menyingkirkan yang tidak diperlukan (Ringkas).

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menggambarkan bengkel sekolah yang alatnya sering hilang dan meja kerjanya penuh campuran. Perhatikan bagaimana langkah pertama ditentukan dari urutan 5R.

►. Di bengkel sekolah (2027), kunci-kunci sering hilang dan siswa lama mencari alat. Meja kerja penuh dengan alat, suku cadang bekas yang sudah rusak, kardus kemasan, dan majun kotor yang bercampur. Ketua kelas ingin menerapkan 5R mulai minggu ini dan bertanya langkah apa yang harus dikerjakan lebih dulu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Langkah pertama yang paling tepat adalah ....

A. Membuat papan bayangan agar setiap kunci punya tempat tetap di dinding
B. Menyusun jadwal piket harian dan lembar pemeriksaan kebersihan bengkel
C. Memilah barang di meja lalu menyingkirkan yang rusak atau tidak diperlukan
D. Membersihkan meja dan lantai bengkel dari oli dan debu secara menyeluruh
E. Memberi label nama alat pada setiap laci agar mudah ditemukan oleh semua siswa

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Pembahasan **Kunci: C**

Konsep: 5R terdiri atas Ringkas (memilah dan menyingkirkan yang tidak perlu), Rapi (menata dengan tempat tetap), Resik (membersihkan), Rawat (menjaga standar), dan Rajin (membiasakan). Penataan baru efektif setelah barang yang tidak perlu disingkirkan.

Langkah:

1. Masalah utama: meja penuh barang yang bercampur.
2. Sebelum menata (Rapi) atau membersihkan (Resik), barang yang tidak diperlukan harus disingkirkan dulu (Ringkas).

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Papan bayangan adalah langkah Rapi; dikerjakan setelah barang dipilah.
- **B.** ✗ Jadwal piket termasuk Rajin, langkah terakhir untuk membiasakan.
- **C.** ✓ Memilah dan menyingkirkan barang yang tidak perlu adalah Ringkas, langkah pertama 5R.
- **D.** ✗ Jebakan: membersihkan memang perlu, tetapi meja yang masih penuh barang campur aduk sulit dibersihkan dan cepat berantakan lagi.
- **E.** ✗ Label laci termasuk Rapi dan baru berguna setelah isinya dipilah.

Jawaban: C.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk tiap soal, tulis dulu R mana yang dibicarakan.

1. Bengkel sekolah sedang menerapkan 5R (2027). Ketua kelas mencatat beberapa kegiatan yang sudah dilakukan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Membuat papan bayangan (shadow board) sehingga setiap kunci punya tempat tetap adalah penerapan Rapi.	○	○
Membuang kunci-kunci yang masih baik karena jarang dipakai adalah penerapan Ringkas yang benar.	○	○
Siswa terbiasa mengembalikan alat ke papan bayangan setelah dipakai tanpa perlu diingatkan; ini menunjukkan Rajin.	○	○

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

2. Bengkel sekolah mengganti cairan pendingin (coolant) sebuah mobil dan menampung 8 liter cairan bekas (2027). Guru meminta siswa menentukan cara menanganinya. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Tindakan manakah yang **tepat**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

- ☐ A. Menampung di wadah tertutup berlabel untuk diserahkan ke pengelola berizin
- ☐ B. Membuangnya ke saluran air karena sebagian besar isinya adalah air biasa
- ☐ C. Menjauhkannya dari anak dan hewan karena beracun
- ☐ D. Mencampurnya dengan oli bekas agar volume limbah berkurang dan mudah diangkut
- ☐ E. Menyerap tumpahan dengan penyerap, lalu menyimpan penyerap sebagai limbah B3

Kunci singkat: 1. 1B 2S 3B 2. A, C, E

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menjelaskan mengapa memilah harus dilakukan sebelum menata?
- Mengapa bengkel yang sudah dibereskan dapat kembali berantakan, dan R mana yang perlu diperkuat?
- **Yang harus kuingat:** ringkas, rapi, resik, rawat, rajin secara berurutan; memilah dulu baru menata; rawat dan rajin menjaga hasilnya.



Latihan interaktif di LMS

Sub bab 2.6: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkto&node=SMKTO-2.6

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Kuis Akhir Bab 2

SMKTO-KB2

Jumlah soal: 25 **Waktu anjuran:** 60 menit

Kerjakan sendiri dan berwaktu. Setelah selesai, cocokkan dengan kunci di Bagian D, isi tabel skor, lalu lihat anjuran di bawahnya.

Kerjakan Kuis Bab 2 di LMS

Skor dan progresmu tersimpan di LMS.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkto&node=SMKTO-KB2

1. Bengkel motor sekolah menguji beberapa knalpot racing (2027). Suara mesin sangat keras, dan Doni bertugas di dekatnya selama tiga jam setiap hari. Ia ingin tahu cara melindungi pendengarannya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** pada setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Menyumbat telinga dengan kapas biasa memberi perlindungan yang setara dengan penyumbat telinga (earplug) khusus.	○	○
Kebisingan termasuk bahaya fisik yang dapat merusak pendengaran walaupun tidak menimbulkan luka yang terlihat.	○	○
Pengendalian yang lebih baik daripada sekadar earplug adalah meredam sumber suara atau menguji di ruang berperedam.	○	○

2. Sebuah mobil masuk bengkel sekolah dengan jarum suhu hampir mencapai tanda H, dan uap tipis keluar dari sela tutup radiator (2027). Rio, siswa yang bertugas, ingin segera menambah air pendingin karena air di tabung cadangan terlihat sedikit.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan Rio yang paling aman adalah ....

A. membuka tutup radiator segera lalu menuangkan air dingin agar suhu cepat turun
B. membuka tutup radiator sedikit dengan mesin tetap hidup agar uapnya keluar pelan
C. menunggu mesin dingin, lalu membuka tutup radiator perlahan dengan kain tebal
D. menyiram radiator dari luar dengan air dingin agar mesin cepat menjadi dingin
E. mengetuk tutup radiator dengan palu karet supaya tekanan di dalamnya turun

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

3. Bengkel sekolah menilai empat usulan untuk mengurangi paparan uap bensin yang dipakai membersihkan komponen mesin (2027).

Usulan	Isi usulan
P	Memasang poster larangan api dan tetap membersihkan komponen dengan bensin
Q	Memberi respirator uap organik dan sarung tangan kepada semua siswa
R	Mengatur jadwal bergilir agar tiap siswa membersihkan komponen maksimal 10 menit
S	Mengganti bensin dengan cairan pembersih komponen yang tidak mudah terbakar di bak tertutup

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Usulan yang berada pada tingkat paling tinggi dalam hierarki pengendalian bahaya adalah ....

A. Usulan P, karena poster mengingatkan semua siswa setiap hari
B. Usulan Q, karena respirator langsung melindungi pernapasan siswa
C. Usulan R, karena waktu paparan setiap siswa menjadi lebih singkat
D. Usulan P dan R, karena keduanya mengatur perilaku siswa saat bekerja
E. Usulan S, karena bahan berbahaya diganti dengan yang lebih aman

4. Dini akan melepas aki mobil bensin untuk diganti di bengkel sekolah (2027). Ia memakai cincin logam dan jam tangan logam, dan di meja dekat aki ada kunci pas panjang serta lampu las yang masih menyala.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan manakah yang **aman** untuk Dini lakukan? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Mematikan kunci kontak, lalu melepas cincin dan jam tangan logam sebelum mulai bekerja
☐ B. Melepas kabel positif (+) lebih dulu karena kabel negatif (−) tidak berbahaya
☐ C. Melepas kabel negatif (−) lebih dulu dan memasangnya paling akhir saat aki baru terpasang
☐ D. Meletakkan kunci pas di atas aki agar mudah dijangkau saat melepas kabel
☐ E. Mematikan lampu las dan menjauhkan api dari aki karena aki dapat mengeluarkan gas mudah terbakar

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

5. Pekerjaan mengganti kopling sebuah truk di bengkel armada belum selesai saat pergantian shift (2027). Dari delapan baut penutup bak kopling, empat baut sudah dikencangkan setengah dengan kunci momen dan empat lainnya hanya dipasang dengan tangan. Shift sore akan melanjutkan, dan mekanik shift pagi, Lutfi, bersiap pulang.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan Lutfi yang paling tepat sebelum pulang adalah ....

A. meninggalkan truk apa adanya karena mekanik shift sore pasti mengetahui pekerjaannya
B. menyampaikan secara lisan sambil berjalan keluar karena catatan tertulis memakan waktu
C. mengencangkan semua baut sekarang dengan perkiraan tenaga tangan agar pekerjaan selesai
D. mengisi formulir serah terima tentang posisi pekerjaan dan baut, lalu menjelaskannya
E. meminta shift sore mengulang semua pekerjaan dari awal supaya tidak perlu ada catatan

6. Pada Jumat siang, bengkel sekolah menemukan kunci momen hilang. Petugas alat menunjukkan buku peminjaman hari itu (2027).

Alat	Peminjam	Jam pinjam	Jam kembali	Diterima petugas (paraf)
Kunci momen	Bima	08.00	10.00	(kosong)
Jangka sorong	Cinta	08.10	09.30	Pak Ari
Feeler gauge	Dani	09.00	11.00	Pak Ari

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Berdasarkan catatan itu, pihak yang paling bertanggung jawab atas hilangnya kunci momen adalah ....

A. Pak Ari, karena ia petugas yang bertugas menjaga bengkel pada hari itu
B. Cinta, karena ia meminjam alat pada jam yang hampir sama dengan Bima
C. Dani, karena ia meminjam alat terakhir dan mengembalikannya paling siang
D. seluruh siswa, karena semua siswa memakai bengkel yang sama setiap hari
E. Bima, karena pengembalian kunci momen belum diterima petugas

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

7. Ketua kelas membacakan penjelasan 5R kepada teman-temannya sebelum praktik di bengkel (2027). Guru meminta teman-temannya menilai kebenaran penjelasan itu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** pada setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Urutan 5R adalah ringkas, rapi, resik, rawat, lalu rajin.	○	○
Rawat berarti menjaga standar ringkas, rapi, dan resik dengan aturan dan jadwal.	○	○
Rajin berarti membersihkan bengkel hanya saat ada kunjungan atau pemeriksaan.	○	○

8. Dalam sosialisasi 5R di bengkel otomotif sekolah (2027), guru meminta siswa mencentang kegiatan yang termasuk **Resik** (membersihkan). Daftar kegiatan yang diajukan siswa adalah sebagai berikut.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kegiatan manakah yang termasuk **Resik**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Membuat label dan menentukan tempat tetap untuk setiap alat
☐ B. Membersihkan ceceran oli di lantai segera setelah terjadi
☐ C. Membuang suku cadang rusak yang sudah tidak dipakai lagi
☐ D. Membersihkan alat dari kotoran sebelum dikembalikan ke tempatnya
☐ E. Menyapu serpihan logam di sekitar mesin setelah praktik selesai

9. Bengkel sekolah mengumpulkan oli bekas dan saringan oli bekas selama satu semester (2027). Guru meminta siswa menyusun cara penyimpanan sementara sebelum limbah dijemput pengelola berizin.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Cara penyimpanan manakah yang **tepat**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Mencampur oli bekas dengan solar dan pelarut agar volumenya berkurang
☐ B. Menyimpan oli bekas di drum tertutup berlabel, di tempat beratap dengan bak penahan tumpahan
☐ C. Menuang oli bekas ke tanah di belakang bengkel untuk mematikan rumput liar
☐ D. Mencatat jenis, jumlah, dan tanggal penyimpanan setiap limbah di buku catatan
☐ E. Meniriskan saringan oli bekas lebih dulu, lalu menyimpannya di wadah tertutup berlabel B3

10. Ali tidak sengaja menyentuh pipa knalpot yang masih panas saat praktik di bengkel sekolah (2027). Kulit punggung tangannya memerah dan perih, tanpa lepuh besar. Ia memakai cincin di jari itu, dan temannya, Beni, menyarankan mengoleskan odol.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan manakah yang **tepat**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

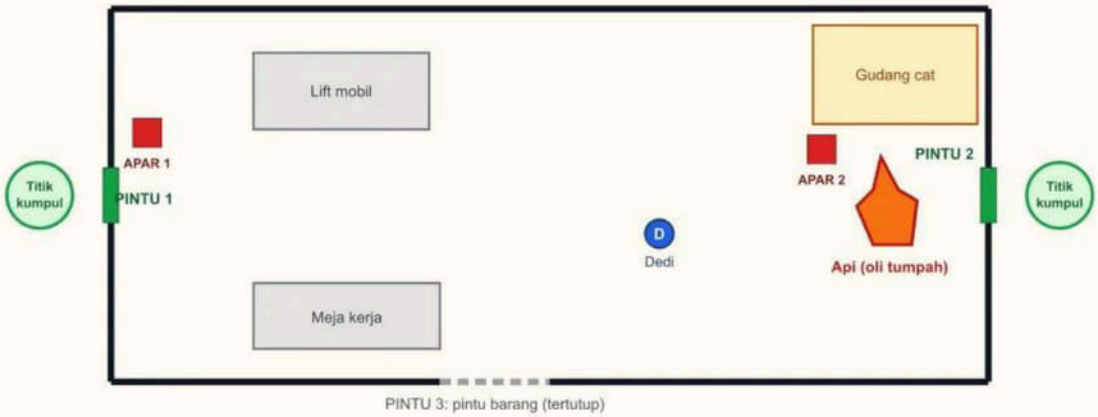
☐ A. Mengoleskan odol pada kulit yang memerah agar terasa dingin
☐ B. Menyiram bagian yang terkena dengan air mengalir selama sekitar 10–20 menit
☐ C. Melepas cincin dari jari itu sebelum jari membengkak
☐ D. Memecahkan lepuh kecil yang muncul agar cairannya keluar
☐ E. Menutup dengan kain kasa bersih secara longgar, lalu melapor kepada guru

11. Setelah praktik servis berkala di bengkel sekolah (2027), siswa mengumpulkan majun berminyak, sarung tangan bekas oli, dan kemasan oli kosong. Tempat sampah biasa dan wadah limbah B3 bertutup sama-sama tersedia di sudut bengkel.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Perlakuan yang paling tepat untuk barang-barang itu adalah ....

A. dibakar di halaman belakang bengkel agar cepat habis tanpa sisa
B. dimasukkan ke tempat sampah biasa bersama sampah plastik dan sampah dapur
C. dicuci dengan sabun lalu dipakai kembali untuk praktik berikutnya di bengkel sekolah
D. ditimbun di tanah kosong di belakang bengkel agar tidak terlihat siapa pun
E. dimasukkan ke wadah limbah B3 bertutup untuk diserahkan ke pengelola berizin

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

12. Gambar menunjukkan denah bengkel sekolah saat tumpahan oli terbakar di dekat Pintu 2 (2027). Alarm berbunyi. Dedi berada di titik D. Pintu 1 dan Pintu 2 adalah pintu keluar darurat, sedangkan Pintu 3 adalah pintu barang yang tertutup.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan Dedi yang paling tepat adalah ....



A. berlari ke Pintu 2 karena paling dekat dari titik D, lalu menuju titik kumpul sebelah timur
B. membuka Pintu 3 karena paling dekat dari titik D, lalu keluar lewat jalan belakang
C. mendekati Pintu 2 sambil menutup hidung dengan kain agar tidak menghirup asap
D. berjalan cepat ke Pintu 1 menjauhi api, menuju titik kumpul barat, lalu melapor
E. tetap di titik D dan menunggu petugas karena alarm sudah berbunyi

13. Tono akan membersihkan kaliper rem dengan cairan pembersih rem semprot di sudut bengkel yang sempit dan jarang berventilasi (2027). Kemasan menyatakan: mudah terbakar, uap berbahaya jika dihirup. Di dekat sudut itu mesin gerinda duduk sedang menyala, dan Tono hanya memakai masker kain.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang paling tepat adalah ....

A. memakai dua lapis masker kain, lalu tetap bekerja di sudut itu agar tidak mengganggu pekerjaan lain
B. berpindah ke area berventilasi, menjauhkan percikan, dan memakai sarung tangan kimia serta kacamata
C. menyemprot dalam jumlah sedikit demi sedikit dan menutup ruangan agar uap tidak menyebar ke area lain
D. mematikan gerinda saja, lalu bekerja di sudut itu dengan masker kain, sarung tangan kain, dan pintu dibuka sedikit
E. menyemprot lebih banyak supaya cepat selesai dan meninggalkan area sampai uapnya hilang sendiri

14. Alarm kebakaran bengkel sekolah berbunyi saat siswa sedang praktik (2027). Guru mengingatkan prosedur evakuasi kepada seluruh siswa.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** pada setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Siswa mengambil tas dan perlengkapan pribadi lebih dulu agar tidak hilang, baru meninggalkan bengkel.	○	○
Semua siswa menuju titik kumpul, lalu guru menghitung jumlah siswa untuk memastikan tidak ada yang tertinggal.	○	○
Pintu darurat boleh dirantai pada malam hari agar peralatan tidak dicuri.	○	○

15. Saat membersihkan bagian dalam mobil pelanggan setelah servis (2027), mekanik Bayu menemukan dompet berisi uang tunai dan kartu di bawah jok. Pemilik mobil belum diberi tahu, dan tidak ada orang lain di sekitar Bayu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan manakah yang **tepat**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Melaporkan temuan itu kepada service advisor dan meminta temuan itu dicatat
☐ B. Mengambil sebagian uang sebagai "uang lelah" karena sudah membersihkan mobil
☐ C. Memasukkan kembali dompet ke bawah jok tanpa memberi tahu siapa pun
☐ D. Menyerahkan dompet utuh melalui service advisor kepada pemilik mobil
☐ E. Mencantumkan temuan pada perintah kerja agar ada bukti tertulis

16. Di gudang bengkel sekolah ditemukan sepuluh kaleng cat semprot bekas (2027). Beberapa kaleng masih terdengar berisi cairan bila dikocok. Wahyu, siswa piket, harus memutuskan cara menanganinya sebelum kaleng-kaleng itu dibawa keluar.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Cara yang paling tepat adalah ....

A. menusuk kaleng agar sisa isinya keluar dan kaleng menjadi kosong
B. membuang semuanya ke tempat sampah biasa karena kalengnya sudah dipakai
C. mengumpulkan di wadah limbah B3 tertutup, tanpa ditusuk dan jauh dari api
D. membakar kaleng di halaman agar sisa cat terbakar habis
E. menyemprotkan sisa cat ke dinding bengkel sampai kaleng benar-benar kosong

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

17. Bengkel sekolah akan menempatkan APAR di dua tempat: ruang panel listrik utama dan gudang cat serta pelarut (2027). Pilihan yang tersedia: APAR air bertekanan, APAR busa, APAR karbon dioksida (CO_2), dan APAR serbuk kimia kering. Pak Dwi, penanggung jawab K3, menimbang pilihan yang aman.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pasangan APAR yang paling tepat untuk ruang panel dan gudang cat secara berurutan adalah ....

A. panel: CO_2; gudang cat: busa
B. panel: air bertekanan; gudang cat: air bertekanan
C. panel: air bertekanan; gudang cat: busa
D. panel: busa; gudang cat: air bertekanan
E. panel: air bertekanan; gudang cat: serbuk kimia kering

18. Rani, siswa PKL di bengkel armada, berulang kali mengangkat ban truk seberat sekitar 60 kg dari lantai ke rak setinggi dada (2027). Setelah dua minggu punggungnya sering nyeri. Kepala bengkel mengumpulkan beberapa usulan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Usulan yang paling tepat untuk mengendalikan bahaya ini adalah ....

A. menyediakan troli atau dongkrak ban, atau meminta bantuan dua orang
B. memberi korset punggung dan tetap mengangkat sendiri agar pekerjaan cepat selesai
C. mengajarkan teknik angkat lutut ditekuk dan punggung lurus, lalu mengangkat sendiri
D. mempercepat gerakan mengangkat supaya beban tertahan di punggung lebih singkat
E. menugaskan siswa lain yang bertubuh lebih besar untuk mengangkat ban setiap hari

19. Seorang guru memeriksa APD yang dipakai siswa pada empat pekerjaan di bengkel sekolah (2027).

Pekerjaan	APD yang dipakai
Memotong pipa knalpot dengan gerinda tangan	kacamata, sarung tangan kulit, sumbat telinga
Membersihkan tumpahan cairan aki	sarung karet tahan asam, apron tahan asam, kacamata
Mengecat panel dengan cat semprot	masker kain biasa, sarung tangan kain
Mengelas dudukan knalpot	kap las, sarung tangan kulit, apron kulit

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pekerjaan yang APD-nya paling tidak sesuai dengan bahaya utamanya adalah ....

A. memotong pipa knalpot, karena tidak ada pelindung wajah penuh yang menutup seluruh wajah
B. mengecat panel, karena masker kain tidak menyaring uap pelarut cat
C. membersihkan cairan aki, karena sarung karet tidak tahan asam
D. mengelas dudukan, karena apron kulit mudah terbakar oleh percikan
E. semua pekerjaan sudah sesuai karena semuanya memakai sarung tangan

20. Joko akan memindahkan blok mesin kecil seberat sekitar 25 kg dari troli ke meja kerja di bengkel sekolah (2027). Lantai di sekitar meja kadang basah oleh ceceran oli. Di rak tersedia sandal karet, sepatu kain, sepatu bot karet biasa, sepatu keselamatan berujung baja dengan sol antilicin, dan sepatu berhak.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
APD kaki yang paling tepat dipakai Joko adalah ....

A. sandal karet, karena ringan dan mudah dilepas saat bekerja
B. sepatu kain, karena nyaman dipakai lama
C. sepatu bot karet biasa, karena tahan air dan mudah dibersihkan
D. sepatu keselamatan berujung baja dengan sol antilicin
E. sepatu berhak, karena membuat tubuh lebih tinggi

21. Rizal dan temannya diminta menguras tangki bensin yang sudah dilepas dari sebuah motor di bengkel sekolah (2027). Tangki masih berisi sekitar 4 liter bensin, dan di bengkel tersedia selang, corong, jeriken khusus bahan bakar, kacamata, serta sarung tangan tahan bensin.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan manakah yang **aman**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Menyedot bensin lewat selang dengan mulut agar tidak memerlukan alat tambahan
☐ B. Menguras di area terbuka atau berventilasi baik, jauh dari api dan sumber percikan
☐ C. Menampung bensin di jeriken khusus bahan bakar yang bertutup rapat dan berlabel
☐ D. Membuang sisa bensin ke selokan karena nanti akan menguap dengan sendirinya
☐ E. Memakai kacamata dan sarung tangan tahan bensin selama pekerjaan berlangsung

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

22. Tim 5R bengkel sekolah mengaudit empat area dengan skor 1 (buruk) sampai 4 (baik) untuk lima R (2027). Aturan tim: perbaiki dulu area dengan jumlah skor terendah; dalam area itu, pilih R dengan skor terendah, dan bila sama, pilih R yang urutannya lebih awal.

Area	Ringkas	Rapi	Resik	Rawat	Rajin
Meja kerja	2	2	3	2	2
Rak alat	4	3	4	3	3
Lantai	3	3	1	2	2
Gudang oli	2	2	2	2	2

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Perbaikan yang harus dikerjakan lebih dulu adalah ....

A. Resik pada lantai, karena skor 1 adalah yang terendah di seluruh tabel
B. Ringkas pada meja kerja, karena jumlah skornya terendah kedua
C. Ringkas pada gudang oli, karena jumlah skornya terendah dan semua R sama
D. Rawat pada lantai, karena skornya lebih rendah daripada Ringkas dan Rapi
E. Rajin pada rak alat, karena skornya paling rendah di antara skor rak alat

23. Aditya akan mengganti oli mesin sebuah mobil yang baru saja dimatikan di bengkel sekolah (2027). Oli di bak masih hangat. Di meja tersedia penampung oli, kacamata pelindung, sarung tangan nitril, dan sebotol bensin untuk membersihkan tangan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan manakah yang **aman**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Memakai sarung tangan nitril dan kacamata pelindung selama pekerjaan
☐ B. Membersihkan tangan dengan bensin agar oli cepat hilang
☐ C. Menaruh penampung oli tepat di bawah baut sebelum baut dilepas
☐ D. Menyentuh oli yang menetes dengan tangan kosong untuk memastikan suhunya
☐ E. Membiarkan suhu mesin turun sedikit sehingga oli tidak terlalu panas tetapi masih mengalir

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

24. Rafi, siswa PKL, diminta memindahkan mobil pelanggan dari area servis ke area parkir sejauh sekitar 30 meter (2027). Saat menyalakan mesin, ia mendengar bunyi tidak biasa dari ruang mesin. Temannya mengajak mengemudikan mobil itu keliling kompleks lima menit untuk "mengetes" bunyinya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Sikap Rafi yang paling bertanggung jawab adalah ....

A. ikut mengetes keliling kompleks agar bunyinya terdengar jelas pada jalan dan tidak menunggu izin
B. memindahkan mobil sesuai tugas, lalu melaporkan bunyi itu kepada pembimbing
C. mematikan mesin dan menunda memindahkan mobil tanpa memberi tahu siapa pun
D. memindahkan mobil sambil menaikkan putaran mesin untuk menghilangkan bunyi
E. membiarkan bunyi itu karena bukan bagian dari perintah kerja yang diterima

25. Sebulan setelah penataan 5R, bengkel otomotif sekolah mulai berantakan lagi (2027). Alat dikembalikan sembarangan dan meja kerja kotor sepulang praktik. Padahal standar tata letak sudah tertulis dan ditempel di dinding. Kepala bengkel ingin memperkuat **R kelima (Rajin)**, bukan membuat aturan baru.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Langkah yang paling sesuai dengan tujuan itu adalah ....

A. membiasakan lima menit 5R setiap akhir praktik, dengan teladan guru dan penghargaan
B. menambah jumlah poster 5R dan memperbesar tulisannya agar lebih mudah terbaca siswa
C. menyusun jadwal audit tiap bulan oleh tim dan melaporkan hasilnya kepada kepala sekolah
D. menambah rak dan lemari baru agar semua alat memiliki tempat tersendiri
E. mengganti standar tata letak yang lama dengan standar baru yang lebih rinci

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Tabel skor dan anjuran

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 2.1 · Bahaya dan praktik kerja aman di bengkel	1, 2, 3, 4, 18	___ / 5	Ulangi hlm. 69
Sub bab 2.2 · Alat pelindung diri dan pengendalian bahaya pekerjaan khusus	13, 19, 20, 21, 23	___ / 5	Ulangi hlm. 80
Sub bab 2.3 · Limbah B3 bengkel	9, 11, 16	___ / 3	Ulangi hlm. 91
Sub bab 2.4 · Tanggap darurat: kebakaran, listrik, dan gas	10, 12, 14, 17	___ / 4	Ulangi hlm. 102
Sub bab 2.5 · Disiplin, tanggung jawab, dan SOP kerja	5, 6, 15, 24	___ / 4	Ulangi hlm. 114
Sub bab 2.6 · Budaya kerja 5R	7, 8, 22, 25	___ / 4	Ulangi hlm. 125

Skor 70 % atau lebih: lanjut ke bab berikutnya. Skor 50–69 %: ulangi sub bab pada tabel yang kurang dari separuh benar. Skor di bawah 50 %: baca ulang bab ini dari awal. (Angka ini anjuran belajar, bukan prediksi nilai TKA.)

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Bab 3 · Gambar Teknik Otomotif

SMKTO-B3

Setelah mempelajari bab ini, kamu dapat:

- membaca gambar kerja: pandangan, ukuran, potongan, ulir, dan toleransi
- membaca skema rangkaian kelistrikan, hidrolik, dan pneumatik
- menemukan spesifikasi dan prosedur pada manual servis

Peta bab

Sub bab	Judul
3.1	Membaca gambar kerja: pandangan, ukuran, dan potongan
3.2	Standar proyeksi, ulir, dan toleransi
3.3	Membaca skema rangkaian: kelistrikan, hidrolik, dan pneumatik
3.4	Membaca manual servis dan menemukan letak komponen

Bab 3 di LMS

Buka seluruh latihan bab ini di LMS.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkto&node=SMKTO-B3

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 3.1 · Membaca gambar kerja: pandangan, ukuran, dan potongan

SMKTO-3.1

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu **membaca gambar teknik**: tampak depan, tampak samping, dan potongan. Soalnya hampir selalu berupa gambar kerja sederhana sebuah benda bengkel, misalnya paking, dudukan, baut dengan mur, atau selongsong, yang disertai kasus: seorang siswa akan memotong bahan, mengebor, atau memilih panjang baut, lalu kamu diminta menentukan ukurannya. Yang diuji bukan kemampuan menggambar, melainkan **kemampuan menerjemahkan garis, angka, dan arsiran menjadi ukuran benda yang sebenarnya dan keputusan kerja yang benar**.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menyebut isi kepala gambar dan menggunakan skala dengan benar;
- mengenali enam jenis garis dan fungsinya;
- membaca tiga pandangan dan menemukan ukuran yang tidak tertulis lewat pandangan lain;
- membaca simbol ukuran serta membedakan lubang tembus, lubang buta, dan lubang bertingkat;
- membaca potongan penuh dan arsiran, lalu menghitung ukuran bagian yang tersembunyi di dalam benda.

◆ KONSEP INTI

Teknisi otomotif jarang membuat benda dari nol, tetapi hampir setiap hari membaca gambar: gambar suku cadang, gambar dudukan, dan gambar di manual servis. **Gambar kerja** adalah gambar yang memuat semua keterangan untuk membuat dan memeriksa sebuah benda, yaitu bentuk, ukuran, dan bahan. Gambar itu memakai aturan yang sama di mana-mana, sehingga orang yang menggambar di pabrik dan orang yang membubut di bengkel sekolah dapat membayangkan benda yang sama tanpa pernah bertemu. Kalau kamu menguasai aturannya, sebuah gambar menjadi "bahasa" yang jelas, bukan kumpulan garis yang membingungkan.

1. Kepala gambar dan skala

Gambar kerja dibuat pada kertas berukuran standar seri A. Ukuran A4 adalah 210 × 297 mm, sedangkan A3 (297 × 420 mm) luasnya dua kali A4. Di pojok kanan bawah ada **kepala gambar**, yaitu kotak kecil yang berisi nama benda, nomor gambar, **skala**, satuan ukuran (umumnya milimeter), bahan, nama pembuat dan pemeriksa, tanggal, serta simbol proyeksi

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(dibahas di sub bab 3.2). Biasakan membaca kepala gambar lebih dulu. Misalnya, kepala gambar sebuah paking tertulis "Paking tutup rumah roda gigi, lembaran paking tebal 1,5 mm, skala 1:1, satuan mm". Dari satu kotak itu kamu sudah tahu bahan, tebal, dan satuan semua angka di gambar.

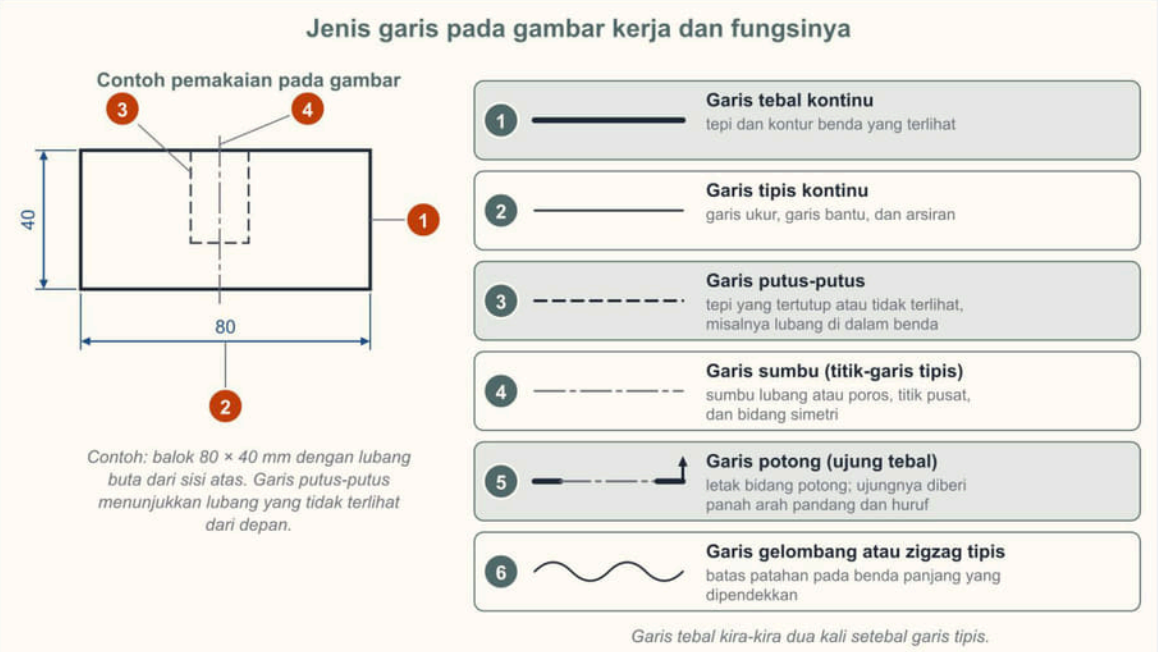
Skala adalah perbandingan ukuran pada gambar dengan ukuran benda sebenarnya.

- **Skala 1:1** berarti gambar sama besar dengan benda.
- **Skala 1:2** berarti gambar diperkecil menjadi setengah, dipakai untuk benda besar seperti dudukan mesin.
- **Skala 2:1** berarti gambar diperbesar dua kali, dipakai untuk benda kecil seperti pin, cincin, atau jarum katup.

Ada satu aturan yang tidak boleh dilupakan: **angka ukuran pada gambar selalu menyatakan ukuran benda sebenarnya, berapa pun skalanya**. Karena itu ukuran jangan diambil dengan mistar dari kertas. Hasil fotokopi, cetakan, atau tampilan layar dapat berubah besarnya, tetapi angka ukuran tidak berubah. Contohnya, sebuah poros digambar dengan skala 2:1 dan angka panjangnya 35. Garis di kertas panjangnya 70 mm, tetapi poros yang dibubut tetap 35 mm.

2. Jenis garis

Setiap garis di gambar kerja punya tugas. Gambar 3.1 merangkum enam jenis garis yang paling sering muncul.



Gambar 3.1 Jenis garis pada gambar kerja dan fungsinya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **Garis tebal kontinu** menggambarkan tepi dan kontur benda yang terlihat dari arah pandang itu.
2. **Garis tipis kontinu** dipakai untuk garis ukur, garis bantu ukuran, dan arsiran. Garis

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

tebal kira-kira dua kali setebal garis tipis.

3. **Garis putus-putus** menggambarkan tepi yang **tidak terlihat** karena tertutup bagian benda di depannya, misalnya lubang di dalam benda. Garis ini sering dilewatkan pembaca, padahal justru membawa informasi tentang bagian dalam benda.
4. **Garis sumbu** berbentuk titik-garis tipis. Garis ini menandai sumbu lubang atau poros, titik pusat lingkaran, dan bidang simetri. Dua garis sumbu yang berpotongan menunjukkan pusat sebuah lubang.
5. **Garis potong** berbentuk titik-garis yang ujung dan belokannya dibuat tebal. Garis ini menunjukkan letak bidang potong, dan di ujungnya diberi panah arah pandang serta huruf.
6. **Garis gelombang atau zigzag tipis** menandai batas patahan pada benda panjang yang digambar lebih pendek dari sebenarnya.

Bila dua garis kebetulan berimpit, yang digambar adalah garis yang lebih penting: kontur tebal didahulukan, lalu garis putus-putus, lalu garis sumbu.

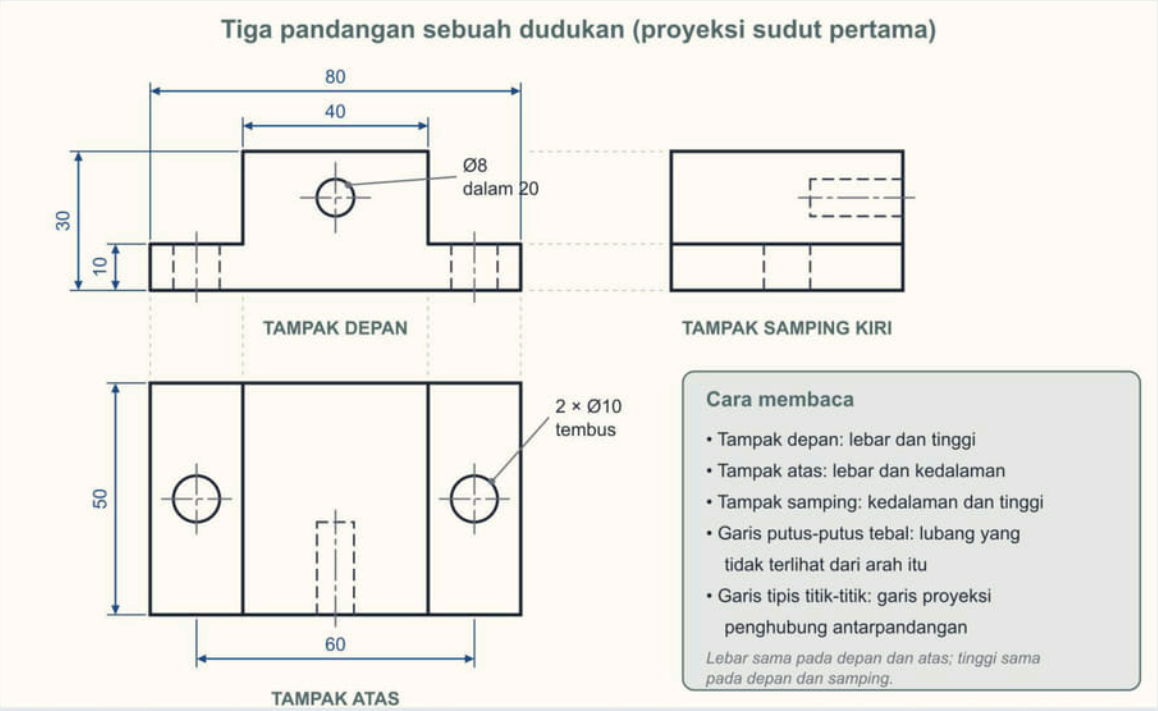
3. Tiga pandangan

Satu pandangan saja tidak cukup untuk memastikan bentuk benda. Tampak depan sebuah benda berbentuk persegi panjang 80 × 30 mm dapat berasal dari balok pendek, balok panjang, atau silinder yang direbahkan, karena **kedalamannya tidak terlihat**. Karena itu benda digambar dari beberapa arah. Tiga pandangan yang paling lazim adalah:

- **tampak depan**, yaitu pandangan utama. Sisi yang dipilih biasanya yang paling banyak memperlihatkan ciri bentuk benda;
- **tampak atas**, yaitu benda dilihat dari atas;
- **tampak samping**, yaitu benda dilihat dari sisi kiri atau kanan.

Tiap pandangan memperlihatkan dua dari tiga ukuran pokok benda, yaitu **lebar, tinggi, dan kedalaman** (ukuran depan–belakang). Tampak depan memperlihatkan lebar dan tinggi, tampak atas memperlihatkan lebar dan kedalaman, dan tampak samping memperlihatkan kedalaman dan tinggi. Karena itu satu ukuran selalu muncul di dua pandangan, dan pandangan-pandangan itu **disusun sejajar** agar mudah dicocokkan: lebar sama pada tampak depan dan tampak atas, tinggi sama pada tampak depan dan tampak samping.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 3.2 Tiga pandangan sebuah dudukan pada proyeksi sudut pertama. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gambar 3.2 memperlihatkan sebuah dudukan: pelat dasar yang di tengahnya terdapat blok yang menonjol ke atas. Sub bab 3.2 akan membahas perbedaan susunan pandangan menurut standar, sedangkan di sini kita memakai susunan yang lazim di Eropa dan di buku pelajaran SMK. Untuk membacanya, kerjakan satu pandangan setelah yang lain.

1. **Tampak depan** berbentuk seperti tangga: dasar selebar 80 mm setebal 10 mm, dan blok selebar 40 mm yang naik sampai tinggi total 30 mm. Sebuah lingkaran Ø8 terlihat penuh di blok, berarti ada lubang yang terbuka ke arah depan. Garis putus-putus vertikal di bagian dasar menunjukkan dua lubang tegak yang tersembunyi.
2. **Tampak atas** memperlihatkan kedalaman 50 mm. Dua lingkaran Ø10 di sisi kiri dan kanan adalah lubang tegak tadi, yang terlihat penuh dari atas. Dua garis tebal tegak menunjukkan tepi blok. Dua garis putus-putus pendek di tengah, sepanjang 20 mm dari tepi depan, adalah lubang Ø8 tadi: ia tidak menembus, hanya masuk sedalam 20 mm.
3. **Tampak samping kiri** memperlihatkan blok yang menutupi seluruh kedalaman. Garis putus-putus di bagian atas menunjukkan lubang Ø8 yang dalam 20 mm, dan garis putus-putus di bagian dasar menunjukkan lubang Ø10 yang menembus dasar.

Dari pembacaan itu terlihat satu kebiasaan penting: **lubang yang tidak terlihat dari suatu arah muncul sebagai garis putus-putus, dan panjang garis putus-putus itu sama dengan kedalaman lubang**. Menghitung ukuran yang tidak tertulis pun menjadi mudah. Tinggi blok di atas dasar tidak tertulis, tetapi dapat dicari: 30 − 10 = 20 mm.

4. Membaca ukuran

Ukuran pada gambar kerja terdiri atas **garis ukur** (garis tipis dengan anak panah di kedua ujung), **garis bantu** (garis tipis yang menarik tepi benda ke luar), dan **angka**. Satuannya

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

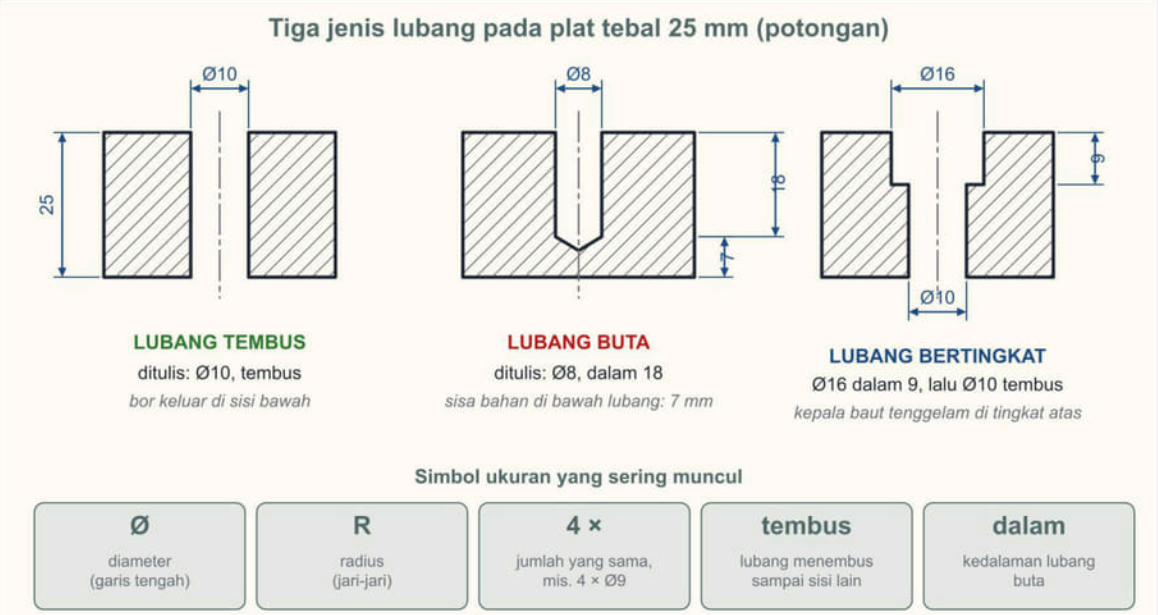
milimeter dan tidak ditulis di tiap angka karena sudah tertera di kepala gambar. Sebuah ukuran ditulis **satu kali saja**; ukuran yang dapat dihitung dari ukuran lain tidak ditulis ulang. Itu sebabnya sering kali kamu harus menjumlah atau mengurangi. Misalnya, bila lebar total 80 mm dan blok tengah 40 mm, maka sisa di kiri dan kanan masing-masing (80 − 40) ÷ 2 = 20 mm.

Beberapa simbol menyertai angka ukuran:

- **Ø** berarti diameter. Ø10 adalah lingkaran yang garis tengahnya 10 mm, sehingga jari-jarinya 5 mm.
- **R** berarti radius atau jari-jari, biasanya untuk sudut yang dibulatkan.
- **4 ×** di depan ukuran berarti ada empat bentuk yang sama, misalnya 4 × Ø9.
- Tulisan **tembus** dan **dalam** menjelaskan lubang, seperti pada penjelasan berikut.

Dua jenis jarak lubang sering tertukar. **Jarak antarsumbu** diukur dari pusat lubang yang satu ke pusat lubang yang lain, sedangkan **bahan di antara dua lubang** diukur dari tepi ke tepi. Hubungannya: bahan di antara dua lubang = jarak antarsumbu − jari-jari lubang pertama − jari-jari lubang kedua. Dua lubang Ø10 yang jarak antarsumbunya 30 mm menyisakan bahan setebal 30 − 5 − 5 = 20 mm.

Lubang di benda kerja ada tiga macam (Gambar 3.3).



Gambar 3.3 Tiga jenis lubang pada plat tebal 25 mm dan simbol ukuran yang sering muncul. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Lubang tembus** menembus benda sampai sisi seberang, sehingga ditulis misalnya "Ø10, tembus".
- **Lubang buta** hanya masuk sampai kedalaman tertentu dan berhenti di dalam benda, sehingga ditulis misalnya "Ø8, dalam 18". Kedalaman yang tertulis adalah kedalaman bagian yang berdiameter penuh. Ujung mata bor berbentuk kerucut, sehingga lubang sebenarnya lebih dalam kira-kira 0,3 kali diameter. Pada Ø8, tambahannya sekitar 2,4

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

mm. Lubang buta selalu menyisakan bahan di bawahnya; bila pengeboran kebablasan, benda bisa tembus dan rusak.

- **Lubang bertingkat** terdiri atas lubang lebar yang dangkal dan lubang sempit yang tembus. Fungsinya membenamkan kepala baut atau kepala mur agar rata dengan permukaan, atau agar kepala baut berada di dalam benda. Kepala baut duduk di dasar tingkat atas, sehingga panjang batang baut di dalam benda adalah tebal benda dikurangi kedalaman tingkat atas. Pada Gambar 3.3, tebal plat 25 mm dan tingkat atas sedalam 9 mm, jadi bagian batang baut di dalam plat panjangnya 25 − 9 = 16 mm.

Membedakan lubang tembus dan buta penting dalam pekerjaan nyata. Baut yang terlalu panjang pada lubang buta akan menumbuk dasar lubang sebelum menjepit, sehingga sambungan tampak kencang tetapi sebenarnya longgar, dan pada benda tuang tertentu dasar lubang bisa retak. Karena itu panjang baut selalu dibandingkan dengan kedalaman lubang yang tertulis di gambar.

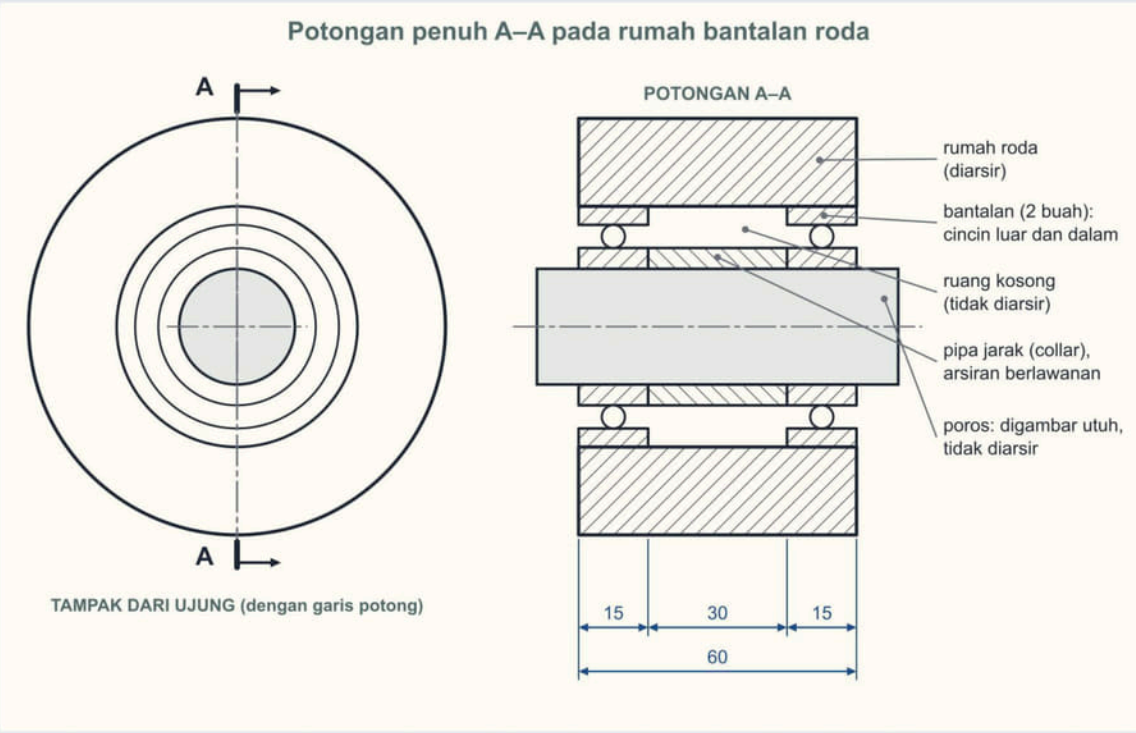
5. Potongan

Pada benda yang berongga, misalnya rumah bantalan atau blok mesin, garis putus-putus yang menumpuk membuat gambar sulit dibaca. Solusinya adalah **potongan**. Benda diandaikan diiris oleh sebuah bidang, bagian yang menghadap pengamat dibuang, lalu bagian dalamnya digambar seperti terlihat. Letak irisan ditunjukkan oleh **garis potong** pada salah satu pandangan, lengkap dengan panah yang menunjukkan arah pandang dan huruf pengenal seperti A–A. Pandangan hasil irisan diberi judul "Potongan A–A". **Potongan penuh** artinya bidang iris melewati seluruh benda.

Bagian benda yang terkena irisan diisi **arsiran**, yaitu garis tipis sejajar yang rapat dan miring kira-kira 45°. Aturan arsiran:

- arsiran hanya diberikan pada **bahan yang terpotong**; lubang dan ruang kosong dibiarkan putih;
- satu bagian diarsir dengan arah dan jarak yang sama di seluruh potongan;
- dua bagian yang berdampingan diarsir dengan arah berlawanan atau jarak berbeda agar terlihat terpisah;
- baut, mur, poros pejal, dan pasak yang terpotong memanjang biasanya digambar utuh tanpa arsiran, begitu pula bola bantalan, karena bagian-bagian itu padat dan bagian dalamnya tidak perlu diperlihatkan.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 3.4 Potongan penuh A–A pada rumah bantalan roda. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gambar 3.4 menunjukkan sebuah rumah bantalan roda yang dipotong lewat sumbunya. Di tampak ujung (kiri), garis potong A–A lewat tengah lingkaran, dan panah menunjukkan arah pandang ke kanan. Di potongan A–A (kanan), kita melihat dinding rumah roda yang diarsir, dua bantalan, dan **pipa jarak** (*collar*), yaitu pipa pendek yang menahan jarak antara kedua bantalan. Poros digambar utuh karena benda pejal. Ruang di antara pipa jarak dan dinding rumah dibiarkan putih karena memang kosong. Karena panjang rumah 60 mm dan kedua bantalan masing-masing 15 mm, pipa jarak panjangnya 60 − 15 − 15 = 30 mm. Angka itu tidak tertulis di gambar, tetapi bisa dihitung dari ukuran yang ada.

6. Urutan membaca gambar kerja

Bila kamu menghadapi gambar kerja, kerjakan berurutan.

1. **Baca kepala gambar:** nama benda, skala, satuan, dan bahan.
2. **Lihat bentuk umum** dari ketiga pandangan, lalu bayangkan bendanya.
3. **Cari ukuran pokok:** lebar, tinggi, dan kedalaman.
4. **Periksa detail:** lubang, jenisnya (tembus, buta, bertingkat), dan jumlahnya.
5. **Perhatikan garis putus-putus dan garis potong:** keduanya membawa informasi tentang bagian dalam.
6. **Hitung ukuran yang tidak tertulis** dari ukuran yang ada.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

▣ CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Menentukan ukuran paking

Paking tutup rumah roda gigi berbentuk persegi panjang 120 × 80 mm. Di tengahnya ada jendela persegi panjang 80 × 40 mm yang dipusatkan. Ada enam lubang baut Ø8: tiga di sisi panjang atas dan tiga di sisi panjang bawah (di dua sudut dan di tengah), dengan pusat lubang 10 mm dari tepi luar. Berapa jarak antarsumbu lubang yang berdampingan, dan berapa lebar bahan antara lubang baut dan tepi luar?

Langkah:

1. Pada sisi panjang, lubang sudut berada 10 mm dari tepi kiri dan 10 mm dari tepi kanan, sehingga jarak antara kedua pusat adalah 120 − 10 − 10 = 100 mm.
2. Lubang tengah berada di tengah keduanya, sehingga jarak antarsumbu yang berdampingan adalah 100 ÷ 2 = 50 mm.
3. Jari-jari lubang Ø8 adalah 4 mm, sehingga bahan antara tepi lubang dan tepi luar adalah 10 − 4 = 6 mm.

Jawaban: jarak antarsumbu 50 mm, bahan di tepi luar 6 mm. Sebagai pengecekan tambahan, jendela dimulai 20 mm dari tepi, sehingga bahan antara lubang baut dan jendela adalah 20 − 10 − 4 = 6 mm; bahan tepi paking tidak lebih tipis dari 6 mm.

Contoh 2: Menghitung panjang pipa jarak

Potongan sebuah rumah bantalan roda menunjukkan susunan dari kiri ke kanan: cincin penyekat (seal) setebal 4 mm, bantalan kiri selebar 20 mm, pipa jarak, lalu bantalan kanan selebar 20 mm. Panjang total bagian dalam rumah adalah 72 mm. Berapa panjang pipa jarak?

Langkah:

1. Jumlahkan bagian yang diketahui: 4 + 20 + 20 = 44 mm.
2. Kurangkan dari panjang total: 72 − 44 = 28 mm.
3. Periksa ulang dengan menjumlah seluruhnya: 4 + 20 + 28 + 20 = 72 mm.

Jawaban: 28 mm. Panjang ini tidak tertulis, tetapi dapat dicari dari potongan karena bagian dalam rumah tersusun tanpa celah.

Contoh 3: Menilai lubang buta

Sebuah plat tebal 30 mm memiliki lubang dengan keterangan "Ø10, dalam 22". Apakah lubang itu tembus? Berapa sisa bahan di bawah lubang? Bila seorang siswa mengebor sampai kedalaman 26 mm, apa akibatnya?

Langkah:

1. Keterangan "dalam 22" menunjukkan lubang buta, bukan tembus, karena 22 lebih kecil dari tebal plat 30 mm.
2. Sisa bahan di bawah bagian lurus lubang: 30 − 22 = 8 mm.
3. Ujung mata bor berbentuk kerucut sedalam kira-kira 0,3 × 10 = 3 mm, sehingga sisa bahan di bawah ujung lubang menjadi sekitar 8 − 3 = 5 mm.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

4. Bila dibor sampai 26 mm, sisa bahan di bawah bagian lurus hanya 30 − 26 = 4 mm, dan di bawah ujung kerucut tinggal sekitar 1 mm. Dasar lubang tipis, mudah bocor atau retak.

Jawaban: lubang buta dengan sisa bahan 8 mm (sekitar 5 mm di bawah ujung kerucut). Mengebor sampai 26 mm melampaui gambar dan hampir menembus plat.

Contoh 4: Memakai skala

Sebuah gambar dudukan memakai skala 1:2 dan salah satu ukurannya tertulis 90. Di gambar lain, sebuah pin kecil memakai skala 5:1 dan panjangnya tertulis 8. Berapa panjang garis kedua benda itu di kertas? Seorang siswa mengukur garis dudukan di kertas, mendapat 45 mm, lalu memotong plat 45 mm. Apa yang salah?

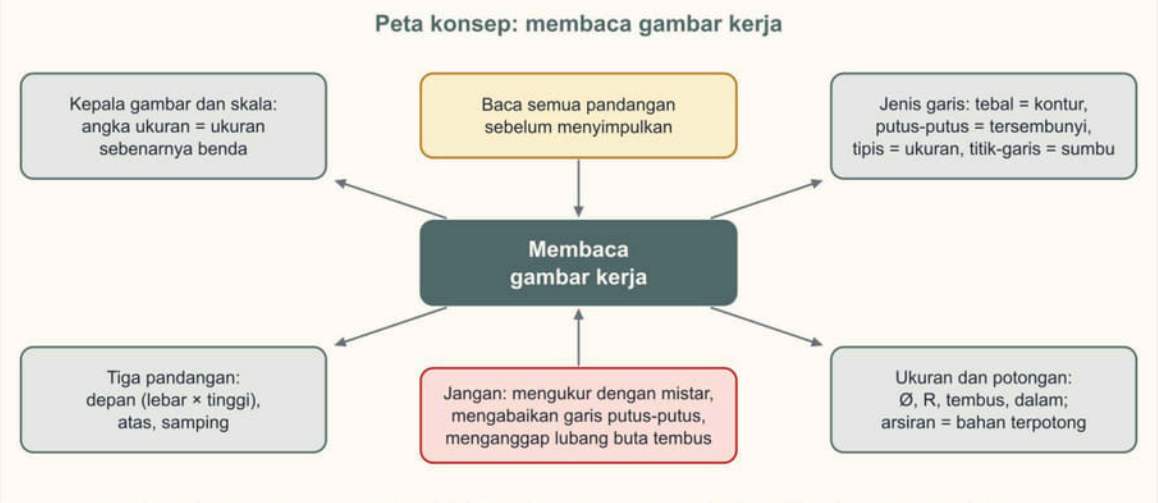
Langkah:

1. Dudukan (skala 1:2): panjang di kertas = ukuran sebenarnya ÷ 2 = 90 ÷ 2 = 45 mm.
2. Pin (skala 5:1): panjang di kertas = ukuran sebenarnya × 5 = 8 × 5 = 40 mm.
3. Angka yang tertulis di gambar adalah ukuran sebenarnya. Siswa itu seharusnya memotong 90 mm, bukan 45 mm.

Jawaban: garis dudukan 45 mm dan garis pin 40 mm di kertas. Siswa tadi keliru karena menganggap panjang garis di kertas sebagai ukuran benda; yang dipakai adalah angka ukuran, 90 mm.

❖ PETA KONSEP

Ringkasan sub bab ini terlihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Peta konsep sub bab 3.1. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- Baca kepala gambar lebih dulu; angka ukuran selalu ukuran sebenarnya, berapa pun skalanya.
- Garis tebal untuk kontur terlihat, putus-putus untuk bagian tersembunyi, tipis untuk ukuran dan arsiran, titik-garis untuk sumbu.
- Tampak depan memuat lebar dan tinggi; tampak atas memuat lebar dan kedalaman;

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

tampak samping memuat kedalaman dan tinggi.

- Lubang tembus menembus benda; lubang buta berhenti di dalam dan menyisakan bahan; lubang bertingkat membenamkan kepala baut.
- Bahan di antara dua lubang = jarak antarsumbu − kedua jari-jari.
- Arsiran hanya pada bahan yang terpotong; ruang kosong tetap putih.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Soal gambar kerja memerlukan ketelitian, bukan perhitungan rumit. Gunakan langkah berikut.

1. **Tulis dulu ukuran yang diminta** (lebar, tinggi, kedalaman, panjang baut, atau lebar bahan), lalu cari di pandangan mana ukuran itu terbaca.
2. **Tandai semua garis putus-putus** dan tanyakan: lubang apa, dan seberapa dalam?
3. **Jumlahkan atau kurangkan bagian** untuk ukuran yang tidak tertulis, lalu periksa bahwa jumlah bagian sama dengan ukuran total.
4. **Ubah diameter menjadi jari-jari** sebelum mengurangkan dari jarak antarsumbu.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Mengukur gambar dengan mistar** dan mengabaikan angka ukuran.
- **Mengira lubang buta tembus**, atau sebaliknya.
- **Mengabaikan garis putus-putus**, padahal itu lubang atau tepi yang tersembunyi.
- **Memakai diameter, bukan jari-jari**, saat menghitung bahan di antara dua lubang.
- **Menjumlahkan tebal penuh benda** padahal sebagian sudah ditempati kepala baut atau lubang bertingkat.
- **Mengira daerah berarsir adalah lubang**, padahal arsiran menunjukkan bahan.

> Contoh salah tafsir: pada soal tentang potongan sebuah selongsong, seorang siswa menghitung diameter dalam dari lebar bagian berarsir. Padahal arsiran menunjukkan dinding selongsong, bukan rongganya. Rongga adalah bagian putih tanpa arsiran, sehingga diameter dalam dibaca dari jarak antara dua dinding berarsir.

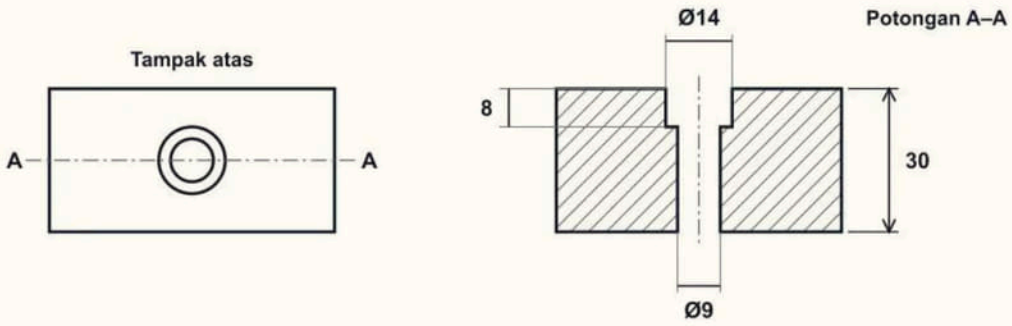
• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut meminta panjang batang baut dari gambar potongan sebuah dudukan yang lubangnya bertingkat dan menembus. Perhatikan bagaimana tiap bagian dijumlahkan.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

►. Siswa akan memasang baut berkepala silinder dengan lubang segi enam (baut L) dan mur untuk mengikat dudukan seperti gambar kerja (2027). Agar kepala baut tenggelam, lubang dibuat bertingkat. Kepala baut duduk di dasar lubang Ø14. Batang baut harus menembus dudukan, melewati mur setebal 8 mm di sisi bawah, dan menyisakan ulir 2 mm di luar mur. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Panjang batang baut (tidak termasuk kepala) yang paling tepat adalah ....

Gambar kerja dudukan (bracket) — satuan mm



A. 30 mm
B. 38 mm
C. 22 mm
D. 32 mm
E. 40 mm

Pembahasan **Kunci: D**

Konsep: Gambar potongan memperlihatkan bagian dalam benda. Arsiran menunjukkan bahan yang terpotong; lubang tampak sebagai daerah tanpa arsiran. Lubang yang mencapai sisi bawah benda adalah lubang tembus.

Langkah:
1. Dari potongan: tebal dudukan 30 mm, lubang Ø14 sedalam 8 mm, lalu lubang Ø9 tembus sampai sisi bawah.
2. Kepala baut duduk di dasar lubang Ø14, jadi batang baut di dalam dudukan = 30 − 8 = 22 mm.
3. Ditambah mur 8 mm dan sisa ulir 2 mm: 22 + 8 + 2 = 32 mm.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ 30 mm hanya tebal dudukan; batang tidak menembus mur.
• **B.** ✗ Jebakan: 30 + 8 = 38 mm memakai tebal penuh dudukan, padahal kepala baut tenggelam 8 mm sehingga batang di dalam dudukan hanya 22 mm; sisa ulir 2 mm juga terlupa.
• **C.** ✗ 22 mm hanya panjang lubang Ø9; batang belum menembus mur.
• **D.** ✓ 22 mm di dalam dudukan + 8 mm mur + 2 mm sisa ulir = 32 mm.
• **E.** ✗ Memakai tebal penuh 30 mm lalu menambah mur dan sisa ulir, padahal kepala baut tenggelam 8 mm.

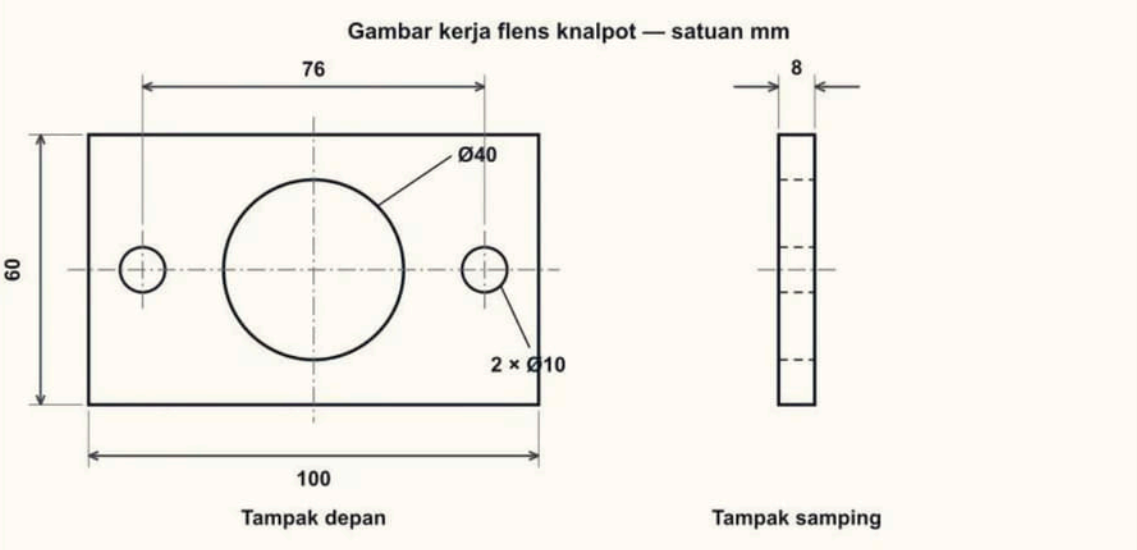
Jawaban: D.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk tiap soal, tulis dulu ukuran yang diminta dan pandangan tempat ukuran itu terbaca.

1. Siswa akan membuat paking pengganti untuk flens knalpot sebuah mobil berdasarkan gambar kerja di samping (2027). Agar paking tidak mudah sobek, lebar bahan paking di antara tepi lubang tengah dan tepi lubang baut minimal 12 mm.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Lebar bahan di antara kedua tepi lubang itu dan penilaiannya adalah ....



A. 13 mm, memenuhi syarat minimal
B. 18 mm, memenuhi syarat minimal
C. 8 mm, belum memenuhi syarat minimal
D. 28 mm, memenuhi syarat minimal
E. 33 mm, memenuhi syarat minimal

2. Sebuah excavator melemah setelah bekerja berjam-jam, dan penurunan tenaga makin terasa ketika oli hidrolik panas (2027). Mekanik menduga pompa hidrolik aus.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan manakah yang **benar**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Pompa aus meloloskan sebagian oli di dalam pompa sehingga aliran dan tekanan menurun
☐ B. Pompa aus membuat tekanan sistem naik melebihi setelan katup pelepas
☐ C. Oli yang menjadi encer karena panas memperparah kebocoran di dalam pompa
☐ D. Pompa aus menyebabkan oli keluar menetes dari silinder
☐ E. Gejalanya dapat muncul walaupun tidak ada oli yang menetes ke luar

Kunci singkat: 1. A 2. A, C, E

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menjelaskan mengapa angka ukuran tidak boleh digantikan dengan hasil mistar pada gambar?
- Bagaimana kamu mengenali lubang buta pada tampak atas, dan apa yang harus diperhatikan sebelum memilih baut untuk lubang itu?
- **Yang harus kuingat:** baca kepala gambar dan skala, cocokkan ketiga pandangan, perhatikan garis putus-putus, dan hitung ukuran yang tidak tertulis dari bagian-bagiannya.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 3.1: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkto&node=SMKTO-3.1

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 3.2 · Standar proyeksi, ulir, dan toleransi

SMKTO-3.2

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi menyebut gambar teknik **menurut standar ISO atau JIS**. Artinya, kamu diminta menyadari bahwa gambar dari pabrik atau negara yang berbeda dapat disusun dengan cara yang berbeda, lalu tetap dapat membacanya dengan benar. Soalnya biasanya berupa manual servis atau gambar kerja yang memuat susunan pandangan, notasi ulir pada baut, atau ukuran bertoleransi, disertai kasus bengkel: siswa membaca gambar dengan kebiasaan yang keliru atau memilih benda yang lolos pemeriksaan. Yang diuji adalah **kemampuan menerjemahkan simbol standar menjadi keputusan kerja yang benar**, bukan menghafal nomor standar.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- membedakan proyeksi sudut pertama dan sudut ketiga serta menentukan nama pandangan dari letaknya;
- menjelaskan mengapa simbol proyeksi di kepala gambar harus diperiksa lebih dulu;
- membaca notasi ulir metrik seperti M10 × 1,25 dan membedakan ulir kasar dari ulir halus;
- membaca ukuran bertoleransi, menghitung batas bawah dan batas atas, serta memeriksa hasil ukur terhadap batas itu;
- membedakan pasangan poros dan lubang yang longgar dari yang ditekan.

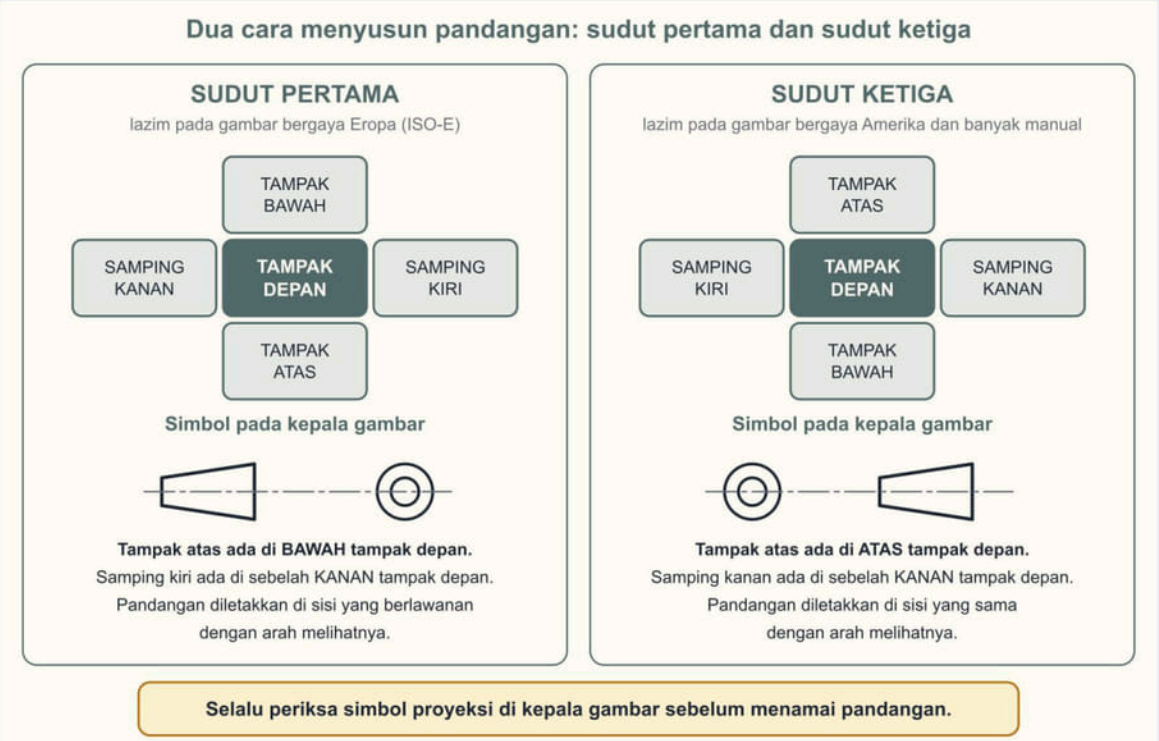
◆ KONSEP INTI

Gambar kerja dibuat untuk dibaca orang lain. Karena kendaraan berasal dari banyak negara dan suku cadangnya dibuat di banyak pabrik, gambar yang sampai ke bengkel dapat mengikuti standar yang berbeda: standar internasional **ISO**, standar nasional kita **SNI** yang banyak mengacu ke ISO, standar Jepang **JIS**, standar Jerman **DIN**, atau standar Amerika. Hal pokok yang dibahas gambar teknik sama, tetapi cara menyusun pandangan, menulis ulir, dan menyatakan ketelitian punya aturan yang perlu kamu kenali. Teknisi yang tidak memeriksa standar yang dipakai dapat membaca gambar dengan benar menurut kebiasaannya sendiri, tetapi salah menurut gambar itu.

1. Dua cara menyusun pandangan

Pada sub bab 3.1 kamu sudah membaca tiga pandangan. Ada dua cara menempatkan pandangan di kertas, yang disebut **proyeksi sudut pertama** dan **proyeksi sudut ketiga**. Bendanya sama, pandangan-pandangannya pun sama; yang berbeda hanyalah **letak** tiap pandangan terhadap tampak depan (Gambar 3.6).

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 3.6 Susunan pandangan pada proyeksi sudut pertama dan sudut ketiga, beserta simbolnya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- Pada **sudut pertama**, setiap pandangan diletakkan di sisi yang **berlawanan** dengan arah melihatnya. Benda seolah berada di antara pengamat dan kertas, sehingga bayangan jatuh di seberang. Akibatnya, **tampak atas berada di bawah tampak depan**, dan **tampak samping kiri berada di sebelah kanan tampak depan**. Cara ini lazim pada gambar bergaya Eropa dan banyak dipakai pada pelajaran gambar teknik di sekolah kita.
- Pada **sudut ketiga**, setiap pandangan diletakkan di sisi yang **sama** dengan arah melihatnya. Kertas seolah berada di antara pengamat dan benda, seperti melihat benda lewat kaca yang transparan. Akibatnya, **tampak atas berada di atas tampak depan**, dan **tampak samping kanan berada di sebelah kanan tampak depan**. Cara ini lazim pada gambar bergaya Amerika, dan gambar yang mengikuti standar JIS sering memakainya, sehingga manual servis kendaraan buatan pabrik tertentu menggunakannya.

Hal yang paling penting: **bentuk tiap pandangan tidak berubah, hanya letaknya yang bertukar**. Untuk mengubah susunan dari sudut pertama ke sudut ketiga, tampak depan tetap di tempatnya, lalu tampak atas dan tampak bawah bertukar tempat, begitu pula samping kiri dan samping kanan.

Dari mana kita tahu metode yang dipakai? Dari **simbol proyeksi pada kepala gambar**, yaitu gambar kecil sebuah kerucut terpotong yang digambar dalam dua pandangan: sisi samping berbentuk trapesium dan sisi ujung berbentuk dua lingkaran sepusat. Bila lingkaran berada di **sebelah kanan** trapesium, metodenya sudut pertama. Bila lingkaran berada di **sebelah kiri**, metodenya sudut ketiga. Bila pandangan sudah diberi nama pada gambar (misalnya "tampak atas"), pakailah nama itu, tetapi tetap periksa simbolnya agar kamu

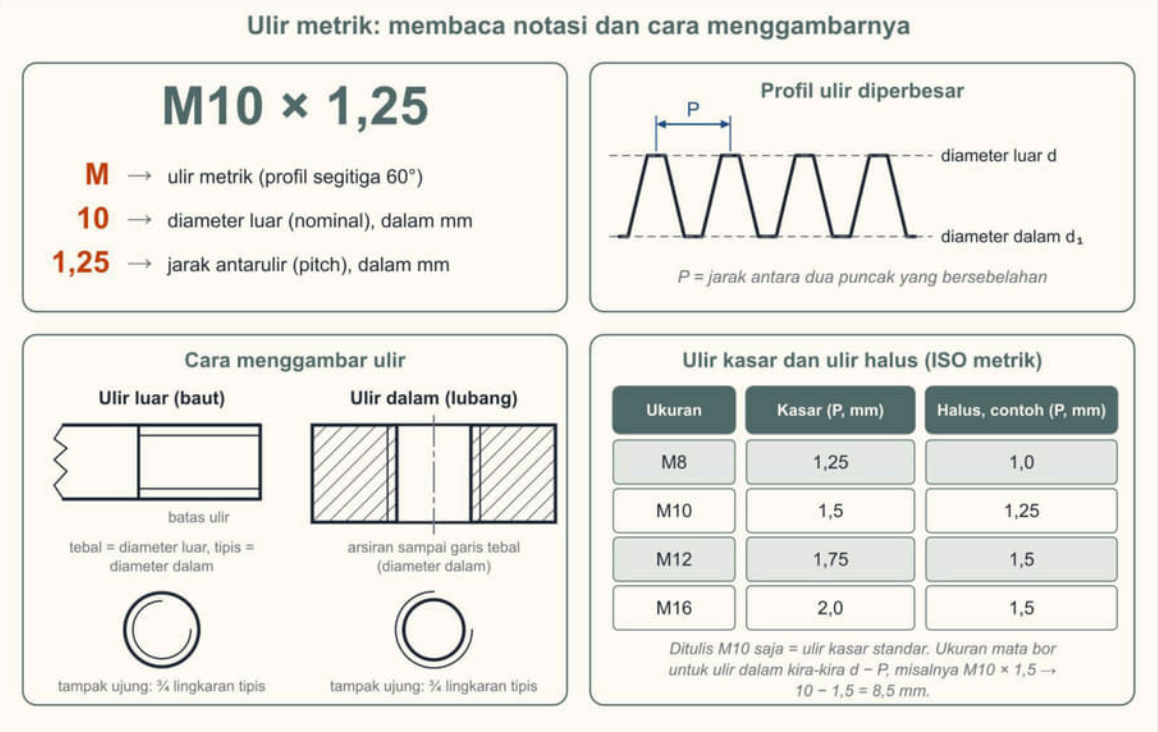
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

mengerti mengapa letaknya demikian. Jangan menebak metode dari negara asal gambar, karena pabrik di negara yang sama pun dapat memakai metode berbeda.

Akibat salah membaca nyata. Bila gambar bersudut ketiga dibaca dengan kebiasaan sudut pertama, tampak atas dikira tampak bawah dan sisi kiri dikira sisi kanan. Pada benda yang tidak simetris, kesalahan itu membuat lubang dibor di sisi yang salah atau komponen dipasang terbalik.

2. Ulir dan notasinya

Ulir adalah alur berbentuk spiral pada baut, mur, dan lubang berulir yang memungkinkan dua benda dikencangkan atau digerakkan dengan memutar. Hampir semua sambungan di kendaraan memakai ulir. Pada otomotif umumnya dipakai **ulir metrik**, yang ukurannya dalam milimeter dan profilnya berbentuk segitiga dengan sudut 60° (Gambar 3.7).



Gambar 3.7 Membaca notasi ulir metrik, profil ulir, cara menggambarnya pada gambar kerja, dan ulir kasar serta halus. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Ulir metrik ditulis dengan huruf **M**, diikuti **diameter luar** (diameter nominal) dan **jarak antarulir** (*pitch*, disingkat P), keduanya dalam milimeter. Notasi **M10 × 1,25** berarti ulir metrik berdiameter luar 10 mm dengan jarak antarulir 1,25 mm. **Jarak antarulir** adalah jarak antara dua puncak ulir yang bersebelahan; pada ulir satu jalur, jarak ini sama dengan jarak maju baut setiap kali diputar satu putaran penuh. Angka belakang pada notasi ulir adalah jarak antarulir, **bukan panjang baut**.

Pada diameter yang sama, ada pilihan jarak antarulir yang berbeda:

- **Ulir kasar** berjarak lebih besar. Bila jarak tidak ditulis (misalnya hanya "M10"), yang dimaksud adalah ulir kasar standar, yaitu M8 dengan 1,25 mm, M10 dengan 1,5 mm, M12 dengan 1,75 mm, dan M16 dengan 2 mm. Ulir kasar lebih cepat dipasang dan lebih tahan

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

pada bahan lunak seperti aluminium.

- **Ulir halus** berjarak lebih kecil sehingga alurnya lebih rapat, misalnya M10 × 1,25 atau M12 × 1,5. Ulir halus lebih tahan kendor oleh getaran dan memungkinkan penyetelan lebih teliti, tetapi lebih mudah rusak bila dipasang miring.

Baut dan mur hanya dapat dipasangkan bila diameter dan jarak antarulirnya sama. Baut M10 × 1,25 tidak cocok dengan mur M10 (kasar, 1,5), walaupun diameternya sama. Memaksa memasang akan merusak ulir dan merusak lubang berulir pada benda, yang sering mahal diperbaiki. Pasangan yang tepat dapat dicek dengan memutar baut dengan tangan: bila macet sejak awal, jangan dipaksa. Pada sebuah daftar belanja baut, ukuran seperti "M10 × 45" biasanya berarti diameter dan **panjang** baut, sedangkan pada gambar lubang berulir, "M10 × 1,25" berarti diameter dan jarak antarulir. Konteks gambar membantu membedakannya; bila ragu, baca keterangan lengkapnya.

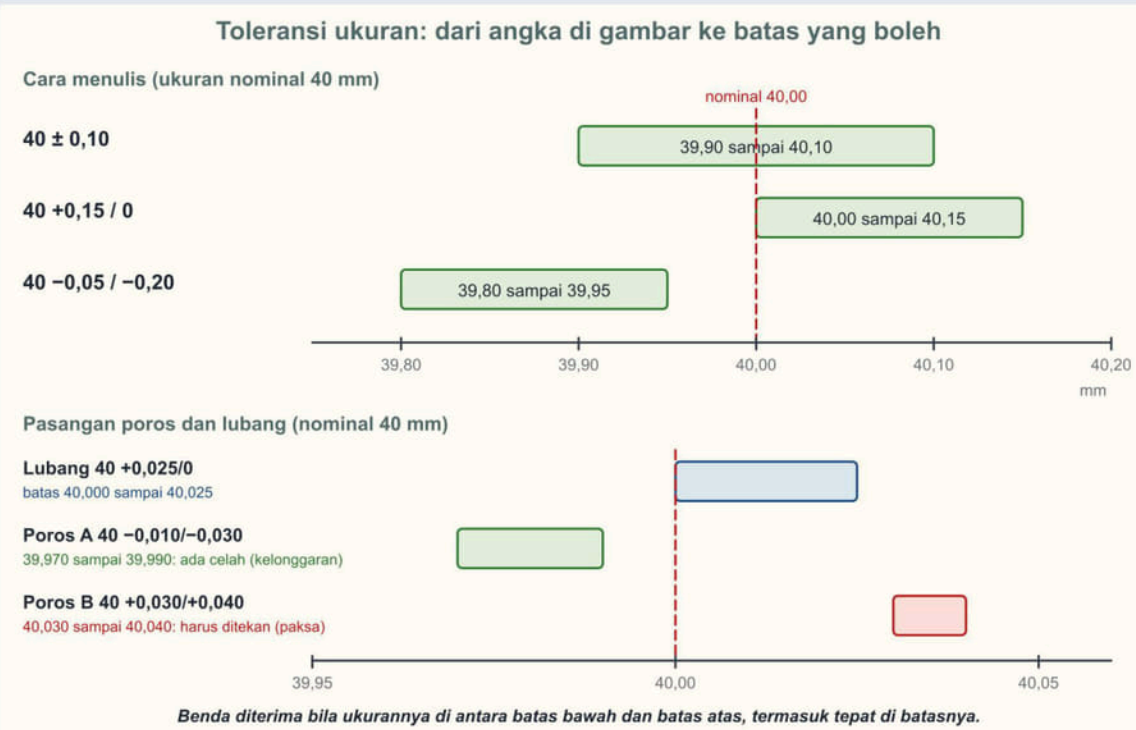
Beberapa hal lain tentang ulir:

- **Ulir kanan** dikencangkan dengan memutar searah jarum jam dan menjadi bawaan umum. **Ulir kiri** ditandai LH (*left hand*) dan dikencangkan berlawanan arah jarum jam. Ulir kiri dipakai di tempat tertentu agar sambungan tidak terlepas oleh putaran, misalnya pedal sepeda sebelah kiri.
- **Mata bor ulir.** Untuk membuat ulir dalam, lubang dibor dulu dengan diameter kira-kira diameter luar dikurangi jarak antarulir (d − P). Untuk M10 × 1,5, mata bornya sekitar 10 − 1,5 = 8,5 mm.
- **Kelas kekuatan.** Angka seperti 8.8 atau 10.9 pada kepala baut menyatakan kekuatannya. Baut pengganti tidak boleh berkelas lebih rendah daripada yang ditetapkan di manual.
- **Cara menggambar.** Pada gambar ulir luar, garis tebal menunjukkan diameter luar dan garis tipis menunjukkan diameter dalam; pada tampak ujung, tampak ¾ lingkaran tipis. Pada ulir dalam yang dipotong, arsiran berhenti di garis tebal yang menunjukkan diameter dalam.

3. Toleransi ukuran

Tidak ada benda yang dapat dibuat dengan ukuran persis sama dengan angka di gambar. Mesin, alat potong, suhu, dan alat ukur selalu menimbulkan selisih kecil. Karena itu gambar kerja menyatakan **ukuran nominal** (ukuran yang diinginkan) beserta **toleransi**, yaitu selisih yang masih diizinkan. Benda **diterima** bila ukuran sebenarnya berada di antara **batas bawah** dan **batas atas**, termasuk tepat di batasnya (Gambar 3.8).

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 3.8 Cara menulis toleransi dan pasangan poros dengan lubang. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

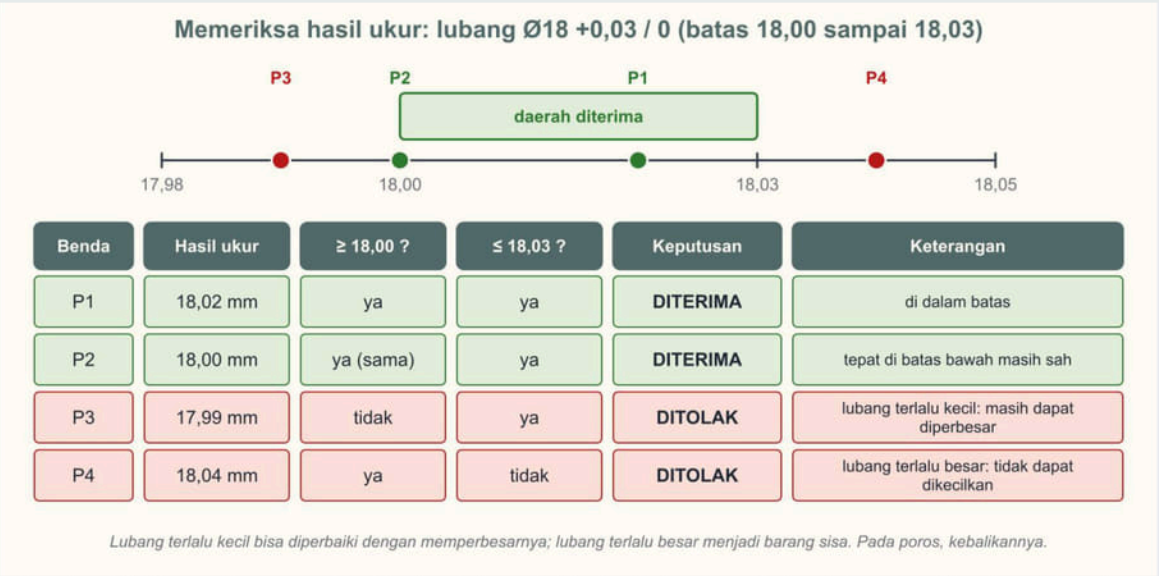
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Toleransi ditulis dengan tiga cara. Pada ukuran nominal 40 mm:

- **40 ± 0,10** (simetris) berarti batas atas 40 + 0,10 = 40,10 mm dan batas bawah 40 − 0,10 = 39,90 mm.
- **40 +0,15 / 0** berarti benda boleh lebih besar sampai 0,15 mm tetapi tidak boleh lebih kecil: batas bawah 40,00 mm dan batas atas 40,15 mm.
- **40 −0,05 / −0,20** berarti benda harus lebih kecil dari nominal: batas atas 40 − 0,05 = 39,95 mm dan batas bawah 40 − 0,20 = 39,80 mm. Perhatikan bahwa pada penulisan ini tidak ada ukuran yang sama dengan nominal.

Besar **toleransi** adalah selisih batas atas dan batas bawah. Pada tiga contoh di atas, besarnya masing-masing 0,20 mm, 0,15 mm, dan 0,15 mm. **Semakin kecil toleransinya, semakin teliti pembuatan dan pengukurannya, dan semakin mahal biayanya.** Karena itu toleransi yang sempit hanya diberikan pada bagian yang memang memerlukan, seperti dudukan bantalan atau cincin torak. Ukuran yang tidak diberi toleransi mengikuti toleransi umum yang tertera di kepala gambar atau catatan gambar. Alat ukur untuk memeriksanya harus lebih teliti daripada toleransinya, misalnya mikrometer yang dapat dibaca sampai 0,01 mm untuk memeriksa toleransi sepersekian milimeter (alat ukur dibahas di Bab 4).

Hasil ukur dibandingkan dengan batas, **bukan dengan ukuran nominal**. Benda yang berukuran 39,90 mm pada toleransi 40 ± 0,10 diterima walaupun selisihnya 0,10 dari nominal, sedangkan benda 40,11 mm ditolak walaupun hanya berselisih 0,01 dari batas. Gambar 3.9 memperlihatkan cara memeriksa beberapa hasil ukur terhadap satu pasang batas.



Gambar 3.9 Memeriksa empat hasil ukur lubang terhadap batas bawah dan batas atas. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Pada tabel itu, lubang Ø18 +0,03 / 0 memiliki batas 18,00 sampai 18,03 mm. Benda P1 dan P2 diterima karena berada di dalam batas, dan P2 sah karena tepat di batas bawah. Benda P3 terlalu kecil dan benda P4 terlalu besar. Perhatikan juga bahwa **lubang terlalu kecil masih bisa diperbaiki dengan memperbesarnya, sedangkan lubang terlalu besar tidak bisa**

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

dikecilkan; pada poros terjadi kebalikannya.

4. Pasangan poros dan lubang

Banyak komponen otomotif bekerja berpasangan: poros dengan lubang pada bantalan luncur, pena torak dengan lubang torak, atau poros dengan rumah bantalan. Hubungan ukuran keduanya disebut **pasangan**, dan ada dua jenis yang perlu kamu bedakan.

- **Pasangan longgar (kelonggaran).** Ukuran poros **selalu lebih kecil** daripada ukuran lubang, sehingga ada celah di antara keduanya. Celah itu menyediakan ruang untuk oli pelumas dan memungkinkan poros berputar atau bergeser. Pada Gambar 3.8, poros A (39,970 sampai 39,990 mm) selalu lebih kecil daripada lubang (40,000 sampai 40,025 mm).
- **Pasangan paksa (tekan).** Ukuran poros **selalu lebih besar** daripada ukuran lubang, sehingga poros harus ditekan masuk dengan press dan terjepit erat tanpa perlu pengikat lain. Pada Gambar 3.8, poros B (40,030 sampai 40,040 mm) selalu lebih besar daripada lubang.

Kelonggaran terkecil dihitung dari **lubang terkecil dikurangi poros terbesar**, dan kelonggaran terbesar dari **lubang terbesar dikurangi poros terkecil**. Untuk pasangan paksa, perhitungannya dibalik dan hasilnya disebut kebesaran (*interferensi*). Pada gambar kerja, pasangan sering juga ditulis dengan kode huruf dan angka, misalnya H7/g6: huruf besar untuk lubang, huruf kecil untuk poros, dan angka untuk tingkat ketelitiannya. Untuk TKA, yang penting adalah memahami arti pasangannya, bukan menghafal tabelnya.

▣ CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Menamai pandangan menurut simbol

Gambar sebuah rumah tuas memakai simbol proyeksi sudut ketiga. Pandangan P diletakkan di sebelah kanan tampak depan dan pandangan Q diletakkan tepat di bawah tampak depan. Pada pandangan P terlihat lubang oli. Apa nama P dan Q? Bila pembaca memakai kebiasaan sudut pertama, apa yang akan ia sangka?

Langkah:

1. Pada sudut ketiga, pandangan diletakkan di sisi yang sama dengan arah melihatnya: pandangan di kanan adalah tampak samping kanan, pandangan di bawah adalah tampak bawah.
2. Pada sudut pertama, pandangan di kanan tampak depan adalah tampak samping kiri, dan pandangan di bawah adalah tampak atas.
3. Jadi pembaca yang keliru akan menyangka P tampak samping kiri dan Q tampak atas.

Jawaban: P tampak samping kanan dan Q tampak bawah. Pembaca bergaya sudut pertama akan menyangka samping kiri dan tampak atas, sehingga lubang oli akan dicari di sisi kiri padahal berada di sisi kanan benda.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Contoh 2: Mencocokkan baut dan lubang berulir

Gambar menunjukkan sebuah baut M12 × 1,25 yang akan dipasang pada lubang berulir bertuliskan "M12". Apakah keduanya cocok? Berapa mata bor yang dipakai untuk membuat lubang M12 itu?

Langkah:

1. Lubang bertuliskan "M12" tanpa jarak antarulir berarti ulir kasar standar, yaitu M12 dengan jarak 1,75 mm.
2. Baut berjarak 1,25 mm. Jarak 1,25 dengan 1,75 berbeda, sehingga ulir tidak saling mengisi.
3. Mata bor untuk ulir M12 × 1,75 adalah 12 − 1,75 = 10,25 mm, dan pada praktiknya dipilih mata bor yang paling dekat, yaitu 10,2 mm.

Jawaban: tidak cocok, karena diameternya sama tetapi jarak antarulirnya berbeda; baut halus tidak boleh dipaksa masuk. Mata bor lubang M12 sekitar 10,25 mm, dibulatkan ke ukuran yang tersedia, 10,2 mm.

Contoh 3: Memeriksa tebal paking

Gambar menetapkan tebal paking kepala silinder 1,20 ± 0,10 mm. Hasil ukur empat paking: P1 1,12 mm; P2 1,31 mm; P3 1,09 mm; P4 1,28 mm. Paking mana yang diterima, dan berapa besar toleransinya?

Langkah:

1. Batas atas: 1,20 + 0,10 = 1,30 mm. Batas bawah: 1,20 − 0,10 = 1,10 mm.
2. Periksa tiap hasil: P1 1,12 berada di antara 1,10 dan 1,30 (diterima); P2 1,31 melampaui 1,30 (ditolak); P3 1,09 kurang dari 1,10 (ditolak); P4 1,28 berada di antara batas (diterima).
3. Besar toleransi: 1,30 − 1,10 = 0,20 mm.

Jawaban: P1 dan P4 diterima, P2 dan P3 ditolak, toleransi 0,20 mm. P2 dan P3 hanya berselisih 0,01 mm dari batas, tetapi tetap ditolak, karena penilaian memakai batas, bukan selisih dari nominal.

Contoh 4: Menentukan jenis pasangan

Sebuah lubang berukuran Ø25 +0,02 / 0. Poros A bertoleransi Ø25 −0,01 / −0,03, dan poros B bertoleransi Ø25 +0,03 / +0,05. Tentukan jenis pasangan lubang dengan tiap poros beserta celah atau kebesaran terkecil dan terbesarnya.

Langkah:

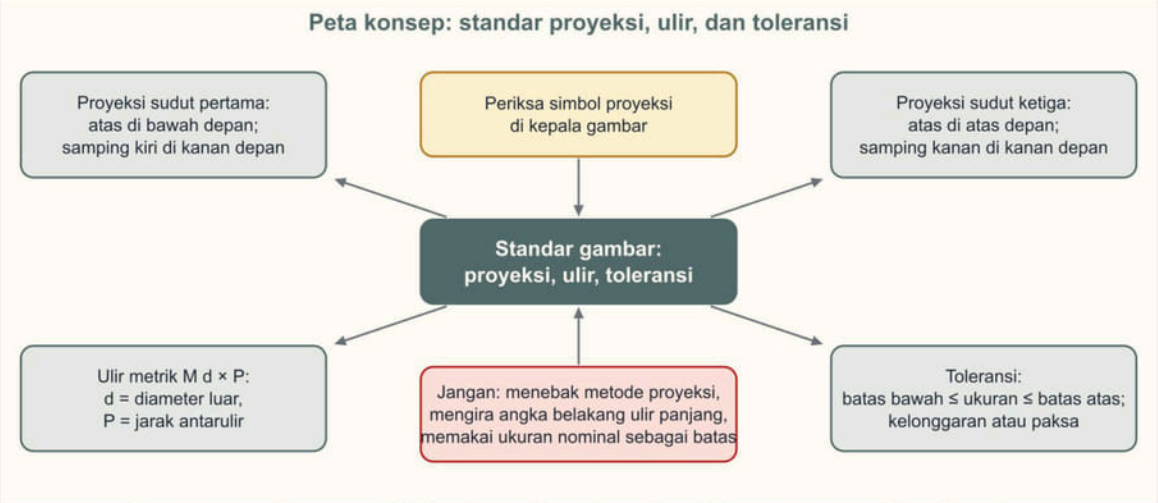
1. Ukuran lubang: terkecil 25,00 mm, terbesar 25,02 mm.
2. Poros A: terbesar 25 − 0,01 = 24,99 mm, terkecil 25 − 0,03 = 24,97 mm. Poros A selalu lebih kecil dari lubang, jadi pasangan longgar. Celah terkecil: 25,00 − 24,99 = 0,01 mm. Celah terbesar: 25,02 − 24,97 = 0,05 mm.
3. Poros B: terkecil 25 + 0,03 = 25,03 mm, terbesar 25 + 0,05 = 25,05 mm. Poros B selalu lebih besar dari lubang, jadi pasangan paksa. Kebesaran terkecil: 25,03 − 25,02 = 0,01 mm. Kebesaran terbesar: 25,05 − 25,00 = 0,05 mm.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Jawaban: lubang dengan poros A adalah pasangan longgar (celah 0,01 sampai 0,05 mm), dan lubang dengan poros B adalah pasangan paksa (kebesaran 0,01 sampai 0,05 mm). Poros B harus ditekan masuk dan tidak boleh dipakai bila yang diinginkan adalah poros yang berputar bebas.

❖ PETA KONSEP

Ringkasan sub bab ini terlihat pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Peta konsep sub bab 3.2. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- Sudut pertama: tampak atas di bawah tampak depan, samping kiri di kanan. Sudut ketiga: tampak atas di atas tampak depan, samping kanan di kanan.
- Simbol proyeksi di kepala gambar menentukan metodenya; jangan menebak dari negara asal gambar.
- Notasi ulir M d × P: d diameter luar, P jarak antarulir (bukan panjang baut). Ulir kasar atau halus harus sama pada baut dan mur.
- Mata bor ulir kira-kira d − P.
- Toleransi: batas atas = nominal + penyimpangan atas, batas bawah = nominal + penyimpangan bawah; benda diterima bila di antara keduanya, termasuk tepat di batas.
- Pasangan longgar: poros selalu lebih kecil dari lubang. Pasangan paksa: poros selalu lebih besar.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Soal standar gambar menuntut disiplin membaca simbol. Gunakan langkah berikut.

1. **Cari simbol atau keterangan metode** lebih dulu, baru nama pandangan ditentukan.
2. **Pada notasi ulir,** pisahkan diameter, jarak antarulir, dan panjang.
3. **Pada toleransi,** tulis dulu batas bawah dan batas atas, lalu bandingkan hasil ukur satu per satu.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

4. **Pada pasangan,** bandingkan ukuran terbesar satu bagian dengan ukuran terkecil bagian lain.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Sudut pertama dan sudut ketiga tertukar** karena membaca dengan kebiasaan sendiri.
- **Mengira angka belakang ulir sebagai panjang baut.**
- **Menganggap ukuran nominal sebagai batas** dan menolak benda yang sebenarnya masih dalam toleransi.
- **Menolak benda yang tepat di batas,** padahal tepat di batas masih diterima.
- **Menyamakan toleransi ± dengan toleransi satu arah.**
- **Menganggap ulir halus dan kasar bisa dipasangkan** bila diameternya sama.

> Contoh salah tafsir: pada soal tentang poros yang diukur 29,98 mm padahal gambar menulis 30 +0,00/−0,05, seorang siswa menolak poros itu dengan alasan "tidak sama dengan 30". Padahal batasnya 29,95 sampai 30,00 mm, sehingga 29,98 mm berada di dalamnya. Yang dibandingkan dengan hasil ukur adalah batas, bukan ukuran nominal.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut memuat gambar dari manual servis dengan proyeksi sudut ketiga dan pernyataan tentang letak pandangan. Perhatikan bagaimana letak tiap pandangan dibandingkan dengan kebiasaan sudut pertama.

►. Di sekolah, Bima terbiasa membaca gambar dengan proyeksi sudut pertama (Eropa). Saat PKL di bengkel mobil Jepang (2027), ia membaca gambar komponen dari manual servis yang mengikuti standar JIS dengan proyeksi sudut ketiga (Amerika). Pada gambar itu, satu pandangan diletakkan tepat di atas tampak depan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Pada gambar manual itu, pandangan yang diletakkan di atas tampak depan adalah tampak atas.	○	○
Simbol metode proyeksi pada kepala gambar tidak perlu diperiksa karena semua manual servis memakai metode yang sama.	○	○
Bila Bima membacanya dengan kebiasaan proyeksi sudut pertama, ia akan menganggap pandangan itu sebagai tampak bawah.	○	○

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Pembahasan **Kunci: 1B 2S 3B**

Konsep: Proyeksi sudut pertama (ISO-E) meletakkan tampak atas di bawah tampak depan. Proyeksi sudut ketiga (dipakai JIS dan Amerika) meletakkan tampak atas di atas tampak depan. Simbol proyeksi pada kepala gambar menunjukkan metode yang dipakai.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** Pada proyeksi sudut ketiga, setiap pandangan diletakkan di sisi yang sama dengan arah melihatnya; tampak atas berada di atas tampak depan.

• **Pernyataan 2 → Salah.** Metode proyeksi berbeda antar-standar; simbol proyeksi pada kepala gambar harus diperiksa sebelum membaca gambar.

• **Pernyataan 3 → Benar.** Pada proyeksi sudut pertama, pandangan di atas tampak depan adalah tampak bawah; inilah sumber salah baca.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk tiap soal, tulis dulu batas atau notasi yang relevan.

1. Starter sebuah mobil berputar kencang dan terdengar "ngiiing", tetapi mesin tidak berputar. Setelah dicoba beberapa kali, mesin kadang hidup bila posisi poros engkol kebetulan berubah (2027). Aki 12,6 V dan sambungan kabel starter baik. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)* Penyebab yang paling mungkin adalah ....

A. gigi roda gila aus di satu bagian sehingga pinyon tidak mengait
B. aki lemah sehingga arus starter tidak cukup untuk memutar mesin
C. busi kotor sehingga campuran tidak terbakar walau mesin berputar
D. ring piston aus sehingga mesin kehilangan kompresi
E. sabuk penggerak alternator kendur sehingga starter tidak berputar

2. Mobil empat silinder sebuah pelanggan tersendat pada putaran rendah (2027). Teknisi menguji empat injektor dengan alat uji dan menampung semprotan selama 15 detik. Spesifikasi: 50 mL ± 3 mL.

Injektor	Volume semprot dalam 15 detik
1	52 mL
2	51 mL
3	38 mL
4	52 mL

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang paling tepat adalah ....

A. mengganti keempat injektor, karena volumenya tidak ada yang tepat 50 mL
B. membersihkan atau mengganti injektor 3, karena volumenya di bawah rentang
C. membersihkan injektor 1 dan 4, karena volumenya lebih besar daripada 50 mL
D. tidak ada tindakan, karena rata-rata keempat injektor sekitar 48 mL
E. mengganti pompa bahan bakar, karena volume semprot injektor 3 rendah

Kunci singkat: 1. A 2. B

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menjelaskan, dengan kata-katamu sendiri, mengapa tampak atas berada di atas tampak depan pada sudut ketiga tetapi di bawahnya pada sudut pertama?
- Mengapa baut M10 × 1,25 tidak boleh dipasangkan dengan mur M10, dan apa yang membedakan keduanya?
- **Yang harus kuingat:** periksa simbol proyeksi, pisahkan diameter dan jarak antarulir, dan bandingkan hasil ukur dengan batas bawah dan batas atas, bukan dengan nominal.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 3.2: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.
next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkto&node=SMKTO-3.2

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 3.3 · Membaca skema rangkaian: kelistrikan, hidrolik, dan pneumatik

SMKTO-3.3

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu membaca **simbol kelistrikan, mekanik, dan hidrolik** pada gambar teknik. Pada soal, simbol itu hampir selalu muncul sebagai skema rangkaian: diagram lampu dengan relay, diagram dongkrak hidrolik, atau skema sistem udara, lengkap dengan gejala kerusakan. Kamu diminta menelusuri jalur arus atau jalur oli, lalu menyimpulkan bagian mana yang paling mungkin bermasalah. Yang diuji bukan hafalan bentuk simbol semata, melainkan **kemampuan menelusuri skema dan menarik kesimpulan dari gejala** tanpa menyalahkan komponen secara asal.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan perbedaan skema dengan gambar kerja dan letak komponen;
- mengenali simbol kelistrikan dasar, termasuk sambungan dan persilangan kabel;
- menelusuri arus pada rangkaian dengan sekering, saklar, relay, beban, dan massa;
- mengenali simbol hidrolik dan pneumatik serta menelusuri aliran fluida, termasuk arah katup searah;
- menyimpulkan lokasi gangguan dengan membandingkan gejala dengan jalur pada skema.

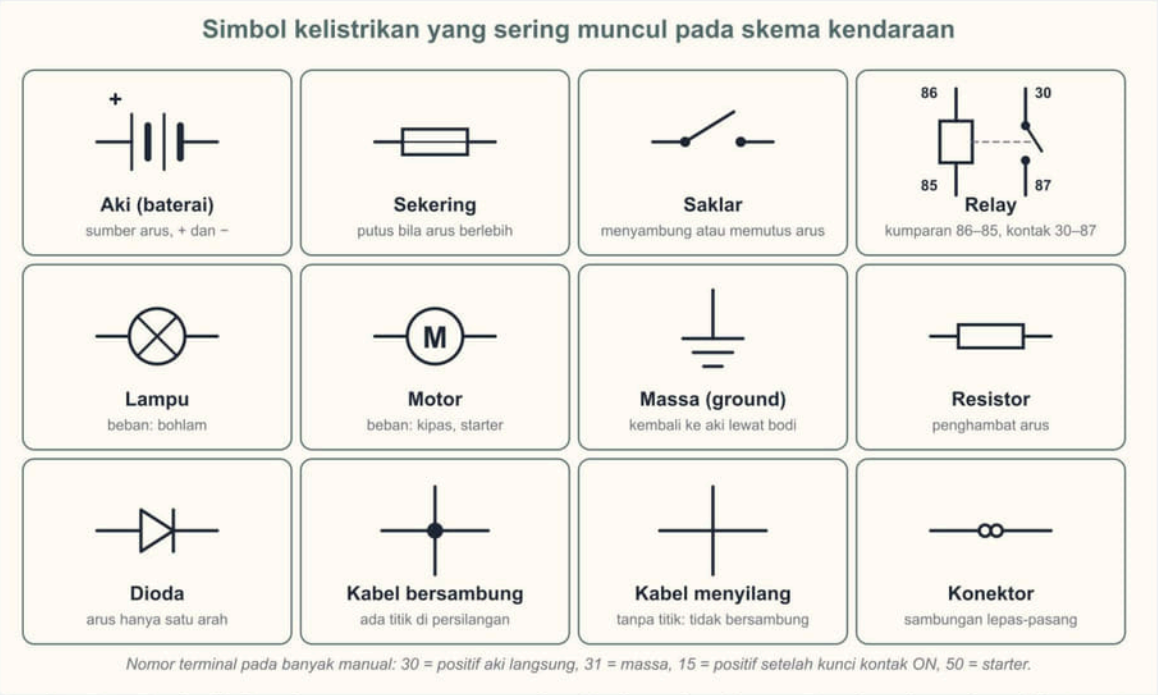
◆ KONSEP INTI

Sebuah sistem kendaraan dapat dilihat dari dua sisi: **seperti apa bentuk dan letaknya**, serta **bagaimana bagian-bagiannya saling terhubung dan bekerja**. Gambar kerja dan gambar letak komponen menjawab pertanyaan pertama. **Skema** menjawab pertanyaan kedua. Pada skema, setiap komponen diganti dengan simbol standar dan sambungannya digambar sebagai garis. Panjang garis, bentuk lengkung, dan letak simbol di kertas **tidak** menunjukkan panjang kabel atau posisi komponen sebenarnya; yang penting adalah **urutan sambungan**. Karena itu, skema memungkinkan kamu memahami cara kerja sebuah rangkaian tanpa membuka kendaraan, dan menjadi dasar utama mencari gangguan.

1. Simbol kelistrikan

Gambar 3.11 memperlihatkan simbol yang paling sering muncul pada skema kelistrikan kendaraan.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 3.11 Simbol kelistrikan yang sering muncul pada skema kendaraan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Aki** adalah sumber arus. Garis panjang menandai kutub positif, garis pendek yang tebal menandai kutub negatif.
- **Sekering** melindungi rangkaian: bila arus berlebih, kawat tipis di dalamnya putus dan arus berhenti sebelum kabel terbakar.
- **Saklar** menyambung atau memutus arus. Saklar yang digambar terbuka berarti rangkaian terputus.
- **Relay** adalah saklar yang digerakkan oleh magnet listrik. Kumparannya (terminal 86 dan 85) hanya perlu arus kecil, sedangkan kontaknya (terminal 30 dan 87) dapat mengalirkan arus besar ke beban. Relay dibahas lebih lanjut di sub bab 5.4.
- **Lampu dan motor** adalah beban, yaitu komponen yang memakai arus untuk menghasilkan cahaya atau gerak.
- **Massa** (*ground*) menyatakan bahwa bagian itu tersambung ke bodi atau rangka kendaraan dan, lewat bodi, ke kutub negatif aki.
- **Resistor** membatasi arus, dan **dioda** hanya meneruskan arus ke satu arah.
- **Konektor** adalah sambungan lepas-pasang antar-kabel.

Perhatikan satu aturan yang sering diujikan: **dua kabel yang bersilangan dengan titik di persilangannya tersambung, sedangkan dua kabel bersilangan tanpa titik hanya saling melintas dan tidak bersambung.** Ketebalan garis tidak menentukan sambungan. Pada skema yang rapi, kabel yang tersambung digambar bertemu pada titik atau bertemu membentuk huruf T dengan titik.

Banyak skema juga memuat huruf warna kabel dan nomor terminal. Pada banyak manual kendaraan buatan Jepang, kabel diberi kode huruf, misalnya B (hitam), W (putih), R (merah), G (hijau), Y (kuning), L (biru), dan Br (cokelat). Dua huruf yang dipisah garis miring, seperti

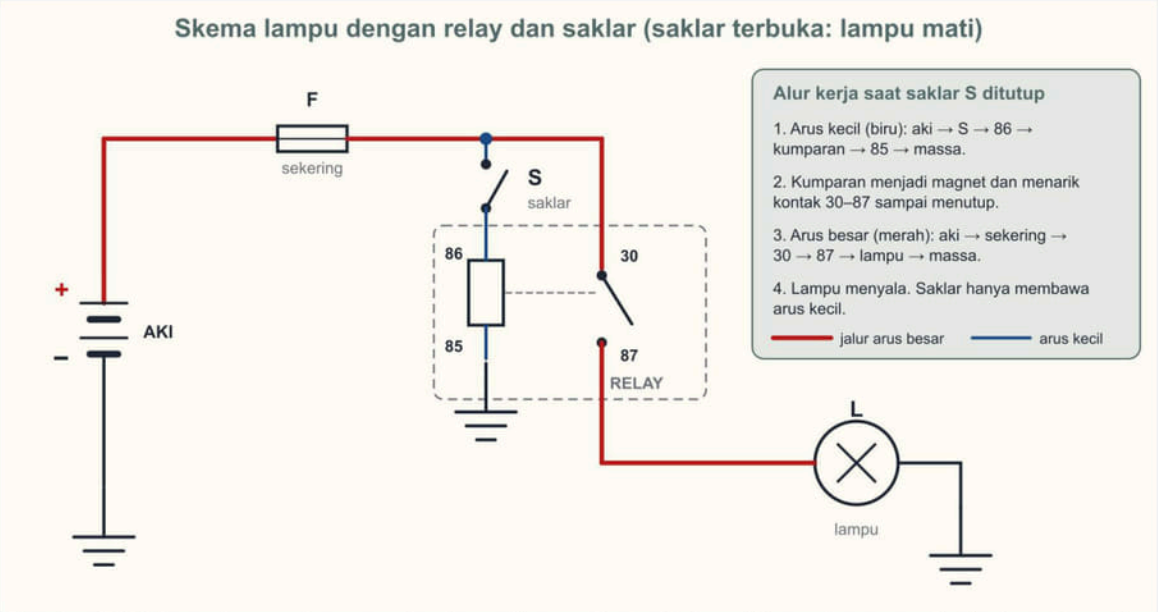
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

W/B, berarti kabel berwarna putih dengan strip hitam. Nomor terminal pada banyak manual: 30 untuk positif aki langsung, 31 untuk massa, 15 untuk positif setelah kunci kontak ON, dan 50 untuk jalur starter. Karena kode ini dapat berbeda antar-pabrik, selalu baca **legenda** pada manual yang kamu pakai.

2. Menelusuri skema kelistrikan

Arus listrik hanya mengalir bila ada **rangkaian tertutup** dari kutub positif aki, melewati beban, lalu kembali ke kutub negatif. Pada kendaraan, jalur kembali hampir selalu lewat **bodi**: kabel negatif aki dibaut ke bodi, dan setiap beban cukup menyambung satu kabelnya ke bodi di dekatnya. Sistem satu kabel ini menghemat kabel, tetapi artinya sambungan massa yang kendor atau berkarat dapat membuat sebuah beban mati atau redup padahal komponennya sehat.

Gambar 3.12 adalah skema lampu yang memakai relay. Relay dipakai karena arus lampu besar, sedangkan saklar di dashboard sebaiknya hanya membawa arus kecil agar tidak cepat aus.



Gambar 3.12 Skema lampu dengan relay dan saklar; saklar terbuka sehingga lampu mati. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Telusuri gambarnya dari kutub positif aki:

1. **Jalur kendali (arus kecil).** Dari positif aki lewat sekering F, arus mengalir ke saklar S. Bila S ditutup, arus lanjut ke terminal 86, melewati kumparan relay, keluar di terminal 85, dan menuju massa.
2. **Relay bekerja.** Kumparan yang dialiri arus menjadi magnet dan menarik tuas kontak sehingga terminal 30 dan 87 tersambung.
3. **Jalur daya (arus besar).** Dari positif aki lewat sekering F, arus mengalir ke terminal 30, melewati kontak ke terminal 87, menuju lampu, lalu ke massa. Lampu menyala.

Dengan jalur ini, kamu dapat meramalkan akibat sebuah gangguan hanya dari skema. Bila sekering putus, kedua jalur mati. Bila saklar S rusak terbuka, kumparan tidak mendapat arus sehingga lampu tidak menyala. Bila kontak relay lengket tertutup, lampu tetap menyala walau saklar dimatikan. Bila massa lampu putus, lampu mati walau relay bekerja.

Prinsip yang berguna untuk menyimpulkan gangguan:

- **Gejala mengenai semua beban dalam satu rangkaian** (semua mati) menunjukkan **bagian yang dipakai bersama**: sekering, kunci kontak, saklar utama, atau kabel sebelum percabangan.
- **Gejala mengenai satu beban saja** menunjukkan **cabang milik beban itu**: bohlam, konektor, kabel, atau massanya.
- **Telusuri dari sumber ke beban**, titik demi titik, dan cari titik pertama tempat arus atau tegangan menghilang. Di titik itulah kerusakan berada, atau tepat setelahnya. Pengukurannya dipelajari di sub bab 5.3.

3. Simbol hidrolik dan pneumatik

Sistem hidrolik memakai cairan (oli) untuk memindahkan tenaga, sedangkan sistem pneumatik memakai udara bertekanan. Keduanya digambar dengan simbol standar internasional yang disebut ISO 1219 (Gambar 3.13).

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 3.13 Simbol hidrolik dan pneumatik yang sering muncul. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Aturan pembacaannya:

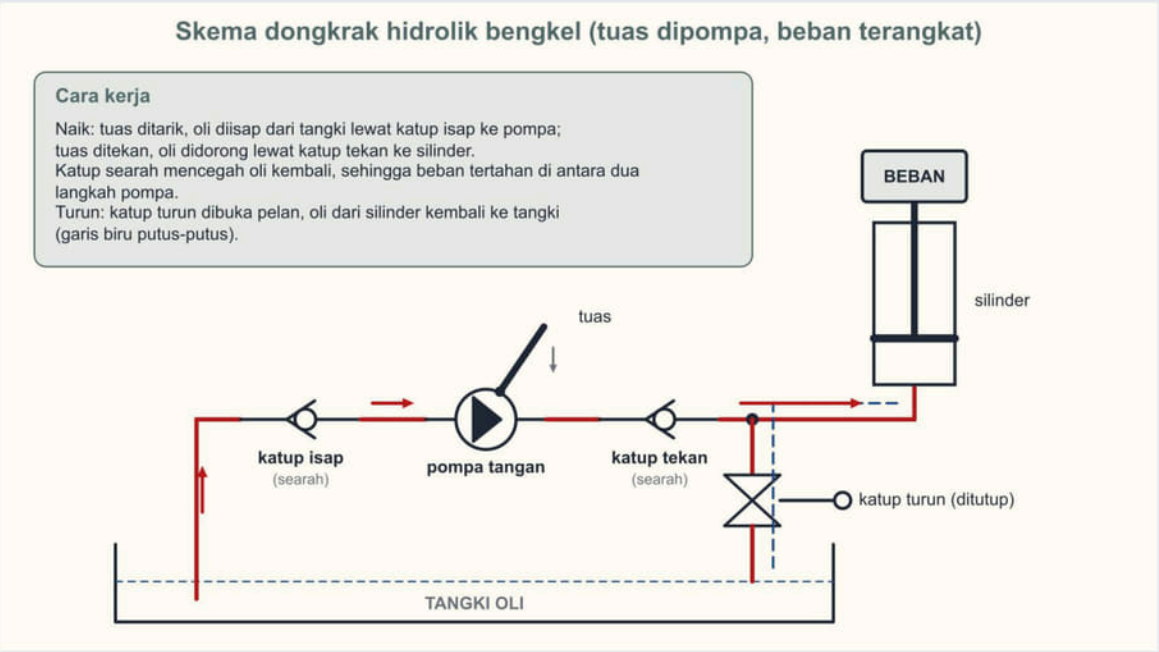
- **Segitiga penuh** di dalam lingkaran menandai pompa atau motor hidrolik (fluida cair); **segitiga kosong** menandai komponen pneumatik (udara). Segitiga menunjuk arah aliran keluar.
- **Garis tebal tak putus** adalah saluran kerja (tempat fluida mengalir untuk bekerja). **Garis putus-putus panjang** adalah saluran kendali. **Garis putus-putus pendek** adalah saluran bocoran atau pembuangan.
- **Tangki** digambar seperti wadah terbuka. Beberapa simbol tangki pada satu skema dapat berarti satu tangki yang sama.
- **Katup searah** hanya meloloskan fluida ke satu arah. Bentuknya bola yang menempel pada dudukan: fluida yang datang dari sisi dudukan mengangkat bola sehingga lewat, sedangkan fluida dari arah sebaliknya menekan bola ke dudukannya dan tertahan.
- **Katup pelepas tekanan** adalah katup normal tertutup yang dipegas. Bila tekanan melewati batas, katup membuka dan mengalirkan fluida ke tangki sehingga komponen tidak rusak.
- **Silinder** mengubah tekanan fluida menjadi gerak lurus. Silinder kerja ganda memiliki dua lubang sehingga didorong dan ditarik oleh fluida; silinder kerja tunggal didorong fluida dan dikembalikan pegas.
- **Katup berkotak:** tiap kotak menyatakan satu posisi katup. Panah di dalam kotak menunjukkan arah aliran, dan huruf T menunjukkan saluran tertutup. **Katup 3/2** memiliki tiga lubang (masuk, kerja, dan pembuangan) dan dua posisi. Skema selalu digambar pada **keadaan istirahat**, yaitu saat tidak ada yang dioperasikan.

4. Menelusuri aliran fluida

Pada skema hidrolik atau pneumatik, kamu menelusuri **aliran fluida**, sama seperti menelusuri arus. Gambar 3.14 menunjukkan skema sebuah dongkrak hidrolik bengkel.

Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 3.14 Skema dongkrak hidrolik bengkel dengan katup isap, pompa tangan, katup tekan, silinder, dan katup turun. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Cara kerjanya dapat ditelusuri berurutan.

1. **Langkah isap.** Tuas pompa diangkat, piston pompa naik, dan oli diisap dari tangki lewat **katup isap** (searah ke pompa). Katup tekan menutup sehingga oli di silinder tidak ikut tersedot.
2. **Langkah tekan.** Tuas ditekan, piston pompa turun, dan oli didorong lewat **katup tekan** ke silinder. Katup isap menutup sehingga oli tidak kembali ke tangki.
3. **Beban naik sedikit demi sedikit.** Tiap kali tuas dipompa, silinder terisi sedikit lebih banyak oli dan beban terangkat. Di antara langkah pompa, kedua katup searah menahan oli di silinder.
4. **Penurunan.** Katup turun (keran) dibuka pelan sehingga oli dari silinder mengalir kembali ke tangki lewat jalur biru pada gambar. Membuka katup turun terlalu cepat membuat beban jatuh cepat dan berbahaya.

Dari jalur ini, kamu dapat membuat kesimpulan. Bila tuas terasa ringan tanpa tahanan dan beban tidak naik, oli yang didorong pompa tidak masuk ke silinder, melainkan kembali ke tangki: lewat katup isap yang bocor (tandanya oli bergolak di ujung saluran isap saat tuas ditekan) atau lewat katup turun yang masih terbuka. Bila tuas terasa sangat berat dan tidak bergerak, saluran tertutup di depan pompa. Bila beban naik tetapi turun sendiri, ada kebocoran dari katup turun yang tidak menutup rapat atau dari katup tekan; bila ada tetesan oli di luar, seal silinder yang dicurigai. Perhatikan bahwa kebocoran tidak selalu terlihat sebagai tetesan oli di luar. **Kebocoran dalam**, yaitu oli yang berpindah ke bagian lain di dalam sistem, tidak meninggalkan bekas. Itulah sebabnya "tidak ada oli menetes" tidak membuktikan sistem tidak bocor.

Cara menyimpulkan dengan baik selalu sama: **telusuri jalur, cocokkan dengan gejala, dan baru tunjuk komponen**. Mengganti komponen sebelum menelusuri jalur sering membuang

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

uang dan waktu, sebab sebuah gejala dapat disebabkan oleh beberapa komponen yang berbeda.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Mengenali simbol

Pada sebuah skema tampak: (1) lingkaran berisi huruf M; (2) persegi panjang kecil dengan garis lurus di tengahnya; (3) sebuah garis tegak dengan tiga garis mendatar yang semakin pendek di ujung bawahnya; (4) dua garis bersilangan dengan titik di persilangannya; (5) lingkaran berisi segitiga penuh dengan dua saluran di atas dan bawahnya. Sebutkan nama tiap simbol dan arti titik pada (4).

Langkah:

1. Lingkaran berisi M adalah motor (beban listrik, misalnya motor kipas).
2. Persegi panjang kecil berkawat tengah adalah sekering.
3. Garis dengan tiga garis mendatar mengecil adalah massa.
4. Dua garis bersilangan dengan titik adalah kabel yang tersambung. Tanpa titik, keduanya hanya melintas.
5. Lingkaran dengan segitiga penuh adalah pompa hidrolik, karena segitiganya penuh (fluida cair).

Jawaban: motor, sekering, massa, sambungan kabel (titik berarti tersambung), dan pompa hidrolik. Segitiga kosong pada simbol serupa berarti kompresor udara.

Contoh 2: Gangguan lampu mundur

Lampu mundur sebuah mobil mendapat arus dari aki lewat sekering, kunci kontak (posisi ON), dan saklar lampu mundur di transmisi, lalu bercabang ke lampu kiri dan lampu kanan yang masing-masing punya kabel massa sendiri. Pada keadaan A, lampu kiri mati sedangkan lampu kanan menyala. Pada keadaan B, kedua lampu mati padahal kipas dan lampu panel yang juga mendapat arus lewat kunci kontak ON bekerja normal. Di mana kerusakannya?

Langkah:

1. Pada keadaan A, lampu kanan menyala, berarti bagian yang dipakai bersama (sekering, kunci kontak, saklar mundur) sehat. Gangguan ada di cabang kiri.
2. Cabang kiri terdiri atas bohlam kiri, konektornya, kabel, dan massa kiri. Periksa bohlam lebih dulu, lalu konektor dan massa.
3. Pada keadaan B, kedua lampu mati, jadi gangguan ada di bagian bersama. Karena kipas dan lampu panel normal, kunci kontak sehat.
4. Bagian bersama yang tersisa: sekering lampu mundur, saklar lampu mundur di transmisi, dan kabel sebelum percabangan.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Jawaban: keadaan A: cabang kiri (bohlam, konektor, kabel, atau massa kiri). Keadaan B: bagian bersama, yaitu sekering lampu mundur, saklar lampu mundur, atau kabel sebelum percabangan. Mulailah dari yang paling mudah diperiksa, yaitu sekering.

Contoh 3: Dongkrak turun sendiri

Pada dongkrak seperti Gambar 3.14, sebuah beban diangkat dengan memompa tuas. Setelah tuas dilepas dan katup turun ditutup rapat, beban turun pelan-pelan tanpa ada oli yang menetes di luar. Jalur apa yang mungkin menyebabkan oli keluar dari silinder, dan bagaimana membedakannya?

Langkah:

1. Oli keluar dari silinder hanya lewat jalur yang terhubung ke silinder. Dari Gambar 3.14, ada dua jalur: saluran ke katup turun dan saluran ke katup tekan. Karena tidak ada tetesan di luar, seal silinder tidak dicurigai lebih dulu.
2. Bila katup turun tidak menutup rapat, oli mengalir langsung ke tangki sedikit demi sedikit, sehingga beban terus turun pelan sampai habis. Tuas pompa tidak terpengaruh.
3. Bila katup tekan bocor, oli dari silinder mengalir balik ke ruang pompa dan mendorong tuas naik sendiri. Beban hanya turun sedikit sampai ruang pompa penuh, kecuali katup isap juga bocor.
4. Jadi pengamatan tuas membedakan keduanya: tuas terdorong naik menunjuk ke katup tekan; tuas diam dan beban terus turun menunjuk ke katup turun.

Jawaban: dua kemungkinan utama: katup turun tidak menutup rapat, atau katup tekan bocor. Bila tuas diam dan beban terus turun, periksa katup turun lebih dulu. Karena kebocorannya di dalam, tidak ada tetesan oli di luar.

Contoh 4: Starter tidak berputar

Rangkaian starter sebuah mobil: dari aki, arus kecil lewat kunci kontak (terminal 50) menuju kumparan relay starter lalu ke massa. Kontak utama relay mengalirkan arus besar dari aki lewat kabel tebal ke motor starter. Pada keadaan A, saat kunci diputar terdengar bunyi "klik" dari relay tetapi motor tidak berputar dan lampu panel meredup tajam. Pada keadaan B, saat kunci diputar tidak terdengar bunyi apa pun dan lampu panel tetap terang. Apa dugaan terkuat untuk masing-masing?

Langkah:

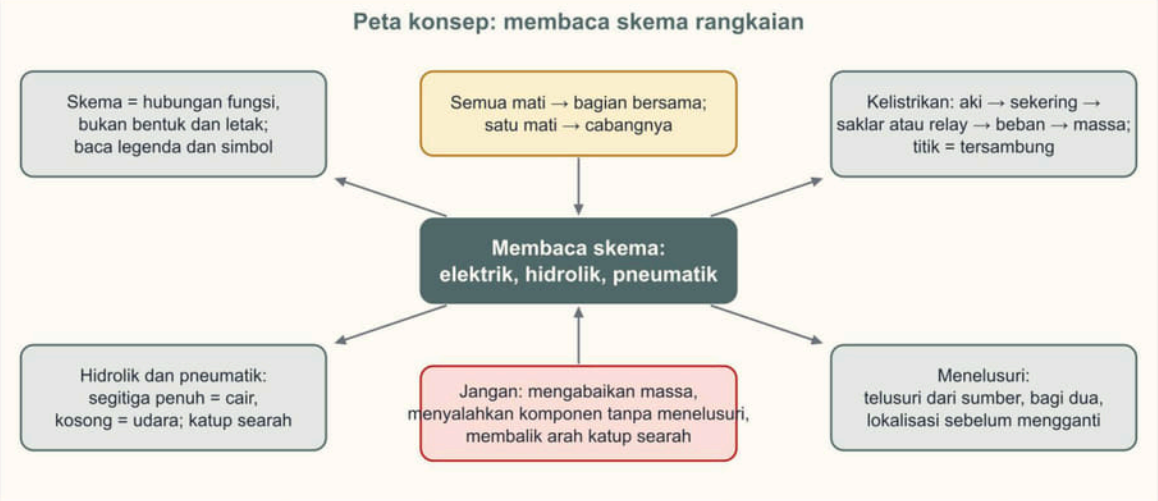
1. Bunyi "klik" berarti kumparan relay mendapat arus sehingga jalur kendali (kunci kontak, sekering, kabel 50) bekerja.
2. Pada A, relay bekerja tetapi motor tidak berputar dan lampu meredup tajam. Arus besar tidak dapat mengalir dengan baik di jalur daya: aki lemah, sambungan kabel aki atau massa longgar atau berkarat, kontak utama relay aus, atau motor starter bermasalah.
3. Pada B, relay tidak bekerja sama sekali sedangkan aki sehat (lampu terang). Gangguan ada di jalur kendali: kunci kontak, sekering, saklar pengaman posisi transmisi, kabel 50, atau relay itu sendiri.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Jawaban: A: jalur daya (aki lemah atau sambungan kabel aki dan massa buruk lebih dulu dicurigai). B: jalur kendali (kunci, sekering, saklar pengaman, kabel 50, relay). Kesimpulan dari skema ini baru dugaan; langkah berikutnya adalah mengukur tegangan di titik-titik jalur tersebut (sub bab 5.3).

❖ PETA KONSEP

Ringkasan sub bab ini terlihat pada Gambar 3.15.



Gambar 3.15 Peta konsep sub bab 3.3. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- Skema menunjukkan hubungan antar-komponen, bukan bentuk dan letaknya.
- Kabel bersilang dengan titik tersambung; tanpa titik tidak tersambung.
- Jalur arus: positif aki, sekering, saklar atau relay, beban, massa, negatif aki. Massa yang buruk dapat mematikan beban yang sehat.
- Relay: kumparan 86–85 untuk arus kecil, kontak 30–87 untuk arus besar.
- Segitiga penuh = hidrolik, kosong = pneumatik; katup searah hanya meloloskan satu arah.
- Gejala semua beban berarti bagian bersama; gejala satu beban berarti cabangnya. Kebocoran dalam tidak meneteskan oli.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Soal skema meminta kamu menelusuri, bukan menebak. Gunakan langkah berikut.

1. **Tandai sumber dan beban** pada skema, lalu telusuri satu jalur dengan jari.
2. **Cocokkan tiap bagian gejala** dengan satu bagian jalur: apa yang terjadi bila bagian itu rusak?
3. **Eliminasi pilihan** yang tidak sesuai dengan *semua* informasi soal, termasuk yang tampak sepele seperti "sudah dipastikan tertutup".

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

4. **Bedakan jalur kendali dari jalur daya** pada rangkaian relay.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Mengabaikan massa** padahal massa adalah bagian rangkaian.
- **Menganggap kabel bersilang selalu tersambung.**
- **Membalik arah katup searah** sehingga jalur yang tertutup dianggap terbuka.
- **Menganggap "tidak menetes" berarti tidak bocor.**
- **Menyalahkan komponen tanpa menelusuri jalur,** misalnya mengganti bohlam padahal massanya putus.
- **Mencampur jalur kendali dengan jalur daya** pada relay.

> Contoh salah tafsir: pada soal tentang dua lampu yang sama-sama redup, seorang siswa memilih "ganti kedua bohlam" sebagai tindakan pertama. Padahal skema menunjukkan kedua lampu memakai satu kabel massa bersama, sehingga gejala yang sama pada dua beban menunjuk ke bagian bersama, yaitu sambungan massa yang berkarat. Menelusuri skema mencegah penggantian komponen yang masih sehat.

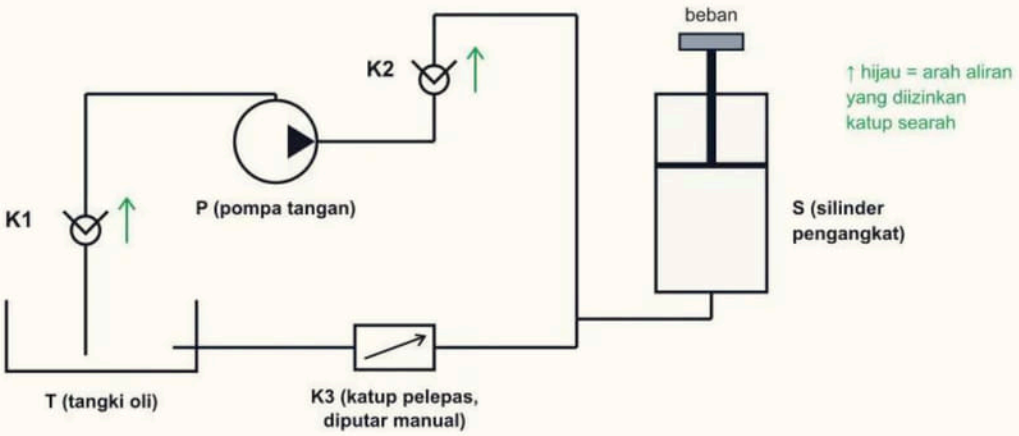
• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menyajikan skema dongkrak hidrolik dengan beberapa katup dan gejala yang menunjukkan jalur oli yang salah. Perhatikan bagaimana tiap keterangan soal mengeliminasi satu komponen.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

►. Gambar menunjukkan diagram rangkaian sebuah dongkrak hidrolik bengkel (2027). Dongkrak itu tidak dapat mengangkat beban walaupun tuasnya dipompa. Teknisi sudah memastikan K3 tertutup rapat, oli di tangki penuh, dan tidak ada oli yang menetes keluar dari silinder. Saat tuas pompa ditekan, tuas terasa ringan tanpa tahanan, dan oli di tangki terlihat bergolak di ujung saluran isap.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Komponen yang paling mungkin bermasalah adalah ....

Diagram rangkaian dongkrak hidrolik (simbol)



A. K1 bocor sehingga oli terdorong kembali ke tangki
B. K2 macet tertutup sehingga oli tidak dapat lewat
C. K3 terbuka sehingga oli dari silinder kembali ke tangki
D. Seal silinder S rusak sehingga oli keluar dari silinder
E. Oli di tangki T kurang sehingga pompa mengisap udara

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Pembahasan **Kunci: A**

Konsep: Pada dongkrak hidrolik, katup searah K1 hanya mengizinkan oli dari tangki ke pompa, dan K2 hanya dari pompa ke silinder. Bila K1 bocor, oli yang ditekan pompa kembali ke tangki melalui saluran isap, bukan ke silinder.

Langkah:

1. Saat tuas ditekan, oli seharusnya keluar dari pompa melalui K2 ke silinder.
2. Oli di tangki bergolak di ujung saluran isap → oli justru terdorong kembali lewat saluran isap, yaitu melalui K1.
3. Tuas ringan tanpa tahanan → oli tidak didorong melawan beban di silinder.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Oli yang bergolak di saluran isap dan tuas yang ringan menunjukkan oli kembali ke tangki melalui K1.
- **B.** ✗ Jebakan: bila K2 macet tertutup, oli tidak dapat keluar dari pompa sehingga tuas justru terasa sangat berat, bukan ringan.
- **C.** ✗ Teknisi sudah memastikan K3 tertutup rapat.
- **D.** ✗ Tidak ada oli yang menetes keluar dari silinder.
- **E.** ✗ Oli di tangki sudah dipastikan penuh.

Jawaban: A.

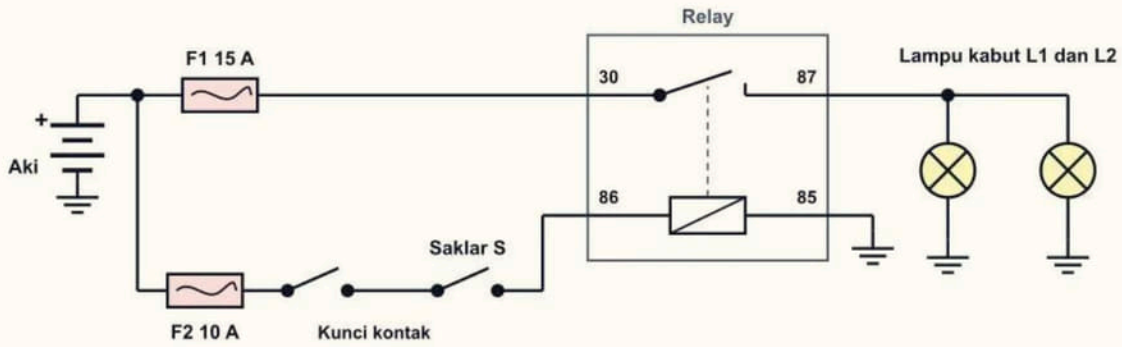
✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk tiap soal, telusuri dulu jalur arus atau jalur oli dengan jari.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

1. Gambar menunjukkan diagram rangkaian lampu kabut sebuah mobil (2027). Lampu kabut tetap menyala walaupun saklar S sudah OFF dan kunci kontak dicabut. Siswa mengukur tegangan terminal 86 relay terhadap massa dan mendapat 0 V. Lampu kabut baru padam ketika relay dicabut dari soketnya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kerusakan yang paling mungkin adalah ....

Diagram rangkaian lampu kabut dengan relay — mobil 12 V



A. Saklar S hubung singkat sehingga kumparan relay terus mendapat arus
B. Kumparan relay (86–85) putus sehingga relay tidak dapat dimatikan
C. Kabel dari terminal 87 ke lampu menempel pada kabel positif aki
D. Kontak relay (30–87) lengket sehingga lampu tetap mendapat arus
E. Sekring F2 terlalu besar sehingga arus kumparan tidak dapat terputus

2. Siswa akan mengebor plat baja lunak dengan bor tangan listrik berkecepatan variabel di bengkel sekolah (2027). Mata bor Ø3 mm sudah dikerjakan pada putaran tinggi, dan sekarang ia akan memakai mata bor Ø16 mm pada plat yang sama.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pengaturan putaran yang paling tepat untuk mata bor Ø16 mm adalah ....

A. rendah, karena tepi mata bor besar bergerak lebih cepat
B. sama tinggi seperti mata bor Ø3 mm, karena bahan platnya sama
C. lebih tinggi daripada mata bor Ø3 mm, karena lubangnya lebih besar
D. tertinggi, karena mata bor besar memerlukan tenaga terbesar
E. tidak perlu diatur, karena putaran tidak memengaruhi hasil lubang

Kunci singkat: 1. D 2. A

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menjelaskan mengapa gejala "dua lampu mati bersamaan" menunjuk ke bagian bersama, sedangkan "satu lampu mati" menunjuk ke cabangnya?
- Mengapa oli yang tidak menetes tidak membuktikan dongkrak tidak bocor?
- **Yang harus kuingat:** telusuri jalur dari sumber, perhatikan massa dan arah katup searah, cocokkan dengan gejala, dan baru tunjuk komponen yang rusak.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 3.3: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkto&node=SMKTO-3.3

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 3.4 · Membaca manual servis dan menemukan letak komponen

SMKTO-3.4

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi memasukkan **membaca gambar teknik dan manual servis untuk menemukan letak komponen** dalam elemen Gambar Teknik Otomotif. Soal yang muncul berupa kutipan manual servis: sebuah prosedur dengan angka torsi, sebuah denah ruang mesin dengan komponen bernomor, atau sebuah petunjuk posisi pemeriksaan. Disertai satu kasus: seorang siswa mengerjakan prosedur itu dengan cara yang keliru, atau harus menemukan komponen berdasarkan uraian letaknya. Yang diuji bukan hafalan angka, melainkan **kemampuan membaca petunjuk manual dengan teliti dan menerapkannya dengan benar**, termasuk memperhatikan peringatan, urutan, dan kondisi pemeriksaan.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menyebutkan bagian-bagian halaman manual servis dan membedakan tingkat peringatan WARNING, CAUTION, dan NOTE;
- membaca spesifikasi (standar, batas pakai, torsi) dan mengonversi satuan yang umum;
- menyusun urutan dan tahap pengencangan baut menyilang serta menghitung torsi tiap tahap;
- menemukan letak komponen dari gambar dan uraian, termasuk pada mobil setir kanan;
- memeriksa tanda pasang, level cairan, dan setelan menurut kondisi yang ditetapkan manual.

NEXT LEVEL STUDY

◆ KONSEP INTI

Seorang teknisi tidak mengerjakan perbaikan dari ingatan. Setiap kendaraan punya cara pembongkaran, nilai torsi, dan batas pakai sendiri, dan semuanya tertulis di **manual servis** (*service manual* atau *workshop manual*). Dengan manual, teknisi baru dan teknisi lama mengerjakan prosedur yang sama, dan hasilnya dapat diperiksa. Bila teknisi mengerjakan dengan perasaan, kesalahan kecil seperti baut yang terlalu kencang atau komponen terpasang terbalik dapat merusak mesin yang mahal. Membaca manual dengan benar adalah keterampilan inti seorang teknisi.

1. Jenis dan bagian manual

Ada beberapa dokumen yang sering tertukar:

- **Manual servis** memuat prosedur membongkar, memeriksa, dan memasang komponen, beserta spesifikasi.
- **Buku manual pemilik** (*owner's manual*) ditujukan bagi pemakai: cara memakai fitur,

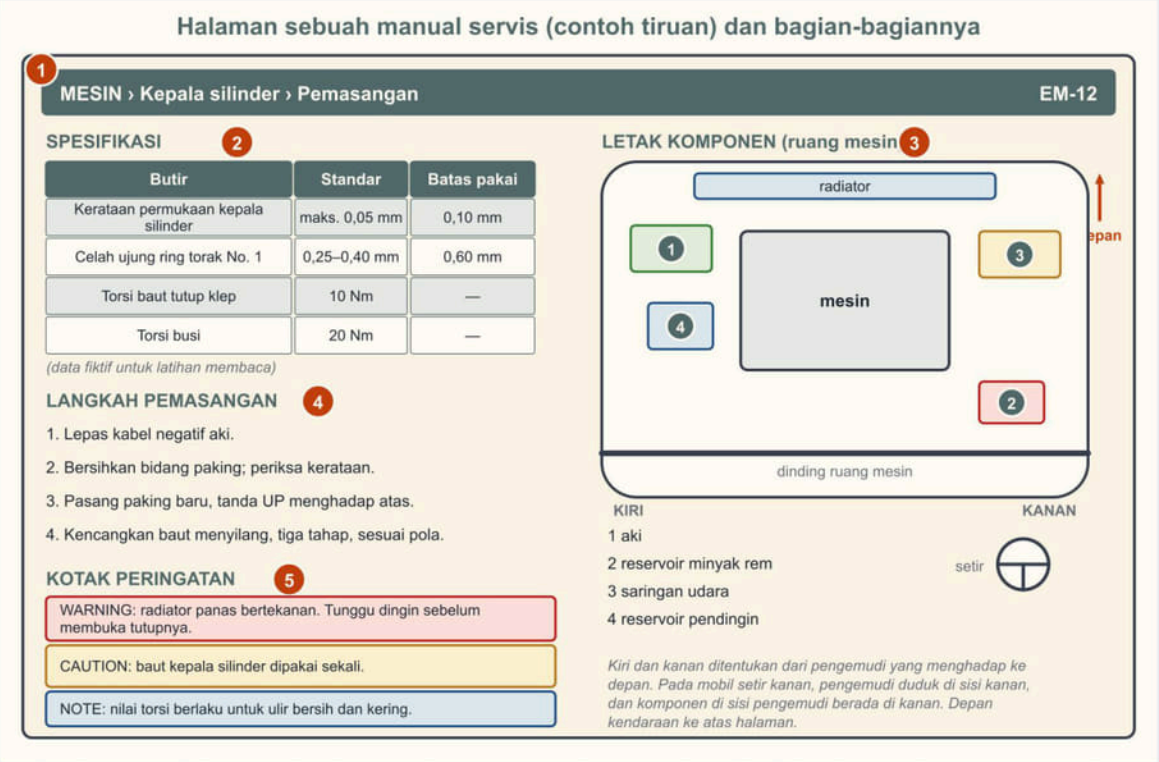
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

jadwal perawatan, dan pemeriksaan sederhana.

- **Katalog suku cadang** memuat gambar komponen yang diurai (*exploded view*) beserta nomor suku cadangnya, untuk memesan komponen yang tepat.
- **Diagram kelistrikan** memuat skema rangkaian (sub bab 3.3).

Manual servis harus sesuai dengan kendaraannya: merek, tipe, tahun, dan kode mesin. Manual mobil bermesin 1.3 liter tidak boleh dipakai untuk mesin 1.5 liter walaupun mereknya sama, karena nilai torsi dan komponennya dapat berbeda.

Gambar 3.16 menunjukkan halaman sebuah manual (contoh tiruan) beserta bagian-bagiannya.



Gambar 3.16 Halaman sebuah manual servis (contoh tiruan, data fiktif) dan bagian-bagiannya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

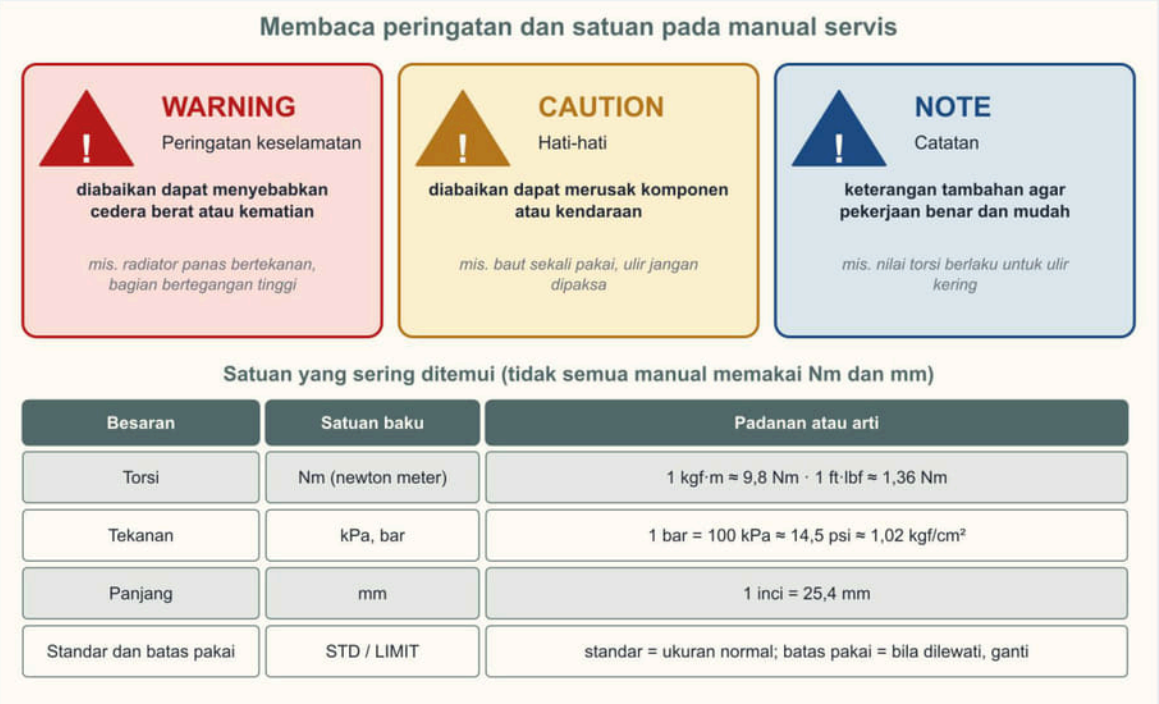
Pada halaman seperti itu, kamu akan menemukan:

1. **Judul dan nomor bagian** pada kepala halaman. Nomor ini terdaftar pada **indeks** di awal manual, sehingga bagian yang dicari dapat ditemukan cepat.
2. **Spesifikasi**: tabel yang memuat ukuran standar, batas pakai, dan torsi.
3. **Gambar letak komponen**: gambar bernomor yang diberi legenda.
4. **Langkah prosedur** yang diurutkan, biasanya terdiri atas melepas, memeriksa, dan memasang.
5. **Kotak peringatan** yang harus dibaca sebelum langkah yang disebutkannya.

Beberapa manual juga memuat daftar **alat khusus** dan tabel **diagnosis gangguan** yang menghubungkan gejala dengan penyebab.

2. Peringatan WARNING, CAUTION, dan NOTE

Tiga tingkat keterangan dalam manual perlu dibedakan (Gambar 3.17).



Gambar 3.17 Tingkat peringatan pada manual servis dan satuan yang sering ditemui. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **WARNING** menyangkut keselamatan orang. Bila diabaikan, kamu atau orang lain dapat cedera berat atau meninggal. Contohnya peringatan radiator panas bertekanan atau bagian yang bertegangan tinggi.
- **CAUTION** menyangkut kerusakan komponen atau kendaraan. Contohnya baut yang hanya boleh dipakai sekali atau ulir yang tidak boleh dipaksa.
- **NOTE** adalah keterangan tambahan agar pekerjaan benar dan mudah, misalnya syarat berlakunya suatu nilai.

Nama dan jumlah tingkat dapat berbeda antar-pabrik, tetapi isinya serupa: **semakin berat akibat yang disebut, semakin wajib peringatannya dipatuhi**. Peringatan sering

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

dilewatkan karena terlihat seperti catatan kecil. Padahal pada prosedur yang berbahaya, peringatan adalah langkah pertama prosedur itu sendiri.

3. Membaca spesifikasi dan satuan

Tabel spesifikasi biasanya memuat dua nilai yang berbeda untuk satu komponen: **standar** (STD), yaitu ukuran normal komponen baru, dan **batas pakai** (LIMIT), yaitu batas terakhir yang masih dapat diterima. Ukuran di dalam standar berarti baik. Ukuran di luar standar tetapi belum melewati batas pakai berarti komponen masih boleh dipakai walaupun sudah aus. Ukuran yang melewati batas pakai berarti komponen harus diganti atau diperbaiki. Misalnya, celah ujung ring torak yang standarnya 0,25 sampai 0,40 mm dan batas pakainya 0,60 mm: celah 0,45 mm sudah di luar standar tetapi belum melewati batas, sedangkan 0,65 mm harus diganti.

Torsi adalah momen putar yang diberikan untuk mengencangkan baut, satuannya **newton meter (Nm)**: gaya satu newton pada lengan satu meter menghasilkan satu Nm. Torsi diberikan dengan **kunci momen** (sub bab 4.1). Torsi yang kurang membuat sambungan longgar dan bocor; torsi berlebih menarik ulir sampai melar, patah, atau merusak lubang berulir. Nilai torsi dalam manual dipengaruhi kondisi ulir (bersih, kering, atau diolesi pelumas), sehingga baca keterangannya.

Beberapa manual, terutama yang lebih lama atau berasal dari negara lain, memakai satuan yang berbeda. Gambar 3.17 memuat padanan yang sering dipakai: 1 kgf·m ≈ 9,8 Nm; 1 ft·lbf ≈ 1,36 Nm; 1 bar = 100 kPa ≈ 14,5 psi ≈ 1,02 kgf/cm^2; 1 inci = 25,4 mm. Bila dua manual memberi angka berbeda setelah konversi, pakailah manual yang sesuai dengan kendaraan yang sedang dikerjakan.

Pada baut tertentu, terutama baut kepala silinder, manual meminta torsi lalu menambahkan **putaran sudut** (misalnya putar tambahan sekian derajat). Baut seperti itu direntangkan sampai batas tertentu sehingga tidak boleh dipakai ulang. Manual yang menyebutnya akan memuat peringatan CAUTION.

4. Pola dan tahap pengencangan baut

Bila sebuah komponen dipasang dengan banyak baut, seperti kepala silinder atau roda, **urutan pengencangan penting**. Kalau baut dikencangkan satu per satu sampai kencang penuh, baut pertama menekan satu sisi sehingga bidang pasangnya miring. Baut berikutnya menutup kemiringan itu dengan paksa dan kepala silinder dapat melengkung, atau paking tidak tertekan merata sehingga bocor. Karena itu manual meminta dua hal (Gambar 3.18):

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 3.18 Pola pengencangan baut menyilang dari tengah ke luar dan tahap torsi. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **Pola menyilang atau spiral dari tengah ke luar.** Pada kepala silinder yang banyak bautnya, dimulai dari baut di tengah lalu bergerak ke ujung secara bergantian di kedua sisi. Pada roda lima mur, polanya bintang, sehingga dua mur yang dikencangkan berurutan tidak bersebelahan.
2. **Tahap bertahap.** Seluruh baut dikencangkan sampai torsi tahap pertama (misalnya sepertiga torsi akhir), lalu putaran kedua pada torsi lebih besar (sekitar dua pertiga), lalu putaran terakhir pada torsi akhir. Pada setiap tahap, pola yang sama diulang. Jumlah dan besar tahap sebenarnya mengikuti manual, bukan perkiraan.

Pada **pembongkaran**, urutannya dibalik: baut dikendurkan bertahap dari luar ke tengah, agar tegangan terlepas merata dan komponen tidak melengkung. Pola yang dipakai juga dapat dibaca dari gambar bernomor di manual: nomor 1 adalah baut pertama yang dikencangkan.

5. Tanda pasang dan arah pasang

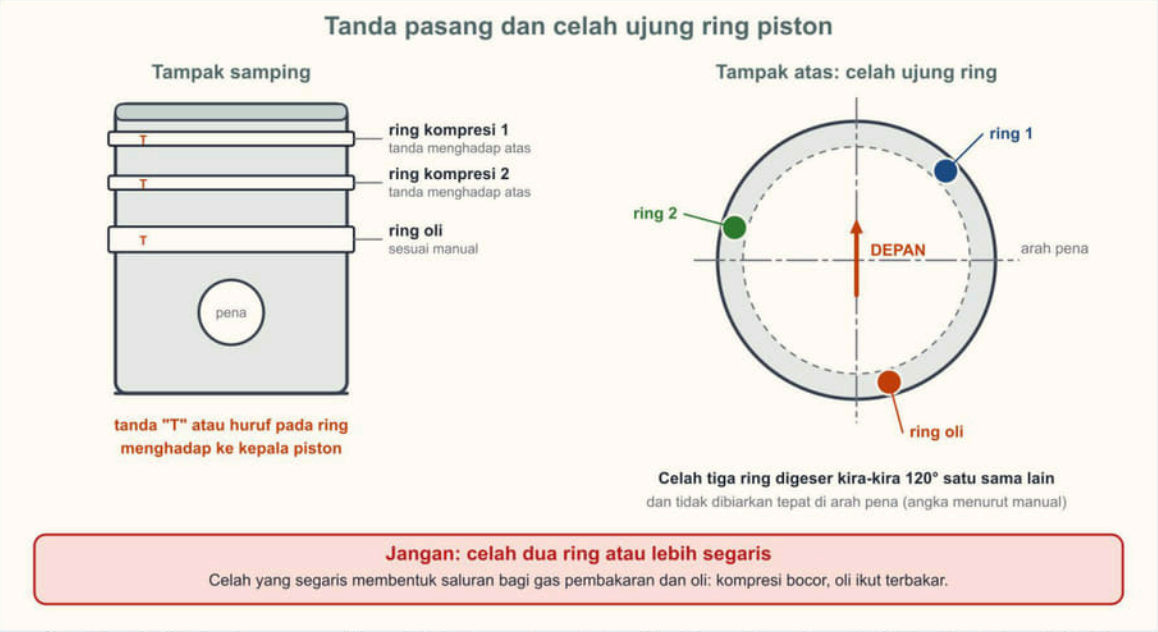
Banyak komponen kelihatan simetris tetapi sebenarnya hanya cocok dipasang satu arah. Untuk itu pabrik menandainya dengan **tanda pasang**: panah, huruf (seperti UP, TOP, atau F untuk depan), takik, atau titik. Contohnya:

- **Piston** memiliki tanda panah atau huruf di kepalanya yang harus menghadap ke arah yang ditetapkan manual (misalnya ke sisi depan mesin).
- **Ring piston** memiliki tanda huruf yang harus menghadap ke atas (ke kepala piston). Ring dipasang terbalik dapat membuat oli naik ke ruang bakar.
- **Celah ujung ring** pada tiap alur diatur menurut manual: tidak dibiarkan segaris, karena celah yang segaris membuat saluran bagi gas pembakaran (kompresi bocor) dan bagi oli

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(oli ikut terbakar) (Gambar 3.19).

- **Saringan** tertentu memiliki panah aliran, dan **paking** serta **bantalan** memiliki lubang oli atau tab yang harus berada pada tempatnya.



Gambar 3.19 Tanda pasang dan celah ujung ring piston. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Pada Gambar 3.19, tanda "T" pada ring menghadap ke kepala piston, dan celah tiga ring digeser kira-kira 120° satu sama lain, tidak tepat di arah pena. Angka 120° di sini hanyalah contoh; manual pabrik tertentu dapat menyebut sudut yang berbeda. Bila tidak ada tanda yang jelas, jangan menebak: baca manual atau tandai komponen sebelum dibongkar.

6. Menemukan letak komponen dan memeriksa level

Manual memperlihatkan letak komponen dalam dua cara: **gambar bernomor dengan legenda** (nomor menunjuk nama komponen, seperti pada Gambar 3.16) dan **uraian teks**. Keduanya dipakai bersama untuk memastikan komponen yang benar. Sebuah komponen yang cocok dengan uraian tetapi tidak cocok dengan gambar kemungkinan bukan komponen yang dimaksud.

Hal yang paling sering membuat siswa salah menemukan komponen adalah **sisi kiri dan kanan**. Manual menentukan kiri (LH, *left hand*) dan kanan (RH, *right hand*) dari sudut pandang **pengemudi yang menghadap ke depan**, bukan dari sudut pandang orang yang berdiri di depan kendaraan. Pada mobil setir kanan, pengemudi duduk di sisi kanan, jadi sisi kanan adalah sisi pengemudi dan sisi kiri adalah sisi penumpang depan. Pada mobil setir kiri, kebalikannya. Karena itu letak banyak komponen (reservoir minyak rem, booster rem, pedal) bertukar antara mobil setir kanan dan setir kiri, dan gambar manual kendaraan setir kiri tidak dapat dicontoh begitu saja untuk kendaraan setir kanan tanpa membalik sisinya.

Setelah komponen ditemukan, manual sering meminta pemeriksaan **level cairan** dengan kondisi tertentu: kendaraan di permukaan datar, mesin hidup atau mati, dingin atau panas, dan posisi komponen tertentu. Kondisi ini bukan basa-basi, karena level yang dibaca dalam

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

kondisi lain dapat menyesatkan. Contohnya:

- **Minyak rem:** reservoirnya berwarna bening dengan tanda MIN dan MAX. Level harus di antara tanda itu dan tidak boleh melewati MAX. Level turun pelan seiring kampas rem menipis adalah wajar; level yang turun cepat menunjukkan kebocoran. Jenis minyak rem tertulis pada tutup reservoir.
- **Oli mesin:** batang ukur dibaca saat mesin mati dan kendaraan datar, setelah menunggu beberapa saat agar oli turun ke bak. Level di antara tanda bawah dan atas.
- **Cairan pendingin pada reservoir:** diperiksa saat mesin dingin, di antara tanda MIN dan MAX (atau LOW dan FULL).
- **Oli hidrolik alat berat:** dibaca pada gelas penduga dengan posisi komponen yang ditetapkan manual (misalnya batang silinder ditarik masuk dan bucket di tanah), karena sebagian oli pindah ke dalam silinder ketika batang keluar sehingga level tangki tampak rendah. Pembacaan pada posisi lain belum menunjukkan kekurangan oli.

Manual juga memuat **setelan**, yaitu ukuran yang disetel sampai berada di dalam rentang tertentu. Contohnya jarak gerak rantai motor, celah katup, dan jarak bebas pedal. Manual memberi rentang ukuran (misalnya 20 sampai 30 mm), cara mengukurnya (titik pengukuran, posisi kendaraan), dan cara menyetelnya. Ukuran di luar rentang berarti perlu disetel, bukan dibiarkan.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Menghitung tahap torsi

Manual sebuah mesin menetapkan torsi akhir baut kepala silinder 84 Nm untuk 8 baut. Pengencangan dilakukan tiga tahap: sepertiga, dua pertiga, dan penuh dari torsi akhir, masing-masing dengan pola menyilang. Berapa torsi tiap tahap, dan berapa kali baut dikencangkan seluruhnya? Sebuah manual lama menulis torsi itu sebagai 8,5 kgf·m. Apakah angkanya konsisten?

Langkah:

1. Tahap 1: 84 ÷ 3 = 28 Nm.
2. Tahap 2: 84 × 2 ÷ 3 = 56 Nm.
3. Tahap 3: 84 Nm.
4. Jumlah pengencangan: 8 baut × 3 tahap = 24 kali.
5. Konversi manual lama: 8,5 × 9,8 ≈ 83,3 Nm, yang sama dengan 84 Nm hingga pembulatan.

Jawaban: tahap berturut-turut 28, 56, dan 84 Nm; 24 kali pengencangan. Angka 8,5 kgf·m konsisten dengan 84 Nm (selisih pembulatan), tetapi yang dipakai tetap angka dari manual yang sesuai dengan kendaraan, yaitu 84 Nm.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Contoh 2: Letak komponen dan level minyak rem

Manual sebuah mobil setir kanan menyebut: "Reservoir cairan pendingin berada di sisi LH, dekat radiator." Di sisi mana pada mobil itu? Lalu, dua mobil memiliki level minyak rem hampir di tanda MIN. Mobil A: kampas depan masih tebal, level turun 1 cm dalam tiga hari. Mobil B: kampas depan sudah tipis, level turun 1 cm dalam setahun. Bagaimana menilainya?

Langkah:

1. LH berarti kiri menurut pengemudi yang menghadap depan. Pada mobil setir kanan pengemudi duduk di kanan, sehingga sisi kiri adalah sisi penumpang depan.
2. Mobil A: kampas masih tebal tetapi level turun cepat. Penurunan itu tidak dapat dijelaskan oleh kampas yang aus, sehingga curiga ada kebocoran pada sistem rem.
3. Mobil B: kampas tipis, level turun pelan. Penurunan itu sesuai dengan kampas yang menipis (cairan mengisi ruang yang ditinggalkan piston kaliper), jadi wajar, tetapi kampas perlu diganti.

Jawaban: reservoir pendingin berada di sisi penumpang depan (kiri). Mobil A harus diperiksa kebocorannya sebelum dijalankan, dan mobil B cukup diganti kampasnya dan levelnya disesuaikan.

Contoh 3: Memasang ring piston

Menurut manual contoh, tanda "T" pada ring menghadap ke atas dan celah ring kompresi 1, ring kompresi 2, dan ring oli digeser kira-kira 120° satu sama lain. Seorang siswa memasang ring kompresi 2 dengan tanda "T" menghadap ke bawah, dan celah ring 1 serta ring 2 dibiarkan segaris. Apa kesalahannya, dan apa akibatnya?

Langkah:

1. Tanda "T" menghadap ke bawah berarti ring dipasang terbalik. Ring berbentuk khusus untuk mengikis oli ke bawah, sehingga pemasangan terbalik membuat oli lebih mudah naik ke ruang bakar.
2. Celah ring 1 dan ring 2 yang segaris membuat jalur lurus bagi gas pembakaran ke bak mesin dan bagi oli ke ruang bakar.
3. Perbaikan: lepas, balik ring dengan tanda ke atas, dan atur celah sejauh sekitar 120° satu sama lain, juga jauhkan dari arah pena.

Jawaban: dua kesalahan, yaitu ring terbalik dan celah segaris. Akibatnya kompresi bocor dan oli ikut terbakar (asap, tenaga turun). Kedua kesalahan diperbaiki sebelum piston dimasukkan ke silinder.

Contoh 4: Memeriksa jarak gerak rantai motor

Manual sebuah motor menetapkan jarak gerak bebas rantai belakang 20 sampai 30 mm, diukur di tengah bentangan bawah rantai dengan motor pada standar tengah. Siswa mengukur 42 mm. Susun urutan memeriksa dan menyetelnya.

Langkah:

1. Siapkan motor sesuai manual: pada standar tengah, gigi netral, mesin mati.

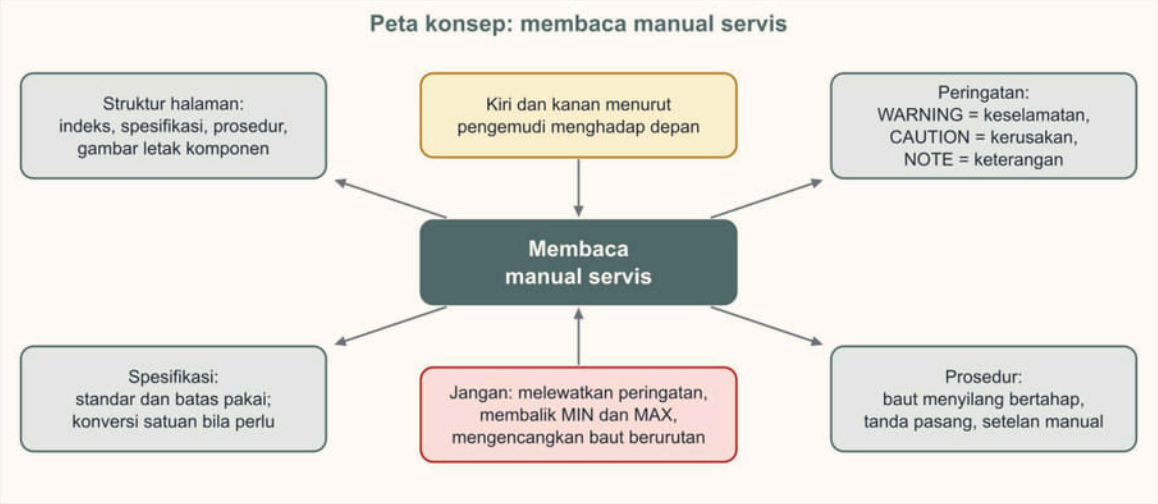
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

2. Ukur jarak gerak rantai di tengah bentangan bawah. Putar roda dan ukur di beberapa titik, karena rantai aus tidak merata; pakai bagian yang paling kencang.
3. Bandingkan: 42 mm lebih dari batas atas 30 mm, jadi rantai terlalu kendor.
4. Kendurkan mur poros roda belakang, putar penyetel di kiri dan kanan sama jumlah (atau ikuti tanda sejajar pada swing arm) agar roda tetap lurus.
5. Kencangkan mur poros dengan torsi menurut manual, lalu ukur ulang sampai 20 sampai 30 mm.
6. Periksa kembali setelan rem belakang karena posisi roda berubah.

Jawaban: rantai terlalu kendor; setel sampai 20 sampai 30 mm. Rantai terlalu kendor dapat menyentak atau lepas, sedangkan rantai terlalu kencang mempercepat aus rantai, gigi, dan bantalan.

❖ PETA KONSEP

Ringkasan sub bab ini terlihat pada Gambar 3.20.



Gambar 3.20 Peta konsep sub bab 3.4. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- Pakai manual yang sesuai merek, tipe, tahun, dan kode mesin.
- WARNING menyangkut keselamatan orang, CAUTION menyangkut kerusakan, NOTE keterangan tambahan; peringatan dibaca sebelum langkahnya.
- Spesifikasi punya standar dan batas pakai; melewati batas pakai berarti diganti.
- Baut dikencangkan menyilang atau spiral dari tengah ke luar, bertahap, sampai torsi akhir; dilepas dengan urutan terbalik.
- Tanda pasang (panah, huruf, takik) menentukan arah pasang; celah ring tidak segaris.
- Kiri dan kanan menurut pengemudi yang menghadap ke depan; level dibaca pada kondisi yang ditetapkan manual.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Soal manual servis menuntut ketelitian membaca kata demi kata. Gunakan langkah berikut.

1. **Baca peringatan lebih dulu,** lalu langkah prosedur dari awal sampai akhir sebelum memilih jawaban.
2. **Tandai semua syarat kondisi:** dingin atau panas, mesin hidup atau mati, posisi, dan urutan.
3. **Hitung angka dengan rapi:** tahap torsi, konversi satuan, dan selisih terhadap rentang.
4. **Pada soal letak komponen,** tentukan dulu sisi kiri dan kanan dari sudut pandang pengemudi.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Melewatkan peringatan** karena dianggap catatan kecil.
- **Membalik MIN dan MAX,** atau membaca level pada kondisi yang tidak sesuai manual.
- **Mengencangkan baut berurutan** satu per satu sampai torsi akhir.
- **Menukar kiri dan kanan,** terutama pada mobil setir kanan.
- **Menganggap angka di luar standar langsung harus diganti,** padahal ukuran pembedanya adalah batas pakai.
- **Memakai manual kendaraan lain** karena mereknya sama.

> Contoh salah tafsir: pada soal tentang diameter pena torak yang diukur 0,03 mm lebih kecil dari standar, seorang siswa memutuskan "ganti pena torak" karena sudah di luar standar. Padahal batas pakai di tabel jauh di bawah ukuran itu, sehingga pena masih boleh dipakai. Yang menentukan penggantian adalah batas pakai, bukan standar.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut meminta penilaian atas cara siswa mengencangkan baut kepala silinder dibandingkan dengan petunjuk manual. Perhatikan bagaimana angka torsi akhir yang sama tidak membuat urutan yang salah menjadi benar.

►. Manual servis menyebutkan bahwa 10 baut kepala silinder dikencangkan dengan pola menyilang dari tengah ke luar dalam tiga tahap: 25 Nm, 50 Nm, lalu 75 Nm (2027). Seorang siswa justru mengencangkan baut satu per satu, mulai dari baut di ujung, dan langsung sampai 75 Nm. Pemeriksaan torsi menunjukkan semua baut sudah mencapai 75 Nm. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Penilaian dan tindakan yang paling tepat adalah ....

A. Hasilnya sudah benar karena setiap baut telah mencapai torsi akhir sesuai manual
B. Jepitan bisa tidak rata, jadi baut dikendurkan dan dikencangkan ulang sesuai manual
C. Cukup menambah torsi baut-baut tengah sekitar 10 % agar jepitannya lebih rata
D. Cukup mengulang tahap 75 Nm pada semua baut mengikuti pola menyilang manual
E. Mengganti paking kepala silinder dengan yang lebih tebal agar celah tertutup lebih rapat

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Pembahasan **Kunci: B**

Konsep: Urutan menyilang dari tengah dan pengencangan bertahap membuat kepala silinder tertekan merata ke paking. Bila urutannya salah, kepala silinder dapat terjepit tidak rata walaupun angka torsi akhirnya sama.

Langkah:

1. Torsi akhir sudah benar, tetapi urutan dan tahapnya salah.
2. Akibatnya tekanan pada paking dapat tidak merata.
3. Perbaikan: kendurkan baut (urutan kebalikan), lalu kencangkan ulang sesuai pola dan tiga tahap di manual.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: angka torsi akhir yang sama tidak menjamin gaya jepit merata bila urutannya salah.
- **B.** ✓ Mengulang dari awal sesuai urutan dan tahap mengembalikan jepitan yang merata.
- **C.** ✗ Menambah torsi di luar spesifikasi dapat merusak baut dan ulir, dan tidak memperbaiki urutan.
- **D.** ✗ Baut yang sudah 75 Nm tidak berputar lagi pada torsi yang sama, sehingga mengulang tahap akhir tidak mengubah jepitan.
- **E.** ✗ Paking harus sesuai spesifikasi; paking yang lebih tebal mengubah rasio kompresi dan tidak memperbaiki penyebabnya.

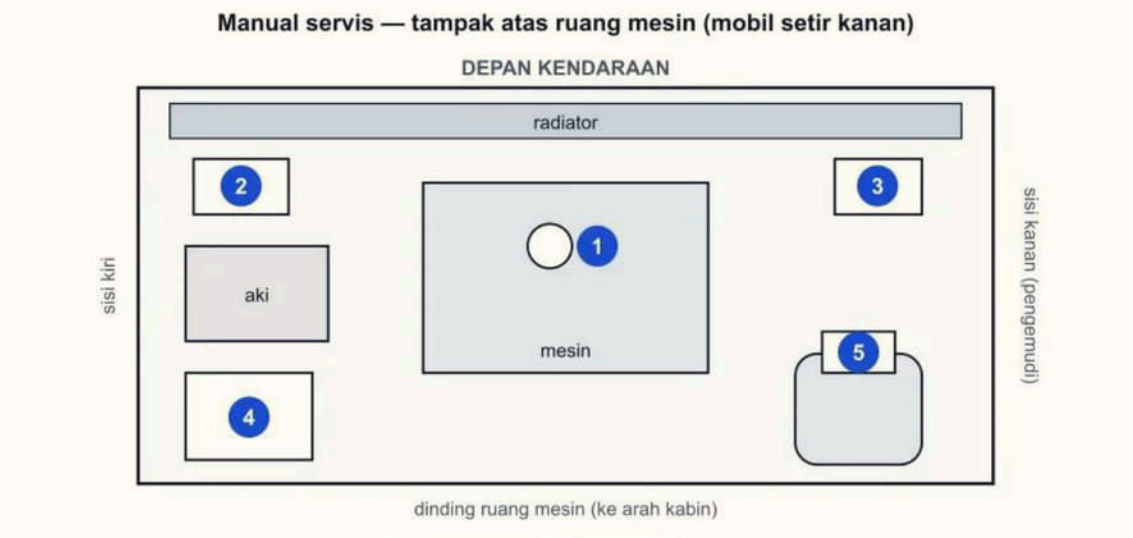
Jawaban: B.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk tiap soal, tulis dulu syarat kondisi yang disebutkan manual.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

1. Siswa diminta memeriksa ketinggian minyak rem sebuah mobil setir kanan memakai gambar manual servis di samping (2027). Manual menuliskan: "Reservoir minyak rem terletak di atas master silinder yang menempel pada tabung booster rem, di sisi pengemudi, dekat dinding ruang mesin."
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Nomor yang menunjukkan reservoir minyak rem adalah ....



A. Nomor 1
B. Nomor 2
C. Nomor 3
D. Nomor 4
E. Nomor 5

2. Manual servis sebuah excavator (2027) menulis: "Periksa level oli hidrolik pada gelas penduga tangki dengan posisi berikut: batang piston silinder arm dan silinder bucket ditarik masuk penuh, bucket diletakkan di tanah, mesin dimatikan, tuas pengunci diaktifkan, lalu tunggu 5 menit. Level harus di antara tanda H dan L." Sari mendapati level oli di bawah tanda L saat excavator diparkir dengan bucket terangkat dan batang semua silinder keluar.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan Sari yang paling tepat adalah ....

A. Menambah oli sampai tanda H dengan posisi excavator tetap seperti saat itu
B. Menambah oli hanya sampai tanda L agar tidak berlebih, lalu mengoperasikannya
C. Mengatur posisi sesuai manual dengan mesin tetap hidup, lalu membaca level
D. Melaporkan pompa hidrolik bocor karena level oli turun di bawah tanda L
E. Mengatur posisi sesuai manual, mematikan mesin, menunggu, lalu membaca lagi

Kunci singkat: 1. E 2. E

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menjelaskan mengapa baut kepala silinder dikencangkan menyilang dan bertahap, bukan satu per satu sampai torsi akhir?
- Pada mobil setir kanan, di sisi mana letak komponen yang disebut "LH" dalam manual, dan apa dasarnya?
- **Yang harus kuingat:** baca peringatan dan syarat kondisi, patuhi pola dan tahap torsi, periksa tanda pasang, serta tentukan kiri dan kanan dari sudut pandang pengemudi.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 3.4: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkto&node=SMKTO-3.4

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Kuis Akhir Bab 3

SMKTO-KB3

Jumlah soal: 25 **Waktu anjuran:** 60 menit

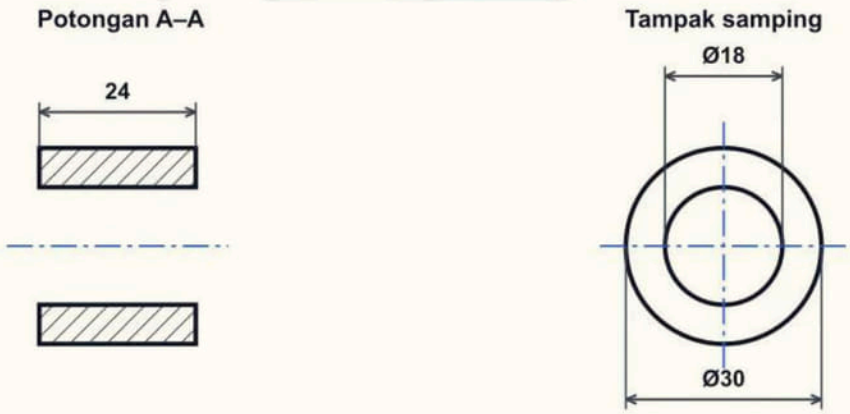
Kerjakan sendiri dan berwaktu. Setelah selesai, cocokkan dengan kunci di Bagian D, isi tabel skor, lalu lihat anjuran di bawahnya.

Kerjakan Kuis Bab 3 di LMS

Skor dan progresmu tersimpan di LMS.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkto&node=SMKTO-KB3

1. Gambar menunjukkan gambar kerja sebuah bushing (selongsong) untuk bantalan luncur di bengkel sekolah (2027). Semua ukuran dalam milimeter. Dani harus membubut bahan dengan tebal dinding sesuai gambar.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tebal dinding bushing itu adalah ....



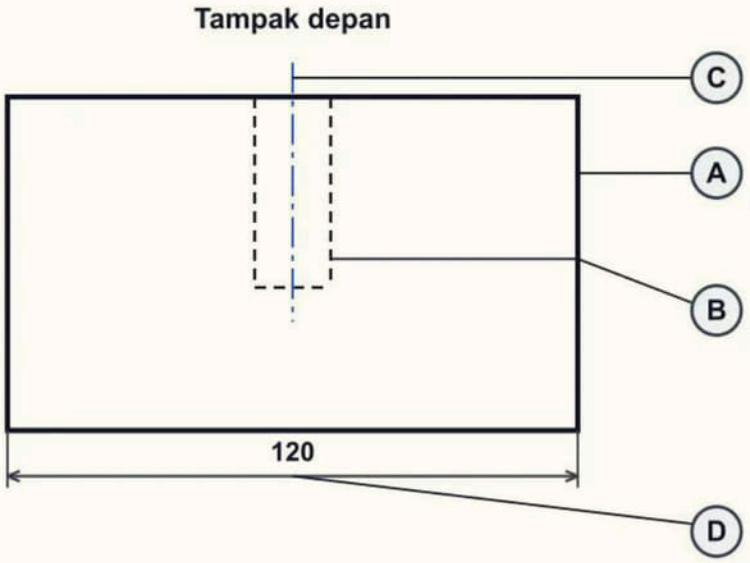
A. 6 mm, dari (30 − 18) ÷ 2
B. 12 mm, dari 30 − 18 tanpa dibagi dua
C. 24 mm, sesuai ukuran panjang bushing
D. 9 mm, sesuai jari-jari lubang bushing
E. 3 mm, dari (30 − 24) ÷ 2

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

2. Gambar kerja sebuah bushing digambar dengan skala 2:1 (diperbesar dua kali) dan tercantum angka ukuran panjang "24" (2027). Dika mengukur panjang bushing pada gambar itu dengan mistar dan memperoleh 48 mm. Ia ragu apakah bahan harus dipotong 48 mm atau 24 mm.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Panjang bushing yang harus dibuat Dika adalah ....

A. 48 mm, sesuai hasil pengukuran mistar pada gambar
B. 24 mm, sesuai angka ukuran yang tercantum pada gambar
C. 96 mm, karena skala 2:1 harus dikalikan dengan dua lagi
D. 12 mm, karena ukuran gambar harus dibagi empat
E. 36 mm, rata-rata dari ukuran gambar dan angka ukuran

3. Gambar menunjukkan tampak depan sebuah blok dudukan bantalan yang dibor dari sisi atas (2027). Hasan sedang belajar membaca gambar kerja dan menandai empat jenis garis dengan huruf A–D.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Dua garis putus-putus yang berjajar dari sisi atas ke dalam blok (ditunjuk huruf B) menunjukkan ....

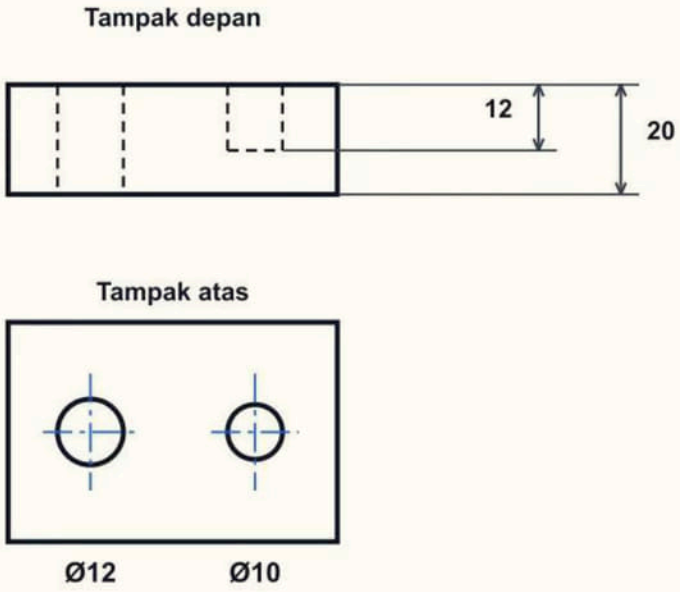


A. garis sumbu lubang yang diletakkan tepat di tengah lubang
B. tepi benda yang dapat dilihat langsung dari arah depan
C. bagian tersembunyi: lubang yang tidak terlihat dari depan
D. garis ukuran yang menyatakan lebar total blok dudukan
E. garis potong yang menunjukkan arah melihat bidang potongan

4. Gambar menunjukkan plat dengan dua lubang (2027): satu berdiameter 12 mm dan satu berdiameter 10 mm. Semua ukuran dalam milimeter. Siswa akan memasang tap pada lubang yang tidak menembus plat, dan guru bertanya berapa bahan yang masih tersisa di

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

bawah dasar lubang itu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Bahan yang tersisa di bawah dasar lubang buta itu setebal ....



A. 12 mm, sama dengan kedalaman lubang yang dibor
B. 20 mm, sama dengan tebal seluruh plat tanpa pengurangan
C. 32 mm, jumlah tebal plat dan kedalaman lubang
D. 10 mm, sama dengan diameter lubang buta itu
E. 8 mm, yaitu 20 mm dikurangi 12 mm

5. Gambar kerja menetapkan poros Ø30 ±0,05 dan lubang Ø20 +0,05/0 (2027). Sesudah dikerjakan, hasil ukur siswa: poros 29,92 mm dan lubang 19,98 mm. Kepala bengkel menanyakan keputusan untuk masing-masing benda kerja.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Keputusan yang paling tepat untuk poros dan lubang secara berurutan adalah ....

A. poros ditolak dan dibuat ulang; lubang diperbesar sampai masuk batas
B. poros diterima karena selisihnya kecil; lubang ditolak dan dibuat ulang
C. poros dilas lalu dibubut ulang; lubang ditolak dan dibuat ulang
D. poros dan lubang sama-sama diterima karena selisihnya hanya sepersekian milimeter
E. poros diperbesar sampai masuk batas; lubang diterima karena hampir sesuai

6. Kepala bengkel menempelkan daftar spesifikasi ulir untuk tiga baut yang sering dipakai di bengkel sekolah: M10×1,5; M10×1,25; dan M12×1,25 (2027). Siswa baru diminta menjelaskan arti notasinya.

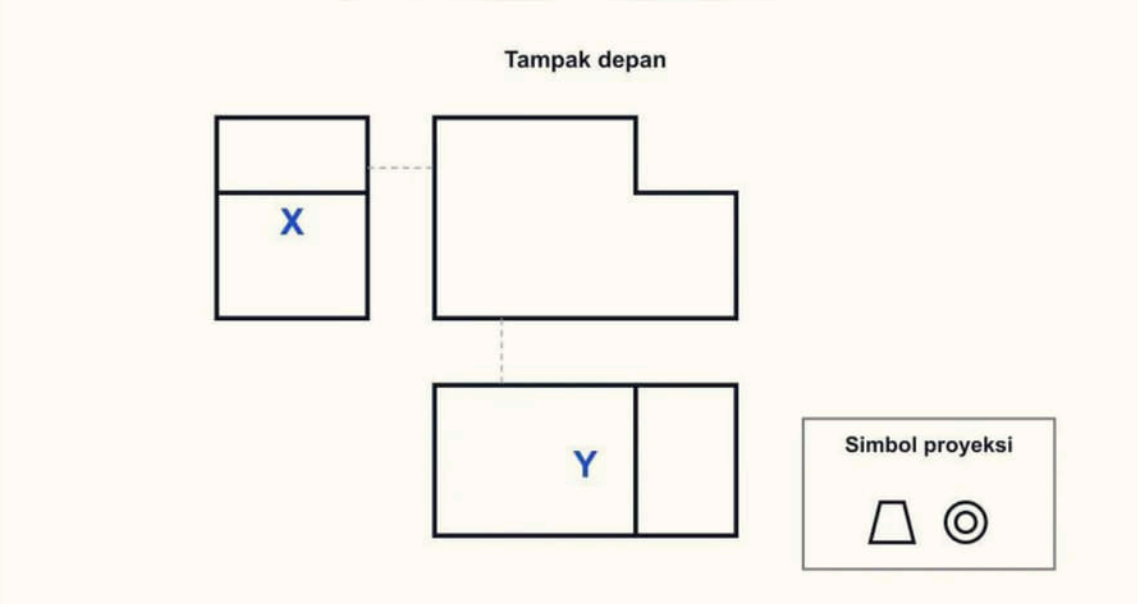
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan manakah yang **benar**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. M10×1,5 dan M10×1,25 sama-sama berdiameter nominal 10 mm tetapi berbeda jarak ulirnya
☐ B. Baut M10×1,5 dapat dipasang pada lubang ulir M10×1,25 asalkan dikencangkan lebih kuat
☐ C. Angka 1,25 pada M10×1,25 menyatakan jarak antar-ulir (pitch) sebesar 1,25 mm
☐ D. Ulir M10×1,25 lebih kasar daripada M10×1,5 karena angkanya lebih kecil
☐ E. Ulir M12×1,25 berdiameter nominal lebih besar daripada ulir M10×1,25

7. Gambar menunjukkan tiga pandangan sebuah dudukan dari manual servis sebuah motor (2027), lengkap dengan simbol proyeksi pada kepala gambar. Pandangan X diletakkan di sebelah kiri tampak depan, dan pandangan Y diletakkan tepat di bawah tampak depan. Dewi diminta menyebut nama kedua pandangan itu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Nama pandangan X dan Y secara berurutan adalah ....



A. X: tampak kiri; Y: tampak bawah
B. X: tampak atas; Y: tampak kanan
C. X: tampak belakang; Y: tampak atas
D. X: tampak kanan; Y: tampak atas
E. X: tampak kanan; Y: tampak bawah

8. Bengkel menerima dua manual servis dari pabrikan berbeda untuk dua motor yang sedang diperbaiki (2027). Wulan, mekanik muda, membaca gambar komponen dari kedua manual itu dan menjelaskan kebiasaan membacanya kepada temannya.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** pada setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Semua gambar kerja otomotif di dunia memakai satu metode proyeksi yang sama, sehingga simbol pada kepala gambar tidak perlu dilihat.	○	○
Simbol proyeksi pada kepala gambar harus diperiksa lebih dulu sebelum menyebut sebuah pandangan sebagai tampak atas atau tampak bawah.	○	○
Pada gambar berskala 1:2, angka ukuran pada gambar tetap menyatakan ukuran komponen sebenarnya.	○	○

9. Siswa membaca gambar kerja sebuah bushing yang digambar dengan potongan penuh A–A (2027). Pada gambar itu bagian dinding diarsir miring, bagian lubang dibiarkan putih, dan pada tampak lain terdapat garis potong dengan panah di kedua ujungnya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** pada setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Arsiran pada gambar potongan menandai bidang bahan yang terpotong oleh bidang potong.	○	○
Bagian lubang pada gambar potongan juga harus diarsir agar terlihat tebalnya.	○	○
Panah pada garis potong menunjukkan arah melihat bidang yang dipotong.	○	○

10. Pada gambar kerja sebuah braket plat baja (2027), pembuat gambar menuliskan empat catatan ukuran berikut. Semua ukuran dalam milimeter.

No	Catatan pada gambar
1	4 × Ø9, tembus
2	Ø16, dalam 8
3	R5 pada empat sudut
4	2 × 45° pada tepi lubang

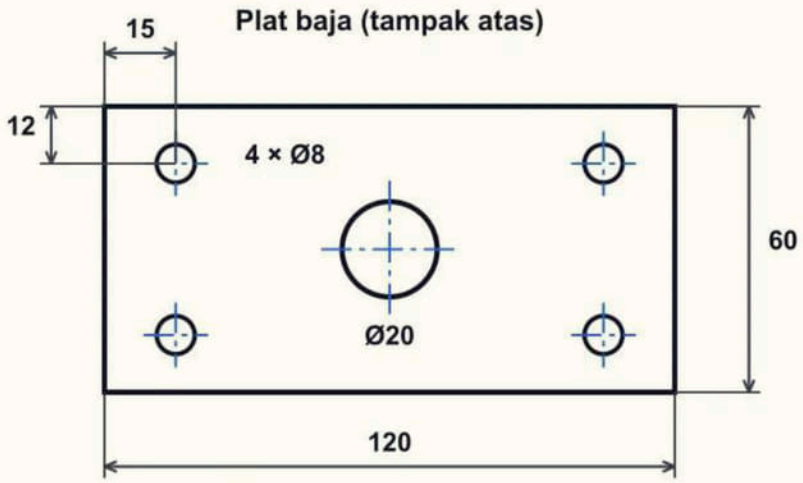
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penafsiran manakah yang **benar**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Lubang Ø16 menembus seluruh tebal karena angka 8 menyatakan jarak antar-sumbu lubang
☐ B. Ada empat lubang berdiameter 9 mm yang menembus seluruh tebal plat
☐ C. Lubang Ø16 hanya sedalam 8 mm, sehingga termasuk lubang buta
☐ D. Catatan 4 berarti tepi lubang dibulatkan dengan jari-jari 2 mm
☐ E. Keempat sudut plat dibulatkan dengan jari-jari 5 mm

11. Gambar menunjukkan gambar kerja sebuah plat baja untuk dudukan sensor (2027). Semua ukuran dalam milimeter. Empat lubang kecil berada di sudut-sudut plat, dan satu lubang besar berada di tengah. Rudi membaca gambar itu untuk menyiapkan penitikan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan manakah yang **benar**? (Jawaban benar lebih dari satu.)



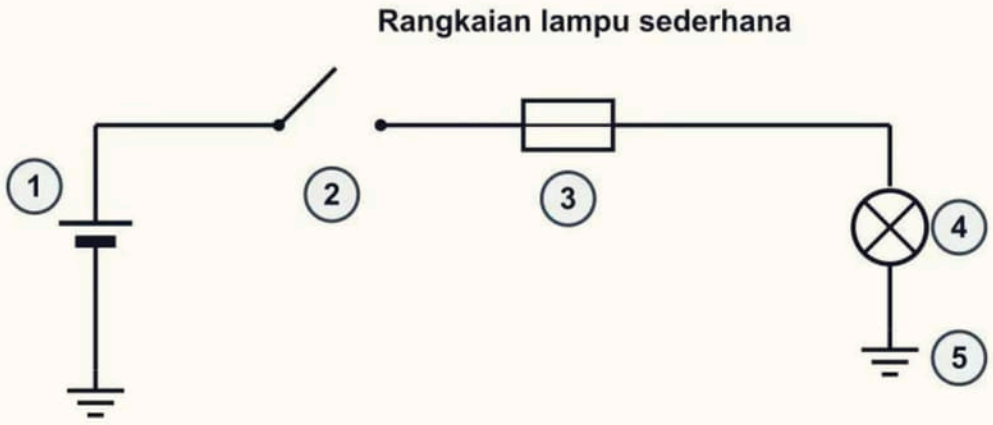
Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Jarak antar-sumbu dua lubang Ø8 pada sisi lebar plat adalah 48 mm
☐ B. Jarak antar-sumbu dua lubang Ø8 pada sisi panjang plat adalah 90 mm
☐ C. Jarak dari tepi kiri plat ke sumbu lubang Ø20 adalah 15 mm
☐ D. Plat memiliki lima lubang secara keseluruhan: empat Ø8 dan satu Ø20
☐ E. Diameter lubang tengah adalah 2,5 kali diameter lubang di sudut

12. Gambar menunjukkan skema sebuah lampu tambahan pada kendaraan (2027). Pak Joni, kepala bengkel, menandai lima simbol dengan nomor 1–5. Setelah dipasang beban tambahan, kabel menjadi hangat, dan ia mengingatkan siswa bahwa ada komponen yang memutus rangkaian bila arus melebihi batas.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Komponen yang berfungsi memutus rangkaian bila arus melebihi batas ditunjukkan oleh simbol nomor ....

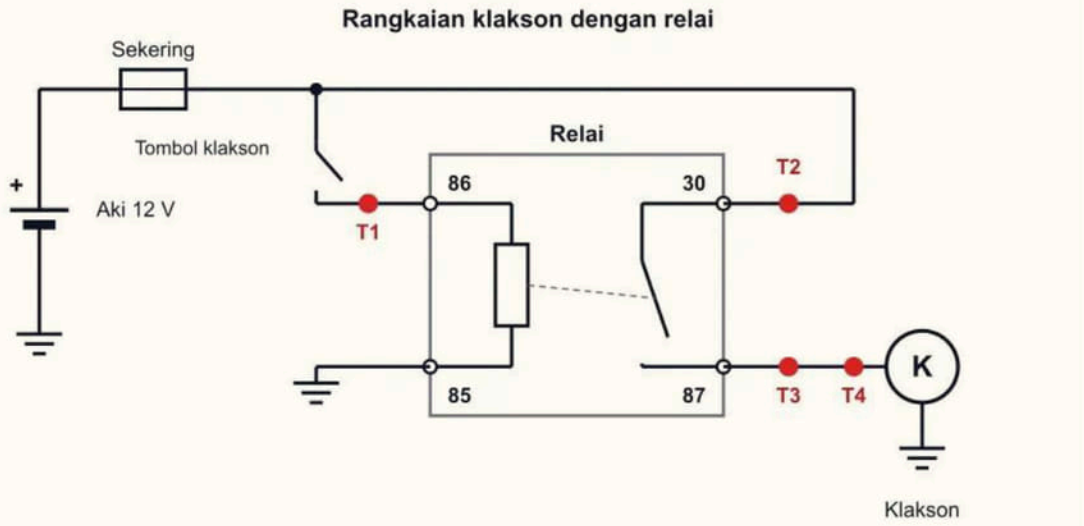


A. 2
B. 3
C. 4
D. 1
E. 5

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

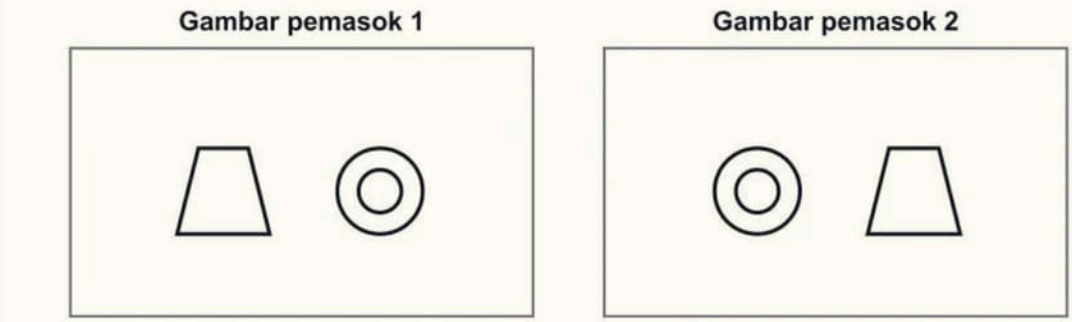
13. Klakson sebuah mobil tidak berbunyi (2027). Skema rangkaiannya ditunjukkan pada gambar. Ketika tombol klakson ditekan, siswa mengukur tegangan terhadap massa: T1 (kaki 86 relai) = 12 V, T2 (kaki 30) = 12 V, T3 (kaki 87) = 0 V, dan T4 (kaki klakson) = 0 V. Kaki 85 terhubung baik ke massa, relai tidak terdengar berbunyi "klik", dan klakson baru saja diuji menyala pada aki lain.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Komponen yang paling mungkin rusak adalah ....



A. tombol klakson, karena arus tidak sampai ke kumparan relai
B. sekering, karena tegangan pada sisi masukan tidak sampai
C. relai, karena kumparan mendapat 12 V tetapi kontaknya tidak menyambung
D. klakson, karena tidak ada tegangan yang masuk ke kaki klakson
E. massa klakson, karena kabel massa klakson putus sehingga arus tidak mengalir

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

14. Bengkel menerima dua gambar komponen dari dua pemasok berbeda (2027). Kepala gambar masing-masing memuat simbol proyeksi seperti pada gambar. Teknisi harus menentukan metode proyeksi yang dipakai tiap pemasok sebelum membaca gambar. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Metode proyeksi pemasok 1 dan pemasok 2 secara berurutan adalah ....



A. sudut ketiga dan sudut pertama
B. sudut pertama dan sudut pertama
C. sudut ketiga dan sudut ketiga
D. isometrik dan sudut pertama
E. sudut pertama dan sudut ketiga

15. Manual servis sebuah mobil menyatakan: "Kencangkan lima mur roda secara bersilang dalam dua tahap: tahap 1 sebesar 50 Nm, tahap 2 sebesar 100 Nm." Lima mur diberi nomor 1–5 searah jarum jam (2027). Fajar akan memasang roda dan ingin mengikuti manual dengan tepat.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Urutan dan nilai torsi yang paling sesuai dengan manual adalah ....

A. mur 1-3-5-2-4 sampai 50 Nm, lalu diulang sampai 100 Nm
B. mur 1-2-3-4-5 searah sampai 100 Nm langsung pada satu putaran
C. mur 1-3-5-2-4 sampai 100 Nm, lalu diulang sampai 50 Nm
D. mur 1-2-3-4-5 searah sampai 50 Nm, lalu diulang sampai 100 Nm
E. mur 1-3-5-2-4 dengan kunci roda sekuat tenaga, lalu dicek 100 Nm

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

16. Lampu kepala sebuah mobil tidak menyala (2027). Rangkaian lampu kepala berurutan dari aki: sekering, saklar lampu, konektor di dekat lampu, lalu bohlam, dan massa. Dengan saklar lampu ON, siswa mengukur tegangan di beberapa titik terhadap massa bodi. Bohlam sudah diuji menyala pada aki lain, dan kabel massa bohlam baik.

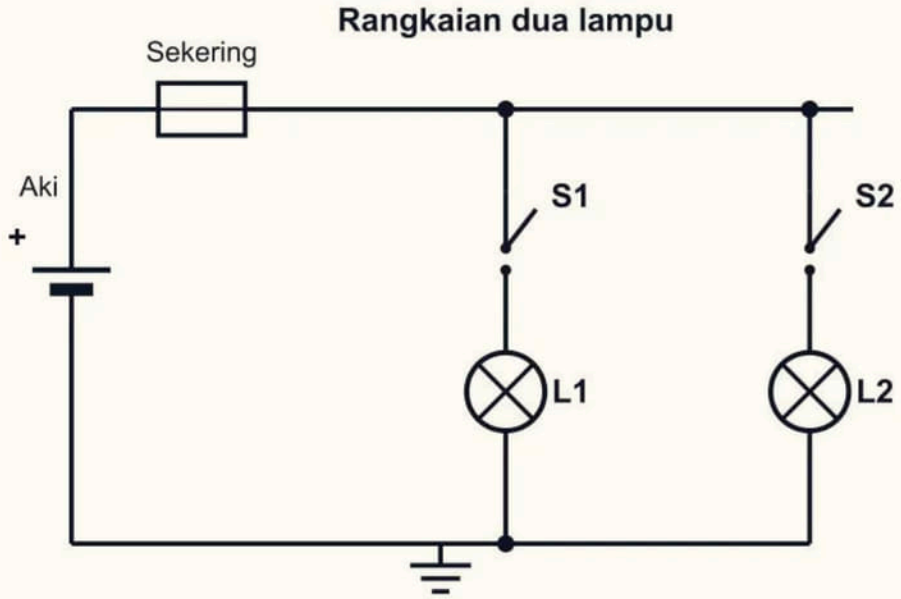
Titik ukur	Tegangan
Kutub positif aki	12,4 V
Sesudah sekering	12,3 V
Sesudah saklar lampu	12,2 V
Sebelum konektor	12,1 V
Sesudah konektor	0 V

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Gangguan yang paling mungkin berada pada ....

A. aki, karena tegangan aki 12,4 V sedikit di bawah standar
B. sekering, karena tegangan sesudah sekering turun 0,1 V
C. saklar lampu, karena tegangan sesudah saklar turun 0,1 V
D. konektor, karena tegangan turun dari 12,1 V menjadi 0 V
E. bohlam, karena bohlam adalah beban terakhir pada rangkaian

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

17. Gambar menunjukkan skema dua lampu tambahan sebuah kendaraan yang dipasang oleh siswa (2027). Tiap lampu memiliki saklar sendiri (S1 dan S2), dan keduanya mendapat arus dari satu sekering. Siswa menguji beberapa keadaan rangkaian.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** pada setiap pernyataan berikut.

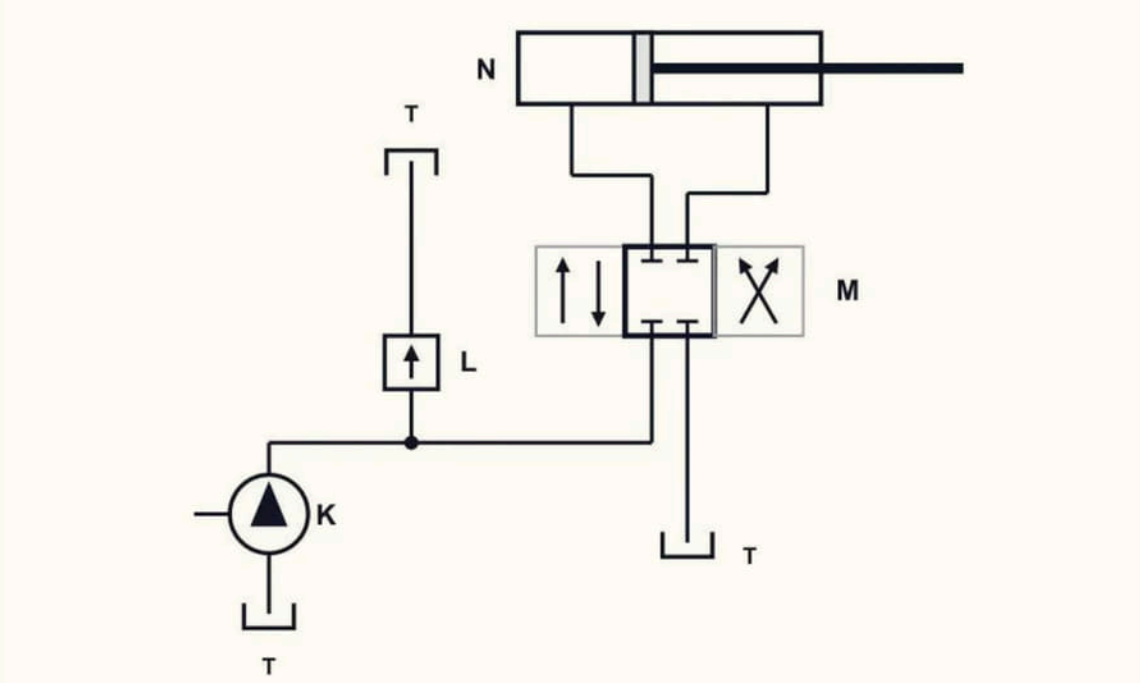


Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Bila filamen L1 putus dan S2 ditutup, lampu L2 ikut padam karena arus harus melewati L1.	○	○
Bila S1 ditutup dan S2 dibuka, hanya lampu L1 yang menyala.	○	○
Bila sekering putus, kedua lampu padam walaupun S1 dan S2 ditutup.	○	○

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

18. Gambar menunjukkan skema sebuah sistem hidrolik sederhana pada alat angkat bengkel (2027): K = pompa, L = katup pelepas tekanan, M = katup arah tiga posisi yang digambar pada posisi tengah (semua saluran tertutup), N = silinder kerja ganda, dan T = tangki. Pompa K sedang berputar. Siswa menganalisis perilaku sistem.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan manakah yang **benar**? (Jawaban benar lebih dari satu.)



Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Tekanan di saluran pompa turun mendekati nol karena oli mengalir bebas ke tangki

☐ B. Silinder N bertahan di posisinya karena saluran ke kedua ruangnya tertutup oleh katup M

☐ C. Pompa K harus segera dimatikan karena bila tidak, silinder N pasti rusak

☐ D. Oli dari pompa K kembali ke tangki lewat katup pelepas tekanan L pada tekanan sesuai setelannya

☐ E. Bila M digeser ke posisi ujung, oli bertekanan dapat masuk ke salah satu ruang silinder N

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

19. Manual servis sebuah mobil menuliskan prosedur mengganti saringan oli (2027): "1. Hidupkan mesin sebentar lalu matikan. 2. Lepas baut pengurasan, tampung oli sampai menetes. 3. Pasang kembali baut pengurasan dengan paking baru, 30 Nm. 4. Lepas saringan lama; olesi cincin karet saringan baru dengan oli bersih. 5. Pasang saringan baru dengan tangan sampai cincin menyentuh dudukan, lalu kencangkan 3/4 putaran. 6. Isi oli sesuai takaran, hidupkan mesin satu menit, lalu periksa kebocoran dan level."
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan manakah yang **sesuai manual**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

- ☐ A. Mengencangkan saringan baru dengan kunci saringan sekuat tenaga agar tidak bocor
- ☐ B. Memasang baut pengurasan dengan paking baru pada torsi 30 Nm
- ☐ C. Memeriksa level oli hanya sekali sebelum mesin dihidupkan dan tidak perlu mengeceknya lagi
- ☐ D. Mengolesi cincin karet saringan baru dengan oli bersih sebelum dipasang
- ☐ E. Menghidupkan mesin satu menit setelah mengisi oli lalu memeriksa kebocoran dan level

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

20. Gambar menunjukkan batang ukur oli transmisi otomatis (ATF) dan cuplikan manual servis sebuah mobil (2027). Mesin baru dihidupkan dari dingin selama dua menit, dan suhu ATF yang terbaca alat pindai 25 °C. Teknisi mencabut batang ukur sesuai langkah manual dan melihat permukaan oli seperti pada gambar.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kesimpulan yang paling tepat adalah ....

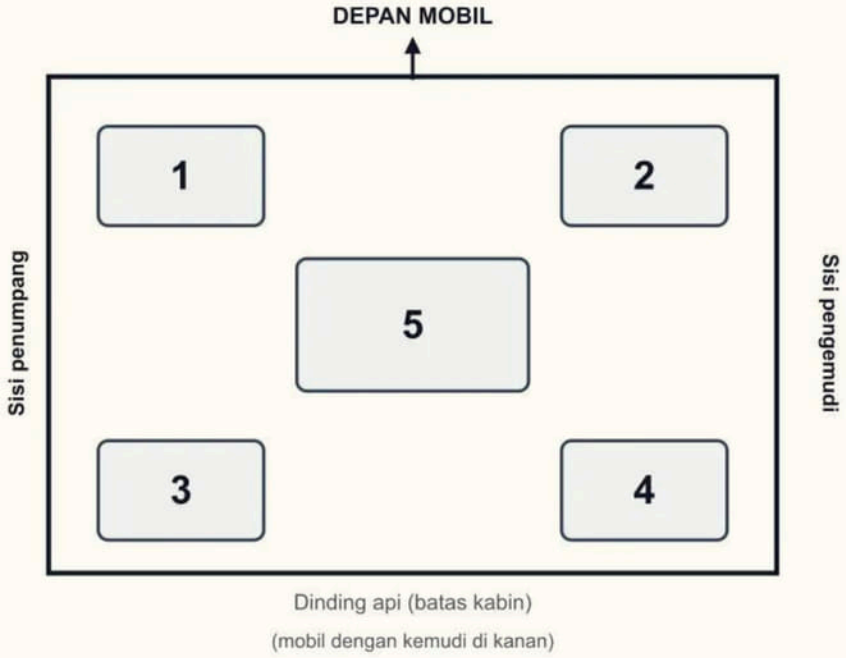


A. level oli cukup, karena permukaan oli berada di antara MIN dan MAX pada daerah HOT yang tampak
B. level oli berlebih, karena saat dingin dibaca di daerah COLD dan permukaan oli di atas MAX-nya
C. level oli kurang, karena permukaan oli berada jauh di bawah tanda MAX pada daerah HOT saat ini
D. level oli tidak dapat dinilai sama sekali sebelum mobil dijalankan sampai suhu kerja
E. level oli cukup, karena permukaan oli sudah menyentuh daerah berwarna pada batang ukur itu

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

21. Gambar menunjukkan denah ruang mesin (tampak atas) sebuah mobil dengan kemudi di kanan (2027), dengan lima komponen bernomor 1–5. Manual servis menyebutkan letaknya: aki di depan sisi penumpang; saringan udara di depan sisi pengemudi; kotak sekering menempel dinding api sisi penumpang; reservoir minyak rem menempel dinding api sisi pengemudi; dan mesin di tengah. Yoga diminta memeriksa level minyak rem.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Reservoir minyak rem pada gambar adalah komponen bernomor ....



A. nomor 1
B. nomor 2
C. nomor 3
D. nomor 4
E. nomor 5

22. Dalam manual servis sebuah mobil terdapat tiga kutipan pada prosedur yang sama (2027): (1) "WARNING: Sistem bahan bakar bertekanan. Lepaskan tekanan sebelum melepas selang."; (2) "CAUTION: Pasang saringan searah panah agar tidak merusak pompa."; (3) "NOTE: Jarak tempuh servis berikutnya 20.000 km." Sandi, teknisi baru, ingin tahu kutipan mana yang bila diabaikan paling berisiko melukai pekerja.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kutipan yang bila diabaikan paling berisiko melukai pekerja adalah ....

A. kutipan (3) NOTE, karena ia berkaitan dengan jadwal servis
B. kutipan (2) CAUTION, karena ia berkaitan dengan arah pemasangan
C. kutipan (1) WARNING, karena menyangkut tekanan bahan bakar
D. kutipan (2) dan (3), karena keduanya memuat angka atau arah
E. ketiganya sama-sama berisiko melukai pekerja

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

23. Manual servis sebuah mobil menyatakan: "Tekanan ban depan 2,2 bar dan belakang 2,4 bar, diukur saat ban dingin. Tekanan naik sekitar 0,3 bar setelah berkendara jauh." Setelah menempuh 40 km, pengukur tekanan di bengkel menunjukkan ban belakang 2,7 bar (2027). Tomi, siswa PKL, bertanya apakah angin ban belakang perlu dikurangi.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Jawaban yang paling tepat adalah ....

A. perlu dikurangi sampai 2,4 bar sekarang, karena tekanan standar belakang adalah 2,4 bar
B. perlu dikurangi sampai 2,2 bar, karena angka itu standar untuk ban depan
C. perlu ditambah sampai 3,0 bar, karena tekanan ban panas harus lebih tinggi daripada standar
D. tidak dapat dinilai sama sekali, karena hasil ukur ban panas tidak boleh dipakai
E. tidak perlu dikurangi, karena 2,7 − 0,3 = 2,4 bar sesuai standar ban dingin

24. Manual servis sebuah mobil memuat prosedur mengganti kampas rem depan dengan tiga kutipan (2027):
"WARNING: Debu kampas berbahaya bagi pernapasan. Bersihkan dengan penyedot atau cairan pembersih khusus, jangan ditiup dengan udara."
"CAUTION: Ganti kampas kiri dan kanan pada poros yang sama sekaligus."
"NOTE: Torsi baut kaliper 35 Nm. Pompa pedal rem beberapa kali setelah pemasangan sampai pedal terasa keras sebelum mobil dijalankan."
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan manakah yang **sesuai manual**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Mengganti kampas kiri dan kanan pada poros depan secara bersamaan
☐ B. Meniup debu kampas dengan angin kompresor karena lebih cepat bersih
☐ C. Memompa pedal rem beberapa kali sebelum mobil dijalankan sampai pedal terasa keras
☐ D. Mengganti hanya kampas sisi yang tipis, sedangkan sisi lain masih tebal
☐ E. Mengencangkan baut kaliper sampai 35 Nm dengan kunci momen

25. Teknisi membongkar rem depan dan belakang sebuah mobil untuk servis berkala (2027). Manual servis memberi spesifikasi, dan teknisi mengukur komponennya.

Komponen	Standar	Batas pakai	Hasil ukur
Tebal kampas rem depan	10,0 mm	minimal 2,0 mm	1,8 mm
Tebal cakram rem depan	22,0 mm	minimal 20,0 mm	21,2 mm
Olengan cakram depan	0,03 mm	maksimal 0,10 mm	0,12 mm
Tebal kampas rem belakang	8,0 mm	minimal 2,0 mm	4,5 mm

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kesimpulan manakah yang **tepat**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Kampas rem depan harus diganti karena tebalnya sudah di bawah batas pakai
☐ B. Kampas rem belakang harus diganti karena tebalnya hanya separuh dari standar
☐ C. Cakram rem depan belum melewati batas tebal minimum, sehingga ketebalannya masih layak
☐ D. Olengan cakram depan melewati batas pakai sehingga cakram perlu diperiksa dan diratakan atau diganti
☐ E. Semua komponen layak dipakai karena hasil ukurnya masih mendekati standar

Tabel skor dan anjuran

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 3.1 · Membaca gambar kerja: pandangan, ukuran, dan potongan	1, 2, 3, 4, 9, 10, 11	___ / 7	Ulangi hlm. 150
Sub bab 3.2 · Standar proyeksi, ulir, dan toleransi	5, 6, 7, 8, 14	___ / 5	Ulangi hlm. 163
Sub bab 3.3 · Membaca skema rangkaian: kelistrikan, hidrolik, dan pneumatik	12, 13, 16, 17, 18	___ / 5	Ulangi hlm. 175
Sub bab 3.4 · Membaca manual servis dan menemukan letak komponen	15, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25	___ / 8	Ulangi hlm. 190

Skor 70 % atau lebih: lanjut ke bab berikutnya. Skor 50–69 %: ulangi sub bab pada tabel yang kurang dari separuh benar. Skor di bawah 50 %: baca ulang bab ini dari awal. (Angka ini anjuran belajar, bukan prediksi nilai TKA.)

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Bab 4 · Peralatan dan Perlengkapan Tempat Kerja

SMKTO-B4

Setelah mempelajari bab ini, kamu dapat:

- memilih perkakas tangan, alat khusus, alat ukur, dan alat diagnostik yang sesuai pekerjaan
- menggunakan peralatan bertenaga, dongkrak, jack stand, lift, dan impact wrench dengan aman
- merawat, mengkalibrasi, dan mencatat perawatan peralatan

Peta bab

Sub bab	Judul
4.1	Perkakas tangan dan alat khusus servis
4.2	Alat ukur dan alat diagnostik
4.3	Peralatan bertenaga dan mesin bengkel
4.4	Dongkrak, jack stand, lift, dan impact wrench
4.5	Perawatan peralatan
4.6	Kalibrasi, jadwal, dan catatan perawatan alat

Bab 4 di LMS

Buka seluruh latihan bab ini di LMS.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkto&node=SMKTO-B4

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 4.1 · Perkakas tangan dan alat khusus servis

SMKTO-4.1

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu **memilih peralatan yang tepat, baik alat umum maupun alat khusus**, untuk sebuah pekerjaan servis. Soalnya hampir selalu berupa potret pekerjaan di bengkel: seorang siswa harus membuka baut yang mulai rusak, melepas komponen yang menempel kuat, atau memasang bagian yang torsinya ditentukan, lalu kamu diminta menilai alat dan cara memakainya. Yang diuji bukan hafalan nama alat, melainkan **kemampuan mencocokkan alat dengan bentuk pengikat, tenaga yang dibutuhkan, dan risiko merusak komponen**.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menyebut fungsi kunci pas, ring, soket, kombinasi, L, inggris, pipa, momen, dan kunci pipa rem (*flare nut*);
- menjelaskan mengapa kunci enam titik dan soket lebih aman untuk baut yang mulai membulat daripada kunci pas;
- menjelaskan fungsi alat khusus servis seperti penarik (*puller*), penekan pegas peredam kejut, kunci filter oli, pemasang seal, dan penahan roda gila;
- memilih alat yang tepat untuk sebuah pekerjaan servis dan menolak jalan pintas seperti memukul kunci atau memanjangkan gagang kunci;
- menghitung pengaruh panjang gagang kunci terhadap torsi.

◆ KONSEP INTI

Seorang teknisi yang baik tidak hanya tahu cara memutar baut, tetapi tahu **alat mana yang tidak akan merusak baut itu**. Satu baut yang kepalanya membulat dapat mengubah pekerjaan lima menit menjadi pekerjaan satu jam. Pemilihan alat adalah keputusan teknis pertama dalam setiap servis.

1. Lima pertanyaan sebelum memilih alat

Sebelum meraih alat, ajukan lima pertanyaan berikut.

1. **Apa bentuk pengikatnya?** Kepala segi enam, segi enam dalam (lubang heksagon), bintang, alur lurus, alur silang, atau mur pipa rem?
2. **Berapa ukurannya?** Ukuran kepala baut dinyatakan dalam milimeter (sistem metrik) atau inci. Alat yang longgar akan selip dan membulatkan sudut kepala baut.
3. **Berapa tenaga yang diperlukan, dan apakah torsinya ditentukan?** Baut yang torsinya ditentukan manual harus dikencangkan dengan kunci momen.
4. **Bagaimana ruang geraknya?** Ruang sempit menuntut soket dengan sambungan, kunci

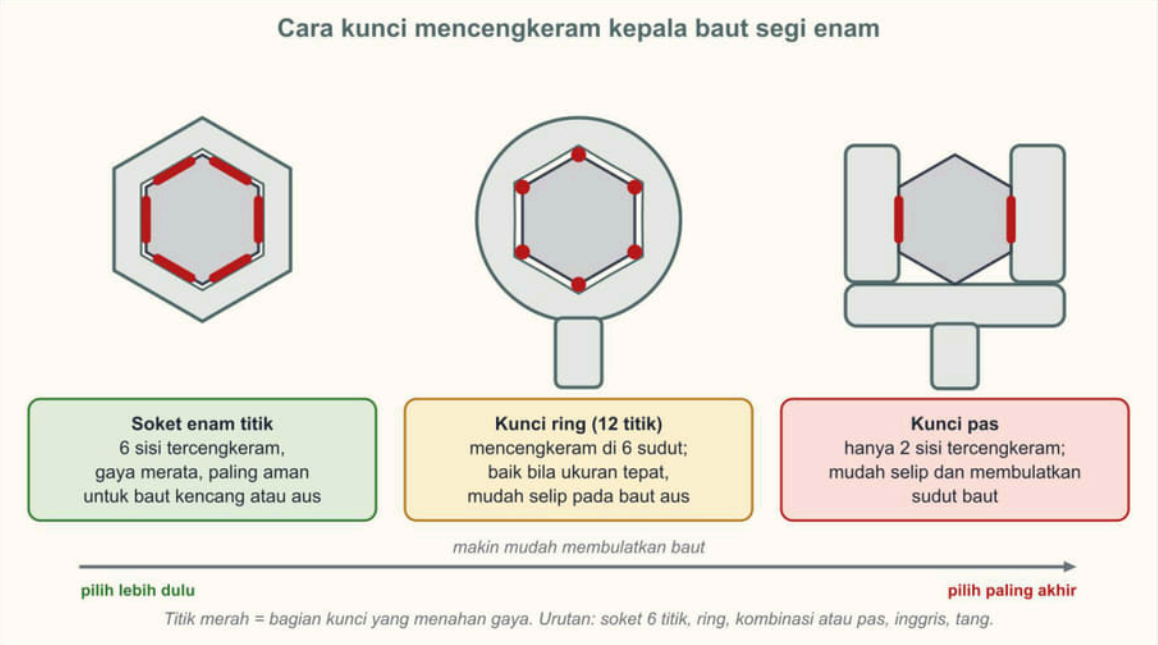
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

ring berleher, atau kunci pendek.

5. **Apakah manual menyebut alat khusus?** Bila ya, ikuti. Alat khusus dirancang agar komponen tidak rusak.

2. Keluarga kunci

Gambar 4.1 menunjukkan bagaimana tiga jenis kunci utama mencengkeram kepala baut segi enam.



Gambar 4.1 Cara tiga jenis kunci mencengkeram kepala baut segi enam: titik merah adalah bagian yang menahan gaya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Kunci soket (sok).** Berbentuk cawan yang menutup seluruh kepala baut. Dipakai bersama gagang pemutar (*ratchet*), pegangan T, batang penyambung (*extension*), atau sambungan kardan. Soket **enam titik** mencengkeram keenam sisi datar baut sehingga gaya tersebar merata. Soket **dua belas titik** lebih mudah dipasang tetapi mencengkeram sudut, dan lebih mudah selip pada baut yang rusak.
- **Kunci ring.** Berbentuk lingkaran tertutup yang mengelilingi kepala baut, biasanya dua belas titik, sehingga mencengkeram lebih baik daripada kunci pas. Dipakai pada baut yang kencang tetapi ruangnya tidak memungkinkan soket.
- **Kunci pas.** Mulutnya terbuka, sehingga mudah dimasukkan dari samping, dan mencengkeram hanya **dua sisi** kepala baut. Karena itu mudah selip. Kunci pas cocok untuk baut yang tidak terlalu kencang atau untuk ruang yang tertutup dari atas.
- **Kunci kombinasi.** Satu ujung pas, ujung lain ring dengan ukuran yang sama. Praktis, dan ujung ring dipakai lebih dulu untuk melonggarkan baut yang kencang.
- **Kunci L (kunci Allen, heksagon dalam, atau bintang).** Dipakai untuk baut dengan lubang heksagon atau bintang pada kepalanya, misalnya baut kaliper rem. Ukurannya harus tepat, sebab batang yang terlalu kecil akan membulatkan lubang.
- **Kunci inggris.** Rahangnya dapat disetel sehingga satu kunci cocok untuk banyak ukuran.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Karena rahangnya bergerak, kunci ini mudah selip dan hanya dipakai bila alat berukuran tetap tidak tersedia.

- **Kunci pipa.** Rahang bergerigi untuk pipa atau benda bulat. Kunci ini **meninggalkan bekas dan merusak** kepala baut, sehingga tidak pernah dipakai pada baut dan mur segi enam.
- **Kunci momen.** Bukan alat untuk membuka baut, tetapi untuk **mengencangkan** sampai torsi tertentu dan berbunyi atau menunjukkan nilai saat torsi tercapai. Dibahas lebih lanjut di bawah.

Urutan pilihan dari yang paling aman ke yang paling berisiko: **soket enam titik, ring, kombinasi atau pas, inggris, tang**. Makin banyak sisi yang dicengkeram, makin kecil kemungkinan baut membulat.

3. Torsi, gagang kunci, dan kunci momen

Torsi adalah efek putar dari sebuah gaya yang bekerja pada jarak tertentu dari sumbu baut. Satuannya newton meter (Nm).

torsi = gaya × panjang lengan

Gaya 200 N (kira-kira berat beban 20 kg yang ditekan) pada kunci yang panjang efektifnya 0,25 m menghasilkan torsi 200 × 0,25 = **50 Nm**. Bila panjang lengan dilipatkan menjadi 0,5 m dengan gaya tangan yang sama, torsinya menjadi **100 Nm**, dua kali lipat, padahal tanganmu tidak terasa menekan lebih keras. Itulah sebabnya **gagang kunci tidak boleh dipanjangkan dengan pipa**: torsi yang terjadi melebihi yang direncanakan sehingga baut meregang, ulir rusak, atau kunci patah.

Karena itu pengencangan akhir baut penting, seperti kepala silinder, roda, dan baut penahan kaliper rem, memakai **kunci momen** sesuai nilai di manual servis. Beberapa hal tentang kunci momen:

- Tipe **klik**: kunci berbunyi dan terasa "patah" ketika torsi tercapai. Berhenti menarik begitu bunyi terdengar; menarik terus berarti melampaui torsi.
- Tipe **jarum** menunjukkan torsi pada skala, dan tipe **digital** menunjukkannya pada layar.
- Kunci momen **hanya untuk mengencangkan**. Jangan dipakai untuk melonggarkan baut kencang, karena torsi besar merusak mekanisme dalamnya.
- Baut yang torsinya ditentukan dikencangkan **bertahap** dan, pada baut yang jumlahnya banyak seperti mur roda atau baut kepala silinder, dengan **pola menyilang** agar komponen terpasang rata.

4. Baut yang mulai membulat

Kepala baut membulat bila alat tidak mencengkeram sisi datarnya dengan benar. Penyebab umumnya: alat longgar, alat dua belas titik dipakai pada baut yang sudah aus, baut berkarat dan dipaksa, atau alat dipukul. Pencegahannya lebih murah daripada penanganannya:

1. Pilih alat dengan ukuran tepat. Alat yang pas masuk tanpa goyang.
2. Pilih alat yang mencengkeram paling banyak sisi: **soket enam titik** lebih dulu.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

3. Dorong alat sampai dasar kepala baut sebelum diputar, dan tarik **dengan gaya mantap tanpa hentakan**.
4. Bila berkarat, semprot cairan penembus karat dan tunggu beberapa saat sebelum dibuka.

Bila kepala baut sudah mulai membulat, **jangan memakai kunci pas atau tang**. Pakai soket atau kunci ring enam titik dengan ukuran tepat yang diketuk masuk perlahan. Bila kepala sudah licin dan alat tetap selip, gunakan **pencabut baut** (*bolt extractor*), yaitu alat khusus yang mencengkeram dengan alur berlawanan arah, atau tanyakan kepada guru.

Satu catatan tentang **impact wrench**. Alat ini sangat efisien untuk melonggarkan mur yang kencang, tetapi menghantam dengan tenaga besar, sehingga pemakaian pada setelan maksimum untuk mengencangkan baut kecil atau berulir halus dapat merusak ulir dan memutus baut. Pengencangan akhir tetap memakai kunci momen (dibahas di sub bab 4.4).

5. Obeng, tang, dan palu

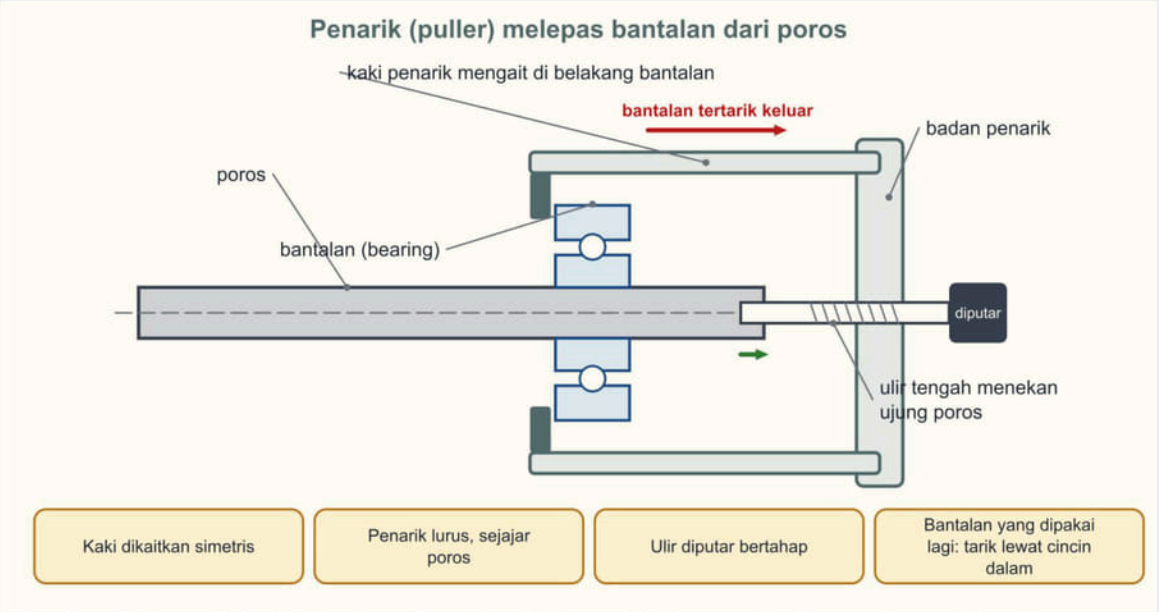
- **Obeng min dan plus.** Ujungnya harus **sesuai dengan alur dan lebar kepala sekrup**. Ujung yang terlalu kecil merusak alur. Obeng bukan pengungkit atau pahat, dan tidak dipukul kecuali memang obeng tipe pukul.
- **Tang kombinasi, tang lancip, tang potong, dan tang jepit.** Dipakai untuk menjepit atau memotong, bukan untuk memutar baut. Tang jepit mengunci rahangnya pada benda. Ada pula tang khusus pembuka cincin pegas (*snap ring pliers*).
- **Palu besi** untuk pahat dan pengetuk. **Palu karet atau plastik** untuk memukul komponen yang tidak boleh penyok, misalnya memasang seal atau melepas tutup bantalan.
- **Kunci tidak dipukul.** Kunci biasa dirancang menahan gaya tangan, bukan benturan. Memukul kunci dapat membuatnya retak dan patah sehingga serpihannya melukai. Hanya kunci tipe pukul (*striking wrench*) yang dirancang untuk itu.

6. Alat khusus servis

Banyak komponen otomotif dirancang rapat, kuat terpasang, atau menyimpan tenaga pegas. Untuk komponen seperti itu pabrikan menyediakan **alat khusus servis** (*special service tool*, disingkat SST), yaitu alat yang bentuknya dibuat untuk satu komponen. Memakai alat khusus berarti komponen dilepas dan dipasang tanpa dipukul atau dibengkokkan.

a. Penarik (*puller*). Dipakai melepas komponen yang menempel kuat pada poros, seperti rotor magnet, puli, roda gigi, dan bantalan. Gambar 4.2 menunjukkan cara kerjanya.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

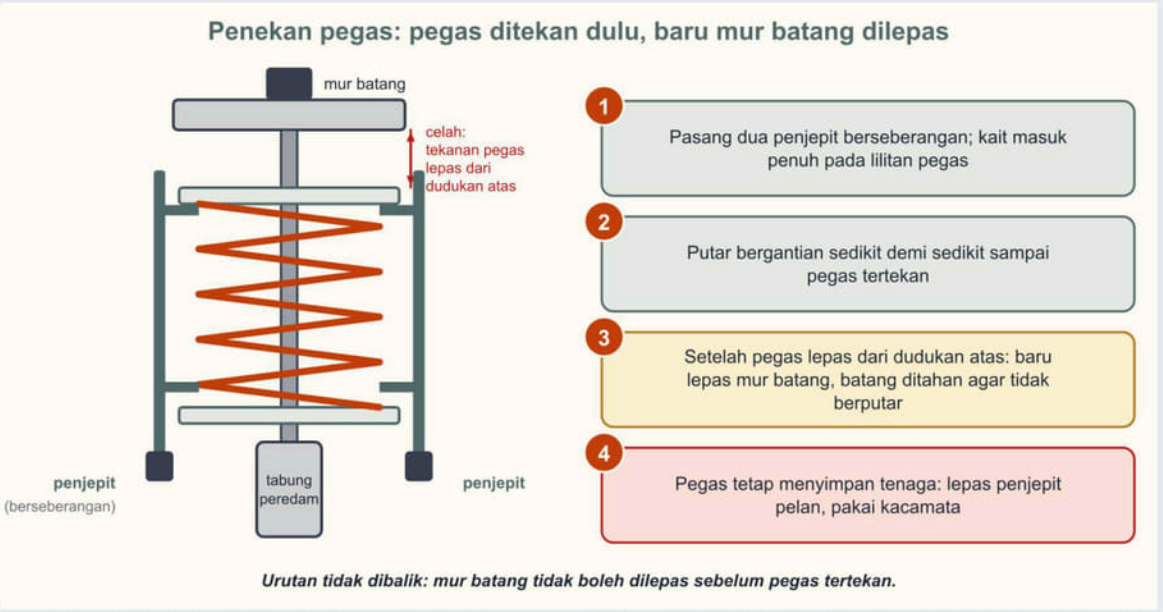


Gambar 4.2 Penarik (puller) melepas bantalan dari poros: kaki menarik, ulir tengah menekan ujung poros. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Kaki penarik dikaitkan pada tepi komponen yang akan dilepas, sedangkan **ulir di tengah menekan ujung poros**. Karena ulir diputar, kaki menarik komponen keluar **lurus dan merata sepanjang poros**. Hal yang perlu diperhatikan: kaki dikaitkan simetris, penarik tegak lurus poros, ulir diputar bertahap, dan bila bantalan akan dipakai lagi, penarikan dilakukan melalui cincin yang terpasang pada poros (cincin dalam) agar gaya tidak melewati bola. Ujung ulir pada poros yang berulir dilindungi dengan pelindung ujung agar ulir poros tidak rusak. Rotor magnet pada sepeda motor memakai penarik rotor dengan ulir yang sesuai dengan lubang ulir pada rotor, dan roda gila ditahan dengan **penahan universal** (*universal holder*) saat murnya dibuka atau dikencangkan.

b. Penekan pegas peredam kejut. Pegas koil pada suspensi tipe McPherson menyimpan tenaga besar. Bila mur batang peredam dilepas tanpa menekan pegas, pegas dapat melontar dan melukai berat. Gambar 4.3 menunjukkan caranya.

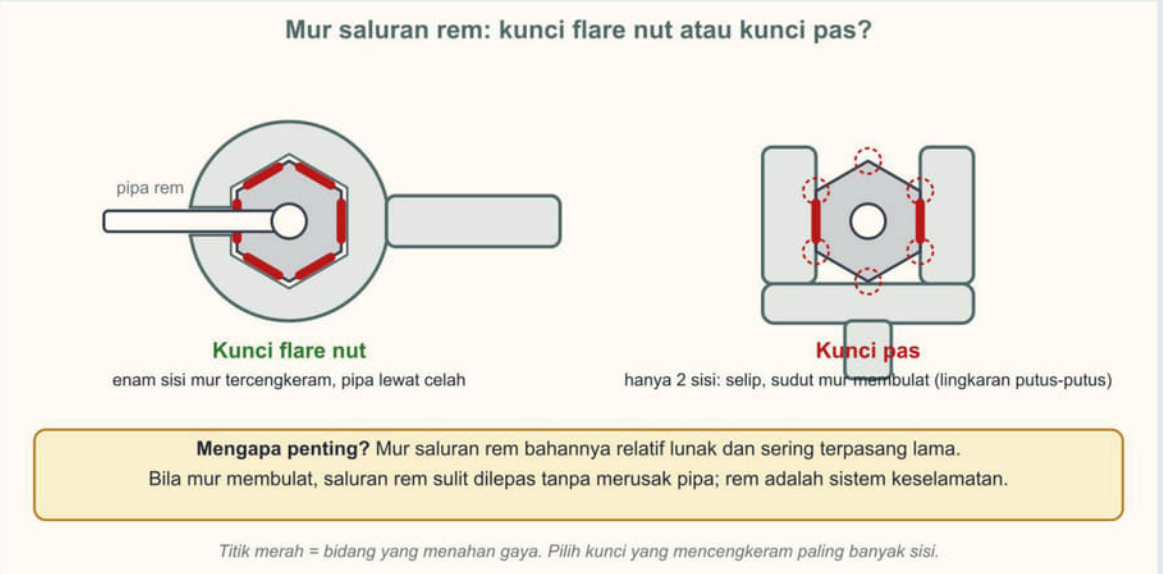
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 4.3 Penekan pegas koil: dua penjepit berseberangan menekan pegas bertahap sebelum mur batang dilepas. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Dua penjepit dipasang pada sisi **berseberangan**, lalu diputar **bergantian sedikit demi sedikit** sampai pegas tertekan dan tidak lagi menekan dudukan atas. **Baru setelah itu** mur batang dilepas, sambil menahan batang agar tidak ikut berputar. Pegas yang sudah tertekan tetap menyimpan tenaga, sehingga alat dilepas pelan dan selalu memakai kacamata.

c. Kunci pipa rem (*flare nut wrench*). Saluran rem memakai mur khusus yang bahannya relatif lunak dan terpasang kencang setelah lama tidak dibuka. Kunci pas biasa mencengkeram dua sisi sehingga membulatkan sudutnya, dan bila mur membulat maka saluran rem sulit dilepas tanpa merusaknya. Kunci flare nut berbentuk enam titik dengan celah untuk dilewati pipa, sehingga seluruh sisi mur tercengkeram (Gambar 4.4).



Gambar 4.4 Kunci flare nut mencengkeram enam sisi mur saluran rem; kunci pas hanya dua sisi. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

d. Alat khusus lain yang sering dipakai.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- **Kunci filter oli:** tipe pita, cawan, atau rantai, untuk melepas filter oli yang kencang. Kunci ini hanya untuk **melepas**. Filter baru dipasang dengan tangan sesuai petunjuk pada filter, karena terlalu kencang membuat karet pelindung tertekan berlebihan dan filter sulit dibuka kembali.
- **Pemasang seal (*seal driver*):** pipa berukuran sesuai tepi luar seal, dipakai dengan palu karet atau palu ringan agar seal masuk **lurus dan rata**. Seal tidak dipukul langsung dengan palu atau obeng, karena tepinya bengkok dan bocor.
- **Treker rotor, alat penahan roda gila, dan alat pemasang cincin piston:** masing-masing dibuat untuk satu komponen.

Prinsip bersama alat khusus: **gaya diberikan merata pada bagian yang kuat, tidak pada bagian rapuh.**

7. Menjaga baut dan alat

Kebiasaan yang membuat kunci tahan lama dan aman: letakkan alat kembali di tempatnya, lap oli dan kotoran dari alat sebelum dipakai agar tidak licin, periksa mulut kunci dan soket yang retak atau aus, dan jangan memakai alat yang rusak. Cara merawat alat dibahas lengkap di sub bab 4.5.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Memilih alat untuk lima pekerjaan

Pasangkan pekerjaan dengan alat yang tepat: (a) melepas mur saluran rem pada master silinder; (b) mengencangkan baut kepala silinder sesuai nilai torsi di manual; (c) melepas puli poros engkol yang menempel kuat; (d) melepas pegas peredam kejut depan untuk diganti; (e) membuka baut kaliper yang berkepala lubang heksagon. Alat: (P) kunci L heksagon; (Q) penekan pegas; (R) kunci momen dan soket; (S) kunci flare nut; (T) penarik.

Langkah:

1. (a) Mur saluran rem: bahan lunak, harus dicengkeram enam sisi → kunci flare nut (S).
2. (b) Torsi ditentukan → kunci momen dengan soket (R).
3. (c) Puli menempel kuat pada poros → penarik (T).
4. (d) Pegas menyimpan tenaga → penekan pegas (Q).
5. (e) Lubang heksagon → kunci L heksagon (P).

Jawaban: a-S, b-R, c-T, d-Q, e-P.

Contoh 2: Urutan menangani baut yang mulai membulat

Teknisi akan melepas baut penahan kaliper rem yang kepala segi enamnya sudah agak membulat dan berkarat. Susun langkah: (P) semprot cairan penembus karat dan tunggu beberapa saat; (Q) pilih soket enam titik berukuran tepat dan dorong sampai dasar kepala baut; (R) putar dengan gaya mantap tanpa hentakan; (S) bila alat tetap selip, gunakan pencabut baut.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Langkah:

1. Karat dilonggarkan lebih dulu: P.
2. Pasang alat yang mencengkeram paling banyak sisi: Q.
3. Putar dengan gaya terkendali: R.
4. Jalan terakhir bila gagal: S.

Jawaban: P → Q → R → S. Kunci pas dan tang bukan pilihan, karena makin membulatkan kepala baut.

Contoh 3: Pengaruh panjang gagang kunci

Spesifikasi sebuah baut penutup bak transmisi adalah 25 Nm. Seorang siswa menarik kunci yang panjang efektifnya 0,25 m dengan gaya 100 N. Lalu ia memasang pipa sehingga panjang lengan menjadi 0,5 m dan menarik dengan gaya yang sama. Berapa torsi sebelum dan sesudah pipa dipasang, dan apa akibatnya?

Langkah:

1. Torsi awal: 100 N × 0,25 m = 25 Nm, tepat sesuai spesifikasi.
2. Torsi dengan pipa: 100 N × 0,5 m = 50 Nm.
3. Bandingkan: 50 Nm = dua kali nilai spesifikasi.

Jawaban: 25 Nm sebelum dan 50 Nm sesudah. Baut mengalami torsi dua kali lipat, ulir dapat rusak atau baut meregang. Pengencangan akhir dengan kunci momen yang disetel pada 25 Nm.

Contoh 4: Memilih alat untuk baut di ruang sempit

Baut dudukan starter terletak di sela sempit dan tegak lurus terhadap arah masuk tangan, sehingga gagang pemutar tidak muat. Baut itu juga harus dikencangkan dengan torsi tertentu. Alat mana yang paling tepat? (A) kunci pas biasa; (B) soket enam titik dengan batang penyambung dan sambungan kardan; (C) tang jepit; (D) kunci inggris.

Langkah:

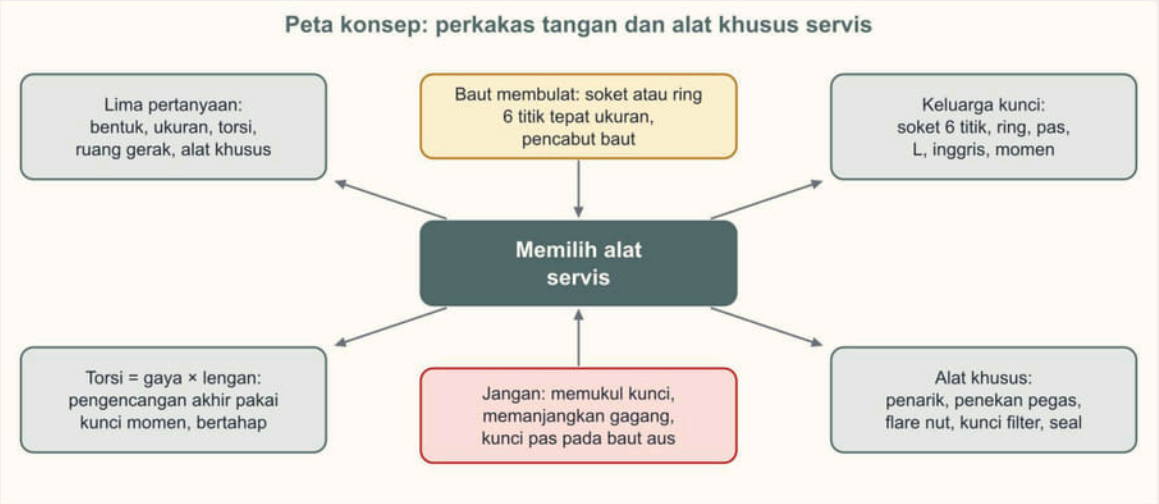
1. Baut segi enam kencang → alat yang mencengkeram enam sisi: soket enam titik.
2. Ruang sempit dan sudut → batang penyambung dan sambungan kardan menjangkau baut.
3. Kunci pas, tang, dan kunci inggris mencengkeram sedikit sisi dan membulatkan kepala baut.
4. Torsi akhir diberikan dengan kunci momen; sambungan kardan dengan sudut besar dapat mengurangi ketepatan, sehingga usahakan sudutnya sekecil mungkin.

Jawaban: B.

❖ PETA KONSEP

Ringkasan sub bab ini terlihat pada Gambar 4.5.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 4.5 Peta konsep sub bab 4.1. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- Pilih alat menurut bentuk, ukuran, tenaga, ruang, dan petunjuk manual.
- Makin banyak sisi kepala baut yang dicengkeram, makin aman: soket enam titik, ring, kombinasi atau pas, inggris.
- Torsi = gaya × panjang lengan; gagang kunci tidak dipanjangkan dan kunci tidak dipukul.
- Pengencangan akhir baut penting memakai kunci momen, bertahap, dan menyilang bila jumlahnya banyak.
- Baut yang mulai membulat: soket atau ring enam titik tepat ukuran, bukan kunci pas atau tang; pencabut baut bila sudah licin.
- Alat khusus (penarik, penekan pegas, kunci flare nut, kunci filter, pemasang seal) menggantikan pukulan dan paksaan.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Soal pemilihan alat umumnya memuat beberapa pekerjaan dan beberapa pernyataan. Gunakan langkah berikut.

1. **Pisahkan pekerjaan satu per satu,** lalu tentukan bentuk pengikat dan risikonya.
2. **Pilih alat yang mencengkeram paling aman,** dan tanyakan apakah ada alat khusus.
3. **Periksa pernyataan tentang torsi:** pengencangan akhir memakai kunci momen, bukan tenaga tangan atau impact wrench maksimum.
4. **Cari kata kunci berbahaya:** "dipukul", "dipanjangkan", "dipanaskan dengan las", "paling cepat".

Jebakan yang sering dipasang:

- **Kunci pas untuk baut yang mulai membulat** karena "mudah dipasang".
- **Kunci pas dipakai padahal kunci ring atau soket tersedia.**

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- **Memukul kunci dengan palu** agar baut longgar.
- **Memanjangkan gagang kunci dengan pipa.**
- **Impact wrench pada kecepatan maksimum** untuk mengencangkan baut kecil.
- **Kunci momen dipakai untuk melonggarkan baut.**
- **Tang untuk memutar baut** karena tidak ada kunci yang pas.
- **Melepas mur peredam kejut sebelum pegas ditekan.**

> Contoh salah tafsir: pada soal tentang baut pembuangan oli yang kepalanya mulai membulat, seorang siswa memilih "kunci pas ukuran besar karena lebih mudah dipasang". Padahal kunci pas hanya mencengkeram dua sisi dan justru makin membulatkan kepala baut. Jawaban yang tepat adalah soket atau kunci ring enam titik berukuran tepat.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menggambarkan satu pekerjaan servis yang memuat tiga keputusan memilih alat. Perhatikan bagaimana tiap pernyataan dinilai sendiri.

►. Dalam satu pekerjaan servis (2027), siswa harus membuka baut pembuangan oli yang kepala segi enamnya mulai membulat, membuka filter oli yang terpasang sangat kencang, lalu memasang kembali roda yang mur-murnya harus dikencangkan sesuai spesifikasi. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Pemilihan dan penggunaan alat yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Memakai kunci ring atau sok segi enam (6 titik) pada baut yang kepalanya mulai membulat.
☐ B. Memakai kunci pas karena lebih mudah dipasang pada kepala baut yang mulai membulat.
☐ C. Membuka filter oli yang terlalu kencang memakai kunci filter oli yang sesuai ukurannya.
☐ D. Mengencangkan mur roda sampai akhir memakai impact wrench pada setelan tenaga maksimum.
☐ E. Mengencangkan mur roda tahap akhir memakai kunci momen dengan pola menyilang.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Pembahasan **Kunci: A, C, E**

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Alat dipilih sesuai bentuk pengikat dan kebutuhan ketepatan. Kunci 6 titik untuk baut yang mulai rusak, alat khusus seperti kunci filter oli untuk komponen tertentu, dan kunci momen untuk pengikat yang torsinya ditentukan.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Kunci 6 titik mencengkeram sisi datar baut sehingga tidak makin membulatkan kepala baut.

• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: kunci pas hanya mencengkeram dua sisi sehingga mudah selip dan makin membulatkan kepala baut.

• **Pernyataan 3** ✓ Kunci filter oli dirancang mencengkeram rumah filter tanpa merusaknya.

• **Pernyataan 4** ✗ Impact wrench setelan maksimum dapat mengencangkan berlebihan sehingga baut roda meregang atau cakram rem melengkung.

• **Pernyataan 5** ✓ Kunci momen memastikan torsi sesuai spesifikasi, dan pola menyilang membuat roda terpasang rata.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 5.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk tiap soal, tulis dulu komponen yang dikerjakan dan risikonya bila alat salah.

1. Siswa akan mengganti bearing roda belakang yang berbunyi dengung (2027). Bearing lama terpasang kencang pada poros, dan bearing baru harus dipasang tanpa merusak bagian dalamnya. Setelah itu mur as roda harus dikencangkan sesuai spesifikasi.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penggunaan alat yang tepat untuk pekerjaan tersebut adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Memukul cincin dalam bearing lama langsung dengan palu baja dan pahat sampai lepas.

☐ B. Melepas bearing lama dengan treker (puller) yang ukurannya sesuai.

☐ C. Memasang bearing baru dengan alat press yang menekan cincin yang pas di poros.

☐ D. Memanaskan bearing baru dengan las asetilen sampai merah agar mudah masuk ke poros.

☐ E. Mengencangkan mur as roda dengan kunci momen sesuai nilai di manual servis.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

2. Teguh akan melepas rotor magnet (flywheel) alternator sepeda motor untuk mengganti kumparan pengisian (2027). Rotor terpasang sangat rapat pada ujung poros engkol yang tirus, dan murnya dikencangkan dengan torsi besar.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pemilihan dan penggunaan alat yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Menahan rotor dengan universal holder saat membuka mur pengikatnya.
☐ B. Mengganjal rotor dengan obeng di antara siripnya agar tidak berputar.
☐ C. Melepas rotor memakai treker (puller) rotor yang ulirnya sesuai dengan rotor.
☐ D. Memasang kembali mur rotor dengan kunci momen sesuai spesifikasi manual.
☐ E. Memukul rotor dengan palu besi dari samping agar lepas dari poros tirus.

Kunci singkat: 1. B, C, E 2. A, C, D

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menjelaskan dengan kata-katamu sendiri mengapa kunci pas lebih mudah membulatkan kepala baut daripada soket enam titik?
- Mengapa pegas peredam kejut harus ditekan lebih dulu sebelum mur batang dilepas, dan apa fungsi alat khusus pada komponen yang menempel kuat?
- **Yang harus kuingat:** pilih alat yang mencengkeram paling aman, jangan memukul atau memanjangkan kunci, pakai alat khusus untuk komponen khusus, dan kencangkan akhir dengan kunci momen.

Latihan interaktif di LMS
Sub bab 4.1: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.
next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkto&node=SMKTO-4.1

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 4.2 · Alat ukur dan alat diagnostik

SMKTO-4.2

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu **memilih peralatan ukur dan diagnostik** yang tepat untuk sebuah pemeriksaan kendaraan. Soalnya hampir selalu berupa potret keluhan atau pekerjaan di bengkel: sebuah mesin pincang, komponen yang diduga aus, atau lampu peringatan yang menyala, lalu kamu diminta memasangkan pemeriksaan dengan alatnya atau memilih alat yang ketelitiannya cukup. Yang diuji bukan hafalan nama alat, melainkan **kemampuan menyambungkan besaran yang diukur, ketelitian yang dibutuhkan, dan alat yang cocok**.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- memasangkan alat ukur dan diagnostik dengan besaran yang diukurnya;
- memilih alat menurut rentang ukur dan ketelitian yang dibutuhkan;
- membaca jangka sorong dan mikrometer luar;
- menjelaskan cara memakai penguji kompresi, feeler gauge, dial gauge, dan alat diagnostik lain;
- membandingkan hasil ukur dengan batas aus dan menarik kesimpulan yang benar.

◆ KONSEP INTI

Teknisi tidak menebak. Ia mengukur, lalu membandingkan hasilnya dengan **spesifikasi** pabrik. Ukuran yang salah membuat komponen baik diganti atau komponen aus tetap dipakai. Karena itu, memilih alat ukur adalah keputusan teknis yang sama pentingnya dengan memilih alat servis.

1. Besaran, rentang, dan ketelitian

Setiap alat dibuat untuk **satu jenis besaran**: panjang, diameter, celah, simpangan, tekanan, berat jenis, tegangan, atau kode gangguan. Gambar 4.6 memetakan alat yang paling sering dipakai terhadap besarannya.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Alat ukur dan diagnostik menurut besaran yang diperiksa

Besaran atau pemeriksaan	Alat	Catatan
Panjang, diameter luar atau dalam, kedalaman	**Jangka sorong**	ketelitian 0,05 mm; cepat dan serbaguna
Diameter luar yang batas ausnya kecil	**Mikrometer luar**	ketelitian 0,01 mm; rentang harus mencakup
Diameter dalam silinder (konis dan oval)	**Bore gauge**	beberapa kedalaman dan dua arah
Celah sempit: katup, busi, ujung ring	**Feeler gauge**	bilah atau kawat dengan tebal tertera
Olengan, gerak aksial, kerataan	**Dial gauge**	mengukur simpangan; dudukan kokoh
Tekanan kompresi tiap silinder	**Penguji kompresi**	di lubang busi; bandingkan antarsilinder
Tekanan bahan bakar	**Manometer bahan bakar**	lepas tekanan dulu; jauhkan api
Kebocoran sistem pendingin	**Penguji tekanan pendingin**	tekanan turun = ada kebocoran
Kevakuman saluran masuk	**Vacuum gauge**	jarum stabil = baik; goyang = gangguan
Berat jenis elektrolit aki	**Hidrometer**	menunjukkan kondisi pengisian aki
Tegangan, arus, hambatan	**Multimeter**	selektor, probe, terminal benar
Kode gangguan dan data sensor	**Scan tool**	sistem yang melapor, bukan perintah ganti
Waktu pengapian (tanda pada puli)	**Timing light**	untuk mesin yang dapat disetel

Pilih alat: besaran yang tepat, rentang mencakup benda, ketelitian lebih halus daripada selisih yang dibedakan.

Gambar 4.6 Alat ukur dan diagnostik menurut besaran yang diperiksa. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Selain besaran, dua sifat alat menentukan apakah alat itu cocok:

- **Rentang ukur:** nilai terkecil sampai terbesar yang dapat diukur. Mikrometer 0–25 mm tidak dapat mengukur benda berdiameter 30 mm.
- **Ketelitian (resolusi):** selisih terkecil yang dapat dibaca alat. Mistar baja 0,5 mm, jangka sorong 0,05 mm, mikrometer dan dial gauge 0,01 mm.

Aturannya: **rentang harus mencakup ukuran benda, dan ketelitian harus lebih halus daripada selisih yang ingin dibedakan.** Misalnya, sebuah poros berukuran standar 20,00 mm dinyatakan aus bila diameternya 19,97 mm atau kurang. Selisihnya hanya 0,03 mm. Jangka sorong yang hanya membaca kelipatan 0,05 mm tidak mampu membedakan 19,97 dari 20,00, sehingga alat yang dipilih mikrometer dengan ketelitian 0,01 mm. Sebaliknya, untuk memeriksa tebal kampas rem yang batas minimumnya beberapa milimeter, jangka sorong sudah cukup. Alat yang lebih teliti tidak selalu perlu, tetapi alat yang kurang teliti selalu menyesatkan.

2. Jangka sorong

Jangka sorong mengukur **diameter luar, diameter dalam, dan kedalaman** dengan ketelitian umumnya 0,05 mm. Bagian-bagiannya:

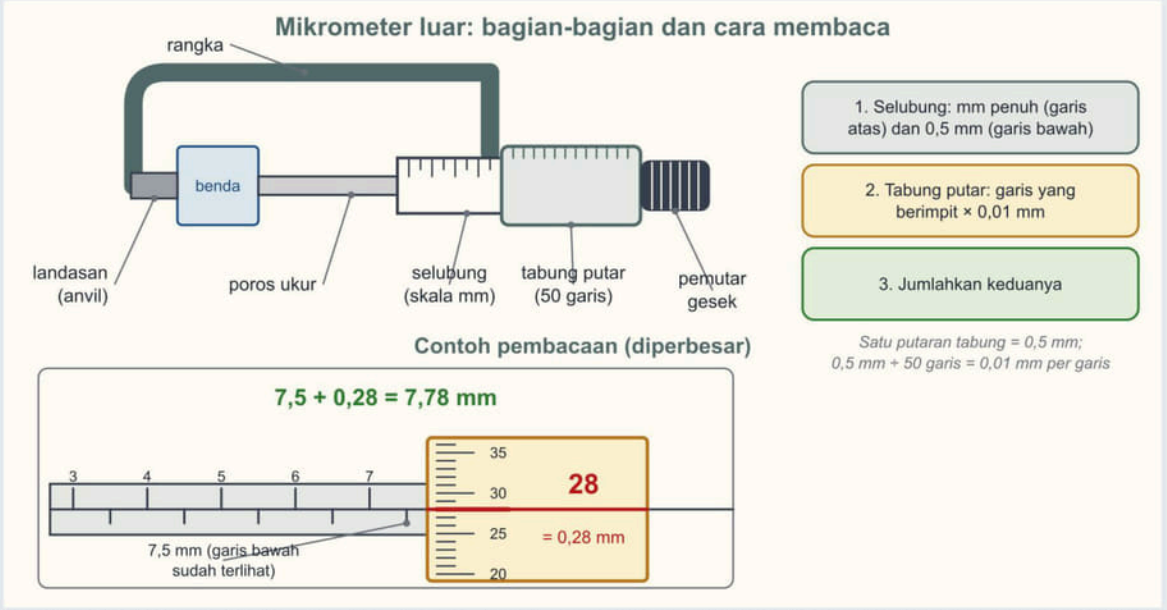
- **rahang luar** untuk diameter luar atau lebar;
- **rahang dalam** (rahang kecil di atas) untuk diameter dalam lubang;
- **batang kedalaman** di ujung belakang untuk kedalaman;
- **skala utama** dalam milimeter dan **skala nonius** yang bergeser.

Cara membaca: (1) baca skala utama pada angka milimeter penuh **tepat di kiri garis nol nonius**; (2) cari garis nonius yang **berimpit lurus** dengan salah satu garis skala utama; (3) kalikan nomor garis itu dengan ketelitian 0,05 mm; (4) jumlahkan. Contoh: skala utama 23 mm dan garis nonius ke-7 berimpit, maka hasilnya 23 + 7 × 0,05 = **23,35 mm**. Sebelum mengukur, tutup rahang dan pastikan penunjukan nol, serta ukur dengan rahang tegak lurus benda, tidak miring.

3. Mikrometer luar

Mikrometer luar jauh lebih teliti, **0,01 mm**, sehingga dipakai untuk komponen yang batas ausnya kecil, seperti piston, jurnal poros, dan pena piston. Gambar 4.7 menunjukkan bagian-bagiannya dan contoh membacanya.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 4.7 Mikrometer luar: bagian-bagian dan cara membaca. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Prinsip kerjanya ulir halus. Satu putaran penuh tabung putar memajukan poros ukur **0,5 mm**. Tabung putar memiliki **50 garis**, sehingga satu garis berarti 0,5 mm ÷ 50 = **0,01 mm**. Cara membaca:

1. Baca **skala selubung**: garis di atas garis tengah menunjukkan milimeter penuh, garis di bawahnya menunjukkan setengah milimeter. Baca nilai terakhir yang **sudah terlihat** di tepi tabung putar.
2. Baca **skala tabung putar** pada garis yang berimpit dengan garis tengah selubung, lalu kalikan 0,01 mm.
3. **Jumlahkan.** Pada Gambar 4.7: skala selubung menunjukkan 7,5 mm dan skala tabung 28, jadi 7,5 + 0,28 = **7,78 mm**.

Cara memakai yang benar: bersihkan landasan dan poros ukur, **periksa angka nol** dengan menutup tanpa benda (catat atau laporkan bila tidak nol), jepit benda memakai **pemutar gesek** sampai berbunyi klik dua atau tiga kali agar tekanan selalu sama, kunci dengan pengunci bila perlu, lalu baca. Jangan memutar tabung putar langsung dengan kuat, dan pegang pada rangka agar panas tangan tidak memuaikan alat. Mikrometer tersedia dalam rentang 0–25 mm, 25–50 mm, 50–75 mm, dan seterusnya, dan **rentang yang dipakai harus mencakup ukuran benda**.

4. Dial gauge

Dial gauge (alat penunjuk jarum) mengukur **simpangan atau selisih**, bukan ukuran mutlak. Ujung pengukurnya bergerak naik turun dan jarumnya menunjukkan gerakan itu, dengan ketelitian umumnya 0,01 mm. Alat ini dipasang pada dudukan kokoh, misalnya penyangga magnetik, dengan ujung tegak lurus terhadap permukaan, lalu diberi sedikit tekanan awal dan skalanya diputar ke nol.

Dial gauge dipakai untuk:

- **olengan (*run-out*)** cakram rem, roda gila, atau poros: benda diputar, dan selisih penunjukan tertinggi dan terendah adalah olengannya;
- **gerak aksial (*end play*)** poros, misalnya poros engkol yang bergeser maju mundur;
- **kerataan** suatu permukaan.

5. Feeler gauge

Feeler gauge adalah kumpulan **bilah baja tipis** yang tebalnya tertera pada masing-masing bilah. Alat ini mengukur **celah sempit** (Gambar 4.8).

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 4.8 Feeler gauge dan tiga contoh celah yang diukur. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Celah katup:** celah antara ujung batang katup (atau tuas) dan kam. Bilah yang sesuai harus masuk dengan **sedikit tahanan**, dan bilah satu tingkat lebih tebal tidak masuk. Pengukuran dilakukan pada kondisi sesuai manual, biasanya mesin dingin dan katup yang diukur sedang menutup penuh.
- **Celah elektroda busi:** jarak antara elektroda tengah dan elektroda massa. Untuk elektroda yang melengkung dipakai feeler gauge berbentuk **kawat bundar**.
- **Celah ujung ring piston** dan **kerataan kepala silinder** (dengan mistar baja yang diletakkan melintang).

Bilah tidak dipaksa masuk atau dibengkokkan, karena bilah yang bengkok menunjukkan nilai yang keliru.

6. Pengukur diameter dalam

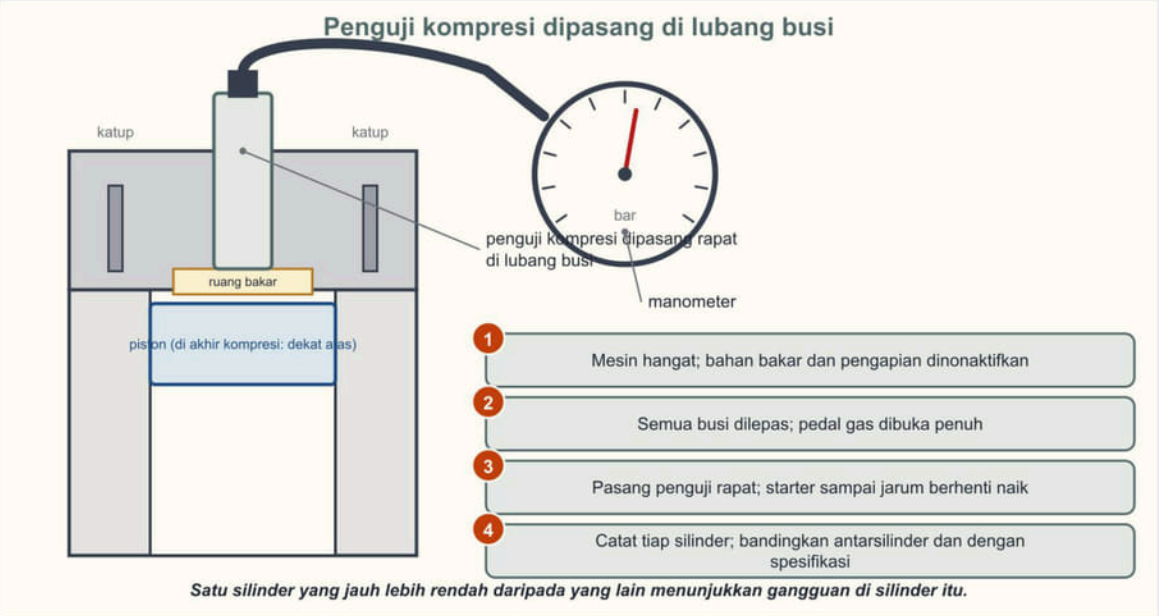
Untuk **diameter dalam silinder**, jangka sorong tidak cukup teliti dan hanya menjangkau dekat bibir lubang. Dipakai ***bore gauge*** (*dial bore gauge* atau *cylinder bore gauge*): alat berujung dua kaki yang menyentuh dinding silinder dan dibaca pada dial. Silinder diukur pada **beberapa kedalaman** (atas, tengah, bawah) dan pada **dua arah** (sejajar dan tegak lurus poros engkol). Dari hasilnya terlihat dua jenis keausan: **konis** (diameter berbeda antara atas dan bawah) dan **oval** (diameter berbeda antara dua arah). Bagian atas silinder biasanya paling aus karena di sanalah ring piston berhenti dan bergerak balik.

7. Alat diagnostik

Alat diagnostik tidak mengukur panjang, tetapi **keadaan sebuah sistem**.

a. Penguji kompresi. Mengukur tekanan maksimum yang dapat dibentuk ruang bakar saat mesin distarter. Gambar 4.9 menunjukkan pemasangannya.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 4.9 Penguji kompresi di lubang busi dan langkah pengujiannya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Langkahnya: mesin dihangatkan, sistem bahan bakar dan pengapian dinonaktifkan (agar tidak ada bensin dan percikan di silinder yang dibuka), **semua busi dilepas**, pedal gas dibuka penuh, penguji dipasang rapat di lubang busi silinder yang diuji, lalu mesin distarter beberapa putaran sampai jarum berhenti naik. Catat nilainya untuk **setiap silinder**, lalu bandingkan **antarsilinder dan dengan spesifikasi**. Satu silinder yang jauh lebih rendah daripada yang lain menunjukkan gangguan di silinder itu. Mesin diesel memakai penguji khusus berskala jauh lebih tinggi yang dipasang di lubang injektor atau pemanas.

b. Penguji tekanan bahan bakar. Manometer dipasang pada saluran atau rel bahan bakar untuk membaca tekanan pompa, yang dibandingkan dengan spesifikasi. Tekanan sistem dilepas lebih dulu dan tumpahan bensin dijauhkan dari percikan.

c. Vacuum gauge. Dipasang pada saluran vakum di intake manifold dan dibaca saat langsam. Jarum yang **stabil** menandakan mesin dalam keadaan baik; jarum yang rendah, bergoyang, atau berayun menandakan gangguan seperti kebocoran udara pada saluran masuk atau katup yang tidak menutup baik.

d. Penguji tekanan sistem pendingin. Pompa tangan dengan adaptor yang dipasang pada leher radiator atau tangki cadangan. Sistem ditekan sampai tekanan yang tertera pada tutup radiator, lalu dilihat apakah tekanan **turun**. Tekanan yang turun menandakan kebocoran, baik di luar (selang, radiator, pompa air) maupun di dalam (misalnya gasket kepala silinder). Adaptor lain dipakai untuk menguji tutup radiator itu sendiri. Pemasangan dilakukan saat mesin dingin.

e. Hidrometer. Mengukur **berat jenis elektrolit** aki, yang menunjukkan kondisi pengisian (dibahas di sub bab 5.4).

f. Alat pindai (*scan tool*). Dihubungkan ke soket diagnosis kendaraan (OBD), biasanya di bawah dasbor sisi pengemudi, saat kunci kontak ON. Alat ini membaca **kode gangguan** yang

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

disimpan ECU dan **data langsung** dari sensor. Ingat batasnya: kode menunjukkan **sirkuit atau sistem yang melaporkan masalah**, bukan perintah untuk mengganti komponen. Kesimpulan tetap diperkuat dengan pengukuran.

g. Timing light. Lampu stroboskop yang berkedip setiap kali silinder 1 menyala, lewat klem pada kabel busi. Cahayanya disorotkan ke tanda pada puli atau roda gila sehingga tanda itu tampak diam dan dapat dibandingkan dengan tanda acuan. Dipakai pada mesin yang waktu pengapiannya dapat disetel; pada mesin modern waktu pengapian diatur ECU dan diperiksa lewat data scan tool.

h. Multimeter. Mengukur tegangan, arus, dan hambatan. Penjelasan lengkap ada di sub bab 5.3. Bila multimeter selalu menunjukkan **0 V** padahal sumbernya ada, periksa tiga hal: **selektor** (apakah pada fungsi tegangan arus searah), **kabel probe** (putus atau longgar), dan **terminal** (kabel merah pada terminal tegangan, bukan terminal arus).

8. Membandingkan hasil dengan batas aus

Spesifikasi biasanya menyebut **ukuran standar** dan **batas aus** (batas pakai). Tugas teknisi adalah membandingkan hasil ukur dengan batas itu, dan **arah perbandingan bergantung pada jenis ukuran**:

- **Diameter luar** (piston, poros, jurnal): aus bila hasil **lebih kecil** dari batas.
- **Diameter dalam** (silinder, lubang bantalan): aus bila hasil **lebih besar** dari batas.
- **Celah** (ujung ring, celah bantalan): aus bila **lebih besar** dari batas.
- **Olengan:** bermasalah bila **lebih besar** dari batas maksimum.
- **Ketebalan** (cakram rem, kampas): aus bila **lebih tipis** dari batas minimum.

Menghafal arah ini mencegah kesalahan membaca batas terbalik, jebakan yang sering dipasang pada soal.

NEXT LEVEL STUDY

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Membaca mikrometer

Dua pembacaan mikrometer luar. (a) Skala selubung menunjukkan 11,5 mm (garis setengah milimeter sudah terlihat), dan skala tabung berimpit pada angka 17. (b) Skala selubung menunjukkan 6 mm (garis setengah milimeter belum terlihat), dan skala tabung berimpit pada angka 43. Berapa hasil masing-masing?

Langkah:

1. (a) Selubung: 11,5 mm. Tabung: 17 × 0,01 = 0,17 mm.
2. Jumlahkan (a): 11,5 + 0,17 = 11,67 mm.
3. (b) Selubung: 6 mm. Tabung: 43 × 0,01 = 0,43 mm.
4. Jumlahkan (b): 6 + 0,43 = 6,43 mm.

Jawaban: (a) 11,67 mm; (b) 6,43 mm. Tabung 43 pada (b) masuk akal karena garis setengah milimeter belum terlihat (nilai tabung masih di bawah 50).

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Contoh 2: Menilai silinder terhadap batas aus

Spesifikasi sebuah mesin: diameter dalam silinder standar 82,00 mm, batas aus 82,10 mm. Dengan bore gauge, diameter terbesar yang terbaca pada tiga silinder berturut-turut adalah 82,06 mm, 82,13 mm, dan 82,09 mm. Silinder mana yang perlu ditangani, dan berapa keausan terbesar terhadap ukuran standar?

Langkah:

1. Diameter dalam aus bila **lebih besar** dari batas: bandingkan dengan 82,10 mm.
2. Silinder 1: 82,06 < 82,10, masih layak. Silinder 3: 82,09 < 82,10, masih layak walaupun sudah dekat batas.
3. Silinder 2: 82,13 > 82,10, melewati batas aus.
4. Keausan silinder 2 terhadap standar: 82,13 − 82,00 = 0,13 mm.

Jawaban: silinder 2 perlu ditangani (dikerjakan ulang menurut prosedur pabrik), dengan keausan 0,13 mm. Silinder 3 perlu diperhatikan pada pemeriksaan berikutnya.

Contoh 3: Memilih alat untuk keluhan air pendingin berkurang

Sebuah mobil sering kekurangan air pendingin. Tidak ada tetesan di lantai, mesin tidak mendidih, tetapi dari knalpot kadang keluar uap putih yang tebal. Alat apa yang paling tepat untuk memulai pemeriksaan? (A) multimeter; (B) penguji tekanan sistem pendingin; (C) hidrometer; (D) feeler gauge.

Langkah:

1. Besaran yang bermasalah adalah kebocoran sistem pendingin, bukan listrik atau berat jenis aki.
2. Tidak ada tetesan, sehingga kebocorannya mungkin di dalam mesin (misalnya gasket kepala silinder).
3. Alat yang membuka kebocoran tertutup adalah penguji tekanan sistem pendingin: tekanan turun walaupun tidak ada tetesan di luar.

Jawaban: B. Penguji kompresi atau uji gas buang dapat memperkuat dugaan sesudahnya, tetapi alat pertama yang paling sesuai adalah penguji tekanan sistem pendingin.

Contoh 4: Memasangkan pemeriksaan dan alat

Pasangkan pemeriksaan dengan alat yang tepat: (a) berat jenis elektrolit aki; (b) tekanan bahan bakar pada rel injektor; (c) gerak aksial poros engkol; (d) diameter dalam silinder; (e) tanda pengapian pada puli mesin yang waktu pengapiannya dapat disetel. Alat: (P) timing light; (Q) dial gauge; (R) bore gauge; (S) hidrometer; (T) penguji tekanan bahan bakar.

Langkah:

1. (a) Cairan elektrolit → hidrometer (S).
2. (b) Tekanan di saluran → manometer penguji tekanan bahan bakar (T).
3. (c) Gerak aksial adalah simpangan sangat kecil → dial gauge (Q).
4. (d) Diameter dalam di beberapa kedalaman → bore gauge (R).

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

5. (e) Tanda yang berputar cepat dibuat tampak diam → timing light (P).

Jawaban: a-S, b-T, c-Q, d-R, e-P.

❖ PETA KONSEP

Ringkasan sub bab ini terlihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Peta konsep sub bab 4.2. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- Pilih alat menurut besaran, rentang ukur, dan ketelitian; ketelitian harus lebih halus daripada selisih yang dibedakan.
- Jangka sorong 0,05 mm; mikrometer 0,01 mm (satu putaran 0,5 mm, 50 garis tabung); dial gauge untuk simpangan.
- Feeler gauge untuk celah sempit; bore gauge untuk diameter dalam di beberapa kedalaman.
- Penguji kompresi di lubang busi, dibandingkan antarsilinder dan dengan spesifikasi.
- Scan tool menunjukkan sistem yang melapor, bukan komponen yang harus diganti.
- Diameter luar aus bila lebih kecil dari batas; diameter dalam, celah, dan olengan bermasalah bila lebih besar.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Soal alat ukur dan diagnostik umumnya memuat beberapa pasangan pemeriksaan dan alat, atau satu tabel alat dengan ketelitian dan rentangnya. Gunakan langkah berikut.

1. **Tulis besaran yang diperiksa** untuk tiap pemeriksaan: panjang, celah, simpangan, tekanan, kode, atau berat jenis.
2. **Pasangkan dengan alat** yang memang dirancang untuk besaran itu.
3. **Pada soal pemilihan dari tabel, periksa dua hal:** rentang mencakup ukuran benda, dan

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

ketelitian lebih halus daripada selisih standar terhadap batas.

4. **Pada soal batas aus, tentukan arahnya** (diameter luar, diameter dalam, celah, ketebalan) sebelum membandingkan.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Jangka sorong untuk batas aus 0,01 mm.** Ketelitiannya tidak cukup.
- **Multimeter untuk membaca kode kerusakan.** Kode dibaca dengan scan tool.
- **Dial gauge untuk celah katup,** padahal celah diukur dengan feeler gauge.
- **Memilih alat dengan rentang yang tidak mencakup benda,** misalnya mikrometer 75–100 mm untuk benda 72 mm.
- **Alat diameter dalam dipakai untuk diameter luar,** dan sebaliknya.
- **Membaca batas aus terbalik.**
- **Menganggap kode scan tool sebagai perintah mengganti komponen.**
- **Membaca hasil tanpa memeriksa nol alat lebih dulu.**

> Contoh salah tafsir: pada soal tentang piston yang batas ausnya hanya selisih 0,03 mm dari ukuran standar, seorang siswa memilih jangka sorong karena "rentangnya paling panjang dan paling mudah dipakai". Padahal ketelitian jangka sorong (0,05 mm) lebih kasar daripada selisih yang harus dibedakan. Jawaban yang tepat adalah mikrometer luar dengan rentang yang mencakup diameter piston.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menggambarkan tiga pemeriksaan pada satu mobil: tekanan kompresi, celah katup, dan kode kerusakan. Perhatikan bagaimana tiap pasangan pemeriksaan dan alat dinilai terpisah.

►. Sebuah mobil injeksi datang dengan mesin pincang dan lampu check engine menyala (2027). Teknisi ingin (a) mengetahui tekanan kompresi setiap silinder, (b) memeriksa celah katup, dan (c) membaca kode kerusakan yang tersimpan di ECU.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pasangan pemeriksaan dan alat yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Pemeriksaan (a) memakai compression tester yang dipasang di lubang busi.
☐ B. Pemeriksaan (b) memakai jangka sorong karena celah katup cukup diukur dengan ketelitian 0,05 mm.
☐ C. Pemeriksaan (c) memakai multimeter yang ditempelkan pada soket diagnosis untuk membaca kodenya.
☐ D. Pemeriksaan (b) memakai dial gauge karena celah katup terlalu kecil untuk feeler gauge.
☐ E. Pemeriksaan (c) memakai scan tool yang dihubungkan ke soket OBD kendaraan.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Pembahasan **Kunci: A, E**

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Compression tester mengukur tekanan kompresi, feeler gauge mengukur celah sempit, dial gauge mengukur penyimpangan gerak, multimeter mengukur besaran listrik, dan scan tool membaca data serta kode kerusakan ECU.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Compression tester mengukur tekanan maksimum di ruang bakar saat mesin distarter.

• **Pernyataan 2** ✗ Celah katup hanya beberapa per seratus milimeter dan berada di tempat sempit; diukur dengan feeler gauge, bukan jangka sorong.

• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: multimeter hanya membaca tegangan, arus, atau hambatan; kode kerusakan dibaca dengan scan tool.

• **Pernyataan 4** ✗ Dial gauge dipakai untuk mengukur kebengkokan atau gerak aksial, bukan celah katup pada mesin ini.

• **Pernyataan 5** ✓ Scan tool berkomunikasi dengan ECU untuk membaca kode kerusakan dan data sensor.

Jawaban: pernyataan 1, 5.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk tiap soal, tulis dulu besaran yang diukur dan ketelitian atau rentang yang dibutuhkan.

1. Siswa harus memastikan apakah diameter luar piston sudah melewati batas aus (2027). Ukuran standar piston 72,00 mm dan batas aus 71,95 mm. Alat yang tersedia di bengkel:

Alat	Ketelitian	Rentang ukur
Mistar baja	0,5 mm	0–300 mm
Jangka sorong	0,05 mm	0–150 mm
Mikrometer luar	0,01 mm	50–75 mm
Mikrometer luar	0,01 mm	75–100 mm
Dial bore gauge	0,01 mm	50–100 mm (diameter dalam)

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Alat yang paling tepat adalah ....

A. Jangka sorong, karena ketelitiannya sama dengan selisih batas aus

B. Mistar baja, karena rentang ukurnya paling panjang dan mudah dipakai

C. Mikrometer luar 50–75 mm, karena teliti dan rentangnya mencakup piston

D. Mikrometer luar 75–100 mm, karena lebih teliti untuk mengukur benda yang besar

E. Dial bore gauge, karena ketelitiannya 0,01 mm dan rentangnya lebar

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

2. Di bengkel alat berat (2027), Yudi menyiapkan alat untuk tiga pemeriksaan: (a) mengukur keausan diameter dalam liner silinder mesin diesel di beberapa kedalaman, (b) memeriksa keolengan (run-out) permukaan flywheel, dan (c) mengukur berat jenis elektrolit aki basah.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Pemeriksaan (a) tepat memakai jangka sorong 0,05 mm karena keausan liner di setiap kedalaman dapat terbaca dengan teliti.	○	○
Pemeriksaan (b) memakai dial indicator yang dipasang pada dudukan magnet, lalu flywheel diputar perlahan.	○	○
Pemeriksaan (c) memakai hidrometer dengan mengisap elektrolit dari setiap sel aki.	○	○

Kunci singkat: 1. C 2. 1S 2B 3B

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menjelaskan dengan kata-katamu sendiri mengapa alat yang paling panjang rentangnya belum tentu alat yang paling tepat?
- Mengapa penguji kompresi dibaca pada semua silinder dan dibandingkan, bukan hanya satu silinder?
- **Yang harus kuingat:** pasangkan besaran dengan alatnya, cek rentang dan ketelitian, baca batas aus sesuai arahnya, dan kode scan tool bukan perintah mengganti komponen.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 4.2: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkto&node=SMKTO-4.2

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 4.3 · Peralatan bertenaga dan mesin bengkel

SMKTO-4.3

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu **menggunakan peralatan bengkel secara aman dan sesuai prosedur**, termasuk alat yang digerakkan listrik, udara bertekanan, dan hidrolik. Soalnya hampir selalu berupa potret pekerjaan di bengkel: seorang siswa mengasah, mengebor, memotong, menekan, atau mengisi angin, lalu kamu diminta menilai tindakan mana yang sesuai SOP. Yang diuji bukan hafalan nama mesin, melainkan **kemampuan melihat bagaimana tenaga mesin dapat melukai dan memilih cara kerja yang mencegahnya**.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menyebut aturan umum memakai alat bertenaga: memeriksa sebelum, bekerja dengan APD, dan mematikan sesudah;
- menjelaskan cara memasang, menguji, dan memakai gerinda duduk dan gerinda tangan dengan aman;
- menjelaskan hubungan antara diameter mata bor dan putaran yang dipilih;
- menjelaskan cara memakai kompresor, press hidrolik, dan mesin balancing roda;
- menyebutkan bahaya mengisi angin ban berpelek bercincin pengunci dan cara pencegahannya.

◆ KONSEP INTI

Alat tangan hanya sekuat tangan kita. Alat bertenaga menyimpan tenaga jauh lebih besar: batu gerinda berputar ribuan kali per menit, udara dalam tangki bertekanan beberapa kali tekanan atmosfer, dan press hidrolik menekan dengan gaya ribuan kilogram. Tenaga itu berguna, tetapi bila lepas kendali, akibatnya jauh lebih parah daripada kecelakaan alat tangan.

1. Aturan umum alat bertenaga

Sebelum, selama, dan sesudah memakai alat bertenaga, lakukan tiga kelompok langkah berikut.

Sebelum:

- Pastikan kamu **sudah dilatih dan diizinkan** memakai alat itu, dan baca petunjuknya.
- **Periksa alat:** kabel dan steker tidak retak atau terkelupas, pelindung terpasang, saklar berfungsi, dan bagian yang dipasang (cakram, batu, mata bor) dalam kondisi baik.
- **Siapkan lingkungan:** lantai kering, bebas oli, bahan mudah terbakar disingkirkan, penerangan cukup.
- **Pakai APD** yang sesuai bahayanya, minimal kacamata atau pelindung wajah; ikat rambut

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

dan jauhkan pakaian longgar serta perhiasan.

Selama:

- Jaga posisi tubuh di luar jalur bahaya (misalnya jalur lontaran), gunakan penjepit atau ragum untuk benda kerja, dan **jangan melepas atau mengubah pelindung**.
- Jangan lengah dan jangan menggunakan alat melebihi kemampuan rancangannya (tekanan, beban, putaran).

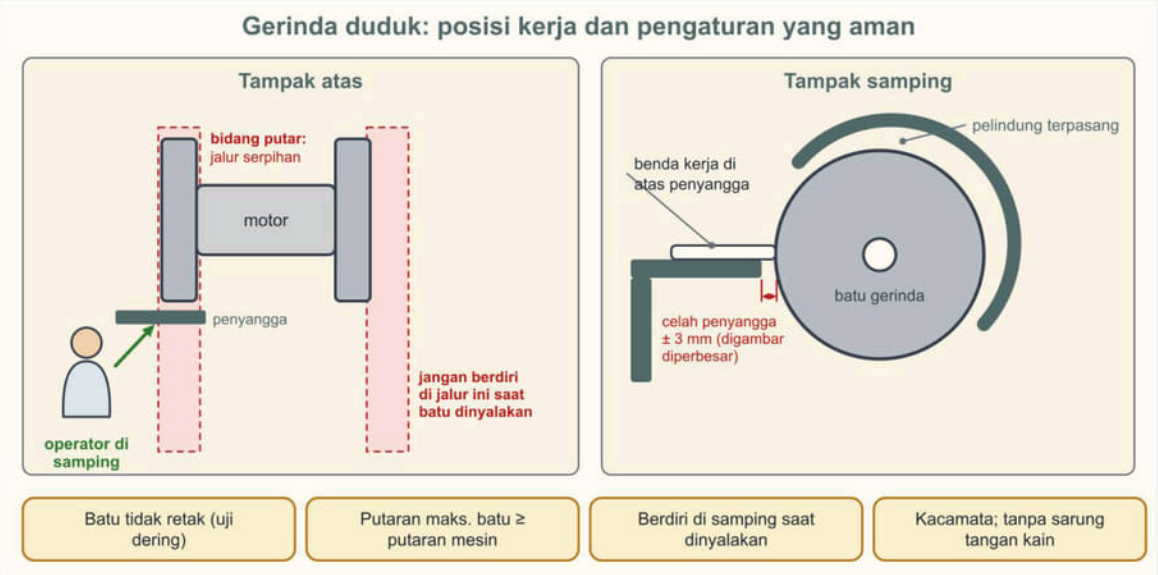
Sesudah:

- Matikan alat, **tunggu sampai bagian berputar berhenti penuh**, lalu cabut steker atau lepas sambungan udara sebelum mengganti aksesori atau membersihkan.
- Bersihkan dan simpan alat pada tempatnya (sub bab 4.5).

Bila alat tampak rusak, **jangan dipakai**: cabut, beri tanda, dan laporkan.

2. Gerinda duduk

Gerinda duduk adalah mesin dengan **batu gerinda** (roda abrasif) yang digerakkan motor. Bagian pentingnya: batu, **pelindung** (penutup yang menahan serpihan bila batu pecah), **penyangga benda kerja** (*tool rest*), dan pelindung mata. Gambar 4.11 menunjukkan posisi yang aman.



Gambar 4.11 Gerinda duduk: jarak penyangga sekitar 3 mm, pelindung terpasang, dan posisi berdiri di samping bidang putar. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Hal yang harus dipahami adalah **mengapa** aturan itu ada. Batu gerinda dibuat dari butiran abrasif yang direkatkan. Bila batu retak, jatuh, atau diputar lebih cepat daripada putaran maksimumnya, batu dapat **pecah dan serpihannya terlempar searah bidang putar**. Karena itu:

- **Periksa batu sebelum dipasang.** Batu tidak boleh retak atau gompal. Pengujian dering: gantungkan batu pada jari, ketuk ringan dengan gagang kayu atau plastik. Batu yang baik berdering jernih, sedangkan batu retak berbunyi tumpul.
- **Pastikan putaran maksimum yang tertera pada batu tidak lebih rendah** daripada putaran mesin.
- **Pasang dengan benar:** lubang batu pas pada poros, flens penjepit di kedua sisi, dikencangkan secukupnya (tidak berlebihan), dan pelindung terpasang. Pemasangan batu baru dikerjakan oleh yang berwenang sesuai SOP.
- **Jalankan batu baru tanpa beban sekitar satu menit** (atau sesuai petunjuk) sambil **berdiri di samping bidang putar**, bukan di depannya. Bila batu cacat dan pecah pada saat mulai berputar, serpihan terlempar searah bidang putar.
- **Atur penyangga benda kerja sekitar 3 mm dari batu.** Celah kecil mencegah benda kerja terjepit dan tertarik masuk di antara penyangga dan batu. Karena batu semakin aus, jarak diperiksa dan disetel lagi.
- **Pakai kacamata atau pelindung wajah.** Sarung tangan kain **tidak dipakai**, karena dapat tertarik oleh batu yang berputar. Benda kecil dipegang dengan penjepit atau tang jepit.
- **Gunakan permukaan depan (keliling) batu,** bukan sisi sampingnya. Sisi batu tidak dirancang menahan tekanan samping dan dapat pecah.
- Jangan menggerinda bahan lunak seperti aluminium pada batu yang sama karena akan menyumbat batu.

3. Gerinda tangan dan bor

Gerinda tangan (*angle grinder*) memakai cakram tipis yang berputar cepat. Dua jenis cakram yang sering tertukar:

- **Cakram potong:** tipis, hanya untuk **memotong**. Cakram ini tidak boleh ditekan dari samping atau dipakai mengasah permukaan, karena mudah pecah.
- **Cakram asah:** lebih tebal, dipakai mengasah dan menghaluskan pada permukaannya sesuai petunjuk.

Aturan pemakaian: periksa cakram tidak retak dan **putaran maksimum cakram tidak lebih rendah** daripada putaran alat; pelindung tidak dilepas (pelindung melindungi dari serpihan cakram yang pecah); benda kerja dijepit; pegang alat dengan **dua tangan**; arahkan **percikan menjauhi tubuh, orang lain, dan bahan mudah terbakar**; matikan alat dan **tunggu cakram berhenti** sebelum diletakkan. Kabel dijauhkan dari cakram.

Bor dipakai untuk membuat lubang. Putaran mata bor bukan sembarang. Yang menentukan umur mata bor adalah **kecepatan potong di tepi mata bor**:

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

kecepatan potong (m/menit) = π × diameter (mm) × putaran (putaran per menit) ÷ 1.000

Untuk kecepatan potong yang sama, mata bor yang lebih besar **harus diputar lebih lambat**. Sebagai gambaran dengan kecepatan potong anggapan 25 m/menit (nilai sebenarnya tergantung bahan dan jenis mata bor), mata bor Ø4 mm diputar sekitar 25.000 ÷ (π × 4) ≈ 1.990 putaran per menit, sedangkan Ø12 mm hanya sekitar 25.000 ÷ (π × 12) ≈ 660 putaran per menit. Bila mata bor besar diputar secepat mata bor kecil, tepinya bergerak jauh lebih cepat, cepat panas, dan tumpul. Karena itu: **diameter besar, putaran rendah; diameter kecil, putaran lebih tinggi.**

Keselamatan mengebor: **benda kerja dijepit** (ragum atau klem), jangan dipegang tangan; mata bor terpasang kuat; **kunci cekam dilepas** sebelum alat dihidupkan; lubang besar dimulai dengan lubang kecil lebih dulu; pada baja diberi pendingin atau oli potong; dan serpihan dibuang dengan kuas, bukan tangan atau ditiup.

4. Kompresor udara

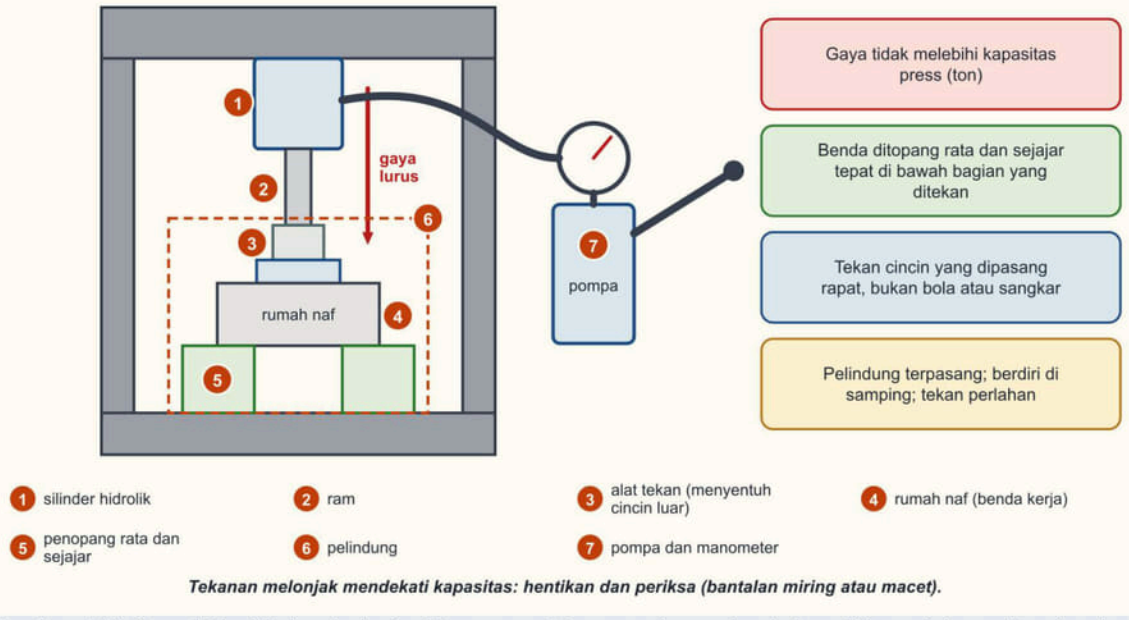
Kompresor mengisap udara dan memampatkannya ke dalam **tangki**. Bagian pentingnya: motor dan pompa, tangki, **saklar tekanan** (menghidupkan dan mematikan motor pada batas tekanan), **katup pengaman** (membuang udara bila tekanan melewati batas), pengukur tekanan, **katup kuras** di dasar tangki, dan **regulator** pada keluaran.

Tekanan tangki lebih tinggi daripada tekanan kerja kebanyakan alat, sehingga **regulator diatur agar tekanan tidak melebihi batas yang tertulis pada alat**. Udara bertekanan **tidak pernah diarahkan ke tubuh** atau dipakai membersihkan pakaian, karena dapat menembus kulit atau melukai mata dan telinga. Katup pengaman tidak boleh diubah atau disumbat. Tangki dikuras secara teratur karena uap air mengembun di dalamnya dan membuat tangki berkarat (sub bab 4.5).

5. Press hidrolik

Press hidrolik bengkel menekan benda dengan gaya sangat besar menggunakan pompa tangan atau pompa listrik dan silinder hidrolik. Dipakai untuk melepas atau memasang bantalan, bush, atau poros yang rapat. Gambar 4.12 menunjukkan susunan yang benar.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 4.12 Press hidrolik: benda kerja ditopang sejajar, gaya lurus, dan beban di bawah kapasitas. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

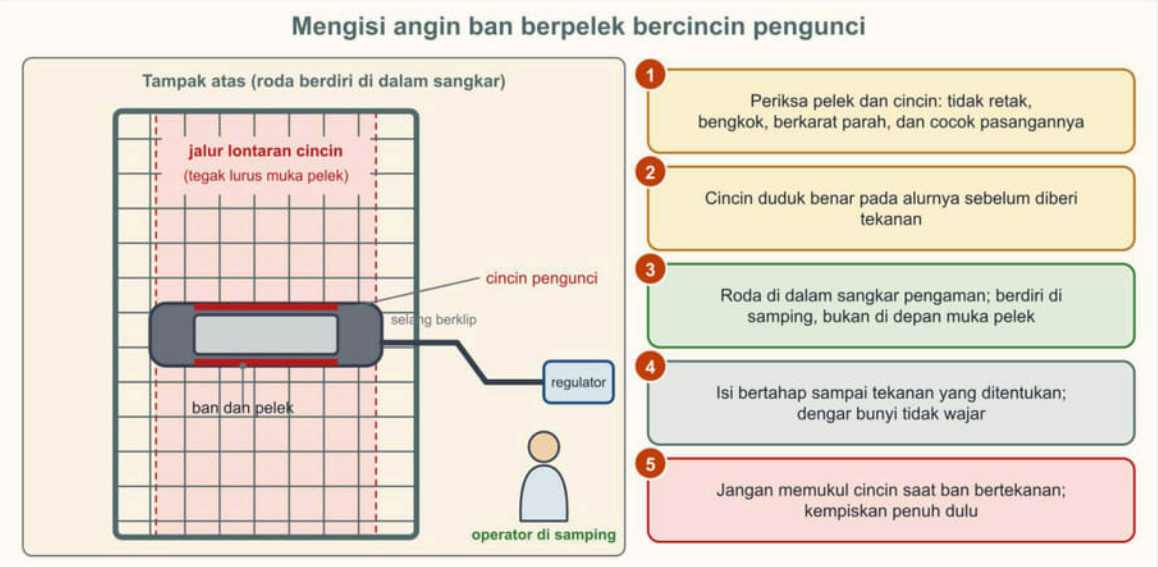
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Aturan yang harus dipegang:

- **Gaya tidak melebihi kapasitas** press (tertulis dalam ton). Pilih press yang kapasitasnya jauh di atas kebutuhan.
- **Benda kerja ditopang** dengan penopang atau blok yang rata dan sejajar, tepat di bawah bagian yang ditekan, sehingga gaya lurus. Benda yang miring atau tanpa penopang dapat meluncur dan terlontar.
- **Gaya diberikan pada bagian yang kuat.** Untuk bantalan, alat tekan menyentuh **cincin yang dipasang rapat** (cincin luar bila masuk ke rumah, cincin dalam bila masuk ke poros), bukan bola atau sangkarnya.
- **Tekan perlahan** sambil mengamati. Bila tekanan melonjak mendekati kapasitas, hentikan dan periksa penyebabnya, misalnya bantalan miring atau macet.
- **Pasang pelindung** karena benda keras dapat pecah, dan **berdiri di samping**, tidak di depan benda yang ditekan. Setelah selesai, lepaskan tekanan secara perlahan.

6. Pengisian angin ban berpelek bercincin pengunci

Sebagian roda truk dan alat berat memakai **pelek bercincin pengunci** (pelek terbagi): ban ditahan oleh cincin yang dipasang pada alur di tepi pelek. Pada ban bertekanan tinggi, bila cincin tidak duduk benar, retak, atau tidak cocok, cincin itu dapat **terlontar dengan tenaga sangat besar** dan mematikan. Gambar 4.13 menunjukkan cara mencegahnya.



Gambar 4.13 Mengisi angin ban berpelek bercincin pengunci: di dalam sangkar pengaman, dengan pengisi berklip, dari samping. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

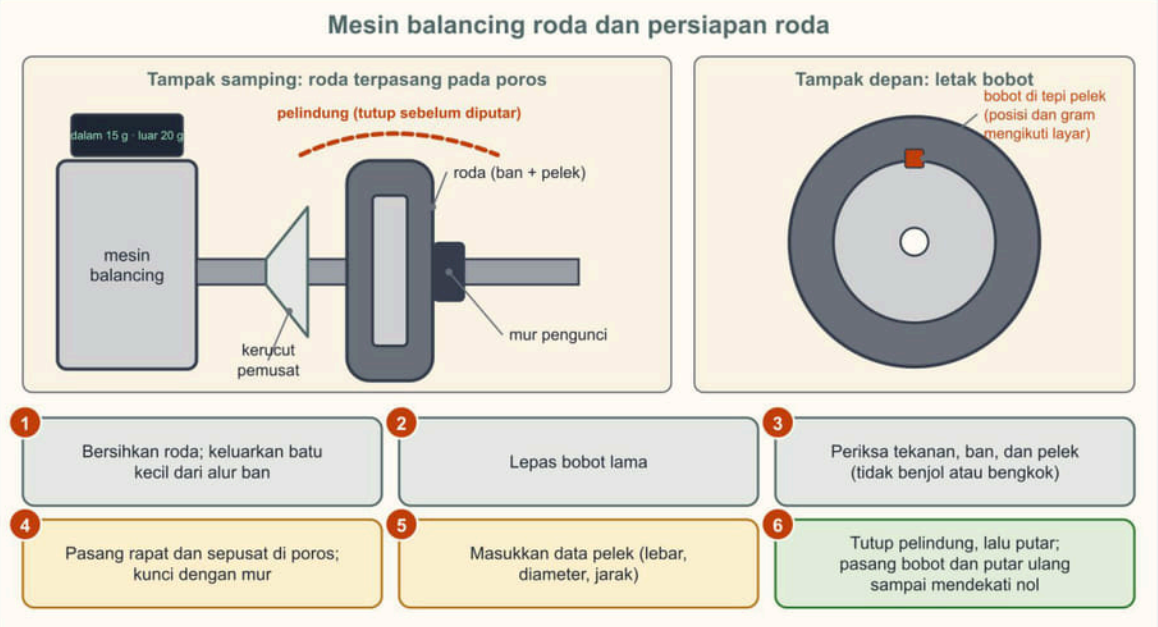
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Langkah pengamanannya:

1. **Periksa** pelek dan cincin: tidak retak, bengkok, berkarat parah, atau saling tidak cocok (ukuran atau pasangan). Komponen pelek tidak dicampur dari merek atau tipe yang berbeda.
2. **Pastikan cincin duduk benar** pada alurnya sebelum ban diberi tekanan.
3. Letakkan roda di dalam **sangkar pengaman** (*safety cage*) yang menahan komponen bila terlontar.
4. Pakai **pengisi berklip** dengan regulator dan selang yang cukup panjang agar kamu dapat mengisi dari **samping**, di luar bidang pelek, tidak di depannya.
5. Isi **bertahap** sampai tekanan yang ditentukan, dan perhatikan bila terdengar bunyi tidak wajar.
6. **Jangan memukul cincin** ketika ban masih bertekanan. Ban dikempiskan penuh sebelum cincin dibuka atau dikoreksi.

7. Mesin balancing roda

Roda yang tidak seimbang (satu bagian lebih berat) berputar sambil bergetar. Getaran terasa pada setir atau lantai pada kecepatan tertentu, membuat ban aus tidak rata, dan melelahkan komponen suspensi. **Mesin balancing roda** mengukur ketidakseimbangan itu dan menunjukkan **letak serta berat** bobot penyeimbang yang perlu dipasang (Gambar 4.14).



Gambar 4.14 Mesin balancing roda: bagian-bagian dan persiapan roda sebelum diputar. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Persiapan roda sebelum balancing:

1. **Bersihkan** roda dari lumpur dan **keluarkan batu kecil** yang terselip di alur telapak ban.
2. **Lepas bobot lama.**
3. **Periksa** tekanan ban, kondisi ban dan pelek (tidak benjol, tidak bengkok).
4. **Pasang roda rapat dan sepusat** pada poros mesin dengan kerucut atau flens yang

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

sesuai, lalu kunci dengan mur pengunci.
5. **Masukkan data pelek** (lebar, diameter, dan jarak) sesuai petunjuk mesin.
6. **Tutup pelindung** sebelum roda diputar, dan jauhkan tangan dan alat dari roda yang berputar.

Setelah mesin menunjukkan letak dan berat bobot, bobot dipasang di tempat yang ditunjukkan (dijepit pada tepi pelek atau ditempel pada bagian dalam pelek), lalu roda diputar ulang untuk memastikan hasilnya mendekati nol. Roda yang terpasang miring pada poros atau yang masih membawa kotoran memberikan hasil balancing yang keliru, sehingga persiapan sama pentingnya dengan pengukurannya.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Urutan memasang dan menguji batu gerinda baru

Susun langkah yang benar: (P) menguji dering batu dan memeriksa putaran maksimum yang tertera; (Q) memasang batu dengan flens di kedua sisi, mengencangkan secukupnya, dan memasang pelindung; (R) mengatur penyangga benda kerja sekitar 3 mm dari batu; (S) menyalakan mesin sambil berdiri di samping bidang putar dan membiarkan berputar tanpa beban sekitar satu menit; (T) baru mengasah benda kerja.

Langkah:

1. Batu diperiksa sebelum dipasang: P.
2. Dipasang lengkap dengan flens dan pelindung: Q.
3. Penyangga diatur sebelum mesin dinyalakan: R.
4. Dijalankan tanpa beban dari posisi samping untuk menguji: S.
5. Setelah aman, baru dipakai: T.

Jawaban: P → Q → R → S → T. Pegangan: **periksa, pasang, atur jarak, uji dari samping, baru pakai**.

Contoh 2: Menyiapkan roda sebelum balancing

Sebuah roda mobil membawa lumpur kering, sebuah kerikil terselip pada alur ban, dan masih menempel bobot lama. Siswa ingin langsung memasangnya pada mesin dan memutarnya. Apa yang keliru, dan apa yang dilakukan lebih dulu?

Langkah:

1. Kotoran dan kerikil menambah massa yang tidak merata, sehingga hasil pengukuran tidak mewakili keadaan roda sebenarnya.
2. Bobot lama dapat membuat ukuran bobot yang ditunjukkan mesin keliru.
3. Roda dibersihkan, kerikil dikeluarkan, bobot lama dilepas, lalu tekanan dan kondisi ban diperiksa.
4. Baru roda dipasang rapat dan sepusat pada poros, data pelek dimasukkan, pelindung ditutup, dan roda diputar.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Jawaban: roda harus dibersihkan, kerikil dikeluarkan, dan bobot lama dilepas lebih dulu; langsung memutar roda memberi hasil balancing yang keliru.

Contoh 3: Menentukan putaran bor

Dengan kecepatan potong anggapan 25 m/menit, tentukan putaran kira-kira untuk mata bor Ø5 mm dan Ø10 mm. Bor yang tersedia memiliki putaran 500, 1.000, dan 1.600 putaran per menit. Pilih putaran untuk tiap mata bor.

Langkah:

1. Rumus: putaran = 1.000 × kecepatan potong ÷ (π × diameter).
2. Ø5 mm: 25.000 ÷ (3,14 × 5) ≈ 1.592 putaran per menit.
3. Ø10 mm: 25.000 ÷ (3,14 × 10) ≈ 796 putaran per menit, tepat setengah dari Ø5 mm karena diameternya dua kali.
4. Pilih putaran tersedia yang paling dekat tanpa jauh melebihi hasil: Ø5 mm ke 1.600 putaran per menit (hanya sedikit di atas 1.592); Ø10 mm ke 500 putaran per menit (di bawah 796, bukan 1.000 yang jauh berlebihan).

Jawaban: Ø5 mm ≈ 1.592 putaran per menit (pilih 1.600) dan Ø10 mm ≈ 796 putaran per menit (pilih 500). Prinsipnya: diameter dua kali lebih besar, putaran setengahnya.

Contoh 4: Menilai persiapan menekan bantalan dengan press

Sebuah press hidrolik berkapasitas 12 ton akan dipakai memasang bantalan roda ke dalam rumah naf. Gaya yang diperlukan diperkirakan sekitar 3 ton. Siswa meletakkan rumah naf langsung di meja press tanpa penopang, dan alat tekan menyentuh bola bantalan. Apa yang perlu diperbaiki?

Langkah:

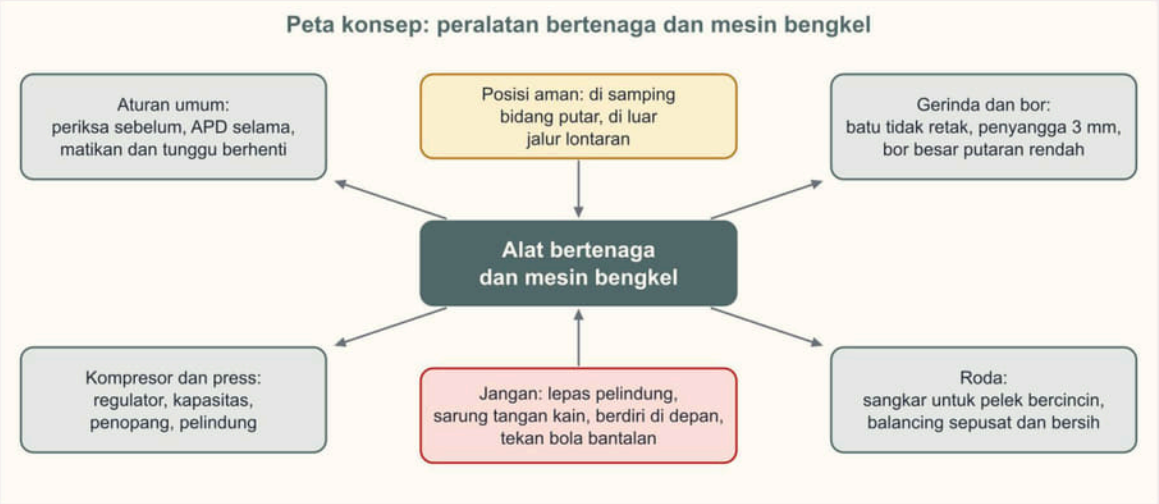
1. Kapasitas: 3 ton jauh di bawah 12 ton, sehingga press sudah memadai.
2. Penopang: rumah naf harus ditopang blok rata dan sejajar tepat di bawah bagian yang ditekan, agar gaya lurus dan benda tidak meluncur.
3. Titik tekan: gaya harus diberikan pada cincin luar yang dipasang ke rumah, bukan pada bola atau sangkar, agar lintasan dan bola tidak rusak.
4. Cara lain yang tetap dijaga: tekan perlahan, pakai pelindung, berdiri di samping.

Jawaban: kapasitas memadai, tetapi rumah naf perlu penopang rata dan sejajar, dan alat tekan harus menyentuh cincin luar bantalan, bukan bolanya.

❖ PETA KONSEP

Ringkasan sub bab ini terlihat pada Gambar 4.15.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 4.15 Peta konsep sub bab 4.3. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- Alat bertenaga: periksa sebelum, APD dan posisi aman selama, matikan dan tunggu berhenti sesudah.
- Gerinda duduk: batu tidak retak dan putarannya sesuai, penyangga sekitar 3 mm, uji dari samping, kacamata, tanpa sarung tangan kain.
- Gerinda tangan: cakram potong hanya memotong; pelindung terpasang; percikan menjauhi tubuh; tunggu berhenti.
- Bor: diameter besar putaran rendah; benda dijepit; kunci cekam dilepas.
- Press: gaya di bawah kapasitas, benda ditopang sejajar, gaya pada cincin yang kuat, pelindung dan berdiri di samping.
- Ban berpelek bercincin: periksa komponen, sangkar pengaman, pengisi berklip, dari samping, tidak memukul cincin.
- Balancing: bersihkan, lepas bobot lama, pasang sepusat, data pelek, tutup pelindung.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Soal peralatan bertenaga umumnya memuat beberapa tindakan yang harus dinilai satu per satu. Gunakan langkah berikut.

1. **Tentukan tenaga yang bekerja:** putaran, tekanan, atau gaya tekan.
2. **Tanyakan bagaimana tenaga itu dapat melukai:** serpihan terlontar, benda tertarik, komponen terlempar.
3. **Cocokkan tindakan dengan pencegahnya:** pelindung, posisi berdiri, penopang, sangkar, penjepit.
4. **Waspadai alasan yang terdengar masuk akal tetapi mengorbankan keselamatan,** misalnya "agar hasil lebih rata" atau "agar lebih mudah dijangkau".

Jebakan yang sering dipasang:

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- **Berdiri di depan batu gerinda baru** saat dinyalakan.
- **Mengasah dari sisi samping batu** agar lebih rata.
- **Memakai sarung tangan kain** di dekat benda berputar.
- **Melepas pelindung gerinda** agar mudah menjangkau.
- **Putaran bor sama tinggi** untuk semua diameter.
- **Menekan bantalan tanpa penopang** atau lewat bola bantalan.
- **Mengisi angin pelek bercincin tanpa sangkar,** atau berdiri di depannya.
- **Balancing roda tanpa membersihkan kotoran dan bobot lama.**

> Contoh salah tafsir: pada soal tentang siswa yang mengasah obeng dengan gerinda duduk, seorang siswa memilih "memakai sarung tangan kain agar jari tidak kepanasan" sebagai tindakan yang benar. Padahal sarung tangan kain dapat tertarik oleh batu yang berputar, dan benda kecil sebaiknya dipegang dengan penjepit. Rasa aman karena jari terlindung dari panas tidak sebanding dengan risiko tertarik masuk.

BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menggambarkan seorang siswa yang akan memakai gerinda duduk dengan batu yang baru dipasang. Perhatikan bagaimana tiap tindakan dinilai terhadap SOP.

►. Siswa akan mengasah mata obeng yang rusak memakai mesin gerinda duduk di bengkel sekolah (2027). Batu gerinda baru saja dipasang oleh teknisi lab pagi tadi.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang sesuai SOP penggunaan gerinda duduk adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Memeriksa batu gerinda tidak retak dan terpasang kuat sebelum mesin dinyalakan.
☐ B. Mengasah memakai sisi samping batu gerinda agar permukaan hasil asahan lebih rata.
☐ C. Mengatur jarak penyangga benda kerja (tool rest) sekitar 3 mm dari batu gerinda.
☐ D. Berdiri sedikit di samping bidang putar batu saat menyalakan mesin.
☐ E. Memakai sarung tangan kain agar jari tidak kepanasan saat memegang benda kerja.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Pembahasan **Kunci: A, C, D**

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: SOP gerinda duduk: periksa batu dan pelindung, atur jarak tool rest sekitar 3 mm, berdiri di samping bidang putar saat menyalakan, pakai kacamata, gunakan permukaan depan batu, dan hindari sarung tangan yang dapat tertarik.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Batu gerinda yang retak dapat pecah dan terlempar saat berputar cepat.

• **Pernyataan 2** ✗ Sisi samping batu tidak dirancang menahan tekanan samping dan dapat pecah.

• **Pernyataan 3** ✓ Celah kecil mencegah benda kerja terjepit dan tertarik masuk di antara penyangga dan batu.

• **Pernyataan 4** ✓ Bila batu pecah saat mulai berputar, pecahannya terlempar searah bidang putar.

• **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: tangan memang dapat kepanasan, tetapi sarung tangan kain dapat tertarik oleh batu yang berputar; benda kecil sebaiknya dipegang dengan penjepit.

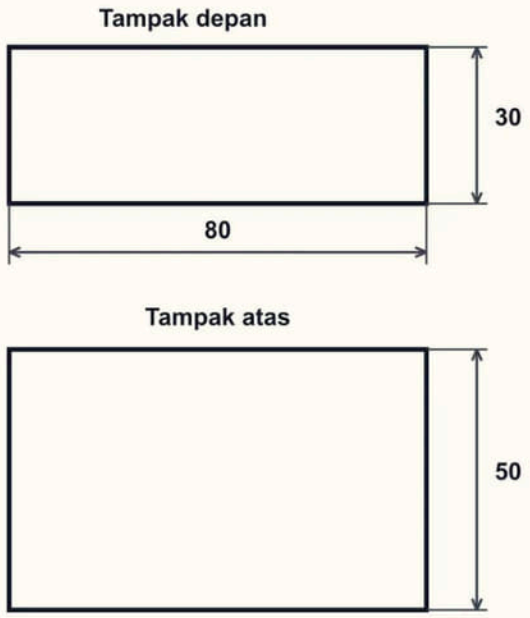
Jawaban: pernyataan 1, 3, 4.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk tiap soal, tulis dulu tenaga yang bekerja dan cara pencegahan bahayanya.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

1. Gambar menunjukkan dua pandangan sebuah plat baja (2027). Semua ukuran dalam milimeter. Siswa harus menentukan ukuran plat pada arah depan–belakang (kedalaman) sebelum memotong bahan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pandangan yang memuat ukuran kedalaman dan besarnya adalah ....



A. tampak depan, 30 mm
B. tampak depan, 50 mm
C. tampak atas, 30 mm
D. tampak atas, 50 mm
E. tampak atas, 80 mm

2. Sebelum dipakai, siswa menemukan kabel sebuah gerinda tangan di bengkel sekolah retak dan inti kawat tembaganya sedikit terlihat (2027). Alat itu satu-satunya yang tersedia, dan tugas harus selesai hari ini.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang paling tepat adalah ....

A. membungkus bagian retak dengan selotip biasa lalu memakai alat itu
B. memakai alat itu dengan sarung tangan karet tanpa menyentuh kabel
C. mencabut alat, menandainya rusak, dan melaporkannya kepada guru
D. meminta teman memegang kabel saat alat dipakai agar tidak bergerak
E. menyambung bagian kawat yang terlihat dengan memilinnya tanpa isolasi

Kunci singkat: 1. D 2. C

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menjelaskan dengan kata-katamu sendiri mengapa kita berdiri di samping, bukan di depan, bidang putar batu gerinda yang baru dinyalakan?
- Mengapa mata bor yang lebih besar diputar lebih lambat, dan mengapa benda kerja dijepit, bukan dipegang?
- **Yang harus kuingat:** periksa alat sebelum dipakai, jangan melepas pelindung, berdiri di luar jalur bahaya, tunggu bagian berputar berhenti, dan pasang penopang atau sangkar pengaman bila ada tenaga besar.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 4.3: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkto&node=SMKTO-4.3

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 4.4 · Dongkrak, jack stand, lift, dan impact wrench

SMKTO-4.4

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu **menggunakan dongkrak, penopang, lift, dan perkakas listrik atau pneumatik dengan benar dan aman**. Soalnya hampir selalu berupa potret pekerjaan di bengkel: sebuah mobil harus diangkat untuk diperiksa bagian bawahnya, atau mur roda harus dilepas dan dikencangkan, lalu kamu diminta menentukan urutan yang aman atau menilai tindakan siswa. Yang diuji bukan hafalan merek alat, melainkan **kemampuan membedakan alat yang mengangkat dari alat yang menahan, serta mengurutkan langkah kerja yang menjaga keselamatan**.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan mengapa dongkrak hanya mengangkat dan jack stand yang menopang;
- menentukan titik angkat dan titik tumpu yang benar serta menyiapkan lokasi yang aman;
- mengurutkan langkah mengangkat mobil dengan dongkrak dan jack stand, dan dengan lift dua tiang;
- menjelaskan pemakaian impact wrench listrik dan pneumatik, termasuk kabel ekstensi;
- mengurutkan pengencangan mur roda dengan pola menyilang dan kunci momen.

◆ KONSEP INTI

Sebuah mobil kecil beratnya sekitar satu ton atau lebih. Bila beban sebesar itu jatuh menimpa orang di bawahnya, tidak ada waktu untuk menghindar. Hampir semua kecelakaan seperti ini terjadi karena satu kebiasaan yang sama: **bekerja di bawah beban yang hanya ditopang oleh alat pengangkat**. Prinsip sub bab ini berpusat pada kebiasaan itu.

1. Alat mengangkat dan alat menahan

Dongkrak dan lift adalah **alat pengangkat**: tugasnya membawa beban naik. **Jack stand** (penopang) dan **kunci pengaman lift** adalah **alat penahan**: tugasnya menahan beban yang sudah naik. Keduanya tidak dapat saling menggantikan. Dongkrak hidrolik dapat turun perlahan atau tiba-tiba karena segel bocor, katup terbuka, atau tersenggol. Itu sebabnya **tidak ada orang yang boleh berada di bawah kendaraan yang hanya ditahan dongkrak.**

Sebelum mengangkat, siapkan lokasi:

- **Lantai rata, keras, dan tidak licin.** Tanah lunak atau miring membuat dongkrak melesak atau meluncur.
- **Rem parkir ditarik, transmisi pada posisi P (otomatis) atau gigi 1 (manual),** dan kunci kontak OFF.
- **Ganjal roda yang tetap di lantai,** misalnya roda belakang bila yang diangkat bagian

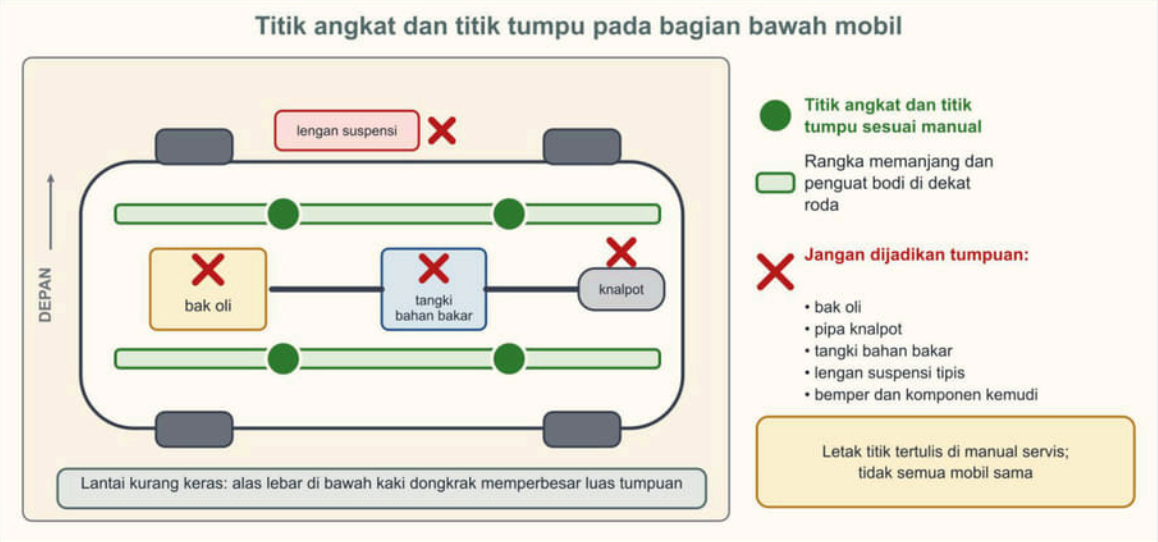
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

depan.

- Orang yang tidak bekerja menjauh, dan tidak ada orang di dalam kendaraan.

2. Titik angkat dan titik tumpu

Sebuah mobil tidak boleh diangkat atau ditopang di sembarang bagian. Bodi dan rangka memiliki **titik angkat** dan **titik tumpu** yang kuat, dan letaknya tertulis di **manual servis**. Gambar 4.16 menunjukkan contoh pada sebuah mobil.



Gambar 4.16 Titik angkat dan titik tumpu pada bagian bawah mobil, serta bagian yang tidak boleh dijadikan tumpuan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Boleh:** rangka memanjang, penguat bodi di dekat roda, dan titik yang diberi tanda atau takik oleh pabrik. Pada banyak mobil terdapat lipatan pelat di bawah pintu yang dirancang menahan bantalan dongkrak.
- **Tidak boleh:** bak oli, pipa knalpot, tangki bahan bakar, lengan suspensi yang tipis, bemper, dan komponen kemudi, karena bagian itu tidak dirancang menahan berat mobil dan akan penyok atau patah.

Di lantai yang kurang keras, kaki dongkrak diberi **alas lebar** (pelat baja atau papan tebal). Alas memperbesar luas tumpuan sehingga tekanan pada lantai berkurang dan dongkrak tidak melesak.

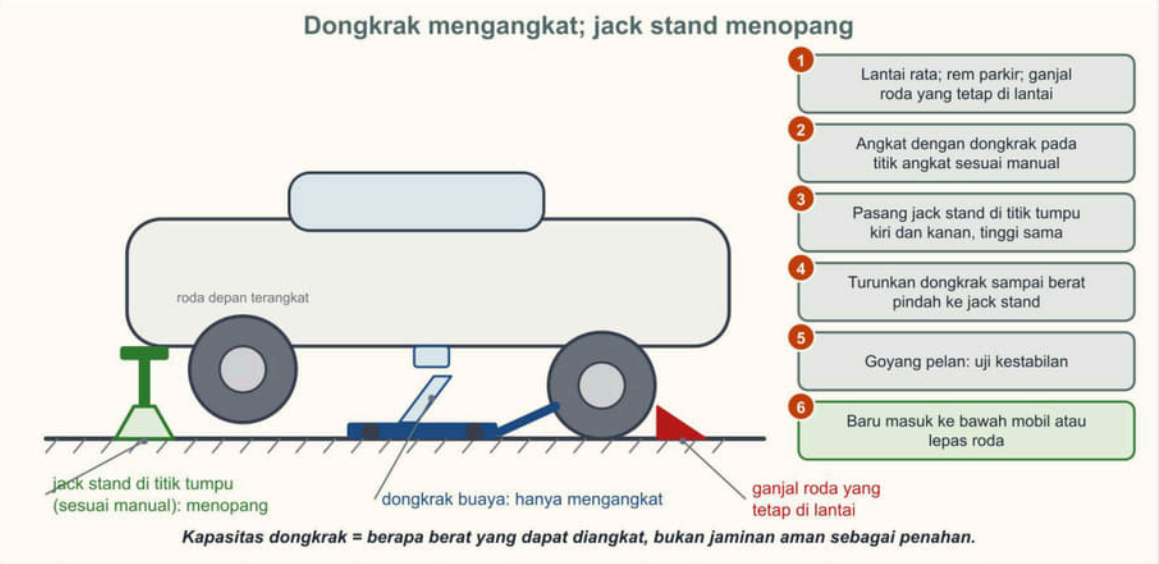
3. Dongkrak buaya dan jack stand

Dongkrak buaya (*trolley jack*) berbentuk memanjang dengan roda dan tuas panjang, bekerja secara hidrolik (prinsipnya dipelajari di sub bab 7.1). Karena memiliki roda, kepalanya bergerak sedikit saat naik, sehingga posisinya harus tepat di titik angkat. **Dongkrak botol** dan **dongkrak gunting** (bawaan mobil) juga alat pengangkat dan tidak pernah menjadi penopang. Kapasitasnya, yang tertulis dalam ton, harus lebih besar daripada beban yang diangkat.

Jack stand adalah penopang dari baja berkaki tiga atau empat dengan tiang bergerigi atau berlubang pengunci yang tinggi dapat diatur. Kapasitasnya tertulis pada label (periksa apakah dinyatakan per unit atau per pasang). Gambar 4.17 menunjukkan susunan yang

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

benar.



Gambar 4.17 Dongkrak mengangkat; jack stand menopang di titik tumpu; roda yang tetap di lantai diganjal. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

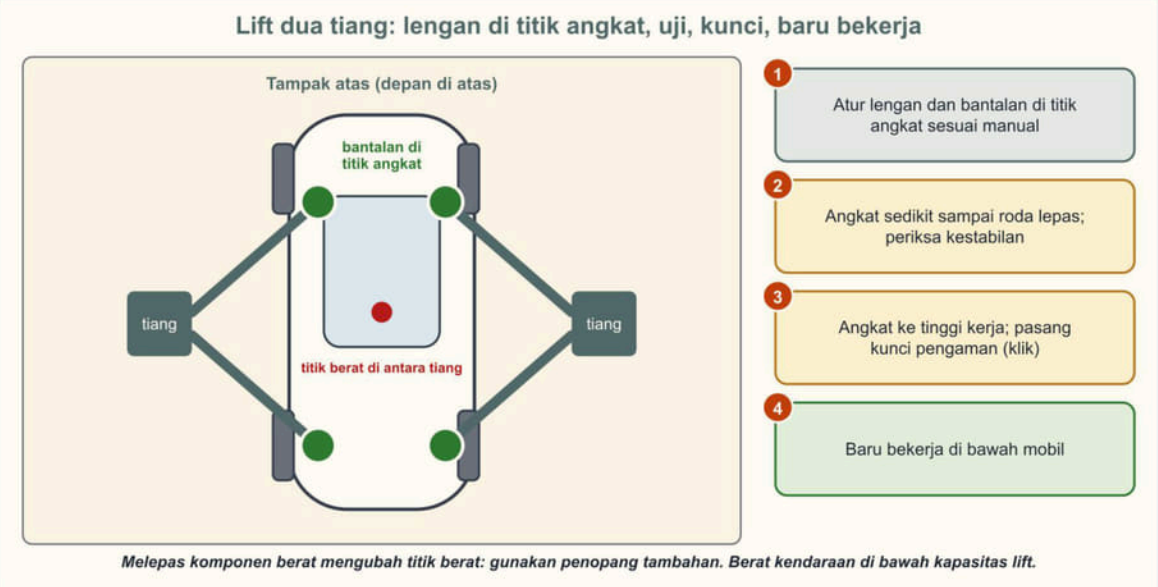
Urutan yang aman:

1. Siapkan lokasi: lantai rata, rem parkir, transmisi pada posisi tertentu, ganjal roda yang tetap di lantai.
2. **Angkat** mobil dengan dongkrak pada titik angkat sesuai manual.
3. **Pasang jack stand** pada titik tumpu di kedua sisi, dengan tinggi yang sama dan kaki tegak di lantai.
4. **Turunkan dongkrak perlahan** sampai berat berpindah ke jack stand. Dongkrak boleh dibiarkan menyentuh titik angkat tanpa beban sebagai pengaman tambahan.
5. **Uji kestabilan:** goyang mobil pelan-pelan dan perhatikan apakah bergeser.
6. **Baru** masuk ke bawah mobil atau melepas roda.

Jangan menumpuk balok kayu atau batu bata sebagai penopang: balok dapat bergeser atau pecah, dan roda cadangan bukan penopang yang dirancang untuk itu.

4. Lift dan alat berat

Lift dua tiang mengangkat mobil lewat empat lengan yang dapat diputar dan bantalan karet di ujungnya. Mobil dibawa di antara dua tiang dengan titik berat berada di antara tiang, lalu **lengan diatur pada titik angkat** yang ditentukan manual. Urutan kerja yang aman (Gambar 4.18):



Gambar 4.18 Lift dua tiang: lengan di titik angkat, uji kestabilan di ketinggian rendah, kunci pengaman sebelum bekerja. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. Atur lengan dan bantalan tepat di **titik angkat** sesuai manual.
2. **Angkat sedikit** sampai roda lepas dari lantai, lalu **periksa kestabilan**: bila tidak stabil, mobil belum tinggi sehingga mudah diturunkan.
3. **Angkat ke ketinggian kerja** dan **pasang kunci pengaman**, yang berbunyi klik di tiap tingkatnya.
4. **Baru bekerja** di bawah mobil.

Saat menurunkan, pastikan tidak ada orang atau benda di bawah mobil, buka kunci

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

pengaman sesuai petunjuk, dan turunkan perlahan. Perhatikan bahwa **melepas komponen berat** (mesin, transmisi, tangki) dari mobil yang diangkat mengubah letak titik berat, sehingga mobil dapat condong; gunakan penopang tambahan atau alat penahan komponen sesuai prosedur. Berat kendaraan harus **di bawah kapasitas lift**.

Meja lift sepeda motor mengangkat motor dari bawah. Roda motor diikat dengan tali atau dijepit pada penahan roda depan agar motor tidak jatuh.

Alat berat (ekskavator, loader) tidak diangkat lift. Bagian yang bergerak, seperti lengan (*boom*), bucket, atau pisau, **diturunkan sampai bertumpu di tanah** sebelum pekerjaan di bawahnya. Bila bagian itu harus tetap terangkat, ia ditopang penopang mekanik yang kuat (misalnya balok baja atau kunci pengaman silinder), mesin dimatikan, dan tekanan hidrolik dilepas. **Tekanan hidrolik sendiri bukan penopang**, karena bagian itu dapat turun perlahan bila ada kebocoran di dalam sistem.

5. Impact wrench listrik dan pneumatik

Impact wrench adalah kunci bertenaga yang menggunakan palu putar kecil di dalamnya untuk memberi **hentakan torsi** berulang. Karena hentakan itu, alat ini sangat efektif melonggarkan mur yang kencang, termasuk mur roda. Dua jenis penggeraknya: **listrik** dan **pneumatik** (udara bertekanan dari kompresor).

Hal yang perlu diperhatikan:

- **Pakai soket impact** (biasanya berdinding tebal dan berwarna gelap). Soket biasa berlapis krom dirancang untuk gaya tangan, dan dapat pecah oleh hentakan sehingga serpihannya melukai.
- **Hentakan alat ini kuat dan sulit dikendalikan.** Alat ini cocok untuk membuka dan mengencangkan awal, tetapi **torsi akhir** mur penting diberikan dengan kunci momen. Memakai impact wrench pada tenaga maksimum untuk pengencangan akhir dapat meregangkan baut atau merusak ulir. **Batang pembatas torsi** (*torque stick*) dapat dipasang untuk membatasi, tetapi hasilnya tetap diperiksa dengan kunci momen.
- **Pneumatik:** tekanan diatur dengan regulator **tidak melebihi tekanan kerja alat**, selang dan sambungan diperiksa, dan alat diberi udara bersih dan sedikit berminyak lewat unit FRL (sub bab 4.5 dan 7.3).
- **Listrik:** daya alat tertulis dalam watt pada label. **Arus = daya ÷ tegangan.** Pada tegangan jaringan 220 V, alat 900 W menarik arus sekitar 900 ÷ 220 ≈ **4,1 A**. Arus yang lebih besar menuntut kabel yang kuat.

Kabel ekstensi (kabel roll) adalah titik lemah yang sering diabaikan. Kabel tipis dan panjang menghambat arus dan menjadi panas, sama seperti selang kecil yang panjang menghambat air. Aturannya:

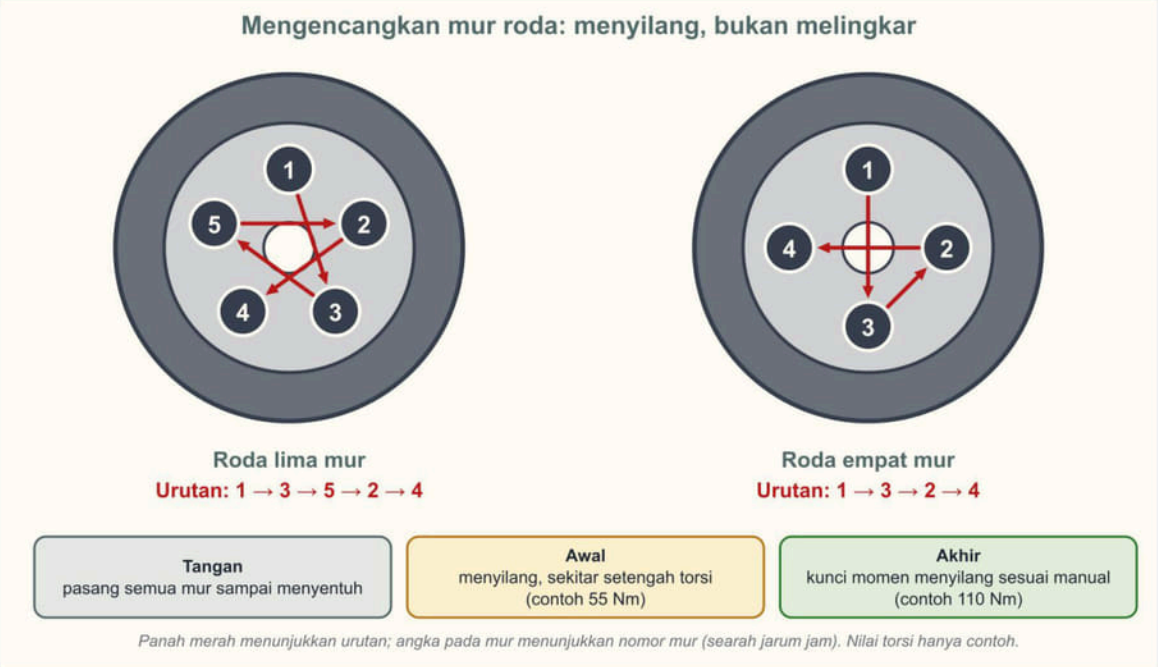
- Pilih kabel dengan **kemampuan arus atau daya** yang cukup untuk alat, dan perhatikan bila ada keterangan batas daya berbeda untuk kabel **tergulung** dan **terurai**. Kabel yang masih **tergulung** menumpuk panas dan dapat meleleh, sehingga **diurai penuh** saat dipakai.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- **Periksa isolasi kabel dan steker** sebelum dipakai: tidak retak, tidak terkelupas.
- **Cabut steker dengan memegang badan steker,** bukan menarik kabelnya.
- Letakkan **sambungan jauh dari air** dan tangan harus kering. Air pada sambungan bertegangan dapat menimbulkan sengatan atau hubung singkat.

6. Mengencangkan mur roda

Roda dipasang pada beberapa mur, dan agar roda duduk rata, mur dikencangkan dengan **pola menyilang (pola bintang)**, tidak berurutan melingkar. Gambar 4.19 menunjukkan pola untuk roda empat dan lima mur.



Gambar 4.19 Urutan mur roda empat dan lima mur menyilang, dengan tahap torsi (nilai contoh). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Langkahnya:

1. Bersihkan permukaan dudukan roda dan ulir, lalu pasang roda.
2. Pasang semua mur **dengan tangan** sampai menyentuh agar tidak miring dan ulir tidak rusak.
3. Kencangkan **awal** secara **menyilang** (misalnya dengan impact wrench pada setelan rendah atau kunci biasa), tidak sampai penuh.
4. **Kencangkan akhir** dengan **kunci momen** sesuai spesifikasi di manual, juga menyilang. Bila memungkinkan, pengencangan akhir dilakukan setelah mobil diturunkan sehingga roda tidak berputar.
5. **Periksa ulang torsi** bila manual menganjurkan setelah menempuh jarak tertentu.

Pola menyilang untuk lima mur: **1 → 3 → 5 → 2 → 4**. Untuk empat mur: **1 → 3 → 2 → 4**. Roda yang dikencangkan melingkar dapat terpasang miring dan menimbulkan getaran, atau menyebabkan baut meregang pada satu sisi.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Urutan mengangkat dan menopang mobil

Seorang siswa akan mengganti oli gardan sebuah mobil SUV di bengkel sekolah. Susun urutan yang aman: (P) mobil di lantai rata, rem parkir ditarik, dan roda belakang diganjal; (Q) dongkrak buaya ditempatkan di titik angkat depan sesuai manual, lalu mobil diangkat; (R) dua jack stand dipasang pada titik tumpu kiri dan kanan, dongkrak diturunkan sampai berat berpindah, lalu mobil digoyang pelan; (S) siswa masuk ke bawah mobil.

Langkah:

1. Lokasi dan pengaman roda disiapkan lebih dulu: P.
2. Mobil diangkat pada titik yang benar: Q.
3. Jack stand menahan beban dan kestabilan diuji: R.
4. Baru bekerja di bawah mobil: S.

Jawaban: P → Q → R → S. Pegangan: **siapkan, angkat, topang dan uji, baru masuk**.

Contoh 2: Memeriksa kapasitas jack stand dan dongkrak

Sebuah sedan berbobot 1.300 kg. Bagian belakang menanggung sekitar 45 % beratnya. Bagian belakang diangkat dengan dongkrak buaya berkapasitas 2 ton, lalu ditopang dua jack stand yang masing-masing berkapasitas 1,5 ton. Apakah perlengkapan ini memadai, dan berapa beban perkiraan tiap jack stand?

Langkah:

1. Beban bagian belakang: 45 % × 1.300 kg = 585 kg.
2. Beban tiap jack stand (dua unit, dibagi sama): 585 ÷ 2 ≈ 293 kg.
3. Bandingkan: dongkrak 2.000 kg > 585 kg; jack stand 1.500 kg > 293 kg.
4. Kapasitas jauh di atas beban, sehingga memadai. Kapasitas yang pas-pasan tidak dianjurkan.

Jawaban: memadai; tiap jack stand menanggung sekitar 293 kg dan dongkrak menanggung 585 kg.

Contoh 3: Memilih kabel roll untuk impact wrench

Sebuah impact wrench listrik berdaya 900 W dipakai pada tegangan 220 V. Kabel roll yang tersedia bertanda (contoh): "maksimum 2.000 W bila terurai; 600 W bila tergulung". Apakah kabel itu boleh dipakai dengan sebagian tergulung?

Langkah:

1. Arus alat: 900 ÷ 220 ≈ 4,1 A.
2. Bandingkan dengan batas: 900 W lebih besar daripada 600 W (batas tergulung), sehingga tidak boleh dipakai dalam keadaan tergulung.
3. Bila terurai penuh, batasnya 2.000 W, di atas 900 W.
4. Periksa isolasi dan steker, dan jauhkan sambungan dari air.

Jawaban: tidak boleh dipakai dalam keadaan tergulung; kabel harus diurai penuh, dan boleh dipakai bila isolasinya baik dan sambungannya kering.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Contoh 4: Urutan mengencangkan mur roda

Roda sebuah mobil memakai lima mur. Spesifikasi torsi akhir 110 Nm (nilai contoh). Tentukan urutan nomor mur dan tahap torsi yang benar bila pengencangan dilakukan dalam dua tahap.

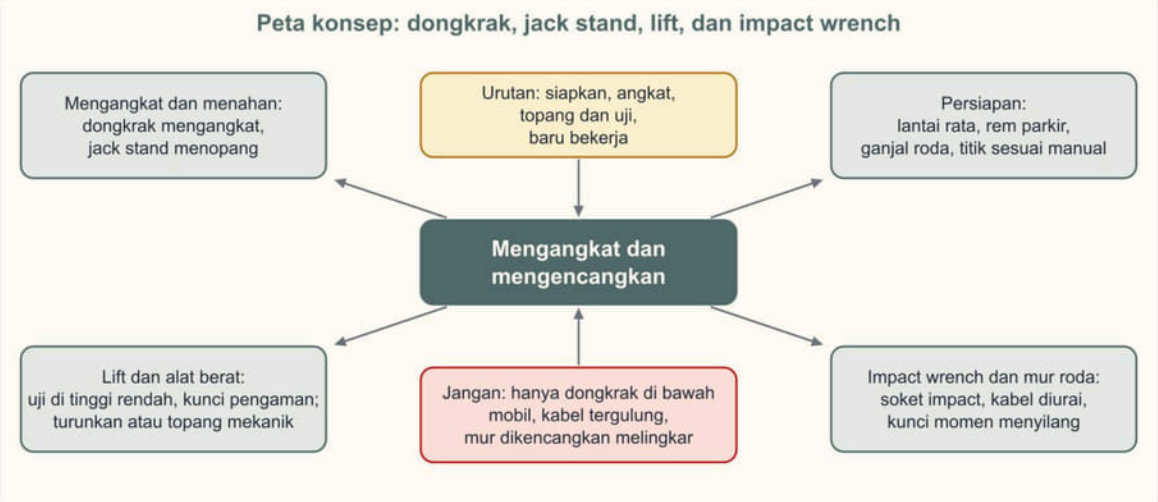
Langkah:

1. Mur dipasang dengan tangan sampai menyentuh.
2. Pola menyilang lima mur: 1 → 3 → 5 → 2 → 4.
3. Tahap awal sekitar setengah: 55 Nm sesuai pola.
4. Tahap akhir: 110 Nm dengan kunci momen, sesuai pola yang sama.

Jawaban: 1 → 3 → 5 → 2 → 4, dikencangkan 55 Nm lalu 110 Nm dengan kunci momen. Mengencangkan melingkar (1-2-3-4-5) salah karena roda dapat terpasang miring.

❖ PETA KONSEP

Ringkasan sub bab ini terlihat pada Gambar 4.20.



Gambar 4.20 Peta konsep sub bab 4.4. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- Dongkrak dan lift mengangkat; jack stand dan kunci pengaman menahan. Tidak ada orang di bawah beban yang hanya ditopang dongkrak.
- Lantai rata dan keras, rem parkir, roda yang tetap di lantai diganjal, titik angkat sesuai manual.
- Lift: lengan di titik angkat, angkat sedikit dan uji kestabilan, angkat lalu kunci pengaman, baru bekerja.
- Alat berat: bagian yang terangkat diturunkan ke tanah atau ditopang mekanik; tekanan hidrolik bukan penopang.
- Impact wrench: soket impact; torsi akhir dengan kunci momen; arus = daya ÷ tegangan.
- Kabel roll: diurai penuh, isolasi baik, steker dicabut dari badannya, sambungan jauh dari air.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- Mur roda: tangan, silang awal, silang akhir dengan kunci momen.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Soal tentang pengangkatan dan perkakas listrik umumnya meminta urutan kerja atau menilai beberapa tindakan. Gunakan langkah berikut.

1. **Tentukan beban dan sumber tenaganya:** kendaraan, tekanan hidrolik, listrik, atau udara.
2. **Pisahkan alat yang mengangkat dari yang menahan,** lalu cek apakah ada penahan sebelum seseorang masuk ke bawah.
3. **Pada soal urutan, cari tahap uji kestabilan di ketinggian rendah** dan tahap kunci pengaman sebelum bekerja.
4. **Pada soal listrik, periksa kabel:** diurai, isolasi baik, jauh dari air, steker dicabut dengan benar.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Bekerja di bawah mobil yang hanya ditopang dongkrak** karena "kapasitas dongkrak 2 ton".
- **Menumpuk balok kayu atau memakai roda cadangan** sebagai penopang.
- **Mengangkat mobil lebih tinggi** agar ruang kerja lebih leluasa sebelum uji kestabilan.
- **Mengangkat lift tanpa mengunci** atau memasang kunci "bila perlu".
- **Kabel roll dibiarkan tergulung** karena "lebih rapi".
- **Menarik kabel untuk mencabut steker.**
- **Impact wrench pada tenaga maksimum untuk torsi akhir.**
- **Mengencangkan mur roda melingkar,** bukan menyilang.

> Contoh salah tafsir: pada soal tentang siswa yang mengganti kampas rem dengan mobil yang sudah naik di dongkrak buaya, seorang siswa memilih "langsung bekerja karena dongkrak mampu menahan 2 ton". Padahal kapasitas menunjukkan berapa berat yang dapat diangkat, bukan jaminan dongkrak aman sebagai penahan; dongkrak dapat turun mendadak. Jawaban yang tepat memasang jack stand pada titik tumpu dan mengganjal roda yang tetap di lantai.

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menggambarkan seorang siswa yang akan masuk sebentar ke bawah mobil yang sudah diangkat. Perhatikan alasan tiap pilihan benar atau salah.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

►. Siswa akan mengganti kampas rem depan sebuah mobil (2027). Mobil sudah diangkat dengan dongkrak buaya pada titik angkat depan, dan siswa berencana melepas roda serta masuk sebentar ke bawah mobil untuk memeriksa selang rem.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang paling tepat sebelum siswa bekerja adalah ....

A. Langsung bekerja karena dongkrak buaya mampu menahan beban sampai 2 ton dengan aman
B. Menumpuk beberapa balok kayu di bawah bodi sebagai penahan tambahan
C. Mengangkat mobil lebih tinggi lagi agar ruang di bawahnya lebih leluasa
D. Meletakkan roda cadangan di bawah bodi tanpa mengganjal roda belakang
E. Memasang jack stand pada titik tumpu sesuai manual dan mengganjal roda belakang

Pembahasan **Kunci: E**

Konsep: Dongkrak hanya untuk mengangkat. Kendaraan harus ditahan jack stand pada titik tumpu yang ditentukan manual, dan roda yang tidak diangkat diganjal agar kendaraan tidak bergerak.

Langkah:
1. Dongkrak dapat turun karena kebocoran atau tersenggol.
2. Penahan yang benar: jack stand di titik tumpu + ganjal roda.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: kapasitas angkat tidak berarti dongkrak aman sebagai penahan; dongkrak dapat turun tiba-tiba.
• **B.** ✗ Balok kayu tumpuk dapat bergeser atau pecah.
• **C.** ✗ Makin tinggi, mobil makin mudah goyah di atas dongkrak.
• **D.** ✗ Roda cadangan bukan penahan yang dirancang, dan tanpa ganjal mobil dapat bergerak.
• **E.** ✓ Jack stand di titik tumpu yang benar dan roda belakang yang diganjal membuat mobil tertahan stabil.

Jawaban: E.

Educational Institutions

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk tiap soal, tulis dulu bebannya dan alat yang menahan.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

1. Siswa akan mengangkat sebuah mobil dengan lift dua tiang untuk mengganti oli transmisi (2027). Mobil sudah berada di tengah kedua tiang dan mesinnya dimatikan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Urutan kerja yang paling aman adalah ....

A. Atur lengan ke titik angkat → angkat ke tinggi kerja → pasang kunci pengaman → goyang mobil
B. Angkat lengan ke tinggi kerja → atur lengan ke titik angkat → pasang kunci pengaman → bekerja
C. Atur lengan ke titik angkat → angkat ke tinggi kerja → bekerja → pasang kunci pengaman bila perlu
D. Atur lengan ke titik angkat → angkat sedikit dan uji kestabilan → angkat lalu kunci pengaman
E. Atur lengan di bawah bodi mana saja → angkat sedikit dan uji kestabilan → angkat lalu kunci

2. Joni akan memakai impact wrench listrik 1.200 W untuk membuka mur roda truk di halaman bengkel (2027). Stopkontak terdekat berada 15 meter dari truk, sehingga ia memakai kabel roll (gulungan kabel) sepanjang 25 meter. Lantai halaman masih basah setelah hujan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Membiarkan sebagian kabel tetap tergulung agar sisa kabel tidak berserakan.
☐ B. Mengurai seluruh kabel dari gulungannya agar kabel tidak panas saat dibebani.
☐ C. Memeriksa isolasi kabel dan steker tidak retak atau terkelupas sebelum dipakai.
☐ D. Menarik kabel impact wrench untuk mencabut steker setelah pekerjaan selesai.
☐ E. Meletakkan sambungan steker dan kabel roll jauh dari genangan air.

Kunci singkat: 1. D 2. B, C, E

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menjelaskan dengan kata-katamu sendiri perbedaan tugas dongkrak dan jack stand, dan mengapa kapasitas dongkrak tidak menjadikannya penopang?
- Mengapa kestabilan lift diuji pada ketinggian rendah dan mengapa kabel roll harus diurai penuh?
- **Yang harus kuingat:** angkat dengan alat pengangkat, tahan dengan penopang, uji kestabilan sebelum masuk, kunci pengaman sebelum bekerja, dan kencangkan mur roda menyilang dengan kunci momen.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 4.4: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkto&node=SMKTO-4.4

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 4.5 · Perawatan peralatan

SMKTO-4.5

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu **merawat peralatan**: membersihkan, melumasi, menyimpan, dan menjaga agar alat tetap akurat dan aman. Soalnya hampir selalu berupa potret akhir praktik di bengkel: siswa harus membersihkan dan menyimpan beberapa alat, atau menemukan alat yang tampak rusak sebelum dipakai, lalu kamu diminta menilai cara perawatan yang benar. Yang diuji bukan hafalan jadwal tertentu, melainkan **kemampuan memahami mengapa tiap alat dirawat dengan cara berbeda dan memilih tindakan yang menjaga keselamatan dan ketelitian**.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menyebut urutan perawatan dasar: bersihkan, periksa, lindungi atau lumasi, simpan, catat;
- menjelaskan cara menyimpan kunci momen, mikrometer, jangka sorong, dan alat ukur lain agar ketelitiannya terjaga;
- menjelaskan perawatan alat listrik, alat pneumatik, dan kompresor;
- menentukan tindakan bila alat ditemukan rusak;
- membaca atau menyusun tabel perawatan berdasarkan alat dan jadwalnya.

◆ KONSEP INTI

Alat yang terawat membuat pekerjaan lebih cepat, lebih aman, dan lebih benar. Alat yang berkarat, aus, atau meleset ketelitiannya membuat hasil kerja keliru tanpa kamu sadari. Bengkel yang baik memperlakukan alat sebagai aset yang harus dijaga, bukan barang habis pakai.

1. Lima langkah dasar perawatan

Untuk hampir semua alat, perawatan mengikuti urutan yang sama:

1. **Bersihkan.** Lap oli, gemuk, debu, dan sisa pekerjaan. Kotoran menyimpan lembap dan memicu karat, membuat alat licin saat dipegang, dan menutupi retak kecil yang berbahaya.
2. **Periksa.** Cari retak, aus, bengkok, longgar, atau bagian yang hilang.
3. **Lindungi atau lumasi.** Alat logam diberi lapisan tipis minyak pelindung karat bila disimpan lama atau di tempat lembap. Bagian bergerak dilumasi sesuai petunjuk.
4. **Simpan** di tempat yang kering, tetap, dan sesuai tiap alat.
5. **Catat** pekerjaan perawatan dan temuan (sub bab 4.6).

Waktu terbaik untuk merawat adalah **segera setelah alat dipakai**, selagi kamu masih ingat

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

apa yang dikerjakan dan di mana alat itu terkena oli, air, atau benturan. Merawat hanya setelah alat rusak membuat biaya naik dan pekerjaan terhenti. Perawatan yang sedikit tetapi rutin jauh lebih murah daripada perbaikan besar yang jarang.

Satu aturan penting menyertai langkah kedua: **alat yang rusak tidak dipakai.** Cabut dari sumber tenaga, beri tanda "RUSAK, JANGAN DIPAKAI" agar orang lain tidak memakainya, dan laporkan kepada guru atau penanggung jawab bengkel supaya diperbaiki atau diganti.

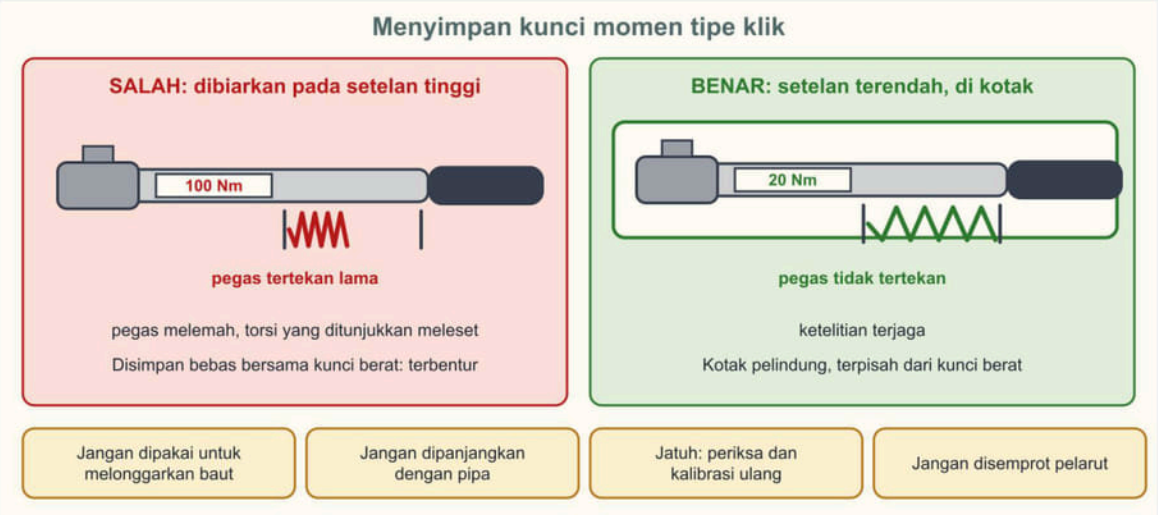
2. Perkakas tangan

Kunci pas, ring, soket, obeng, tang, dan palu dirawat sederhana tetapi teratur:

- Lap sisa oli dan gemuk setelah dipakai. Oli yang tertinggal membuat kunci licin pada tangan sehingga lebih mudah selip.
- Keringkan dan beri lapisan tipis minyak pelindung bila akan disimpan lama atau bengkel lembap.
- **Periksa sebelum dipakai:** mulut kunci pas yang melebar, soket yang retak, ratchet yang macet, ujung obeng yang membulat, dan kepala palu yang longgar. Alat seperti itu diganti atau diperbaiki, bukan dipaksakan.
- Kembalikan ke **tempat yang sudah ditentukan**, misalnya papan bayangan atau laci berurutan ukuran. Tempat tetap memudahkan pemeriksaan kelengkapan dan mencegah alat tertinggal di dalam mesin (sub bab 2.6).
- Jangan memakai alat untuk tugas lain, misalnya obeng sebagai pahat atau pengungkit.

3. Kunci momen

Kunci momen tipe klik mengandalkan **pegas di dalamnya** untuk menentukan torsi. Pegas yang dibiarkan tertekan lama akan melemah, sehingga torsi yang ditunjukkan meleset. Karena itu (Gambar 4.21):



Gambar 4.21 Perawatan kunci momen: dikembalikan ke skala terendah dan disimpan di kotaknya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- Setelah dipakai, **kembalikan ke setelan terendah** (tidak melewati tanda batas terendah yang ditetapkan pabrik) agar pegas tidak tertekan.

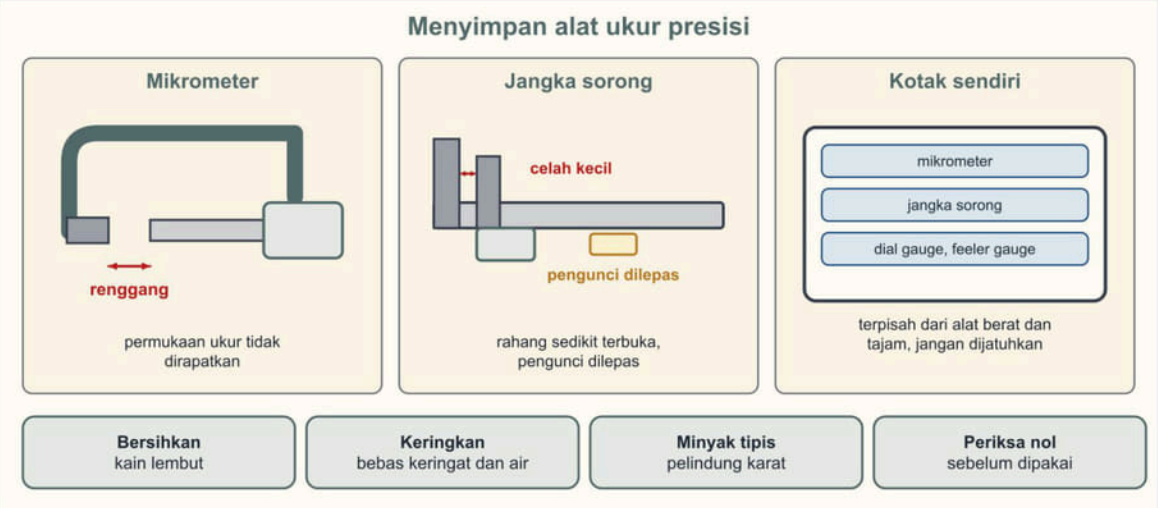
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- **Simpan di kotak pelindung**, tidak dicampur dengan kunci-kunci berat. Benturan dapat mengubah ketelitian.
- Jangan dipakai untuk **melonggarkan** baut kencang atau dipanjangkan dengan pipa.
- Jangan dijatuhkan. Bila terjatuh, ia harus **diperiksa dan dikalibrasi ulang** sebelum dipakai (sub bab 4.6).
- Jangan menyemprot atau merendamnya dengan pelarut karena dapat menghilangkan pelumas di mekanisme dalam.

Tipe jarum dijaga agar jarumnya menunjuk nol saat tidak dipakai, dan tipe digital dijaga baterainya.

4. Alat ukur presisi

Mikrometer, jangka sorong, dial gauge, dan feeler gauge dibuat dengan toleransi sangat kecil. Gambar 4.22 menunjukkan cara menyimpannya.



Gambar 4.22 Menyimpan alat ukur presisi: bersih, kering, berminyak tipis, permukaan ukur tidak dirapatkan, di dalam kotak. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Bersihkan** permukaan ukur dengan kain bersih yang lembut, tanpa bahan kasar. Keringkan dari keringat dan air.
- Beri **lapisan tipis minyak pelindung karat** pada permukaan logam yang disimpan lama.
- **Mikrometer:** landasan dan poros ukur **tidak dirapatkan** saat disimpan, tetapi dibiarkan sedikit renggang. Bila dirapatkan, perubahan suhu atau karat dapat menekan dan merusak permukaan ukur.
- **Jangka sorong:** rahang dibiarkan sedikit terbuka dan pengunci dilepas.
- **Dial gauge:** dilepas dari dudukannya, ujungnya tidak ditekan, dan spindelnya tidak diminyaki karena minyak menarik debu.
- **Feeler gauge:** dilap dan dikembalikan ke selongsongnya; bilah tidak dibengkokkan.
- Simpan dalam **kotak sendiri**, terpisah dari alat berat dan tajam, jangan dijatuhkan, dan jangan dipakai untuk menggores, mengungkit, atau menjepit.
- Hindari memegang lama alat yang sedang dipakai mengukur, karena panas tangan

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

memuaikan logam.

- **Periksa angka nol** sebelum dipakai.

5. Alat listrik

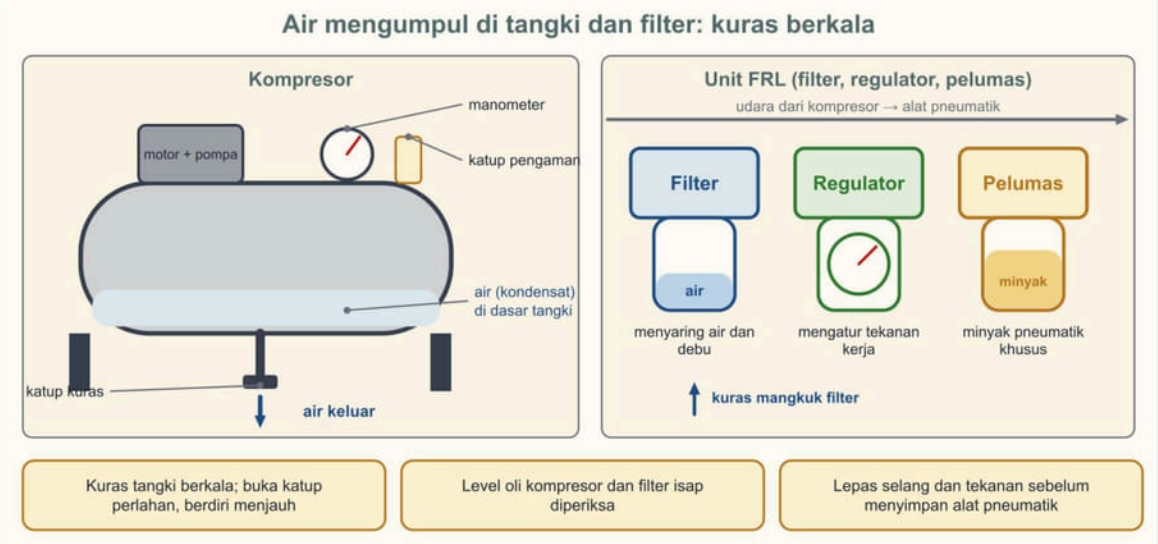
Alat listrik dirawat terutama pada **kabel, steker, dan lubang pendinginnya**:

- Periksa kabel dan steker **sebelum dan sesudah** dipakai: tidak retak, tidak terkelupas, tidak panas berlebihan.
- Gulung kabel dengan longgar tanpa menekuk tajam, dan **cabut steker dengan memegang badannya**, bukan menarik kabel.
- Bersihkan debu dari lubang ventilasi agar motor tidak terlalu panas.
- Ganti batu atau cakram yang aus, retak, atau kena benturan, dan jangan melepas pelindung.
- Simpan di tempat kering.

Bila kabel ditemukan retak dan **inti kawatnya terlihat**, alat itu berbahaya. Tindakan yang benar adalah **mencabut, menandainya rusak, dan melaporkannya**. Membungkus dengan selotip biasa bukan isolasi yang aman, sarung tangan tidak menjamin keselamatan, menyambung kawat tanpa isolasi tetap berbahaya, dan meminta orang lain memegang kabel hanya melibatkan orang lain pada bahaya yang sama.

6. Alat pneumatik dan kompresor

Udara yang dimampatkan kompresor selalu membawa **uap air**. Saat tekanan dan suhu berubah, uap itu mengembun menjadi air di dalam tangki, selang, dan alat. Air menyebabkan karat, melemahkan alat pneumatik, dan merusak segelnya. Itulah dasar semua perawatan sistem udara (Gambar 4.23).



Gambar 4.23 Air mengumpul di dasar tangki kompresor dan di filter unit FRL; keduanya dikuras berkala. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Kompresor:

- **Kuras tangki** secara teratur (umumnya setiap hari kerja atau setiap selesai pakai) lewat

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

katup kuras di dasar tangki. Ikuti manual: biasanya dilakukan dengan tekanan tangki rendah, katup dibuka perlahan, dan berdiri menjauhi aliran udara dan air.

- Periksa **level oli** kompresor dan **ganti sesuai jam operasi** dalam manual.
- Bersihkan **filter udara isap**, periksa sabuk dan sambungan, dan uji **katup pengaman** pada jadwalnya.

Alat pneumatik dan unit FRL: FRL adalah gabungan **filter** (menyaring air dan debu), **regulator** (mengatur tekanan), dan **pelumas** (memberi kabut minyak). Perawatannya:

- **Kuras air** dari mangkuk filter dan atur regulator tidak melebihi tekanan kerja alat.
- Isi pelumas dengan **minyak khusus alat pneumatik**. Minyak serbaguna atau semprotan penetrasi bukan pengganti karena cepat menguap atau merusak segel karet.
- Bila alat tidak memakai FRL, beberapa tetes minyak pneumatik dimasukkan lewat saluran masuk sebelum dipakai, sesuai petunjuk alat.
- Lepas selang dan tekanan sebelum menyimpan alat.

Alat pneumatik yang melemah biasanya karena: tekanan yang sampai ke alat rendah (regulator, selang terlalu kecil atau panjang, kebocoran), air atau kotoran di dalam, kekurangan minyak, atau saluran masuk tersumbat. Mekanisme dalam yang aus baru dicurigai setelah penyebab-penyebab itu diperiksa.

7. Peralatan besar bengkel

Dongkrak, jack stand, lift, dan press hidrolik ikut dirawat. Dongkrak diperiksa kebocoran oli dan dongkrak yang turun sendiri tidak dipakai. Jack stand diperiksa retak pada las, kaki bengkok, dan pengunci bergerigi yang aus. Lift diperiksa kabel baja, rantai, pelumasan, dan kunci pengamannya oleh petugas berwenang. Press diperiksa kebocoran dan levelnya. Alat-alat yang menahan beban ini tidak dipakai bila ada kerusakan, sekecil apa pun.

8. Jadwal perawatan

Perawatan akan terlupakan bila hanya mengandalkan ingatan. Karena itu bengkel menyusun **jadwal perawatan**: pekerjaan apa, pada alat apa, seberapa sering. Gambar 4.24 menunjukkan contoh tabelnya.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Contoh tabel perawatan alat dan jadwalnya

Alat	Pekerjaan	Kapan
Perkakas tangan	lap oli, periksa mulut kunci, soket, ujung obeng; kembalikan ke tempat	setiap selesai dipakai
Kunci momen	kembalikan ke skala terendah; simpan di kotak	setiap selesai dipakai; kalibrasi berkala
Mikrometer, jangka sorong	bersih, minyak tipis, tidak dirapatkan, di kotak	setiap selesai; periksa nol sebelum dipakai
Alat listrik	periksa kabel, steker, ventilasi	sebelum dan sesudah dipakai
Gerinda	periksa batu atau cakram, pelindung, jarak penyangga	setiap pemakaian
Kompresor (tangki)	kuras air dari tangki	setiap hari kerja
Kompresor (oli dan filter)	periksa level oli; bersihkan filter isap; ganti oli	mingguan; ganti menurut jam (manual)
FRL dan alat pneumatik	kuras mangkuk filter; isi minyak pneumatik	harian; sesuai petunjuk alat
Dongkrak, jack stand, lift	periksa bocor, retak, pengunci, kabel	sebelum dipakai; berkala oleh petugas

Selang pada tabel hanya contoh. Pekerjaan dan selang yang berlaku mengikuti manual tiap alat dan kebijakan bengkel.

Gambar 4.24 Contoh tabel perawatan alat dan jadwalnya (selang ikuti manual masing-masing alat). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Jadwal dapat berdasar **waktu** (harian, mingguan, bulanan) atau **pemakaian** (jam, jumlah pemakaian). Cara menyusun dan memeriksa jadwal, termasuk kalibrasi, dibahas di sub bab 4.6.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Menentukan cara menyimpan tiga alat

Setelah praktik, siswa harus menyimpan: (a) dial gauge beserta dudukan magnetiknya; (b) feeler gauge; (c) soket impact yang berlumur oli. Tentukan cara menyimpan masing-masing.

Langkah:

1. (a) Dial gauge dilepas dari dudukannya, ujungnya tidak ditekan, tidak diminyaki pada spindel, lalu disimpan di kotak sendiri. Dudukan magnetik disimpan terpisah.
2. (b) Feeler gauge dilap, diberi lapisan minyak tipis, bilahnya tidak dibengkokkan, lalu dikembalikan ke selongsongnya.
3. (c) Soket impact dilap bersih dari oli, dikeringkan, lalu diletakkan pada tempatnya berurutan ukuran.

Jawaban: (a) dilepas dari dudukan dan disimpan di kotak dengan ujung tidak tertekan; (b) dilap, diminyaki tipis, dan dikembalikan ke selongsong; (c) dilap, dikeringkan, dan diletakkan pada tempatnya.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Contoh 2: Menentukan sebab impact wrench pneumatik lemah

Impact wrench pneumatik yang kemarin kuat kini lemah. Udara dari selang terasa lembap, mangkuk filter FRL berisi air, dan pelumas FRL hampir kosong. Tekanan pada regulator normal saat alat tidak bekerja. Apa penyebabnya dan urutan perbaikannya?

Langkah:

1. Air di mangkuk filter menunjukkan kondensat yang tidak dikuras: air menyebabkan karat dan melemahkan alat.
2. Pelumas hampir kosong: gesekan di dalam alat meningkat.
3. Urutan: kuras air di filter, isi pelumas dengan minyak khusus pneumatik, periksa selang dan sambungan dari kebocoran.
4. Bila tetap lemah, mekanisme di dalam alat mungkin aus dan diserahkan kepada teknisi.

Jawaban: sebabnya air yang tidak dikuras dan kurang pelumas; kuras air, isi minyak pneumatik, periksa kebocoran, baru curigai mekanisme aus.

Contoh 3: Menyusun jadwal perawatan

Tempatkan pekerjaan berikut pada jadwal yang paling sesuai: (a) menguras tangki kompresor; (b) memeriksa kabel dan steker alat listrik; (c) memeriksa level oli kompresor; (d) menguji katup pengaman kompresor; (e) mengembalikan kunci momen ke skala terendah.

Langkah:

1. (a) Air terus terbentuk selama dipakai: harian atau setiap selesai pakai.
2. (b) Kerusakan kabel bisa terjadi kapan saja: sebelum dan sesudah dipakai.
3. (c) Level oli turun perlahan: mingguan.
4. (d) Uji pengaman sebagai keselamatan: berkala sesuai manual (misalnya beberapa bulan sekali).
5. (e) Pegas kunci momen tidak boleh tertekan lama: setiap selesai dipakai.

Jawaban: (a) harian; (b) sebelum dan sesudah dipakai; (c) mingguan; (d) berkala sesuai manual; (e) setiap selesai dipakai.

Contoh 4: Menilai alat sebelum dipakai

Sebelum praktik, siswa menemukan: kunci pas yang mulutnya melebar, soket yang dinding sampingnya retak, obeng min yang ujungnya membulat, kepala palu yang longgar, dan ratchet yang bunyi kliknya macet. Mana yang boleh langsung dipakai?

Langkah:

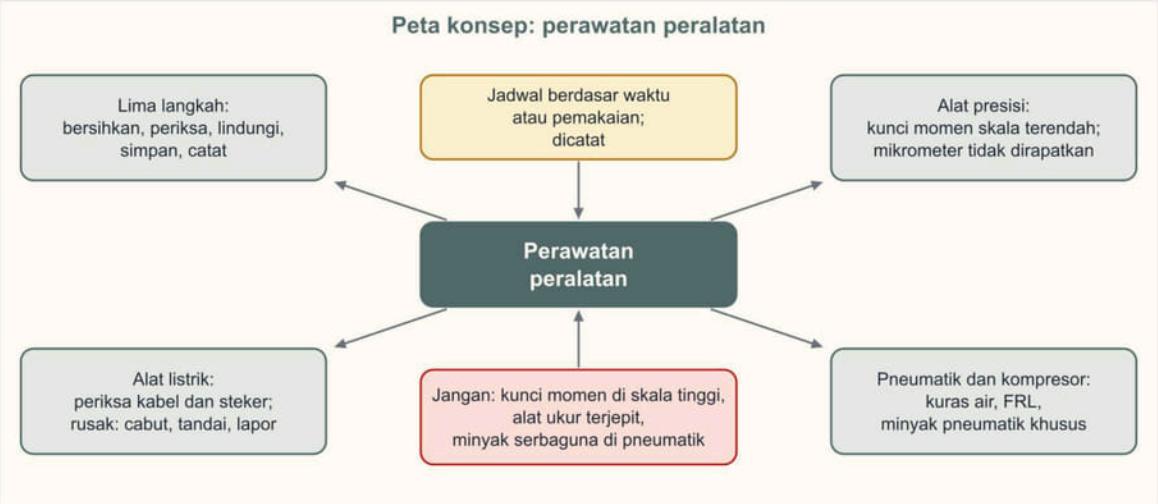
1. Mulut kunci melebar akan selip dan membulatkan baut: tidak dipakai.
2. Soket retak dapat pecah saat diberi torsi: tidak dipakai.
3. Ujung obeng membulat mudah lepas dari alur sekrup: tidak dipakai.
4. Kepala palu longgar dapat terlepas dan terlempar: tidak dipakai.
5. Ratchet macet tidak dapat menahan arah putaran dengan baik: tidak dipakai sampai diperbaiki.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Jawaban: tidak ada yang boleh langsung dipakai. Semuanya ditandai rusak dan dilaporkan untuk diperbaiki atau diganti.

❖ PETA KONSEP

Ringkasan sub bab ini terlihat pada Gambar 4.25.



Gambar 4.25 Peta konsep sub bab 4.5. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- Perawatan: bersihkan, periksa, lindungi atau lumasi, simpan, catat; alat rusak dicabut, ditandai, dilaporkan.
- Kunci momen disimpan di skala terendah dan di kotaknya; bila jatuh, kalibrasi ulang.
- Mikrometer dan jangka sorong disimpan bersih, tipis minyak, permukaan ukur tidak dirapatkan, di kotak sendiri.
- Alat listrik: periksa kabel dan steker; cabut steker dari badannya; kabel retak berarti jangan dipakai.
- Kompresor: kuras tangki berkala; FRL: kuras filter dan isi minyak pneumatik khusus.
- Jadwal perawatan berdasar waktu atau pemakaian, dan dicatat.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Soal perawatan umumnya memuat beberapa pernyataan tentang cara membersihkan atau menyimpan alat. Gunakan langkah berikut.

1. **Tanyakan apa yang dilindungi:** ketelitian, keselamatan, atau umur alat.
2. **Cocokkan dengan sifat alat:** pegas (kunci momen), permukaan ukur (mikrometer), air (pneumatik), isolasi (listrik).
3. **Periksa pernyataan yang tampak rajin tetapi merusak:** "disimpan kencang agar tidak bergerak", "diberi minyak serbaguna", "dipakai dulu karena mendesak".

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

4. **Alat rusak: pilih cabut, tandai, laporkan,** bukan diperbaiki sendiri secara darurat.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Kunci momen disimpan pada skala tinggi** agar pegas "tetap kuat".
- **Alat ukur disimpan rapat terjepit,** atau disimpan basah.
- **Pelumas serbaguna dimasukkan ke alat pneumatik.**
- **Tangki kompresor tidak dikuras** karena "tidak terlihat ada air".
- **Alat dengan kabel retak dibungkus selotip** lalu dipakai.
- **Alat ukur disimpan bersama kunci berat** di laci yang sama.
- **Menghapus perawatan dari catatan** karena "sudah tahu sendiri".
- **Alat dipakai sampai rusak** baru dirawat.

> Contoh salah tafsir: pada soal tentang menyimpan kunci momen tipe klik sebelum bengkel libur dua minggu, seorang siswa memilih "setelan tertinggi agar pegasnya tetap kuat". Padahal pegas yang tertekan lama justru melemah dan ketelitian kunci berubah. Jawaban yang tepat menyimpannya pada setelan terendah di kotak pelindungnya.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menggambarkan siswa yang harus membersihkan dan menyimpan beberapa alat sebelum bengkel libur. Perhatikan alasan tiap cara menyimpan benar atau salah.

►. Setelah praktik selesai (2027), siswa harus membersihkan dan menyimpan kunci momen tipe klik, jangka sorong, dan kunci-kunci logam lain. Bengkel akan libur dua minggu. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Cara penyimpanan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Menyimpan kunci momen tipe klik pada setelan terendah di kotaknya.
☐ B. Menyimpan kunci momen pada setelan tertinggi agar pegasnya tetap kuat.
☐ C. Membersihkan sisa oli dan gemuk dari kunci-kunci sebelum disimpan di tempatnya.
☐ D. Mengembalikan setiap alat ke tempat yang sudah ditentukan agar kelengkapannya mudah diperiksa.
☐ E. Menyimpan kunci momen di laci bersama kunci-kunci berat tanpa kotak pelindungnya.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Pembahasan **Kunci: A, C, D**

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Peralatan dibersihkan sebelum disimpan, dilumasi tipis bila disimpan lama, dan alat ukur disimpan dalam kondisi yang menjaga ketelitiannya (kunci momen di setelan terendah, rahang jangka sorong sedikit terbuka).

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Pegas di dalam kunci momen tidak tertekan lama sehingga ketelitiannya terjaga.
• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: pegas yang tertekan lama justru melemah sehingga ketelitian kunci momen berubah.
• **Pernyataan 3** ✓ Kotoran berminyak menarik debu dan membuat alat licin saat dipakai.
• **Pernyataan 4** ✓ Tempat tetap memudahkan pemeriksaan alat yang hilang atau rusak.
• **Pernyataan 5** ✗ Benturan dengan alat berat dapat merusak mekanisme dan mengubah ketelitian kunci momen.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 4.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk tiap soal, tulis dulu bagian alat yang perlu dilindungi.

1. Setelah praktik pengukuran (2027), Lusi bertugas membersihkan dan menyimpan kunci momen tipe klik, mikrometer luar, dan jangka sorong.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Kunci momen tipe klik disimpan setelah skalanya diputar ke nilai terendah agar pegas di dalamnya tidak terus tertekan.	○	○
Mikrometer dibersihkan dari oli dan debu, lalu disimpan di kotaknya dengan spindel dan landasan sedikit renggang.	○	○
Jangka sorong yang terkena oli dicuci dengan air sabun, lalu langsung disimpan di kotaknya selagi basah agar tidak tergores.	○	○

2. Sebuah alat penjepit di bengkel memakai silinder pneumatik kerja ganda yang harus mendorong dan menarik batang dengan udara bertekanan (2027). Siswa diminta memilih jenis katup arah untuk mengendalikannya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Katup yang paling tepat adalah ....

A. katup 3/2 saja, karena cukup mengatur satu saluran udara
B. katup 5/2 atau 4/2, karena mengalirkan udara ke kedua sisi
C. katup satu arah, karena hanya mengizinkan udara mengalir ke satu sisi
D. katup pelepas tekanan, karena menjaga tekanan udara tetap
E. tidak perlu katup, karena silinder bergerak sendiri oleh pegas

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Kunci singkat: 1. 1B 2B 3S 2. B

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menjelaskan dengan kata-katamu sendiri mengapa kunci momen tipe klik disimpan pada skala terendah dan mengapa mikrometer tidak disimpan dalam keadaan rapat?
- Mengapa tangki kompresor dan mangkuk filter FRL perlu dikuras, dan apa yang dilakukan bila kabel alat listrik retak?
- **Yang harus kuingat:** bersihkan, periksa, lindungi, simpan, catat; kunci momen di skala terendah; alat ukur tidak dirapatkan; air dikuras; alat rusak dicabut, ditandai, dilaporkan.



Latihan interaktif di LMS

Sub bab 4.5: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkto&node=SMKTO-4.5

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 4.6 · Kalibrasi, jadwal, dan catatan perawatan alat

SMKTO-4.6

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu memahami **kalibrasi, jadwal, dan catatan perawatan alat**. Soalnya hampir selalu berupa tabel atau kartu yang berisi tanggal, jumlah pemakaian, dan hasil uji beberapa alat, lalu kamu diminta menentukan alat mana yang boleh dipakai, kapan jadwal berikutnya, atau pernyataan mana yang benar. Yang diuji bukan hafalan istilah, melainkan **ketelitian membaca aturan dan menghitung**: kata "atau" dan "dan", batas simpangan, dan tanggal jatuh tempo.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan arti kalibrasi dan membedakannya dari pemeriksaan harian dan penyetelan;
- menghitung simpangan alat terhadap acuan dan menilai apakah alat lolos batas simpangan;
- menentukan jadwal berikutnya dari interval waktu, interval pemakaian, atau gabungan keduanya;
- menyebut isi kartu perawatan dan fungsi catatan;
- menentukan tindakan terhadap alat yang jatuh, terbentur, atau sudah lewat jatuh tempo.

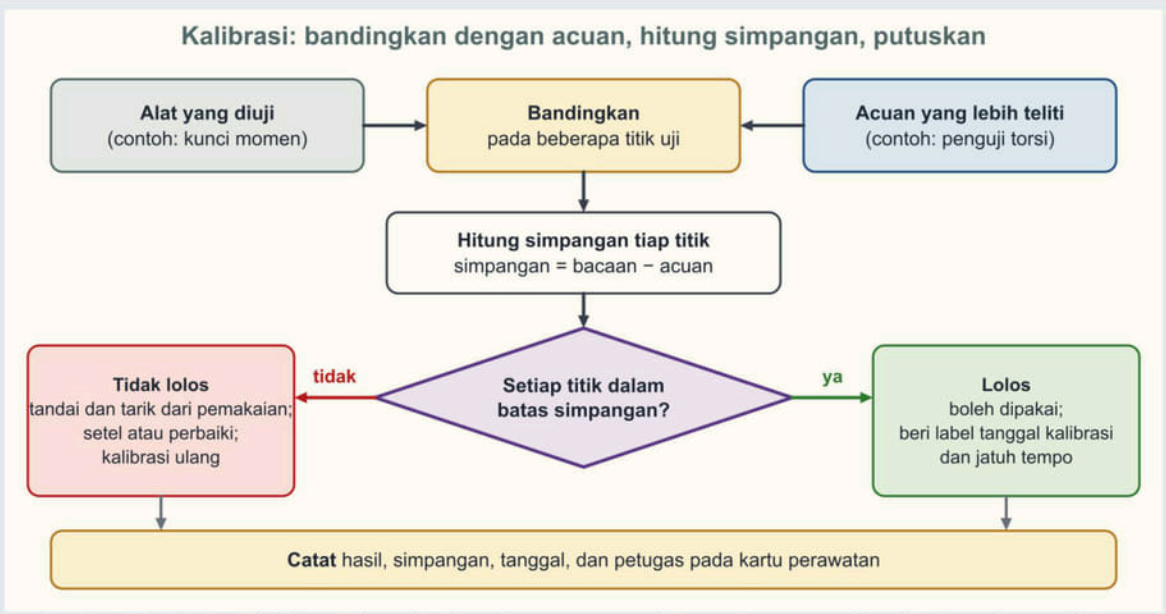
◆ KONSEP INTI

Sebuah alat ukur yang meleset diam-diam lebih berbahaya daripada alat yang jelas rusak. Kunci momen yang menunjukkan 100 Nm padahal sebenarnya memberi 115 Nm membuat setiap baut yang dikencangkannya meregang tanpa ada yang tahu. Mikrometer yang bergeser nolnya membuat piston baik dianggap aus. Karena itu, ketelitian alat harus **dibuktikan secara berkala**, dan itulah fungsi kalibrasi.

1. Apa itu kalibrasi?

Kalibrasi adalah kegiatan membandingkan penunjukan sebuah alat dengan sebuah **acuan** (standar) yang lebih teliti dan nilainya diketahui, lalu **mencatat selisihnya**. Gambar 4.26 menunjukkan alurnya.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 4.26 Prinsip kalibrasi: bandingkan dengan acuan, hitung simpangan, bandingkan dengan batas, ambil keputusan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Contoh acuan untuk alat bengkel:

- **blok ukur** (potongan baja dengan ukuran sangat tepat) untuk mikrometer dan jangka sorong;
- **penguji torsi** untuk kunci momen;
- **pengukur tekanan acuan** untuk manometer dan pengukur tekanan ban;
- **sumber tegangan acuan** untuk multimeter.

Acuan itu sendiri harus **dapat ditelusuri** ke standar yang lebih tinggi. Sebuah bengkel sering mengirim alat ke laboratorium kalibrasi yang diakui (misalnya terakreditasi menurut SNI ISO/IEC 17025) dan menerima sertifikat hasilnya, atau memeriksa alat dengan standar yang sudah dikalibrasi laboratorium.

Tiga istilah yang sering tertukar:

- **Kalibrasi:** membandingkan dan mencatat. Alat tidak berubah.
- **Penyetelan** (*adjustment*): mengubah alat agar penunjukannya sesuai acuan. Setelah disetel, alat dikalibrasi ulang.
- **Pemeriksaan harian** (verifikasi cepat): uji singkat sebelum dipakai, misalnya mikrometer ditutup untuk melihat angka nol, atau kunci momen dibandingkan dengan alat uji pada satu titik. Ini bukan pengganti kalibrasi berkala.

Alat yang **mengukur sesuatu** perlu dikalibrasi, misalnya kunci momen, mikrometer, jangka sorong, dial gauge, manometer, penguji kompresi, pengukur tekanan ban, dan multimeter. Alat yang tidak mengukur, seperti kunci biasa, obeng, atau palu, tidak dikalibrasi, tetapi kondisinya tetap diperiksa dan dirawat (sub bab 4.5). Alat ukur diuji pada **beberapa titik** di sepanjang rentang kerjanya, misalnya di bagian bawah, tengah, dan atas rentang, karena penyimpangan dapat berbeda pada tiap titik. Alat yang hanya benar pada satu titik belum tentu benar pada titik lain.

Pentingnya kalibrasi terlihat dari akibatnya. Spesifikasi sebuah baut penting adalah 100 Nm. Bila kunci momen memiliki simpangan +15 %, kunci akan berbunyi klik pada setelan 100 Nm, tetapi torsi yang sebenarnya diterima baut adalah 100 × 1,15 = **115 Nm**, sehingga baut meregang melebihi rancangan. Sebaliknya, simpangan −15 % memberi torsi sebenarnya 100 × 0,85 = **85 Nm**, sehingga baut dapat kendor di jalan. Kesalahan itu tidak tampak dari luar, dan hanya perbandingan dengan acuan yang dapat mengungkapnya.

2. Simpangan dan batas simpangan

Pada kalibrasi, alat diuji pada beberapa titik. Untuk tiap titik dihitung:

simpangan = bacaan alat − nilai acuan

Simpangan dapat positif (alat membaca terlalu tinggi) atau negatif (terlalu rendah). Pabrik atau bengkel menetapkan **batas simpangan** yang diizinkan, ditulis misalnya ±0,2 bar atau ±4 %. Alat **lolos** bila **setiap titik** uji berada dalam batas, yaitu besar simpangannya (tanpa melihat tanda) tidak melebihi batas. **Satu titik di luar batas sudah cukup membuat alat tidak lolos**, walaupun titik lain baik dan walaupun rata-ratanya kecil. Rata-rata tidak boleh

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

menutupi titik yang melewati batas, karena alat dipakai pada titik tertentu, bukan pada rata-ratanya.

Gambar 4.27 menunjukkan dua tabel hasil banding terhadap acuan, satu lolos dan satu tidak.

Hasil banding terhadap acuan: setiap titik harus dalam batas

A. Pengukur tekanan oli
batas simpangan ±0,2 bar

Acuan	Bacaan	Simpangan	Status
2,0 bar	2,1 bar	**+0,1 bar**	dalam batas
5,0 bar	5,1 bar	**+0,1 bar**	dalam batas
8,0 bar	7,9 bar	**−0,1 bar**	dalam batas

LOLOS: semua titik dalam batas

Simpangan boleh negatif; yang dinilai besarnya, tanpa tanda.

B. Multimeter (tegangan DC)
batas simpangan ±0,10 V

Acuan	Bacaan	Simpangan	Status
5,00 V	5,02 V	**+0,02 V**	dalam batas
12,00 V	12,08 V	**+0,08 V**	dalam batas
24,00 V	24,15 V	**+0,15 V**	di luar batas

TIDAK LOLOS: ada titik di luar batas

Rata-rata simpangan hanya +0,08 V, tetapi titik 24,00 V melewati batas: tidak lolos.

Simpangan = bacaan − acuan. Bila batas dalam persen, ubah dulu ke nilai pada tiap titik. (Data fiktif.)

Gambar 4.27 Contoh tabel hasil banding terhadap acuan: alat lolos bila semua titik dalam batas simpangan (data fiktif). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Bila batas dinyatakan dalam persen, hitung dulu batas pada tiap titik. Misalnya batas ±4 % pada titik 100 Nm berarti ±4 Nm, sedangkan pada titik 40 Nm berarti ±1,6 Nm. Alat yang tidak lolos disetel atau diperbaiki lalu dikalibrasi ulang, atau dinyatakan tidak layak dan dipensiunkan. Selama itu, alat **ditandai dan tidak dipakai** untuk pekerjaan yang bergantung pada ketelitiannya.

3. Interval kalibrasi dan perawatan

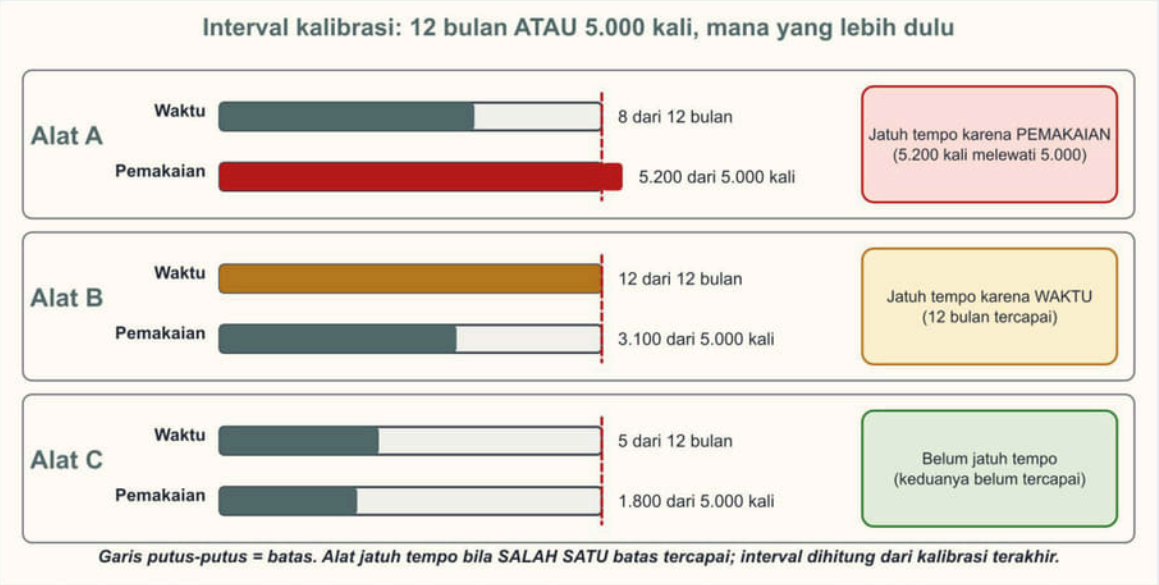
Berapa sering alat dikalibrasi atau dirawat? Jawabannya ditetapkan sebagai **interval**, dan ada dua dasar:

- **Interval waktu:** misalnya setiap 12 bulan atau setiap 6 bulan.
- **Interval pemakaian:** misalnya setiap 5.000 kali pemakaian atau setiap 500 jam jalan.

Banyak aturan memakai **keduanya sekaligus** dengan kata "atau": "setiap 12 bulan **atau** 5.000 kali pemakaian, **mana yang lebih dulu tercapai**". Kata "atau" di sini berarti **salah satu** yang tercapai lebih dulu sudah cukup untuk memicu kalibrasi. Kata "dan" berarti keduanya harus tercapai, tetapi untuk keselamatan aturan lazimnya memakai "atau" agar alat yang sering dipakai tidak menunggu terlalu lama, dan alat yang jarang dipakai tidak lupa dicek.

Gambar 4.28 menunjukkan tiga alat dengan aturan "12 bulan atau 5.000 kali".

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 4.28 Interval kalibrasi berdasarkan waktu atau pemakaian: yang lebih dulu mencapai batas menentukan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Mengapa dipakai dua dasar? Alat yang **sering dipakai** aus lebih cepat, sehingga interval pemakaian menjaganya agar tidak menunggu terlalu lama. Alat yang **jarang dipakai** tetap menua karena karat, perubahan suhu, dan pegas yang lelah, sehingga interval waktu menjaganya agar tidak terlupakan di dalam lemari. Dengan memakai keduanya, alat yang sibuk maupun yang jarang disentuh sama-sama terjamin. Prinsip yang sama berlaku untuk perawatan seperti mengganti oli kompresor: dasarnya jam jalan, bukan tanggal.

Dua kesalahan yang sering terjadi dalam menghitung jadwal:

1. **Menghitung dari tanggal beli.** Interval dihitung dari **tanggal pekerjaan terakhir**, yaitu kalibrasi atau perawatan terakhir, bukan dari tanggal alat dibeli.
2. **Hanya memeriksa satu dasar.** Bila aturan memuat waktu dan pemakaian, **periksa keduanya** dan ambil yang lebih dulu jatuh tempo.

Cara menghitung:

- **Dari tanggal:** jatuh tempo = tanggal terakhir + interval. Contoh: dikalibrasi terakhir 18 Oktober 2026 dengan interval 12 bulan, maka jatuh tempo **18 Oktober 2027**.
- **Dari pemakaian atau jam:** jatuh tempo = angka terakhir + interval. Contoh: oli diganti pada jam ke-1.200 dengan interval 500 jam, maka jatuh tempo pada jam ke-1.700.
- **Dari jam menjadi waktu:** bagi sisa jam dengan jam kerja per hari atau minggu. Sisa 140 jam pada alat yang bekerja 30 jam per minggu sama dengan 140 ÷ 30 ≈ 4,7 minggu.

Alat dianggap **terlambat** bila hari ini sudah melewati jatuh tempo, baik tanggal maupun pemakaiannya. Alat yang terlambat tidak dipakai untuk pekerjaan yang bergantung pada ketelitiannya sampai dikalibrasi.

4. Kartu perawatan dan catatan

Setiap alat penting memiliki **kartu perawatan** atau catatan yang menyimpan riwayatnya. Gambar 4.29 menunjukkan contohnya.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Contoh kartu perawatan alat (data fiktif)

KARTU PERAWATAN ALAT

Nama alat	Kunci momen tipe klik	Kode inventaris	KM-07
Lokasi	Bengkel otomotif	Interval	**12 bulan atau 5.000 pemakaian, mana yang lebih dulu**

Tanggal	Pekerjaan	Hasil	Pemakaian sejak kalibrasi	Petugas	Jadwal berikut
18 Okt 2026	Kalibrasi	lolos (simpangan terbesar +2,1 %)	0	Petugas A	18 Okt 2027 atau 5.000 kali
12 Jan 2027	Periksa harian setelah jatuh	di luar batas; ditarik dari pemakaian	1.250	Petugas B	kalibrasi ulang segera
14 Jan 2027	Kalibrasi ulang setelah disetel	lolos (simpangan terbesar +1,8 %)	0 (dihitung ulang)	Petugas A	14 Jan 2028 atau 5.000 kali

LABEL PADA ALAT: KM-07 | Dikalibrasi 14-01-2027 | Jatuh tempo 14-01-2028

Catatan diisi oleh yang mengerjakan, tidak dihapus atau diisi belakangan

Gambar 4.29 Contoh kartu perawatan alat: identitas, interval, dan riwayat pekerjaan (data fiktif). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Isi kartu yang baik:

- **identitas alat:** nama, kode inventaris, lokasi;
- **interval** yang ditetapkan (waktu dan atau pemakaian);
- **riwayat:** tanggal, pekerjaan yang dilakukan, hasil (angka uji, simpangan), jumlah pemakaian atau jam saat itu, nama petugas;
- **jadwal berikutnya** dan **temuan** (misalnya alat pernah jatuh atau diganti bagiannya).

Selain kartu, alat diberi **label status** yang menyebut tanggal kalibrasi dan jatuh tempo agar siapa pun dapat melihatnya sebelum memakai alat. Catatan berfungsi sebagai **bukti** bahwa alat layak dipakai, sebagai **pengingat jadwal**, dan sebagai **bahan analisis** bila alat sering bermasalah. Catatan tidak diisi belakangan dari ingatan, tidak dihapus untuk menutupi kesalahan, dan diisi oleh orang yang melakukan pekerjaannya.

5. Alat yang jatuh, terbentur, atau diragukan

Jadwal adalah batas **terlambat**, bukan izin untuk menunggu. Ada kejadian yang membuat alat harus diperiksa **segera**, walaupun belum jatuh tempo:

- **Alat jatuh atau terbentur keras**, terutama kunci momen, mikrometer, dial gauge, dan manometer. Alat tampak utuh belum berarti penunjukannya benar.
- **Alat terendam air, terkena panas berlebih, atau dipakai melebihi rentang ukurnya.**
- **Hasil pemeriksaan harian di luar batas** atau hasil ukur yang aneh.

Tindakannya: **tarik dari pemakaian, tandai, periksa ulang dengan acuan atau kalibrasi ulang,** catat kejadiannya di kartu, dan pakai kembali hanya setelah dinyatakan lolos. Memakai alat yang sudah jatuh "karena masih terlihat baik" adalah jebakan yang sering muncul pada soal.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

▣ CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Menentukan alat yang sudah jatuh tempo

Aturan kalibrasi mikrometer: setiap 12 bulan atau 8.000 kali pemakaian, mana yang lebih dulu. Sebuah mikrometer dikalibrasi terakhir pada 18 Oktober 2026. Pada 20 Juni 2027 tercatat 8.300 kali pemakaian sejak kalibrasi. Apakah mikrometer itu boleh dipakai?

Langkah:

1. Periksa waktu: jatuh tempo 12 bulan = 18 Oktober 2027. Pada 20 Juni 2027 belum tercapai.
2. Periksa pemakaian: 8.300 kali melebihi 8.000 kali, sehingga batas pemakaian sudah tercapai.
3. Kata "mana yang lebih dulu" berarti salah satu sudah cukup memicu kalibrasi.

Jawaban: tidak boleh dipakai untuk pekerjaan yang bergantung ketelitiannya; sudah jatuh tempo karena pemakaian walaupun waktunya belum tercapai. Mikrometer dikalibrasi lebih dulu.

Contoh 2: Menilai apakah alat lolos

Sebuah kunci momen diuji dengan penguji torsi. Batas simpangan ±4 %. Pada setelan 40 Nm terukur 41,0 Nm; pada setelan 70 Nm terukur 72,0 Nm; pada setelan 100 Nm terukur 104,5 Nm. Apakah kunci momen lolos?

Langkah:

1. Hitung batas tiap titik: 4 % × 40 = 1,6 Nm; 4 % × 70 = 2,8 Nm; 4 % × 100 = 4,0 Nm.
2. Hitung simpangan: 41,0 − 40 = +1,0 Nm; 72,0 − 70 = +2,0 Nm; 104,5 − 100 = +4,5 Nm.
3. Bandingkan: 1,0 < 1,6 (lolos); 2,0 < 2,8 (lolos); 4,5 > 4,0 (tidak lolos).
4. Satu titik di luar batas sudah menggagalkan alat.

Jawaban: tidak lolos. Titik 100 Nm melebihi batas, jadi kunci momen ditandai, disetel atau diperbaiki, lalu dikalibrasi ulang sebelum dipakai.

Contoh 3: Menghitung jadwal dari jam kerja

Kompresor bengkel dipakai rata-rata 5 jam per hari, 6 hari per minggu. Oli diganti setiap 500 jam, dan terakhir diganti pada jam ke-1.200. Penghitung jam kini menunjukkan 1.560 jam. Kapan jadwal berikutnya, dan kira-kira berapa minggu lagi?

Langkah:

1. Jadwal berikutnya: 1.200 + 500 = jam ke-1.700.
2. Sisa jam: 1.700 − 1.560 = 140 jam.
3. Jam kerja per minggu: 5 × 6 = 30 jam.
4. Sisa waktu: 140 ÷ 30 ≈ 4,7 minggu.

Jawaban: jam ke-1.700, kira-kira 4,7 minggu lagi (kurang dari lima minggu). Jadwal penggantian sebaiknya disiapkan dalam waktu sekitar empat minggu.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Contoh 4: Tindakan terhadap alat yang jatuh

Sebuah kunci momen terjatuh dari meja ke lantai beton. Kunci tampak utuh dan baru dikalibrasi tiga bulan lalu (interval 12 bulan). Seorang siswa menyatakan boleh dipakai karena belum jatuh tempo. Apa tindakan yang benar?

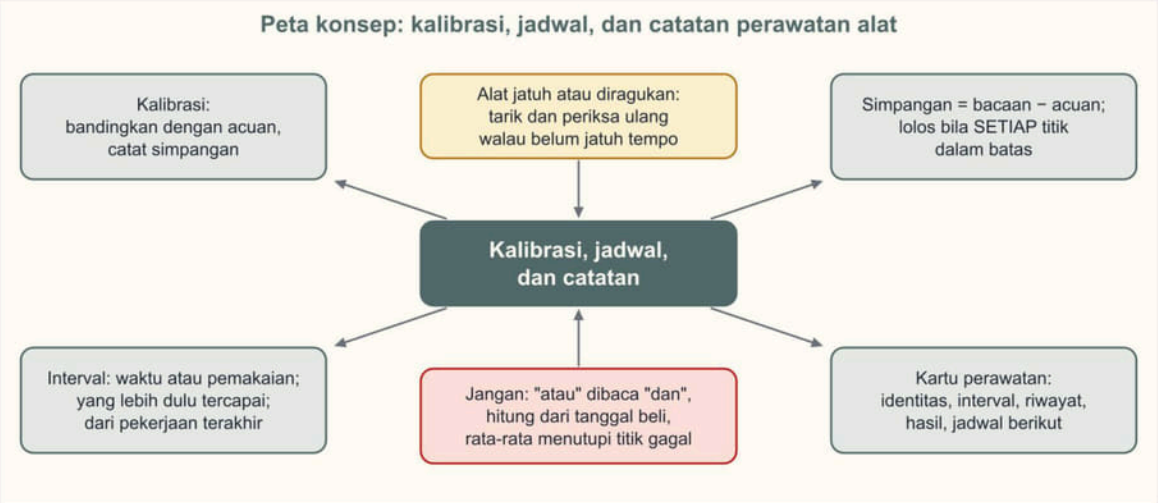
Langkah:

1. Jatuh dapat menggeser mekanisme dan pegas di dalam, walaupun luarnya utuh.
2. Jadwal kalibrasi adalah batas terlambat, bukan jaminan kondisi alat setelah kejadian.
3. Alat ditarik, ditandai, lalu dibandingkan dengan penguji torsi atau dikalibrasi ulang.
4. Kejadian dan hasilnya dicatat pada kartu.

Jawaban: tidak boleh langsung dipakai. Kunci momen ditarik dan diuji ulang terhadap acuan lebih dulu; dipakai kembali hanya bila lolos, dan kejadiannya dicatat.

❖ PETA KONSEP

Ringkasan sub bab ini terlihat pada Gambar 4.30.



Gambar 4.30 Peta konsep sub bab 4.6. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- Kalibrasi = membandingkan alat dengan acuan yang lebih teliti dan mencatat simpangannya.
- Simpangan = bacaan − acuan; alat lolos bila setiap titik dalam batas, bukan rata-ratanya.
- Interval berdasar waktu atau pemakaian; "atau" berarti yang lebih dulu tercapai menentukan.
- Jatuh tempo = pekerjaan terakhir + interval; bukan dihitung dari tanggal beli.
- Kartu perawatan memuat identitas, interval, riwayat, hasil, dan jadwal berikutnya.
- Alat yang jatuh atau hasilnya meragukan ditarik dan diperiksa ulang walaupun belum jatuh tempo.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Soal kalibrasi dan jadwal umumnya berupa tabel dengan beberapa alat. Gunakan langkah berikut.

1. **Baca aturan dengan teliti:** tanda "atau" atau "dan", satuan interval, dan batas simpangan.
2. **Hitung tiap alat satu per satu,** pada waktu dan pemakaian sekaligus.
3. **Pada soal simpangan, hitung tiap titik** dan bandingkan dengan batas titik itu.
4. **Cari kata kunci kejadian:** jatuh, terbentur, hasil aneh, lewat jatuh tempo.

Jebakan yang sering dipasang:

- **"Atau" dibaca "dan"** sehingga alat yang pemakaiannya sudah melebihi batas dianggap aman karena waktunya belum tercapai.
- **Interval dihitung dari tanggal beli.**
- **Rata-rata simpangan dipakai untuk menilai lolos.**
- **Hasil uji tepat nol dianggap alat boleh dipakai** padahal masa kalibrasinya sudah lewat.
- **Alat jatuh tetap dipakai** karena masih tampak utuh.
- **Tanda simpangan diabaikan** atau batas persen tidak diubah menjadi nilai.
- **Catatan perawatan diisi belakangan** atau tidak diisi.
- **Satuan tidak disamakan** (minggu dengan jam, bulan dengan tanggal).

> Contoh salah tafsir: pada soal tentang alat yang harus dikalibrasi "setiap 6 bulan atau 2.000 kali pemakaian", seorang siswa menyatakan alat yang baru dipakai 2.300 kali dalam empat bulan masih boleh dipakai karena belum enam bulan. Padahal "atau" berarti yang lebih dulu tercapai menentukan, dan batas pemakaian sudah terlewati. Jawaban yang tepat menyatakan alat itu sudah wajib dikalibrasi.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menyajikan beberapa kunci momen dengan aturan "atau" dan hasil uji. Perhatikan bagaimana tiap alat diperiksa pada tiga syarat satu per satu.

►. Aturan bengkel menetapkan kunci momen harus dikalibrasi setiap 12 bulan atau setiap 5.000 kali pemakaian, mana yang lebih dulu tercapai. Pada uji harian di setelan 50 Nm, simpangan maksimum yang diizinkan adalah ±2 Nm. Data pada 15 Maret 2027:

Kode	Kalibrasi terakhir	Pemakaian sejak kalibrasi	Hasil uji di 50 Nm
KM-1	10 Mei 2026	3.200 kali	51 Nm
KM-2	2 Februari 2026	2.100 kali	50 Nm
KM-3	20 Agustus 2026	5.400 kali	49 Nm
KM-4	5 Januari 2027	800 kali	53 Nm

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Kunci momen yang boleh dipakai hari itu adalah ....

A. KM-1 saja
B. KM-1 dan KM-2
C. KM-1 dan KM-3
D. KM-2 dan KM-4
E. KM-1 dan KM-4

Pembahasan **Kunci: A**

Konsep: Alat ukur boleh dipakai hanya bila semua syarat terpenuhi: masa kalibrasi belum lewat, batas pemakaian belum tercapai, dan hasil uji masih dalam toleransi.

Langkah:
1. KM-1: 10 bulan, 3.200 kali, simpangan 1 Nm → memenuhi semua.
2. KM-2: lebih dari 13 bulan → lewat batas waktu.
3. KM-3: 5.400 kali → lewat batas pemakaian.
4. KM-4: simpangan 3 Nm → di luar ±2 Nm.

Analisis setiap opsi:
- **A.** ✓ Hanya KM-1 yang memenuhi ketiga syarat.
- **B.** ✗ Jebakan: hasil uji KM-2 tepat 50 Nm, tetapi masa kalibrasinya sudah lewat 12 bulan.
- **C.** ✗ KM-3 hasil ujinya baik, tetapi pemakaiannya sudah lebih dari 5.000 kali.
- **D.** ✗ KM-2 lewat masa kalibrasi dan KM-4 simpangannya 3 Nm.
- **E.** ✗ KM-4 baru dikalibrasi, tetapi simpangannya 3 Nm melebihi batas ±2 Nm.

Jawaban: A.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk tiap soal, tulis dulu aturan intervalnya dan hitung tiap alat.

1. Kartu perawatan kompresor udara bengkel pada 20 Mei 2027 tercatat seperti berikut. Penghitung jam kompresor hari itu menunjukkan 1.540 jam.

Pekerjaan	Jadwal	Terakhir dikerjakan
Membuang air di tangki	setiap hari	20 Mei 2027 (pagi)
Memeriksa level oli kompresor	setiap minggu	10 Mei 2027
Membersihkan filter udara isap	setiap 250 jam	jam ke-1.300
Mengganti oli kompresor	setiap 500 jam	jam ke-1.000
Menguji katup pengaman	setiap 6 bulan	15 Januari 2027

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pekerjaan yang sudah melewati jadwalnya adalah ....

A. Membersihkan filter udara isap dan mengganti oli kompresor
B. Memeriksa level oli kompresor dan mengganti oli kompresor
C. Membuang air di tangki dan menguji katup pengaman
D. Mengganti oli kompresor dan menguji katup pengaman
E. Memeriksa level oli kompresor dan membersihkan filter udara isap

2. Pada sebuah skema kelistrikan mobil, dua kabel digambar saling berpotongan seperti pada Gambar P dan Gambar Q (2027). Siswa harus menentukan apakah kabel-kabel itu tersambung atau hanya saling melintas.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penafsiran yang benar adalah ....



A. kedua gambar menunjukkan kabel tersambung
B. kedua gambar menunjukkan kabel tidak tersambung
C. Gambar P tersambung dan Gambar Q tidak tersambung
D. Gambar P tersambung karena garisnya lebih tebal
E. Gambar P tidak tersambung dan Gambar Q tersambung

Kunci singkat: 1. B 2. E

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menjelaskan dengan kata-katamu sendiri mengapa satu titik uji di luar batas membuat alat tidak lolos walaupun rata-ratanya kecil?
- Mengapa interval dihitung dari kalibrasi terakhir, bukan dari tanggal beli, dan mengapa alat yang jatuh diperiksa walaupun belum jatuh tempo?
- **Yang harus kuingat:** bandingkan dengan acuan, hitung simpangan tiap titik, ambil yang lebih dulu tercapai, catat semuanya, dan tarik alat yang jatuh.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 4.6: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkto&node=SMKTO-4.6

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Kuis Akhir Bab 4

SMKTO-KB4

Jumlah soal: 25 **Waktu anjuran:** 60 menit

Kerjakan sendiri dan berwaktu. Setelah selesai, cocokkan dengan kunci di Bagian D, isi tabel skor, lalu lihat anjuran di bawahnya.

Kerjakan Kuis Bab 4 di LMS

Skor dan progresmu tersimpan di LMS.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkto&node=SMKTO-KB4

1. Lampu check engine pada sebuah mobil injeksi menyala dan mesin terasa kurang bertenaga (2027). Rudi, mekanik bengkel, ingin mengetahui sistem mana yang dilaporkan bermasalah oleh ECU sebelum membongkar apa pun. Alat yang ada: multimeter, penguji kompresi, alat pindai (scan tool), hidrometer, dan timing light.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Alat yang paling tepat untuk langkah pertama itu adalah ....

A. multimeter, karena tegangan aki selalu menjadi penyebab lampu menyala
B. alat pindai, karena dapat membaca kode gangguan yang tersimpan di ECU
C. penguji kompresi, karena semua keluhan kurang tenaga berasal dari kompresi
D. hidrometer, karena kondisi elektrolit aki menentukan lampu peringatan
E. timing light, karena saat pengapian satu-satunya data pada ECU

2. Siswa dan guru akan mengangkat sebuah mesin diesel seberat sekitar 180 kg dari ruang mesin truk memakai derek mesin (engine hoist) bengkel (2027). Derek itu berkapasitas 500 kg, dan mesin memiliki dua pengait angkat pada blok. Tersedia rantai pengangkat, pengunci rantai, dan lembar SOP.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan manakah yang **aman** dan sesuai SOP? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Berdiri di bawah mesin yang tergantung untuk melepas baut terakhir agar pekerjaan cepat selesai
☐ B. Memeriksa kapasitas derek lebih besar daripada berat mesin sebelum mengangkat
☐ C. Menggerakkan mesin setinggi mungkin agar bebas dari semua penghalang
☐ D. Mengaitkan rantai pada pengait angkat yang disediakan pada blok mesin
☐ E. Mengangkat sedikit lebih dulu lalu menguji kestabilan sebelum memindahkan mesin

3. Siswa mengganti seal poros roda belakang sebuah motor (2027). Seal lama sudah dilepas, dan rumah seal sudah bersih. Seal baru akan dipasang dengan memakai salah satu dari

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

palu besi, obeng, pemasang seal berdiameter sesuai, dan palu karet. Guru meminta siswa menjelaskan cara memasang yang benar.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Cara yang paling tepat adalah ....

A. memakai pemasang seal sesuai diameter dan palu karet, mengetuk perlahan sampai rata
B. memukul bagian tengah seal baru dengan palu besi sampai seal masuk dengan cepat dan kuat
C. menekan bibir dalam seal dengan obeng supaya seal masuk sedikit demi sedikit ke rumah
D. memasukkan seal miring lebih dulu lalu memukul sisi yang menonjol dengan palu besi
E. memukul langsung dengan palu karet di satu sisi seal sampai seluruh sisi seal masuk

4. Siswa mengambil alat untuk empat pekerjaan servis dari lemari alat bengkel sekolah (2027). Guru memeriksa kesesuaiannya.

Pekerjaan	Alat yang diambil
Melepas saringan oli berbentuk silinder yang terpasang kencang	kunci saringan oli tipe pita
Memasang seal poros baru pada rumahnya	pemasang seal (seal driver) sesuai diameter
Membuka mur pipa rem (flare nut) yang tipis	kunci flare nut
Mengencangkan baut kepala silinder sampai 70 Nm	kunci ring biasa dengan tenaga tangan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pekerjaan yang alatnya paling tidak sesuai adalah ....

A. melepas saringan oli, karena kunci pita tidak cocok untuk benda berbentuk silinder
B. memasang seal poros, karena seal sebaiknya dipukul langsung dengan palu
C. membuka flare nut, karena kunci flare nut terlalu tipis untuk tenaga besar
D. tidak ada, karena semua alat yang diambil dapat dipakai pada pekerjaannya
E. mengencangkan baut kepala silinder, karena nilai 70 Nm memerlukan kunci momen

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

5. Teknisi harus melepas baut penahan dudukan bak oli yang berkarat parah pada sebuah mobil (2027). Kepala baut masih utuh. Di sekitar baut terdapat selang bensin dan kabel. Tersedia cairan penembus karat, kunci ring enam titik, pipa penyambung sepanjang satu meter, dan alat las asetilen.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan manakah yang **tepat**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Memasang pipa penyambung satu meter lalu menyentak keras agar baut langsung terlepas
☐ B. Menyemprot cairan penembus karat dan menunggu beberapa menit agar meresap ke ulir
☐ C. Memanaskan baut dengan api las asetilen karena selang bensin di sekitarnya terlindung
☐ D. Memakai soket atau kunci ring enam titik yang terpasang penuh dan tegak lurus pada kepala baut
☐ E. Menarik kunci perlahan dan bertahap, tidak menyentak, sambil memperhatikan baut mulai bergerak

6. Dalam praktik memasang braket, siswa memakai mesin bor duduk untuk membuat lubang pada plat baja tipis (2027). Guru mengamati cara kerja siswa dan memberi penilaian tentang prosedur yang benar.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** pada setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Plat tipis yang akan dibor dijepit dengan ragum, bukan ditahan dengan tangan.	○	○
Mata bor boleh diganti saat mesin masih berputar pelan agar menghemat waktu.	○	○
Rambut panjang diikat dan sarung tangan dilepas sebelum mengebor.	○	○

7. Spesifikasi sebuah mesin menyebutkan celah elektroda busi 0,8–0,9 mm (2027). Wira akan memeriksa celah busi baru sebelum dipasang. Di meja tersedia mistar baja berskala 1 mm, dial gauge, multimeter, feeler gauge berbentuk kawat bundar, dan kunci momen.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Alat yang paling tepat untuk memeriksa celah itu adalah ....

A. mistar baja, karena skalanya cukup untuk mengukur celah yang sangat kecil
B. dial gauge, karena paling teliti untuk semua jenis pengukuran
C. multimeter, karena celah elektroda adalah besaran listrik
D. feeler gauge kawat, karena disisipkan di antara elektroda
E. kunci momen, karena celah ditentukan oleh kekencangan busi

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

8. Petunjuk pengisi aki (charger) di bengkel menyatakan: "Atur arus pengisian sebesar 1/10 kapasitas aki." Sebuah aki 12 V berkapasitas 70 Ah tinggal berisi 30 % muatan dan akan diisi sampai penuh dengan charger itu (2027). Abaikan energi yang hilang dan perubahan arus selama pengisian.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Arus pengisian yang diatur dan perkiraan waktu pengisian secara berurutan adalah ....

A. 7 A dan 10 jam, karena seluruh kapasitas 70 Ah harus diisi
B. 7 A dan 3 jam, karena yang diisi hanya 30 % dari kapasitas
C. 49 A dan 1 jam, karena muatan yang kosong dijadikan arus
D. 70 A dan 0,7 jam, karena arus disamakan dengan kapasitas aki
E. 7 A dan 7 jam, karena yang kosong 49 Ah diisi pada 7 A

9. Bengkel resmi menerima empat keluhan, dan seorang siswa PKL diminta menyusun alat yang sesuai untuk memeriksanya (2027).
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pasangan keluhan dan alat manakah yang **tepat**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Lampu tekanan oli menyala: pengukur tekanan oli untuk tekanan sebenarnya
☐ B. Poros berayun saat diputar: feeler gauge untuk mengukur besarnya kelengkungan poros
☐ C. Air pendingin berkurang tanpa terlihat bocor: penguji tekanan sistem pendingin
☐ D. Mesin tersendat dan lampu check engine menyala: alat pindai untuk kode gangguan
☐ E. Aki cepat lemah: manometer yang dipasang pada kutub aki untuk mengukur tegangan

10. Di bengkel sekolah, siswa membuka baut roda yang sangat kencang dan menyiapkan kunci untuk beberapa pekerjaan lain (2027). Guru ingin mengetahui apakah siswa memahami cara memakai kunci dengan benar.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** pada setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Kunci momen dipakai untuk mengencangkan sampai nilai tertentu, bukan untuk melonggarkan baut yang sangat kencang.	○	○
Pipa penyambung boleh dipasang pada gagang kunci pas untuk menambah tenaga tanpa risiko sama sekali.	○	○
Kunci ring atau soket enam titik mengurangi risiko membulatkan kepala baut dibandingkan kunci pas biasa.	○	○

11. Teknisi akan mengukur diameter jurnal sebuah poros engkol memakai mikrometer luar (2027). Ia harus memastikan hasil ukur dapat dipercaya sebelum memutuskan apakah

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

poros masih layak dipakai.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Cara pemakaian manakah yang **benar**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Memutar tabung putar lewat ratchet saat rahang menyentuh benda agar tekanan ukur seragam
☐ B. Mengukur poros yang baru dibubut dan masih panas agar cepat selesai karena hasilnya tidak berubah
☐ C. Membersihkan permukaan ukur dan memeriksa angka nol sebelum dipakai
☐ D. Memutar tabung putar sekuat tenaga sampai benda terjepit erat agar hasil stabil
☐ E. Mengukur di beberapa titik dan arah pada diameter jurnal untuk mengetahui keausan dan keovalan

12. Doni akan melepas busi sebuah mesin bensin yang terpasang cukup dalam pada lubang kepala silinder (2027). Di lemari alat tersedia tang jepit, kunci busi berbentuk soket panjang dengan pegangan, kunci pas 14 mm, obeng min, dan kunci inggris.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Alat yang paling tepat untuk melepas busi itu adalah ....

A. tang jepit, karena dapat memegang badan busi dari luar dengan kuat
B. kunci busi berbentuk soket panjang, karena masuk ke lubang dalam
C. kunci pas 14 mm, karena ukuran kepala bautnya paling umum dipakai
D. obeng min, karena dapat diungkit pada ulir sehingga busi terlepas
E. kunci inggris, karena rahangnya dapat disesuaikan dengan ukuran busi

13. Pada alat impact wrench pneumatik bengkel tertulis tekanan kerja maksimum 7 bar (2027). Kompresor bengkel mengisi tangki sampai sekitar 10 bar. Siswa akan menyambungkan alat itu ke saluran udara yang memiliki regulator (pengatur tekanan).
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pengaturan regulator yang paling tepat adalah ....

A. tidak lebih dari 7 bar, sesuai batas kerja yang tertulis pada alat
B. sekitar 10 bar, agar tenaga alat sama dengan tekanan tangki
C. sekitar 12 bar, agar alat bekerja lebih kuat dari biasanya
D. sekitar 3 bar, karena makin rendah tekanan makin aman untuk semua pekerjaan
E. tanpa diatur, karena alat akan memilih tekanan yang cocok sendiri

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

14. Teknisi harus memeriksa olengan (run-out) cakram rem depan sebuah mobil; batas pakainya maksimal 0,10 mm (2027). Tabel berikut berisi alat yang tersedia di bengkel.

Alat	Ketelitian	Catatan
Mistar baja	1 mm	menunjukkan panjang
Jangka sorong	0,05 mm	tidak dapat dipasang pada benda yang berputar
Dial gauge dengan dudukan magnet	0,01 mm	dapat disentuhkan pada permukaan cakram yang diputar
Feeler gauge	0,05 mm	mengukur celah, bukan olengan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Alat dan alasan yang paling tepat adalah ....

A. mistar baja, karena murah dan mudah dipakai langsung pada cakram
B. jangka sorong, karena ketelitian 0,05 mm cukup untuk batas 0,10 mm
C. dial gauge, karena membaca olengan saat cakram diputar, teliti 0,01 mm
D. feeler gauge, karena dapat mengukur celah antara cakram dan kaliper
E. mistar baja dan jangka sorong bersama, karena hasilnya bisa saling dirata-ratakan

15. Setelah praktik, Bima menemukan beberapa kunci pas dan soket di bengkel sekolah berlumur oli kotor dan sebagian tampak berkarat tipis (2027). Guru meminta Bima merawatnya sebelum disimpan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan perawatan yang paling tepat adalah ....

A. merendam semua kunci semalam dalam bensin lalu menyimpannya tanpa dilap
B. menyiram dengan air lalu menyimpannya dalam kotak tertutup agar tidak berdebu
C. mengoles gemuk tebal pada permukaan kerja kunci agar tidak berkarat lagi
D. membersihkan, membuang karat tipis, mengelap kering, dan mengoles minyak tipis
E. menggosok dengan amplas kasar sampai semua bagian mengkilap, lalu disimpan basah

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

16. Fikri akan mengganti ban sebuah mobil di bengkel dengan impact wrench pneumatik dan kunci momen (2027). Manual servis menyatakan torsi mur roda 100 Nm. Impact wrench bengkel menghasilkan torsi yang bervariasi dan dapat melebihi 100 Nm.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Urutan memakai alat yang paling tepat adalah ....

A. mengencangkan seluruhnya dengan impact wrench pada tekanan paling tinggi agar murnya tidak kendur
B. mengencangkan seluruhnya dengan kunci roda manual sekuat tenaga tanpa kunci momen
C. mengencangkan dengan impact wrench lalu menandai mur, tanpa memeriksa torsinya lagi
D. mengencangkan seluruhnya dengan kunci momen yang diatur 150 Nm agar lebih aman
E. mengencangkan awal dengan impact wrench, lalu menuntaskan dengan kunci momen yang diatur 100 Nm

17. Pekerjaan penggantian oli transmisi pada sebuah mobil yang diangkat dengan lift dua tiang sudah selesai (2027). Alat dan wadah oli masih ada di bawah mobil, dan dua siswa berdiri di dekat lift. Pak Eko, pembimbing, mengingatkan urutan menurunkan mobil.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan pertama yang paling tepat sebelum menurunkan mobil adalah ....

A. langsung menekan tombol turun karena pekerjaan sudah selesai
B. melepas kunci pengaman lebih dulu agar lift dapat turun dengan lancar
C. menyingkirkan alat dan memastikan tidak ada orang di bawah mobil
D. menyalakan mesin mobil agar mobil siap jalan begitu mencapai lantai
E. meminta salah satu siswa berdiri di bawah mobil untuk memberi aba-aba

18. Bengkel membandingkan sebuah mikrometer 0–25 mm dengan blok ukur standar. Batas simpangan yang diizinkan ±0,005 mm (2027).

Blok ukur standar	Bacaan mikrometer
5,000 mm	5,002 mm
10,000 mm	10,004 mm
15,000 mm	14,996 mm
20,000 mm	20,007 mm
25,000 mm	25,003 mm

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Keputusan yang paling tepat adalah ....

A. lolos pada semua titik, karena semua simpangan kurang dari 0,01 mm
B. tidak lolos pada titik 15 mm, karena bacaannya lebih kecil dari acuan
C. tidak lolos pada titik 20 mm karena simpangan +0,007 mm melebihi batas
D. tidak lolos pada titik 10 mm, karena simpangan +0,004 mm adalah yang terbesar
E. lolos, karena rata-rata simpangan semua titik kurang dari 0,005 mm

19. Bengkel sekolah mewajibkan catatan perawatan untuk setiap alat ukur dan alat bertenaga (2027). Seorang siswa diminta mengisi buku catatan setelah merawat beberapa alat dan menanyakan isi catatan yang benar kepada gurunya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Isi atau cara pengisian catatan manakah yang **benar**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Mencantumkan tanggal dan nama atau kode alat yang dirawat
☐ B. Hanya menulis "baik" tanpa menjelaskan tindakan apa yang dilakukan
☐ C. Menuliskan tindakan yang dilakukan beserta hasil pemeriksaan atau pengukurannya
☐ D. Mengisi catatan sekaligus pada akhir bulan dari ingatan agar lebih ringkas
☐ E. Mencantumkan nama atau paraf pelaksana agar dapat dimintai keterangan

20. Di akhir praktik, guru mengingatkan kebiasaan merawat alat kepada siswa di bengkel sekolah (2027), lalu meminta siswa menilai kebenaran beberapa pernyataan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** pada setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Alat yang kotor oli dibersihkan sebelum disimpan karena kotoran mempercepat karat.	○	○
Setiap alat disimpan di tempat tetap agar mudah memeriksa kelengkapannya.	○	○
Alat yang rusak ringan dikembalikan ke lemari tanpa dilaporkan agar tidak mengganggu pekerjaan.	○	○

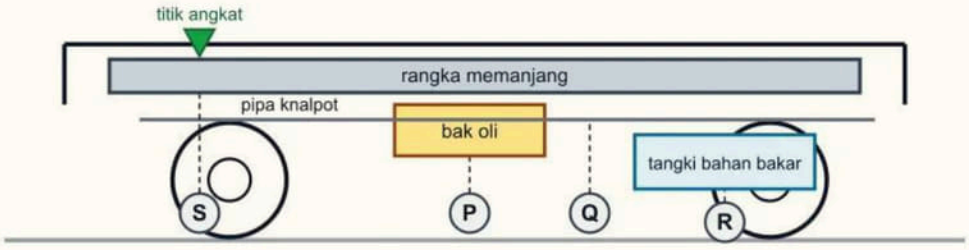
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

21. Bengkel akan mengangkat bagian depan sebuah mobil seberat 2,4 ton untuk mengganti kampas rem depan (2027). Menurut manual, sekitar 55 % berat mobil berada pada poros depan. Bagian depan diangkat dengan dongkrak buaya dan ditopang dua jack stand yang masing-masing berkapasitas 1,5 ton, dengan beban terbagi sama rata.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang paling tepat adalah ....

A. tidak aman, karena beban 2,4 ton ditanggung seluruhnya oleh satu jack stand
B. aman, karena tiap jack stand menanggung sekitar 0,66 ton, jauh di bawah kapasitasnya
C. tidak aman, karena kapasitas tiap jack stand harus lebih besar daripada berat seluruh mobil
D. aman hanya bila jack stand ketiga ditambahkan di tengah poros depan
E. tidak dapat dinilai, karena berat pada poros depan tidak diketahui dari soal

22. Gambar menunjukkan bagian bawah sebuah mobil yang akan diangkat dengan dongkrak buaya, lalu ditopang dengan jack stand untuk mengganti kampas rem (2027). Manual servis menyatakan: "Letakkan jack stand pada rangka memanjang di dekat titik angkat. Jangan menopang pada bak oli, pipa knalpot, atau tangki bahan bakar." Empat posisi penempatan ditandai huruf P, Q, R, dan S.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Posisi jack stand yang sesuai manual dan paling aman adalah ....

Bagian bawah mobil (tampak samping)



A. P, di bak oli, karena posisinya di tengah mobil sehingga seimbang
B. Q, di pipa knalpot, karena pipa lurus dan mudah diganjal
C. R, di tangki bahan bakar, karena permukaannya luas dan rata
D. S, di rangka dekat titik angkat, karena kuat menahan beban
E. tidak perlu jack stand bila dongkrak buaya sudah menaikkan mobil

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

23. Kepala bengkel memeriksa kartu kalibrasi empat alat ukur pada 15 Maret 2027. Alat yang melewati jatuh tempo kalibrasi tidak boleh dipakai.

Alat	Terakhir dikalibrasi	Interval kalibrasi
Kunci momen A	20 Maret 2026	12 bulan
Mikrometer B	10 Februari 2026	12 bulan
Dial gauge C	5 September 2026	6 bulan
Jangka sorong D	1 Desember 2026	6 bulan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Alat yang masih boleh dipakai pada 15 Maret 2027 adalah ....

A. kunci momen A dan jangka sorong D
B. mikrometer B dan dial gauge C
C. kunci momen A saja
D. semua alat, karena belum ada yang rusak
E. jangka sorong D dan dial gauge C

24. Pak Surya akan mengangkat sebuah mobil seberat 1.400 kg dengan lift dua tiang di bengkel resmi (2027). Lift itu berkapasitas 3.500 kg. Mobil akan dibawa naik untuk mengganti oli transmisi dan, pada kesempatan yang sama, melepas sebuah komponen berat dari bawah mobil.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan manakah yang **aman**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Menurunkan lift segera tanpa memeriksa area di bawah dan di sekitarnya karena lift pasti aman
☐ B. Menempatkan lengan lift pada titik angkat pabrikan dan mengangkat sedikit untuk menguji kestabilan
☐ C. Melepas transmisi yang berat dari mobil di atas lift tanpa penopang tambahan karena mobil sudah terangkat
☐ D. Memastikan kunci pengaman lift terpasang sebelum bekerja di bawah mobil
☐ E. Memeriksa bahwa kapasitas lift lebih besar daripada berat mobil sebelum mengangkat

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

25. Bengkel sekolah memiliki jadwal perawatan alat seperti pada tabel berikut (2027).

Alat	Tindakan perawatan	Interval
Kompresor udara	Kuras air dari tangki	setiap hari kerja
Impact wrench pneumatik	Teteskan minyak pneumatik pada saluran masuk	setiap 8 jam pemakaian
Kunci momen	Kembalikan ke skala terendah sesudah dipakai; kalibrasi	tiap pemakaian; kalibrasi 12 bulan
Hidrometer aki	Bilas dengan air bersih	setiap selesai dipakai

Pada hari Rabu, kompresor dipakai enam jam. Impact wrench sudah dipakai delapan jam sejak penetesan minyak terakhir. Kunci momen baru dipakai hari ini dan terakhir dikalibrasi lima bulan lalu. Hidrometer baru selesai dipakai.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan manakah yang **sesuai jadwal**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Mengalibrasi kunci momen sekarang karena baru dipakai hari ini
☐ B. Menguras air dari tangki kompresor pada hari ini
☐ C. Meneteskan minyak pneumatik pada impact wrench sekarang
☐ D. Menyimpan kunci momen pada skala tertinggi agar pegasnya tetap kencang
☐ E. Membilas hidrometer dengan air bersih sekarang

Tabel skor dan anjuran

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 4.1 · Perkakas tangan dan alat khusus servis	3, 4, 5, 10, 12	___ / 5	Ulangi hlm. 221
Sub bab 4.2 · Alat ukur dan alat diagnostik	1, 7, 9, 11, 14	___ / 5	Ulangi hlm. 233
Sub bab 4.3 · Peralatan bertenaga dan mesin bengkel	2, 6, 8, 13	___ / 4	Ulangi hlm. 246
Sub bab 4.4 · Dongkrak, jack stand, lift, dan impact wrench	16, 17, 21, 22, 24	___ / 5	Ulangi hlm. 260
Sub bab 4.5 · Perawatan peralatan	15, 20, 25	___ / 3	Ulangi hlm. 272
Sub bab 4.6 · Kalibrasi, jadwal, dan catatan perawatan alat	18, 19, 23	___ / 3	Ulangi hlm. 283

Skor 70 % atau lebih: lanjut ke bab berikutnya. Skor 50–69 %: ulangi sub bab pada tabel yang kurang dari separuh benar. Skor di bawah 50 %: baca ulang bab ini dari awal. (Angka ini anjuran belajar, bukan prediksi nilai TKA.)

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Bab 5 · Dasar Kelistrikan dan Elektronika Otomotif

SMKTO-B5

Setelah mempelajari bab ini, kamu dapat:

- menerapkan hukum Ohm dan daya serta memilih sekering dan hambatan
- menganalisis rangkaian seri, paralel, dan campuran pada kendaraan
- mengukur dengan multimeter dan menafsirkan hasilnya
- menjelaskan aki, relay, dioda, transistor, sensor, dan ECU serta gejala gangguannya

Peta bab

Sub bab	Judul
5.1	Besaran listrik, hukum Ohm, dan daya
5.2	Rangkaian seri, paralel, dan campuran di kendaraan
5.3	Mengukur dengan multimeter
5.4	Aki dan komponen elektronika: relay, dioda, transistor
5.5	Sensor, aktuator, dan ECU

Bab 5 di LMS

Buka seluruh latihan bab ini di LMS.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkto&node=SMKTO-B5

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 5.1 · Besaran listrik, hukum Ohm, dan daya

SMKTO-5.1

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu menerapkan **prinsip dasar kelistrikan**: tegangan, arus, hambatan, daya, dan hukum Ohm. Soalnya hampir selalu berupa kasus bengkel yang disertai angka: memilih sekering untuk beberapa lampu, membandingkan hambatan hasil ukur dengan spesifikasi, atau menyimpulkan apa yang terjadi bila sebuah komponen putus. Yang diuji bukan hafalan rumus, melainkan **kemampuan memilih rumus yang tepat, mengubah satuan dengan benar, dan mengambil keputusan yang aman** dari hasil hitungan.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan tegangan, arus, dan hambatan dengan analogi air serta menyebut satuannya;
- mengubah satuan miliampere, kiloohm, dan kilowatt ke satuan dasar;
- menghitung tegangan, arus, atau hambatan dengan hukum Ohm;
- menghitung daya dan energi, lalu memakainya untuk memilih sekering dan menilai beban tambahan;
- menghitung resistor pembatas arus untuk LED;
- membandingkan hambatan atau arus hasil ukur dengan spesifikasi dan menarik kesimpulan.

◆ KONSEP INTI

Hampir setiap sistem di kendaraan bergantung pada listrik: starter, lampu, pompa bahan bakar, injektor, kipas, sampai komputer pengatur mesin. Teknisi yang memahami dasar kelistrikan dapat memperkirakan **mengapa** sebuah komponen tidak bekerja, bukan sekadar menggantinya satu per satu. Dasar itu terdiri atas tiga besaran dan dua hubungan sederhana, yaitu hukum Ohm dan rumus daya.

1. Rangkaian tertutup dan sistem listrik kendaraan

Listrik hanya mengalir bila ada jalan yang **tertutup** dari satu kutub sumber, melewati beban, lalu kembali ke kutub yang lain. Sebuah rangkaian sederhana terdiri atas:

- **sumber**, yaitu aki atau alternator;
- **penghantar**, yaitu kabel;
- **beban**, yaitu komponen yang memakai listrik, misalnya lampu, motor, atau injektor;
- **pengendali**, yaitu saklar atau relay;
- **pengaman**, yaitu sekering.

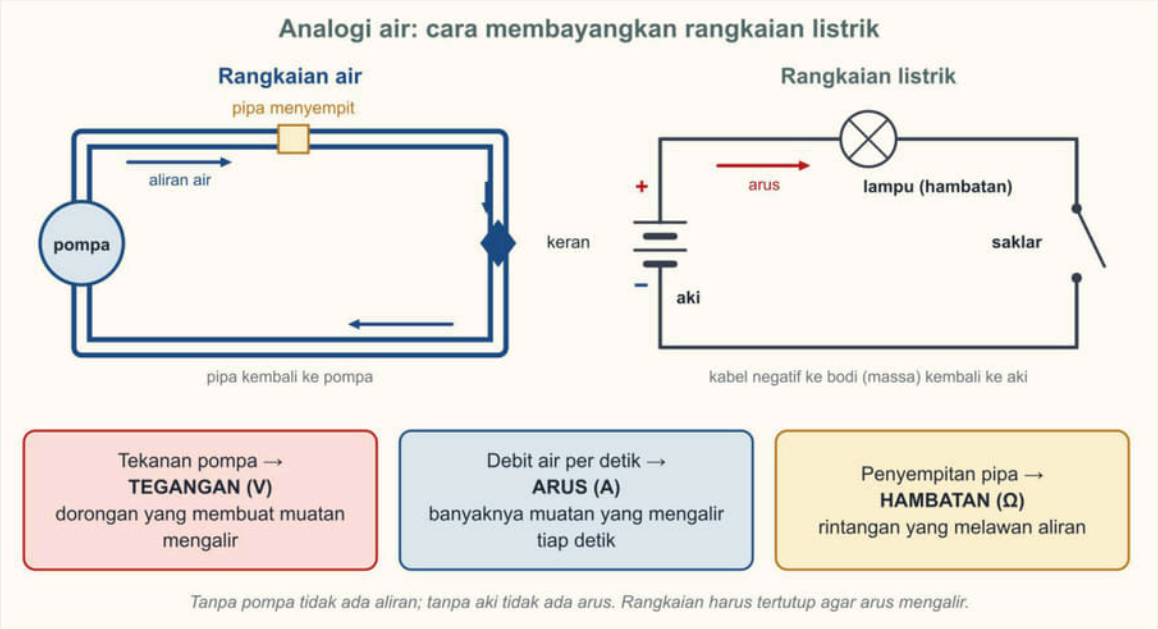
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Pada kendaraan, bodi dan rangka logam dipakai sebagai kabel pulang. Kutub negatif aki dihubungkan ke bodi, sehingga banyak beban cukup mendapat satu kabel positif dan menyambungkan sisi lainnya ke bodi. Bodi itu disebut **massa** (*ground*). Karena itu, sambungan massa yang longgar atau berkarat sama berbahayanya dengan kabel positif yang putus: rangkaian menjadi tidak tertutup dengan baik.

Sebagian besar mobil penumpang dan sepeda motor memakai sistem **12 V**, sedangkan truk, bus, dan alat berat banyak yang memakai **24 V**. Aki yang disebut "12 V" sebenarnya bertegangan sekitar 12,6 V saat penuh dan tidak sedang dipakai, dan naik menjadi sekitar 13,8 sampai 14,8 V saat mesin hidup karena alternator mengisi aki. Arah arus yang dipakai dalam buku ini adalah arah konvensional, yaitu dari kutub positif, melewati beban, ke kutub negatif.

2. Tegangan, arus, dan hambatan

Cara termudah memahami listrik adalah dengan membandingkannya dengan air yang mengalir di pipa (Gambar 5.1).



Gambar 5.1 Analogi air untuk memahami tegangan, arus, dan hambatan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Tegangan** (lambang **V**, satuan **volt**) adalah dorongan yang membuat muatan listrik bergerak. Padanannya adalah tekanan yang dibuat pompa. Makin tinggi tekanan, makin kuat air terdorong. Aki 12 V berarti dorongannya 12 volt.
- **Arus** (lambang **I**, satuan **ampere**, disingkat A) adalah banyaknya muatan listrik yang melewati satu titik tiap detik. Padanannya adalah debit air, yaitu liter per detik. Arus 1 A berarti sangat banyak elektron melewati satu titik kabel tiap detik, tetapi kamu cukup mengingatnya sebagai "banyaknya aliran".
- **Hambatan** (lambang **R**, satuan **ohm**, lambang Ω) adalah rintangan yang melawan arus. Padanannya adalah bagian pipa yang menyempit atau penuh kerikil. Kabel yang panjang dan tipis, sambungan berkarat, dan filamen lampu semuanya memberi hambatan.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Dari analogi itu, tiga hal dapat kamu pegang. Pertama, **tanpa dorongan tidak ada aliran**: tanpa tegangan tidak ada arus. Kedua, **dorongan yang sama dengan rintangan lebih besar menghasilkan aliran lebih kecil**. Ketiga, aliran hanya ada bila pipa tertutup, sama seperti arus hanya ada bila rangkaian tertutup. Saklar adalah keran: saklar OFF berarti rangkaian terbuka dan arus nol, walaupun tegangan aki tetap ada.

Satu hal lagi: aki menghasilkan arus **searah** (*direct current*, DC), artinya arus mengalir ke satu arah saja. Alternator pada awalnya menghasilkan arus **bolak-balik** (*alternating current*, AC), yaitu arus yang arahnya berganti-ganti, tetapi di dalam alternator arus itu disearahkan oleh dioda (sub bab 5.4) sehingga kendaraan memakai arus searah.

3. Satuan dan awalan

Angka pada soal sering diberi awalan. Kamu harus mengubahnya ke satuan dasar sebelum menghitung.

Awalan	Arti	Contoh
mili (m)	seperseribu, 0,001	20 mA = 0,020 A
kilo (k)	seribu, 1.000	2,2 kΩ = 2.200 Ω; 1,5 kW = 1.500 W
mega (M)	sejuta, 1.000.000	1 MΩ = 1.000.000 Ω

Kesalahan paling umum adalah memasukkan "20" untuk 20 mA ke dalam rumus, sehingga hasilnya salah seribu kali. Biasakan menulis dahulu satuan dasarnya: 20 mA menjadi 0,020 A.

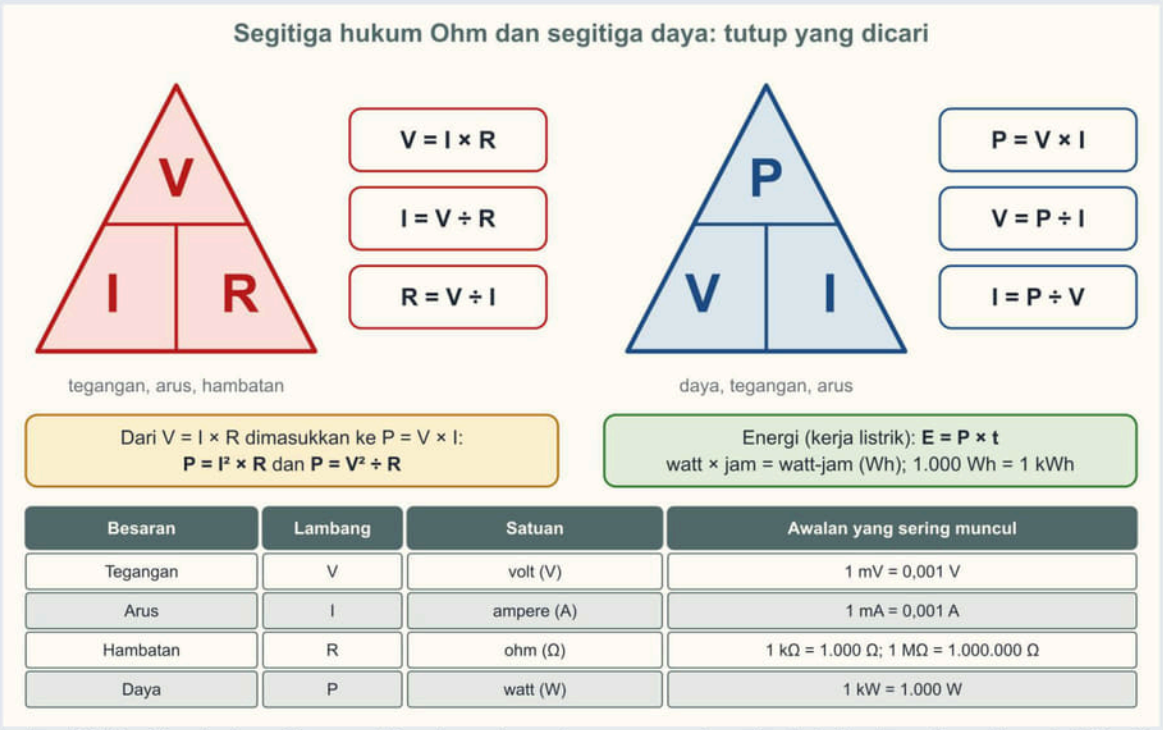
4. Hukum Ohm

Pada abad ke-19, Georg Ohm menemukan bahwa pada banyak penghantar, **arus sebanding dengan tegangan dan berbanding terbalik dengan hambatan**. Kita menuliskannya sebagai **hukum Ohm**:

V = I × R, atau **I = V ÷ R**, atau **R = V ÷ I**.

Ketiga bentuk itu sama saja, hanya disusun ulang. Gambar 5.2 menunjukkan trik "segitiga": tutup huruf yang kamu cari, lalu baca sisanya. Menutup V menyisakan I × R. Menutup I menyisakan V ÷ R, karena V berada di atas garis.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Besaran	Lambang	Satuan	Awalan yang sering muncul
Tegangan	V	volt (V)	1 mV = 0,001 V
Arus	I	ampere (A)	1 mA = 0,001 A
Hambatan	R	ohm (Ω)	1 kΩ = 1.000 Ω; 1 MΩ = 1.000.000 Ω
Daya	P	watt (W)	1 kW = 1.000 W

Gambar 5.2 Segitiga hukum Ohm, segitiga daya, dan satuan yang sering dipakai. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Pemahaman yang lebih penting daripada rumusnya adalah **arah hubungannya**:

- Tegangan tetap, hambatan **naik** → arus **turun**. Sambungan berkarat menambah hambatan sehingga lampu redup.
- Tegangan tetap, hambatan **turun** → arus **naik**. Hubung singkat adalah hambatan hampir nol, sehingga arus menjadi sangat besar dan sekering putus atau kabel terbakar.
- Hambatan tetap, tegangan **naik** → arus **naik**.

Contoh sederhana: kumparan relay yang dipasang pada 12 V mengalirkan arus 0,15 A. Hambatannya R = V ÷ I = 12 ÷ 0,15 = 80 Ω. Bila hambatan kumparan itu diukur dan hasilnya sekitar 80 Ω, kumparannya baik; bila tak terhingga, kumparannya putus; bila hanya beberapa ohm, kumparannya hubung singkat dan arusnya terlalu besar.

5. Daya dan energi

Daya (lambang **P**, satuan **watt**, W) menyatakan seberapa cepat listrik diubah menjadi bentuk lain, misalnya cahaya, panas, atau gerak. Lampu 55 W mengubah 55 joule energi listrik tiap detik. Rumus dasarnya:

P = V × I, atau **I = P ÷ V**, atau **V = P ÷ I**.

Rumus yang paling sering dipakai teknisi adalah **I = P ÷ V**, karena spesifikasi komponen biasanya menyebut daya dan tegangan, sedangkan yang kita butuhkan adalah arusnya. Lampu 12 V 21 W menarik arus 21 ÷ 12 = 1,75 A.

Bila hukum Ohm dimasukkan ke rumus daya, diperoleh dua bentuk lain, yaitu $\mathbf{P = I^2 \times R}$ dan $\mathbf{P = V^2 \div R}$. Bentuk pertama menjelaskan mengapa kabel yang tipis menjadi panas: hambatan kecil pun menghasilkan panas sebesar $I^2 \times R$, dan panas itu naik dengan **kuadrat** arus. Arus dua kali lipat berarti panas pada kabel empat kali lipat. Bentuk kedua berguna untuk menghitung hambatan lampu dari spesifikasinya: $R = V^2 \div P$.

Energi (lambang **E**) adalah daya yang bekerja selama waktu tertentu: **E = P × t**. Bila daya dalam watt dan waktu dalam jam, satuannya **watt-jam** (Wh); 1.000 Wh sama dengan 1 kilowatt-jam (kWh), satuan yang tertera pada tagihan listrik rumah. Kapasitas aki dinyatakan dalam **ampere-jam** (Ah). Aki 12 V 45 Ah menyimpan energi nominal sekitar 12 × 45 = 540 Wh. Angka ini berguna untuk memperkirakan berapa lama sebuah beban dapat dilayani aki tanpa mesin hidup.

6. Sekering melindungi kabel

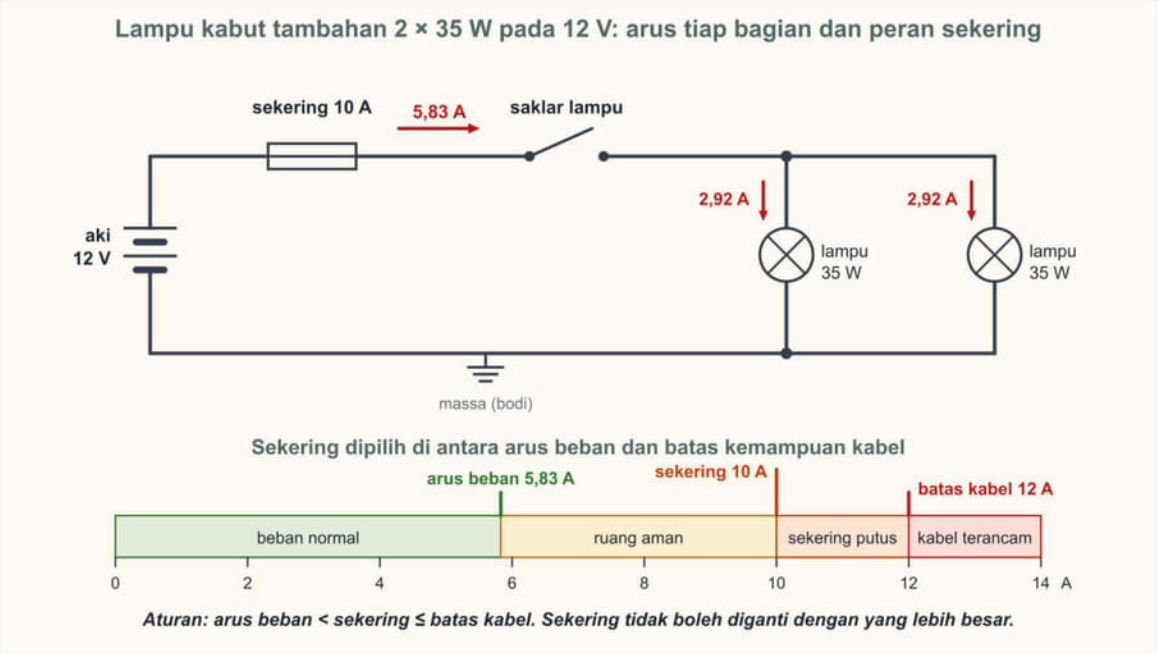
Sekering adalah bagian rangkaian yang sengaja dibuat paling lemah: kawat tipisnya meleleh dan memutus rangkaian bila arus melebihi nilainya. Tujuannya melindungi **kabel**, bukan melindungi lampu atau motor. Bila terjadi hubung singkat atau beban berlebih, arus melonjak, kabel memanas karena $P = I^2 \times R$, dan selubungnya dapat meleleh sampai terjadi kebakaran. Sekering harus putus lebih dahulu sebelum kabel sampai ke kondisi itu.

Karena itu nilai sekering dipilih di antara dua batas (Gambar 5.3):

- **batas bawah**: harus lebih besar daripada arus kerja normal seluruh beban yang dilindunginya. Bila sama persis atau kurang, sekering akan panas dan putus walau rangkaian normal;

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- **batas atas**: tidak boleh melebihi kemampuan kabel. Makin besar luas penampang kabel, makin besar arus yang aman.



Gambar 5.3 Memilih sekering: di atas arus beban dan tidak melebihi batas kabel. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Sebagai pedoman umum, pilih nilai standar terdekat yang sedikit di atas arus beban, kira-kira 1,25 sampai 1,5 kali, tetapi **selalu utamakan nilai yang tertera pada manual atau diagram kelistrikan kendaraan**. Sekering bilah (*blade*) memakai kode warna agar mudah dikenali; yang umum, 10 A merah, 15 A biru, 20 A kuning, dan 30 A hijau, tetapi yang dibaca tetap angka yang tercetak pada sekering.

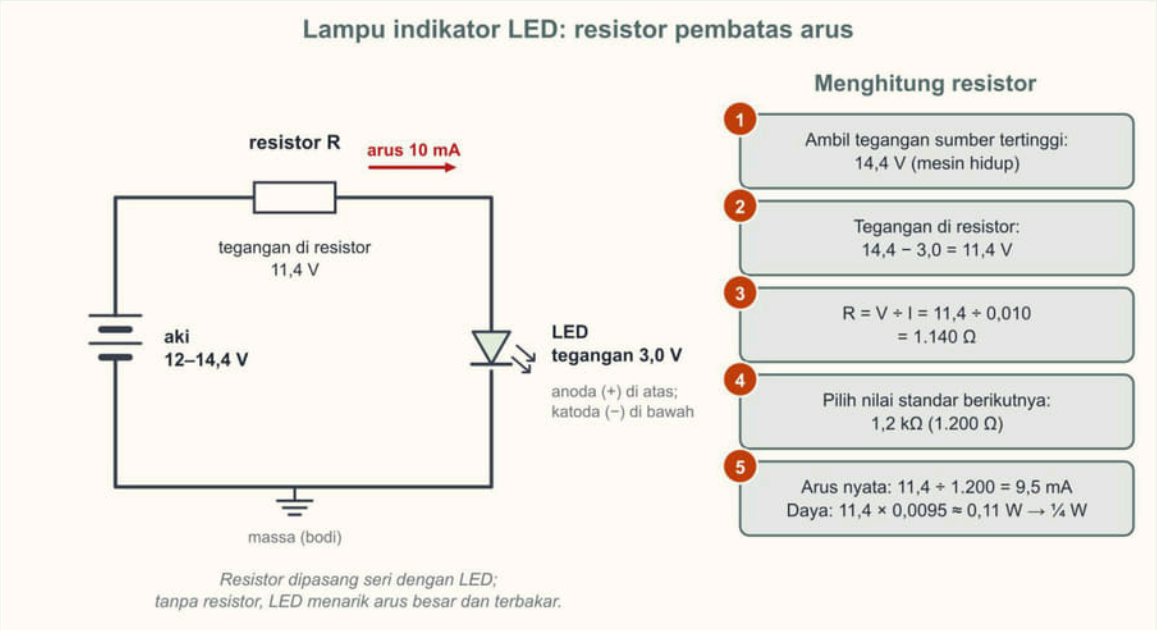
Beberapa aturan yang tidak boleh dilanggar: **jangan mengganti sekering dengan yang lebih besar**, jangan menggantinya dengan kawat, paku, atau kertas timah, dan jangan hanya mengganti sekering tanpa mencari penyebab putusnya. Sekering yang putus berulang menandakan ada hubung singkat atau beban berlebih yang harus ditemukan.

Bila beberapa beban dipasang **paralel** (masing-masing mendapat tegangan penuh dari aki), arus yang ditarik dari sekering adalah **jumlah** arus tiap beban. Dua lampu 35 W pada 12 V menarik 2 × 2,92 = 5,83 A. Hubungan paralel dibahas lengkap di sub bab 5.2.

7. Membatasi arus: resistor dan LED

Beberapa komponen, terutama LED (dioda pemancar cahaya), tidak boleh dihubungkan langsung ke aki. LED hanya tahan arus kecil, kira-kira belasan miliampere, dan tegangan kerjanya hanya sekitar 2 sampai 3 V. Tanpa pembatas, arusnya melonjak dan LED rusak seketika. Solusinya adalah memasang **resistor seri** dengan LED. Resistor itu menyerap selisih antara tegangan sumber dan tegangan LED (Gambar 5.4).

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 5.4 Menghitung resistor untuk lampu indikator LED. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Rumusnya: **R = (V sumber − V LED) ÷ I**. Ada dua kehati-hatian. Pertama, pakai tegangan sumber **tertinggi** yang mungkin terjadi, yaitu sekitar 14,4 V saat mesin hidup, bukan 12 V, supaya arus tidak melewati batas LED saat alternator bekerja. Kedua, pilih nilai resistor standar yang **sama atau sedikit lebih besar** daripada hasil hitungan. Resistor yang lebih kecil membuat arus melebihi batas, sedangkan yang sedikit lebih besar hanya membuat LED sedikit lebih redup. Terakhir, periksa **dayanya**: P = V × I pada resistor itu harus lebih kecil daripada kemampuan daya resistor (resistor kecil umumnya ¼ W).

8. Membandingkan hasil ukur dengan spesifikasi

Hukum Ohm sangat berguna di bengkel karena hasil ukur dapat dibandingkan dengan nilai yang dihitung dari spesifikasi.

- **Injektor.** Ada dua jenis kumparan injektor: **hambatan tinggi** (kira-kira 10 sampai 16 Ω) dan **hambatan rendah** (kira-kira 1 sampai 3 Ω). Pada 12 V, injektor 12 Ω menarik 1 A, sedangkan injektor 2,4 Ω menarik 5 A, yaitu lima kali lebih besar. Injektor yang jenisnya tidak sesuai dengan sistem dapat membuat rangkaian penggerak di ECU kelebihan arus. Nilai hambatan yang benar selalu dibaca dari manual.
- **Pemanas dan busi pijar diesel.** Komponen pemanas memiliki hambatan sangat kecil dan menarik arus puluhan ampere bila digabung. Bila beberapa komponen identik dipasang paralel, arus total normal sama dengan jumlah arus tiap komponen. Misalnya tiga pemanas yang masing-masing menarik 5 A seharusnya menarik 15 A. Bila arus total terukur 10 A, kekurangannya 5 A sama dengan arus satu pemanas, sehingga satu pemanas putus.
- **Kumparan** (relay, solenoid, koil). Hambatan yang terlalu kecil menandakan hubung singkat antar lilitan; tak terhingga berarti putus.

Aturan umum: **hambatan jauh di bawah spesifikasi berarti arus terlalu besar, hambatan tak terhingga berarti rangkaian terputus, dan hambatan di dalam rentang spesifikasi**

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

berarti komponen dalam kondisi baik secara listrik.

▣ CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Memilih sekering untuk lampu kabut

Pemilik mobil memasang dua lampu kabut 12 V 35 W pada satu rangkaian baru yang dilindungi satu sekering. Kabel yang dipakai kuat dialiri arus paling besar 12 A. Sekering yang tersedia berukuran 5 A, 10 A, 15 A, dan 25 A. Sekering mana yang paling tepat?

Langkah:

1. Hitung arus satu lampu: I = P ÷ V = 35 ÷ 12 ≈ 2,92 A.
2. Dua lampu paralel: arus total = 2 × 2,92 = 5,83 A (atau 70 W ÷ 12 V = 5,83 A).
3. Sekering harus lebih besar daripada 5,83 A: 5 A tidak cukup.
4. Sekering tidak boleh melebihi batas kabel 12 A: 15 A dan 25 A terlalu besar.
5. Satu-satunya yang berada di antara 5,83 A dan 12 A adalah 10 A.

Jawaban: sekering 10 A. Sekering 5 A putus saat lampu menyala normal, sedangkan 15 A dan 25 A membiarkan kabel kelebihan arus.

Contoh 2: Resistor untuk lampu indikator LED

Sebuah LED biru bertegangan kerja 3,0 V dan arus kerja paling besar 10 mA akan dipasang sebagai lampu indikator pada mobil 12 V. Berapa resistor seri yang dipilih bila resistor yang tersedia 1 kΩ, 1,2 kΩ, dan 1,5 kΩ, dan berapa daya yang cukup?

Langkah:

1. Pakai tegangan sumber tertinggi, 14,4 V. Ubah satuan: 10 mA = 0,010 A.
2. Tegangan di resistor = 14,4 − 3,0 = 11,4 V.
3. R = V ÷ I = 11,4 ÷ 0,010 = 1.140 Ω.
4. Pilih nilai standar yang sama atau lebih besar: 1,2 kΩ. Resistor 1 kΩ lebih kecil daripada hasil hitungan, sehingga arusnya 11,4 mA dan melewati batas.
5. Arus nyata = 11,4 ÷ 1.200 = 9,5 mA. Daya resistor = 11,4 × 0,0095 ≈ 0,11 W, sehingga resistor ¼ W (0,25 W) cukup.

Jawaban: 1,2 kΩ dengan kemampuan daya ¼ W. Saat mesin mati (12 V), arusnya 9 ÷ 1.200 = 7,5 mA, sehingga LED hanya sedikit lebih redup.

Contoh 3: Energi lampu sorot dan kapasitas aki

Sebuah lampu sorot 12 V 55 W dinyalakan di bengkel lapangan dengan mesin mati dan dilayani sebuah aki 12 V 45 Ah. Berapa arus lampu, berapa energi yang terpakai dalam 2 jam, dan berapa lama lampu dapat menyala sebelum aki tinggal separuh?

Langkah:

1. Arus lampu: I = 55 ÷ 12 ≈ 4,58 A.
2. Energi dalam 2 jam: E = P × t = 55 × 2 = 110 Wh.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

3. Energi nominal aki: 12 × 45 = 540 Wh. Pemakaian 110 Wh = 110 ÷ 540 ≈ 20 % dari kapasitas.
4. Separuh kapasitas = 22,5 Ah. Lama = 22,5 ÷ 4,58 ≈ 4,9 jam.

Jawaban: arus 4,58 A, energi 110 Wh (sekitar 20 % kapasitas), dan lampu dapat menyala sekitar 4,9 jam sebelum aki tinggal separuh. Aki sebaiknya tidak sering dikuras sampai hampir kosong karena umurnya memendek.

Contoh 4: Lampu 12 V dipasang pada sistem 24 V

Seorang teknisi baru memasang lampu 12 V 21 W pada kabel lampu truk 24 V karena stok lampu 24 V habis. Apa yang terjadi?

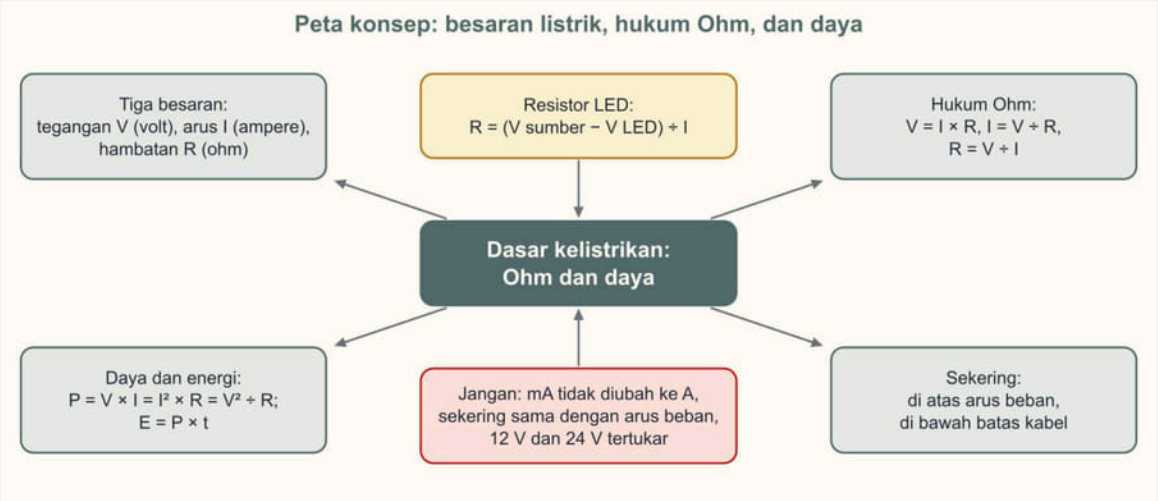
Langkah:

1. Hambatan lampu dari spesifikasi: $R = V^2 \div P = 12^2 \div 21 = 144 \div 21 \approx 6{,}86\ \Omega$.
2. Pada 24 V, arusnya I = 24 ÷ 6,86 = 3,5 A, dua kali arus normal (1,75 A).
3. Dayanya P = 24 × 3,5 = 84 W, empat kali daya rancangan 21 W.
4. Filamen menerima daya empat kali lipat, sehingga memutih terang sekejap lalu putus.

Jawaban: lampu menyala sangat terang lalu cepat putus. Sebaliknya, lampu 24 V 21 W pada sistem 12 V hanya memperoleh seperempat dayanya dan menyala redup. Tegangan lampu harus sama dengan tegangan sistem.

❖ PETA KONSEP

Ringkasan sub bab ini terlihat pada Gambar 5.5.



Gambar 5.5 Peta konsep sub bab 5.1. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- Tegangan (V, volt) mendorong, arus (I, ampere) mengalir, hambatan (R, ohm) menahan.
- Hukum Ohm: V = I × R; hambatan naik berarti arus turun, hambatan hampir nol berarti arus melonjak.
- Daya $P = V \times I = I^2 \times R = V^2 \div R$; energi E = P × t.
- Ubah satuan dahulu: 20 mA = 0,020 A; 2,2 kΩ = 2.200 Ω.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- Sekering lebih besar daripada arus beban dan tidak melebihi batas kabel; tidak boleh diganti yang lebih besar.
- Arus total beban paralel = jumlah arus tiap beban.
- Resistor LED: R = (V sumber − V LED) ÷ I, dengan tegangan sumber tertinggi.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Soal hitungan kelistrikan dikerjakan dengan langkah yang sama.

1. **Tulis yang diketahui dan yang ditanya**, lengkap dengan satuan.
2. **Ubah satuan** ke satuan dasar (A, V, Ω, W).
3. **Pilih rumus:** arus dari daya memakai I = P ÷ V; arus dari hambatan memakai I = V ÷ R.
4. **Hitung, lalu periksa kewajarannya:** arus lampu mobil biasanya satuan ampere, bukan ribuan.
5. **Putuskan:** pada soal sekering, cari nilai yang lebih besar daripada arus beban dan tidak melebihi batas kabel.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Miliampere tidak diubah ke ampere**, sehingga hasil salah seribu kali.
- **Sekering sama persis dengan arus beban** padahal harus lebih besar.
- **Memilih sekering paling besar "supaya aman"**, padahal kabel dapat terbakar sebelum sekering putus.
- **Tegangan 12 V dan 24 V tertukar** dalam menghitung arus atau hambatan.
- **Menghitung hanya satu lampu** padahal sekering melindungi beberapa lampu.
- **Menganggap hambatan kecil berarti komponen baik**, padahal hambatan jauh di bawah spesifikasi berarti arus berlebih.
- **Menganggap tidak putus berarti normal**; nilainya tetap harus sesuai spesifikasi.

> Contoh salah tafsir: pada soal tentang pemanas kursi 12 V 60 W yang dipasang pada kabel kuat 10 A dengan pilihan sekering 5 A, 7,5 A, 10 A, dan 20 A, seorang siswa memilih 5 A karena "60 W dibagi 12 V sama dengan 5 A". Hitungan arusnya benar, tetapi sekering 5 A sama dengan arus beban sehingga memanas dan putus berulang. Jawaban yang tepat adalah 7,5 A, yaitu sedikit di atas arus beban dan di bawah batas kabel.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menyajikan dua lampu dalam satu rangkaian dan beberapa nilai sekering yang tersedia. Perhatikan dua batas yang harus dipenuhi: arus total yang harus dilewati dan kemampuan kabel.

►. Siswa memperbaiki rangkaian lampu rem sebuah mobil 12 V (2027). Lampu rem kiri dan kanan masing-masing 12 V 21 W dan keduanya dilindungi oleh satu sekring. Sekring lama

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

hilang, dan di laci tersedia sekring 2 A, 3 A, 5 A, 15 A, dan 30 A. Kabel rangkaian itu dirancang untuk arus maksimum 7,5 A.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Sekring yang paling tepat dipasang adalah ....

A. 3 A
B. 2 A
C. 5 A
D. 15 A
E. 30 A

Pembahasan **Kunci: C**

Konsep: Arus lampu dihitung dengan I = P / V. Sekring dipilih sedikit di atas arus kerja total agar tidak putus saat normal, tetapi di bawah kemampuan kabel agar kabel terlindungi.

Langkah:
1. Arus satu lampu: 21 W ÷ 12 V = 1,75 A.
2. Dua lampu: 2 × 1,75 = 3,5 A.
3. Sekring harus di atas 3,5 A dan tidak melebihi kemampuan kabel 7,5 A → 5 A.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: 3 A cukup untuk satu lampu (1,75 A), tetapi dua lampu menarik 3,5 A sehingga sekring putus.
• **B.** ✗ Lebih kecil dari arus satu lampu sekalipun.
• **C.** ✓ Di atas arus kerja 3,5 A dan di bawah batas kabel 7,5 A.
• **D.** ✗ Melebihi kemampuan kabel; kabel bisa terbakar sebelum sekring putus.
• **E.** ✗ Jauh melebihi kemampuan kabel.

Jawaban: C.

NEXT LEVEL STUDY

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk tiap soal, tulis dulu yang diketahui lengkap dengan satuannya, lalu rumus yang kamu pakai.

1. Spesifikasi injektor sebuah mobil adalah jenis hambatan tinggi, 11–13 Ω, dan bekerja pada tegangan 12 V (2027). Setelah salah satu injektor diganti dengan barang dari toko, siswa mengukur hambatan keempat injektor.

Injektor	Hambatan terukur
1	12,1 Ω
2	12,3 Ω
3 (baru)	2,4 Ω
4	11,9 Ω

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kesimpulan yang paling tepat adalah ....

A. Injektor 3 paling baik karena hambatannya kecil sehingga arusnya lancar
B. Injektor 3 tidak sesuai jenis; arusnya kira-kira 5 kali lipat dan membebani ECU
C. Injektor 1, 2, dan 4 sudah aus karena hambatannya lebih besar daripada injektor 3 yang baru
D. Semua injektor normal karena hambatannya masih lebih besar dari nol
E. Arus injektor 3 hanya 0,2 A sehingga injektor itu tidak akan bekerja

2. Mesin diesel empat silinder sebuah truk 12 V sulit dihidupkan pada pagi hari (2027). Keempat busi pijar terpasang paralel, dan menurut manual hambatan setiap busi 1,0 Ω. Saat pemanasan aktif, siswa mengukur tegangan di terminal busi 12,0 V dan arus total ke busi pijar 36 A dengan tang ampere.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kesimpulan dan tindakan yang paling tepat adalah ....

A. Arus total normal karena setiap busi memang menarik sekitar 9 A
B. Keempat busi bekerja tetapi lemah sehingga aki perlu diisi ulang
C. Satu busi kemungkinan putus; ukur hambatan tiap busi lalu ganti
D. Dua busi kemungkinan putus karena setiap busi seharusnya 24 A
E. Relay busi pijar rusak sehingga arus berkurang; relay diganti

Kunci singkat: 1. B 2. C

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menjelaskan dengan kata-katamu sendiri mengapa sekering yang lebih besar daripada kemampuan kabel justru membahayakan, padahal sekering itu "tidak mudah putus"?
- Bila hambatan sebuah komponen turun menjadi seperlima nilai spesifikasinya, berapa kali lipat arus yang mengalir pada tegangan yang sama, dan apa akibatnya?
- **Yang harus kuingat:** ubah satuan lebih dahulu, pakai I = P ÷ V untuk arus dari daya, dan pilih sekering di atas arus beban tetapi tidak melebihi batas kabel.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 5.1: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.
next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkto&node=SMKTO-5.1

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 5.2 · Rangkaian seri, paralel, dan campuran di kendaraan

SMKTO-5.2

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu **menganalisis rangkaian seri, paralel, dan campuran**. Soalnya berupa kasus kendaraan: lampu yang diganti dengan daya lebih besar, bohlam sein yang putus, atau aki truk yang disusun untuk memperoleh tegangan tertentu. Kamu diminta menghitung hambatan, arus, atau tegangan, lalu memutuskan apa yang terjadi dan apa tindakan yang tepat. Yang diuji bukan hafalan rumus, melainkan **kemampuan mengenali cara komponen disambung** dan memakai aturan yang sesuai untuk jenis sambungan itu.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- membedakan rangkaian seri dan paralel dari cara sambungannya dan dari akibat bila satu komponen putus;
- menghitung hambatan ekuivalen, arus, dan tegangan pada rangkaian seri, paralel, dan campuran;
- menyusun aki secara seri, paralel, atau gabungan untuk memperoleh tegangan dan kapasitas yang diminta;
- menjelaskan mengapa lampu sein berkedip lebih cepat saat sebuah bohlam putus;
- menilai akibat mengganti lampu dengan daya yang lebih besar.

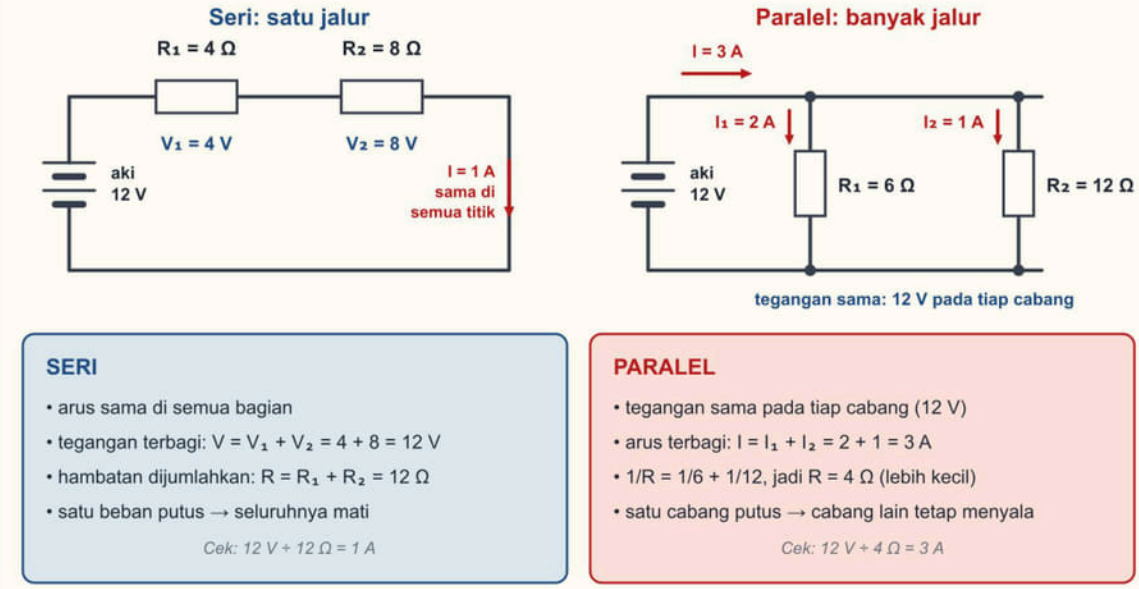
◆ KONSEP INTI

Di sub bab 5.1 kamu menghitung arus pada satu beban. Kendaraan nyata memiliki puluhan beban yang bekerja bersamaan, sehingga yang menentukan perilaku sistem adalah **cara beban-beban itu disambungkan**. Hanya ada dua cara dasar: **seri** dan **paralel**. Gabungan keduanya disebut **campuran**.

1. Rangkaian seri dan paralel

Pada rangkaian **seri**, komponen disusun berderet pada **satu jalur**, sehingga seluruh arus harus melewati komponen pertama, lalu kedua, dan seterusnya. Pada rangkaian **paralel**, komponen disambung pada **jalur yang bercabang**, sehingga arus terbagi ke setiap cabang dan menyatu kembali setelahnya (Gambar 5.6).

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 5.6 Perbandingan rangkaian seri dan paralel pada aki 12 V. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Rangkaian seri memiliki empat sifat:

1. **Arus sama** di seluruh bagian rangkaian, karena hanya ada satu jalur.
2. **Tegangan terbagi** di antara komponen: $V = V_1 + V_2 + ...$ Komponen dengan hambatan lebih besar menerima bagian tegangan lebih besar.
3. **Hambatan dijumlahkan:** $R = R_1 + R_2 + ...$
4. **Satu komponen putus, seluruh rangkaian mati**, karena jalurnya terputus.

Bila dua resistor R_1 dan R_2 disusun seri pada tegangan V, bagian tegangan pada R_1 adalah $V_1 = V \times R_1 \div (R_1 + R_2)$. Rumus ini disebut **pembagi tegangan**. Pada Gambar 5.6, $R_1 = 4\ \Omega$ dan $R_2 = 8\ \Omega$ pada 12 V: arus $12 \div 12 = 1$ A, tegangan $R_1 = 1 \times 4 = 4$ V, tegangan $R_2 = 1 \times 8 = 8$ V, dan jumlahnya 12 V.

Pembagi tegangan juga menjelaskan **tegangan jatuh pada sambungan buruk**. Sambungan berkarat dapat dibayangkan sebagai resistor kecil yang disusun seri dengan lampu. Bila lampu berhambatan 6 Ω memiliki sambungan berkarat 0,5 Ω, lampu hanya menerima $12 \times 6 \div 6{,}5 \approx 11{,}1$ V, dan sisa 0,9 V hilang di sambungan itu sebagai panas. Lampu menjadi lebih redup. Gejala ini kamu gunakan lagi di sub bab 5.3.

Rangkaian paralel juga memiliki empat sifat:

1. **Tegangan sama** pada setiap cabang, yaitu tegangan sumber.
2. **Arus terbagi:** $I = I_1 + I_2 + ...$ Cabang berhambatan kecil menerima arus lebih besar.
3. **Hambatan ekuivalen lebih kecil** daripada hambatan cabang terkecil: $1/R = 1/R_1 + 1/R_2 + ...$ Untuk dua hambatan, $R = (R_1 \times R_2) \div (R_1 + R_2)$. Untuk n hambatan identik, $R = R_1 \div n$.
4. **Satu cabang putus, cabang lain tetap bekerja**, karena masing-masing masih memiliki jalur sendiri.

Pada Gambar 5.6, $R_1 = 6\ \Omega$ dan $R_2 = 12\ \Omega$ pada 12 V: $I_1 = 12 \div 6 = 2$ A, $I_2 = 12 \div 12 = 1$ A, I total = 3 A, dan hambatan ekuivalen = $(6 \times 12) \div 18 = 4\ \Omega$. Periksa: $12 \div 4 = 3$ A. Menambah cabang berarti menambah jalur arus sehingga hambatan total makin kecil dan arus total dari aki makin besar. Itulah mengapa menyalakan banyak beban sekaligus menguras aki lebih cepat.

Hampir semua beban di kendaraan dipasang **paralel** pada aki: lampu, kipas, pompa, dan radio masing-masing mendapat 12 V dan dapat dinyalakan sendiri-sendiri. Sebaliknya, **sekering, saklar, dan relay dipasang seri** dengan beban yang dikendalikannya, karena komponen itu harus dilewati seluruh arus beban.

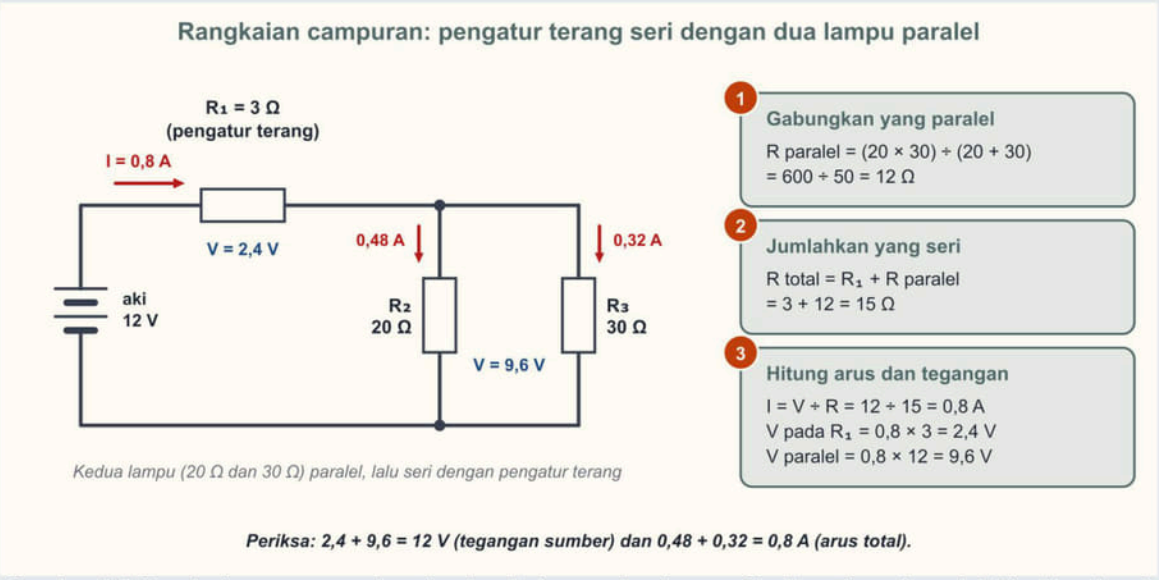
Satu cara cepat membedakan: **bila satu beban dicabut, apakah beban lain tetap menyala?** Bila ya, mereka paralel. Bila semuanya padam, mereka seri.

2. Rangkaian campuran

Banyak rangkaian kendaraan berupa gabungan. Misalnya pengatur terang lampu panel: sebuah hambatan pengatur disusun seri dengan dua lampu panel yang paralel satu sama lain (Gambar 5.7). Cara menyelesaikannya adalah **menyederhanakan dari bagian dalam ke luar**:

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

1. Cari kelompok paralel dan gantikan dengan satu hambatan ekuivalen.
2. Jumlahkan hambatan yang seri, sehingga diperoleh hambatan total.
3. Hitung arus total dengan hukum Ohm: I = V ÷ R total.
4. Kembali ke rangkaian asli: arus total mengalir lewat bagian seri, dan tegangan di kelompok paralel dibagi ke tiap cabang untuk memperoleh arus cabang.



Gambar 5.7 Rangkaian campuran dan tiga langkah penyelesaiannya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

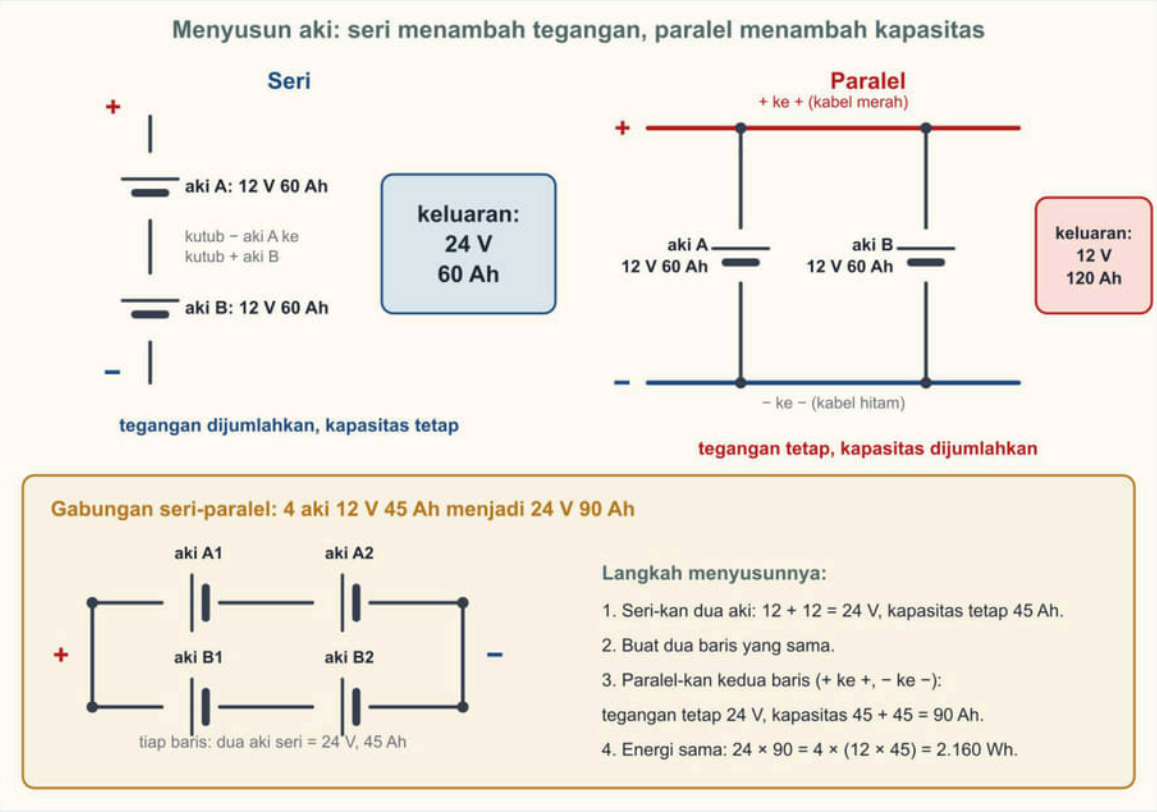
Pada Gambar 5.7, R_2 = 20 Ω dan R_3 = 30 Ω paralel menjadi (20 × 30) ÷ 50 = 12 Ω. Bersama R_1 = 3 Ω yang seri, hambatan total 15 Ω. Arus total 12 ÷ 15 = 0,8 A. Tegangan di R_1 = 0,8 × 3 = 2,4 V, sehingga kelompok paralel menerima 12 − 2,4 = 9,6 V. Arus cabangnya 9,6 ÷ 20 = 0,48 A dan 9,6 ÷ 30 = 0,32 A, yang jumlahnya 0,8 A. Dua pemeriksaan ini selalu dapat kamu lakukan: **jumlah tegangan bagian seri sama dengan tegangan sumber**, dan **jumlah arus cabang sama dengan arus total**.

Bila hambatan pengatur diperbesar, arus total turun, tegangan di lampu turun, dan lampu redup. Begitulah prinsip pengatur terang panel dan pengatur kecepatan blower: hambatan seri mengatur arus ke beban.

3. Aki seri dan aki paralel

Aki dapat disusun seri atau paralel untuk memperoleh tegangan atau kapasitas yang diperlukan (Gambar 5.8).

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 5.8 Aki disusun seri, paralel, dan gabungan seri-paralel. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Seri:** kutub **positif aki pertama dihubungkan ke kutub negatif aki kedua**. Tegangan **dijumlahkan**, kapasitas (Ah) **tetap**. Dua aki 12 V 60 Ah menghasilkan 24 V 60 Ah. Inilah cara truk dan bus memperoleh sistem 24 V dari dua aki 12 V.
- **Paralel:** kutub **positif dihubungkan ke positif**, dan **negatif ke negatif**. Tegangan **tetap**, kapasitas **dijumlahkan**. Dua aki 12 V 60 Ah menghasilkan 12 V 120 Ah, yaitu cadangan energi yang lebih besar.
- **Gabungan:** beberapa baris seri disusun paralel. Banyak aki seri = tegangan yang diminta ÷ tegangan satu aki; banyak baris paralel = kapasitas yang diminta ÷ kapasitas satu baris.

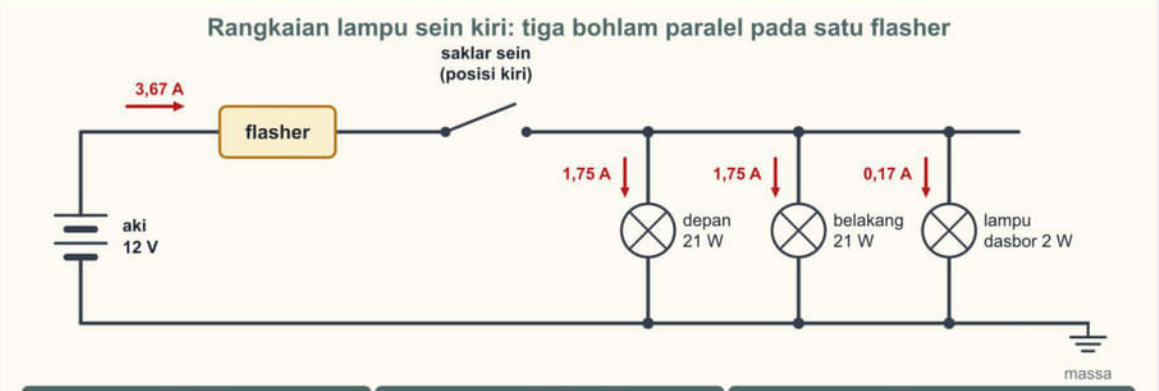
Beberapa aturan agar susunan aman. Pertama, **aki yang dirangkai harus sama jenis, tegangan, kapasitas, dan kondisinya**. Pada rangkaian seri, aki berkapasitas lebih kecil lebih cepat kosong dan rusak, dan kapasitas keseluruhan turun mengikuti aki terlemah. Aki lama dan baru jangan dicampur. Kedua, kabel penghubung antar-aki harus **tebal dan sependek mungkin** karena arus starter sangat besar. Ketiga, pada truk 24 V, **jangan mengambil 12 V dari salah satu aki saja** untuk radio atau lampu 12 V. Aki yang diambil terus akan terkuras lebih cepat daripada pasangannya sehingga tidak seimbang dan cepat rusak. Pakai pengubah tegangan 24 V ke 12 V yang mengambil daya dari kedua aki.

Saat membantu menghidupkan mobil dengan kabel jumper, kamu membentuk susunan **paralel**: positif ke positif, dan negatif ke massa bodi yang jauh dari aki lemah, sehingga kedua aki bertegangan sama dan aki penolong ikut menyuplai starter.

4. Lampu sein dan perubahan hambatan

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Lampu sein kiri biasanya terdiri atas beberapa bohlam yang **paralel**: depan, belakang, dan kadang samping serta lampu di dasbor, semuanya dikendalikan satu flasher (Gambar 5.9).



Kondisi	Arus yang dirasakan flasher	Kedipan
Semua bohlam baik	1,75 + 1,75 + 0,17 = 3,67 A	normal
Bohlam belakang putus	1,75 + 0,17 = 1,92 A (berkurang)	lebih cepat (peringatan)

Pada flasher elektronik umum, arus yang berkurang membuat kedipan lebih cepat sebagai tanda ada bohlam putus.

Gambar 5.9 Lampu sein kiri: tiga bohlam paralel dan akibat bila satu bohlam putus. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Misalnya bohlam depan dan belakang masing-masing 21 W (1,75 A) dan lampu dasbor 2 W (0,17 A). Arus total yang dialirkan flasher 1,75 + 1,75 + 0,17 = 3,67 A. Karena paralel, bila bohlam belakang putus, bohlam depan dan dasbor **tetap menyala**, tetapi arus total turun menjadi 1,92 A.

Flasher memperhatikan arus itu. Pada flasher elektronik yang umum dipakai, **arus yang berkurang membuat kedipan lebih cepat** sebagai peringatan bahwa ada bohlam putus. Perilaku jenis flasher lain dapat berbeda, sehingga untuk jenis tertentu perlu mengikuti manual. Kuncinya adalah **sisi yang sama**: bila sein kanan normal dan sein kiri berkedip cepat, flasher, aki, dan saklar tidak perlu dicurigai lebih dahulu; periksa bohlam dan soket di sisi yang berkedip cepat. Bohlam putus diganti dengan bohlam dengan daya yang sama.

5. Mengganti lampu dengan daya lebih besar

Karena beban paralel menarik arus dari kabel yang sama, mengganti lampu dengan daya lebih besar menaikkan arus total. Misalnya dua lampu kepala 55 W pada 12 V menarik 110 ÷ 12 ≈ 9,2 A. Bila diganti dua lampu 90 W, arusnya 180 ÷ 12 = 15 A. Kabel, saklar, dan konektor yang dirancang untuk sekitar 10 A menjadi terlalu panas, dan sekering 10 A akan putus.

Tindakan yang **salah** adalah mengganti sekering dengan yang lebih besar agar tidak putus: sekering tidak lagi melindungi, sedangkan kabel dan saklar bisa terbakar. Tindakan yang **benar** adalah memakai lampu sesuai spesifikasi pabrik. Bila beban memang harus ditambah, buat rangkaian baru dengan **relay**, kabel berpenampang lebih besar, dan sekering baru yang sesuai (sub bab 5.4).

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

▣ CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Hambatan ekuivalen rangkaian campuran

Pada panel instrumen sebuah mobil, pengatur terang berhambatan 2 Ω disusun seri dengan dua lampu panel yang paralel satu sama lain, masing-masing 10 Ω dan 15 Ω. Rangkaian dipasang pada aki 12 V. Hitung arus total dan arus pada tiap lampu.

Langkah:

1. Hambatan paralel: (10 × 15) ÷ (10 + 15) = 150 ÷ 25 = 6 Ω.
2. Hambatan total: 2 + 6 = 8 Ω.
3. Arus total: 12 ÷ 8 = 1,5 A.
4. Tegangan pengatur terang: 1,5 × 2 = 3 V; tegangan paralel: 12 − 3 = 9 V.
5. Arus lampu: 9 ÷ 10 = 0,9 A dan 9 ÷ 15 = 0,6 A.
6. Periksa: 0,9 + 0,6 = 1,5 A.

Jawaban: arus total 1,5 A; lampu 10 Ω mengalirkan 0,9 A dan lampu 15 Ω mengalirkan 0,6 A.

Contoh 2: Menyusun aki dari persediaan

Sebuah alat berat kecil memerlukan sumber 24 V dengan kapasitas 100 Ah. Bengkel hanya memiliki aki 12 V 50 Ah. Berapa aki yang diperlukan dan bagaimana menyusunnya?

Langkah:

1. Jumlah aki seri untuk 24 V: 24 ÷ 12 = 2 aki per baris.
2. Satu baris menghasilkan 24 V 50 Ah. Jumlah baris paralel untuk 100 Ah: 100 ÷ 50 = 2 baris.
3. Jumlah seluruh aki: 2 × 2 = 4.
4. Periksa energi: 24 × 100 = 2.400 Wh sama dengan 4 × (12 × 50) = 2.400 Wh.

Jawaban: 4 aki, disusun dua baris paralel, tiap baris dua aki seri (positif ke negatif). Aki harus sama jenis dan kondisinya.

Contoh 3: Menentukan jumlah bohlam yang putus dari arus

Lampu senja sebuah mobil terdiri atas enam bohlam paralel, masing-masing 12 V 5 W. Arus total saat semua baik seharusnya 30 ÷ 12 = 2,5 A. Teknisi mengukur arus 2,08 A. Berapa bohlam yang putus?

Langkah:

1. Arus satu bohlam: 5 ÷ 12 ≈ 0,417 A.
2. Kekurangan arus: 2,5 − 2,08 = 0,42 A.
3. Banyak bohlam putus: 0,42 ÷ 0,417 ≈ 1.

Jawaban: satu bohlam putus. Bila arus terukur 1,67 A, kekurangannya 0,83 A, yaitu dua bohlam. Untuk menemukan bohlam yang mana, periksa nyala setiap bohlam atau ukur kontinuitasnya satu per satu.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Contoh 4: Dua bohlam seri dengan daya berbeda

Seorang teknisi menyambung seri dua bohlam 12 V pada sistem 24 V. Pertama kedua bohlam 21 W identik, kemudian satu bohlam diganti bohlam 5 W. Bagaimana pembagian tegangan dan apa akibatnya?

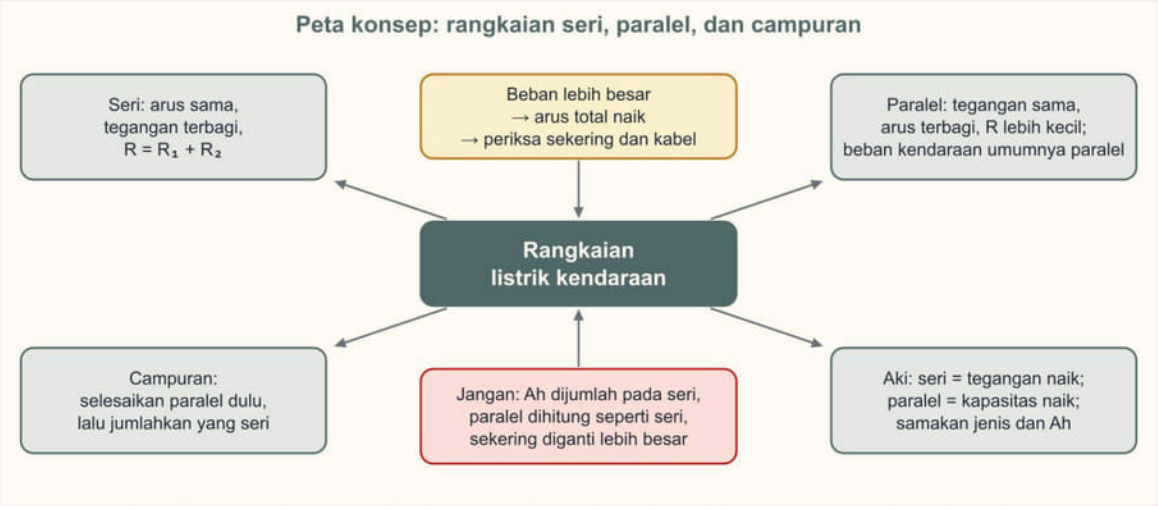
Langkah:

1. Hambatan bohlam 21 W: $12^2 \div 21 \approx 6{,}86\ \Omega$. Hambatan bohlam 5 W: $12^2 \div 5 = 28{,}8\ \Omega$.
2. Kasus identik: hambatan total 13,7 Ω, arus 24 ÷ 13,7 = 1,75 A, tegangan tiap bohlam 12 V. Keduanya menyala normal.
3. Kasus berbeda: hambatan total 6,86 + 28,8 = 35,66 Ω; arus 24 ÷ 35,66 ≈ 0,67 A.
4. Tegangan bohlam 21 W: 0,67 × 6,86 ≈ 4,6 V. Tegangan bohlam 5 W: 0,67 × 28,8 ≈ 19,4 V.
5. Daya bohlam 5 W: 19,4 × 0,67 ≈ 13 W, lebih dari 2,5 kali daya rancangannya.

Jawaban: pada seri, bohlam berhambatan lebih besar menerima tegangan lebih besar. Bohlam 5 W kelebihan tegangan dan cepat putus, sedangkan bohlam 21 W menyala redup. Susunan seri hanya cocok untuk bohlam yang identik.

❖ PETA KONSEP

Ringkasan sub bab ini terlihat pada Gambar 5.10.



Gambar 5.10 Peta konsep sub bab 5.2. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- Seri: satu jalur, arus sama, tegangan terbagi, hambatan dijumlahkan, satu putus semuanya mati.
- Paralel: banyak jalur, tegangan sama, arus terbagi, hambatan ekuivalen lebih kecil, satu putus yang lain tetap.
- Campuran: sederhanakan paralel lebih dulu, lalu jumlahkan yang seri.
- Aki seri: positif ke negatif, tegangan bertambah, kapasitas tetap. Aki paralel: positif ke positif, tegangan tetap, kapasitas bertambah.
- Beban kendaraan paralel pada aki; sekering, saklar, dan relay seri dengan bebannya.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- Lampu daya lebih besar menaikkan arus total; sekering tidak boleh diperbesar.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Soal rangkaian dikerjakan dengan urutan berikut.

1. **Tentukan jenis sambungan** dari gambar atau uraian: bila satu beban dicabut, apakah yang lain tetap menyala?
2. **Tulis aturan yang sesuai:** seri (arus sama, jumlahkan hambatan) atau paralel (tegangan sama, jumlahkan arus).
3. **Kerjakan bertahap** pada rangkaian campuran, dari kelompok paralel ke seri.
4. **Periksa hasilnya:** jumlah tegangan seri sama dengan tegangan sumber, jumlah arus cabang sama dengan arus total.
5. **Putuskan tindakan:** pada soal beban tambahan, bandingkan arus total baru dengan sekering dan kabel.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Kapasitas (Ah) dijumlahkan pada rangkaian seri**, padahal bertambah pada paralel.
- **Paralel dihitung seperti seri**, sehingga hambatan total terlalu besar.
- **Menghitung arus satu lampu** padahal soal menanyakan arus total semua lampu.
- **Menaikkan sekering** agar lampu daya besar tidak memutus rangkaian.
- **Menyalahkan flasher** padahal sisi kanan normal dan bohlam kiri yang putus.
- **Mencampur aki lama dan baru** atau aki berkapasitas berbeda.

> Contoh salah tafsir: pada soal tentang dua resistor 10 Ω yang dipasang paralel pada 12 V, seorang siswa menjumlahkan hambatannya menjadi 20 Ω, sehingga arus total dihitung 0,6 A. Padahal pada paralel hambatan ekuivalen lebih kecil daripada tiap cabang, yaitu 5 Ω, sehingga arus totalnya 2,4 A, yaitu 1,2 A di tiap cabang.

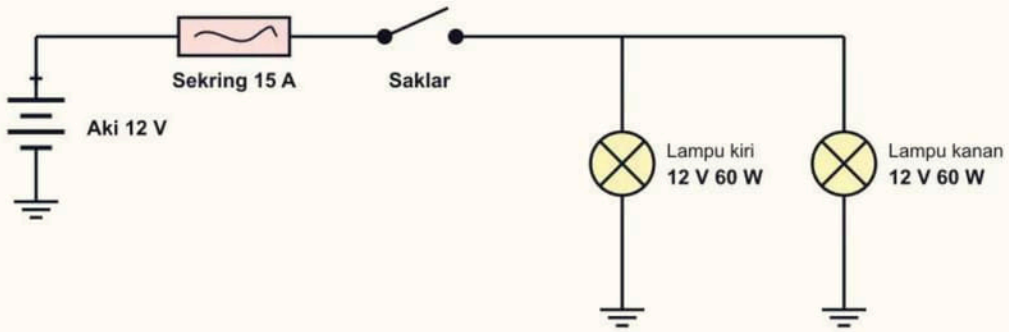
● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menyajikan rangkaian lampu yang diganti dengan daya lebih besar. Perhatikan jenis sambungan lampu pada gambar, lalu hitung arus total sebelum membandingkannya dengan sekering.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

►. Gambar menunjukkan rangkaian lampu kepala sebuah mobil (2027). Pemilik mobil meminta kedua lampu diganti dengan lampu 12 V 100 W agar lebih terang, tanpa mengubah komponen lain pada rangkaian.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Akibat yang paling mungkin dan tindakan yang tepat adalah ....

Rangkaian lampu kepala (lampu dekat) — mobil 12 V



A. Lampu lebih terang tanpa masalah karena tegangan aki tetap 12 V
B. Sekring diganti 25 A agar tidak putus, lalu lampu 100 W tetap dipasang
C. Hanya satu lampu yang menyala karena kedua lampu tersusun seri
D. Arus naik menjadi sekitar 8,3 A sehingga sekring 15 A masih aman
E. Arus total ±16,7 A melebihi sekring; lampu dikembalikan ke 60 W

Pembahasan **Kunci: E**

Konsep: Pada rangkaian paralel, arus total adalah jumlah arus setiap cabang. Sekring melindungi kabel dan saklar; mengganti sekring dengan nilai lebih besar membuat kabel dan saklar kelebihan beban.

Langkah:
1. Dari gambar: kedua lampu paralel, sekring 15 A.
2. Lampu lama: 2 × 60 W ÷ 12 V = 10 A (aman).
3. Lampu baru: 2 × 100 W ÷ 12 V ≈ 16,7 A > 15 A → sekring putus.
4. Tindakan: tetap memakai lampu sesuai spesifikasi rangkaian.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Tegangan memang tetap, tetapi arus naik karena dayanya lebih besar.
• **B.** ✗ Jebakan: sekring tidak putus lagi, tetapi kabel dan saklar yang dirancang untuk sekitar 10 A menjadi panas dan dapat terbakar.
• **C.** ✗ Gambar menunjukkan kedua lampu tersusun paralel, bukan seri.
• **D.** ✗ Angka 8,3 A hanya arus satu lampu; arus total dua lampu sekitar 16,7 A.
• **E.** ✓ Arus total melebihi batas sekring, sehingga lampu harus sesuai spesifikasi.

Jawaban: E.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk tiap soal, tentukan dulu jenis sambungannya, lalu tulis aturan yang berlaku.

1. Pelanggan mengeluh lampu sein kiri berkedip jauh lebih cepat daripada biasanya, sedangkan sein kanan normal (2027). Saat diperiksa, bohlam sein kiri depan menyala berkedip, tetapi bohlam sein kiri belakang tidak menyala; soket dan kabel massanya terlihat bersih dan kencang. Bohlam sein kiri depan dan belakang tersambung paralel ke satu flasher yang sama dengan sein kanan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penyebab dan perbaikan yang paling tepat adalah ....

A. Rangkaian sein kiri tersusun seri, jadi seharusnya semua sein kiri mati
B. Flasher rusak karena kedipnya cepat, jadi flasher perlu segera diganti
C. Aki lemah sehingga tegangan ke flasher turun, jadi aki perlu diisi ulang atau diganti
D. Saklar sein aus pada posisi kiri, jadi saklar sein perlu diganti
E. Bohlam kiri belakang putus sehingga arus berkurang, jadi bohlamnya diganti

2. Truk dengan sistem listrik 24 V memakai dua aki 12 V 100 Ah yang dirangkai seri (2027). Salah satu aki sudah rusak dan Andi diminta menggantinya serta memastikan rangkaiannya benar.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Pada rangkaian ini, terminal positif aki pertama dihubungkan ke terminal negatif aki kedua.
☐ B. Rangkaian seri dua aki 12 V 100 Ah menghasilkan 24 V dengan kapasitas 200 Ah.
☐ C. Aki pengganti 12 V 70 Ah tidak berpengaruh karena tegangannya sama dengan aki lama.
☐ D. Aki pengganti sebaiknya 12 V 100 Ah agar pengisian dan pemakaian kedua aki seimbang.
☐ E. Bila kedua aki dirangkai paralel, truk tetap mendapat 24 V dengan arus yang lebih besar.

Kunci singkat: 1. E 2. A, D

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menjelaskan dengan kata-katamu sendiri mengapa hambatan ekuivalen rangkaian paralel selalu lebih kecil daripada hambatan cabang yang terkecil?
- Dua aki 12 V 80 Ah disusun untuk truk 24 V: sambungan apa yang kamu pilih, dan berapa kapasitas yang diperoleh?
- **Yang harus kuingat:** seri berarti arus sama dan tegangan terbagi; paralel berarti tegangan sama dan arus terbagi; kenali sambungannya sebelum menghitung.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 5.2: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkto&node=SMKTO-5.2

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 5.3 · Mengukur dengan multimeter

SMKTO-5.3

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu **menggunakan multimeter untuk mengukur tegangan, arus, dan hambatan** serta menafsirkan hasilnya. Soalnya berupa kasus bengkel dengan tabel hasil ukur: tegangan di beberapa titik rangkaian, arus bocor, hambatan kumparan, atau multimeter yang layarnya terus menunjukkan 0 V. Kamu diminta memilih cara memasang alat yang benar atau menyimpulkan bagian mana yang rusak. Yang diuji bukan hafalan nama tombol, melainkan **ketepatan memasang alat ukur dan ketelitian menarik kesimpulan dari angka**.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menyebut bagian multimeter digital dan fungsi tiap posisi selektor;
- memasang multimeter dengan benar untuk tegangan (paralel), arus (seri), dan hambatan (komponen lepas dan tanpa tegangan);
- menilai tegangan aki dan mengukur tegangan jatuh pada kabel atau sambungan;
- mengukur arus bocor dan memeriksa kontinuitas kabel, sekering, dan kumparan;
- menafsirkan tampilan "0 V", "OL", dan tanda minus, serta menemukan penyebab alat yang tidak menunjuk dengan benar.

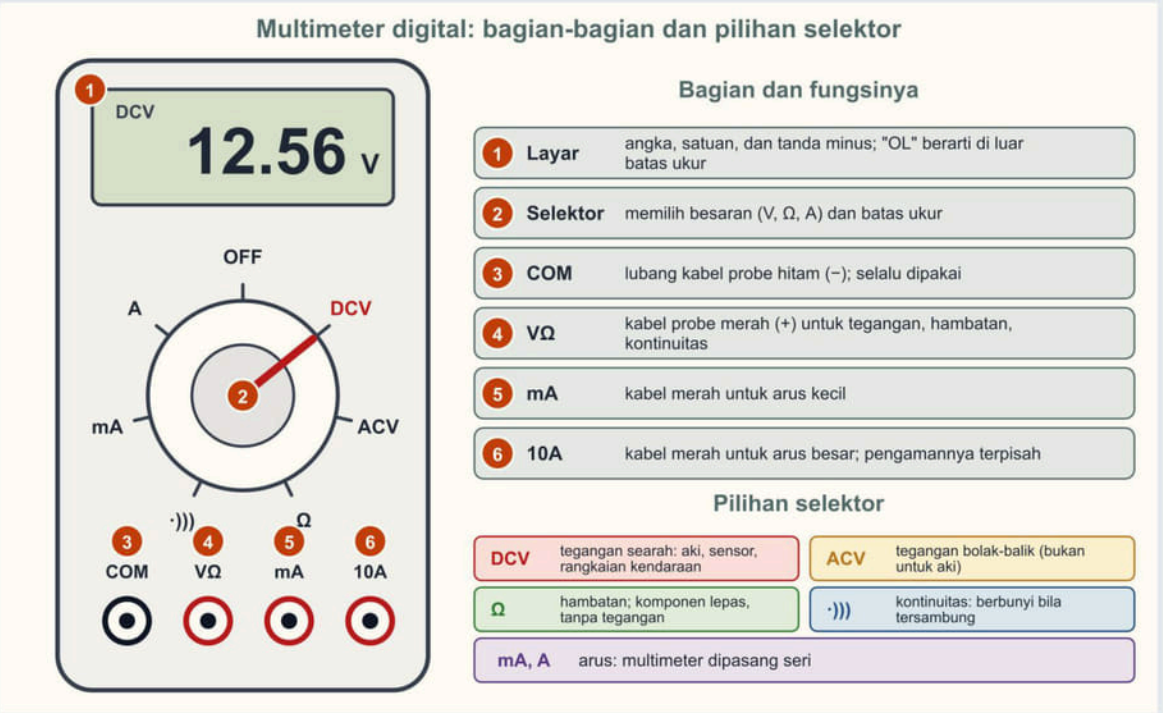
◆ KONSEP INTI

Multimeter adalah alat ukur serbaguna yang paling sering dipegang teknisi kelistrikan. Dengan satu alat, kamu dapat memeriksa aki, mencari kabel putus, menguji sekering, dan memeriksa kumparan. Namun, multimeter yang dipasang salah memberi angka yang menyesatkan, bahkan dapat merusak alat atau menghubungsingkatkan aki. Karena itu aturan pemasangannya harus kamu kuasai dengan pasti.

1. Mengenal multimeter digital

Multimeter digital menampilkan hasil ukur berupa angka pada layar. Gambar 5.11 menunjukkan bagian-bagiannya.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 5.11 Multimeter digital: bagian-bagian dan pilihan selektor. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

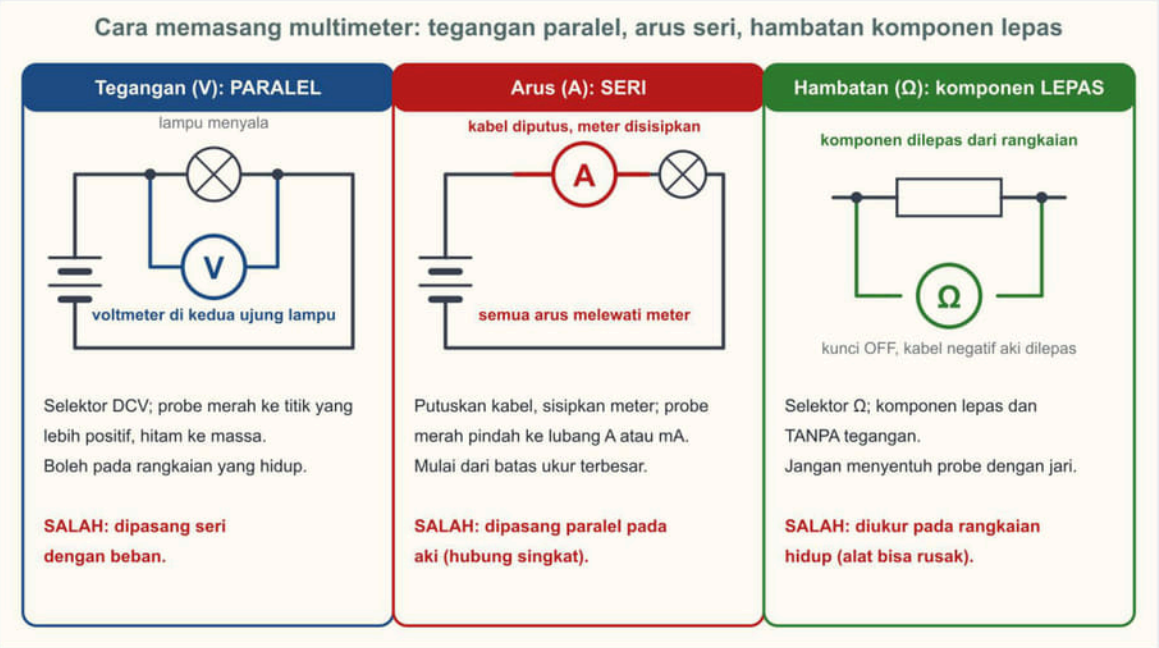
- **Layar** menampilkan angka, satuan, dan tanda minus. Tulisan **OL** (*over limit*) berarti nilai di luar batas ukur, atau pada pengukuran hambatan berarti hambatan tak terhingga (rangkaian terbuka).
- **Selektor** adalah tombol putar untuk memilih besaran: **DCV** (tegangan searah, untuk aki dan sensor), **ACV** (tegangan bolak-balik), **Ω** (hambatan), **kontinuitas** (simbol gelombang bunyi, alat berbunyi bila sambungan tertutup), serta **mA** dan **A** (arus). Pada alat manual (*manual range*), selektor juga memilih batas ukur. Alat dengan *auto range* memilih batas ukur sendiri.
- **Lubang kabel probe.** Probe **hitam** selalu ke lubang **COM**. Probe **merah** ke lubang **VΩ** untuk tegangan, hambatan, dan kontinuitas, ke lubang **mA** untuk arus kecil, atau ke lubang **10A** (atau A) untuk arus besar. Lubang arus memiliki sekering pengaman di dalam alat.

Aturan terpenting: **setiap kali mengganti besaran, pindahkan selektor dan, bila perlu, pindahkan probe merah**. Banyak kerusakan multimeter terjadi karena probe merah masih berada di lubang arus saat alat dipakai mengukur tegangan.

2. Tiga aturan pemasangan

Cara memasang multimeter berbeda untuk tiap besaran, dan perbedaan itu bersumber dari cara alat bekerja (Gambar 5.12).

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 5.12 Voltmeter dipasang paralel, ampermeter seri, dan ohmmeter pada komponen yang lepas. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **Voltmeter dipasang paralel** dengan bagian yang diukur. Hambatan dalam voltmeter sangat besar sehingga hampir tidak ada arus yang lewat; alat hanya "mengintip" selisih tegangan di dua titik. Itu sebabnya voltmeter aman dipasang pada rangkaian yang hidup.
2. **Ampermeter dipasang seri.** Arus yang diukur harus mengalir **melewati** alat, sehingga kabel harus diputus dan multimeter disisipkan. Hambatan dalam ampermeter sangat kecil. Itu sebabnya ampermeter **tidak boleh** dipasang paralel pada aki atau beban: seluruh arus aki akan mengalir lewat alat, seperti hubung singkat, sehingga sekering alat putus atau kabel probe memanas.
3. **Ohmmeter dipakai pada komponen yang dilepas dan tanpa tegangan.** Alat mengukur hambatan dengan mengalirkan arus kecil dari baterainya sendiri. Bila komponen masih bertegangan atau masih tersambung ke rangkaian lain, tegangan itu merusak alat dan jalur paralel lain membuat hasilnya salah.

Ringkasnya: **tegangan paralel, arus seri, hambatan tanpa tegangan**.

3. Mengukur tegangan dan menilai aki

Untuk mengukur tegangan: pilih **DCV** pada batas ukur lebih besar daripada tegangan yang diperkirakan (misalnya batas 20 V untuk aki 12 V), tempelkan probe **merah ke titik yang lebih positif** dan **hitam ke titik yang lebih negatif atau ke massa**. Bila probe tertukar, angka tetap benar tetapi muncul tanda minus, sehingga tidak merusak alat.

Tegangan aki 12 V yang diukur **tanpa beban**, setelah aki beristirahat beberapa jam tanpa diisi atau dipakai, dapat ditafsirkan secara kasar:

- sekitar **12,6 V atau lebih**: terisi penuh atau hampir penuh;
- sekitar **12,4 V**: terisi sekitar tiga perempat;
- sekitar **12,0 V**: hampir kosong dan perlu diisi;

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- di bawah **11,8 V**: kosong, dan bila dibiarkan lama aki dapat rusak.

Tegangan hanya menggambarkan keadaan muatan, bukan seluruh kondisi aki. Aki yang sudah lemah dapat menunjukkan tegangan normal tanpa beban, tetapi turun drastis ketika starter berputar. Untuk menilai aki dengan lengkap, tegangan harus dilengkapi pengukuran berat jenis elektrolit dan uji beban (sub bab 5.4). Pada mesin hidup, tegangan di kutub aki seharusnya naik ke kira-kira 13,8 sampai 14,8 V karena alternator mengisi.

Voltmeter juga dapat memeriksa **sekering di dalam rangkaian**: ukur tegangan di kedua sisinya terhadap massa. Bila satu sisi 12 V dan sisi lain 0 V, sekering itu putus. Sekering yang terlihat utuh belum tentu baik, sehingga pengukuran lebih dapat dipercaya daripada pandangan mata.

4. Mengukur hambatan dan kontinuitas

Sebelum mengukur hambatan, **matikan kunci kontak, lepas kabel negatif aki, dan lepaskan komponen dari rangkaiannya** (atau paling tidak satu kakinya). Pilih selektor Ω. Hubungkan kedua probe pada komponen tanpa menyentuh logam probe dengan jari, sebab hambatan tubuh ikut terukur dan membuat hasil salah. Bandingkan hasil dengan spesifikasi pabrik:

- hasil **dalam rentang spesifikasi**: komponen baik secara listrik;
- hasil **OL atau tak terhingga**: kumparan atau kabel putus;
- hasil **jauh di bawah spesifikasi**: hubung singkat antar lilitan.

Contoh nilai yang sering dijumpai: kumparan relay puluhan sampai seratusan ohm, kumparan injektor sekitar belasan ohm, kumparan primer koil pengapian kurang dari beberapa ohm, dan kumparan sekunder koil beberapa ribu sampai belasan ribu ohm. Nilai yang berlaku selalu dibaca dari manual kendaraan.

Kontinuitas adalah fungsi cepat untuk memeriksa apakah dua titik tersambung. Alat berbunyi bila hambatan antara kedua probe sangat kecil. Fungsi ini dipakai untuk memeriksa kabel putus, sekering, saklar, dan sambungan konektor. Tidak berbunyi dan layar menunjukkan OL berarti terputus. Kontinuitas juga dipakai untuk **menguji probe sendiri**: tempelkan probe merah dan hitam, alat harus berbunyi dan menunjukkan hampir 0 Ω.

5. Mengukur arus dan arus bocor

Untuk mengukur arus: putuskan rangkaian pada satu titik, pindahkan probe merah ke lubang **A** (atau **mA** bila arusnya kecil), pilih selektor arus, lalu sisipkan multimeter pada celah itu sehingga seluruh arus mengalir lewatnya. Mulailah dari **batas ukur terbesar**, lalu turunkan bila angka terlalu kecil. Sekering di dalam alat melindungi dari arus berlebih; bila sekering itu putus, layar menunjukkan 0,00 A walaupun arus sebenarnya ada, sehingga hasil ukur menyesatkan.

Multimeter biasa hanya dapat mengukur arus sampai sekitar 10 A. Arus **starter** mencapai ratusan ampere dan tidak boleh diukur dengan cara itu. Untuk arus besar dipakai **multimeter tang** (*clamp meter*), yang hanya menjepit **satu kabel** tanpa memutusnya dan membaca arus dari medan magnet di sekeliling kabel. Pastikan jenis tang yang dipakai dapat

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

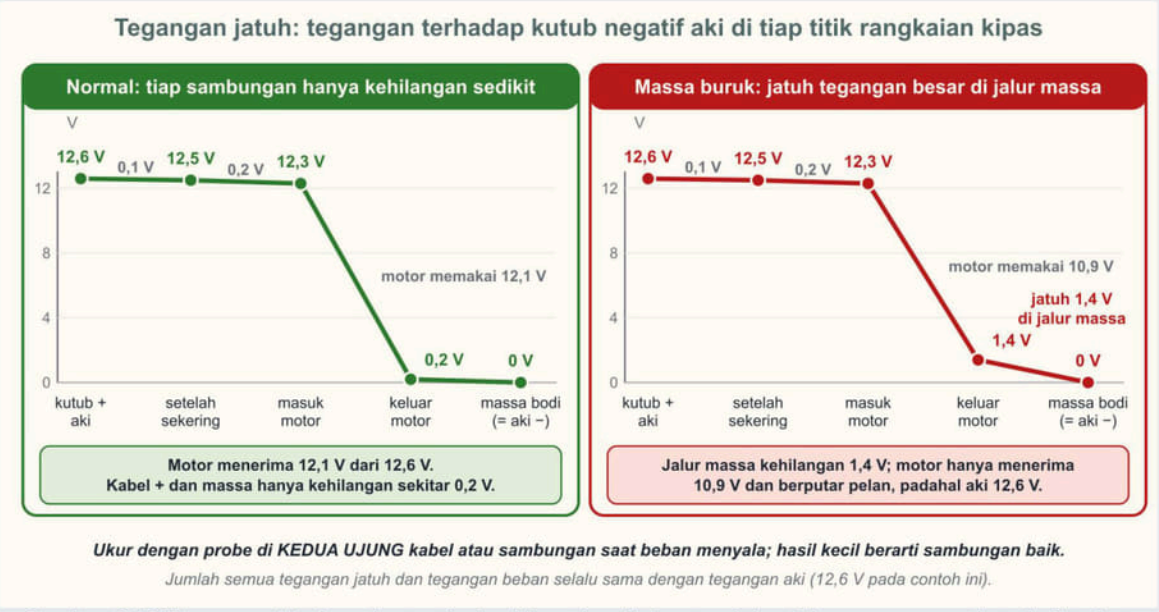
mengukur arus searah (DC) untuk kabel aki.

Arus bocor (*parasitic drain*) adalah arus yang tetap mengalir saat kendaraan mati, karena modul elektronik, alarm, atau komponen yang rusak. Arus ini menguras aki. Langkah mengukurnya:

1. Matikan semua beban, cabut kunci, dan tutup pintu atau pasang pengganjal pada saklar pintu supaya lampu kabin tidak menyala.
2. Pasang multimeter pada skala arus terbesar, probe merah di lubang A.
3. Lepas kabel **negatif** aki, lalu pasang multimeter **seri** di antara kutub negatif aki dan kabel negatif itu. Jangan menghidupkan kunci kontak atau lampu selama alat terpasang, karena arus awal yang besar dapat memutus sekering alat.
4. **Tunggu modul elektronik tertidur**, yang dapat memakan beberapa menit sampai puluhan menit menurut kendaraan.
5. Baca arus stabil, turunkan batas ukur bila perlu, dan bandingkan dengan batas pabrik. Pada banyak mobil, arus diam yang normal hanya beberapa puluh miliampere, misalnya sekitar 0,05 A.
6. Bila terlalu besar, **cabut sekering satu per satu** sambil mengamati meter. Saat arus turun mendadak, sirkuit yang baru dicabut itulah penyebabnya.

6. Tegangan jatuh pada kabel dan sambungan

Pada rangkaian yang bekerja, kabel dan sambungan memiliki hambatan kecil. Menurut hukum Ohm, arus yang lewat menimbulkan **tegangan jatuh** (V = I × R) pada tiap bagian: sebagian tegangan aki "hilang" di kabel dan sambungan, dan sisanya sampai ke beban. Pada sambungan yang baik, tegangan jatuh hanya beberapa persepuluh volt. Pada sambungan buruk (longgar, berkarat, atau kotor), hambatannya naik dan tegangan jatuhnya besar, sehingga beban kekurangan tegangan walaupun aki penuh (Gambar 5.13).



Gambar 5.13 Tegangan jatuh pada rangkaian kipas: kondisi normal dan jalur massa yang buruk. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

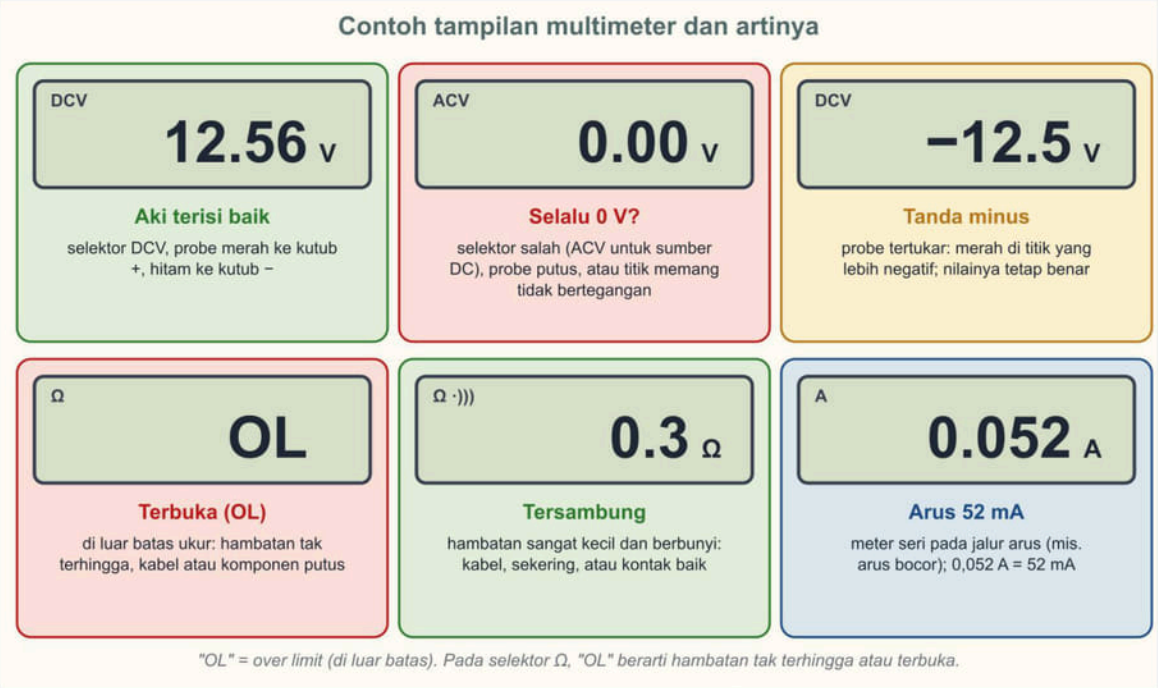
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Cara mengukurnya berbeda dari mengukur tegangan sumber: **pasang probe di kedua ujung bagian yang dicurigai, saat beban menyala**. Misalnya, probe merah di terminal aki dan probe hitam di ujung kabel di beban akan menunjukkan tegangan jatuh seluruh kabel itu. Aturan umum: pada sambungan dan kabel yang baik, tegangan jatuh tidak lebih dari kira-kira 0,1 sampai 0,3 V per bagian (nilai batas yang tepat ada di manual). Hasil yang jauh lebih besar menunjukkan sambungan yang harus dibersihkan, dikencangkan, atau diganti.

Ada dua hal yang sering dipakai dalam soal. Pertama, **jumlah tegangan jatuh di semua bagian ditambah tegangan di beban sama dengan tegangan aki**; ini dapat dipakai untuk memeriksa kebenaran data ukur. Kedua, **bagian yang tegangan jatuhnya besar adalah bagian yang bermasalah**, baik di jalur positif (kabel, saklar, relay, sekering) maupun di jalur massa. Jalur massa sering terlupakan padahal sama pentingnya: tegangan jatuh besar di massa membuat beban redup atau lambat, sama seperti kabel positif yang buruk.

7. Membaca tampilan dan mencari penyebab "selalu 0 V"

Gambar 5.14 menunjukkan beberapa tampilan yang sering muncul beserta artinya.



Gambar 5.14 Contoh tampilan multimeter dan artinya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Angka dengan tanda minus**: probe tertukar. Nilainya tetap benar.
- **OL** pada Ω: terbuka atau putus. **Angka sangat kecil dan bunyi** pada kontinuitas: tersambung.
- **0,00 pada tegangan**: ini yang paling sering membingungkan. Kemungkinan penyebabnya: (1) **selektor salah**, misalnya pada ACV, padahal sumbernya searah; (2) **kabel probe putus atau terminal probe longgar**, atau probe merah tidak berada di lubang VΩ; (3) titik yang diukur **memang tidak bertegangan**, misalnya sekering putus atau saklar terbuka.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- **Angka tidak stabil atau berubah-ubah**: probe tidak menempel kuat, sambungan longgar, atau baterai multimeter lemah.

Urutan memeriksanya: **periksa alat lebih dulu, baru periksa rangkaian**. Pindahkan selektor ke posisi yang benar, pastikan lubang probe, uji kedua probe dengan fungsi kontinuitas, lalu ukur sumber yang pasti hidup, misalnya aki. Bila alat menunjukkan 12 V pada aki, alat baik dan angka 0 V di titik lain berarti titik itu memang tidak bertegangan.

8. Keselamatan saat mengukur

Lepas cincin dan perhiasan logam saat bekerja dekat aki. Jangan menaruh multimeter atau perkakas logam di atas aki. Jangan memakai multimeter biasa untuk mengukur tegangan tinggi sistem pengapian, karena tegangannya puluhan ribu volt. Pada kendaraan hybrid dan listrik, sistem tegangan tinggi (kabel oranye) hanya boleh disentuh mengikuti prosedur pabrik dan dengan APD berisolasi (sub bab 1.2). Periksa kabel probe dari isolasi yang retak sebelum dipakai, dan simpan multimeter dengan selektor pada posisi OFF.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Mencari penyebab layar selalu 0 V

Seorang siswa mengukur aki mobil yang jelas baik karena lampu dan klakson bekerja normal, tetapi multimeter menunjukkan 0,00 V. Apa yang mungkin salah dan bagaimana urutan pemeriksaannya?

Langkah:

1. Periksa selektor. Bila berada di ACV atau Ω, pindahkan ke DCV dengan batas ukur 20 V.
2. Periksa lubang probe: hitam di COM, merah di VΩ. Probe merah yang masih di lubang arus dapat membuat pembacaan menyesatkan.
3. Uji probe: pilih kontinuitas dan tempelkan probe merah ke hitam. Bila tidak berbunyi, kabel probe putus atau terminalnya longgar.
4. Bersihkan titik ukur: probe harus menempel pada logam bersih di kutub aki.
5. Setelah alat terbukti baik, ukur lagi aki. Bila sekarang 12,6 V, masalahnya ada pada alat.

Jawaban: penyebab yang paling mungkin adalah selektor yang salah, kabel probe putus atau lubang probe keliru, dan probe tidak menempel pada logam bersih. Karena aki jelas hidup, bukan "aki tidak bertegangan".

Contoh 2: Menilai tegangan jatuh pada kipas radiator

Sebuah kipas radiator listrik (arus 10 A) berputar lambat. Rangkaiannya: aki, sekering, kontak relay, kabel ke motor, motor, dan massa. Dengan kipas menyala, tegangan aki 12,40 V. Hasil ukur tegangan jatuh: sekering 0,05 V; kontak relay 1,30 V; kabel ke motor 0,15 V; motor 10,80 V; jalur massa 0,10 V. Bagian mana yang bermasalah?

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Langkah:

1. Periksa data: 0,05 + 1,30 + 0,15 + 10,80 + 0,10 = 12,40 V sama dengan tegangan aki, sehingga data konsisten.
2. Bandingkan tiap bagian dengan batas kira-kira 0,1 sampai 0,3 V: sekering, kabel, dan massa masih wajar.
3. Kontak relay menghabiskan 1,30 V, jauh di atas batas.
4. Daya yang terbuang sebagai panas pada kontak: 1,30 V × 10 A = 13 W.

Jawaban: kontak relay (kotor atau terbakar) bermasalah. Motor hanya menerima 10,8 V sehingga berputar lambat. Tindakan: ganti relay dan periksa soketnya.

Contoh 3: Arus bocor dan lamanya aki bertahan

Setelah mobil terkunci selama 40 menit, multimeter seri pada kabel negatif aki menunjukkan arus stabil 0,28 A. Manual menyebut batas normal 0,05 A. Aki 12 V 50 Ah. Berapa lama aki penuh bertahan sampai tinggal 50 % bila arus bocor 0,28 A dibiarkan, dan bagaimana mencari penyebabnya?

Langkah:

1. Bandingkan: 0,28 A jauh di atas 0,05 A, jadi ada arus bocor yang tidak normal.
2. Separuh kapasitas = 25 Ah. Lama = 25 ÷ 0,28 ≈ 89 jam, sekitar 3,7 hari.
3. Sebagai pembanding, pada 0,05 A lamanya 25 ÷ 0,05 = 500 jam, sekitar 21 hari.
4. Cari penyebab: biarkan meter terpasang, cabut sekering satu per satu. Sirkuit yang membuat arus turun mendadak adalah sumber bocor.

Jawaban: aki tinggal separuh setelah sekitar 3,7 hari. Penyebabnya dicari dengan mencabut sekering satu per satu sambil mengamati arus.

Contoh 4: Menilai kumparan koil pengapian

Menurut manual, kumparan primer koil 0,6–1,2 Ω dan sekunder 7–12 kΩ (data contoh). Tiga koil diukur: koil A primer 0,9 Ω dan sekunder 9,6 kΩ; koil B primer 0,9 Ω dan sekunder OL; koil C primer 0,9 Ω dan sekunder 2,1 kΩ. Bagaimana kondisi masing-masing?

Langkah:

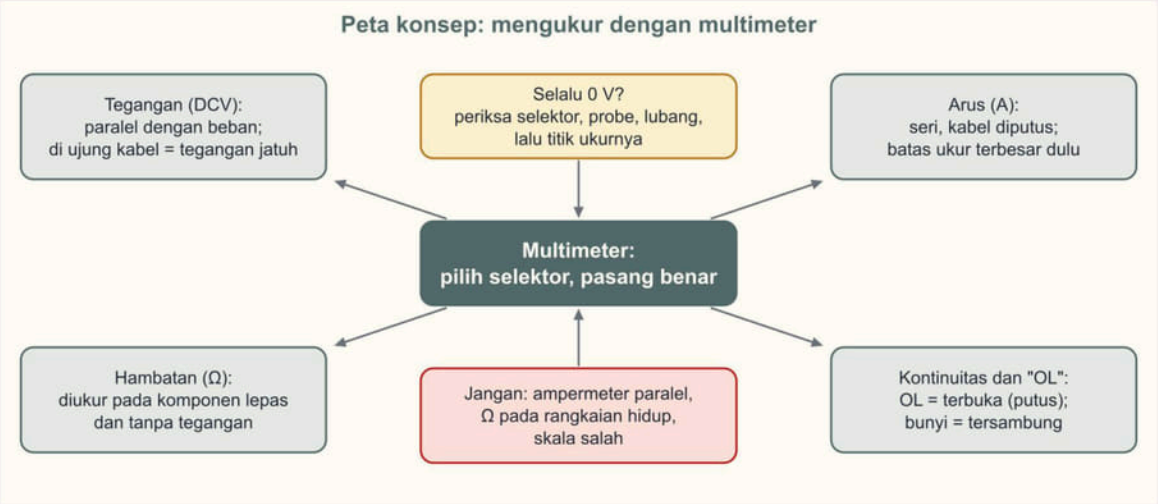
1. Ketiga primer 0,9 Ω berada dalam rentang, sehingga primer ketiganya baik.
2. Koil A sekunder 9,6 kΩ dalam rentang: baik secara listrik.
3. Koil B sekunder OL: lilitan sekunder putus, ganti.
4. Koil C sekunder 2,1 kΩ jauh di bawah 7 kΩ: sebagian lilitan sekunder hubung singkat, ganti.

Jawaban: A baik, B putus, C hubung singkat sebagian. Hambatan yang baik belum menjamin koil sempurna: kebocoran listrik bertegangan tinggi (misalnya karena retak) tidak terdeteksi multimeter dan bisa menimbulkan mesin brebet.

❖ PETA KONSEP

Ringkasan sub bab ini terlihat pada Gambar 5.15.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 5.15 Peta konsep sub bab 5.3. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- Tegangan dipasang paralel, arus seri, hambatan pada komponen lepas dan tanpa tegangan.
- Probe hitam ke COM; probe merah ke VΩ, mA, atau 10A sesuai besaran. Ganti selektor setiap ganti besaran.
- Ampermeter paralel pada aki sama dengan hubung singkat. Mulai dari batas arus terbesar.
- Arus bocor: ukur seri di kabel negatif, tunggu modul tidur, cabut sekering satu per satu.
- Tegangan jatuh: ukur di kedua ujung kabel saat beban menyala; hasil besar berarti sambungan buruk, termasuk jalur massa.
- OL berarti terbuka; 0 V berarti periksa selektor, probe, dan titik ukur.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Soal pengukuran dikerjakan dengan urutan berikut.

1. **Tentukan besaran yang diukur:** tegangan, arus, atau hambatan.
2. **Tentukan cara pasangnya:** paralel, seri, atau lepas dan tanpa tegangan.
3. **Baca tabel hasil ukur:** periksa bahwa jumlah tegangan sesuai, lalu cari angka yang menyimpang dari wajar.
4. **Hubungkan angka dengan bagian rangkaian:** angka besar pada tegangan jatuh berarti bagian itu bermasalah.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Ampermeter dipasang paralel pada aki**, padahal arus diukur seri.
- **Hambatan diukur pada rangkaian bertegangan.**
- **Batas ukur terlalu kecil** atau mengukur arus mulai dari batas terkecil.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- **Menganggap 0 V berarti tidak ada tegangan**, padahal bisa jadi selektor atau probe yang bermasalah.
- **Menyalahkan lampu atau beban** padahal tegangan jatuh besar ada di kabel atau massa.
- **Melupakan jalur massa** sebagai bagian rangkaian.
- **Mengabaikan sekering multimeter** yang putus, sehingga arus terbaca 0 A.

> Contoh salah tafsir: pada soal tentang relay yang masih terpasang di soket dengan kunci kontak ON, seorang siswa membaca hambatan 35 Ω pada kumparan dan menyimpulkan kumparan baik. Padahal pengukuran hambatan pada komponen yang masih tersambung dan bertegangan tidak valid: jalur lain ikut terukur. Relay harus dilepas dan alat dipasang pada komponen tanpa tegangan.

BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menyajikan tabel tegangan yang diukur di beberapa titik pada rangkaian lampu. Perhatikan bahwa jumlah tegangan harus sesuai dengan tegangan aki, lalu cari bagian yang tegangan jatuhnya terlalu besar.

►. Lampu kepala kiri sebuah mobil menyala redup (2027). Saat lampu menyala, siswa mengukur tegangan dengan multimeter di beberapa titik.

Titik ukur (lampu menyala)	Tegangan
Terminal aki (+ ke −)	12,5 V
Antara kedua kaki soket lampu	10,2 V
Ujung ke ujung kabel positif (aki ke soket)	0,3 V
Ujung ke ujung kabel massa (soket ke bodi)	2,0 V

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Penyebab lampu redup yang paling mungkin adalah ....

A. Aki lemah sehingga perlu diisi ulang atau diganti
B. Kabel positif putus sebagian di dekat saklar lampu
C. Filamen lampu sudah aus sehingga cahayanya berkurang
D. Sambungan massa lampu longgar atau berkarat
E. Saklar lampu aus sehingga kontaknya tidak rapat

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Pembahasan **Kunci: D**

Konsep: Tegangan jatuh adalah tegangan yang "hilang" pada kabel atau sambungan karena hambatannya. Pada sambungan yang baik, tegangan jatuh hanya beberapa per sepuluh volt; tegangan jatuh besar menunjukkan sambungan buruk.

Langkah:

1. Pembagian tegangan: 0,3 (kabel positif) + 10,2 (lampu) + 2,0 (massa) = 12,5 V ✓.
2. Kabel positif kehilangan 0,3 V (wajar).
3. Jalur massa kehilangan 2,0 V → hambatan besar di jalur massa.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Tegangan aki 12,5 V saat lampu menyala masih baik.
- **B.** ✗ Jalur positif (termasuk saklar) hanya kehilangan 0,3 V, jadi tidak bermasalah.
- **C.** ✗ Jebakan: lampu memang redup, tetapi lampu hanya menerima 10,2 V karena 2,0 V hilang di jalur massa.
- **D.** ✓ Tegangan jatuh 2,0 V di jalur massa menunjukkan sambungan massa longgar atau berkarat.
- **E.** ✗ Saklar berada di jalur positif, yang tegangan jatuhnya kecil.

Jawaban: D.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk tiap soal, tulis dulu besaran yang diukur dan cara memasang alat yang benar.

1. Aki mobil pelanggan selalu tekor setelah mobil diparkir dua hari (2027). Teknisi ingin mengukur arus bocor (arus yang tetap mengalir saat mobil mati) memakai multimeter digital yang memiliki lubang probe A (maks. 10 A), mA, dan V/Ω.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Langkah pengukuran yang benar adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Memasang probe langsung pada kutub positif dan negatif aki seperti saat mengukur tegangan.
☐ B. Memasang multimeter seri antara kutub negatif aki dan kabel negatif yang dilepas.
☐ C. Memulai dari batas ukur 10 A lalu menurunkan batas ukur bila arusnya kecil.
☐ D. Memastikan sekring di dalam multimeter untuk lubang A masih baik sebelum mengukur.
☐ E. Menutup semua pintu, mencabut kunci, dan menunggu modul elektronik "tidur" sebelum membaca hasil.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

2. Siswa akan memotong pipa knalpot dengan gerinda tangan dan menghaluskan hasil potongannya di bengkel sekolah (2027). Guru menekankan keselamatan dan ketepatan memilih cakram.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan manakah yang **benar**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Melepas pelindung cakram agar sudut-sudut sempit lebih mudah dijangkau
☐ B. Mengarahkan percikan menjauhi tubuh dan bahan mudah terbakar
☐ C. Memeriksa cakram tidak retak dan putaran maksimumnya sesuai sebelum dipasang
☐ D. Memakai cakram potong tipis untuk mengasah permukaan dari sisi sampingnya
☐ E. Memegang gerinda dengan kedua tangan dan mematikannya sebelum diletakkan

Kunci singkat: 1. B, C, D, E 2. B, C, E

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menjelaskan dengan kata-katamu sendiri mengapa ampermeter harus dipasang seri, sedangkan voltmeter dipasang paralel?
- Sebuah rangkaian lampu menunjukkan tegangan jatuh 0,1 V di kabel positif dan 1,5 V di jalur massa. Bagian mana yang kamu periksa lebih dulu?
- **Yang harus kuingat:** tegangan paralel, arus seri, hambatan tanpa tegangan; periksa alat dulu bila hasil aneh; tegangan jatuh besar menunjukkan sambungan buruk.



Latihan interaktif di LMS

Sub bab 5.3: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkto&node=SMKTO-5.3

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 5.4 · Aki dan komponen elektronika: relay, dioda, transistor

SMKTO-5.4

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu **menjelaskan fungsi komponen elektronika** (resistor, kapasitor, dioda, transistor, relay) dan **menilai kondisi aki serta sistem pengisian**. Soalnya berupa kasus bengkel: aki dengan tegangan dan berat jenis tertentu, klakson tambahan yang membuat tombol gosong, tabel tegangan pengisian, atau resistor blower yang putus. Kamu diminta memilih perbaikan yang tepat. Yang diuji bukan hafalan simbol, melainkan **kemampuan menghubungkan fungsi komponen dengan gejala di kendaraan**.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan cara kerja aki timbal-asam dan menilai kondisinya dari tegangan, berat jenis, dan level elektrolit;
- merawat aki dengan benar dan menjelaskan peran alternator, dioda penyearah, dan regulator pada sistem pengisian;
- menyebut fungsi resistor, kapasitor, dioda, LED, dan transistor di kendaraan;
- merangkai beban besar lewat relay lima kaki dan memeriksa relay;
- memasang dioda dan LED dengan polaritas yang benar.

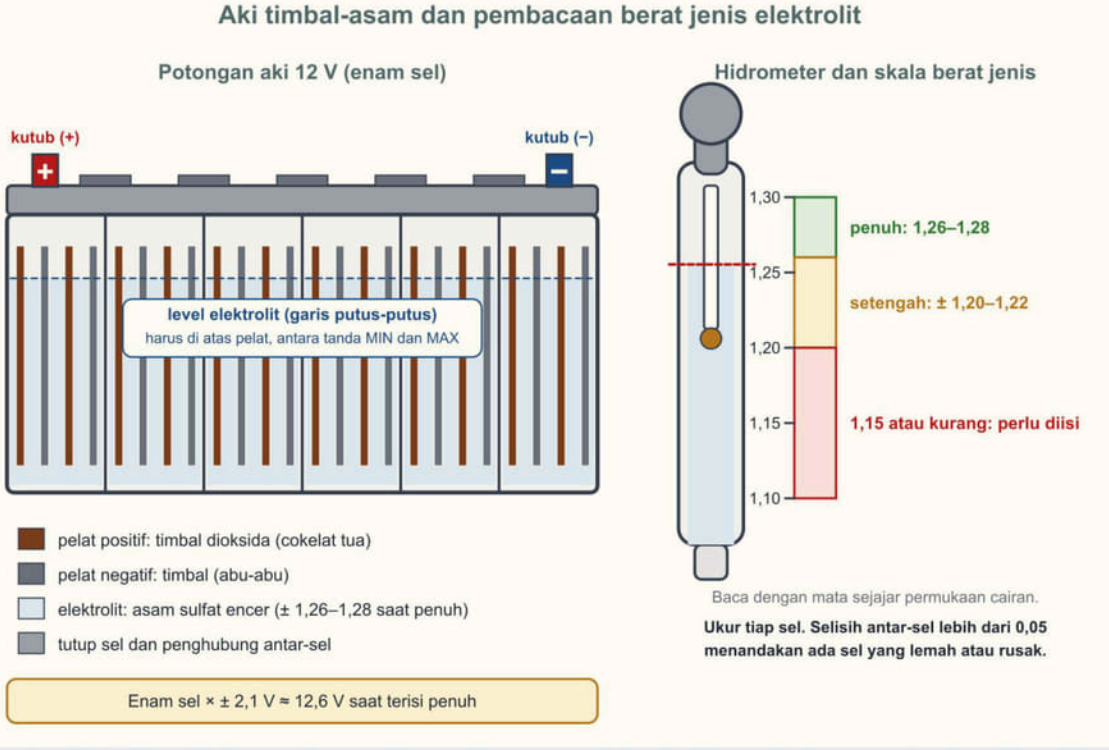
◆ KONSEP INTI

Setiap kendaraan memiliki dua kelompok urusan listrik: **sumber energi** yang menyimpan dan mengisi listrik, yaitu aki dan alternator, serta **komponen pengatur** yang memutuskan ke mana arus mengalir, yaitu resistor, dioda, transistor, dan relay. Keduanya bertemu di setiap gangguan kelistrikan.

1. Aki timbal-asam

Aki kendaraan menyimpan energi dalam bentuk **kimia** dan melepasnya sebagai listrik. Tugasnya ada tiga: menyuplai arus besar ke **starter** saat mesin dihidupkan, menyuplai beban saat mesin mati, dan **meredam lonjakan tegangan** pada sistem. Aki yang umum dipakai adalah **timbal-asam**. Gambar 5.16 menunjukkan bagian-bagiannya.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 5.16 Aki timbal-asam dan pembacaan berat jenis elektrolit dengan hidrometer. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Aki 12 V tersusun dari **enam sel** yang disambung seri. Setiap sel menghasilkan tegangan sekitar 2,1 V, sehingga enam sel menghasilkan sekitar 12,6 V. Setiap sel berisi:

- **pelat positif** dari timbal dioksida (berwarna cokelat tua);
- **pelat negatif** dari timbal (berwarna abu-abu);
- **pemisah** (separator) agar pelat tidak bersentuhan;
- **elektrolit**, yaitu larutan **asam sulfat** encer dalam air.

Saat aki **dipakai** (dikosongkan), asam sulfat bereaksi dengan kedua pelat dan membentuk timbal sulfat; kadar asam di elektrolit **turun**, sehingga elektrolit makin mirip air. Saat aki **diisi**, reaksi berbalik: timbal sulfat kembali menjadi bahan pelat dan asam kembali ke elektrolit, sehingga kadar asam **naik**. Karena itu, **berat jenis elektrolit** (kepekatannya) menunjukkan seberapa penuh aki: makin penuh, makin pekat. **Kapasitas** aki dinyatakan dalam ampere-jam (Ah): aki 45 Ah dapat mengalirkan sekitar 2,25 A selama sekitar 20 jam.

2. Menilai kondisi aki

Tiga pemeriksaan dilakukan bersama, dan tidak satu pun cukup sendirian.

Tegangan. Diukur dengan multimeter pada kutub aki setelah aki diistirahatkan (sub bab 5.3). Sekitar 12,6 V atau lebih berarti terisi penuh, dan sekitar 12,0 V berarti hampir kosong. Aki dengan tegangan "12 V" **belum tentu sehat**: tegangan itu setara kira-kira seperempat muatan, dan aki lemah dapat tampak normal tanpa beban tetapi jatuh saat starter berputar.

Berat jenis elektrolit. Diukur dengan **hidrometer**, alat berupa tabung kaca dengan pelampung bersekala dan bola karet penghisap. Hisap cairan dari satu sel, lalu baca skala pada pelampung dengan mata sejajar permukaan cairan. Nilai yang sering dipakai sebagai pedoman:

- sekitar **1,26 sampai 1,28**: terisi penuh;
- sekitar **1,20 sampai 1,22**: terisi kira-kira setengah;
- sekitar **1,15 atau kurang**: hampir kosong dan perlu diisi.

Ukur **setiap sel**. Bila satu sel jauh lebih rendah daripada sel lain, selisih lebih dari 0,05 menandakan sel itu lemah atau rusak, dan mengisi aki tidak menyelesaikan masalah. Aki bebas perawatan (*maintenance free*) tertutup rapat dan tidak diukur dengan hidrometer; kondisinya dinilai dari tegangan dan uji beban.

Level elektrolit. Elektrolit harus berada **di atas pelat** dan di antara tanda batas bawah (MIN) dan batas atas (MAX). Bila di bawah batas, bagian pelat yang terbuka ke udara cepat rusak. Yang berkurang karena penguapan dan pengisian adalah **air**, sedangkan asam tidak menguap. Karena itu, **yang ditambahkan adalah air aki** (air suling), **bukan asam sulfat**. Menambah asam membuat larutan terlalu pekat dan merusak pelat. Air aki ditambahkan sampai batas, tidak melebihi.

Uji beban. Dengan alat uji beban atau saat starter diputar, tegangan aki dibaca. Bila tegangan jatuh sampai di bawah kira-kira 9,6 V saat starter berputar pada aki yang terisi penuh, aki sudah lemah dan perlu diganti. Nilai pasti mengikuti alat dan manual.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

3. Merawat dan mengisi aki

Beberapa kebiasaan memperpanjang umur aki:

- **Bersihkan kutub** yang berkarat (serbuk putih kehijauan) dengan sikat dan larutan penetral, lalu kencangkan kabel. Kutub berkarat menambah hambatan sambungan.
- **Jaga level elektrolit**; periksa berkala pada aki yang dapat dibuka.
- **Jangan membiarkan aki kosong lama**, sebab timbal sulfat mengeras (sulfasi) dan aki sulit pulih.
- **Isi dengan arus kecil**: sebagai pedoman umum, arus pengisian sekitar sepersepuluh kapasitas, misalnya sekitar 4,5 A untuk aki 45 Ah. Pengisian terlalu besar memanaskan aki.
- **Lepas kabel negatif lebih dulu** saat melepas aki, dan **pasang kabel negatif terakhir**, agar perkakas yang menyentuh bodi tidak menimbulkan percikan.
- **Keselamatan:** aki mengandung asam yang melukai kulit dan mata serta melepas gas hidrogen yang mudah meledak saat diisi. Isi di ruang berventilasi, jauh dari api, dengan kacamata dan sarung tangan; pasang penjepit lebih dulu baru hidupkan pengisi daya (sub bab 2.1). Aki bekas adalah limbah B3 (sub bab 2.3).

4. Sistem pengisian

Saat mesin hidup, aki tidak lagi menanggung seluruh beban: **alternator** mengambil alih. Alternator diputar oleh sabuk dari mesin dan terdiri atas tiga bagian kerja:

- **kumparan penghasil listrik** (stator) yang menghasilkan arus **bolak-balik**;
- **dioda penyearah** (biasanya enam) yang mengubah arus bolak-balik menjadi arus searah;
- **regulator** yang menjaga tegangan keluaran agar stabil dengan mengatur arus magnet pada rotor.

Hasilnya, tegangan pengisian di kutub aki saat mesin hidup berada di kisaran **13,8 sampai 14,8 V**, lebih tinggi daripada tegangan aki sendiri (12,6 V) sehingga arus mengalir masuk ke aki. Ini yang diperiksa teknisi:

- **Tegangan tidak naik** (tetap di bawah sekitar 13,8 V atau malah turun saat mesin hidup): pengisian tidak bekerja atau lemah. Periksa sabuk (kendor atau putus), kabel dan sambungan alternator, dioda penyearah, regulator, dan alternator.
- **Tegangan terlalu tinggi** (di atas sekitar 14,8 V): regulator rusak. Aki mendidih dan kehilangan air, lampu mudah putus.

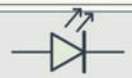
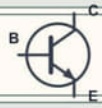
Perhatikan bahwa tegangan aki yang **turun** saat mesin hidup tidak berarti aki rusak. Itu berarti beban dipikul aki sendiri tanpa pengisian. Lampu peringatan pengisian di dasbor menyala saat kunci ON dan padam setelah mesin hidup; bila menyala saat berjalan, pengisian bermasalah.

5. Resistor, kapasitor, dan transistor

Gambar 5.17 merangkum simbol dan fungsi komponen yang diminta kisi-kisi.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Komponen elektronika di kendaraan: simbol dan fungsi

Simbol	Komponen	Fungsi di kendaraan	Yang perlu diperhatikan
	**Resistor** membatasi arus, membagi tegangan	pembatas arus LED, pengatur kecepatan blower, pembagi tegangan sensor	nilai dalam Ω (kΩ); daya (mis. ¼ W) harus cukup
	**Kapasitor** menyimpan muatan sementara	menyaring dan meredam lonjakan tegangan (radio, modul, ECU)	jenis elektrolit berpolaritas: jangan dibalik; dapat menyimpan muatan
	**Dioda** mengalirkan arus satu arah	penyearah alternator, pelindung polaritas terbalik, peredam lonjakan kumparan relay	anoda (segitiga) ke katoda (garis); jatuh tegangan ± 0,7 V
	**LED** dioda pemancar cahaya	lampu indikator, lampu rem dan lampu siang model LED	wajib dengan resistor seri; kaki panjang = anoda (+)
	**Transistor (NPN)** saklar elektronik dan penguat	ECU mengendalikan injektor, koil, dan relay dengan arus kecil	tiga kaki: basis (B), kolektor (C), emitor (E)
	**Relay** saklar elektromagnetik	tombol kecil mengendalikan beban besar: klakson, kipas, lampu, pompa	lima kaki: 30, 85, 86, 87, 87a
	**Sekering** pengaman arus lebih	melindungi kabel dari hubung singkat dan beban berlebih	jangan diganti dengan yang lebih besar

Gambar 5.17 Komponen elektronika di kendaraan: simbol, fungsi, dan hal yang perlu diperhatikan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Resistor memberi hambatan tertentu. Fungsinya membatasi arus (misalnya untuk LED), membagi tegangan (misalnya untuk sensor), dan mengatur kecepatan. Pada **blower AC**, resistor dipasang seri dengan motor: makin banyak bagian resistor yang dilewati arus, makin kecil arus dan makin lambat putaran. Kecepatan tertinggi biasanya langsung ke massa tanpa resistor. Karena itu, bila kecepatan rendah mati semua tetapi kecepatan tertinggi bekerja, penyebabnya resistor yang putus (bukan motor atau sekering). Nilai resistor ditandai **pita warna**: hitam 0, cokelat 1, merah 2, jingga 3, kuning 4, hijau 5, biru 6, ungu 7, abu-abu 8, putih 9; dua pita pertama adalah angka, pita ketiga pengali (jumlah nol), dan pita keempat toleransi. Cokelat-hitam-merah berarti 10 dengan dua nol, yaitu 1.000 Ω atau 1 kΩ. Resistor juga memiliki **batas daya** (misalnya ¼ W); bila terlalu kecil, resistor panas dan hangus.

Kapasitor menyimpan muatan listrik sementara. Fungsinya menyaring dan meredam lonjakan tegangan, menghaluskan tegangan pada modul elektronik, serta meredam percikan pada kontak. Kapasitor jenis elektrolit **berpolaritas**: kaki positif dan negatif tidak boleh terbalik, karena dapat rusak bahkan meledak. Kapasitor besar dapat masih menyimpan muatan walau daya dimatikan, sehingga jangan disentuh dengan logam.

Transistor adalah saklar elektronik tanpa bagian bergerak. Transistor memiliki tiga kaki: **basis**, **kolektor**, dan **emitor**. Arus **kecil** pada basis mengendalikan arus **besar** antara kolektor dan emitor. Pada kendaraan, ECU memakai transistor untuk menghidupkan dan mematikan injektor, koil pengapian, dan relay: ECU hanya mengeluarkan arus kecil, tetapi transistor di dalamnya meneruskan arus besar yang dibutuhkan beban. Transistor dapat rusak bila bebannya terlalu besar atau terlalu banyak arus, misalnya karena injektor yang

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

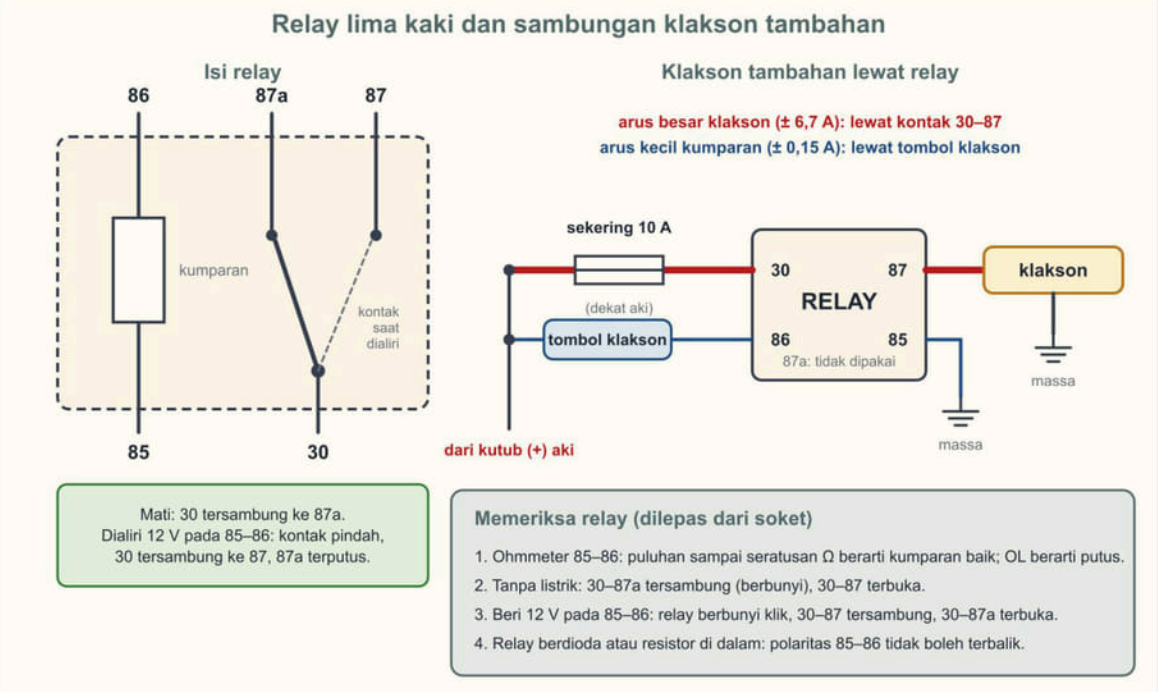
jenisnya salah (sub bab 5.1).

6. Relay: saklar yang dikendalikan arus kecil

Relay adalah saklar elektromagnetik: kumparan kecil, bila dialiri arus, menarik sebuah kontak sehingga arus **besar** dapat mengalir di jalur lain. Dengan relay, tombol di setir atau dasbor hanya dilewati arus kecil, sedangkan arus besar beban (klakson, kipas, lampu, pompa bahan bakar) mengalir lewat kontak relay langsung dari aki. Tanpa relay, beban besar yang dihubungkan langsung ke tombol membuat tombol panas, kontaknya gosong, dan bunyi melemah karena tegangan jatuh.

Relay yang umum memiliki **lima kaki** (Gambar 5.18):

- **85 dan 86**: dua ujung **kumparan**;
- **30**: kaki **bersama** (common) kontak, biasanya dari aki lewat sekering;
- **87**: kontak **normal terbuka**, tersambung ke 30 hanya saat kumparan dialiri;
- **87a**: kontak **normal tertutup**, tersambung ke 30 saat kumparan mati.



Gambar 5.18 Relay lima kaki, sambungan klakson tambahan, dan cara memeriksanya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Cara merangkai klakson tambahan: kaki **30** ke kutub positif aki lewat **sekering** yang dipasang dekat aki; kaki **87** ke klakson; klakson ke massa; kaki **86** ke tombol klakson (yang memberi positif); kaki **85** ke massa. Kaki 87a tidak dipakai. Sebelum merangkai, periksa dulu apakah tombol klakson bawaan memberi positif atau memberi massa, karena sambungan 85 dan 86 menyesuaikan itu.

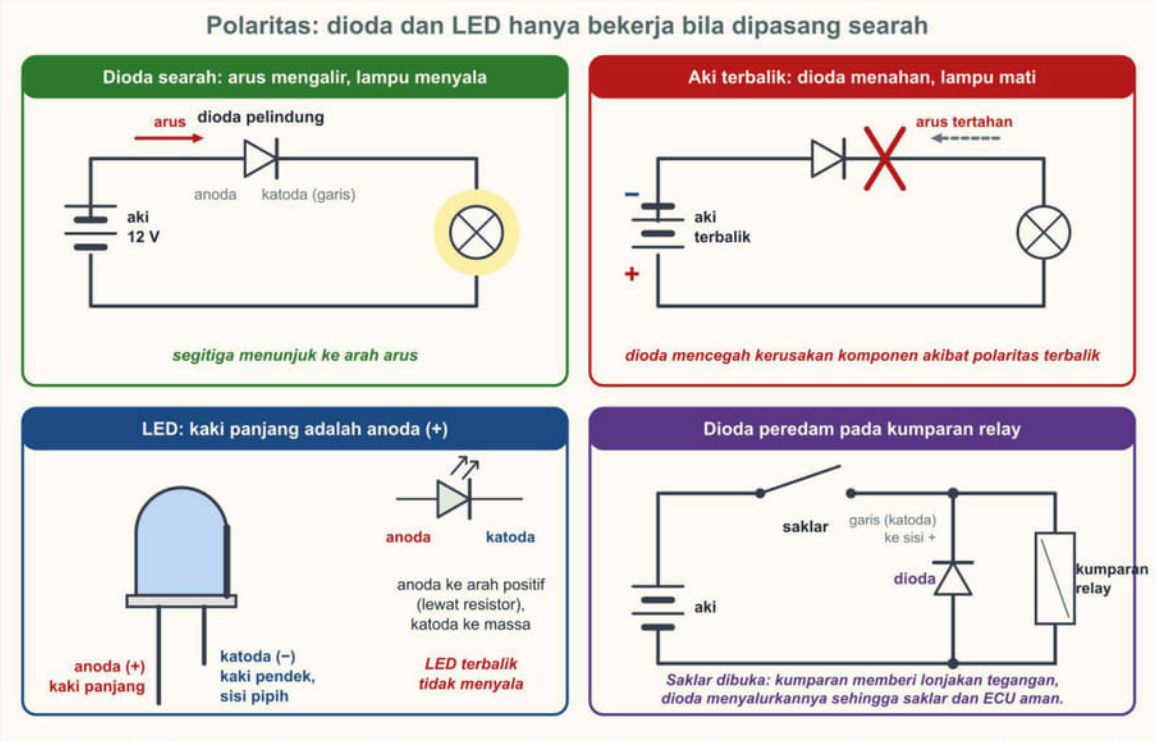
Kesalahan yang sering terjadi adalah menukar kaki 30 dan 87: beban akan menyala terus atau tidak menyala sama sekali. Menukar 85 dan 86 pada relay biasa tidak berpengaruh, tetapi pada relay yang memiliki dioda atau resistor di dalamnya polaritas harus benar.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Memeriksa relay: ukur hambatan kumparan 85–86 dengan ohmmeter (hasil puluhan sampai seratusan ohm berarti baik, OL berarti putus). Tanpa listrik, 30–87a seharusnya tersambung dan 30–87 terbuka. Beri 12 V pada 85–86: relay berbunyi klik, 30–87 tersambung dan 30–87a terbuka. Kontak yang kotor atau terbakar menimbulkan tegangan jatuh besar (sub bab 5.3).

7. Dioda dan LED: arus hanya satu arah

Dioda mengalirkan arus hanya satu arah, yaitu dari **anoda** ke **katoda**. Pada simbolnya, **segitiga menunjuk ke arah arus** dan **garis** adalah katoda. Saat disambung searah, dioda mengalirkan arus dengan tegangan jatuh sekitar 0,7 V; saat dibalik, dioda menahan arus (Gambar 5.19).



Gambar 5.19 Polaritas dioda dan LED, serta dioda peredam pada kumparan relay. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Pada kendaraan, dioda dipakai untuk tiga keperluan utama:

1. **Penyearah** di alternator (arus bolak-balik menjadi searah).
2. **Pelindung polaritas terbalik.** Dioda dipasang seri pada jalur positif sehingga bila aki terbalik, arus tertahan dan komponen elektronik selamat.
3. **Peredam lonjakan** pada kumparan relay. Saat arus kumparan diputus, medan magnetnya runtuh dan kumparan menghasilkan lonjakan tegangan tinggi sesaat. Dioda dipasang **paralel dengan kumparan**, dengan garis (katoda) menghadap sisi positif, sehingga arus lonjakan berputar di dalam kumparan dan tidak merusak saklar atau transistor di ECU.

LED adalah dioda yang memancarkan cahaya. LED hanya menyala bila dipasang searah: **kaki panjang adalah anoda (+)**, sedangkan kaki pendek, yang juga berada di sisi pipih badan LED, adalah katoda (−). LED **harus** diberi resistor seri (sub bab 5.1). LED yang terbalik tidak menyala, tetapi tidak selalu rusak.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Menilai aki yang dicurigai kosong

Aki mobil pelanggan tidak mampu menghidupkan starter. Hasil pemeriksaan: tegangan 11,9 V; berat jenis keenam sel sama, yaitu 1,16; level elektrolit di dua sel berada di bawah tanda MIN. Apa kesimpulan dan perawatannya?

Langkah:

1. Tegangan 11,9 V dan berat jenis 1,16 sama-sama rendah: aki hampir kosong.
2. Keenam sel seragam, sehingga tidak ada sel yang jauh lebih lemah; aki kemungkinan hanya perlu diisi.
3. Level di bawah batas: tambahkan **air aki** (bukan asam) sampai di atas pelat, tanpa melewati batas MAX.
4. Isi aki dengan arus kecil (sekitar sepersepuluh kapasitas) di ruang berventilasi.
5. Setelah terisi dan beristirahat, ukur ulang berat jenis tiap sel. Bila semua sel sudah sekitar 1,26 atau lebih, aki sehat; bila satu sel tetap rendah, sel itu rusak dan aki diganti.

Jawaban: aki perlu diisi dan diberi air aki, bukan asam. Keputusan akhir mengganti aki baru diambil setelah pengisian dan pemeriksaan ulang tiap sel.

Contoh 2: Merangkai kipas tambahan lewat relay

Sebuah kipas pendingin tambahan 12 V 120 W akan dipasang dan dihidupkan dengan saklar kecil di dasbor. Kabel yang dipakai kuat 20 A, kumparan relay berhambatan 80 Ω, dan sekering yang tersedia 10 A, 15 A, 25 A, dan 30 A. Tentukan sekering, hitung arus yang lewat saklar, dan susun sambungannya.

Langkah:

1. Arus kipas I = 120 ÷ 12 = 10 A.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

2. Sekering harus lebih besar daripada 10 A (10 A sama dengan arus beban) dan tidak melebihi kabel 20 A: 15 A.
3. Arus kumparan relay I = 12 ÷ 80 = 0,15 A. Itulah satu-satunya arus yang melewati saklar dasbor.
4. Perbandingan: 10 ÷ 0,15 ≈ 67 kali lebih kecil daripada bila kipas dihubungkan langsung ke saklar.
5. Sambungan: kaki 30 ke positif aki lewat sekering 15 A di dekat aki; kaki 87 ke kipas dan kipas ke massa; kaki 86 ke saklar dasbor yang memberi positif; kaki 85 ke massa.

Jawaban: sekering 15 A, dipasang dekat aki di jalur ke kaki 30. Saklar hanya dilewati 0,15 A, sehingga tidak panas dan tidak gosong.

Contoh 3: Dioda pelindung polaritas terbalik

Sebuah perangkat 12 V 24 W dilindungi dioda yang dipasang seri pada jalur positif. Berapa tegangan yang diterima perangkat, berapa daya yang menjadi panas di dioda, dan apa yang terjadi bila aki terbalik?

Langkah:

1. Arus perangkat: 24 ÷ 12 = 2 A.
2. Dioda menjatuhkan sekitar 0,7 V, sehingga perangkat menerima 12 − 0,7 = 11,3 V (pada tegangan 12 V).
3. Daya dioda: 0,7 V × 2 A = 1,4 W menjadi panas, sehingga dioda harus tahan arus lebih dari 2 A dan sebaiknya diberi ruang pendingin.
4. Bila aki terbalik, dioda berarah mundur dan menahan arus, sehingga perangkat tidak mendapat arus terbalik.

Jawaban: perangkat menerima sekitar 11,3 V, dioda memanas 1,4 W, dan dioda menahan arus saat aki terbalik. Dioda dipasang dengan anoda ke arah aki.

Contoh 4: Menilai tegangan pengisian

Dua mobil diukur tegangan di kutub aki. Mobil A: mesin mati 12,5 V, langsam 13,2 V, 2.500 rpm 13,3 V. Mobil B: mesin mati 12,6 V, langsam 14,4 V, 2.500 rpm 15,6 V. Spesifikasi pengisian 13,8–14,8 V. Bagaimana kondisi masing-masing?

Langkah:

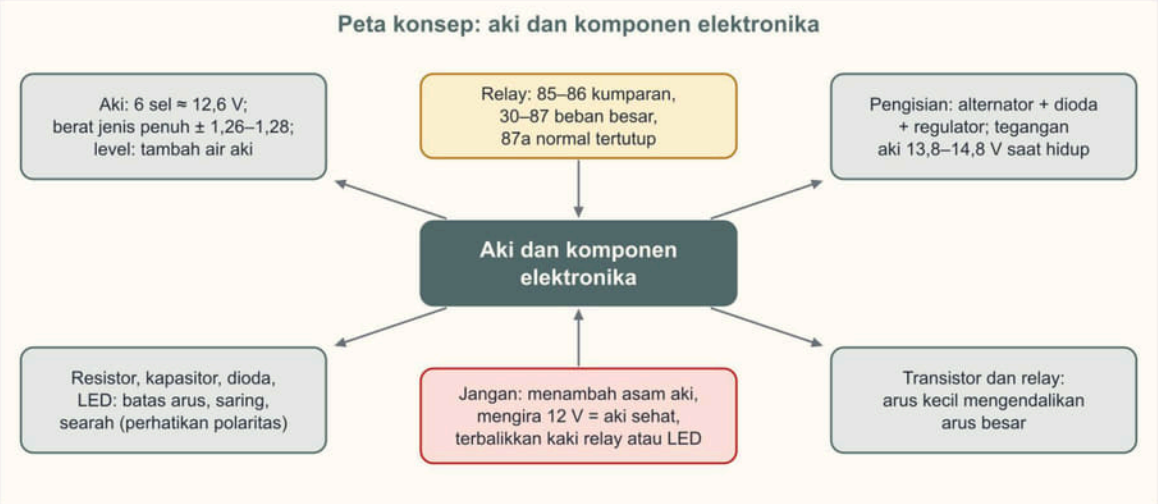
1. Mobil A: tegangan naik dari 12,5 V, tetapi hanya sampai 13,2–13,3 V, di bawah 13,8 V.
2. Pengisian mobil A lemah; periksa sabuk (kendor), kabel dan sambungan alternator, dioda penyearah, dan regulator.
3. Mobil B: pada langsam 14,4 V berada dalam rentang, tetapi pada 2.500 rpm 15,6 V melebihi 14,8 V.
4. Pengisian terlalu tinggi pada mobil B: regulator rusak, aki mendidih dan kehabisan air.

Jawaban: mobil A pengisiannya lemah; mobil B mengalami pengisian berlebih karena regulator rusak. Keduanya harus diperbaiki sebelum aki diganti.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

❖ PETA KONSEP

Ringkasan sub bab ini terlihat pada Gambar 5.20.



Gambar 5.20 Peta konsep sub bab 5.4. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- Aki 12 V = enam sel ± 2,1 V; berat jenis penuh sekitar 1,26–1,28, sekitar 1,15 berarti perlu diisi.
- Level elektrolit ditambah **air aki**, bukan asam. Tegangan 12 V bukan bukti aki sehat.
- Pengisian: alternator + dioda penyearah + regulator; tegangan aki saat mesin hidup 13,8–14,8 V.
- Relay: 85–86 kumparan, 30–87 jalur beban, 87a normal tertutup; tombol hanya dilewati arus kecil.
- Dioda: arus hanya dari anoda ke katoda (segitiga menunjuk arus); LED: kaki panjang anoda dan wajib resistor.
- Transistor: arus kecil basis mengendalikan arus besar kolektor–emitor.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Soal aki dan elektronika dikerjakan dengan langkah berikut.

1. **Baca gejala dan data:** apa yang diukur (tegangan, berat jenis, level, hambatan)?
2. **Bandingkan dengan nilai rujukan:** 1,26–1,28 untuk berat jenis penuh; 13,8–14,8 V untuk pengisian.
3. **Tanyakan fungsi komponen yang terkait:** relay untuk memindahkan arus besar dari tombol; dioda untuk satu arah; resistor untuk membatasi arus.
4. **Pilih perbaikan yang menghilangkan sebab,** bukan sekadar mengganti gejala.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Menambah asam aki** padahal yang berkurang adalah air.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- **Menganggap 12 V berarti aki sehat.**
- **Menyalahkan aki** saat tegangan turun pada mesin hidup padahal pengisian yang tidak bekerja.
- **Mengganti tombol** yang gosong tanpa memasang relay.
- **Menaikkan sekering** atau memperbesar kabel saja saat tombol panas.
- **Menukar kaki relay** 30 dan 87, atau memasang LED terbalik.
- **Mengira motor atau sekering rusak** padahal resistor blower yang putus.

> Contoh salah tafsir: pada soal tentang aki dengan level elektrolit rendah dan berat jenis 1,13, seorang siswa memilih "tambahkan larutan asam sulfat sampai batas" agar berat jenis naik. Padahal berat jenis rendah berarti aki kosong, bukan kekurangan asam, dan yang hilang karena penguapan adalah air. Jawaban yang tepat menambah air aki sampai batas lalu mengisi aki.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menyajikan klakson berdaya besar yang dipasang langsung ke tombol. Perhatikan jalur yang dilewati arus besar dan fungsi relay.

►. Seorang pelanggan memasang klakson ganda berdaya besar langsung ke kabel tombol klakson bawaan mobil tanpa tambahan komponen (2027). Setelah dua minggu, tombol klakson di setir terasa panas saat ditekan lama, kontaknya mulai gosong, dan bunyi klakson kadang melemah.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Perbaikan yang paling tepat adalah ....

A. Memasang relay agar arus besar klakson tidak lagi melewati tombol klakson
B. Mengganti tombol klakson dengan yang baru tanpa mengubah rangkaian
C. Memasang sekring yang lebih besar agar klakson tidak cepat melemah
D. Memasang kapasitor paralel pada tombol agar percikan di kontaknya berkurang
E. Mengganti kabel ke klakson dengan kabel yang lebih besar tanpa mengubah jalurnya

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Pembahasan **Kunci: A**

Konsep: Relay adalah saklar elektromagnetik. Tombol hanya mengalirkan arus kecil ke kumparan relay, sedangkan arus besar ke beban (klakson) mengalir lewat kontak relay langsung dari aki.

Langkah:

1. Klakson ganda menarik arus besar.
2. Arus besar itu melewati tombol yang dirancang untuk arus kecil → panas dan gosong.
3. Relay memindahkan arus besar dari tombol ke kontak relay.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Relay membuat tombol hanya dilewati arus kecil kumparan relay.
- **B.** ✗ Jebakan: tombol baru akan gosong lagi karena penyebabnya, arus besar lewat tombol, tidak berubah.
- **C.** ✗ Sekring lebih besar justru mengurangi perlindungan, dan tombol tetap kelebihan arus.
- **D.** ✗ Kapasitor dapat mengurangi percikan, tetapi arus besar klakson tetap melewati tombol sehingga tombol tetap panas.
- **E.** ✗ Kabel besar mengurangi tegangan jatuh di kabel, tetapi arus besar tetap melewati tombol klakson.

Jawaban: A.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk tiap soal, tulis dulu komponen yang terlibat dan fungsinya.

1. Pelanggan mengeluh mobilnya harus sering didorong karena aki cepat tekor, padahal akinya baru diganti dua minggu lalu (2027). Spesifikasi tegangan pengisian adalah 13,8–14,8 V. Siswa mengukur tegangan di kutub aki.

Kondisi	Tegangan aki
Mesin mati	12,5 V
Mesin idle	12,4 V
Mesin 2.000 rpm	12,3 V

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Kesimpulan yang paling tepat adalah ....

A. Pengisian tidak bekerja; periksa alternator, regulator, dan diodanya
B. Aki rusak karena tegangannya turun ketika mesin hidup, jadi aki diganti
C. Pengisian normal karena tegangan saat idle wajar sedikit lebih rendah
D. Tegangan pengisian terlalu tinggi sehingga regulator harus disetel ulang
E. Kabel massa aki longgar sehingga multimeter membaca terlalu rendah

2. Blower AC sebuah mobil hanya berputar pada kecepatan 4 (tertinggi); pada kecepatan 1, 2, dan 3 blower diam (2027). Pada mobil ini, arus kecepatan 1 melewati bagian resistor M–3, 3–2, dan 2–1; kecepatan 2 melewati M–3 dan 3–2; kecepatan 3 melewati M–3 saja;

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

kecepatan 4 langsung ke massa tanpa resistor. Siswa melepas resistor blower dan mengukur hambatannya.

Bagian resistor yang diukur	Hasil ukur
M – 3	tak terhingga (∞)
3 – 2	0,8 Ω
2 – 1	1,2 Ω

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Penyebab kerusakan yang paling mungkin adalah ....

A. Motor blower rusak sehingga perlu diganti dengan motor blower baru
B. Resistor bagian 2–1 terlalu besar sehingga arus kecepatan rendah tertahan
C. Saklar blower rusak pada posisi 1–3 sehingga saklarnya perlu diganti
D. Sekring blower putus sehingga arus hanya dapat mengalir di kecepatan 4
E. Bagian resistor M–3 putus sehingga semua jalur kecepatan rendah terputus

Kunci singkat: 1. A 2. E

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menjelaskan mengapa tombol klakson tidak boleh dilewati arus klakson secara langsung, dan apa yang dilakukan relay?
- Aki 12 V berat jenisnya 1,27 pada lima sel tetapi 1,12 pada satu sel. Apa kesimpulanmu, dan apakah mengisi aki akan menyelesaikan masalah?
- **Yang harus kuingat:** tambah air aki, bukan asam; 12 V belum tentu sehat; pengisian bekerja bila tegangan naik ke 13,8–14,8 V; relay memindahkan arus besar dari tombol.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 5.4: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkto&node=SMKTO-5.4

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 5.5 · Sensor, aktuator, dan ECU

SMKTO-5.5

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu **menjelaskan sensor dan ECU** serta menganalisis gangguan sistem kendali elektronik pada kendaraan. Soalnya berupa kasus bengkel: mesin yang mogok tiba-tiba, boros, atau kipas yang berputar terus, disertai data dari scan tool dan alat ukur. Kamu diminta menyimpulkan bagian mana yang bermasalah. Yang diuji bukan hafalan nama sensor, melainkan **kemampuan menalar dari gejala dan data ke sumber gangguan, dengan urutan pemeriksaan yang benar**.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan alur masukan, ECU, dan keluaran pada sistem kendali mesin;
- menjelaskan cara kerja sensor suhu (NTC), sensor posisi katup gas (TPS), sensor tekanan dan aliran udara, sensor posisi poros engkol, dan sensor oksigen;
- menyebut aktuator utama dan cara ECU mengendalikannya;
- membaca data scan tool dan kode kerusakan dengan benar;
- menentukan urutan pemeriksaan sinyal sebelum mengganti komponen.

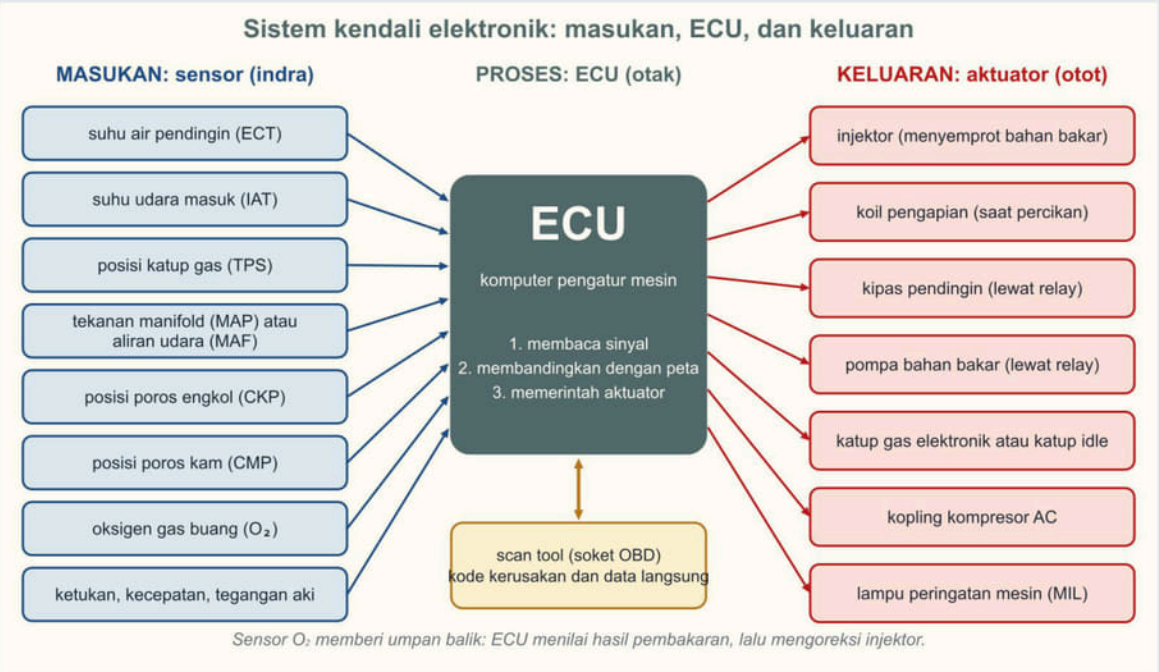
◆ KONSEP INTI

Kendaraan modern mengatur sendiri banyak hal: berapa bahan bakar yang disemprotkan, kapan busi memercik, kapan kipas menyala. Untuk itu kendaraan memerlukan tiga unsur yang bekerja seperti makhluk hidup: **indra** yang merasakan keadaan (sensor), **otak** yang memutuskan (ECU), dan **otot** yang bertindak (aktuator).

1. Masukan, proses, dan keluaran

Sensor mengubah besaran fisik, seperti suhu, tekanan, atau posisi, menjadi sinyal listrik. **ECU** (*Electronic Control Unit*, komputer pengatur mesin) membaca sinyal itu, membandingkannya dengan peta yang tersimpan di memorinya, lalu memerintahkan **aktuator**. Gambar 5.21 merangkum alurnya.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 5.21 Sistem kendali elektronik: sensor, ECU, aktuator, dan scan tool. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

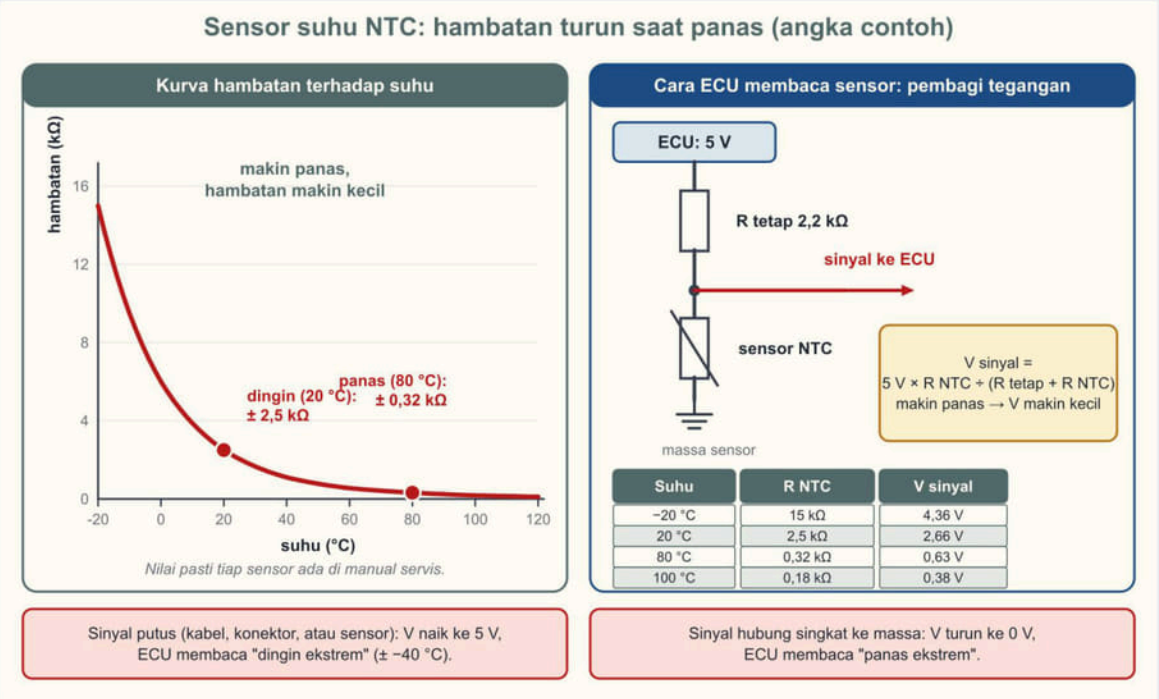
Sinyal sensor ada tiga macam: **analog** (tegangan berubah halus, seperti sensor suhu dan TPS), **pulsa** atau digital (rentetan hidup-mati yang frekuensinya berarti, seperti sensor putaran), dan **hidup-mati** (seperti saklar rem). Kebanyakan sensor analog dicatu **5 V** oleh ECU (disebut tegangan referensi) dan memakai **massa sensor** khusus dari ECU. Karena itu, pemeriksaan sensor selalu memeriksa tiga hal: suplai, massa, dan sinyal.

2. Sensor suhu: NTC

Sensor suhu air pendingin (ECT) dan suhu udara masuk (IAT) memakai **termistor NTC**, yaitu resistor yang hambatannya **turun saat suhu naik** (*negative temperature coefficient*). Gambar 5.22 menunjukkan kurvanya dan cara ECU membacanya.

Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 5.22 Hambatan sensor NTC terhadap suhu dan pembagi tegangan di ECU (angka contoh). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

ECU tidak mengukur hambatan secara langsung. ECU mengalirkan 5 V lewat sebuah **resistor tetap** di dalamnya, lalu ke sensor, lalu ke massa. Tegangan di titik tengah, yaitu sinyal yang dibaca ECU, mengikuti rumus **pembagi tegangan** (sub bab 5.2): V sinyal = 5 V × R NTC ÷ (R tetap + R NTC). Saat mesin dingin, hambatan NTC besar sehingga tegangan sinyal tinggi (misalnya 2,7 V pada 20 °C dengan angka contoh). Saat mesin panas, hambatan kecil sehingga tegangan sinyal rendah (misalnya 0,6 V pada 80 °C). ECU mengubah tegangan itu menjadi angka suhu memakai tabel.

ECU memakai suhu air pendingin untuk memperkaya campuran saat mesin dingin, mengatur saat pengapian dan putaran langsam, dan menyalakan kipas pendingin. Dua gangguan khas:

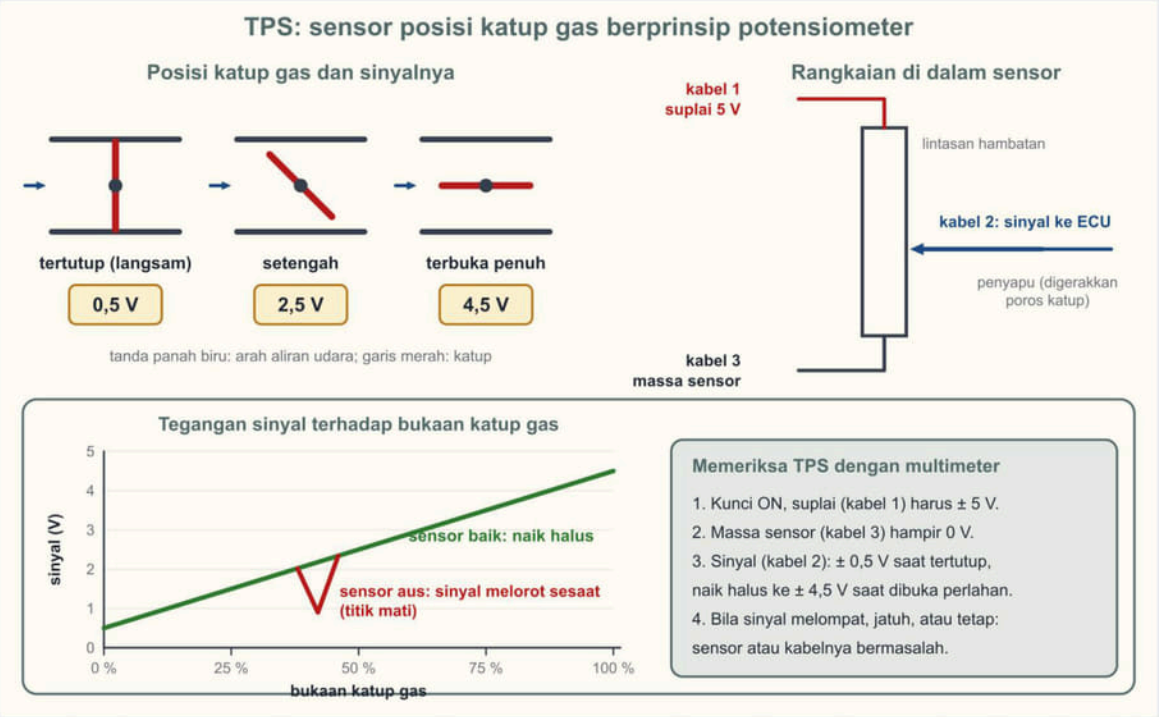
- **Sinyal terputus** (kabel putus, konektor lepas, atau sensor putus): tidak ada arus lewat sensor, sehingga tegangan sinyal naik ke 5 V. ECU membaca "dingin ekstrem" (misalnya −40 °C) dengan angka yang **tidak berubah**.
- **Hubung singkat ke massa**: tegangan sinyal jatuh ke 0 V, dan ECU membaca "panas ekstrem" (misalnya lebih dari 130 °C).

Dalam keduanya, ECU masuk **mode darurat** dan memakai nilai pengganti yang aman, sehingga muncul gejala yang tampak aneh: boros, sulit hidup, atau kipas menyala terus.

3. Sensor posisi katup gas (TPS) dan sensor pedal gas

TPS (*throttle position sensor*) memberi tahu ECU seberapa lebar katup gas terbuka. Di dalamnya ada **potensiometer**: lintasan hambatan dengan penyapu yang bergerak mengikuti poros katup (Gambar 5.23). Sensor ini memiliki tiga kabel: suplai 5 V, massa sensor, dan sinyal. Sinyalnya naik halus dari sekitar 0,5 V saat katup tertutup sampai sekitar 4,5 V saat terbuka penuh.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 5.23 TPS: posisi katup gas, rangkaian potensiometer, dan grafik sinyalnya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Lintasan hambatan yang aus menimbulkan **titik mati**: pada bukaan tertentu sinyal melorot atau melompat sesaat. Gejalanya mesin tersendat saat gas dibuka melewati bukaan itu. Pemeriksaannya dengan multimeter: buka katup perlahan sambil memantau tegangan sinyal; angka harus naik halus tanpa melompat.

Pada kendaraan dengan **pedal gas elektronik**, dipasang **dua sensor** di pedal yang sinyalnya berhubungan tetap, misalnya sensor kedua selalu setengah dari sensor pertama. ECU membandingkan keduanya. Bila hubungan itu hilang, ECU menganggap sinyal tak dapat dipercaya dan **membatasi tenaga mesin** demi keselamatan. Dua sensor yang saling mengawasi disebut sistem **redundan**.

4. Sensor tekanan atau aliran udara, dan sensor posisi poros

ECU harus tahu **berapa banyak udara** masuk ke mesin untuk menentukan berapa bahan bakar. Ada dua cara:

- **MAP** (*manifold absolute pressure*) mengukur tekanan di manifold isap. Tegangan sinyalnya mengikuti tekanan: saat langsam, vakum tinggi sehingga tegangan rendah (sekitar 1 sampai 1,5 V); saat gas dibuka, tekanan naik sehingga tegangan naik.
- **MAF** (*mass air flow*) mengukur massa udara yang lewat lewat elemen yang dipanaskan. Sensor ini peka kotoran, sehingga hanya dibersihkan dengan pembersih khusus tanpa disentuh. Kebocoran udara di belakang MAF membuat udara masuk tanpa terukur sehingga campuran menjadi miskin.

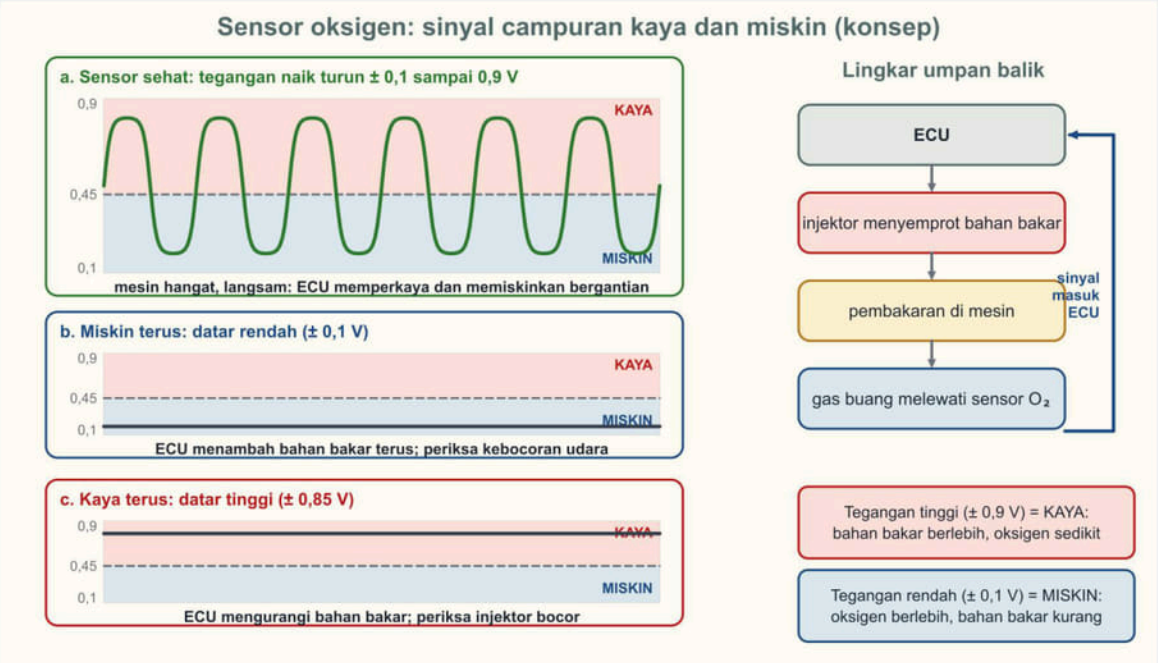
Sensor posisi poros engkol (CKP) memberi tahu ECU kecepatan putaran (rpm) dan posisi piston, sedangkan **sensor posisi poros kam** (CMP) menentukan silinder mana yang sedang di langkah kompresi. Sensor ini ada dua jenis: **induktif** (kumparan dan magnet

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

menghasilkan gelombang kecil saat gigi roda lewat) dan **Hall** (menghasilkan pulsa persegi). ECU memakai sinyal CKP sebagai dasar menentukan saat percikan dan saat penyemprotan. Bila sinyal ini hilang, **tidak ada percikan dan tidak ada semprotan**, dan scan tool menunjukkan putaran mesin 0 rpm saat distarter, padahal starter berputar normal. Sensor yang bermasalah hanya saat panas menimbulkan gejala mogok setelah dipakai lama dan hidup lagi setelah dingin.

5. Sensor oksigen

Sensor oksigen (sensor lambda, O_2) dipasang di pipa knalpot. Sensor mengukur sisa oksigen dalam gas buang dan menghasilkan tegangan kecil (Gambar 5.24).



Gambar 5.24 Sinyal sensor oksigen: sehat, miskin terus, dan kaya terus (konsep). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- Campuran **kaya** (bahan bakar berlebih, oksigen sedikit) menghasilkan tegangan **tinggi**, sekitar 0,9 V.
- Campuran **miskin** (oksigen berlebih, bahan bakar kurang) menghasilkan tegangan **rendah**, sekitar 0,1 V.

Pada mesin sehat yang sudah hangat dan bekerja pada langsam, tegangan sensor **naik turun cepat** antara kira-kira 0,1 dan 0,9 V melewati garis tengah sekitar 0,45 V. Itu normal: ECU sengaja memperkaya dan memiskinkan campuran bergantian di sekitar nilai ideal, berdasarkan **umpan balik** dari sensor. Jadi sensor oksigen menilai hasil kerja ECU, lalu ECU mengoreksi injektor.

Bila tegangan **tetap rendah** (± 0,1 V), campuran miskin terus; ECU menambah bahan bakar (koreksi positif besar) tetapi tidak cukup. Penyebabnya, misalnya, kebocoran udara, tekanan bahan bakar rendah, atau injektor tersumbat. Bila tegangan **tetap tinggi**, campuran kaya terus; ECU mengurangi bahan bakar. Bila tegangan **datar di sekitar 0,45 V** atau bergerak sangat lambat, sensor itu sendiri mungkin sudah mati. Sensor oksigen baru memberi sinyal

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

benar setelah **panas** (ada pemanas listrik di dalamnya), sehingga pada mesin dingin ECU belum memakainya.

6. ECU dan aktuator

ECU terdiri atas mikroprosesor, memori yang berisi **peta** (tabel yang menyatakan, misalnya, berapa lama injektor harus terbuka pada putaran dan beban tertentu), pengubah sinyal analog ke digital, dan rangkaian **penggerak** (transistor) untuk aktuator. ECU juga memantau dirinya dan sensor-sensornya: bila sinyal di luar batas wajar, ECU menyimpan **kode kerusakan** (DTC), menyalakan **lampu peringatan mesin** (MIL, "check engine"), dan beralih ke nilai pengganti (mode darurat).

Aktuator adalah komponen yang menjalankan perintah:

- **Injektor**: katup solenoid. ECU menyalurkannya ke massa lewat transistor selama beberapa milidetik; makin lama, makin banyak bahan bakar.
- **Koil pengapian**: ECU memutus arus kumparan primer lewat transistor pada saat yang tepat, sehingga kumparan sekunder menghasilkan tegangan tinggi untuk busi.
- **Kipas pendingin** dan **pompa bahan bakar**: digerakkan relay yang dikendalikan ECU (sub bab 5.4).
- **Katup gas elektronik** atau katup pengatur langsam: motor kecil yang diatur ECU.

ECU **jarang rusak**. Penyebab yang jauh lebih sering adalah kabel putus, konektor longgar, massa buruk, sekering atau relay, dan sensor itu sendiri. Karena itu ECU diganti paling akhir, setelah semua yang lain terbukti baik.

7. Scan tool dan urutan diagnosis

Scan tool adalah alat yang dihubungkan ke soket diagnosis **OBD** (16 kaki, umumnya di bawah dasbor sisi pengemudi). Fungsinya:

- **Membaca kode kerusakan (DTC)**, misalnya P0117 yang berarti sinyal sirkuit sensor suhu air pendingin terlalu rendah, atau P0118 yang berarti terlalu tinggi.
- **Menampilkan data langsung**: suhu, putaran, tegangan sensor, koreksi bahan bakar, bukaan katup gas.
- **Membaca data bekuan** (kondisi saat kode muncul), menghapus kode, dan menguji aktuator.

Satu hal yang harus diingat: **kode kerusakan menunjuk sirkuit yang bermasalah, bukan memastikan komponen yang rusak**. Sirkuit itu terdiri atas sensor, kabel, konektor, dan ECU. Nilai data langsung juga harus **dibandingkan dengan kenyataan**: misalnya mesin baru hidup dari dingin harus menunjukkan suhu air pendingin yang hampir sama dengan suhu udara luar, dan mesin yang sudah panas menunjukkan sekitar 85 sampai 95 °C.

Urutan diagnosis yang benar:

1. **Dengarkan keluhan** dan ulangi gejala.
2. **Periksa visual**: konektor, kabel, massa, sekering, dan relay.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

3. **Baca kode dan data langsung** dengan scan tool.
4. **Ukur sinyal**: suplai 5 V, massa sensor, dan sinyal dengan multimeter (sub bab 5.3). Uji lepas konektor bila perlu.
5. **Perbaiki** bagian yang terbukti bermasalah, lalu hapus kode dan uji jalan.

Jangan mengganti komponen sebelum memeriksa sinyal: biaya dan waktu terbuang bila yang rusak ternyata kabelnya.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Sensor suhu hubung singkat

Mobil yang baru dihidupkan dalam keadaan dingin sulit hidup dan kipas pendinginnya berputar terus. Scan tool menunjukkan suhu air pendingin 135 °C yang tidak berubah, padahal selang radiator terasa dingin. Apa penyebabnya dan bagaimana membuktikannya?

Langkah:

1. Suhu nyata dingin, tetapi ECU membaca 135 °C tetap: nilai ekstrem dan tidak berubah menunjukkan sinyal tidak mengikuti suhu.
2. Suhu sangat panas berarti tegangan sinyal hampir 0 V: sinyal terhubung singkat ke massa.
3. Lepas konektor sensor lalu amati scan tool. Bila bacaan berubah menjadi "dingin ekstrem" (sinyal naik ke 5 V), kabel ke ECU baik dan **sensor** yang hubung singkat.
4. Bila bacaan tetap 135 °C meskipun konektor dilepas, **kabel sinyal** menempel massa di suatu tempat.
5. Gejala: ECU mengira mesin sangat panas sehingga tidak memperkaya campuran saat dingin (sulit hidup) dan menyalakan kipas terus.

Jawaban: sinyal sensor suhu hubung singkat ke massa (di sensor atau kabelnya). Pembuktiannya dengan melepas konektor. Sensor atau kabel diperbaiki; ECU tidak diganti.

Contoh 2: Membaca data sensor oksigen saat langsam

Mesin hangat pada langsam menunjukkan tegangan sensor oksigen tetap 0,12 V selama dua menit, dan koreksi bahan bakar +25 %. Apa maknanya dan apa yang diperiksa?

Langkah:

1. Tegangan 0,12 V (rendah) berarti campuran miskin.
2. Tegangan seharusnya naik turun antara 0,1 dan 0,9 V. Bila tetap rendah, ECU mencoba menambah bahan bakar sebesar +25 % (koreksi positif besar) tetapi campuran tetap miskin.
3. Penyebab yang mungkin: udara masuk tanpa terukur (selang vakum atau paking manifold bocor, kebocoran di belakang MAF), tekanan bahan bakar rendah, injektor tersumbat.
4. Periksa berurutan dari yang mudah: selang vakum dan sambungan isap, lalu tekanan bahan bakar, lalu injektor.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Jawaban: campuran terlalu miskin dan ECU sudah menambah bahan bakar sampai batasnya. Periksa kebocoran udara dan tekanan bahan bakar lebih dulu. Mengganti sensor oksigen belum perlu, karena sensor justru melaporkan keadaan sebenarnya.

Contoh 3: Motor injeksi tersendat

Sebuah sepeda motor injeksi tersendat saat gas dibuka perlahan. Tegangan sinyal TPS dibaca saat katup dibuka bertahap: 0 %: 0,50 V; 10 %: 0,90 V; 20 %: 1,30 V; 30 %: 1,70 V; 40 %: 0,30 V; 50 %: 2,50 V; 60 %: 2,90 V. Sensor ini naik 0,4 V tiap 10 % bukaan. Apa kesimpulannya?

Langkah:

1. Hubungan normal: V = 0,5 + 4 × (bukaan ÷ 100). Pada 40 % seharusnya 0,5 + 1,6 = 2,1 V.
2. Terukur 0,30 V pada 40 %, jauh di bawah 2,10 V, sedangkan titik lain sesuai hitungan.
3. Sinyal melorot hanya pada satu bukaan: titik mati pada lintasan hambatan.
4. Sebelum mengganti, periksa konektor, suplai 5 V, dan massa sensor; bila normal, sensornya yang aus.

Jawaban: TPS aus pada bukaan sekitar 40 %, sehingga ECU sesaat menganggap gas ditutup dan mesin tersendat. TPS diganti lalu dikalibrasi sesuai manual.

Contoh 4: Memeriksa sinyal sensor tekanan manifold

Sensor MAP dari dua mobil diukur saat kunci ON. Mobil X: suplai 5,0 V, massa sensor 0,02 V, sinyal 4,0 V (mesin mati), 1,2 V (langsam), dan 3,5 V (gas dibuka cepat). Mobil Y: suplai 2,4 V, massa 0,02 V, sinyal 0,2 V tidak berubah. Bagaimana kesimpulan untuk masing-masing?

Langkah:

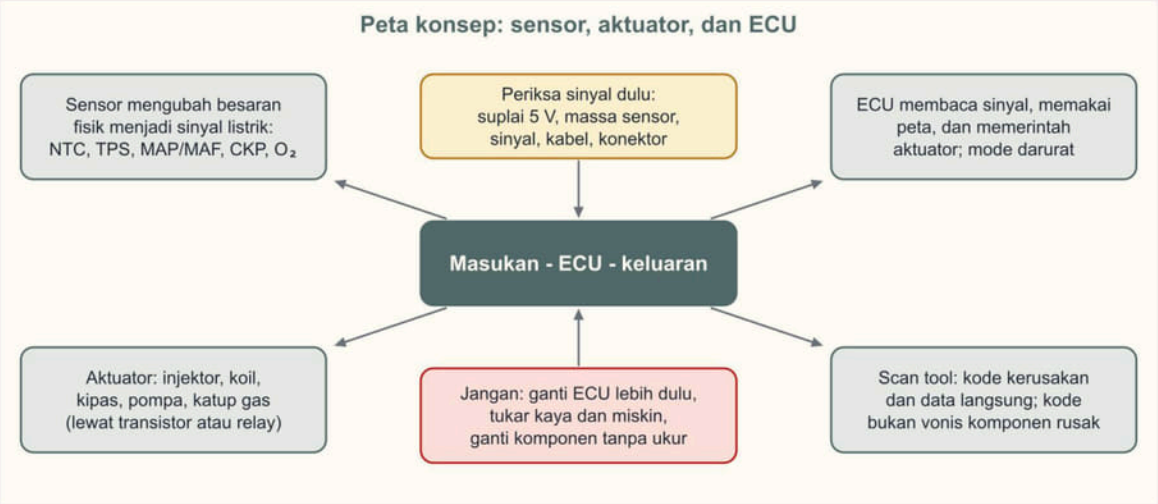
1. Mobil X: suplai dan massa normal; sinyal tinggi saat mesin mati (tekanan atmosfer), rendah saat langsam (vakum), dan naik saat gas dibuka: hubungannya benar, sensor baik.
2. Mobil Y: suplai hanya 2,4 V padahal seharusnya sekitar 5 V, sehingga sinyal tidak berarti.
3. Periksa kabel suplai dari ECU (putus, konektor kotor, hambatan tinggi) lebih dulu, bukan sensor atau ECU.
4. Setelah suplai kembali 5 V, ukur ulang sinyal.

Jawaban: sensor mobil X baik, sehingga masalahnya di tempat lain. Pada mobil Y, suplai 5 V yang kurang harus ditelusuri melalui kabel suplai sebelum mengganti sensor atau ECU.

❖ PETA KONSEP

Ringkasan sub bab ini terlihat pada Gambar 5.25.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 5.25 Peta konsep sub bab 5.5. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- Alur: sensor (masukan) → ECU (proses) → aktuator (keluaran); sensor O_2 memberi umpan balik.
- NTC: makin panas, hambatan makin kecil; sinyal putus terbaca dingin ekstrem, hubung singkat terbaca panas ekstrem.
- TPS: potensiometer 5 V, massa, sinyal; ± 0,5 V tertutup sampai ± 4,5 V terbuka; titik mati menyebabkan tersendat.
- CKP hilang: tidak ada percikan dan semprotan, rpm terbaca 0. Pedal gas memakai dua sensor yang saling dibandingkan.
- Sensor O_2: tinggi (± 0,9 V) = kaya; rendah (± 0,1 V) = miskin; mesin sehat bergoyang cepat.
- Kode kerusakan menunjuk sirkuit, bukan vonis komponen. Periksa sinyal (suplai, massa, sinyal) sebelum mengganti komponen.

Educational Institutions

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Soal sensor dan ECU dikerjakan dengan langkah berikut.

1. **Tulis gejala dan data:** apa yang tidak bekerja, apa kata scan tool, dan apa yang terukur?
2. **Bandingkan data dengan kenyataan:** suhu nyata dengan suhu terbaca, rpm nyata dengan rpm terbaca.
3. **Tentukan sensor atau sirkuit yang terlibat:** nilai ekstrem yang tidak berubah menunjuk sinyal putus atau hubung singkat.
4. **Pilih pemeriksaan paling awal dan paling murah:** konektor, kabel, suplai, massa, lalu sinyal.

Jebakan yang sering dipasang:

- **ECU dianggap rusak** padahal sensor atau kabelnya yang bermasalah.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- **Campuran kaya dan miskin tertukar** pada sensor O_2: tegangan tinggi berarti kaya.
- **Mengganti komponen sebelum mengukur sinyal.**
- **Menyimpulkan komponen rusak hanya dari kode kerusakan.**
- **Mengira sensor O_2 rusak** padahal ia benar melaporkan campuran miskin akibat kebocoran udara.
- **Menganggap suhu di scan tool selalu benar** tanpa dibandingkan dengan suhu nyata.

> Contoh salah tafsir: pada soal tentang mobil yang kehilangan tenaga dan lampu peringatan mesin menyala dengan kode sinyal sensor posisi pedal gas, seorang siswa memilih "ganti ECU karena ECU yang mengeluarkan kode". Padahal kode menunjuk sirkuit sensor pedal, dan ECU justru berhasil mendeteksi gangguan serta membatasi tenaga. Jawaban yang tepat memeriksa sensor, kabel, dan konektor pedal lebih dulu.

BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menyajikan mesin yang boros dan kipas yang berputar terus, dengan suhu nyata dan suhu terbaca yang tidak sama. Perhatikan nilai yang tetap dan ekstrem, lalu tentukan sumbernya.

►. Mobil injeksi pelanggan boros bahan bakar dan kipas radiator berputar terus sejak mesin baru dihidupkan (2027). Setelah mesin hidup 20 menit, termometer inframerah pada selang radiator atas menunjukkan 88 °C. Namun, scan tool membaca data sensor suhu air pendingin (ECT) sebesar −40 °C, dan angka itu tidak berubah sama sekali.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penyebab yang paling mungkin adalah ....

A. Termostat macet tertutup sehingga air pendingin tidak bersirkulasi ke radiator
B. Sinyal sensor ECT terputus sehingga ECU membaca nilai suhu ekstrem
C. Radiator tersumbat sehingga suhu mesin naik melebihi batas normal
D. Air radiator kurang sehingga sensor tidak terendam air pendingin
E. ECU rusak sehingga harus segera diganti dengan ECU yang baru

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Pembahasan **Kunci: B**

Konsep: ECU membaca suhu mesin dari tegangan sensor ECT. Bila rangkaian sensor terputus, ECU membaca nilai ekstrem (misalnya −40 °C) lalu masuk mode pengaman: campuran bahan bakar dibuat kaya dan kipas dinyalakan terus.

Langkah:

1. Suhu nyata 88 °C (mesin panas normal), sedangkan ECU membaca −40 °C dan angkanya tidak berubah.
2. Nilai tetap dan ekstrem menunjukkan sinyal sensor tidak sampai ke ECU.
3. Akibatnya ECU mengira mesin sangat dingin → campuran kaya (boros) dan kipas menyala sebagai pengaman.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Termostat macet membuat suhu nyata naik, sedangkan suhu nyata 88 °C normal; selain itu data ECU tetap −40 °C.
- **B.** ✓ Nilai ekstrem yang tidak berubah adalah ciri sinyal sensor terputus (kabel, konektor, atau sensor).
- **C.** ✗ Suhu nyata normal, jadi radiator tidak menyebabkan masalah ini.
- **D.** ✗ Air yang kurang tidak membuat ECU membaca tetap −40 °C.
- **E.** ✗ Jebakan: ECU memang menunjukkan data aneh, tetapi rangkaian sensor dan kabel diperiksa lebih dulu karena jauh lebih sering menjadi penyebab.

Jawaban: B.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk tiap soal, tulis dulu sensor yang terlibat dan apa yang terjadi bila sinyalnya hilang.

1. Sebuah mobil injeksi tiba-tiba mogok dan tidak mau hidup lagi (2027). Motor starter berputar normal. Saat distarter, busi tidak memercikkan api dan injektor tidak menyemprot. Scan tool menunjukkan putaran mesin 0 rpm saat mesin sedang distarter. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Penyebab yang paling mungkin adalah ....

A. Pompa bensin rusak sehingga tidak ada bahan bakar ke injektor
B. Keempat busi rusak bersamaan sehingga tidak ada percikan api
C. Aki lemah sehingga ECU tidak mendapat tegangan yang cukup
D. Sinyal sensor posisi poros engkol (CKP) tidak sampai ke ECU
E. Koil pengapian rusak sehingga tegangan tinggi tidak terbentuk

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

2. Bengkel sekolah memakai satu saluran udara untuk impact wrench dan spray gun pengecat (2027). Guru meminta siswa menyusun aturan pemakaian saluran itu. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Aturan manakah yang **benar**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Udara kompresor mengandung uap air sehingga perlu filter dan penguras kondensat
☐ B. Pelumas pada FRL selalu diperlukan oleh semua alat pneumatik termasuk spray gun
☐ C. Spray gun pengecat memerlukan udara bebas minyak agar hasil cat tidak rusak
☐ D. Regulator boleh disetel melebihi tekanan kerja alat asalkan selangnya kuat
☐ E. Selang udara dilepas dari alat sebelum aksesori diganti

Kunci singkat: 1. D 2. A, C, E

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menjelaskan dengan kata-katamu sendiri mengapa kode kerusakan dari scan tool belum cukup untuk memutuskan bahwa sebuah sensor harus diganti?
- Sensor suhu air pendingin sebuah mobil dengan mesin panas terbaca −40 °C dan tidak berubah. Apa yang terjadi pada sinyal, dan apa yang kamu periksa lebih dulu?
- **Yang harus kuingat:** sensor → ECU → aktuator; nilai ekstrem yang tidak berubah menunjuk sinyal putus atau hubung singkat; ukur suplai, massa, dan sinyal sebelum mengganti komponen.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 5.5: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkto&node=SMKTO-5.5

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Kuis Akhir Bab 5

SMKTO-KB5

Jumlah soal: 25 **Waktu anjuran:** 60 menit

Kerjakan sendiri dan berwaktu. Setelah selesai, cocokkan dengan kunci di Bagian D, isi tabel skor, lalu lihat anjuran di bawahnya.

Kerjakan Kuis Bab 5 di LMS

Skor dan progresmu tersimpan di LMS.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkto&node=SMKTO-KB5

1. Pada pelatihan kelistrikan otomotif di bengkel sekolah (2027), guru menuliskan lima pernyataan tentang rangkaian 12 V di papan tulis dan meminta siswa memilih yang benar. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Pernyataan manakah yang **benar**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

- ☐ A. Arus 2 A melewati hambatan 5 Ω sehingga tegangan di hambatan itu 2,5 V
- ☐ B. Tegangan 12 V pada hambatan 4 Ω menghasilkan arus 3 A
- ☐ C. Bila hambatan dibuat dua kali lebih besar pada tegangan yang sama, arus menjadi dua kali lebih besar
- ☐ D. Lampu 36 W pada 12 V menarik arus 3 A
- ☐ E. Bila tegangan dinaikkan dua kali pada hambatan yang tetap, arus ikut menjadi dua kali

2. Mulyadi memasang klakson tambahan 12 V berdaya 96 W pada sebuah mobil (2027). Kabel yang dipakai kuat dialiri arus paling besar 15 A. Sekering yang tersedia berukuran 5 A, 10 A, 20 A, dan 30 A.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Sekering yang paling tepat dipasang adalah ....

A. 5 A, karena arus klakson hanya sekitar 8 A sehingga sekering kecil sudah cukup
B. 10 A, karena di atas arus 8 A dan di bawah batas kabel 15 A
C. 20 A, karena sekering harus lebih besar daripada batas arus kabel
D. 30 A, karena makin besar sekering makin aman bagi klakson dan kabelnya
E. tidak perlu sekering, karena klakson hanya dibunyikan sebentar-sebentar

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

3. Sebuah mobil berkelistrikan 12 V memiliki sekering utama 40 A. Berikut daftar beban yang menyala bersamaan saat hujan malam hari (2027).

Beban	Daya
Lampu kepala (2 × 55 W)	110 W
Kipas radiator	120 W
Wiper	60 W
Pompa bahan bakar	72 W
Blower AC	96 W

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pemilik ingin menambah dua lampu kabut masing-masing 55 W. Pernyataan manakah yang **benar**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

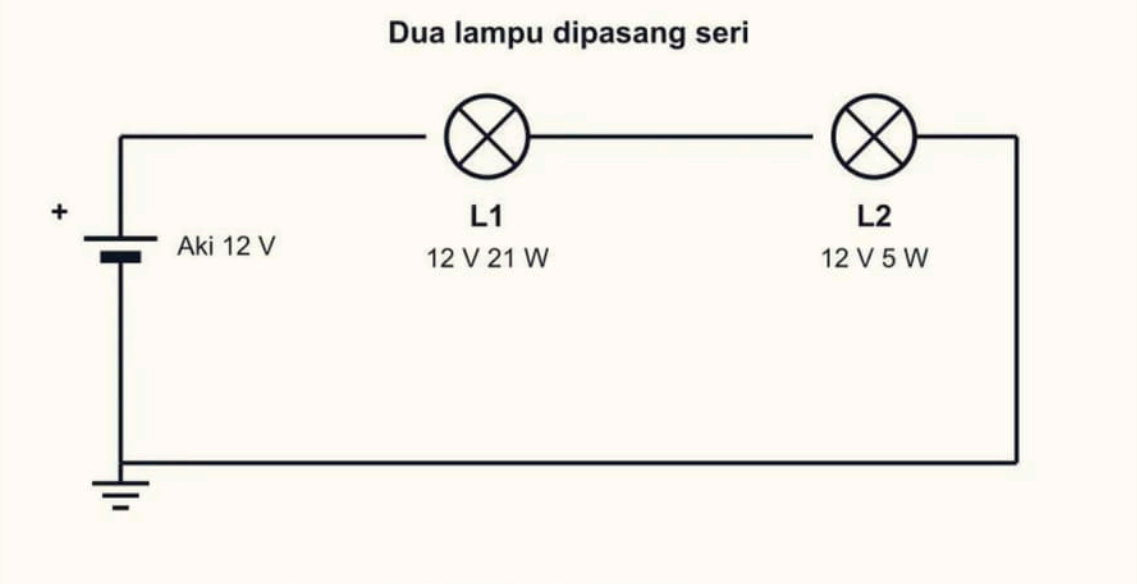
☐ A. Arus total semua beban saat ini sekitar 38,2 A (458 W ÷ 12 V)
☐ B. Setelah lampu kabut ditambahkan, arus total tetap sekitar 38,2 A
☐ C. Setelah lampu kabut ditambahkan, arus total sekitar 47,3 A sehingga melebihi sekering utama 40 A
☐ D. Kipas radiator 120 W menarik arus 20 A pada tegangan 12 V
☐ E. Kipas radiator 120 W menarik arus sekitar 10 A pada tegangan 12 V

4. Sebuah lampu kepala bertuliskan 12 V 55 W. Karena sambungan kabelnya berkarat, lampu itu hanya menerima tegangan 10,8 V (2027). Anggap hambatan lampu tetap. Teknisi ingin memperkirakan daya yang sebenarnya dipakai lampu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Daya lampu pada tegangan 10,8 V adalah ....

A. 44,6 W, dari $55 \times (10{,}8 \div 12)^2$
B. 49,5 W, dari $55 \times (10{,}8 \div 12)$
C. 55,0 W, karena daya tertera tidak berubah
D. 61,1 W, dari $55 \times (12 \div 10{,}8)$
E. 67,9 W, dari $55 \times (12 \div 10{,}8)^2$

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

5. Gambar menunjukkan dua bohlam 12 V yang dipasang seri pada aki 12 V di bengkel sekolah (2027): L1 bertuliskan 21 W dan L2 bertuliskan 5 W. Siswa menyalakan rangkaian dan membandingkan terang kedua lampu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Lampu yang menyala lebih terang dan alasannya adalah ....



A. lampu L1 lebih terang, karena daya yang tertera pada L1 lebih besar daripada L2
B. kedua lampu sama terang, karena dialiri arus yang sama besar
C. lampu L1 lebih terang, karena arus yang mengalir ke L1 lebih besar daripada ke L2
D. lampu L2 lebih terang, karena hambatannya lebih besar sehingga dayanya naik
E. kedua lampu padam, karena dua bohlam berbeda daya tidak dapat dipasang seri

6. Lampu kabin sebuah mobil bertegangan 12 V, dan hambatan filamennya sekitar 24 Ω ketika menyala (2027). Dika, teknisi pemula, ingin mengetahui arus yang mengalir saat lampu menyala.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Arus yang mengalir pada lampu itu adalah ....

A. 288 A, dari 12 × 24
B. 2 A, dari 24 ÷ 12
C. 0,5 A, dari 12 ÷ 24
D. 36 A, dari 12 + 24
E. 0,5 W, dari 12 ÷ 24

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

7. Sebuah truk berkelistrikan 24 V akan diberi lampu indikator LED merah yang bekerja pada tegangan 2 V dan arus 20 mA (2027). LED dipasang seri dengan sebuah resistor. Teknisi menetapkan bahwa daya resistor yang dipilih minimal dua kali daya yang dihasilkannya. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Pasangan nilai hambatan dan daya resistor yang paling tepat adalah ....

A. 1.200 Ω dan 1 W
B. 1.100 Ω dan 0,5 W
C. 1.100 Ω dan 0,25 W
D. 100 Ω dan 0,25 W
E. 1.100 Ω dan 1 W

8. Motor starter sebuah mobil berputar lambat padahal aki sehat (2027). Teknisi mengukur tegangan jatuh pada jalur massa saat starter diputar. Batas yang diizinkan 0,20 V untuk tiap segmen.

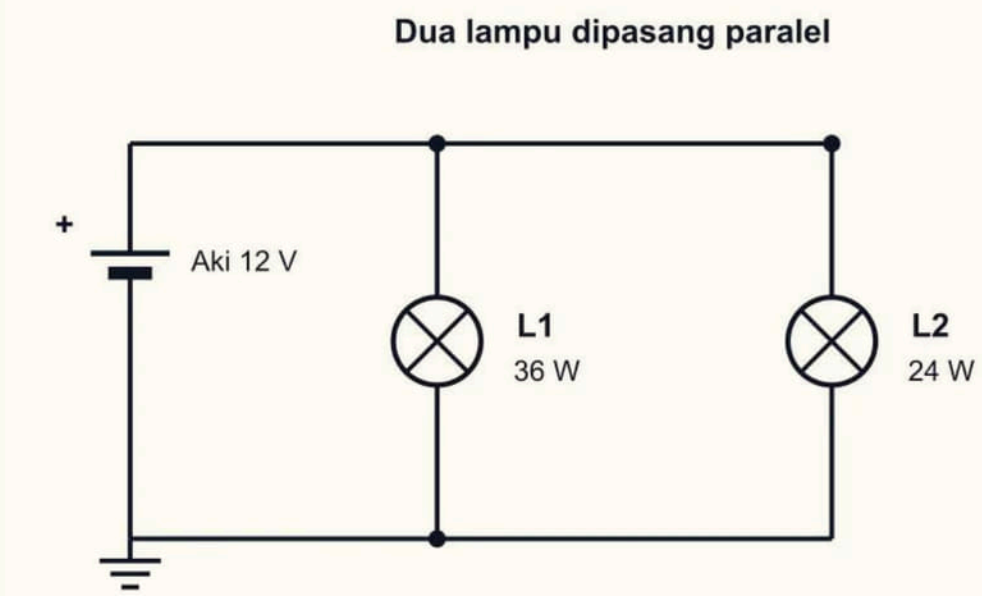
Antara titik	Tegangan jatuh (starter diputar)
Kutub negatif aki dan bodi	0,03 V
Bodi dan blok mesin	0,42 V
Kutub negatif aki dan blok mesin	0,45 V

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Bagian yang paling mungkin bermasalah adalah ....

A. kabel massa antara kutub negatif aki dan bodi
B. sambungan massa antara bodi dan blok mesin
C. kutub negatif aki sendiri karena tegangan jatuhnya 0,03 V
D. motor starter karena arus yang diambilnya terlalu besar
E. seluruh jalur massa karena hasil ukur ketiganya berbeda

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

9. Gambar menunjukkan dua lampu tambahan pada sebuah kendaraan berkelistrikan 12 V yang dipasang paralel oleh siswa di bengkel sekolah (2027): lampu L1 berdaya 36 W dan lampu L2 berdaya 24 W. Keduanya menyala normal.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** pada setiap pernyataan berikut.



Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Arus total yang diambil dari aki sama dengan arus yang melalui L1 saja karena L1 berdaya paling besar.	○	○
Tegangan pada L1 dan pada L2 sama-sama 12 V.	○	○
Arus yang melalui L1 sebesar 3 A dan yang melalui L2 sebesar 2 A, sehingga arus total 5 A.	○	○

10. Sebuah mobil hias memasang untaian sepuluh bohlam kecil yang dirangkai seri di dasbor (2027). Suatu malam, satu bohlam putus filamennya dan seluruh bohlam padam. Dini, teknisi muda, diminta menjelaskan penyebabnya kepada pemilik.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penjelasan Dini yang paling tepat adalah ....

A. sekering selalu putus bila satu bohlam padam, sehingga semua bohlam ikut padam
B. bohlam yang putus menarik arus semua bohlam lain sehingga bohlam lainnya kekurangan arus
C. aki otomatis berhenti memberi listrik bila ada satu bohlam rusak pada untaian itu
D. tiap bohlam punya jalur sendiri, sehingga seluruh jalur padam bila saklar rusak
E. ada satu jalur arus pada rangkaian seri, sehingga satu bohlam putus memutus semuanya

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

11. Sebuah bengkel memiliki dua aki 12 V 70 Ah yang identik dan akan disusun untuk dua keperluan (2027): mensuplai truk berkelistrikan 24 V, dan mensuplai mobil berkelistrikan 12 V yang membutuhkan cadangan kapasitas besar.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan manakah yang **benar**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Dirangkai paralel, kedua aki menghasilkan 12 V dengan kapasitas 140 Ah
☐ B. Dirangkai seri, kedua aki menghasilkan 12 V dengan kapasitas 140 Ah
☐ C. Dirangkai paralel, kedua aki menghasilkan 24 V dengan kapasitas 70 Ah
☐ D. Dirangkai seri, kedua aki menghasilkan 24 V dengan kapasitas 70 Ah
☐ E. Untuk truk 24 V, kedua aki harus dirangkai seri

12. Seorang siswa baru diajari memakai multimeter di bengkel sekolah (2027). Guru memintanya menilai kebenaran tiga pernyataan tentang pemasangan alat ukur.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** pada setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Voltmeter dipasang paralel dengan komponen yang tegangannya diukur.	○	○
Ampermeter dipasang seri pada jalur yang arusnya diukur.	○	○
Hambatan sebuah lampu boleh diukur saat lampu itu masih tersambung dan menyala.	○	○

13. Dalam praktik kelistrikan di bengkel sekolah (2027), siswa akan mengukur tegangan, arus, dan hambatan komponen sebuah mobil memakai multimeter digital. Guru menekankan prosedur yang aman dan tepat.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan manakah yang **benar**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

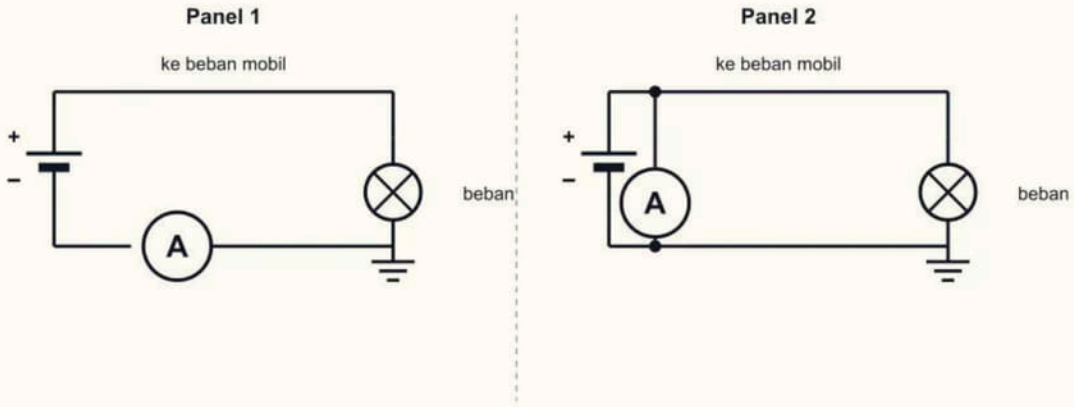
Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Memasang ampermeter secara seri dan memulai dari skala arus yang tertinggi
☐ B. Menyambungkan probe merah ke soket yang sesuai dengan besar arus yang diperkirakan
☐ C. Memindahkan selektor ke posisi arus saat probe masih menempel pada kutub aki
☐ D. Melepas kabel aki atau mematikan rangkaian sebelum mengukur hambatan sebuah komponen
☐ E. Mengukur hambatan koil dengan kunci kontak ON agar sesuai kondisi kerja

14. Aki sebuah mobil sering lemah setelah diparkir semalam, dan teknisi akan mengukur arus bocor (arus yang tetap mengalir saat mobil mati) memakai ampermeter (2027). Gambar menunjukkan dua cara memasang ampermeter. Pada Panel 1 ampermeter berada pada

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

kabel negatif aki. Pada Panel 2 ampermeter dihubungkan langsung ke kedua kutub aki.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Cara pemasangan yang benar adalah ....



A. Panel 2, karena ampermeter dipasang paralel di antara kedua kutub aki
B. Panel 1 dan Panel 2 sama benarnya, karena ampermeter boleh dipasang di mana saja
C. Panel 1, karena ampermeter dipasang seri pada kabel negatif aki
D. Panel 1, karena ampermeter dipasang paralel dengan kabel negatif dan bodi
E. tidak ada yang benar, karena arus bocor tidak dapat diukur dengan ampermeter

15. Teknisi mengukur arus bocor sebuah mobil dengan ampermeter seri sejak mobil dikunci (2027). Menurut manual, arus bocor normal maksimal 0,05 A setelah modul elektronik "tertidur" (sekitar 20 menit).

Waktu sejak dikunci	Arus yang terukur
0 menit	1,20 A
10 menit	0,30 A
20 menit	0,08 A
30 menit	0,08 A

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan manakah yang **benar**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Arus 0,08 A pada menit ke-30 masih normal karena mobil sudah lama dikunci
☐ B. Arus yang tinggi pada menit-menit awal wajar karena modul elektronik masih aktif
☐ C. Arus 0,08 A pada menit ke-30 melebihi batas 0,05 A sehingga ada beban yang tidak tertidur
☐ D. Mencabut kabel aki lalu memasangnya lagi pasti menghilangkan kebocoran itu
☐ E. Mencabut sekering satu per satu sambil mengamati ampermeter membantu menemukan rangkaian penyebab

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

16. Pada sebuah mobil, pemanas kaca belakang berhambatan 4 Ω dipasang seri dengan dua pemanas kaca spion yang dipasang paralel, masing-masing berhambatan 6 Ω dan 3 Ω (2027). Seluruh rangkaian disuplai aki 12 V. Teknisi ingin mengetahui arus yang melalui pemanas spion berhambatan 3 Ω.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Arus yang melalui pemanas spion 3 Ω adalah ....

A. 1,33 A, dari tegangan paralel 4 V ÷ 3 Ω
B. 2,00 A, dari arus total seluruh rangkaian
C. 4,00 A, dari 12 V ÷ 3 Ω
D. 0,67 A, dari arus yang melalui pemanas 6 Ω
E. 1,00 A, dari separuh arus total

17. Pada sebuah mobil injeksi, ECU hanya memberi arus yang sangat kecil, tetapi injektor memerlukan arus yang jauh lebih besar untuk membuka (2027). Rudi, teknisi muda, menjelaskan bahwa ada satu komponen di modul ECU yang mengendalikan arus besar injektor dengan sinyal kecil dari prosesor.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Komponen itu adalah ....

A. resistor, karena membatasi arus injektor
B. transistor, karena sinyal kecil mengatur arus besar
C. kapasitor, karena menyimpan muatan untuk injektor
D. dioda, karena mengalirkan arus injektor ke satu arah
E. sekering, karena memutus arus bila injektor berlebih

18. Mobil Pak Anwar boros bahan bakar dan kipas radiatornya tidak menyala walau jarum suhu menunjukkan sekitar 90 °C (2027). Teknisi memeriksa sensor suhu pendingin (jenis NTC) dengan multimeter pada skala hambatan, sedangkan sensor terlepas dari konektor. Hasil ukur: 2.350 Ω. Tabel hambatan sensor menurut suhu dari manual:

Suhu pendingin	Hambatan sensor
20 °C	2.400 Ω
40 °C	1.100 Ω
60 °C	580 Ω
80 °C	320 Ω
100 °C	180 Ω

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kesimpulan yang paling tepat adalah ....

A. sensor normal, karena hambatan 2.350 Ω sesuai dengan suhu kerja mesin
B. sensor normal, karena makin tinggi suhu seharusnya hambatan makin besar
C. sensor rusak, karena hambatannya setara 20 °C padahal mesin sekitar 90 °C
D. ECU rusak, karena hambatan sensor tidak mungkin sebesar itu pada mesin panas
E. kipas rusak, karena hambatan sensor tidak memengaruhi kipas dan boros bahan bakar

19. Aki 12 V (enam sel) milik seorang pelanggan tidak mampu menghidupkan mesin walau sudah diisi semalam (2027). Teknisi mengukur berat jenis elektrolit tiap sel dengan hidrometer: sel 1 sampai 5 masing-masing 1,26, sedangkan sel 6 menunjukkan 1,10. Tegangan aki 10,8 V.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kesimpulan yang paling tepat adalah ....

A. sel 6 rusak, sehingga aki sebaiknya diganti
B. aki sehat, hanya perlu menambah asam aki pada sel 6
C. aki penuh, sehingga masalahnya hanya pada motor starter
D. semua sel lemah, sehingga cukup diisi dua jam lagi
E. cukup menambah air suling pada sel 6 sampai berat jenisnya sama

20. Dalam pelatihan elektronika otomotif, siswa menganalisis modul pengatur lampu sebuah mobil yang memuat resistor, dioda, dan kapasitor (2027). Guru meminta siswa menyatakan fungsi tiap komponen.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan manakah yang **benar**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Dioda mengalirkan arus ke dua arah sama baiknya sehingga dipakai untuk menaikkan tegangan
☐ B. Resistor membatasi besar arus yang mengalir pada suatu cabang rangkaian
☐ C. Kapasitor membangkitkan listrik sendiri sehingga dapat menggantikan fungsi aki
☐ D. Dioda mengalirkan arus pada satu arah sehingga dapat melindungi rangkaian dari polaritas terbalik
☐ E. Kapasitor menyimpan muatan sementara sehingga dapat meredam lonjakan tegangan kecil

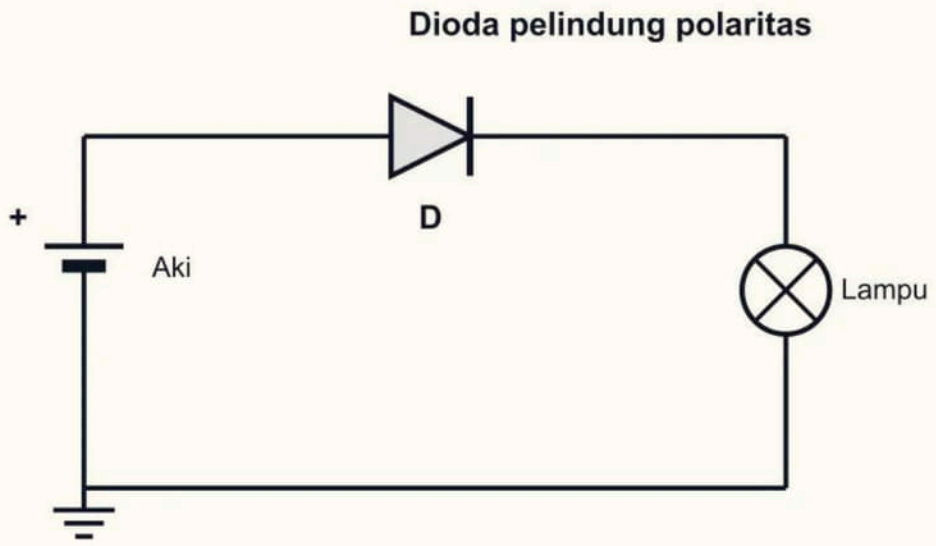
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

21. Seorang siswa memperbaiki modul lampu sein sebuah motor (2027) dan mengamati beberapa kemungkinan kesalahan pemasangan atau kerusakan komponen. Ia meminta gurunya menilai analisisnya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** pada setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Dioda yang dipasang terbalik tidak mengalirkan arus pada arah normalnya.	○	○
Kapasitor yang rusak hubung singkat tidak berpengaruh pada rangkaian karena kapasitor hanya menyimpan muatan.	○	○
Resistor yang terlalu kecil pada rangkaian LED membuat arus LED terlalu besar.	○	○

22. Gambar menunjukkan rangkaian sebuah lampu tambahan yang diberi dioda D untuk melindungi dari polaritas terbalik (2027). Dioda dipasang dengan sisi segitiga menghadap aki dan sisi garis menghadap lampu. Saat memasang aki baru, siswa tidak sengaja menyambung aki dengan kutub terbalik, yaitu kutub positif ke massa dan kutub negatif ke dioda.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Hal yang terjadi pada rangkaian itu adalah ....



A. lampu menyala lebih terang, karena arus berbalik dan dua kali lebih besar
B. lampu menyala normal, karena dioda mengalirkan arus ke dua arah
C. dioda terbakar lebih dulu, karena arus terbalik harus dilewatkan dioda
D. lampu tidak menyala, karena dioda menahan arus terbalik
E. aki mengalami hubung singkat, karena dioda tidak ikut menghalangi arus

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

23. Pada sebuah mobil injeksi, sebuah sensor dipasang di pipa knalpot dekat mesin (2027). ECU memakai sinyal sensor itu untuk memperkaya atau memiskinkan campuran bahan bakar. Siswa PKL, Tina, diminta menyebutkan besaran yang diukur sensor itu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Besaran yang diukur oleh sensor itu adalah ....

A. suhu cairan pendingin di dalam mesin
B. tekanan udara yang masuk ke ruang bakar
C. putaran poros engkol mesin
D. posisi bukaan katup gas pada mesin
E. sisa oksigen pada gas buang

24. Sebuah mobil injeksi tidak mau bertambah putaran saat pedal gas diinjak (2027). Sensor posisi katup gas (TPS) bekerja dengan suplai 5 V dari ECU dan memberi tegangan sinyal sekitar 0,5 V saat katup tertutup sampai sekitar 4,5 V saat terbuka penuh. Teknisi menyalakan kunci kontak dan mengukur: suplai ke sensor 5,0 V, massa sensor baik, dan tegangan sinyal tetap 0,5 V walau katup gas dibuka penuh dengan tangan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kesimpulan yang paling tepat adalah ....

A. ECU rusak total, karena suplai 5 V dari ECU ada tetapi sinyal tidak berubah
B. aki lemah, karena tegangan sinyal yang rendah berarti aki kehabisan arus
C. katup gas macet, karena sinyal tidak berubah saat katup dibuka penuh
D. TPS atau jalur sinyalnya rusak, karena suplai dan massa baik tetapi sinyal tetap
E. sensor harus diganti, karena tegangan 0,5 V berarti sensor sudah melewati batas hidup

25. Dalam materi sistem injeksi, guru menggambar blok masukan–ECU–keluaran di papan tulis dan meminta siswa menempatkan beberapa komponen mobil (2027): sensor suhu pendingin, injektor, sensor posisi poros engkol, kipas pendingin, dan ECU.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan manakah yang **benar**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Sensor suhu pendingin termasuk aktuator karena menerima perintah dari ECU
☐ B. Injektor termasuk aktuator karena melaksanakan perintah ECU
☐ C. ECU hanya menerima sinyal dan tidak pernah mengirim perintah
☐ D. Sensor posisi poros engkol mengirim informasi putaran mesin kepada ECU
☐ E. Kipas pendingin yang dinyalakan oleh ECU termasuk aktuator

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Tabel skor dan anjuran

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 5.1 · Besaran listrik, hukum Ohm, dan daya	1, 2, 3, 4, 6, 7	___ / 6	Ulangi hlm. 307
Sub bab 5.2 · Rangkaian seri, paralel, dan campuran di kendaraan	5, 9, 10, 11, 16	___ / 5	Ulangi hlm. 319
Sub bab 5.3 · Mengukur dengan multimeter	8, 12, 13, 14, 15	___ / 5	Ulangi hlm. 331
Sub bab 5.4 · Aki dan komponen elektronika: relay, dioda, transistor	17, 19, 20, 21, 22	___ / 5	Ulangi hlm. 343
Sub bab 5.5 · Sensor, aktuator, dan ECU	18, 23, 24, 25	___ / 4	Ulangi hlm. 356

Skor 70 % atau lebih: lanjut ke bab berikutnya. Skor 50–69 %: ulangi sub bab pada tabel yang kurang dari separuh benar. Skor di bawah 50 %: baca ulang bab ini dari awal. (Angka ini anjuran belajar, bukan prediksi nilai TKA.)

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Bab 6 · Komponen Otomotif

SMKTO-B6

Setelah mempelajari bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan fungsi komponen utama mesin dan memeriksa keausannya
- menjelaskan siklus empat langkah dan dua langkah serta penyetelan celah katup
- mendiagnosis gangguan sistem bahan bakar, pendingin, pelumasan, pengapian, dan pembuangan

Peta bab

Sub bab	Judul
6.1	Komponen utama mesin
6.2	Siklus kerja dan mekanisme katup
6.3	Sistem bahan bakar: injeksi, karburator, dan diesel
6.4	Sistem pendingin dan pelumasan
6.5	Sistem pengapian, pemasukan udara, dan pembuangan

Bab 6 di LMS

Buka seluruh latihan bab ini di LMS.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkto&node=SMKTO-B6

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 6.1 · Komponen utama mesin

SMKTO-6.1

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi elemen Komponen Otomotif meminta kamu **mengenali komponen utama mesin: blok, kepala silinder, piston, poros engkol, dan pendukungnya, serta menjelaskan fungsinya dan memeriksa keausannya**. Soalnya hampir selalu berupa kasus di bengkel: sebuah mesin berasap, susah hidup, atau berbunyi, lalu ada hasil uji yang ditulis dalam tabel, dan kamu diminta menyimpulkan bagian mana yang rusak. Yang diuji bukan menghafal nama bagian, melainkan **kemampuan menghubungkan gejala, hasil ukur, dan fungsi komponen** sehingga kesimpulanmu masuk akal.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menyebut komponen utama mesin dan fungsi masing-masing, termasuk paking, ring piston, bantalan, dan roda gila;
- menghitung volume langkah, kapasitas mesin, dan rasio kompresi dari ukuran silinder;
- menghubungkan gejala keausan (kompresi rendah, asap, ketukan, oli cepat berkurang) dengan bagian yang aus;
- melakukan dan membaca uji kompresi kering dan basah;
- memeriksa kerataan kepala silinder dengan mistar dan feeler gauge.

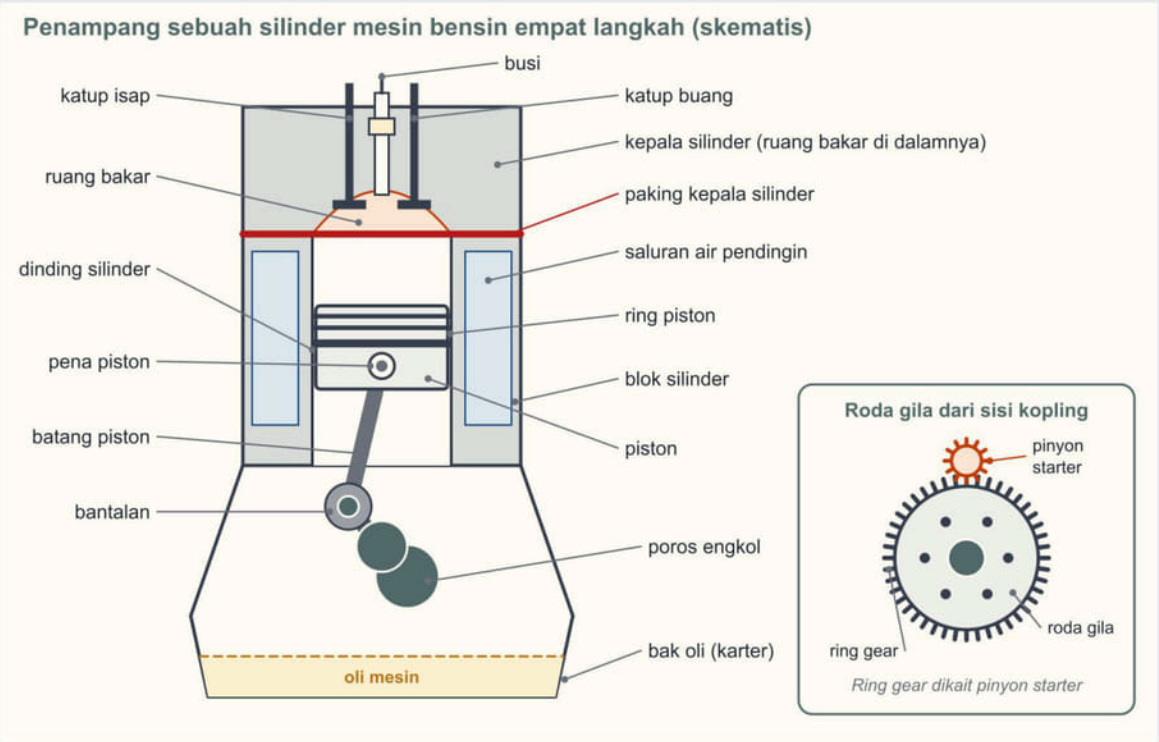
◆ KONSEP INTI

Mesin mobil dan sepeda motor yang kamu perbaiki adalah **mesin pembakaran dalam**: bahan bakar dibakar di dalam silinder, dan tenaga dari pembakaran itu diubah menjadi putaran. Di balik bunyinya yang halus ada puluhan komponen yang bekerja dalam ruang sempit, panas, dan penuh gesekan. Untuk mudah dipelajari, komponen-komponen itu dikelompokkan menjadi **bagian diam** (rangka mesin) dan **bagian bergerak** (yang mengubah tekanan gas menjadi putaran).

1. Gambaran besar: dari tekanan gas menjadi putaran

Saat campuran bahan bakar dan udara terbakar di atas piston, gas menjadi sangat panas dan bertekanan tinggi. Tekanan itu mendorong piston ke bawah. Piston meneruskan dorongan lewat **pena piston** dan **batang piston** ke **poros engkol**, yang bentuknya berkelok seperti engkol sepeda, sehingga gerak naik-turun piston berubah menjadi putaran. Putaran poros engkol itulah yang akhirnya sampai ke roda lewat kopling dan transmisi. Gambar 6.1 menunjukkan penampang satu silinder beserta komponen utamanya.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 6.1 Penampang sebuah silinder mesin bensin empat langkah beserta roda gila. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Mesin mobil biasanya memiliki tiga, empat, atau enam silinder yang bekerja bergantian. Semua silinder berbagi satu poros engkol, sehingga tenaga yang dihasilkan terasa rata. Pada gambar hanya satu silinder yang digambar agar tiap bagian terlihat jelas.

2. Blok silinder, kepala silinder, dan paking

Blok silinder adalah rangka mesin. Di dalamnya ada lubang-lubang silinder tempat piston bergerak, **saluran air pendingin** (jaket air) yang mengelilingi silinder, serta saluran oli. Bahannya besi cor atau paduan aluminium. Blok aluminium lebih ringan, dan dinding silindernya biasanya dilapisi besi cor atau lapisan keras agar tahan gesekan piston.

Kepala silinder menutup bagian atas silinder. Bagian bawah kepala silinder membentuk **ruang bakar**, yaitu tempat campuran dibakar. Pada kepala silinder juga terpasang katup, busi (atau injektor pada mesin diesel), dan saluran udara masuk serta gas buang. Kepala silinder terkena panas pembakaran langsung, sehingga mudah melengkung bila mesin mengalami panas berlebih.

Antara blok dan kepala silinder dipasang **paking kepala silinder** (*head gasket*), lembaran tipis yang berlubang-lubang sesuai silinder dan saluran. Paking ini harus menyekat **tiga hal sekaligus**: gas pembakaran bertekanan tinggi, air pendingin, dan oli. Bila paking rusak, tanda-tandanya bergantung pada bagian yang bocor: kompresi turun bila gas bocor, air pendingin cepat berkurang atau muncul asap putih tebal bila air bocor ke silinder, dan oli berubah menjadi seperti susu cokelat bila air bocor ke saluran oli. Di bawah blok terdapat **bak oli** (karter) yang menampung oli mesin.

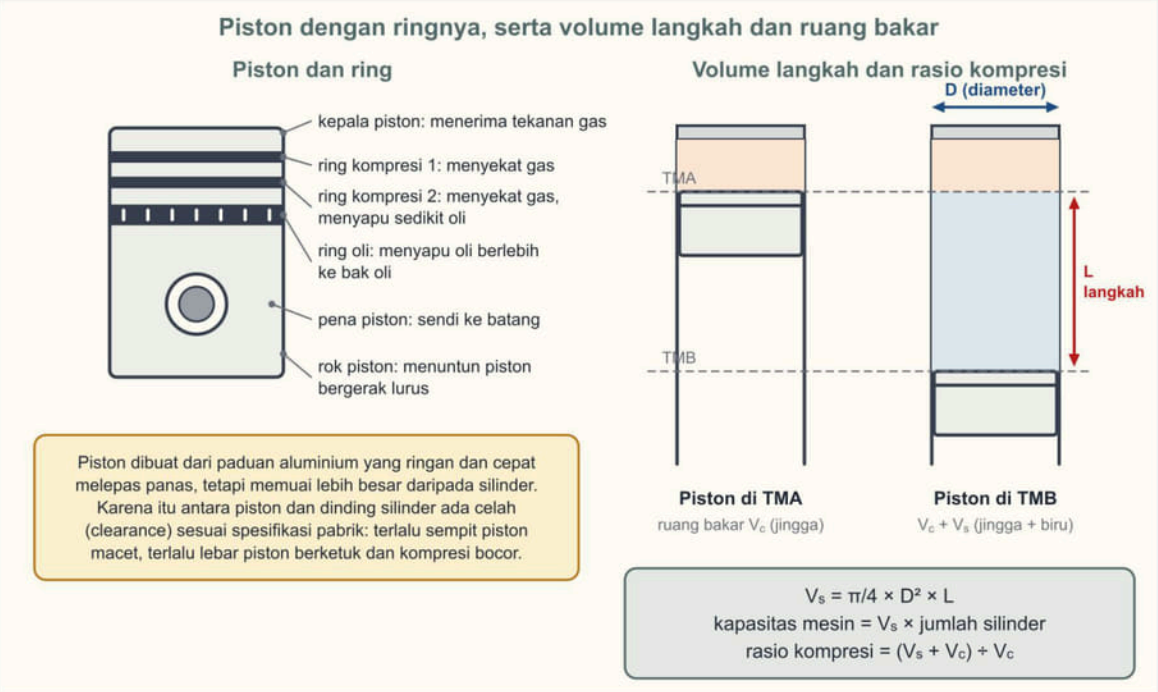
3. Piston, ring, pena, dan batang piston

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Piston adalah bagian yang menerima dorongan gas. Ia meluncur naik-turun di dalam silinder. Piston dibuat dari paduan aluminium karena ringan dan cepat melepas panas. Ringan itu penting karena piston harus berhenti dan berbalik arah ratusan kali tiap menit; semakin ringan, semakin kecil getarannya. Aluminium memuai lebih besar daripada besi cor, sehingga antara piston dan dinding silinder dibuat **celah** (*clearance*) sesuai spesifikasi pabrik. Celah terlalu sempit membuat piston macet saat panas, sedangkan celah terlalu lebar membuat piston bergoyang dan berketuk serta membuat kompresi bocor.

Pada sisi piston terdapat alur-alur tempat **ring piston**. Umumnya ada tiga ring, dan fungsinya berbeda (Gambar 6.2):

- **ring kompresi (ring atas dan kedua)** menyekat celah antara piston dan dinding silinder agar gas bertekanan tidak bocor ke bak oli. Ring kedua juga ikut menyapu sedikit oli;
- **ring oli (ring paling bawah)** menyapu oli berlebih dari dinding silinder dan mengembalikannya ke bak oli. Dinding silinder harus tetap tipis berminyak agar licin, tetapi oli tidak boleh ikut terbakar;
- ketiga ring juga memindahkan sebagian panas dari piston ke dinding silinder.



Gambar 6.2 Piston dengan ringnya, serta volume langkah dan ruang bakar. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Pena piston adalah batang pendek yang menjadi sendi antara piston dan ujung kecil **batang piston**. **Batang piston** (*connecting rod*) meneruskan dorongan piston ke poros engkol. Ujung besarnya melingkar pada pin engkol dan ujung kecilnya berayun pada pena. Karena batang piston ikut berayun, ia mengalami tekan dan tarik berulang kali, sehingga dibuat kuat.

4. Poros engkol, bantalan, dan roda gila

Poros engkol menerima dorongan dari semua batang piston dan mengubahnya menjadi

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

putaran. Bagian-bagiannya: **journal utama** yang berputar di dalam blok, **pin engkol** (*crankpin*) tempat ujung besar batang piston, **lengan engkol**, dan **pemberat penyeimbang** (*counterweight*) yang menyeimbangkan massa piston dan batang agar mesin tidak bergetar. Di dalam poros ada saluran kecil yang mengalirkan oli ke bantalan.

Bantalan (*bearing*) adalah cincin logam berbentuk setengah lingkaran, dibuat dari logam yang lebih lunak daripada poros, yang dipasang di antara poros engkol dengan blok (bantalan utama) dan di antara poros engkol dengan batang piston (bantalan batang). Bantalan ini tidak berputar bersama poros. Poros **melayang di atas selaput oli tipis**, dan bantalan hanya menjadi alas cadangan. Selama selaput oli ada, logam tidak bersentuhan. Bila oli kurang atau tekanannya rendah, selaput putus, logam bergesekan, bantalan aus, dan terdengar ketukan berat dari bagian bawah mesin.

Di ujung poros engkol terpasang **roda gila** (*flywheel*), piringan baja yang berat. Roda gila punya tiga tugas. Pertama, ia **menyimpan energi putar** saat langkah usaha dan melepasnya di antara langkah usaha, sehingga putaran mesin halus dan tidak tersendat. Kedua, pada tepinya ada gigi yang disebut **ring gear** yang dikait oleh **pinyon** (gigi kecil) pada motor starter untuk memutar mesin saat dihidupkan. Ketiga, pada mobil transmisi manual, permukaan roda gila menjadi tempat menempel pelat kopling. Pada mobil transmisi otomatis fungsi itu dipegang pelat tipis yang disebut *flexplate* yang menyatu dengan konverter torsi. Bila sebagian gigi ring gear aus, pinyon tergelincir di bagian itu: starter berputar kencang tetapi mesin tidak ikut berputar, atau mesin hanya bisa diputar bila posisi poros engkol kebetulan berubah.

5. Volume langkah dan rasio kompresi

Dua ukuran penting menentukan karakter mesin. Piston bergerak antara dua posisi ekstrem: **titik mati atas (TMA)**, yaitu posisi tertinggi, dan **titik mati bawah (TMB)**, yaitu posisi terendah. Jarak antara keduanya disebut **langkah** (L). Volume yang disapu piston dari TMA ke TMB disebut **volume langkah** (Vs). Karena silinder berbentuk tabung:

$Vs = (\pi \div 4) \times D^2 \times L$, dengan D diameter silinder (Gambar 6.2).

Jumlah volume langkah seluruh silinder disebut **kapasitas mesin** (isi silinder), misalnya 1.500 cm^3 atau "1.500 cc". Di atas piston saat TMA masih ada ruang sempit, yaitu **volume ruang bakar** (Vc). **Rasio kompresi** menyatakan berapa kali campuran dimampatkan:

Rasio kompresi = (Vs + Vc) ÷ Vc.

Rasio kompresi mesin bensin mobil umumnya di kisaran sepuluh banding satu, dan mesin diesel jauh lebih tinggi karena diesel menyalakan bahan bakar dengan panas dari kompresi. Rasio tinggi membuat tenaga dan efisiensi lebih baik, tetapi juga lebih mudah menimbulkan ketukan, sehingga perlu bahan bakar dengan angka oktan yang sesuai. Perhatikan bahwa ukuran D dan L harus memakai satuan yang sama (cm atau mm) sebelum dikalikan, dan satuan volume mengikutinya: ukuran dalam cm menghasilkan cm^3.

6. Gejala keausan dan cara membacanya

Komponen utama mesin aus pelan-pelan oleh gesekan, panas, dan kotoran. Gejalanya dapat

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

dikenali tanpa membongkar mesin.

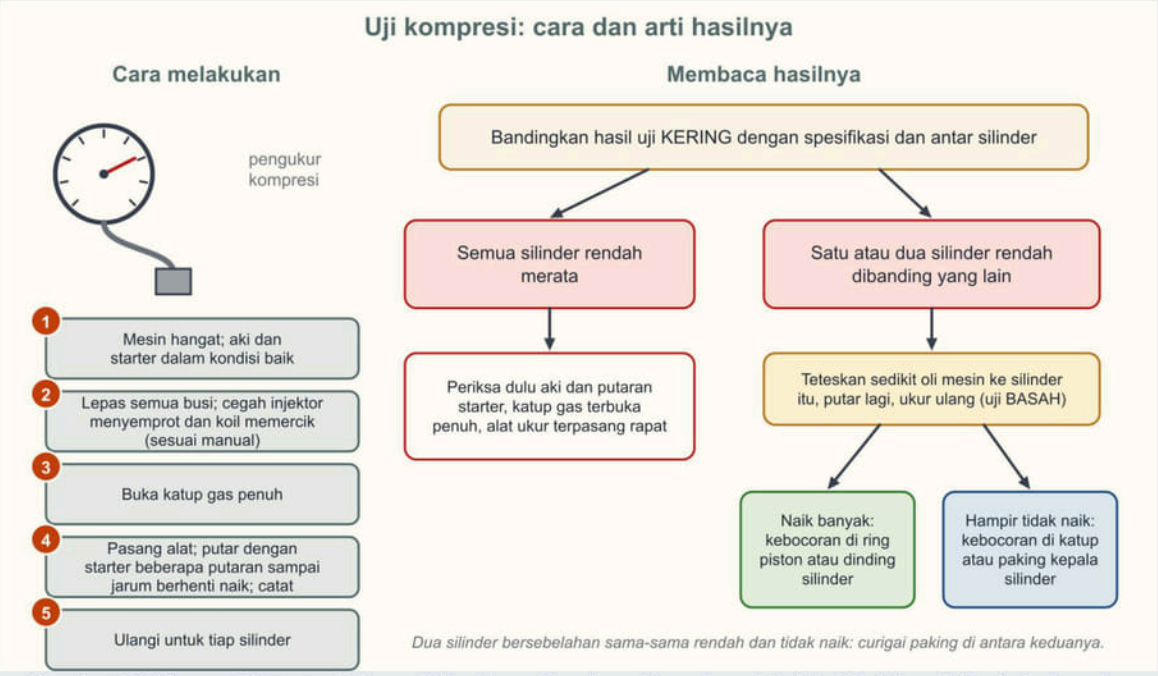
- **Kompresi rendah.** Mesin susah dihidupkan, tenaga turun, dan putaran langsam kasar. Penyebabnya ring piston atau silinder aus, katup tidak menutup rapat, atau paking kepala silinder bocor.
- **Asap biru keputihan** keluar dari knalpot dan oli cepat berkurang: oli ikut terbakar. Penyebabnya ring oli dan dinding silinder aus, atau seal katup aus.
- **Asap putih tebal** yang terus keluar walaupun mesin sudah panas, dengan air pendingin yang terus berkurang tanpa tetesan di luar: air pendingin masuk ruang bakar, misalnya karena paking kepala silinder rusak. (Uap tipis saat mesin masih dingin adalah embun dan wajar.)
- **Asap hitam**: campuran terlalu kaya karena bahan bakar berlebih. Ini bukan tanda keausan mekanis, melainkan masalah sistem bahan bakar atau udara masuk.
- **Ketukan.** Bunyinya membantu menunjuk lokasi. **"Klok-klok" saat mesin dingin yang mereda saat panas** biasanya piston yang celahnya terlalu besar. **"Tok-tok" berat dari bagian bawah** yang makin keras bila putaran dan beban naik, sering disertai lampu oli berkedip, menunjukkan bantalan yang aus. **"Tik-tik" ringan dari bagian atas** yang mengikuti putaran mesin biasanya celah katup terlalu besar (dibahas di sub bab 6.2).

Satu gejala sering punya beberapa penyebab, sehingga kamu perlu uji yang memisahkan penyebab itu. Salah satunya adalah uji kompresi.

7. Uji kompresi kering dan basah

Uji kompresi mengukur tekanan yang dicapai di akhir langkah kompresi. Alatnya adalah **pengukur kompresi** yang dipasang di lubang busi. Cara melakukannya ditunjukkan pada Gambar 6.3: mesin dihangatkan, semua busi dilepas, injektor dan koil dinonaktifkan sesuai manual agar tidak menyemprot atau memercik, katup gas dibuka penuh, lalu mesin diputar dengan starter beberapa putaran sampai jarum berhenti naik. Hasil tiap silinder dicatat dan dibandingkan dengan **spesifikasi** dan dengan silinder lain. Kamu perlu membandingkan keduanya, karena sebuah silinder yang jauh lebih rendah daripada silinder lain adalah petunjuk meskipun angkanya belum menyentuh batas minimum.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 6.3 Cara uji kompresi dan arti hasilnya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Bila semua silinder rendah secara merata, penyebabnya biasanya bukan mesin, melainkan **aki lemah** (putaran starter lambat), katup gas belum terbuka penuh, atau alat ukur kurang rapat. Perbaiki dulu kondisi ujinya.

Bila satu atau dua silinder lebih rendah, lakukan **uji basah**: teteskan **sedikit oli mesin** ke silinder yang rendah itu, putar mesin lagi, dan ukur ulang. Oli menutup sementara celah antara ring piston dan dinding silinder. Karena itu:

- bila kompresi **naik banyak**, kebocoran ada di **ring piston atau dinding silinder**, yaitu celah yang tertutup oli;
- bila kompresi **hampir tidak naik**, kebocoran ada di tempat yang tidak tertutup oli, yaitu **katup** (tidak menutup rapat) atau **paking kepala silinder**.

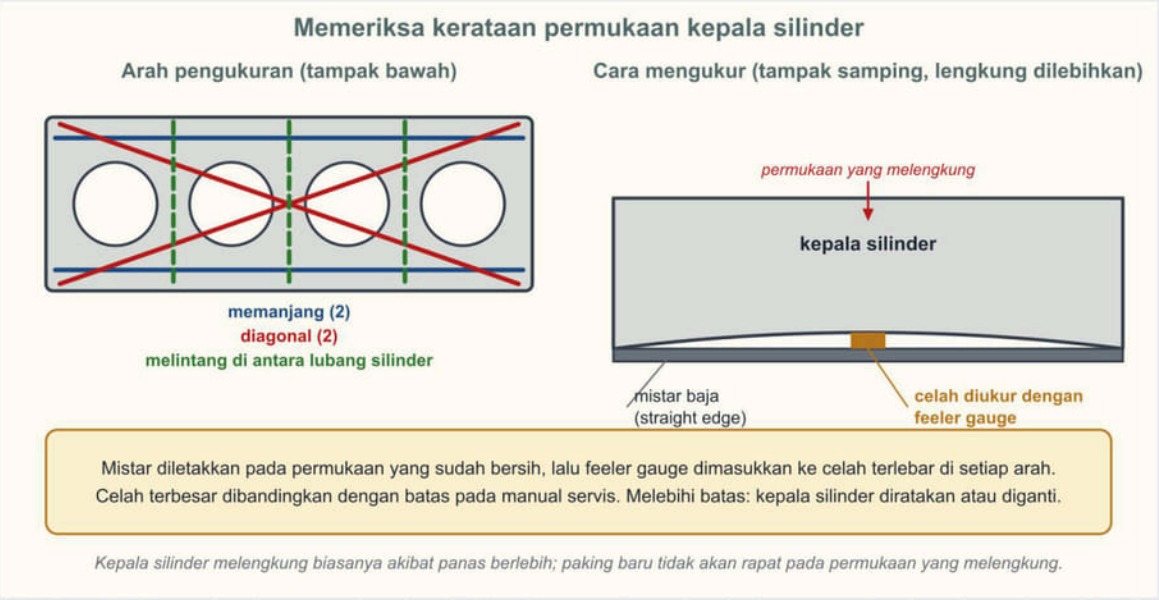
Jebakan yang sering muncul: siswa mengira kompresi yang naik setelah oli berarti katup bocor. Justru sebaliknya, naik berarti ring atau silinder. Bila **dua silinder bersebelahan** sama-sama rendah dan tidak naik pada uji basah, curigai paking di antara keduanya, karena gas bocor dari satu silinder ke silinder tetangganya.

8. Memeriksa kerataan kepala silinder

Kepala silinder yang pernah mengalami panas berlebih dapat melengkung sedikit saja, sepersekian milimeter, tetapi cukup untuk membuat paking tidak rapat. Pemeriksaannya sederhana (Gambar 6.4). Bersihkan permukaan kepala silinder dari sisa paking, letakkan **mistar baja** (*straight edge*) di atasnya, lalu masukkan **feeler gauge** (lembaran baja tipis berukuran tertentu) ke celah antara mistar dan permukaan. Ukur di beberapa arah: dua kali memanjang, dua kali diagonal, dan beberapa kali melintang di antara lubang silinder. Celah terbesar yang masih dapat dimasuki lembaran tertentu dibandingkan dengan **batas kelengkungan** yang tertulis pada manual servis. Bila melebihi batas, kepala silinder harus diratakan di bengkel mesin atau diganti. Memasang paking baru saja tidak menyelesaikan

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

masalah, karena paking tidak mampu menutup celah akibat permukaan yang melengkung.



Gambar 6.4 Memeriksa kerataan kepala silinder dengan mistar dan feeler gauge. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Setelah kepala silinder diratakan, tebalnya berkurang sedikit sehingga volume ruang bakar mengecil dan rasio kompresi naik. Karena itu manual juga menetapkan **tebal minimum** yang tidak boleh dilewati.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Menghitung kapasitas mesin dan rasio kompresi

Sebuah mesin tiga silinder memiliki diameter silinder 70 mm dan langkah 78 mm. Volume ruang bakar tiap silinder 30 cm^3. Hitung volume langkah satu silinder, kapasitas mesin, dan rasio kompresinya.

Langkah:

1. Ubah satuan ke cm: D = 7,0 cm dan L = 7,8 cm.
2. Volume langkah satu silinder: $Vs = (\pi \div 4) \times D^2 \times L = 0{,}785 \times 49 \times 7{,}8 \approx 300\ cm^3$.
3. Kapasitas mesin: $3 \times 300 = 900\ cm^3$.
4. Rasio kompresi: $(Vs + Vc) \div Vc = (300 + 30) \div 30 = 11$.

Jawaban: volume langkah sekitar 300 cm^3, kapasitas sekitar 900 cm^3, dan rasio kompresi 11 : 1. Bila kepala silinder diratakan sehingga Vc menjadi 25 cm^3, rasio kompresi naik menjadi (300 + 25) ÷ 25 = 13 : 1, itulah sebabnya tebal minimum kepala silinder dibatasi.

Contoh 2: Menafsirkan uji kompresi kering dan basah

Mesin tiga silinder dengan spesifikasi kompresi 11 bar dan batas minimum 9 bar diuji. Hasil uji kering: silinder 1 = 10,6 bar; silinder 2 = 6,8 bar; silinder 3 = 10,5 bar. Silinder 2 lalu diuji basah dan hasilnya 7,1 bar. Apa kesimpulannya, dan apa langkah berikutnya?

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Langkah:

1. Bandingkan dengan batas: silinder 2 (6,8 bar) di bawah batas 9 bar; silinder 1 dan 3 mendekati spesifikasi.
2. Karena hanya silinder 2 yang rendah, bukan penyebab umum seperti aki lemah.
3. Uji basah menaikkan tekanan hanya 7,1 − 6,8 = 0,3 bar. Kenaikan sekecil itu berarti oli tidak menutup kebocoran, jadi ring dan dinding silinder bukan penyebab utama.
4. Silinder tetangga (1 dan 3) normal, sehingga paking di antara silinder juga bukan tersangka utama.
5. Tersangka terkuat: katup silinder 2 tidak menutup rapat (bengkok, terbakar, atau celahnya terlalu rapat). Paking yang bocor ke saluran air juga mungkin, sehingga dicari tanda gelembung atau air pendingin yang berkurang.

Jawaban: kebocoran di katup silinder 2 (atau paking ke saluran air). Langkah berikut: periksa celah katup silinder 2, lalu lepas kepala silinder untuk memeriksa katup dan dudukannya.

Contoh 3: Menilai kerataan kepala silinder

Menurut manual (data contoh), batas kelengkungan kepala silinder adalah 0,05 mm. Hasil pengukuran dengan mistar dan feeler gauge: memanjang sisi kiri 0,02 mm; memanjang sisi kanan 0,03 mm; diagonal 0,09 mm; melintang di tengah 0,06 mm. Bagaimana keputusannya?

Langkah:

1. Ambil celah terbesar di tiap arah dan bandingkan dengan batas 0,05 mm.
2. Kedua pengukuran memanjang (0,02 dan 0,03) masih di bawah batas.
3. Diagonal (0,09) dan melintang tengah (0,06) melebihi batas.
4. Satu saja arah yang melebihi batas sudah cukup untuk menyatakan permukaan tidak rata.

Jawaban: kepala silinder tidak layak dipasang kembali; ia diratakan (selama tebalnya masih di atas tebal minimum) atau diganti. Mengganti paking saja tidak menyelesaikan masalah.

Contoh 4: Mencocokkan bunyi dengan sumbernya

Pak Doni mendengar tiga bunyi pada tiga mobil. Mobil A berbunyi "klok-klok" saat dihidupkan pagi hari dan bunyinya hilang setelah mesin panas. Mobil B berbunyi "tik-tik" ringan dari bagian atas mesin, makin cepat bila putaran naik. Mobil C berbunyi "tok-tok" berat dari bawah yang makin keras bila gas ditekan, dan lampu oli berkedip saat langsam. Tentukan sumber masing-masing.

Langkah:

1. Mobil A: bunyi yang hanya ada saat dingin lalu mereda karena piston memuai menutup celah. Piston dengan celah terlalu besar.
2. Mobil B: bunyi ringan dari atas yang mengikuti putaran mesin menunjuk ke katup dan mekanismenya, yaitu celah katup terlalu besar.
3. Mobil C: bunyi berat dari bawah yang bertambah dengan beban dan disertai lampu oli berarti selaput oli pada bantalan tidak terbentuk, bantalan batang atau poros engkol aus.

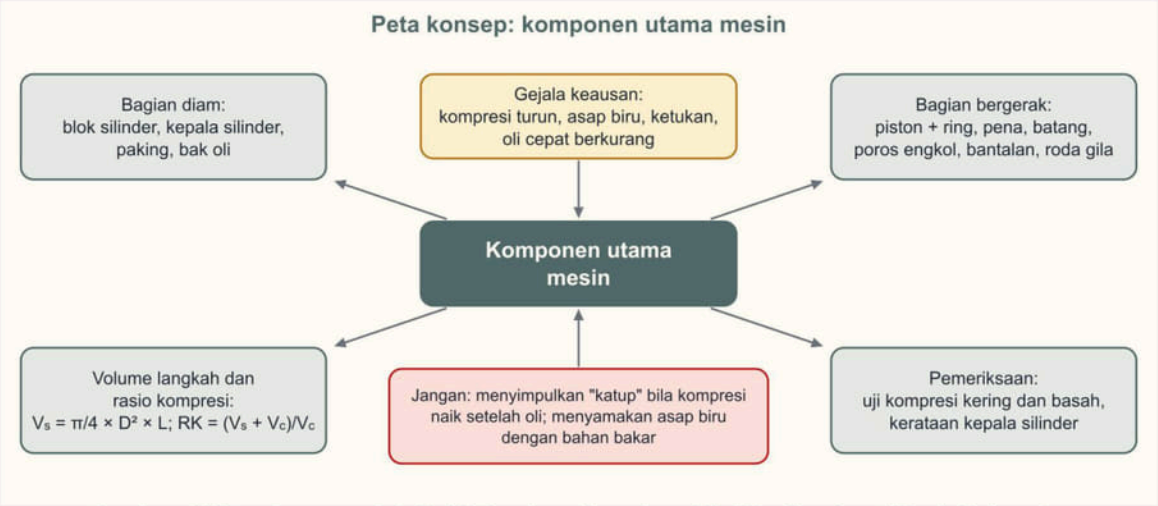
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

4. Tingkat bahaya: C paling berbahaya (mesin dapat rusak parah bila dipakai terus), A sedang, B paling ringan.

Jawaban: A = celah piston-silinder besar; B = celah katup besar; C = bantalan aus. Mobil C tidak boleh dipakai sebelum diperiksa.

❖ PETA KONSEP

Ringkasan sub bab ini terlihat pada Gambar 6.5.



Gambar 6.5 Peta konsep sub bab 6.1. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- Bagian diam: blok silinder, kepala silinder, paking (menyekat gas, air, dan oli), bak oli. Bagian bergerak: piston dengan ring, pena, batang piston, poros engkol, bantalan, roda gila.
- Ring kompresi menyekat gas; ring oli menyapu oli berlebih. Bantalan bekerja di atas selaput oli.
- Roda gila menyimpan energi putar dan ring gear-nya dikait pinyon starter.
- Vs = (π ÷ 4) × D^2 × L; kapasitas = Vs × jumlah silinder; rasio kompresi = (Vs + Vc) ÷ Vc.
- Asap biru = oli terbakar; asap putih tebal = air pendingin; asap hitam = bahan bakar berlebih.
- Uji basah: kompresi naik banyak = ring atau silinder; hampir tidak naik = katup atau paking.
- Kepala silinder melengkung diratakan atau diganti; paking baru tidak menutup celah akibat lengkungan.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Soal komponen mesin biasanya memberi gejala dan hasil uji, lalu meminta kesimpulan. Gunakan langkah berikut.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

1. **Tulis gejala dan data**, lalu bandingkan angka dengan spesifikasi dan antar silinder.
2. **Tanyakan fungsi bagian yang dicurigai:** apa yang terjadi bila bagian itu bocor, aus, atau macet?
3. **Pakai uji yang memisahkan penyebab.** Pada uji basah, perhatikan apakah angkanya naik banyak atau hampir tidak naik.
4. **Pilih langkah pertama yang paling murah dan paling aman** sebelum membongkar mesin.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Menganggap kompresi yang naik setelah diberi oli sebagai tanda katup bocor.** Justru ring atau silinder.
- **Menyamakan asap biru dengan bahan bakar.** Asap biru adalah oli; asap hitam adalah bahan bakar.
- **Mengabaikan batas minimum** dan hanya melihat selisih antar silinder, atau sebaliknya.
- **Mengganti paking tanpa memeriksa kerataan kepala silinder.**
- **Menukar letak ketukan:** bunyi berat dari bawah dianggap katup, bunyi ringan dari atas dianggap bantalan.

> Contoh salah tafsir: pada soal tentang mesin yang kompresi silinder 4-nya hanya 7 bar dan naik menjadi 10 bar setelah oli diteteskan, seorang siswa memilih "katup silinder 4 bocor" karena "oli menutup kebocoran". Padahal oli menutup celah ring piston dan dinding silinder, bukan katup. Kompresi yang naik banyak menunjuk ring atau silinder yang aus.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menyajikan hasil uji kompresi kering dan basah dalam bentuk tabel, lalu meminta kamu menilai tiga pernyataan. Perhatikan bagaimana naik-tidaknya angka pada uji basah menentukan bagian yang dicurigai.

►. Spesifikasi kompresi sebuah mesin bensin adalah 12,0 bar dengan batas minimum 10,0 bar (2027). Siswa melakukan uji kompresi kering, lalu meneteskan sedikit oli mesin ke silinder yang hasilnya rendah dan mengujinya lagi (uji basah).

Silinder	Uji kering	Uji basah
1	12,4 bar	–
2	12,2 bar	–
3	8,3 bar	11,6 bar
4	12,3 bar	–

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Hasil ini menunjukkan katup silinder 3 bocor, sehingga cukup menyetel ulang celah katupnya.	○	○
Kompresi silinder 3 berada di bawah batas minimum.	○	○
Naiknya kompresi silinder 3 setelah ditetesi oli menunjukkan kebocoran terutama melalui cincin piston atau dinding silinder.	○	○

Pembahasan **Kunci: 1S 2B 3B**

Konsep: Uji kompresi basah membedakan sumber kebocoran. Oli menutup celah cincin piston untuk sementara: bila kompresi naik banyak, kebocoran di cincin piston atau dinding silinder; bila hampir tidak naik, kebocoran di katup atau paking kepala silinder.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: kebocoran katup tidak tertutup oleh oli, sehingga kompresi tidak akan naik banyak pada uji basah.

• **Pernyataan 2 → Benar.** 8,3 bar lebih kecil dari batas minimum 10,0 bar.

• **Pernyataan 3 → Benar.** Oli menutup celah antara cincin piston dan dinding silinder untuk sementara; bila kompresi naik banyak (8,3 → 11,6 bar), kebocoran ada di bagian itu.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk tiap soal, tulis dulu fungsi komponen yang dibahas, baru memilih jawaban.

1. Sabuk penggerak katup (timing belt) sebuah mobil putus saat melaju, dan mesin mati seketika (2027). Mesin termasuk jenis interferensi, yaitu jalur gerak piston dan katup yang terbuka dapat berpotongan. Setelah sabuk diganti, mesin tidak mau hidup dan uji kompresi menunjukkan semua silinder sangat rendah.

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Kerusakan yang paling mungkin adalah ....

A. ring piston patah di semua silinder, karena sabuk yang putus
B. poros engkol bengkok, karena sabuk menahan putaran
C. katup bengkok tertabrak piston saat poros kam sudah berhenti
D. busi semua silinder terbakar, karena mesin mati mendadak
E. saringan oli tersumbat, karena sabuk putus menutup saluran oli

2. Dalam menyiapkan baut untuk dudukan kaliper, siswa membaca tiga catatan tentang ulir metrik pada manual (2027).

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Tentukan **Benar** atau **Salah** pada setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Notasi M8×1,25 berarti diameter nominal 8 mm dan jarak antar-ulir 1,25 mm.	○	○
Baut M8×1,25 dapat dipasang pada mur M8×1,0 asalkan dikencangkan perlahan.	○	○
Pada diameter yang sama, ulir berjarak lebih kecil memiliki ulir lebih rapat (lebih halus).	○	○

Kunci singkat: 1. C 2. 1B 2S 3B

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menjelaskan mengapa kompresi yang naik banyak setelah oli diteteskan menunjuk ke ring atau silinder, bukan ke katup?
- Apa bedanya fungsi ring kompresi dan ring oli, dan apa gejala ring oli yang aus?
- **Yang harus kuingat:** hubungkan gejala dengan fungsi bagian, pakai uji kompresi basah untuk memisahkan penyebab, dan periksa kerataan kepala silinder sebelum memasang paking baru.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 6.1: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkto&node=SMKTO-6.1

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 6.2 · Siklus kerja dan mekanisme katup

SMKTO-6.2

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu **menjelaskan prinsip kerja mesin empat langkah dan dua langkah, serta fungsi katup, poros kam, dan penyetelan celah katup**. Soalnya berupa gambaran sebuah mesin pada posisi tertentu, misalnya "piston silinder 1 berada di TMA, rocker arm terasa longgar", lalu kamu diminta menentukan langkah yang sedang terjadi atau pekerjaan yang boleh dilakukan. Yang diuji bukan hafalan nama, melainkan **kemampuan membayangkan urutan kejadian di dalam silinder** dan menarik kesimpulan darinya.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan empat langkah (isap, kompresi, usaha, buang) beserta keadaan katup dan arah gerak piston pada tiap langkah;
- membedakan mesin empat langkah dari mesin dua langkah, termasuk cara pelumasan dua langkah;
- menjelaskan fungsi katup, pegas, poros kam, serta sabuk atau rantai penggerak;
- membedakan TMA akhir kompresi dari TMA akhir buang;
- menentukan silinder dan katup yang boleh disetel pada urutan pengapian 1-3-4-2.

◆ KONSEP INTI

Mesin bensin atau diesel tidak membakar bahan bakar sembarangan. Di setiap silinder terjadi urutan kejadian yang sama, berulang-ulang, dan tiap kejadian diatur oleh gerak piston dan buka-tutup katup. Satu putaran urutan itu disebut **siklus**. Siklus yang kamu pelajari di sini adalah dasar bagi hampir semua pekerjaan servis mesin, dari penyetelan katup sampai membaca gejala tenaga turun.

1. Istilah dasar: TMA, TMB, dan langkah

Piston bergerak naik dan turun dalam silinder. Posisi tertingginya disebut **titik mati atas (TMA)**, dan posisi terendahnya disebut **titik mati bawah (TMB)**. Di titik itu piston berhenti sesaat sebelum berbalik arah. Gerak piston dari satu titik mati ke titik mati berikutnya disebut satu **langkah**. Satu langkah sama dengan **setengah putaran** poros engkol, atau 180°.

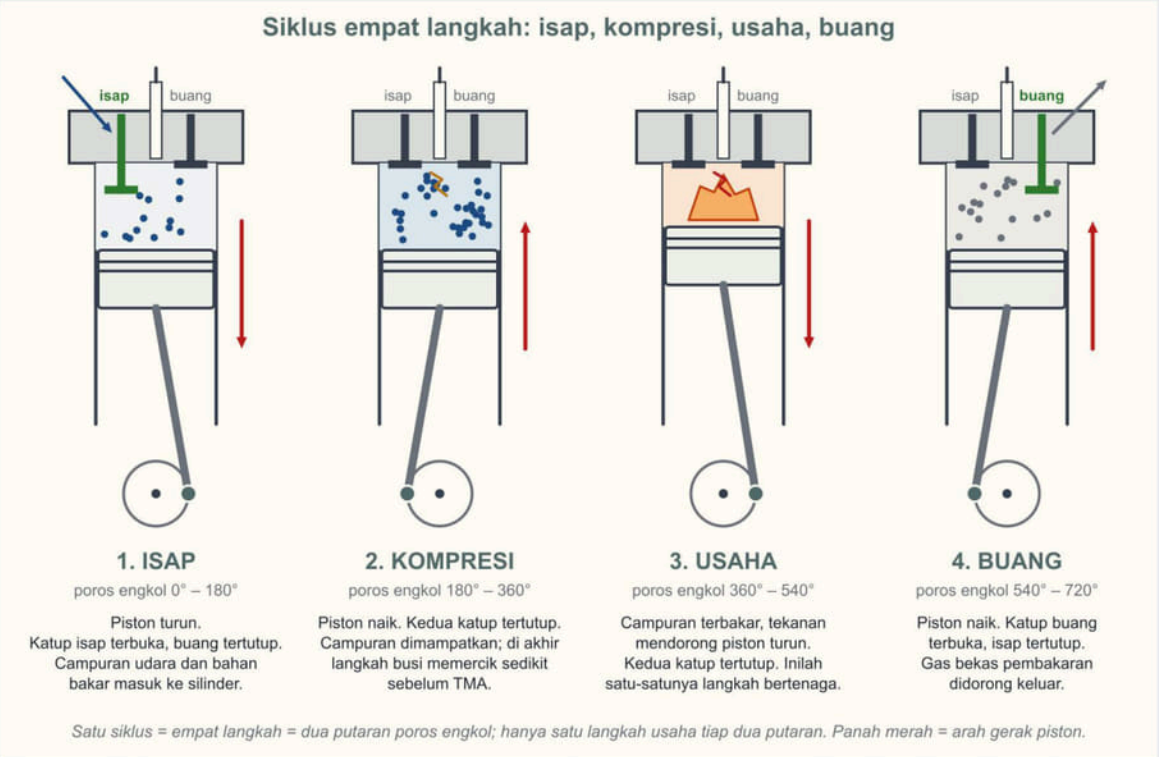
Pada setiap langkah terjadi satu peristiwa tertentu. Karena itu mesin diberi nama menurut jumlah langkah dalam satu siklus: **empat langkah** (siklus selesai dalam dua putaran poros engkol) atau **dua langkah** (siklus selesai dalam satu putaran).

2. Siklus empat langkah

Hampir semua mobil dan sebagian besar sepeda motor memakai mesin empat langkah.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Gambar 6.6 menunjukkan satu siklus lengkap pada mesin bensin.



Gambar 6.6 Siklus empat langkah pada satu silinder. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **Langkah isap.** Piston bergerak turun dari TMA ke TMB. **Katup isap terbuka** dan **katup buang tertutup**. Gerak piston menimbulkan hisapan sehingga campuran udara dan bahan bakar (atau hanya udara pada mesin injeksi langsung dan diesel) masuk ke silinder.
2. **Langkah kompresi.** Piston bergerak naik dari TMB ke TMA. **Kedua katup tertutup**. Campuran dimampatkan sehingga tekanan dan suhunya naik. Sedikit **sebelum** piston mencapai TMA, busi memercik; pembakaran perlu waktu singkat untuk membesar.
3. **Langkah usaha.** Campuran terbakar dan gas bertekanan tinggi mendorong piston turun dari TMA ke TMB. **Kedua katup tertutup**. Inilah satu-satunya langkah yang menghasilkan tenaga. Tiga langkah lainnya justru memakai tenaga yang disimpan roda gila.
4. **Langkah buang.** Piston naik lagi dari TMB ke TMA. **Katup buang terbuka** dan katup isap tertutup. Gas bekas pembakaran didorong keluar menuju knalpot.

Dari urutan itu terlihat dua hal yang sering diuji. Pertama, poros engkol berputar **dua kali** untuk satu siklus, sehingga satu silinder hanya menghasilkan **satu langkah usaha tiap dua putaran**. Kedua, **piston mencapai TMA dua kali** dalam satu siklus: sekali pada akhir kompresi (kedua katup tertutup) dan sekali pada akhir buang (kedua katup sedikit terbuka, dibahas di bawah). Dari luar, kedua kejadian itu tampak sama: tanda TMA pada puli sejajar dengan penunjuk. Membedakannya adalah keterampilan penting saat menyetel katup.

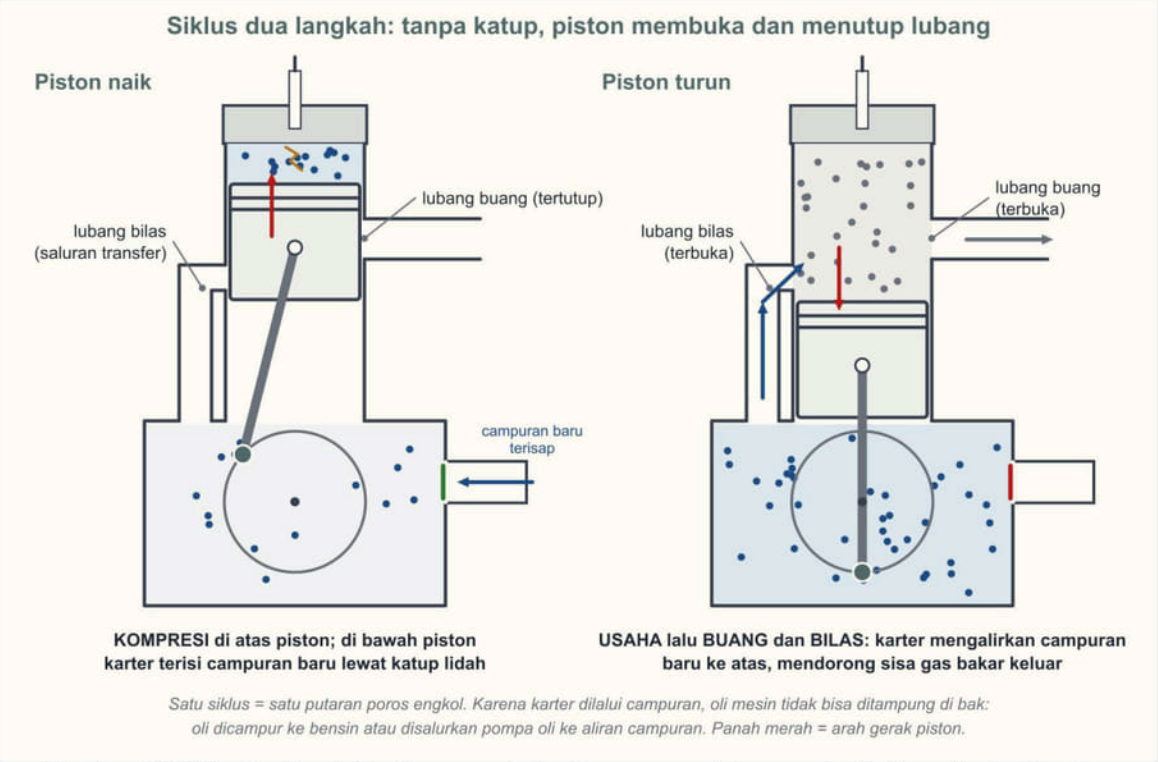
Pada mesin **diesel**, urutannya sama tetapi tidak ada busi. Yang diisap hanya udara, dimampatkan dengan rasio yang jauh lebih tinggi sehingga udaranya sangat panas, dan

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

bahan bakar baru disemprotkan menjelang akhir kompresi sehingga langsung menyala sendiri.

3. Siklus dua langkah

Mesin dua langkah ditemukan pada motor lama, mesin tempel perahu, gergaji rantai, dan mesin pemotong rumput. Mesin ini menyelesaikan satu siklus hanya dalam **satu putaran** poros engkol, sehingga ada satu langkah usaha tiap putaran. Rahasianya: **tidak ada katup**, dan bagian bawah piston ikut bekerja sebagai pompa (Gambar 6.7).



Gambar 6.7 Siklus dua langkah: piston membuka dan menutup lubang pada dinding silinder. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Dinding silinder memiliki **lubang buang** dan **lubang bilas** (saluran transfer) yang dibuka dan ditutup oleh piston sendiri. Karter (ruang di bawah piston) tertutup rapat dan berisi campuran baru.

- **Piston naik:** di atas piston, campuran dimampatkan (kompresi) dan busi memercik di dekat TMA. Di bawah piston, karter membesar sehingga tekanannya turun dan campuran baru terisap masuk lewat katup lidah (*reed valve*) atau lubang isap.
- **Piston turun:** pembakaran mendorong piston turun (usaha). Menjelang akhir langkah, piston membuka **lubang buang** sehingga gas bekas keluar, kemudian membuka **lubang bilas**. Karena piston turun, campuran dalam karter tertekan, dan mengalir naik lewat saluran bilas, masuk ke silinder, dan sekaligus mendorong sisa gas bekas keluar (proses ini disebut pembilasan).

Pelumasan mesin dua langkah berbeda. Karena karter dilalui campuran bahan bakar, oli mesin tidak dapat ditampung di dalamnya. Oli dicampurkan ke bensin dalam perbandingan tertentu (campuran sendiri, *premix*), atau disalurkan oleh **pompa oli** dari tangki oli terpisah

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

("oli samping") ke aliran campuran. Oli itu ikut menumpang masuk, melumasi bantalan, piston, dan dinding silinder, lalu terbakar sebagian. Karena itu mesin dua langkah mengeluarkan asap yang lebih biru atau putih. Bila oli tidak ada, misalnya karena tangki oli samping kosong atau bensin murni dipakai pada mesin campuran, piston dan silinder tidak terlumasi, panas, memuai, dan menempel hingga mesin macet.

Dibandingkan mesin empat langkah, mesin dua langkah sederhana dan ringan, serta menghasilkan tenaga lebih besar untuk ukuran yang sama karena ada langkah usaha tiap putaran. Kekurangannya: boros bahan bakar, sebagian campuran baru ikut terbuang keluar saat pembilasan sehingga emisinya tinggi, dan harus ada oli. Karena itu mesin empat langkah mendominasi kendaraan di jalan raya.

4. Mekanisme katup

Pada mesin empat langkah, buka-tutup katup diatur oleh **mekanisme katup**. Bagian-bagiannya:

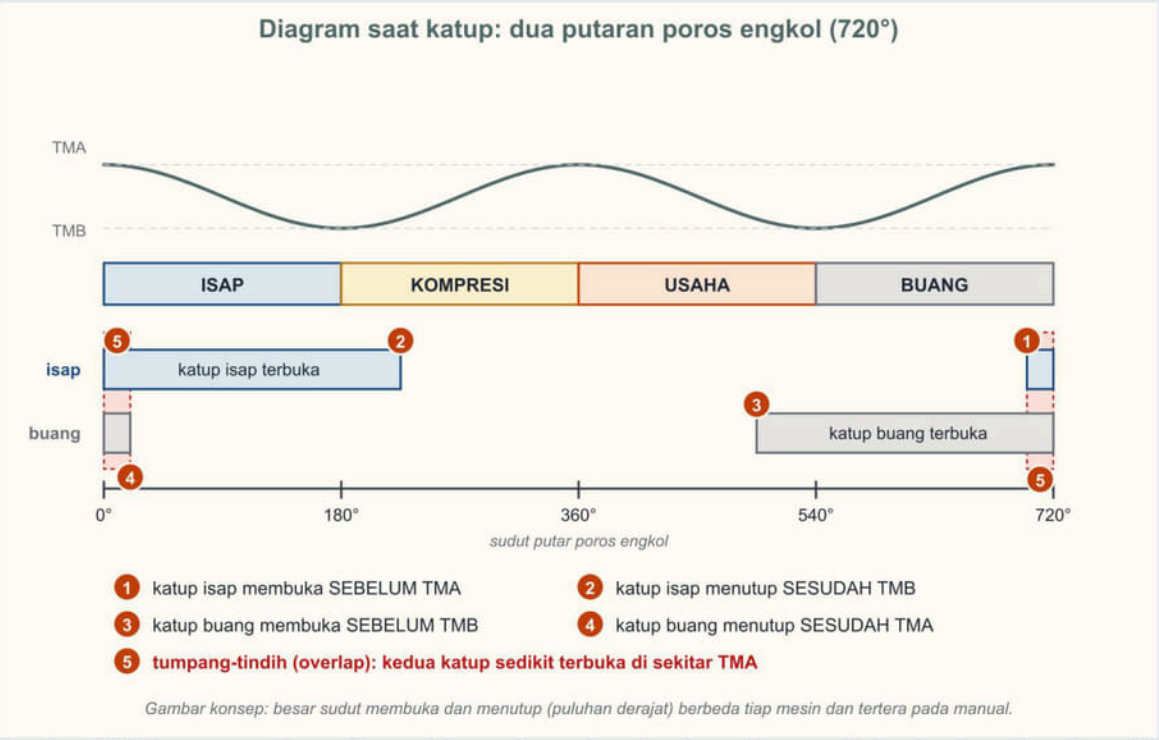
- **Katup** (*valve*): sumbat berbentuk cendawan yang menutup lubang saluran isap atau buang pada kepala silinder. Setiap silinder memiliki sedikitnya satu katup isap dan satu katup buang; mesin mobil modern umumnya memiliki dua atau lebih katup tiap silinder.
- **Pegas katup:** menarik katup kembali menutup rapat setelah ditekan.
- **Poros kam** (*camshaft*): batang berputar dengan tonjolan-tonjolan berbentuk telur yang disebut **kam**. Saat tonjolan kam menghadap katup, katup ditekan terbuka; saat bagian bulatnya menghadap, katup menutup. Penekanan dapat dilakukan lewat **rocker arm** (pelatuk) atau lewat pengangkat (*tappet*).
- **Penggerak poros kam:** poros kam digerakkan poros engkol lewat **rantai**, **sabuk bergigi** (*timing belt*), atau roda gigi.

Setiap katup hanya perlu terbuka sekali dalam satu siklus, yaitu tiap dua putaran poros engkol. Karena itu **poros kam berputar dengan kecepatan setengah** putaran poros engkol (perbandingan 2 : 1). Pada puli poros engkol dan roda gigi poros kam ada **tanda pewaktuan** yang harus sejajar saat sabuk atau rantai dipasang. Bila bergeser satu gigi, saat buka-tutup katup salah, tenaga turun, dan mesin sulit hidup.

Ada satu risiko khusus. Pada mesin **tipe interferensi**, jalur gerak piston dan jalur gerak katup yang terbuka dapat berpotongan bila waktunya salah. Selama sabuk atau rantai bekerja normal, keduanya tidak bertabrakan. Namun bila sabuk putus saat mesin berputar, poros kam berhenti, sebagian katup tertahan dalam keadaan terbuka, sedangkan poros engkol masih berputar karena kelembaman. Piston lalu menabrak katup yang terbuka dan membengkokkannya. Katup bengkok tidak dapat menutup rapat, sehingga setelah sabuk diganti kompresi rendah pada banyak silinder. Itulah alasan **sabuk bergigi wajib diganti sebelum batas jarak atau waktu** yang ditetapkan pabrik.

Gambar 6.8 menggambarkan kapan katup terbuka dan tertutup selama dua putaran poros engkol.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 6.8 Diagram saat katup (konsep): kapan katup isap dan katup buang terbuka. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Sekilas, katup isap terbuka selama langkah isap dan katup buang terbuka selama langkah buang. Namun, kenyataannya waktunya digeser sedikit supaya gas mengalir lebih baik. Katup isap sudah mulai membuka **sedikit sebelum TMA** dan baru menutup **sesudah TMB**, karena aliran udara masih bergerak masuk walaupun piston sudah mulai naik. Katup buang mulai membuka **sedikit sebelum TMB** dan baru menutup **sesudah TMA**. Akibatnya, di sekitar TMA akhir langkah buang, kedua katup **sama-sama sedikit terbuka**. Keadaan ini disebut **tumpang-tindih (overlap)**. Besar sudutnya hanya puluhan derajat dan berbeda tiap mesin. Karena adanya overlap, TMA akhir buang mudah dikenali: katup buang belum sepenuhnya menutup dan katup isap sudah mulai membuka.

5. Celah katup

Katup dan batang penekannya terbuat dari logam yang memuai bila panas. Agar katup tetap dapat menutup rapat pada mesin panas, antara ujung tangkai katup dan rocker arm (atau antara kam dan tappet) dibiarkan sedikit ruang kosong yang disebut **celah katup**. Ukurannya sepersekian milimeter, ditetapkan pabrik, dan **celah katup buang umumnya lebih besar daripada celah katup isap** karena katup buang bersentuhan dengan gas buang yang sangat panas sehingga memuai lebih banyak.

Bila celah **terlalu rapat**, katup yang memuai tidak dapat menutup penuh saat mesin panas. Akibatnya kompresi bocor, tenaga turun, mesin sulit dihidupkan saat panas, dan katup dapat terbakar karena panasnya tidak sempat berpindah ke dudukan katup. Bila celah **terlalu longgar**, terdengar bunyi "tik-tik" dari kepala silinder, dan katup membuka lebih lambat dan kurang lebar sehingga tenaga sedikit berkurang. Celah rapat lebih berbahaya daripada celah longgar, sehingga bila ragu, lebih baik sedikit longgar daripada terlalu rapat; tetap saja yang

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

benar adalah ukuran menurut manual. Mesin yang memakai tappet hidrolik menyesuaikan celahnya sendiri dan tidak perlu disetel.

6. Menyetel celah katup

Celah katup diukur dengan **feeler gauge**, yaitu lembaran-lembaran baja tipis dengan ketebalan tertentu. Urutan kerja yang umum:

1. Kunci kontak OFF, buka tutup katup (*valve cover*), dan siapkan manual (ukuran celah dan keadaan mesin: pada umumnya mesin **dingin**).
2. Putar poros engkol **searah putaran mesin** lewat baut puli, sampai tanda TMA sejajar.
3. Pastikan posisi itu adalah **TMA akhir kompresi** silinder yang akan disetel: kedua rocker arm silinder itu **longgar** (dapat digoyang sedikit) karena kedua katupnya tertutup. Bila rocker arm masih menekan, itu TMA akhir buang; putar poros engkol satu putaran penuh lagi.
4. Masukkan feeler gauge sesuai ukuran. Ukuran yang tepat dirasakan **agak seret**, sedangkan lembar yang lebih tebal tidak dapat masuk.
5. Bila tidak sesuai, longgarkan mur pengunci, putar sekrup penyetel, kencangkan kembali mur pengunci, lalu **ukur ulang** karena mengencangkan mur dapat menggeser setelan.

Satu silinder baru dapat disetel bila pistonnya berada di TMA akhir kompresi. Pada mesin empat silinder dengan urutan pengapian **1-3-4-2**, tiap silinder melakukan langkah usaha dengan selang 180°. Akibatnya, tiap kali poros engkol diputar **setengah putaran**, silinder berikutnya menurut urutan pengapian tiba di TMA akhir kompresi. Urutan penyetelannya: silinder 1, putar 180° untuk silinder 3, putar 180° untuk silinder 4, lalu putar 180° untuk silinder 2. Gambar 6.9 menunjukkan keadaan semua silinder pada tiap posisi.

Menyetel celah katup mesin 4 silinder (urutan pengapian 1-3-4-2)

Putar poros engkol	Posisi 1 0°	Posisi 2 +180°	Posisi 3 +360°	Posisi 4 +540°
Silinder 1	**TMA kompresi SETEL**	TMB, mulai buang	TMA, overlap	TMB, mulai kompresi
Silinder 2	TMB, mulai buang	TMA, overlap	TMB, mulai kompresi	**TMA kompresi SETEL**
Silinder 3	TMB, mulai kompresi	**TMA kompresi SETEL**	TMB, mulai buang	TMA, overlap
Silinder 4	TMA, overlap	TMB, mulai kompresi	**TMA kompresi SETEL**	TMB, mulai buang

Hijau: kedua katup silinder itu tertutup, rocker arm terasa longgar, celah boleh diukur dan disetel.
Merah muda (overlap): katup buang dan isap sama-sama sedikit terbuka, JANGAN disetel di posisi ini.
Berurutan menurut urutan pengapian 1 → 3 → 4 → 2, tiap kali poros engkol diputar setengah putaran (180°).

Pada posisi 1 dapat disetel: isap silinder 1 dan 2, buang silinder 1 dan 3; sisanya (isap 3 dan 4, buang 2 dan 4) pada posisi 3.

Gambar 6.9 Urutan menyetel celah katup mesin empat silinder (urutan pengapian 1-3-4-2). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Perhatikan bahwa pada saat silinder 1 berada di TMA akhir kompresi, silinder 4 berada di TMA akhir buang (overlap), dan silinder 2 serta 3 berada di TMB. Karena silinder 1 dan 4 selalu naik dan turun bersama, orang sering keliru menyangka keduanya sama-sama siap disetel. Padahal hanya satu dari keduanya yang berada di akhir kompresi. Gambar itu juga memperlihatkan jalan pintas yang lazim dipakai: pada posisi 1 dapat disetel katup isap silinder 1 dan 2 serta katup buang silinder 1 dan 3, sedangkan sisanya disetel pada posisi 3.

▣ CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Menghitung jumlah pembakaran per detik

Sebuah sepeda motor satu silinder berputar 6.000 putaran per menit (rpm). Berapa kali pembakaran terjadi per detik bila mesinnya empat langkah, dan berapa bila dua langkah? Berapa rpm poros kam mesin empat langkah itu?

Langkah:

1. Mesin empat langkah menghasilkan satu langkah usaha tiap dua putaran. Pembakaran per menit = 6.000 ÷ 2 = 3.000.
2. Per detik: 3.000 ÷ 60 = 50 pembakaran.
3. Mesin dua langkah menghasilkan satu langkah usaha tiap satu putaran: 6.000 pembakaran per menit, atau 6.000 ÷ 60 = 100 per detik.
4. Poros kam berputar setengah kecepatan poros engkol: 6.000 ÷ 2 = 3.000 rpm.

Jawaban: empat langkah 50 kali per detik, dua langkah 100 kali per detik, poros kam 3.000 rpm. Karena itu mesin dua langkah terasa lebih bertenaga daripada mesin empat langkah berukuran sama.

Contoh 2: Mesin dua langkah macet karena kekurangan oli

Seorang pemilik memakai mesin pemotong rumput dua langkah dengan campuran yang seharusnya mengandung oli. Karena kehabisan oli, ia mengisinya dengan bensin murni dan tetap memakainya. Setelah beberapa menit, mesin mati mendadak dan tali penariknya tidak dapat ditarik. Jelaskan penyebabnya dan tindakan yang tepat.

Langkah:

1. Pada mesin dua langkah, oli menumpang pada bensin untuk melumasi bantalan, piston, dan dinding silinder, karena karter tidak berisi oli.
2. Tanpa oli, selaput pelumas hilang sehingga logam piston dan silinder bergesekan langsung dan sangat panas.
3. Piston memuai dan menempel di dinding silinder (macet).
4. Tindakan: jangan dipaksa diputar; bongkar dan periksa silinder serta piston, ganti bagian yang tergores, lalu pakai campuran bensin dan oli menurut perbandingan pabrik.

Jawaban: piston macet karena tanpa pelumasan. Perbaikannya membongkar dan mengganti bagian yang rusak, bukan sekadar menambah oli.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Contoh 3: Menentukan katup yang boleh disetel

Pada mesin empat silinder dengan urutan pengapian 1-3-4-2, piston silinder 1 berada di TMA akhir kompresi. Katup silinder mana saja yang boleh disetel pada posisi ini?

Langkah:

1. Tentukan keadaan tiap silinder. Silinder 1: TMA akhir kompresi, kedua katup tertutup, boleh disetel keduanya.
2. Silinder 4 berada di TMA akhir buang: kedua katup sedikit terbuka (overlap), tidak boleh disetel.
3. Silinder 2 berada di TMB dan baru memulai langkah buang: katup buang sedang terbuka tetapi katup isap tertutup. Hanya katup isapnya boleh disetel.
4. Silinder 3 berada di TMB dan baru memulai kompresi: katup isapnya baru saja menutup sehingga tidak disetel pada posisi ini, tetapi katup buangnya sudah lama tertutup. Hanya katup buangnya boleh disetel.

Jawaban: katup isap dan buang silinder 1, katup isap silinder 2, dan katup buang silinder 3. Katup sisanya disetel setelah poros engkol diputar satu putaran penuh (360°).

Contoh 4: Menilai hasil ukur celah katup

Menurut manual (data contoh), celah katup mesin dingin adalah isap 0,20 mm ± 0,03 mm dan buang 0,30 mm ± 0,03 mm. Hasil ukur silinder 1: isap 0,12 mm; buang 0,36 mm. Bagaimana penilaian dan tindakannya?

Langkah:

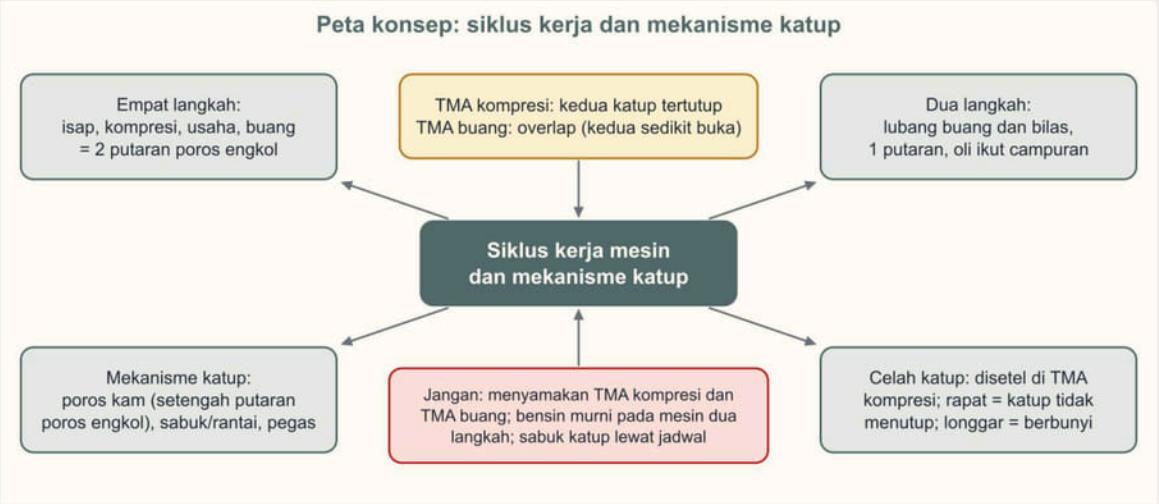
1. Hitung rentang isap: 0,17 sampai 0,23 mm. Hasil 0,12 mm berada di bawah rentang, jadi **terlalu rapat**.
2. Hitung rentang buang: 0,27 sampai 0,33 mm. Hasil 0,36 mm di atas rentang, jadi **terlalu longgar**.
3. Akibat: celah isap yang rapat berisiko membuat katup tidak menutup penuh saat panas; celah buang yang longgar menimbulkan bunyi tik-tik dan sedikit mengurangi tenaga.
4. Tindakan: setel keduanya, isap dilonggarkan sampai feeler 0,20 mm terasa agak seret, buang dirapatkan sampai feeler 0,30 mm agak seret; kencangkan mur pengunci lalu ukur ulang.

Jawaban: isap terlalu rapat (lebih berbahaya) dan buang terlalu longgar; keduanya disetel dan diukur ulang setelah mur pengunci dikencangkan.

❖ PETA KONSEP

Ringkasan sub bab ini terlihat pada Gambar 6.10.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 6.10 Peta konsep sub bab 6.2. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- Empat langkah: isap, kompresi, usaha, buang; dua putaran poros engkol; hanya langkah usaha yang menghasilkan tenaga.
- Isap: katup isap buka. Kompresi dan usaha: kedua katup tutup. Buang: katup buang buka.
- Dua langkah: tanpa katup, lubang buang dan bilas dibuka piston; satu putaran; oli ikut campuran atau dari pompa oli.
- Poros kam berputar setengah putaran poros engkol; sabuk atau rantai harus bertanda sejajar dan diganti sesuai jadwal.
- Piston mencapai TMA dua kali per siklus: akhir kompresi (kedua katup tertutup, rocker arm longgar) dan akhir buang (overlap).
- Celah katup disetel di TMA akhir kompresi; terlalu rapat lebih berbahaya daripada terlalu longgar; ukur ulang setelah mengunci.
- Urutan 1-3-4-2: tiap 180°, silinder berikutnya di TMA akhir kompresi.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Soal siklus dan katup meminta kamu "memotret" keadaan mesin. Gunakan langkah berikut.

1. **Tentukan gerak piston** (naik atau turun) dan **keadaan kedua katup**, lalu cocokkan dengan salah satu dari empat langkah.
2. **Bila soal menyebut TMA, tanyakan dulu:** akhir kompresi atau akhir buang? Petunjuknya: rocker arm longgar atau tidak, dan apakah kedua katup tertutup.
3. **Untuk urutan pengapian, tulis tabel kecil** keadaan tiap silinder; ingat selisih 180° untuk tiap silinder berikutnya.
4. **Pada soal celah, hitung dulu rentang** (nilai ± toleransi), lalu bandingkan hasil ukur dengan rentang itu.

Jebakan yang sering dipasang:

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- **Menyamakan TMA akhir kompresi dengan TMA akhir buang.** Tanda TMA yang sama muncul dua kali per siklus.
- **Mengira silinder 1 dan 4 sama-sama siap disetel** karena naik-turun bersama.
- **Menyamakan celah terlalu rapat dengan celah longgar.** Rapat bisa membakar katup; longgar hanya berisik.
- **Menaruh bensin murni pada mesin dua langkah** atau mengira mesin dua langkah punya bak oli.
- **Menyatakan poros kam berputar sama cepat dengan poros engkol.**
- **Mengira sabuk bergigi putus selalu aman.** Pada mesin interferensi, katup bisa bengkok.

> Contoh salah tafsir: pada soal yang menyebut piston silinder 2 sedang di TMA dan kedua rocker arm-nya terasa keras (menekan katup), seorang siswa memilih "silinder 2 siap disetel karena pistonnya di TMA". Padahal TMA yang disebut adalah akhir langkah buang, bukan kompresi; kedua katup sedang overlap. Poros engkol harus diputar satu putaran penuh lagi sampai rocker arm longgar.

BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menggambarkan seorang siswa yang memutar poros engkol sampai silinder 1 di TMA, lalu menilai tiga pernyataan tentang keadaan katup. Perhatikan bagaimana "longgar" pada rocker arm menjadi petunjuk keadaan katup.

►. Siswa akan menyetel celah katup silinder 1 sebuah mesin empat langkah (2027). Ia memutar poros engkol sampai piston silinder 1 berada di titik mati atas (TMA). Pada posisi itu, kedua rocker arm silinder 1 terasa longgar, artinya katup masuk dan katup buang sama-sama tertutup.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Bila di TMA kedua katup justru sedikit terbuka bersamaan, silinder 1 juga berada di akhir langkah kompresi.	○	○
Silinder 1 sedang berada di akhir langkah kompresi.	○	○
Pada posisi ini, celah katup masuk dan katup buang silinder 1 dapat disetel.	○	○

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Pembahasan **Kunci: 1S 2B 3B**

Konsep: Mesin empat langkah: isap, kompresi, usaha, buang. Piston berada di TMA pada akhir kompresi (kedua katup tertutup) dan pada akhir buang (overlap: kedua katup sedikit terbuka). Celah katup disetel pada akhir kompresi.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: kedua katup sedikit terbuka bersamaan di TMA (overlap) terjadi di akhir langkah buang, bukan kompresi; poros engkol harus diputar satu putaran lagi.

• **Pernyataan 2 → Benar.** Pada akhir kompresi piston di TMA dan kedua katup tertutup.

• **Pernyataan 3 → Benar.** Saat kedua katup tertutup, rocker arm tidak menekan katup sehingga celahnya dapat diukur dan disetel.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk tiap soal, tulis dulu langkah atau posisi piston yang dimaksud.

1. Wahyu akan menyetel celah katup silinder 1 mesin bensin empat langkah empat silinder (urutan pengapian 1-3-4-2) (2027). Ia memutar poros engkol searah putaran mesin sampai tanda TMA pada puli sejajar dengan penunjuk. Manual menyebutkan penyetelan silinder 1 dilakukan saat piston silinder 1 berada di TMA akhir langkah kompresi. Tanda TMA yang sama juga muncul lagi satu putaran poros engkol kemudian.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Cara yang paling tepat bagi Wahyu untuk memastikan posisi itu adalah ....

A. Memeriksa kedua rocker arm silinder 1 longgar, tanda kedua katupnya tertutup
B. Memastikan katup buang silinder 1 masih sedikit terbuka saat tanda TMA sejajar
C. Memutar poros engkol setengah putaran lagi agar piston silinder 1 tepat di TMA
D. Memastikan kedua rocker arm silinder 4 longgar karena sejalan dengan silinder 1
E. Mengamati piston silinder 1 mulai bergerak turun setelah tanda TMA dilewati

2. Setelah penyetelan saat pengapian, sebuah mobil bensin mengeluarkan bunyi ketukan logam "ting-ting" saat akselerasi di tanjakan, dan tenaganya terasa menurun (2027). Teknisi menemukan bahwa saat pengapian disetel jauh lebih maju daripada spesifikasi.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penyebab bunyi ketukan itu adalah ....

A. campuran bahan bakar terlalu miskin sehingga mesin dingin
B. oli mesin terlalu kental sehingga piston berat
C. busi terlalu dingin sehingga jelaga menumpuk
D. campuran terbakar sebelum piston mencapai titik mati atas
E. katup buang terbuka terlalu lama sehingga gas buang bocor

Kunci singkat: 1. A 2. D

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menjelaskan mengapa poros engkol berputar dua kali untuk satu siklus, sedangkan poros kam hanya berputar sekali?
- Bagaimana kamu memastikan piston silinder 1 berada di TMA akhir kompresi, bukan TMA akhir buang?
- **Yang harus kuingat:** tentukan langkah dari gerak piston dan keadaan katup, bedakan dua TMA, setel celah hanya saat kedua katup tertutup, dan ganti sabuk bergigi menurut jadwal.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 6.2: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkto&node=SMKTO-6.2

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 6.3 · Sistem bahan bakar: injeksi, karburator, dan diesel

SMKTO-6.3

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu **menjelaskan komponen sistem bahan bakar (injeksi dan karburator) serta mendiagnosis gangguannya**. Soalnya berupa keluhan pelanggan (mesin tersendat, boros, sulit hidup, bensin menetes) disertai hasil ukur seperti tekanan bahan bakar atau volume semprot injektor, lalu kamu diminta menentukan penyebab atau langkah pertama yang paling tepat. Yang diuji bukan hafalan nama komponen, melainkan **kemampuan menalar dari gejala dan angka ke komponen yang bermasalah**, serta memilih pemeriksaan yang berurutan dari yang murah dan mudah.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan fungsi komponen sistem injeksi bensin dan menelusuri aliran bahan bakar dari tangki sampai silinder;
- menjelaskan cara kerja karburator dan fungsi pelampung, jarum, jet, serta choke;
- menjelaskan sistem bahan bakar diesel dan langkah membuang udara (bleeding);
- membaca tekanan bahan bakar dan volume semprot injektor terhadap spesifikasi;
- menentukan langkah diagnosis yang berurutan untuk tersendat, boros, sulit hidup, dan bensin menetes.

◆ KONSEP INTI

Mesin hanya dapat bekerja bila menerima **dua hal dalam takaran yang tepat**: udara dan bahan bakar. Sistem udara masuk dibahas di sub bab 6.5; sub bab ini membahas **sistem bahan bakar**, yaitu rangkaian komponen yang menyimpan, mengalirkan, menyaring, dan menakar bahan bakar sampai ke silinder.

1. Campuran udara dan bahan bakar

Bensin hanya terbakar baik bila bercampur dengan udara dalam perbandingan yang tepat. Perbandingan ideal untuk bensin adalah sekitar **14,7 bagian udara untuk 1 bagian bahan bakar** (menurut massa). Sebagai gambaran: bila sebuah silinder menghisap 0,44 gram udara dalam satu siklus, bensin yang dibutuhkan sekitar 0,44 ÷ 14,7 ≈ 0,030 gram, hanya sepersekian sendok teh. Karena takarannya sangat halus, sistem bahan bakar harus teliti.

- Campuran **kaya** berarti bahan bakar lebih banyak daripada ideal: boros, asap hitam, busi berjelaga hitam, dan kadar CO pada gas buang tinggi.
- Campuran **miskin** berarti bahan bakar terlalu sedikit: mesin tersendat, panas berlebih, mudah terjadi ketukan, dan tenaga turun.

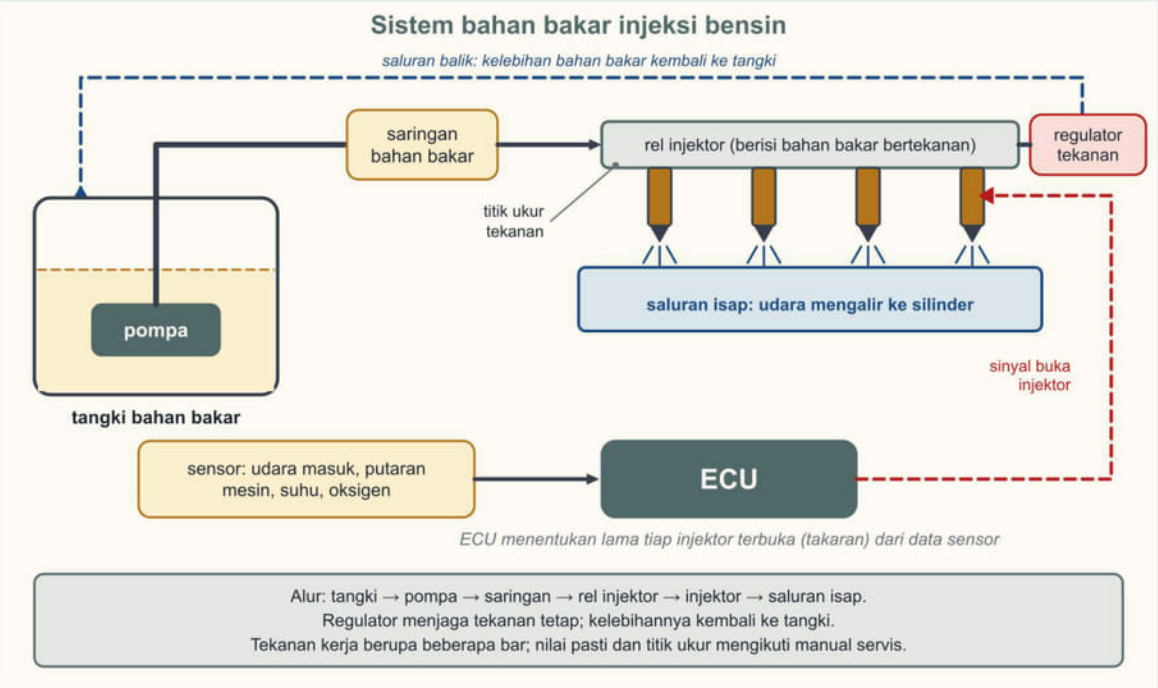
Mesin diesel bekerja berbeda: udara yang dimasukkan selalu berlebih, dan tenaga diatur

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

dengan mengubah jumlah solar yang disemprotkan.

2. Sistem injeksi bensin

Pada **sistem injeksi** (EFI), ECU yang menakar bahan bakar. Gambar 6.11 menunjukkan jalurnya.



Gambar 6.11 Sistem bahan bakar injeksi bensin: dari tangki sampai saluran isap. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

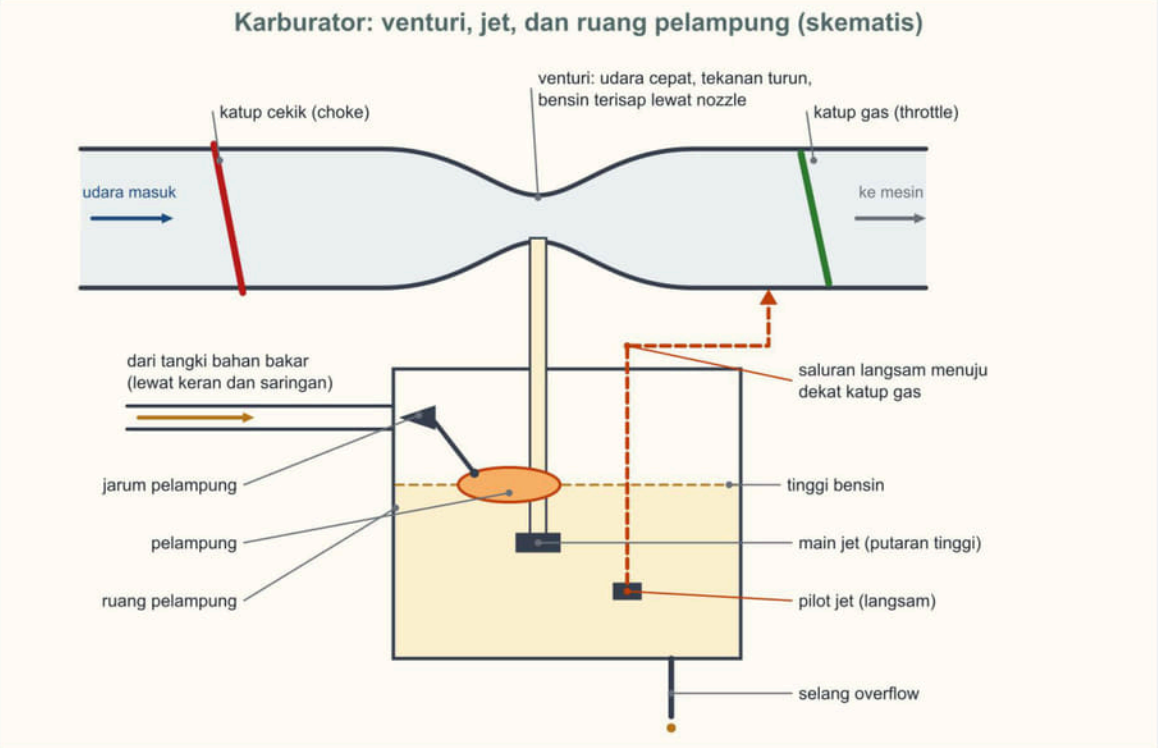
1. **Tangki bahan bakar** menyimpan bensin.
2. **Pompa bahan bakar** listrik, biasanya terpasang di dalam tangki, mendorong bensin ke mesin. Bensin di sekelilingnya juga ikut mendinginkan pompa.
3. **Saringan bahan bakar** menahan kotoran dan air sebelum mencapai injektor. Lubang semprot injektor sangat kecil, sehingga sedikit kotoran saja dapat menyumbat. Saringan diganti sesuai jadwal.
4. **Rel injektor** (*fuel rail*) adalah pipa berisi bensin bertekanan yang membagikan bensin ke semua injektor. Pada rel ada titik ukur untuk memasang pengukur tekanan.
5. **Injektor** adalah katup listrik yang terbuka sebentar (hitungan milidetik) menurut perintah ECU dan menyemprotkan bensin berupa kabut halus ke saluran isap. **Lama injektor terbuka menentukan banyaknya bahan bakar**.
6. **Regulator tekanan** menjaga tekanan di rel tetap pada nilai yang ditetapkan pabrik, dan mengalirkan kelebihan bensin kembali ke tangki lewat **saluran balik**. Pada sebagian mobil, regulator terpasang di tangki sehingga saluran balik tidak ada.

ECU menentukan lama injektor terbuka berdasarkan data **sensor**: jumlah udara masuk, putaran mesin, suhu, posisi katup gas, dan kadar oksigen di gas buang (sensor tersebut dibahas di sub bab 5.5). Karena itu, **tekanan yang sehat adalah syarat**: tekanan yang tidak sesuai membuat takaran dari ECU menjadi keliru walaupun ECU dan sensor baik.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

3. Karburator

Karburator adalah cara lama menakar bensin yang masih banyak ditemukan pada sepeda motor dan mesin kecil. Karburator tidak memakai listrik: ia memanfaatkan aliran udara sendiri. Gambar 6.12 memperlihatkan bagian-bagiannya.



Gambar 6.12 Karburator: venturi, jet, ruang pelampung, dan katup-katupnya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Saluran udara karburator menyempit di tengah. Bagian sempit itu disebut **venturi**. Udara yang dipaksa melewati bagian sempit mengalir lebih cepat sehingga **tekanannya turun**, dan perbedaan tekanan itu menghisap bensin dari **ruang pelampung** lewat **nozzle**. Makin cepat aliran udara, makin banyak bensin yang terhisap. Komponen utamanya:

- **Ruang pelampung** menampung bensin dari tangki dengan ketinggian yang dijaga tetap. **Pelampung** mengambang di atas bensin dan menggerakkan **jarum pelampung**. Bila permukaan bensin naik, pelampung naik dan jarum menutup saluran masuk; bila permukaan turun, jarum membuka dan bensin mengalir masuk lagi. Dengan cara ini tinggi bensin selalu tetap. Bila jarum aus atau kotor sehingga tidak menutup rapat, atau pelampung bocor (tenggelam), bensin terus masuk dan **meluap lewat selang overflow**. Bensin juga dapat membanjiri ruang bakar, sehingga busi basah dan mesin sulit dihidupkan.
- **Main jet** adalah lubang kecil yang menakar bensin untuk putaran menengah dan tinggi. **Pilot jet** menakar bensin untuk putaran rendah (langsam) lewat saluran kecil yang bermuara dekat katup gas. Jet yang tersumbat kotoran atau endapan bensin lama membuat campuran miskin. Lubang jet sangat halus, sehingga dibersihkan dengan cairan pembersih dan angin, bukan dengan kawat yang melebarkan lubang.
- **Katup gas** (*throttle*) mengatur banyaknya udara yang masuk. Ia dihubungkan ke kabel gas.
- **Katup cekik** (*choke*) menutup sebagian saluran udara saat mesin dingin supaya campuran lebih kaya dan mesin mudah dihidupkan. Setelah mesin hangat, choke harus membuka penuh; choke yang tersangkut menyebabkan boros dan asap hitam.

4. Sistem bahan bakar diesel

Pada mesin diesel, **udara dimampatkan sampai sangat panas**, lalu **solar disemprotkan** ke udara panas itu dan langsung menyala sendiri. Karena itu tidak ada busi. Komponennya hampir mirip sistem bensin, tetapi tekanannya jauh lebih tinggi:

- **tangki** solar dan **saringan solar** (sering digabung dengan pemisah air). Air dalam solar merusak pompa dan injektor, sehingga air dikuras dari saringan secara berkala;
- **pompa tangan** (*priming pump*) untuk mengisi saluran secara manual;
- **pompa injeksi**, yang menaikkan tekanan solar hingga sangat tinggi, dan **injektor** yang menyemprotkan solar ke silinder. Pada sistem *common rail*, tekanan tinggi disimpan di rel bersama.

Gangguan yang khas pada diesel adalah **udara terjebak di saluran solar**. Udara itu dapat masuk setelah solar habis, saringan diganti, atau selang dilepas. Pompa bekerja pada udara yang bisa dimampatkan, sehingga solar tidak sampai ke injektor dan mesin tidak mau hidup walaupun starter berputar normal. Penyelesaiannya adalah **membuang udara (bleeding)** seperti pada Gambar 6.13.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 6.13 Langkah membuang udara (bleeding) dari sistem bahan bakar diesel. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Pada pokoknya, sekrup pembuang pada saringan dikendurkan, pompa tangan ditekan sampai solar mengalir tanpa gelembung udara, lalu sekrup dikencangkan selagi pompa masih tertekan. Hanya bagian bertekanan rendah yang dibuka seperti itu. Saluran bertekanan sangat tinggi pada sistem common rail **tidak boleh dilonggarkan tanpa prosedur pabrik**, sebab semprotannya dapat menembus kulit. Pada cuaca dingin, sebagian mesin diesel memakai **busi pijar** (*glow plug*) yang memanaskan ruang bakar agar solar mudah menyala.

5. Memeriksa sistem: tekanan, injektor, dan urutan diagnosis

Tekanan bahan bakar. Pada mobil injeksi, pemeriksaan yang paling berguna adalah mengukur tekanan di titik ukur rel dengan pengukur tekanan. Bacaan dibandingkan dengan **rentang spesifikasi** pabrik, saat langsam dan saat gas dibuka. Gambar 6.14 meringkas cara membacanya.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 6.14 Membaca tekanan bahan bakar terhadap rentang spesifikasi (konsep). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Tekanan rendah:** pasokan bahan bakar kurang saat beban tinggi. Gejalanya tersendat atau brebet, terutama saat gas dibuka atau di tanjakan. Penyebab yang paling sering adalah **saringan tersumbat**, lalu pompa yang lemah (atau tegangan ke pompa rendah), regulator bocor, atau selang bocor.
- **Tekanan tinggi:** biasanya regulator macet atau saluran balik tersumbat atau tertekuk. Gejalanya boros, asap hitam, dan langsam kasar. Tekanan tinggi bukan tanda mesin sehat; tekanan harus berada **dalam rentang**.
- **Tekanan turun cepat setelah mesin mati:** ada kebocoran ke arah injektor, regulator, atau katup satu arah pompa. Gejalanya sulit hidup setelah mesin diam beberapa waktu.

Volume semprot injektor. Injektor dapat diuji dengan alat uji: semprotan ditampung dalam gelas ukur selama waktu tertentu, lalu volume tiap injektor dibandingkan dengan **rentang spesifikasi**. Perhatikan dua hal. Pertama, setiap injektor dinilai **satu per satu**, bukan lewat rata-rata, sebab rata-rata dapat menutupi satu injektor yang buruk. Kedua, volume yang **terlalu kecil** biasanya lubang semprot tersumbat, sedangkan volume yang **terlalu besar** biasanya injektor tidak menutup rapat atau jarumnya aus.

Urutan diagnosis. Pada keluhan tersendat, boros, atau sulit hidup, jangan langsung mengganti komponen yang mahal. Mulailah dari pemeriksaan yang murah dan mudah, dan berlanjut ke yang lebih mahal: (1) periksa jadwal penggantian saringan, (2) ukur tekanan dan tegangan pompa, (3) periksa regulator, saluran balik, dan selang, (4) uji injektor, (5) barulah ganti pompa atau injektor. Aturan ini juga berlaku bagi karburator: periksa saringan, tinggi pelampung, dan jet sebelum mengganti karburator. Dengan cara ini kamu menghemat uang pelanggan dan menghindari mengganti komponen yang sebenarnya baik.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

▣ CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Menilai tekanan bahan bakar yang tinggi

Mobil injeksi pelanggan boros dan asapnya agak hitam. Spesifikasi tekanan bahan bakar 2,8 sampai 3,2 bar. Pengukuran di titik ukur rel saat langsam menunjukkan 4,6 bar. Pompa terdengar bekerja normal. Apa dugaan penyebab dan langkah pertamanya?

Langkah:

1. Bandingkan dengan rentang: 4,6 bar di atas batas atas 3,2 bar, jadi tekanan **terlalu tinggi**.
2. Tekanan tinggi berarti bahan bakar tidak dapat mengalir pulang, atau regulator tidak membuka. Karena injektor menerima tekanan lebih besar, semprotan lebih banyak sehingga campuran kaya (boros, asap hitam).
3. Pompa bekerja normal, jadi pompa bukan penyebab.
4. Penyebab yang paling mungkin: regulator macet tertutup, atau saluran balik tertekuk atau tersumbat.

Jawaban: periksa saluran balik (selang tertekuk atau tersumbat) dan regulator tekanan. Mengganti pompa tidak menyelesaikan masalah, karena tekanan yang tinggi bukan akibat pasokan kurang.

Contoh 2: Mencocokkan gejala karburator dengan bagiannya

Tiga sepeda motor berkarburator datang dengan keluhan. Motor A mati bila gas dibuka mendadak dan langsamnya tidak stabil. Motor B tenaganya hilang pada putaran tinggi dan di tanjakan, padahal langsamnya baik. Motor C boros, mengeluarkan asap hitam, dan busi hitam kering. Tentukan bagian yang dicurigai.

Langkah:

1. Motor A bermasalah pada putaran rendah, jadi yang dicurigai pilot jet dan saluran langsamnya yang tersumbat atau setelan langsam.
2. Motor B sehat di putaran rendah tetapi bermasalah di putaran tinggi, jadi yang dicurigai main jet tersumbat atau pasokan bensin dari tangki kurang (keran atau saringan bensin).
3. Motor C campuran kaya: yang dicurigai choke tidak membuka penuh, pelampung terlalu tinggi, atau saringan udara tersumbat.
4. Langkah awal semuanya sama: periksa dulu saringan dan bagian yang mudah, lalu bongkar karburator untuk membersihkan jet.

Jawaban: A: pilot jet atau setelan langsam; B: main jet atau pasokan bensin; C: choke, pelampung, atau saringan udara.

Contoh 3: Menghidupkan mesin diesel setelah solar habis

Sebuah truk diesel kehabisan solar di jalan. Setelah diisi dari jeriken, mesin tidak mau hidup walaupun starter berputar normal. Susun urutan yang benar: (P) tekan pompa tangan sampai solar keluar tanpa gelembung; (Q) kendurkan sekrup pembuang pada saringan; (R) kencangkan sekrup pembuang selagi pompa masih tertekan; (S) isi tangki dengan solar; (T) hidupkan mesin.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Langkah:

1. Tangki harus terisi dulu sebelum apa pun: S.
2. Kendurkan sekrup pembuang agar udara punya jalan keluar: Q.
3. Pompa dengan pompa tangan sampai solar keluar tanpa gelembung: P.
4. Kencangkan sekrup selagi pompa tertekan agar udara tidak masuk lagi: R.
5. Hidupkan mesin: T.

Jawaban: S → Q → P → R → T. Udara terjebak setelah solar habis, sehingga penyelesaiannya bleeding, bukan mengganti pompa injeksi.

Contoh 4: Menilai uji volume semprot injektor

Mobil empat silinder tersendat saat langsam. Injektor diuji selama 30 detik; spesifikasinya 60 mL ± 4 mL. Hasil: injektor 1 = 61 mL; injektor 2 = 57 mL; injektor 3 = 66 mL; injektor 4 = 55 mL. Bagaimana penilaian dan tindakannya?

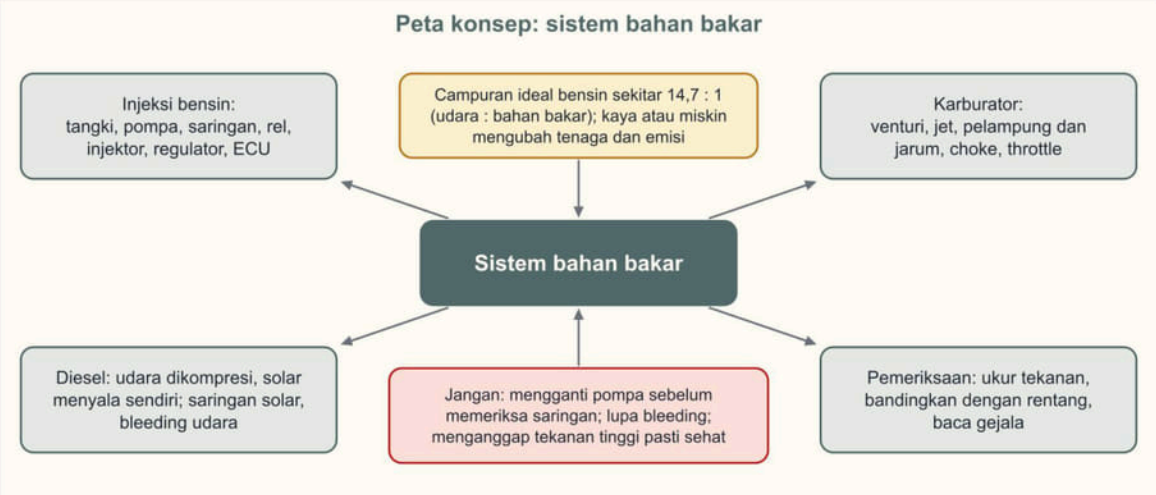
Langkah:

1. Hitung rentang: 60 − 4 = 56 mL sampai 60 + 4 = 64 mL.
2. Bandingkan satu per satu: injektor 1 (61) dan 2 (57) di dalam rentang; injektor 3 (66) di atas 64 mL; injektor 4 (55) di bawah 56 mL.
3. Rata-rata: (61 + 57 + 66 + 55) ÷ 4 = 59,75 mL, tampak masuk rentang. Namun dua injektor tetap di luar rentang, jadi rata-rata menyesatkan.
4. Injektor 3 terlalu banyak (kemungkinan tidak menutup rapat) dan injektor 4 terlalu sedikit (kemungkinan tersumbat).

Jawaban: injektor 3 dan 4 bermasalah; keduanya dibersihkan atau diganti dan diuji ulang. Selisih besar antar silinder itulah yang membuat langsam tersendat.

❖ PETA KONSEP

Ringkasan sub bab ini terlihat pada Gambar 6.15.



Gambar 6.15 Peta konsep sub bab 6.3. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Yang harus kamu ingat:

- Campuran ideal bensin sekitar 14,7 : 1 (udara : bahan bakar); kaya berarti boros dan berasap hitam, miskin berarti tersendat dan panas.
- Injeksi: tangki, pompa, saringan, rel, injektor, regulator; ECU menentukan lama buka injektor.
- Karburator: venturi menghisap bensin; pelampung dan jarum menjaga tinggi bensin; main jet putaran tinggi, pilot jet putaran rendah; choke untuk start dingin.
- Diesel: solar menyala sendiri; udara terjebak diatasi bleeding; saluran bertekanan tinggi tidak dilonggarkan sembarangan.
- Tekanan rendah: saringan, pompa, regulator, selang. Tekanan tinggi: regulator atau saluran balik. Nilai harus dalam rentang.
- Nilai injektor satu per satu, bukan rata-rata.
- Periksa yang murah dan mudah dulu sebelum mengganti pompa atau injektor.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Soal sistem bahan bakar berisi keluhan dan angka. Gunakan langkah berikut.

1. **Tulis rentang spesifikasi** lebih dulu, lalu tentukan angka hasil ukur di bawah, di dalam, atau di atasnya.
2. **Pasangkan gejala dengan arah penyimpangan:** pasokan kurang (miskin, tersendat) atau berlebih (kaya, boros, asap hitam).
3. **Cari penyebab yang paling mudah dan paling sering** lebih dulu, misalnya saringan, bukan komponen yang mahal.
4. **Pada soal urutan, tempatkan tahap persiapan lebih dulu** (isi tangki, buka sekrup) sebelum tahap menghidupkan.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Mengganti pompa sebelum memeriksa saringan** dan tegangan pompa.
- **Melupakan bleeding** setelah solar habis atau saringan diganti.
- **Menganggap tekanan tinggi pasti sehat.** Nilai di atas rentang juga menyimpang.
- **Menilai injektor dari rata-ratanya** padahal satu injektor di luar rentang.
- **Mengganti busi atau sensor** untuk keluhan yang jelas bersumber dari pasokan bahan bakar.
- **Membersihkan jet dengan kawat** yang melebarkan lubangnya.

> Contoh salah tafsir: pada soal tentang truk diesel yang tidak mau hidup setelah saringan solar diganti, seorang siswa memilih "ganti pompa injeksi karena tidak menyemprotkan solar". Padahal saringan baru saja dibuka dan udara masuk ke saluran, sehingga yang diperlukan adalah bleeding. Mengganti pompa mahal dan tidak menyelesaikan penyebabnya.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menyajikan keluhan tersendat disertai hasil ukur tekanan dan jadwal penggantian saringan. Perhatikan bagaimana data menunjuk satu penyebab dan langkah pertama yang paling tepat.

►. Mobil injeksi pelanggan tersendat (brebet) saat diakselerasi, terutama di tanjakan (2027). Siswa mengukur tekanan bahan bakar: hasilnya 1,8 bar, sedangkan spesifikasinya 3,0 ± 0,2 bar. Menurut buku servis, filter bahan bakar terakhir diganti 60.000 km yang lalu, padahal jadwal penggantiannya setiap 40.000 km. Busi baru diganti bulan lalu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Langkah perbaikan pertama yang paling tepat adalah ....

A. Membersihkan injektor karena semprotannya diduga tidak merata
B. Mengganti busi lagi dengan busi yang lebih panas
C. Mengganti filter bahan bakar lalu mengukur ulang tekanannya
D. Mengganti sensor oksigen karena campuran terlalu kurus
E. Mengganti bensin dengan oktan lebih tinggi dan menguji jalan

Pembahasan **Kunci: C**

Konsep: Tekanan bahan bakar yang rendah menyebabkan pasokan bahan bakar kurang saat beban tinggi. Penyebab yang paling sering dan paling mudah diperiksa adalah filter yang tersumbat, kemudian pompa yang lemah atau regulator tekanan.

Langkah:

1. Data menyimpang: tekanan 1,8 bar, jauh di bawah 3,0 bar.
2. Filter melewati jadwal penggantian 20.000 km → penyebab paling mungkin.
3. Ganti filter, lalu ukur ulang; bila tetap rendah, periksa pompa dan regulator.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Injektor kotor tidak menurunkan tekanan di saluran bahan bakar, jadi tidak menjelaskan tekanan 1,8 bar.
• **B.** ✗ Busi baru diganti dan tidak berkaitan dengan tekanan bahan bakar yang rendah.
• **C.** ✓ Filter yang lewat jadwal paling mungkin menghambat aliran; pengukuran ulang memastikan hasil perbaikan.
• **D.** ✗ Jebakan: campuran memang dapat terlalu kurus, tetapi penyebabnya pasokan bahan bakar, bukan sensor oksigen.
• **E.** ✗ Oktan tidak memengaruhi tekanan pasokan bahan bakar.

Jawaban: C.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk tiap soal, tulis dulu bagian yang berfungsi menjaga takaran bahan bakar, lalu bagian yang menyimpang.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

1. Setiap kali sepeda motor berkarburator milik Pak Darto diparkir semalam, bensin menetes dari selang pembuangan (overflow) karburator dan isi tangki cepat berkurang (2027). Pada pagi hari mesinnya sulit dihidupkan dan businya basah oleh bensin.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penyebab yang paling mungkin adalah ....

A. Pilot jet tersumbat kotoran sehingga campuran langsam terlalu kurus
B. Jarum pelampung aus atau pelampung bocor sehingga bensin meluap
C. Saringan udara tersumbat sehingga campuran bahan bakar terlalu kaya
D. Lubang ventilasi tutup tangki tersumbat sehingga bensin sulit mengalir
E. Celah elektroda busi terlalu lebar sehingga percikan apinya melemah

2. Mobil Pak Surya mengeluarkan suara menggelegar dari bagian bawah, tenaganya turun, dan lampu check engine menyala (2027). Teknisi menemukan lubang pada pipa buang tepat sebelum sensor oksigen.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan manakah yang **benar**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Udara luar yang masuk lewat lubang dapat membuat sensor oksigen membaca campuran terlalu miskin
☐ B. Kebocoran knalpot hanya menimbulkan bunyi dan tidak memengaruhi tenaga maupun sensor
☐ C. Suara menggelegar dan tenaga turun dapat menjadi tanda kebocoran pada pipa buang
☐ D. Lubang pada pipa buang dapat ditutup permanen dengan lakban agar aman
☐ E. Kebocoran di dekat kabin berbahaya karena karbon monoksida dapat masuk ke dalam mobil

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Kunci singkat: 1. B 2. A, C, E

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menjelaskan mengapa saringan bahan bakar yang lewat jadwal membuat tekanan di rel turun dan mesin tersendat saat beban tinggi?
- Apa yang dilakukan jarum dan pelampung pada karburator, dan apa akibatnya bila jarum tidak menutup rapat?
- **Yang harus kuingat:** bandingkan hasil ukur dengan rentang, periksa yang murah dan mudah dulu, dan lakukan bleeding setelah udara masuk ke sistem solar.



Latihan interaktif di LMS

Sub bab 6.3: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkto&node=SMKTO-6.3

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 6.4 · Sistem pendingin dan pelumasan

SMKTO-6.4

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu **menjelaskan fungsi komponen sistem pendingin (radiator dan kawan-kawannya) serta sistem pelumasan, dan memecahkan gangguannya**. Soalnya berupa kasus: jarum suhu naik, oli berubah warna, lampu oli menyala, atau air pendingin berkurang tanpa terlihat bocor. Kamu diminta memilih tindakan yang aman, menyebut penyebab yang paling mungkin, atau menilai beberapa pernyataan. Yang diuji adalah **ketepatan urutan tindakan dan kemampuan menghubungkan gejala dengan komponennya**, termasuk keselamatan saat mesin panas.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menyebut komponen sistem pendingin cair dan menelusuri aliran air pendingin;
- menjelaskan cara kerja termostat dan akibat bila termostat macet terbuka atau tertutup;
- menentukan tindakan yang aman saat mesin terlalu panas, termasuk larangan membuka tutup radiator saat panas;
- menelusuri jalur pelumasan, membaca kode oli, dan menilai kondisi oli;
- menghubungkan gejala (oli cokelat susu, oli berbau bensin, lampu oli) dengan penyebab dan tindakannya.

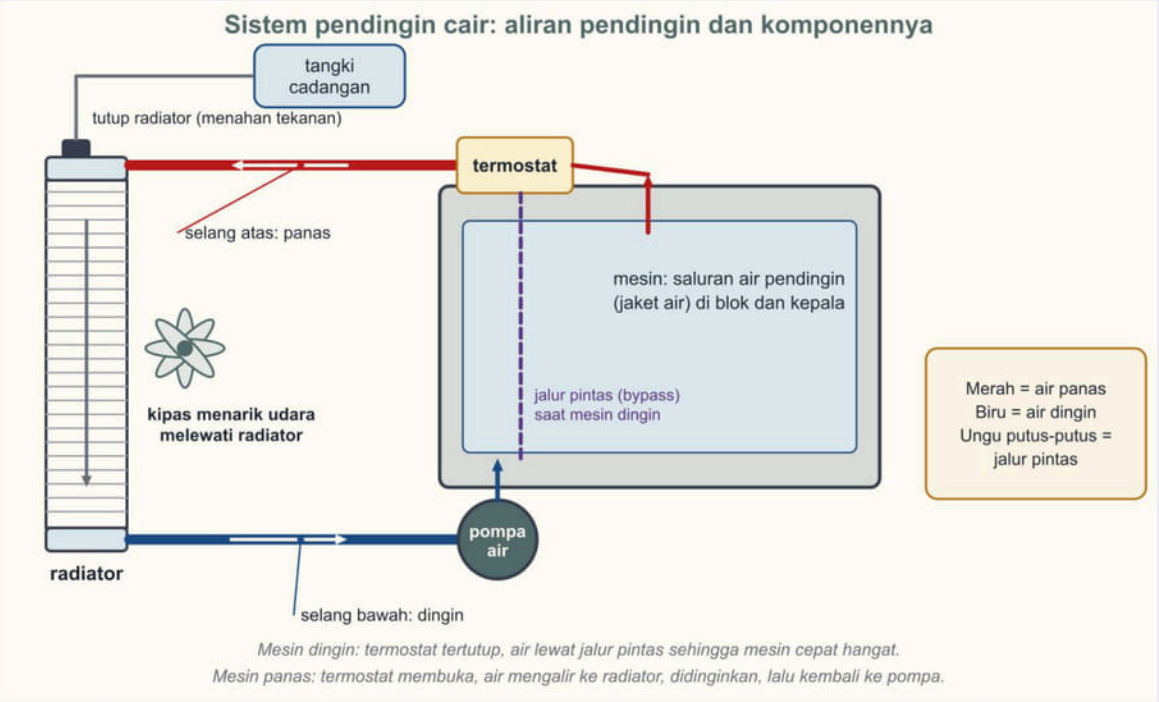
◆ KONSEP INTI

Pembakaran di dalam silinder menghasilkan panas yang sangat besar. Sebagian menjadi tenaga, sebagian keluar bersama gas buang, dan sebagian lagi menyerap ke logam mesin. Di sisi lain, ratusan bagian logam saling bergesekan: piston dengan silinder, poros dengan bantalan, kam dengan pengangkatnya. Tanpa sistem pendingin, mesin cepat terlalu panas dan rusak; tanpa pelumasan, bagian-bagian itu aus dan macet. Kedua sistem ini sebenarnya bekerja sama: oli ikut mendinginkan bagian dalam mesin, dan air pendingin menjaga agar oli tidak menjadi terlalu panas.

1. Sistem pendingin cair

Hampir semua mobil memakai **pendingin cair**. Mesin dijaga pada **suhu kerja** yang kira-kira ada di antara 80 sampai 100 °C (nilai pastinya mengikuti spesifikasi kendaraan). Suhu ini sengaja tidak terlalu rendah, sebab mesin yang terlalu dingin lebih boros dan lebih cepat aus. Gambar 6.16 menunjukkan komponen dan aliran air pendingin.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



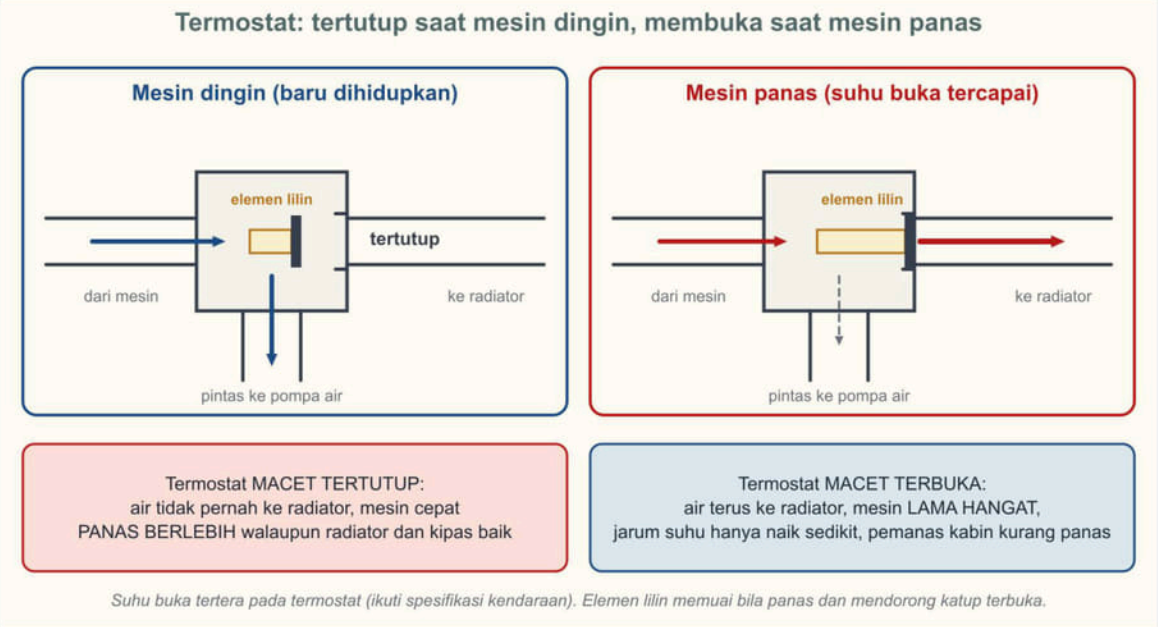
Gambar 6.16 Sistem pendingin cair: aliran pendingin dan komponennya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Saluran air pendingin (jaket air):** rongga di blok dan kepala silinder yang dilalui air. Air menyerap panas dari dinding silinder dan ruang bakar.
- **Pompa air** (*water pump*): mengalirkan air melalui seluruh sistem. Pompa digerakkan poros engkol lewat sabuk atau rantai. Bila pompa lemah atau sabuknya kendur, aliran berkurang dan mesin panas.
- **Termostat:** katup yang membuka dan menutup menurut suhu. Dibahas di bagian berikutnya.
- **Radiator:** kisi-kisi pipa kecil bersirip yang memindahkan panas air ke udara. Air panas masuk dari selang atas, mengalir turun melewati inti radiator sambil didinginkan, lalu keluar dari selang bawah menuju pompa.
- **Kipas:** menarik udara melewati radiator, terutama saat kendaraan berhenti atau pelan. Pada kipas listrik, kipas menyala sendiri bila suhu mencapai nilai tertentu, diatur oleh saklar suhu atau ECU, dan dapat menyala bahkan setelah mesin dimatikan.
- **Tutup radiator bertekanan** dan **tangki cadangan:** tutup radiator menahan tekanan di dalam sistem. Tekanan menaikkan titik didih air pendingin sehingga air tidak mudah mendidih. Saat air memuai karena panas, kelebihannya mengalir ke tangki cadangan; saat mesin dingin dan air menyusut, air terisap kembali.
- **Cairan pendingin** (*coolant*): campuran air dan zat pendingin (umumnya berbahan etilen glikol) beserta zat pencegah karat. Campuran ini mendidih pada suhu lebih tinggi, tidak mudah membeku, dan mencegah karat serta kerak di dalam saluran. Air biasa saja membuat saluran berkarat dan berkerak. Perbandingan campuran mengikuti petunjuk pabrik; misalnya pada sistem berisi 6 liter dengan campuran 50 persen, dibutuhkan 3 liter zat pendingin dan 3 liter air.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

2. Termostat

Saat mesin baru dihidupkan, mesin sebaiknya cepat mencapai suhu kerja. **Termostat** mengatur hal itu (Gambar 6.17). Di dalamnya ada elemen berisi lilin yang memuai bila panas dan mendorong katup terbuka.



Gambar 6.17 Termostat tertutup saat mesin dingin dan membuka saat mesin panas. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Mesin dingin:** termostat **tertutup**. Air tidak boleh ke radiator; ia mengalir lewat **jalur pintas** langsung kembali ke pompa, sehingga mesin cepat menghangat.
- **Mesin panas (suhu buka tercapai):** termostat **membuka**. Air panas mengalir ke radiator, didinginkan, lalu kembali ke mesin. Suhu bukanya tertera pada termostat.

Karena itu, kerusakan termostat memberi dua gejala berlawanan. **Termostat macet tertutup**: air tidak pernah ke radiator, mesin cepat **panas berlebih** walaupun radiator dan kipas baik. **Termostat macet terbuka**: air terus mengalir ke radiator, mesin **lama hangat**, jarum suhu hanya naik sedikit (misalnya sampai seperempat saja), pemanas kabin kurang panas, dan konsumsi bahan bakar naik. Membedakan keduanya penting karena penanganannya berbeda.

3. Panas berlebih: penyebab dan tindakan

Penyebab panas berlebih (overheat) yang paling sering:

- air pendingin **kurang** atau bocor (selang, radiator, sambungan, pompa);
- **kipas tidak berputar** (saklar suhu rusak, motor atau sekering rusak);
- **termostat macet tertutup**;
- **radiator tersumbat** oleh kerak di dalam atau oleh sirip yang tertutup kotoran di luar;
- pompa air lemah atau sabuk kendur;
- tutup radiator yang tidak lagi menahan tekanan sehingga air mudah mendidih;
- **paking kepala silinder bocor**, sehingga gas pembakaran masuk ke saluran air dan

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

mendorong air keluar.

Tindakan saat jarum suhu naik (misalnya mendekati tanda H atau muncul uap dari bagian depan) mengikuti urutan keselamatan:

1. Tepikan kendaraan ke tempat yang aman dan **matikan mesin**. Mesin yang terus bekerja saat terlalu panas dapat rusak parah.
2. **Buka kap mesin** agar panas keluar lebih cepat, tetapi **jangan menyentuh atau membuka tutup radiator**.
3. **Tunggu sampai mesin dingin**, kira-kira setengah jam atau lebih, sampai selang radiator terasa tidak panas.
4. Setelah dingin, periksa **tinggi air di tangki cadangan**, ada tidaknya **kebocoran** pada selang dan radiator, dan apakah **kipas** dapat berputar.
5. Tambahkan air pendingin bila kurang, lalu bawa ke bengkel untuk mencari penyebab. Menambah air hanya tindakan sementara.

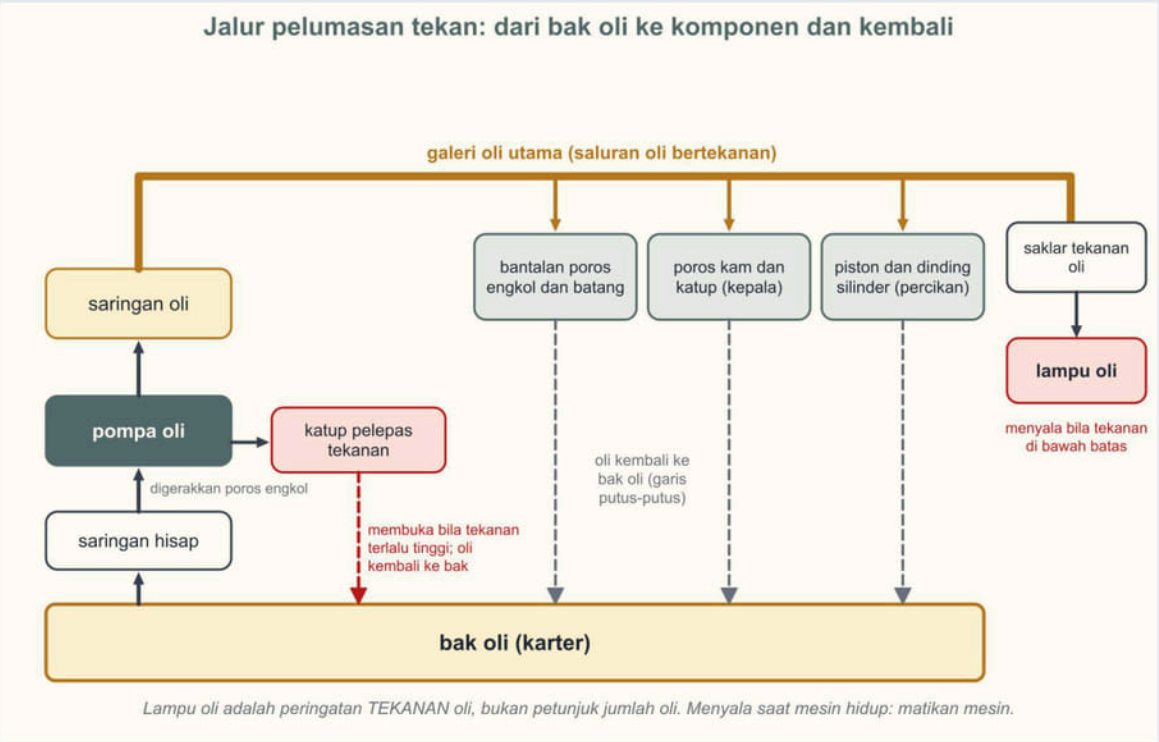
Mengapa tutup radiator tidak boleh dibuka saat panas? Air di dalamnya bertekanan dan suhunya lebih tinggi daripada titik didih air biasa. Begitu tutup dibuka, tekanan turun mendadak, air langsung mendidih dan menyembur, sehingga dapat menyebabkan luka bakar berat. Perilaku ini sering dilupakan karena niatnya baik: menambah air agar suhu cepat turun.

4. Sistem pelumasan

Oli mesin tidak hanya melumasi. Ia punya enam tugas: **melumasi** (selaput oli memisahkan logam), **mendinginkan** (membawa panas dari piston dan bantalan), **menyekat** (membantu ring menutup celah silinder), **membersihkan** (membawa jelaga dan kotoran ke saringan), **mencegah karat**, dan **meredam benturan**. Pada mobil, oli disalurkan dengan **sistem tekan** (Gambar 6.18).

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 6.18 Jalur pelumasan tekan: dari bak oli ke komponen dan kembali. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **Bak oli** (karter) menampung oli.
2. Oli dihisap melalui **saringan hisap** (*strainer*), penyaring kasar pada ujung pipa hisap.
3. **Pompa oli**, digerakkan poros engkol, mendorong oli bertekanan. **Katup pelepas tekanan** membuka bila tekanan terlalu tinggi, misalnya saat oli dingin dan kental, dan mengembalikan kelebihan oli ke bak.
4. Oli melewati **saringan oli**, yang menahan partikel logam dan jelaga. Saringan dilengkapi katup pintas supaya oli tetap mengalir bila saringan tersumbat, tetapi oli yang lewat katup pintas tidak tersaring.
5. Oli masuk ke **galeri oli utama**, saluran di blok, lalu bercabang ke bantalan poros engkol dan batang piston, poros kam dan katup di kepala silinder. Piston dan dinding silinder dilumasi oleh percikan dan kabut oli dari poros engkol.
6. Oli menetes kembali ke bak oli karena gaya berat, dan siklus berulang.

Pada galeri ada **saklar tekanan oli** yang menyalakan **lampu oli** bila tekanan turun di bawah batas. Ingat: lampu oli menandakan **tekanan** oli yang rendah, bukan petunjuk jumlah oli. Tekanan rendah dapat disebabkan oli kurang, oli terlalu encer, saringan tersumbat, pompa aus, atau bantalan aus (celah besar membuat tekanan turun). Bila lampu menyala terus saat mesin hidup, **matikan mesin** karena bantalan dapat rusak dalam hitungan menit. Sebelum mengganti saklar, tekanan oli diukur dengan alat ukur tekanan agar tidak keliru menyalahkan saklar.

5. Memilih dan menilai oli

Pada kemasan oli tertulis **kode kekentalan SAE**, misalnya **10W-40**. Angka **sebelum huruf W** (*winter*) menyatakan kekentalan pada **suhu rendah**: makin kecil angkanya, makin encer

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

saat dingin, makin mudah mesin diputar dan cepat terlumasi saat dihidupkan. Angka **sesudah W** menyatakan kekentalan pada **suhu kerja**: makin besar angkanya, makin kental oli saat mesin panas. Oli ini disebut *multigrade*. Kode ini bukan jumlah liter, bukan jarak tempuh, dan bukan suhu beku.

Selain kekentalan, oli memiliki **mutu** menurut klasifikasi seperti API (huruf pertama S untuk mesin bensin dan C untuk diesel; huruf kedua yang makin lanjut dalam alfabet menandakan standar lebih baru) dan, untuk sepeda motor berkopling basah, standar JASO. Pilih oli menurut buku manual, bukan menurut kebiasaan.

Memeriksa level oli: parkir di tempat datar, matikan mesin, tunggu beberapa menit agar oli turun ke bak, tarik **batang pengukur** (dipstick), lap, masukkan lagi, tarik, dan baca. Level harus berada di antara tanda **MIN** dan **MAX**. Terlalu sedikit mempercepat keausan; terlalu banyak membuat oli berbusa dan tekanan tidak stabil.

Memeriksa kondisi oli: warna hitam pada oli yang sudah dipakai adalah normal, sebab oli membawa jelaga. Yang perlu dicurigai adalah:

- **oli seperti susu cokelat atau krim**: air atau cairan pendingin masuk ke oli, misalnya karena paking kepala silinder rusak atau kepala silinder retak. Satu catatan: sedikit lapisan seperti krim hanya di tutup pengisi oli pada mobil yang sering dipakai jarak dekat dapat berupa embun, tetapi krim pada batang pengukur disertai air pendingin yang terus berkurang adalah tanda bahaya;
- **oli encer, berbau bensin, dan levelnya naik** tanpa ditambah: bensin masuk ke karter, misalnya karena injektor bocor atau pembakaran tidak sempurna;
- **ada serpihan logam berkilap**: bagian mesin yang aus.

Pada kedua gejala pertama, **ganti oli saja tidak menyelesaikan masalah**, sebab sumber masuknya cairan tetap ada. Sumbernya dicari dan diperbaiki lebih dulu, baru oli dan saringan diganti. Oli bekas adalah limbah B3 (sub bab 2.3). Gambar 6.19 merangkum gejala, penyebab, dan tindakan yang telah dibahas.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gejala, penyebab yang mungkin, dan tindakan

Gejala	Penyebab yang mungkin	Tindakan
Jarum suhu naik mendekati H, ada uap dari bagian depan	air pendingin kurang atau bocor; kipas tidak berputar; termostat macet tertutup; radiator tersumbat; tutup radiator tidak menahan tekanan	menepi, matikan mesin, tunggu dingin, JANGAN buka tutup radiator; lalu periksa level, selang, dan kipas
Jarum suhu hanya naik sedikit; pemanas kabin kurang panas	termostat macet terbuka sehingga air terus ke radiator	ganti termostat; pastikan dengan alat ukur suhu
Air pendingin berkurang tanpa tetesan di luar	bocor ke dalam mesin, misalnya paking kepala silinder	uji tekanan sistem pendingin dan uji kompresi
Oli seperti susu cokelat pada batang pengukur	air atau pendingin masuk ke oli (paking, retak)	cari dan perbaiki sumbernya dulu, baru ganti oli dan saringan; ganti oli saja tidak cukup
Oli encer, berbau bensin, level naik	bensin masuk ke karter (injektor bocor, pembakaran tidak sempurna)	periksa injektor dan campuran; ganti oli dan saringan
Lampu oli menyala atau berkedip saat langsam	tekanan oli rendah: oli kurang atau terlalu encer, saringan tersumbat, pompa atau bantalan aus, saklar rusak	matikan mesin, periksa level dan jenis oli, ukur tekanan dengan alat sebelum mengganti saklar

Gambar 6.19 Gejala, penyebab yang mungkin, dan tindakan pada sistem pendingin dan pelumasan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Menilai tindakan saat mesin panas

Seorang siswa PKL menyelesaikan uji jalan. Di halaman bengkel, tangki cadangan meluap dan keluar uap dari sekitar tutup radiator. Temannya mengajak, "Buka saja tutup radiatornya biar cepat dingin, lalu tambah air." Bagaimana penilaian dan tindakan yang benar?

Langkah:

1. Air pendingin yang panas berada di bawah tekanan dan suhunya di atas titik didih air biasa.
2. Membuka tutup saat panas menurunkan tekanan mendadak, air menyembur, dan dapat melukai.
3. Tindakan benar: matikan mesin, buka kap agar panas keluar, dan tunggu sampai dingin.
4. Setelah dingin: periksa tinggi air di tangki cadangan, kebocoran, dan kipas; tambah air pendingin bila kurang; cari penyebab kenaikan suhu.

Jawaban: ajakan itu salah. Tutup radiator tidak boleh dibuka saat mesin panas; matikan mesin, tunggu dingin, baru periksa dan tambah air pendingin.

Contoh 2: Sebab jarum suhu hanya naik sedikit

Sebuah mobil sudah dipakai 20 menit, tetapi jarum suhu hanya naik sampai seperempat skala, pemanas kabin kurang panas, dan konsumsi bahan bakar naik. Level air pendingin cukup dan kipas normal. Apa penyebab yang paling mungkin?

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Langkah:

1. Jarum suhu yang tidak mencapai suhu kerja berarti mesin terlalu dingin, bukan panas berlebih.
2. Mesin terlalu dingin berarti air terus didinginkan di radiator padahal mesin belum hangat.
3. Komponen yang menentukan kapan air boleh ke radiator adalah termostat. Bila macet terbuka, air selalu lewat radiator.
4. Kipas dan level air pendingin normal, sehingga bukan penyebab.

Jawaban: termostat macet terbuka. Perbaikannya mengganti termostat; menambah coolant tidak menyelesaikannya.

Contoh 3: Oli encer dan berbau bensin

Pada mobil injeksi yang hanya dipakai jarak dekat, batang pengukur menunjukkan level oli sekitar 1 cm di atas tanda MAX padahal belum pernah ditambah. Oli tampak encer dan berbau bensin. Apa dugaan penyebab dan tindakannya?

Langkah:

1. Level naik tanpa penambahan berarti ada cairan lain yang masuk ke karter.
2. Oli encer dan berbau bensin menunjukkan cairan itu bensin.
3. Bensin masuk ke karter karena pembakaran tidak sempurna (bensin tidak terbakar dan merembes lewat celah ring) atau injektor bocor sehingga menyemprot berlebih.
4. Oli yang bercampur bensin kehilangan daya lumas.

Jawaban: bensin masuk ke oli. Periksa injektor dan campuran, lalu ganti oli dan saringan; oli yang terlalu banyak juga dikurangi sampai batas.

Contoh 4: Membaca label oli

Buku manual menyebut oli SAE 10W-40. Di rak ada tiga oli: 5W-30, 10W-40, dan 15W-50. Jelaskan arti angkanya dan pilih yang sesuai. Oli mana yang paling encer saat dingin?

Langkah:

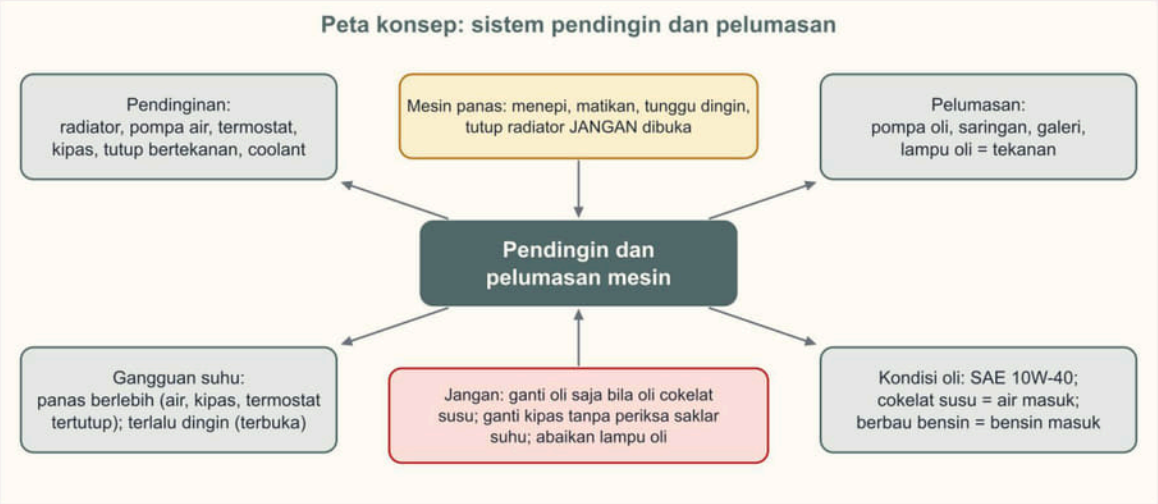
1. Angka sebelum W adalah kekentalan saat dingin: 5W, 10W, dan 15W. Angka makin kecil, makin encer: 5W paling encer saat dingin.
2. Angka sesudah W adalah kekentalan pada suhu kerja: 30, 40, dan 50. Angka makin besar, makin kental saat panas.
3. Spesifikasi manual adalah 10W-40, sehingga yang sesuai adalah oli kedua.

Jawaban: pilih 10W-40. Oli 5W-30 paling encer saat dingin; oli 15W-50 paling kental saat panas. Menyimpang dari spesifikasi pabrik tidak dianjurkan.

❖ PETA KONSEP

Ringkasan sub bab ini terlihat pada Gambar 6.20.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 6.20 Peta konsep sub bab 6.4. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- Pendingin cair: radiator, pompa air, termostat, kipas, tutup radiator bertekanan, tangki cadangan, coolant.
- Termostat tertutup saat dingin (lewat jalur pintas) dan membuka saat panas. Macet tertutup: panas berlebih. Macet terbuka: mesin lama hangat.
- Saat mesin panas: tepikan, matikan, tunggu dingin; tutup radiator tidak dibuka saat panas.
- Pelumasan tekan: bak oli, saringan hisap, pompa, saringan oli, galeri, komponen, kembali ke bak.
- Lampu oli = tekanan oli rendah, bukan jumlah oli; matikan mesin bila menyala terus.
- SAE 10W-40: 10W = kekentalan dingin, 40 = kekentalan suhu kerja.
- Oli cokelat susu = air masuk; berbau bensin = bensin masuk. Cari sumbernya dulu, baru ganti oli.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Soal pendingin dan pelumasan berupa kasus dengan beberapa pilihan tindakan. Gunakan langkah berikut.

1. **Tentukan dulu apakah soal menanyakan tindakan aman, penyebab, atau penilaian pernyataan.** Pada tindakan, utamakan keselamatan dan urutan.
2. **Pasangkan gejala dengan komponen:** suhu terlalu tinggi, terlalu rendah, air berkurang tanpa tetes, oli berubah, lampu oli.
3. **Tanyakan: apakah tindakan itu menghilangkan sumber masalah atau hanya gejalanya?**
4. **Pilih tindakan paling aman dan paling murah lebih dulu** sebelum mengganti komponen mahal.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Jebakan yang sering dipasang:

- **Membuka tutup radiator saat mesin panas** "agar cepat dingin" atau "menambah air".
- **Mengganti oli saja** ketika oli cokelat susu atau berbau bensin.
- **Mengganti kipas** tanpa memeriksa saklar suhu, sekering, atau relay.
- **Menyamakan lampu oli dengan indikator jumlah oli.**
- **Mengira termostat macet terbuka sama dengan panas berlebih**, padahal gejalanya mesin lama hangat.
- **Memakai air biasa sebagai pengganti coolant** secara terus-menerus, yang membuat saluran berkarat.

> Contoh salah tafsir: pada soal tentang mobil yang lampu oli-nya berkedip saat langsam padahal level oli di batang pengukur normal, seorang siswa memilih "lampu oli itu hanya penunjuk jumlah oli, jadi abaikan". Padahal lampu oli menandakan tekanan oli yang rendah; level normal tidak menjamin tekanan baik. Jawaban yang tepat mematikan mesin, memeriksa jenis oli dan saringan, serta mengukur tekanan oli dengan alat.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menggambarkan mobil yang jarum suhunya naik di perjalanan, lalu meminta kamu memilih semua petunjuk yang tepat. Perhatikan bagaimana urutan "matikan, tunggu, baru periksa" memisahkan tindakan yang aman dari yang berbahaya.

►. Dalam perjalanan (2027), jarum suhu mobil Pak Arif naik sampai mendekati tanda H dan muncul uap tipis dari bagian depan. Ia menepi di tempat aman dan menelepon bengkel tempat Sinta PKL. Sinta diminta memberi petunjuk awal lewat telepon.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Petunjuk yang tepat diberikan Sinta adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Membuka tutup radiator segera untuk menambah air agar suhu cepat turun.
☐ B. Mematikan mesin dan menunggu sampai mesin dingin sebelum memeriksa ruang mesin.
☐ C. Membuka kap mesin agar panas lebih cepat keluar, tanpa menyentuh tutup radiator.
☐ D. Memeriksa ketinggian air pendingin di tangki cadangan setelah mesin dingin.
☐ E. Memeriksa kebocoran pada selang radiator dan memastikan kipas radiator dapat berputar setelah mesin dingin.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Pembahasan **Kunci: B, C, D, E**

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Saat mesin terlalu panas: hentikan kendaraan dengan aman, matikan mesin, tunggu dingin, jangan membuka tutup radiator saat panas, lalu periksa air pendingin, kebocoran, dan kipas.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: tujuannya menurunkan suhu, tetapi air pendingin panas bertekanan dapat menyembur dan melukai.

• **Pernyataan 2** ✓ Mesin yang dibiarkan hidup saat terlalu panas dapat rusak; pemeriksaan aman setelah mesin dingin.

• **Pernyataan 3** ✓ Kap terbuka membantu pendinginan, selama tutup radiator yang bertekanan tidak dibuka saat panas.

• **Pernyataan 4** ✓ Air pendingin yang kurang adalah penyebab umum mesin terlalu panas.

• **Pernyataan 5** ✓ Kebocoran selang dan kipas yang tidak berputar adalah penyebab umum lain.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 4, 5.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk tiap soal, tulis dulu komponen yang bermasalah dan alasannya.

1. Saat memeriksa batang pengukur (dipstick) oli mesin sebuah mobil, Rina melihat oli berwarna cokelat susu seperti krim (2027). Pemilik mengatakan air pendingin di tangki cadangan harus ditambah hampir setiap minggu tanpa ada tetesan di bawah mobil, dan asap knalpot berwarna putih tebal walaupun mesin sudah panas.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Oli seperti krim ini wajar pada mobil yang sering dipakai jarak dekat sehingga ganti oli menyelesaikan masalah.

☐ B. Gejalanya mengarah pada air pendingin yang bocor ke ruang bakar dan ke oli, misalnya lewat paking kepala silinder.

☐ C. Oli yang tercampur air kehilangan daya lumasnya sehingga bantalan mesin dapat cepat aus.

☐ D. Pemeriksaan lanjut dapat memakai alat uji tekanan sistem pendingin dan uji kompresi.

☐ E. Mobil sebaiknya tidak dipakai jauh sebelum penyebab kebocorannya diperbaiki.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

2. Guru menggambar dongkrak hidrolik pada papan tulis dan meminta siswa menilai tiga pernyataan tentang gaya, jarak, dan usaha (2027). Abaikan gesekan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** pada setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Gaya pada piston besar lebih besar daripada gaya pada piston kecil.	○	○
Usaha yang dilakukan pada piston kecil sama dengan usaha pada piston besar.	○	○
Piston besar bergerak lebih jauh daripada piston kecil.	○	○

Kunci singkat: 1. B, C, D, E 2. 1B 2B 3S

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menjelaskan apa yang terjadi bila tutup radiator dibuka saat mesin panas, dan mengapa itu berbahaya?
- Apa bedanya gejala termostat macet terbuka dan termostat macet tertutup?
- **Yang harus kuingat:** matikan, tunggu dingin, baru periksa; cari sumber masuknya cairan ke oli sebelum mengganti oli; lampu oli menandakan tekanan oli rendah.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 6.4: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.
next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkto&node=SMKTO-6.4

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 6.5 · Sistem pengapian, pemasukan udara, dan pembuangan

SMKTO-6.5

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu **menjelaskan komponen sistem pengapian dan sistem pembuangan, serta memecahkan gangguannya**. Soalnya berupa hasil pemeriksaan di bengkel: tabel kondisi kaki busi, keluhan mesin pincang saat hujan, bunyi menggelegar dari knalpot, atau ketukan saat menanjak. Kamu diminta membaca tanda-tanda itu dan menentukan penyebab atau langkah yang tepat. Yang diuji adalah **kebiasaan memperbaiki penyebab, bukan hanya mengganti bagian yang tampak**, dan kemampuan menghubungkan kondisi busi dengan keadaan pembakaran di silinder.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menelusuri sistem pengapian dari aki sampai percikan di busi dan menjelaskan waktu pengapian;
- menjelaskan bagian busi, celah, dan nilai panas, serta membaca kondisi kaki busi;
- menentukan penyebab mesin brebet saat hujan dan menilai kebocoran tegangan tinggi;
- menelusuri jalur udara masuk dan gas buang, termasuk fungsi saringan udara dan katalis;
- menjelaskan akibat kebocoran pada sistem buang dan penyebab letupan di knalpot.

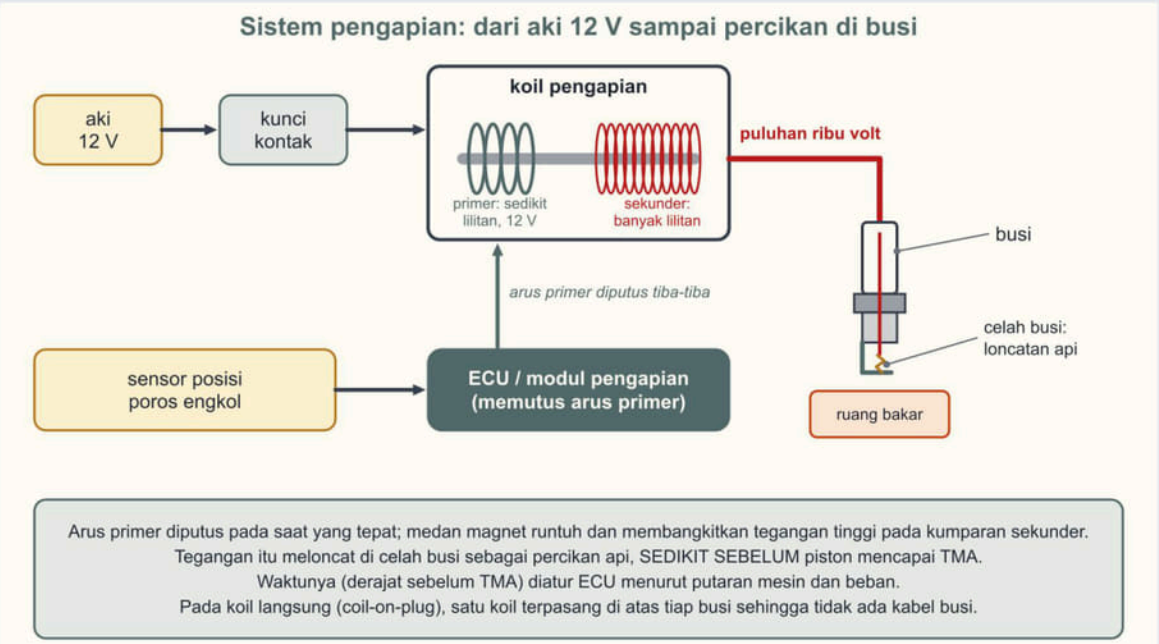
◆ KONSEP INTI

Pembakaran yang baik membutuhkan tiga hal: campuran udara dan bahan bakar yang tepat (sub bab 6.3), percikan api pada waktu yang tepat (sub bab ini), dan jalan keluar yang lancar bagi gas bekas. Sub bab ini membahas **pengapian** sebagai pemicu pembakaran pada mesin bensin, serta **jalur udara masuk dan gas buang** yang mengapit mesin di kedua sisi. Mesin diesel tidak memiliki pengapian, karena solar menyala sendiri oleh panas kompresi.

1. Sistem pengapian

Aki hanya menghasilkan 12 V, sedangkan agar api dapat meloncat melewati celah busi di dalam gas yang dimampatkan, diperlukan tegangan **puluhan ribu volt**. Tugas sistem pengapian adalah menaikkan tegangan itu dan menyalurkannya ke busi pada saat yang tepat. Gambar 6.21 menunjukkan alurnya.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 6.21 Sistem pengapian: dari aki 12 V sampai percikan di busi. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Aki dan kunci kontak** memberi arus ke kumparan primer koil.
- **Koil pengapian** adalah transformator kecil. Pada intinya terdapat dua kumparan: **kumparan primer** (lilitan sedikit, dialiri 12 V) dan **kumparan sekunder** (lilitan sangat banyak). Bila arus primer **diputus mendadak**, medan magnet di sekitarnya runtuh dengan cepat dan membangkitkan **tegangan sangat tinggi** pada kumparan sekunder.
- **ECU atau modul pengapian** memutus-sambung arus primer. Ia mengatur waktunya berdasarkan sinyal **sensor posisi poros engkol** yang memberi tahu posisi piston.
- **Kabel busi** menyalurkan tegangan tinggi ke busi. Pada banyak mobil modern dan sepeda motor, **koil langsung** (*coil-on-plug*) dipasang tepat di atas busi sehingga tidak ada kabel busi.
- **Busi** memunculkan percikan di celahnya di dalam ruang bakar.

Waktu pengapian. Campuran tidak terbakar seketika; pembakaran membutuhkan waktu singkat untuk menjalar. Agar tekanan puncak terjadi tepat setelah piston melewati TMA, percikan diberikan **sedikit sebelum TMA**, dan besarnya dinyatakan dalam **derajat sebelum TMA**. Makin tinggi putaran mesin, makin singkat waktu yang tersedia untuk setiap derajat putaran, sehingga percikan harus dimajukan (dimulai lebih awal). ECU mengaturnya otomatis berdasarkan putaran, beban, dan suhu. Pemeriksaannya memakai **timing light** (sub bab 4.2).

Waktu pengapian yang salah menimbulkan gejala khas:

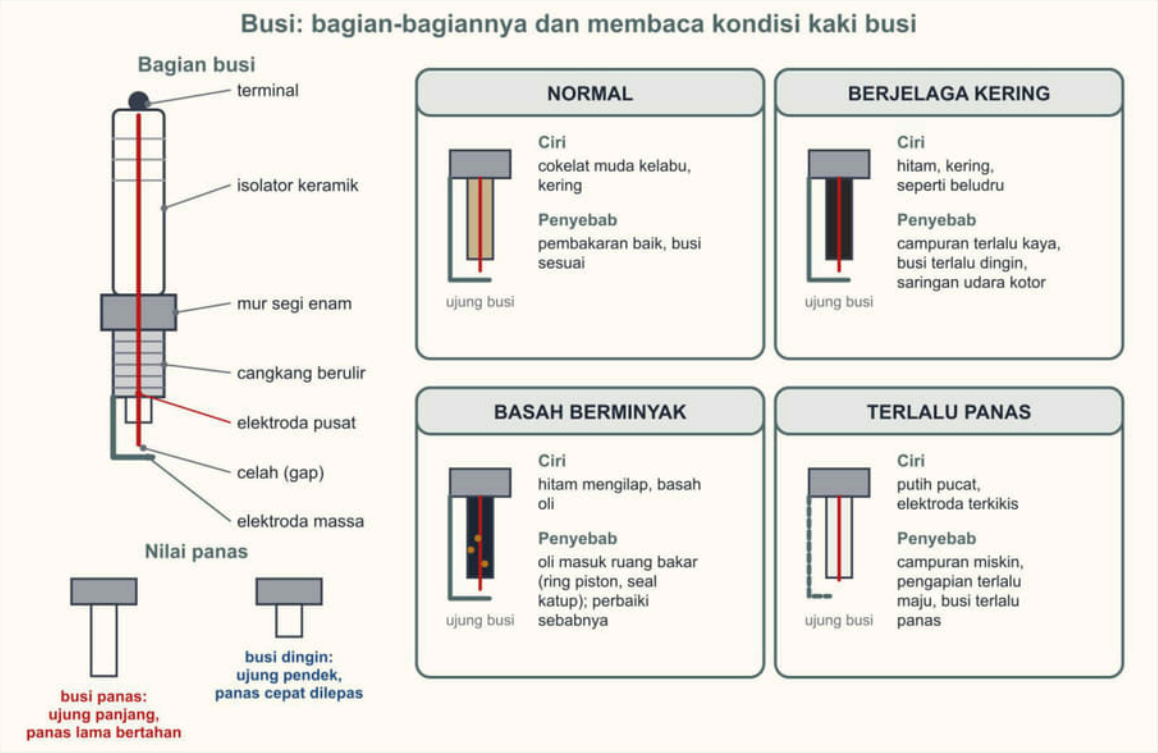
- **Terlalu maju** (percikan terlalu awal): campuran sudah terbakar sebelum piston mencapai TMA, sehingga tekanan pembakaran melawan gerak naik piston. Terdengar ketukan logam "ting-ting" saat akselerasi atau menanjak (*knocking*), tenaga turun, dan mesin bisa rusak bila dibiarkan.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- **Terlalu mundur** (percikan terlambat): pembakaran berlangsung saat piston sudah turun jauh, tenaga turun, boros, knalpot panas, dan terkadang terdengar letupan.

2. Busi

Busi menghasilkan percikan di dalam ruang bakar dan sekaligus menahan panas serta tekanan pembakaran. Bagiannya (Gambar 6.22): **terminal** tempat kabel atau koil, **isolator keramik** yang menahan tegangan tinggi, **mur segi enam** untuk memutar busi, **cangkang berulir** yang masuk ke kepala silinder, **elektroda pusat**, dan **elektroda massa**. Jarak antara kedua elektroda disebut **celah busi**.



Gambar 6.22 Bagian-bagian busi, nilai panas, dan kondisi kaki busi. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Celah busi harus sesuai spesifikasi pabrik (umumnya sekitar satu milimeter atau kurang, diukur dengan pengukur kawat atau feeler gauge). Bila celah **terlalu lebar**, tegangan yang dibutuhkan terlalu besar dan percikan melemah atau tidak muncul, terutama saat tekanan tinggi: mesin brebet. Bila celah **terlalu sempit**, percikan kecil dan lemah. Celah disetel dengan membengkokkan **elektroda massa** secara hati-hati, bukan elektroda pusat. Busi dengan elektroda halus berbahan khusus (misalnya iridium) tidak boleh dibengkokkan sembarangan.

Nilai panas menyatakan seberapa cepat busi melepas panas dari ujungnya. **Busi panas** memiliki ujung isolator yang panjang sehingga panas lama bertahan; cocok untuk mesin ringan atau pemakaian jarak dekat yang jarang panas. **Busi dingin** memiliki ujung pendek yang cepat melepas panas; cocok untuk mesin berbeban berat dan putaran tinggi. Nilai panas yang salah menimbulkan masalah: busi **terlalu panas** membuat ujungnya memijar dan dapat menyalakan campuran sebelum waktunya (pra-nyala); busi **terlalu dingin** tidak cukup panas untuk membakar jelaga sehingga kaki busi kotor. Cara penulisan nilai panas

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

berbeda tiap merek, sehingga selalu mengikuti katalog pabrik.

Membaca kaki busi. Ujung busi yang sudah dipakai menyimpan "catatan" pembakaran di silinder itu (Gambar 6.22):

- **Cokelat muda kelabu dan kering:** normal; pembakaran baik dan busi sesuai.
- **Hitam, kering, berjelaga:** campuran terlalu kaya (saringan udara kotor, choke tersangkut, tekanan bahan bakar tinggi) atau busi terlalu dingin.
- **Hitam mengilap dan basah oleh oli:** oli masuk ke ruang bakar, misalnya karena ring piston atau seal katup aus. Busi yang dibersihkan atau diganti hanya menunda: **penyebab oli masuk harus diperbaiki**.
- **Basah dan berbau bensin:** bensin tidak terbakar, misalnya karena percikan tidak muncul atau campuran terlalu kaya, sehingga ruang bakar "kebanjiran".
- **Putih pucat, elektroda terkikis atau meleleh:** terlalu panas; campuran miskin, pengapian terlalu maju, busi terlalu panas, atau pendinginan buruk.

Karena kondisi kaki busi mencerminkan keadaan masing-masing silinder, satu busi yang berbeda dari tiga lainnya menunjukkan masalah pada silinder itu saja, bukan seluruh sistem.

3. Mesin brebet, dan kebocoran tegangan tinggi saat hujan

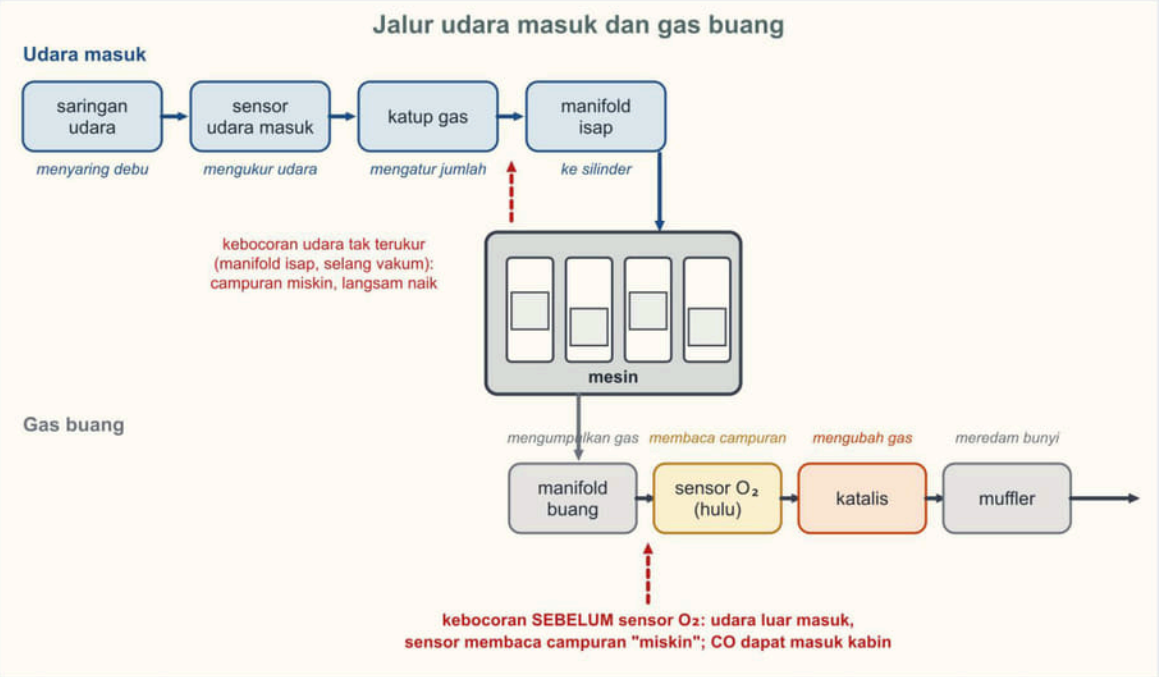
Mesin **brebet** (pincang) berarti ada silinder yang tidak membakar campuran dengan baik. Penyebabnya bisa pengapian (busi kotor atau celah salah, kabel busi atau koil lemah), bahan bakar (injektor tersumbat, tekanan kurang), atau mekanis (kompresi rendah). Untuk koil langsung, ada cara sederhana: **tukar koil antar silinder**. Bila gejala pindah ke silinder lain, koil itu penyebabnya; bila tetap di silinder semula, periksa busi atau injektor silinder itu.

Gejala khas lainnya: mesin **brebet atau mati saat hujan atau lembap**. Tegangan tinggi mencari jalan termudah menuju massa. Bila isolasi kabel busi retak, sepatu busi atau tutup koil lembap atau kotor, tegangan **meloncat ke massa** sebelum sampai ke celah busi. Di tempat gelap kadang terlihat percikan kebiruan atau terdengar bunyi "tik-tik". Penanganannya: keringkan dan bersihkan, ganti kabel, sepatu busi, atau tutup koil yang retak, dan periksa hambatan kabel dengan multimeter menurut spesifikasi (sub bab 5.3). Perhatikan juga soal keselamatan: **jangan memegang kabel busi atau koil saat mesin hidup**; sengatannya sakit dan berbahaya bagi orang tertentu.

4. Pemasukan udara

Udara yang masuk harus bersih dan terukur. Perjalanan udara: **saringan udara** (menahan debu), **sensor udara masuk** (pada mobil injeksi), **katup gas** (mengatur jumlah udara), **manifold isap** (membagi udara ke tiap silinder), lalu ke silinder (Gambar 6.23).

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 6.23 Jalur udara masuk dan gas buang. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

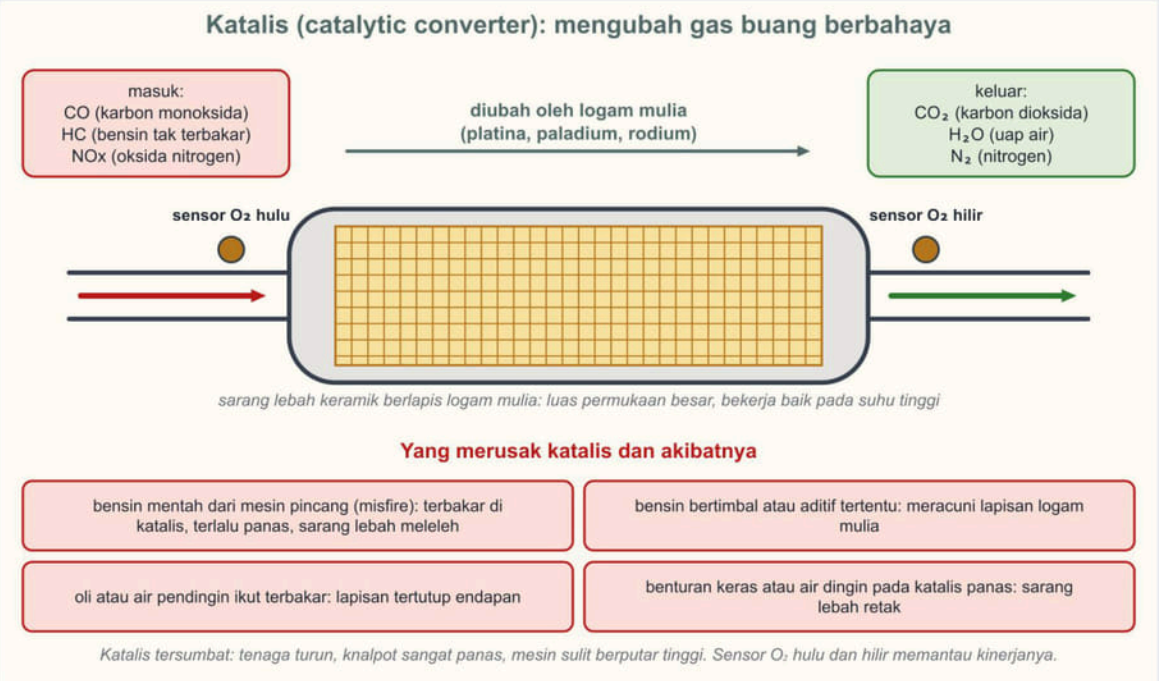
- **Saringan udara tersumbat** mengurangi aliran udara. Pada mesin berkarburator, campuran menjadi **terlalu kaya** (boros, asap hitam, busi hitam). Pada mesin injeksi, ECU sebagian menyesuaikan, tetapi tenaga tetap turun dan konsumsi naik; pada diesel timbul asap hitam pekat. Saringan diganti sesuai jadwal atau bila kotor berat. Saringan kertas tidak boleh dicuci dengan air.
- **Kebocoran udara** pada manifold isap, paking manifold, atau selang vakum memasukkan **udara yang tidak terukur**. Campuran menjadi **miskin**, putaran langsam naik atau tidak stabil, dan kadang terdengar desis.

5. Pembuangan dan katalis

Setelah pembakaran, gas bekas mengalir lewat **manifold buang**, **pipa buang**, **sensor oksigen (O_2)** di bagian hulu, **katalis**, lalu **muffler** (peredam suara) sebelum keluar di ujung pipa (Gambar 6.23). Muffler meredam bunyi pembakaran dengan sekat-sekat di dalamnya.

Gas buang mengandung zat berbahaya: **karbon monoksida (CO)**, **hidrokarbon (HC)** atau bahan bakar yang tidak terbakar, dan **oksida nitrogen (NOx)**. **Katalis** (*catalytic converter*) mengubahnya menjadi zat yang jauh kurang berbahaya, yaitu karbon dioksida, uap air, dan nitrogen (Gambar 6.24).

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 6.24 Katalis: mengubah gas buang berbahaya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Di dalam katalis ada **sarang lebah keramik** yang dilapisi logam mulia (platina, paladium, rodium). Bentuk sarang lebah membuat luas permukaannya besar, dan logam mulia mempercepat reaksi kimia pada suhu tinggi. Karena itu katalis bekerja baik setelah panas. Katalis dapat rusak oleh: **bensin mentah** dari mesin yang pincang (terbakar di katalis, terlalu panas, dan sarang lebah meleleh), **bensin bertimbal atau aditif tertentu** yang meracuni lapisan logam mulia (maka kendaraan berkatalis wajib memakai bensin tanpa timbal), **oli atau air pendingin** yang ikut terbakar, serta benturan keras. Katalis yang tersumbat membuat gas buang sulit keluar sehingga **tenaga turun dan knalpot sangat panas**.

Sensor O_2 di hulu (sebelum katalis) mengirim data kadar oksigen sisa ke ECU untuk menakar bahan bakar; sensor di hilir (setelah katalis) memantau apakah katalis bekerja.

6. Kebocoran dan letupan pada sistem buang

Kebocoran pipa buang (lubang, paking manifold, sambungan) menimbulkan beberapa akibat:

- **suara keras atau menggelegar** dari bawah kendaraan, terutama saat akselerasi, dan tenaga turun;
- bila lubang berada **sebelum sensor O_2**, udara luar ikut tersedot ke pipa dan sensor membaca campuran lebih miskin daripada kenyataan. ECU lalu menambah bahan bakar sehingga campuran sebenarnya menjadi kaya, boros, dan lampu *check engine* dapat menyala;
- **gas buang, termasuk karbon monoksida, dapat masuk ke kabin** bila kebocoran dekat kabin. Karena CO tidak berbau dan sangat berbahaya (sub bab 2.1), kebocoran

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

seperti ini harus segera diperbaiki.

Perbaikan yang benar adalah **mengelas atau mengganti bagian yang berlubang** serta mengganti paking. Lakban, pasta biasa, atau tambalan sementara tidak tahan panas knalpot dan bukan perbaikan permanen.

Letupan di knalpot terjadi bila **bahan bakar yang belum terbakar** mencapai pipa buang lalu menyala di sana. Penyebabnya banyak, dan karena itu jangan langsung menyalahkan busi: campuran terlalu kaya, pengapian lemah atau salah satu silinder tidak menyala (misfire), waktu pengapian terlalu mundur, katup buang bocor atau celah katup terlalu rapat, serta udara yang masuk lewat sambungan pipa buang yang bocor. Urutan pemeriksaan yang masuk akal: apakah ada silinder yang tidak menyala, bagaimana campuran dan saringan udara, lalu waktu pengapian, kemudian katup dan kebocoran sistem buang.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Membaca kondisi busi dari tiga mobil

Tiga mobil membawa busi yang baru dilepas. Mobil A: busi hitam, kering, seperti beludru; mobil sering dipakai macet dan saringan udaranya sangat kotor. Mobil B: busi basah dan berbau bensin; mobil sulit dihidupkan dan chokenya sering tersangkut. Mobil C: busi putih pucat dengan elektroda terkikis; mesinnya cepat panas. Tentukan kondisi masing-masing dan langkah pertamanya.

Langkah:

1. Mobil A: hitam kering menandakan campuran terlalu kaya akibat udara kurang; langkah pertama mengganti atau membersihkan saringan udara, lalu memeriksa campuran.
2. Mobil B: basah berbau bensin menandakan bensin tidak terbakar dan membanjiri ruang bakar; periksa choke, campuran, dan percikan busi, bukan hanya mengeringkan busi.
3. Mobil C: putih pucat dan elektroda terkikis menandakan terlalu panas; periksa kebocoran udara, tekanan bahan bakar, waktu pengapian, dan sistem pendingin, serta nilai panas busi.
4. Busi baru tanpa memperbaiki penyebab hanya menunda masalah.

Jawaban: A: campuran kaya (saringan udara); B: kebanjiran bensin (choke dan pengapian); C: terlalu panas (miskin atau pengapian terlalu maju). Penyebabnya diperbaiki, bukan hanya businya diganti.

Contoh 2: Mesin brebet saat hujan

Sebuah mobil bensin berumur delapan tahun berjalan baik saat kering, tetapi brebet dan hampir mati bila hujan atau saat mesin dicuci. Di tempat gelap terlihat percikan kebiruan di dekat kabel busi, dan terdengar "tik-tik". Apa dugaan penyebab dan langkah penanganannya?

Langkah:

1. Gejala muncul bila lembap dan ada percikan di luar busi: tegangan tinggi bocor ke massa.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

2. Jalur tegangan tinggi: koil, kabel busi, sepatu busi. Isolasi kabel yang retak karena usia atau sepatu busi yang kotor dan lembap menjadi jalan pintas.
3. Periksa kabel dan sepatu secara visual; ukur hambatan kabel dengan multimeter dan bandingkan dengan spesifikasi.
4. Ganti kabel yang retak atau hambatannya di luar spesifikasi, bersihkan dan keringkan sepatu dan tutup koil. Selama pemeriksaan di mesin hidup, jangan menyentuh kabel.

Jawaban: kebocoran tegangan tinggi lewat isolasi kabel atau sepatu busi yang retak dan lembap. Kabel yang rusak diganti; membiarkannya hanya menunggu cuaca kering adalah jebakan.

Contoh 3: Waktu pengapian dan putaran mesin

Waktu pengapian sebuah mesin disetel 12° sebelum TMA pada 1.500 rpm. Berapa milidetik sebelum TMA percikan terjadi? Berapa milidetik yang dicakup 12° bila putarannya 6.000 rpm, dan apa artinya?

Langkah:

1. Satu putaran 360°. Pada 1.500 rpm, satu putaran membutuhkan 60 ÷ 1.500 = 0,04 detik = 40 milidetik.
2. 12° adalah 12 ÷ 360 = 1/30 putaran, jadi 40 ÷ 30 ≈ 1,33 milidetik.
3. Pada 6.000 rpm, satu putaran 60 ÷ 6.000 = 0,01 detik = 10 milidetik; 12° menjadi 10 ÷ 30 ≈ 0,33 milidetik.
4. Pada putaran tinggi, 12° hanya memberi sepertiga milidetik, jauh lebih singkat dari waktu yang dibutuhkan pembakaran menjalar.

Jawaban: sekitar 1,33 ms pada 1.500 rpm, dan sekitar 0,33 ms pada 6.000 rpm. Agar pembakaran sempat berlangsung sebelum piston turun jauh, percikan pada putaran tinggi harus dimajukan lebih banyak derajat. Perhitungan ini disederhanakan; ECU memakai peta waktu pengapian yang diperhitungkan pabrik.

Contoh 4: Menyetel celah busi

Menurut spesifikasi (data contoh), celah busi sebuah mesin adalah 0,8 sampai 0,9 mm. Setelah diukur dengan pengukur kawat, celah busi baru itu 1,2 mm. Bagaimana penilaian dan penyetelannya?

Langkah:

1. Bandingkan: 1,2 mm lebih besar daripada 0,9 mm, jadi celah terlalu lebar.
2. Akibat bila dipasang: tegangan yang dibutuhkan lebih besar, percikan lemah atau tidak muncul saat tekanan tinggi, dan mesin brebet.
3. Setel: tekuk elektroda massa perlahan ke arah elektroda pusat sampai pengukur dengan ketebalan 0,85 mm sedikit seret. Jangan menekan atau membengkokkan elektroda pusat dan jangan mengetuk busi.
4. Pasang busi dengan kekuatan sesuai manual; ulir dibersihkan lebih dulu.

Jawaban: celah 1,2 mm terlalu lebar; disetel ke rentang 0,8 sampai 0,9 mm dengan membengkokkan elektroda massa. Busi baru pun perlu dicek celahnya sebelum dipasang.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

❖ PETA KONSEP

Ringkasan sub bab ini terlihat pada Gambar 6.25.



Gambar 6.25 Peta konsep sub bab 6.5. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- Koil mengubah 12 V menjadi puluhan ribu volt saat arus primer diputus; percikan terjadi sedikit sebelum TMA.
- Pengapian terlalu maju: ketukan ting-ting dan tenaga turun; terlalu mundur: tenaga turun dan boros.
- Busi: celah sesuai spesifikasi (dibengkokkan di elektroda massa); nilai panas sesuai mesin.
- Kaki busi: cokelat muda kelabu normal; hitam kering kaya; basah oli = oli masuk (perbaiki sebabnya); putih terlalu panas.
- Brebet saat hujan: kabel atau sepatu busi lembap atau retak, tegangan bocor ke massa; jangan memegang kabel saat mesin hidup.
- Saringan udara kotor: campuran kaya; kebocoran udara: campuran miskin.
- Katalis mengubah CO, HC, NOx menjadi CO_2, H_2O, N_2; dirusak bensin mentah, timbal, oli.
- Kebocoran buang sebelum sensor O_2 menipu ECU; CO dapat masuk kabin; perbaiki dengan las atau ganti, bukan lakban.
- Letupan knalpot: bahan bakar belum terbakar menyala di pipa buang; cari sebabnya, jangan langsung ganti busi.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Soal pengapian dan pembuangan biasanya menyajikan tabel atau gejala, lalu meminta penyebab. Gunakan langkah berikut.

1. **Baca setiap baris tabel satu per satu.** Tanyakan: normal atau menyimpang, dan

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

menyimpang ke arah mana?

2. **Hubungkan dengan arah campuran dan suhu:** kaya (hitam kering), miskin atau panas (putih), oli masuk (basah oli).
3. **Cari penyebab di hulunya,** misalnya oli masuk ruang bakar, bukan hanya busi sebagai akibatnya.
4. **Pada soal pembuangan, ingat tiga akibat kebocoran:** suara dan tenaga turun, sensor O_2 tertipu, dan CO masuk kabin.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Membersihkan atau mengganti busi** padahal penyebabnya oli masuk ruang bakar.
- **Menganggap letupan knalpot pasti kesalahan busi.**
- **Membiarkan kabel busi lembap atau retak** "karena hanya saat hujan".
- **Menutup lubang knalpot dengan lakban** atau menganggap kebocoran hanya soal bunyi.
- **Mengira pengapian terlalu maju hanya menurunkan tenaga,** padahal juga menimbulkan ketukan.
- **Mengatur celah busi dengan membengkokkan elektroda pusat.**

> Contoh salah tafsir: pada soal tentang mobil yang berletupan di knalpot saat gas dilepas, seorang siswa memilih "ganti busi karena letupan pasti berasal dari busi". Padahal letupan terjadi bila bahan bakar belum terbakar menyala di pipa buang, dan penyebabnya dapat campuran kaya, pengapian mundur, katup, atau kebocoran sambungan buang. Jawaban yang tepat memeriksa campuran dan pengapian secara berurutan, bukan langsung mengganti busi.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menyajikan tabel kondisi kaki busi keempat silinder pada mesin yang berasap biru dan boros oli. Perhatikan bagaimana busi yang berbeda menunjuk satu silinder, dan mengapa mengganti busi saja tidak menuntaskan masalah.

►. Siswa melepas keempat busi sebuah mesin bensin yang asapnya mulai kebiruan dan konsumsi olinya meningkat (2027). Kondisi kaki busi dicatat pada tabel.

Silinder	Kondisi kaki busi
1	cokelat muda kelabu, kering
2	cokelat muda kelabu, kering
3	hitam, basah berminyak
4	cokelat muda kelabu, kering

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Busi silinder 1, 2, dan 4 menunjukkan pembakaran yang normal.	○	○
Busi silinder 3 yang basah berminyak menunjukkan oli masuk ke ruang bakar silinder itu.	○	○
Mengganti busi silinder 3 dengan yang baru sudah menyelesaikan masalah silinder itu secara tuntas.	○	○

Pembahasan **Kunci: 1B 2B 3S**

Konsep: Kondisi busi mencerminkan keadaan pembakaran di silinder. Busi basah berminyak menandakan oli masuk ke ruang bakar; penyebabnya harus diperbaiki, bukan hanya businya diganti.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** Warna cokelat muda kelabu dan kering adalah ciri busi pada pembakaran normal.

• **Pernyataan 2 → Benar.** Kaki busi basah berminyak, ditambah asap kebiruan dan oli berkurang, menunjukkan oli terbakar di silinder 3 (misalnya karena cincin piston atau seal katup).

• **Pernyataan 3 → Salah.** Jebakan: mesin mungkin terasa lebih baik sebentar, tetapi oli tetap masuk ke ruang bakar sehingga busi baru akan kotor lagi.

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk tiap soal, tulis dulu apa yang terjadi di dalam silinder atau di pipa buang.

1. Teknisi ingin mengukur arus yang ditarik motor starter sebuah mobil saat starter diputar; arus itu diperkirakan sekitar 150 A (2027). Di meja tersedia multimeter digital biasa (batas arus 10 A) dan multimeter tang (clamp meter) berkemampuan 600 A.

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Alat yang paling tepat dan alasannya adalah ....

A. multimeter biasa pada skala 10 A, karena skala arus tertinggi sudah cukup

B. multimeter biasa pada skala tegangan, karena arus dapat dihitung dari tegangan aki saja

C. multimeter biasa dipasang paralel pada starter, karena arus besar harus diukur paralel

D. multimeter tang, karena mengukur arus besar tanpa memutus kabel dan melampaui 150 A

E. tidak ada yang cocok, karena arus starter tidak dapat diukur

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

2. Mobil dengan pedal gas elektronik memakai dua sensor posisi pedal: sensor 1 memberi tegangan 0,5–4,5 V, dan sensor 2 selalu setengah dari sensor 1 (2027). ECU membandingkan kedua sinyal. Teknisi mencatat tegangan pada dua mobil.

Posisi pedal	Mobil X: sensor 1 / sensor 2	Mobil Y: sensor 1 / sensor 2
Dilepas	0,50 V / 0,25 V	0,50 V / 0,25 V
Setengah	2,50 V / 1,25 V	2,50 V / 0,25 V
Penuh	4,50 V / 2,25 V	4,50 V / 0,25 V

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Pernyataan manakah yang **benar**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Mobil X salah karena sensor 2 selalu lebih kecil daripada sensor 1
☐ B. Mobil X normal karena sensor 2 selalu setengah dari sensor 1
☐ C. Mobil Y mengalami gangguan karena sensor 2 tidak mengikuti sensor 1
☐ D. Mobil Y normal karena sensor 1 berubah dari 0,5 V ke 4,5 V
☐ E. Pada mobil Y, ECU yang mendeteksi selisih itu dapat membatasi tenaga mesin

Kunci singkat: 1. D 2. B, C, E

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menjelaskan mengapa percikan harus diberikan sebelum TMA dan apa yang terjadi bila terlalu maju?
- Mengapa busi yang basah oli tidak cukup diganti dengan busi baru?
- **Yang harus kuingat:** baca kaki busi sebagai catatan pembakaran, perbaiki penyebabnya, dan jangan mengabaikan kebocoran pada sistem buang.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 6.5: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkto&node=SMKTO-6.5

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Kuis Akhir Bab 6

SMKTO-KB6

Jumlah soal: 25 **Waktu anjuran:** 60 menit

Kerjakan sendiri dan berwaktu. Setelah selesai, cocokkan dengan kunci di Bagian D, isi tabel skor, lalu lihat anjuran di bawahnya.

Kerjakan Kuis Bab 6 di LMS

Skor dan progresmu tersimpan di LMS.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkto&node=SMKTO-KB6

1. Teknisi mengukur tiga silinder sebuah mesin dengan jam ukur (bore gauge) dan piston dengan mikrometer (2027). Manual menyatakan celah piston dengan silinder standar 0,03–0,05 mm, dan batas pakai 0,10 mm.

Silinder	Diameter silinder	Diameter piston
1	72,01 mm	71,97 mm
2	72,06 mm	71,97 mm
3	72,12 mm	71,97 mm

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Silinder yang celahnya sudah melewati batas pakai dan perlu ditindaklanjuti adalah ....

A. silinder 2 dan 3, karena celahnya melebihi standar 0,05 mm
B. silinder 1 saja, karena celahnya paling mendekati standar
C. silinder 3 saja, karena celahnya 0,15 mm melebihi batas pakai 0,10 mm
D. ketiga silinder, karena piston lebih kecil daripada silinder pada semua baris
E. tidak ada, karena semua celah kurang dari 0,20 mm

2. Sebuah sepeda motor empat langkah yang baru selesai dioverhaul mengeluarkan asap kebiruan dan oli mesinnya cepat berkurang (2027). Nanda, mekanik, menduga komponen pada piston yang bertugas menyapu oli berlebih dari dinding silinder tidak terpasang dengan benar.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Komponen yang dimaksud adalah ....

A. ring oli
B. ring kompresi atas
C. pena piston
D. bantalan batang piston
E. katup buang

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

3. Mesin empat silinder sebuah mobil pincang dan air pendingin berkurang (2027). Uji kompresi (spesifikasi 11–12 bar, minimal 9 bar) memberi hasil di bawah. Pada silinder 2 dan 3, kompresi tidak naik walau sedikit oli diteteskan ke silinder (uji basah). Saat mesin hidup, tampak gelembung di tabung cadangan air pendingin.

Silinder	1	2	3	4
Kompresi (bar)	11,5	6,0	6,2	11,4

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penyebab yang paling mungkin adalah ....

A. ring piston silinder 2 dan 3 aus bersamaan
B. busi silinder 2 dan 3 salah jenis
C. bantalan poros engkol pada silinder 2 dan 3 aus
D. katup isap silinder 2 dan 3 terlalu rapat celahnya
E. gasket kepala bocor di antara silinder 2 dan 3

4. Dalam pelajaran dasar mesin, siswa menyusun peran komponen utama sebuah mesin bensin empat silinder (2027) dan guru memeriksa penjelasannya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan manakah yang **benar**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Poros engkol mengubah gerak putar menjadi gerak lurus bolak-balik piston
☐ B. Batang piston menghubungkan piston dengan poros engkol
☐ C. Roda gila (flywheel) berfungsi mendinginkan oli mesin
☐ D. Gasket kepala silinder menyekat ruang bakar serta saluran oli dan pendingin
☐ E. Poros engkol mengubah gerak lurus piston menjadi gerak putar

5. Siswa merakit kembali mesin setelah overhaul di bengkel sekolah (2027), meliputi memasang ring pada piston, merakit bantalan, dan memasang kepala silinder. Guru menekankan prosedur yang benar.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan manakah yang **benar**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Memasang ring dengan celah ujung tidak segaris antar-ring
☐ B. Mengencangkan baut kepala silinder berurutan searah sampai kencang penuh sekaligus
☐ C. Mengolesi piston dan bantalan dengan oli mesin bersih sebelum dirakit
☐ D. Memasang ring dengan tanda huruf menghadap ke bawah
☐ E. Mengencangkan baut kepala silinder bersilang dan bertahap dengan kunci momen

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

6. Sebuah mobil bensin pincang pada putaran tinggi dan terdengar bunyi "tik-tik" dari kabel busi di bawah kap (2027). Teknisi memeriksa kabel busi, koil, dan celah busi, lalu menyusun beberapa pernyataan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan manakah yang **benar**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Celah busi yang terlalu besar membuat tegangan yang dibutuhkan untuk meloncat menjadi lebih kecil
☐ B. Kabel busi yang retak tidak berpengaruh pada percikan karena tegangannya selalu cukup
☐ C. Kabel busi yang retak dapat membuat percikan meloncat ke bodi sebelum sampai ke busi
☐ D. Koil yang lemah menghasilkan percikan lemah sehingga mesin pincang
☐ E. Celah busi yang terlalu besar membuat tegangan yang dibutuhkan menjadi lebih tinggi

7. Mobil injeksi milik Pak Lukman boros dan sedikit brebet saat langsam (2027). Menurut manual, tekanan bahan bakar saat langsam 2,7 bar. Bila selang vakum pada regulator tekanan dicabut, tekanan seharusnya naik sekitar 0,5 bar. Teknisi memasang pengukur tekanan: pada langsam tekanan 2,7 bar, tetapi setelah selang vakum dicabut tekanan tetap 2,7 bar.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kesimpulan yang paling tepat adalah ....

A. pompa bahan bakar lemah, karena tekanannya tidak naik saat selang vakum dicabut
B. regulator rusak, karena tekanan tidak berubah saat vakum dicabut
C. saringan bahan bakar tersumbat, karena tekanan langsamnya sudah sesuai standar
D. injektor bocor, karena bahan bakar berlebih menahan kenaikan tekanan
E. sistem normal, karena tekanan langsam 2,7 bar sudah sesuai manual

8. Lampu peringatan tekanan oli sebuah mobil menyala berkedip saat langsam setelah mesin panas, lalu padam ketika putaran dinaikkan (2027). Teknisi memasang pengukur tekanan oli. Level oli normal, oli sesuai spesifikasi, dan saringan oli baru diganti.

Kondisi (mesin panas)	Tekanan terukur	Tekanan minimum
Langsam 800 rpm	0,6 bar	1,0 bar
3.000 rpm	2,8 bar	2,5 bar

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penyebab yang paling mungkin adalah ....

A. pompa oli rusak total, karena tekanan di langsam rendah
B. saringan oli tersumbat, karena tekanan di langsam rendah
C. celah bantalan poros engkol aus sehingga oli bocor di putaran rendah
D. oli terlalu kental, karena tekanan yang rendah berasal dari oli yang tebal
E. pengukur tekanan rusak, karena tekanan di 3.000 rpm terlalu tinggi

9. Seorang siswa PKL membongkar piston dan batang piston sebuah mesin di bengkel resmi (2027), lalu menjelaskan peran komponen yang ia temukan kepada temannya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** pada setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Ring kompresi menyekat ruang bakar agar tekanan tidak bocor ke bak engkol.	○	○
Bantalan (metal) mengurangi gesekan antara poros engkol dan batang piston.	○	○
Pena piston menghubungkan poros engkol dengan roda gila.	○	○

10. Mobil antar-jemput sekolah hanya menempuh jarak pendek dan sering terjebak macet, sehingga mesinnya jarang mencapai suhu tinggi (2027). Teknisi mencoba tiga tipe busi pada tiga mobil yang sama pemakaiannya selama dua minggu, lalu memeriksa kaki busi.

Tipe busi	Kondisi kaki busi setelah dua minggu
Busi tipe dingin	hitam pekat dan berjelaga basah
Busi tipe standar	agak hitam dan berjelaga kering
Busi tipe panas	cokelat muda dan bersih

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Busi yang paling cocok untuk pemakaian mobil tersebut adalah ....

A. busi tipe dingin, karena membuang panas lebih cepat sehingga lebih awet
B. busi tipe standar, karena kondisinya berada di tengah-tengah
C. ketiganya sama, karena warna kaki busi tidak berhubungan dengan pemakaian
D. busi tipe panas, karena menahan panas sehingga membakar jelaga sendiri
E. busi tipe dingin, karena berjelaga hitam berarti menyala lebih kuat

11. Sebuah mobil bensin lulus uji emisi setelah knalpotnya dipasangi komponen berbentuk tabung berisi lapisan logam mulia dekat manifold buang (2027). Siswa PKL, Bagas, menanyakan fungsi komponen itu kepada teknisi.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Jawaban yang paling tepat adalah ....

A. meredam suara gas buang agar knalpot tidak bising
B. mengubah gas buang berbahaya menjadi gas yang lebih aman
C. menaikkan tekanan gas buang agar tenaga mesin bertambah
D. menyaring debu dari udara sebelum masuk ke ruang bakar
E. mendinginkan gas buang agar suhu knalpot tidak melebihi 100 °C

12. Mesin sebuah mobil di bengkel sekolah cepat mencapai suhu kerja saat dihidupkan pagi hari (2027). Guru menjelaskan bahwa ada komponen pada sistem pendingin yang tetap tertutup saat mesin dingin dan baru membuka setelah mesin mencapai suhu kerja, supaya air pendingin mulai mengalir ke radiator.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Komponen itu adalah ....

A. tutup radiator
B. pompa air
C. kipas radiator
D. termostat
E. selang bawah radiator

13. Pada servis berkala mobil injeksi di bengkel sekolah (2027), Lia, siswa PKL, mengganti saringan bahan bakar. Pembimbing menanyakan fungsi komponen itu agar Lia memahami alasan penggantian berkala.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Fungsi saringan bahan bakar adalah ....

A. menaikkan tekanan bahan bakar sebelum masuk ke injektor
B. mengatur banyaknya bahan bakar yang masuk ke silinder
C. menyaring kotoran dan air agar injektor tidak tersumbat
D. mencampur bahan bakar dengan udara sebelum masuk ruang bakar
E. mengembalikan sisa bahan bakar dari injektor ke tangki

14. Teknisi mengukur celah katup sebuah mesin dua silinder pada mesin dingin (2027). Spesifikasi manual: katup isap 0,10–0,15 mm dan katup buang 0,25–0,30 mm.

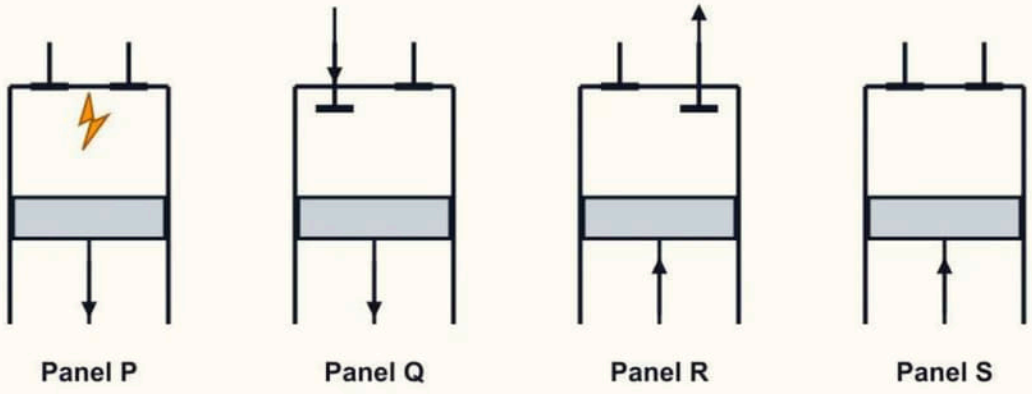
Katup	Hasil ukur
Isap silinder 1	0,12 mm
Buang silinder 1	0,22 mm
Isap silinder 2	0,17 mm
Buang silinder 2	0,28 mm

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Katup yang perlu disetel ulang adalah ....

A. isap silinder 2 dan buang silinder 1
B. seluruh katup, karena tidak ada yang tepat di angka tengah spesifikasi
C. isap silinder 1 dan buang silinder 2
D. hanya buang silinder 1, karena celahnya paling kecil
E. tidak ada, karena semua celah kurang dari 0,30 mm

15. Gambar menunjukkan empat penampang silinder sebuah mesin bensin empat langkah, dengan katup isap di kiri dan katup buang di kanan (2027). Panah di piston menunjukkan arah gerak piston, dan tanda petir jingga menunjukkan percikan busi. Urutan panel pada gambar sengaja diacak.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Panel yang menunjukkan langkah kompresi adalah ....



A. Panel P, karena piston berada di bagian bawah dan busi memercik
B. Panel Q, karena piston bergerak turun dan katup isap terbuka
C. Panel R, karena piston bergerak naik dan katup buang terbuka
D. Panel S, karena piston naik dengan kedua katup tertutup
E. Panel P dan S, karena keduanya memiliki kedua katup tertutup

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

16. Guru membandingkan sebuah mesin sepeda motor dua langkah dengan mesin empat langkah di bengkel sekolah (2027), lalu meminta siswa menilai beberapa pernyataan. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Pernyataan manakah yang **benar**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Pada mesin empat langkah, satu langkah usaha terjadi setiap dua putaran poros engkol
☐ B. Mesin dua langkah memerlukan dua putaran poros engkol untuk satu langkah usaha
☐ C. Mesin dua langkah memakai katup isap dan buang yang digerakkan poros kam seperti mesin empat langkah
☐ D. Pada mesin dua langkah, satu langkah usaha terjadi setiap satu putaran poros engkol
☐ E. Mesin dua langkah umumnya memakai lubang pada dinding silinder untuk memasukkan dan mengeluarkan gas

17. Bengkel sekolah memiliki dua mesin latih: satu berkarburator dan satu berinjeksi elektronik (2027). Guru membandingkan keduanya di depan siswa. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Pernyataan manakah yang **benar**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Karburator memakai ECU dan injektor untuk mengatur banyaknya bahan bakar
☐ B. Karburator mengatur campuran secara mekanis memakai pelampung dan jet
☐ C. Sistem injeksi menyemprotkan bahan bakar bertekanan lewat injektor
☐ D. Sistem injeksi tidak memerlukan pompa bahan bakar karena bahan bakar mengalir sendiri
☐ E. Pada sistem injeksi, jumlah bahan bakar ditentukan oleh lama injektor terbuka

18. Sebagai latihan, Rani menutup lubang busi sebuah mesin bensin empat langkah dengan ibu jari lalu memutar poros engkol perlahan (2027). Ia merasakan tekanan udara yang mendorong ibu jarinya paling kuat ketika piston bergerak naik dan kedua katup sedang tertutup. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Langkah yang sedang terjadi saat itu adalah ....

A. langkah isap, di awal siklus
B. langkah kompresi
C. langkah usaha, setelah percikan busi
D. langkah buang, di akhir siklus
E. langkah bilas, pada mesin dua langkah

19. Siswa mempelajari sebuah karburator sepeda motor tua di bengkel sekolah (2027) dan guru meminta mereka menilai pernyataan berikut tentang bagian-bagiannya.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** pada setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Pelampung dan katup jarum menjaga tinggi bensin pada ruang pelampung.	○	○
Choke dibuka penuh untuk memperkaya campuran saat mesin dingin.	○	○
Sekrup campuran langsam mengubah perbandingan udara dan bensin saat langsam.	○	○

20. Pelanggan sebuah bengkel meminta ganti oli mesin saja tanpa mengganti saringan oli karena ingin menghemat biaya (2027). Saringan oli lama sudah dipakai 10.000 km. Sari, service advisor, menjelaskan pilihan terbaik.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penjelasan yang paling tepat adalah ....

A. saringan oli diganti bersama oli agar oli baru tidak tercemar
B. saringan oli cukup diganti tiap dua kali ganti oli, karena saringan selalu bersih
C. saringan oli tidak perlu diganti selama oli yang dipakai adalah oli sintetis
D. saringan oli diganti hanya bila lampu oli menyala, karena itu tanda satu-satunya
E. saringan oli diganti bersama busi, karena keduanya memiliki jadwal yang sama

21. Truk diesel sebuah armada mengeluarkan asap hitam pekat saat akselerasi dan tenaganya turun (2027). Mekanik Yadi memeriksa dan mendapati saringan udara sangat kotor dan tersumbat debu, sedangkan saringan solar masih bersih dan tekanan injeksi sesuai spesifikasi.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penyebab asap hitam dan tindakan yang paling tepat adalah ....

A. bahan bakar terlalu sedikit; menaikkan putaran langsam agar solar bertambah
B. oli mesin terlalu banyak; menguras oli sampai batas minimum
C. air pendingin berkurang; menambah air pendingin pada radiator
D. saringan solar tersumbat; mengganti saringan solar dan membuang udara dari sistem
E. udara kurang sehingga solar tak terbakar sempurna; ganti saringan udara

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

22. Siswa mempelajari sistem pembuangan sebuah mobil injeksi dari ruang bakar hingga ujung knalpot, lengkap dengan sensor oksigen, katalis, dan muffler (2027). Guru meminta mereka menyusun urutan dan fungsi komponennya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan manakah yang **benar**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Katalis dipasang setelah muffler agar suhunya rendah
☐ B. Gas buang melewati manifold buang lebih dulu sebelum sampai ke katalis
☐ C. Muffler berfungsi meredam suara gas buang
☐ D. Katalis memerlukan suhu tinggi sehingga biasanya dipasang dekat manifold buang
☐ E. Sensor oksigen dipasang di ujung knalpot paling belakang

23. Seorang pelanggan bertanya kepada mekanik di bengkel resmi (2027) mengapa pabrikan menganjurkan memakai cairan pendingin (coolant) dan tutup radiator bertekanan, bukan air biasa dan tutup tanpa tekanan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** pada setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Cairan pendingin yang dicampur air sesuai takaran menaikkan titik didih dan menurunkan titik beku dibandingkan air biasa.	○	○
Tutup radiator bertekanan menurunkan titik didih air pendingin.	○	○
Kipas radiator membantu mengalirkan udara melalui radiator saat kendaraan berhenti.	○	○

24. Sebuah mobil di bengkel sekolah selalu panas berlebih setelah menempuh perjalanan jauh (2027). Level air pendingin cukup dan tidak ada kebocoran yang terlihat. Siswa mendaftar beberapa kemungkinan penyebabnya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kemungkinan penyebab manakah yang **tepat**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Termostat macet dalam keadaan tertutup sehingga air tidak mengalir ke radiator
☐ B. Sirip radiator tersumbat lumpur dan serangga sehingga panas tidak terlepas
☐ C. Kipas radiator berputar lebih cepat daripada standar sehingga mesin terlalu dingin
☐ D. Tutup radiator tidak menahan tekanan sehingga titik didih pendingin turun
☐ E. Oli mesin terisi sedikit di atas batas atas sehingga mesin ikut panas

25. Pada sebuah mobil bensin, busi harus memercik pada tegangan puluhan ribu volt padahal tegangan aki hanya 12 V (2027). Dewa, siswa PKL, diminta menyebut komponen yang menaikkan tegangan aki sebelum disalurkan ke busi.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Komponen itu adalah ....

A. alternator
B. sekering utama
C. relai starter
D. saklar kunci kontak
E. koil pengapian

Tabel skor dan anjuran

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 6.1 · Komponen utama mesin	1, 2, 3, 4, 5, 9	___ / 6	Ulangi hlm. 381
Sub bab 6.2 · Siklus kerja dan mekanisme katup	14, 15, 16, 18	___ / 4	Ulangi hlm. 393
Sub bab 6.3 · Sistem bahan bakar: injeksi, karburator, dan diesel	7, 13, 17, 19, 21	___ / 5	Ulangi hlm. 405
Sub bab 6.4 · Sistem pendingin dan pelumasan	8, 12, 20, 23, 24	___ / 5	Ulangi hlm. 416
Sub bab 6.5 · Sistem pengapian, pemasukan udara, dan pembuangan	6, 10, 11, 22, 25	___ / 5	Ulangi hlm. 428

Skor 70 % atau lebih: lanjut ke bab berikutnya. Skor 50–69 %: ulangi sub bab pada tabel yang kurang dari separuh benar. Skor di bawah 50 %: baca ulang bab ini dari awal. (Angka ini anjuran belajar, bukan prediksi nilai TKA.)

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Bab 7 · Dasar Sistem Hidrolik dan Pneumatik

SMKTO-B7

Setelah mempelajari bab ini, kamu dapat:

- menerapkan hukum Pascal pada dongkrak dan rem
- menjelaskan komponen sistem hidrolik dan pneumatik serta simbolnya
- merawat dan menguji sistem hidrolik dan pneumatik dengan aman
- menjelaskan hidrolik dan pneumatik pada rem, power steering, suspensi, dan rem udara kendaraan

Peta bab

Sub bab	Judul
7.1	Hukum Pascal dan sifat fluida
7.2	Komponen sistem hidrolik
7.3	Komponen dan sirkuit pneumatik
7.4	Perawatan dan pengujian sistem hidrolik dan pneumatik
7.5	Hidrolik dan pneumatik pada kendaraan: rem, power steering, suspensi, rem udara

Bab 7 di LMS

Buka seluruh latihan bab ini di LMS.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkto&node=SMKTO-B7

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 7.1 · Hukum Pascal dan sifat fluida

SMKTO-7.1

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu **menerapkan prinsip dasar hidrolik dan pneumatik**, yaitu hukum Pascal dan karakter fluida. Soalnya biasanya berupa cerita bengkel: ada dongkrak, rem, atau lift dengan angka luas piston dan gaya, lalu kamu diminta menghitung gaya, tekanan, atau menjelaskan gejala seperti pedal yang terasa empuk. Yang diuji bukan hafalan rumus, melainkan **kemampuan menalar**: gaya mana yang lebih besar, piston mana yang bergerak lebih jauh, dan mengapa udara dalam saluran merusak kerja rem.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- membedakan zat cair dan gas serta menjelaskan mengapa hidrolik memakai oli dan pneumatik memakai udara;
- menghitung tekanan dengan $p = F \div A$ dan mengubah satuan N/cm^2, N/m^2, dan bar;
- menjelaskan hukum Pascal dan menghitung gaya pada dongkrak serta rem hidrolik dengan perbandingan luas piston;
- menjelaskan bahwa gaya diperbesar tetapi jarak diperkecil dan usaha tidak bertambah;
- menjelaskan mengapa udara terjebak di saluran hidrolik membuat pedal atau tuas terasa empuk.

◆ KONSEP INTI

Hampir semua pekerjaan berat di bengkel dibantu oleh fluida. Dongkrak botol mengangkat satu sisi mobil hanya dengan beberapa kali pompaan tangan. Pedal rem yang kamu injak dengan kaki menghentikan mobil seberat satu ton lebih. Kedua alat itu bekerja dengan satu gagasan yang sama: **fluida di ruang tertutup meneruskan tekanan**. Sub bab ini membangun gagasan itu dari dasar, supaya komponen hidrolik dan pneumatik di sub bab berikutnya mudah dipahami.

1. Fluida: zat cair dan gas

Fluida adalah zat yang dapat mengalir dan bentuknya mengikuti wadahnya. Ada dua jenis: **zat cair** dan **gas**. Perbedaan keduanya yang paling penting untuk teknik adalah sifat **termampatkan**:

- **Zat cair** praktis **tidak termampatkan**. Jika sebotol oli ditekan dengan tekanan puluhan bar, volumenya menyusut kurang dari satu persen. Karena itu zat cair meneruskan dorongan hampir seketika dan kuat.
- **Gas** seperti udara **mudah dimampatkan**. Udara dalam pompa sepeda dapat ditekan sampai volumenya tinggal sepersekian, dan ia melenting kembali bila tekanan dilepas, seperti pegas.

Perbedaan itu melahirkan dua cabang teknik. **Hidrolik** memakai zat cair, biasanya oli khusus,

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

untuk memindahkan tenaga. Kata ini berasal dari bahasa Yunani yang berarti air, tetapi alat hidrolik modern tidak memakai air, karena air berkarat, mudah menguap, membeku, dan tidak melumasi. **Pneumatik** memakai udara bertekanan; kata ini berasal dari bahasa Yunani yang berarti udara atau napas. Perbandingan umum keduanya:

Hal	Hidrolik	Pneumatik
Fluida	oli hidrolik atau minyak rem	udara bertekanan
Tekanan kerja	puluhan sampai ratusan bar	di bengkel umumnya sekitar 6 sampai 8 bar
Gaya yang dihasilkan	sangat besar	lebih kecil
Sifat gerak	mantap, tidak melenting	agak lentur karena udara termampatkan
Setelah dipakai	oli kembali ke tangki lewat saluran balik	udara dibuang ke atmosfer
Contoh	dongkrak, rem mobil, excavator	pompa ban, impact wrench, rem udara truk

Oli hidrolik bukan sekadar "air pengganti". Ia memiliki lima tugas: **meneruskan tenaga**, **melumasi** bagian yang bergerak, **mendinginkan** dengan membawa panas ke tangki, **menutup celah** kecil antara piston dan silinder, dan **membawa kotoran** ke saringan. Sifat pentingnya adalah **kekentalan (viskositas)**. Oli yang terlalu encer mudah bocor lewat celah dan kurang melumasi; oli yang terlalu kental membuat pompa berat dan gerak lamban. Karena itu jenis oli ditetapkan pabrikan, dan jenis yang berbeda tidak dicampur sembarangan.

2. Tekanan: gaya yang tersebar pada luas

Tekanan adalah gaya yang bekerja tegak lurus pada tiap satuan luas:

p = F ÷ A

dengan p tekanan, F gaya (newton, N), dan A luas permukaan yang ditekan. Gaya yang sama dapat memberi tekanan yang sangat berbeda bila luasnya berbeda. Dorong paku payung dengan gaya 10 N. Pada kepalanya yang berluas 1 cm^2, tekanannya 10 N/cm^2, dan jarimu tidak merasakan apa-apa. Pada ujungnya yang runcing, luasnya sekitar 1 mm^2, yaitu 0,01 cm^2, tekanannya menjadi 10 ÷ 0,01 = 1.000 N/cm^2, yaitu seratus kali lebih besar, sehingga ujung itu menembus papan. **Gaya sama, luas lebih kecil, tekanan lebih besar.**

Satuan tekanan yang kamu temui di bengkel:

- **pascal (Pa)** = 1 N/m^2. Satuan resmi SI, tetapi sangat kecil, sehingga yang dipakai kilopascal (kPa) dan megapascal (MPa).
- **bar**. 1 bar = 100.000 Pa = 100 kPa = **10 N/cm^2**. Satuan ini paling sering terbaca di manometer bengkel.
- **psi** (pound per inci persegi). 1 bar kira-kira 14,5 psi; ban mobil bertekanan 2,2 bar sama dengan sekitar 32 psi.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- **kgf/cm²** pada manometer lama. 1 kgf/cm² kira-kira 0,98 bar, jadi hampir sama dengan 1 bar.

Tekanan udara luar (atmosfer) sekitar 1 bar. Manometer pada kompresor dan sistem hidrolik menunjukkan **tekanan ukur**, yaitu tekanan di atas tekanan atmosfer. Ban yang terbaca 2,2 bar sebenarnya berisi udara bertekanan sekitar 3,2 bar bila dihitung dari nol mutlak.

Hati-hati dengan satuan luas. **1 m² = 10.000 cm²**, bukan 100 cm². Karena itu 1 N/cm² sama dengan 10.000 N/m². Banyak kesalahan hitung terjadi karena gaya dalam newton dibagi luas dalam cm², lalu hasilnya dibaca seolah-olah dalam N/m². Untuk piston berbentuk lingkaran, luas dihitung dengan **A = π × d² ÷ 4**; piston berdiameter 4 cm berluas 3,14 × 16 ÷ 4 = 12,56 cm².

Satu hal lagi yang penting untuk sub bab berikutnya: **tekanan di sistem hidrolik timbul karena aliran oli ditahan oleh beban atau hambatan**. Pompa hanya mendorong oli. Bila silinder tidak menahan apa-apa, oli mengalir bebas dan tekanannya rendah; bila beban berat menahan piston, tekanan naik sampai cukup untuk menggerakkan beban.

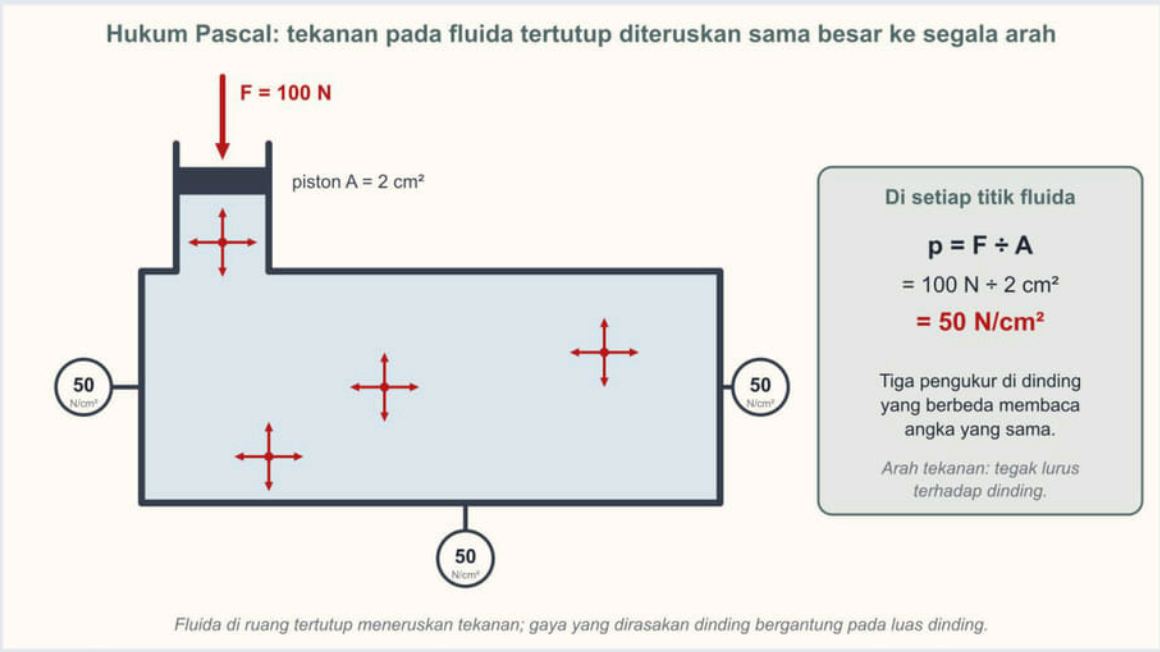
3. Hukum Pascal

Blaise Pascal, ilmuwan Prancis abad ke-17, merumuskan bahwa **tekanan yang diberikan pada fluida di dalam ruang tertutup diteruskan sama besar ke segala arah dan ke seluruh bagian fluida**. Inilah hukum Pascal.

Mengapa begitu? Molekul zat cair saling berdesakan dan tidak dapat dimampatkan. Ketika piston mendorong lapisan fluida di bawahnya, lapisan itu mendorong lapisan berikutnya, dan seterusnya sampai dinding bejana. Dorongan itu tidak menumpuk di satu tempat; ia menyebar sebagai tekanan yang sama di setiap titik.

Gambar 7.1 menunjukkan bejana tertutup dengan satu piston berluas 2 cm² yang didorong gaya 100 N. Tekanan fluida adalah 100 ÷ 2 = **50 N/cm²**. Tiga pengukur tekanan yang dipasang pada dinding berbeda sama-sama membaca 50 N/cm². Tekanan sama, tetapi **gaya pada dinding berbeda-beda sesuai luasnya**: bila salah satu dinding berluas 200 cm², gaya pada dinding itu 50 × 200 = 10.000 N. Tekanan sama di semua titik; gaya bergantung pada luas yang ditekan.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 7.1 Hukum Pascal: tekanan dari piston diteruskan sama besar ke seluruh fluida. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Hukum ini berlaku dengan syarat: fluida berada di ruang **tertutup**, tidak termampatkan, dan berat fluida serta gesekan diabaikan. Pada alat bengkel, syarat itu terpenuhi dengan baik selama sistem rapat dan tidak berisi udara.

4. Dongkrak hidrolik dan rasio luas

Sekarang sambungkan dua silinder berbeda ukuran dengan saluran berisi oli, seperti pada Gambar 7.2. Piston kecil berluas A_1 ditekan gaya F_1; piston besar berluas A_2 menahan beban F_2. Karena fluidanya satu dan tertutup, tekanan di bawah kedua piston sama:

$p_1 = p_2 \rightarrow F_1 \div A_1 = F_2 \div A_2 \rightarrow \mathbf{F_2 = F_1 \times (A_2 \div A_1)}$

Gaya pada piston besar sama dengan gaya pada piston kecil dikalikan perbandingan luasnya. Pada gambar, $A_1 = 2\ cm^2$ dan $A_2 = 100\ cm^2$, sehingga perbandingan luas 50. Gaya 300 N pada piston kecil menimbulkan tekanan $300 \div 2 = 150\ N/cm^2$, dan piston besar menerima $150 \times 100 = \mathbf{15.000\ N}$, cukup untuk menahan beban sekitar 1.500 kg. Gaya diperbesar 50 kali.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 7.2 Dongkrak hidrolik: rasio gaya sama dengan rasio luas piston. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Dua hal perlu diingat. Pertama, yang dibandingkan adalah **luas**, bukan diameter. Karena luas lingkaran sebanding dengan kuadrat diameter, piston berdiameter 1 cm dan 5 cm memberi perbandingan luas 25, bukan 5. Kedua, bila piston besar sebenarnya terdiri atas beberapa piston (misalnya dua piston kaliper rem), **luasnya dijumlahkan** lebih dulu.

Dongkrak botol sebenarnya memiliki beberapa bagian lain. Piston pompa kecil digerakkan **tuas** yang memberi penguat gaya tambahan. Oli diisap dari tangki lewat **katup satu arah** pertama, lalu didorong ke silinder angkat melalui katup satu arah kedua yang mencegah oli kembali. Di silinder, oli menaikkan piston besar. Untuk menurunkan beban, pengguna membuka **katup pelepas** dengan memutar ulir pelan-pelan, sehingga oli mengalir kembali ke tangki.

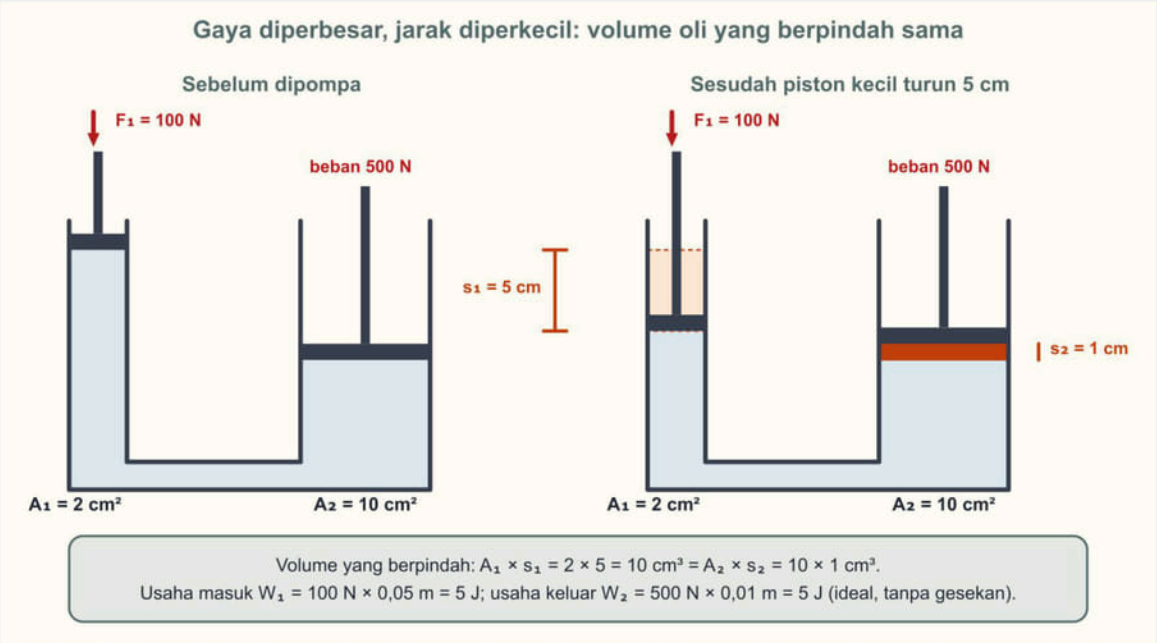
5. Harga yang dibayar: jarak dan usaha

Gaya diperbesar tidak berarti tenaga bertambah. Oli yang didorong piston kecil harus pindah ke ruang piston besar, dan **volume oli yang berpindah sama**. Volume sama dengan luas kali jarak, sehingga:

$A_1 \times s_1 = A_2 \times s_2 \rightarrow \mathbf{s_2 = s_1 \times (A_1 \div A_2)}$

Piston besar bergerak **lebih pendek** daripada piston kecil, sebanding kebalikan perbandingan luas. Gambar 7.3 memakai contoh perbandingan luas 5. Piston kecil berluas 2 cm^2 turun 5 cm, memindahkan $2 \times 5 = 10$ cm^3 oli. Piston besar berluas 10 cm^2 hanya naik $10 \div 10 = 1$ cm. Gaya 100 N berubah menjadi 500 N, tetapi jaraknya menjadi seperlima.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 7.3 Piston kecil bergerak jauh, piston besar bergerak dekat; usaha masuk sama dengan usaha keluar. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Usaha adalah gaya kali jarak (W = F × s). Usaha masuk: 100 N × 0,05 m = 5 J. Usaha keluar: 500 N × 0,01 m = 5 J. Hasilnya sama. Dongkrak hidrolik memperbesar **gaya**, tetapi tidak memperbesar **usaha**. Tidak ada mesin yang memberi usaha lebih banyak daripada yang dimasukkan. Pada alat nyata, usaha keluar bahkan sedikit lebih kecil, karena sebagian usaha habis oleh gesekan seal dan kebocoran kecil. Itulah sebabnya dongkrak harus dipompa berulang kali: setiap pompaan memindahkan oli dalam jumlah kecil, dan piston besar naik sedikit demi sedikit. Pada perbandingan luas 50, piston kecil harus bergerak 50 cm supaya piston besar naik 1 cm.

6. Hukum Pascal pada kendaraan

Prinsip yang sama bekerja di banyak tempat pada kendaraan dan peralatan bengkel:

- **Rem hidrolik.** Pedal menggerakkan piston kecil di master silinder; minyak rem meneruskan tekanan ke piston kaliper atau silinder roda yang lebih besar. Gaya jepit pada kampas menjadi jauh lebih besar daripada gaya pada master silinder. Imbalannya, piston master harus bergerak jauh, sedangkan piston kaliper hanya bergerak sedikit, hanya cukup untuk menutup celah kecil antara kampas dan cakram.
- **Kopling hidrolik.** Pedal kopling menggerakkan master silinder yang menyalurkan minyak ke silinder pelepas (*slave cylinder*) di rumah kopling.
- **Lift mobil hidrolik.** Satu piston besar di tiang lift menahan mobil. Tekanan oli dari pompa cukup tinggi untuk menahan beban lewat luas piston itu.
- **Alat berat dan forklift.** Silinder hidrolik besar mengangkat boom atau garpu dengan tekanan oli dari pompa.

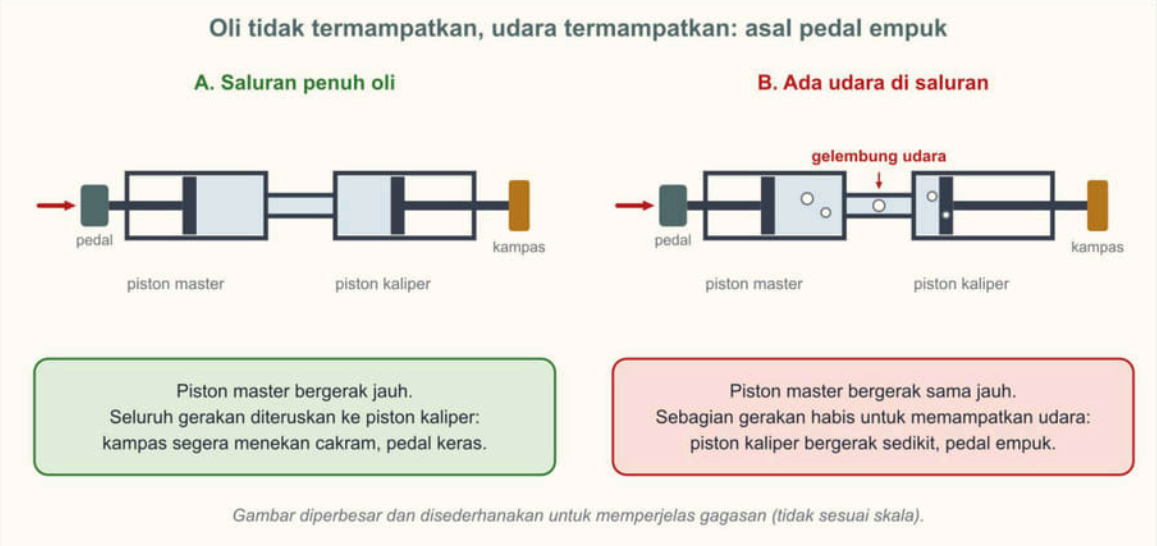
Pada rem, luas piston tidak sama dengan luas piston pada dongkrak, tetapi hitungannya identik. Selalu cari: piston mana yang diberi gaya, berapa luasnya, dan gaya pada piston yang dituju.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

7. Udara dalam sistem hidrolik

Seluruh keunggulan hidrolik bergantung pada satu syarat: saluran harus **penuh oli tanpa udara**. Oli hampir tidak termampatkan, sehingga gerak piston pertama langsung diteruskan ke piston kedua. Udara sangat termampatkan. Menurut **hukum Boyle**, pada suhu tetap hasil kali tekanan mutlak dan volume gas tetap: p × V = tetap. Bila tekanan mutlak naik 41 kali, volume udara menyusut menjadi 1/41.

Jadi, gelembung udara 3 cm^3 pada tekanan atmosfer akan menyusut menjadi sekitar 0,07 cm^3 ketika tekanan ukur sistem 40 bar. Sekitar 2,9 cm^3 volume yang seharusnya dipakai untuk menggerakkan piston hilang untuk menekan gelembung itu. Akibatnya terlihat pada Gambar 7.4: pedal turun jauh tetapi piston di ujung saluran bergerak sedikit. Pedal terasa **empuk seperti menginjak spons**, harus dipompa beberapa kali, dan bila dilepas, udara yang tertekan melenting kembali seperti pegas.



Gambar 7.4 Saluran penuh oli dibanding saluran berisi gelembung udara. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Udara masuk ke sistem hidrolik lewat beberapa jalan: sistem dibongkar tanpa dibuang udaranya, level oli di tangki atau reservoir sampai habis sehingga pompa mengisap udara, sambungan di sisi isap yang longgar, atau oli yang berbusa. Obatnya bukan menambah oli saja, melainkan **membuang udara** (bleeding) menurut prosedur pabrikan, yang dibahas pada sub bab 7.5.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Gaya pada dongkrak botol

Sebuah dongkrak botol memiliki piston pompa berluas 1,2 cm^2 dan piston angkat berluas 60 cm^2. Dongkrak itu menahan beban 12.000 N. Gesekan diabaikan. Berapa gaya yang harus diberikan pada piston pompa, dan berapa tekanan oli? Bila tuas pompa memiliki perbandingan lengan 8 : 1, berapa gaya tangan yang diperlukan?

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Langkah:

1. Perbandingan luas $A_2 \div A_1 = 60 \div 1{,}2 = 50$.
2. Gaya pada piston pompa $F_1 = F_2 \div 50 = 12.000 \div 50 = 240$ N.
3. Tekanan oli $p = F_1 \div A_1 = 240 \div 1{,}2 = 200$ N/cm² = 20 bar. Periksa: $200 \times 60 = 12.000$ N.
4. Tuas 8 : 1 melipatgandakan gaya 8 kali, sehingga gaya tangan = $240 \div 8 = 30$ N.

Jawaban: gaya pada piston pompa 240 N, tekanan oli 20 bar, dan gaya tangan sekitar 30 N.

Contoh 2: Rem cakram sepeda motor

Pada rem cakram sepeda motor, piston master silinder berdiameter 1 cm. Kaliper memiliki dua piston, masing-masing berdiameter 2 cm. Tuas rem menekan piston master dengan gaya 80 N. Hitung tekanan minyak rem, gaya pada tiap piston kaliper, dan perbandingan gerak kedua piston bila piston master bergeser 8 mm. Gunakan $\pi = 3{,}14$.

Langkah:

1. Luas piston master $A_1 = 3{,}14 \times 1^2 \div 4 = 0{,}785$ cm².
2. Tekanan minyak $p = 80 \div 0{,}785 \approx 102$ N/cm², yaitu sekitar 10 bar.
3. Luas satu piston kaliper = $3{,}14 \times 2^2 \div 4 = 3{,}14$ cm², sehingga gaya tiap piston = $102 \times 3{,}14 \approx 320$ N, dan gaya total kedua piston ≈ 640 N. Periksa: perbandingan luas total $6{,}28 \div 0{,}785 = 8$, dan $80 \times 8 = 640$ N.
4. Volume minyak yang berpindah = $0{,}785 \times 0{,}8$ cm = 0,628 cm³. Dibagi luas total piston kaliper 6,28 cm² diperoleh gerak tiap piston 0,1 cm = 1 mm.

Jawaban: tekanan sekitar 10 bar, gaya tiap piston kaliper sekitar 320 N (total 640 N), dan piston master bergerak 8 mm agar piston kaliper bergerak 1 mm.

Contoh 3: Piston lift satu tiang

Sebuah lift mobil satu tiang harus mengangkat mobil 1.800 kg dengan lengan lift 200 kg. Pompa lift memberi tekanan maksimum 100 bar. Gunakan $g = 10$ m/s². Berapa diameter piston minimum, dan berapa tekanan kerja bila dipasang piston berdiameter 6 cm?

Langkah:

1. Massa total 2.000 kg, sehingga beban $F = 2.000 \times 10 = 20.000$ N.
2. 100 bar = 100×10 N/cm² = 1.000 N/cm².
3. Luas minimum $A = F \div p = 20.000 \div 1.000 = 20$ cm².
4. Diameter minimum $d = \sqrt{(4A \div \pi)} = \sqrt{(80 \div 3{,}14)} = \sqrt{25{,}5} \approx 5{,}05$ cm.
5. Untuk piston 6 cm, $A = 3{,}14 \times 36 \div 4 \approx 28{,}3$ cm², sehingga tekanan kerja $p = 20.000 \div 28{,}3 \approx 707$ N/cm² ≈ 71 bar.

Jawaban: diameter piston minimal sekitar 5,05 cm. Piston 6 cm bekerja pada tekanan sekitar 71 bar, masih di bawah batas 100 bar pompa.

Contoh 4: Pedal kopling terasa empuk

Setelah silinder pelepas kopling diganti, pedal kopling Pak Danu terasa empuk dan gigi sulit masuk. Ternyata di saluran terjebak 3 cm³ udara pada tekanan atmosfer. Saat pedal diinjak,

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

tekanan ukur sistem naik menjadi 40 bar. Piston master berluas 1,2 cm^2. Berapa panjang gerak piston master yang terbuang untuk memampatkan udara? Anggap suhu tetap.

Langkah:

1. Tekanan mutlak awal 1 bar, tekanan mutlak akhir 1 + 40 = 41 bar.
2. Hukum Boyle: $V_2 = V_1 \times p_1 \div p_2 = 3 \times 1 \div 41 \approx 0{,}07$ cm^3.
3. Volume yang hilang = 3 − 0,07 ≈ 2,9 cm^3.
4. Gerak piston master yang terbuang = volume ÷ luas = 2,9 ÷ 1,2 ≈ 2,4 cm.

Jawaban: sekitar 2,4 cm gerak piston master habis untuk memampatkan udara. Itulah sebabnya pedal terasa empuk dan kopling tidak memutus penuh. Perbaikannya adalah membuang udara (bleeding), bukan sekadar menambah minyak.

❖ PETA KONSEP

Ringkasan sub bab ini terlihat pada Gambar 7.5.



Gambar 7.5 Peta konsep sub bab 7.1. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- Zat cair praktis tidak termampatkan; udara mudah dimampatkan.
- Tekanan $p = F \div A$. 1 bar = 10 N/cm^2 = 100.000 Pa. 1 m^2 = 10.000 cm^2.
- Hukum Pascal: tekanan pada fluida tertutup diteruskan sama besar ke segala arah.
- Pada dongkrak dan rem: $F_2 = F_1 \times A_2 \div A_1$. Bila ada beberapa piston, jumlahkan luasnya.
- Gaya diperbesar, jarak diperkecil: $s_2 = s_1 \times A_1 \div A_2$; usaha tidak bertambah.
- Udara dalam saluran membuat pedal atau tuas empuk; obatnya membuang udara.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Soal hukum Pascal hampir selalu menyajikan dua piston dan satu hitungan rasio. Gunakan langkah berikut.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

1. **Tulis data** dan satuannya: gaya, luas atau diameter, tekanan.
2. **Samakan satuan** lebih dulu: cm^2 dengan cm^2, N dengan N, dan 1 bar = 10 N/cm^2.
3. **Tentukan yang dicari:** gaya pada piston besar, gaya pada piston kecil, tekanan, atau jarak.
4. **Hitung lewat rasio luas,** lalu uji kewajaran: piston kecil selalu memberi gaya yang lebih kecil dan jarak yang lebih besar.
5. **Pada soal gejala,** cari penyebab yang cocok dengan sifat fluida: pedal empuk menunjuk udara.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Rasio terbalik.** Gaya piston kecil dihitung dengan mengalikan luas besar, atau sebaliknya.
- **Luas besar dikira tekanan besar.** Tekanan sama di seluruh fluida; yang membesar adalah gaya.
- **Usaha ikut berlipat.** Dongkrak tidak menambah usaha; jaraknya yang mengecil.
- **Satuan tidak disamakan:** cm^2 dengan m^2, atau bar dengan N/cm^2.
- **Diameter dibandingkan, bukan luas.** Rasio luas adalah kuadrat rasio diameter.
- **Luas piston kaliper tidak dijumlahkan** padahal ada dua piston.
- **Pedal empuk diatasi dengan menambah minyak,** padahal yang perlu dibuang adalah udara.

> Contoh salah tafsir: pada soal dongkrak berpiston kecil 4 cm^2 dan piston besar 40 cm^2 yang menerima gaya 50 N di piston kecil, seorang siswa menghitung $50 \times 4 \div 40 = 5$ N dan menyimpulkan dongkrak memperkecil gaya. Perbandingan luas dipakai terbalik. Karena piston besar harus menahan gaya lebih besar, hitungan yang benar adalah $50 \times 40 \div 4 = 500$ N.

BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut meminta gaya pada piston kecil sebuah dongkrak. Perhatikan bagaimana data luas dibaca dan bagaimana pilihan jawaban dibuat dari kesalahan rasio.

►. Dongkrak hidrolik di bengkel memiliki piston kecil dengan luas penampang 2 cm^2 dan piston besar 80 cm^2 (2027). Dongkrak itu dipakai mengangkat satu sisi mobil yang memberi beban 10.000 N pada piston besar. Gesekan dan berat piston diabaikan. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Gaya minimum yang harus diberikan pada piston kecil adalah ....

A. 125 N
B. 200 N
C. 250 N
D. 400 N
E. 4.000 N

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Pembahasan **Kunci: C**

Konsep: Hukum Pascal: tekanan yang diberikan pada zat cair di ruang tertutup diteruskan sama besar ke segala arah. Pada dongkrak: $F_1/A_1 = F_2/A_2$.

Langkah:

1. $F_1 = F_2 \times A_1 / A_2$.
2. $F_1 = 10.000 \times 2 / 80 = 250$ N.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Hasil bila perbandingan luas dihitung 1 : 80 (salah membaca luas piston kecil menjadi 1 cm^2).
- **B.** ✗ Hasil bila memakai perbandingan 1 : 50, bukan 2 : 80.
- **C.** ✓ $F_1 = 10.000 \times 2 \div 80 = 250$ N.
- **D.** ✗ Salah hitung: 10.000 ÷ 25, misalnya karena mengira luas piston besar 50 cm^2.
- **E.** ✗ Perbandingan terbalik: 10.000 × 80 ÷ 200.

Jawaban: C.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Tulis dulu rumus yang kamu pakai dan periksa satuannya.

1. Sebuah lift hidrolik bengkel menahan beban 12.000 N pada piston besar berluas 600 cm^2 (2027). Piston kecil berluas 20 cm^2. Abaikan gesekan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Gaya yang harus diberikan pada piston kecil untuk menahan beban itu adalah ....

A. 36.000 N, dari 12.000 × (600 ÷ 20) ÷ 10
B. 4.000 N, dari 12.000 ÷ (600 ÷ 20) × 10
C. 400 N, dari 12.000 × (20 ÷ 600)
D. 240.000 N, dari 12.000 × 20
E. 20 N, dari 12.000 ÷ 600

2. Bengkel membandingkan sebuah pengukur tekanan ban dengan alat acuan yang telah dikalibrasi. Batas simpangan yang diizinkan ±0,05 bar (2027).

Tekanan acuan	Bacaan pengukur
2,00 bar	2,03 bar
2,50 bar	2,56 bar
3,00 bar	3,07 bar

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Pernyataan manakah yang **benar**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Simpangan pada acuan 2,00 bar adalah +0,03 bar dan masih dalam batas

☐ B. Simpangan pada acuan 2,50 bar adalah +0,06 bar dan masih dalam batas ±0,05 bar

☐ C. Simpangan pada acuan 3,00 bar adalah +0,07 bar dan melebihi batas

☐ D. Alat dinyatakan lolos karena rata-rata simpangannya sekitar 0,05 bar

☐ E. Alat tidak lolos dan perlu disetel ulang atau dikalibrasi

Kunci singkat: 1. C 2. A, C, E

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menjelaskan dengan kata-katamu sendiri mengapa piston besar pada dongkrak bergerak lebih pendek walaupun gayanya lebih besar?
- Mengapa gelembung udara di saluran rem membuat pedal terasa empuk, sedangkan oli tidak?
- **Yang harus kuingat:** tekanan sama di seluruh fluida tertutup, gaya mengikuti rasio luas, jarak mengikuti kebalikannya, usaha tidak bertambah, dan udara dalam saluran harus dibuang.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 7.1: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkto&node=SMKTO-7.1

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 7.2 · Komponen sistem hidrolik

SMKTO-7.2

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu **menjelaskan komponen sistem hidrolik dan fungsinya** serta membaca gejala kerusakannya. Soalnya biasanya berupa kasus alat berat atau alat angkat bengkel: alat melemah, turun sendiri, atau lambat, lalu kamu diminta menentukan komponen yang rusak. Kadang disertai tabel hasil uji. Yang diuji bukan hafalan nama komponen, melainkan **kemampuan menelusuri jalur oli**: dari mana oli datang, ke mana ia pergi, dan komponen mana yang membuat gejala itu muncul.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menyebut komponen utama sistem hidrolik dan fungsi masing-masing, serta menelusuri aliran oli pada rangkaian dasar;
- menjelaskan cara kerja pompa roda gigi dan mengapa tekanan timbul dari hambatan, bukan dari pompa;
- menghitung gaya dorong, gaya tarik, dan kecepatan silinder kerja ganda;
- menjelaskan fungsi katup pelepas tekanan dan katup kontrol arah;
- membedakan kebocoran luar dan kebocoran dalam serta menentukan komponen penyebab dari hasil uji tekanan.

◆ KONSEP INTI

Pada sub bab 7.1 kamu sudah melihat dua piston yang dihubungkan oli. Alat hidrolik nyata, seperti excavator, forklift, dongkrak buaya, atau lift mobil, memakai gagasan yang sama tetapi dengan komponen lebih lengkap. Alat berat mampu mengangkat puluhan ton dengan satu tuas kecil karena oli bertekanan mengalir di dalam selang dan didorong oleh pompa ke silinder yang kuat. Untuk memahami alat itu, kamu perlu mengenal komponennya satu per satu dan, yang lebih penting, jalur oli yang menghubungkannya.

1. Rangkaian hidrolik dasar

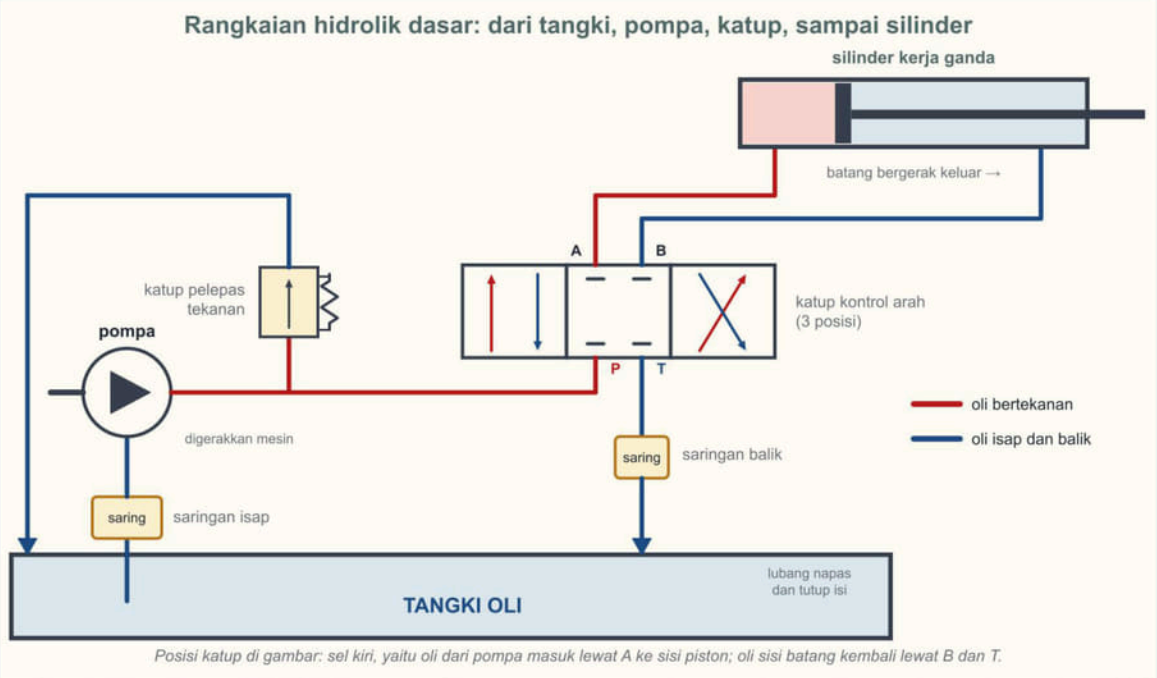
Hampir semua sistem hidrolik tersusun dari tiga kelompok komponen:

1. **Sumber tenaga:** tangki, saringan, dan pompa. Mereka menyediakan oli yang bersih dan mengalir.
2. **Pengendali:** katup. Mereka membatasi tekanan, menentukan arah aliran, dan mengatur kecepatan.
3. **Penggerak:** silinder (gerak lurus) atau motor hidrolik (gerak putar). Mereka mengubah energi oli menjadi gerak dan gaya.

Gambar 7.6 menunjukkan rangkaian dasarnya. Oli diisap dari tangki melalui **saringan isap**,

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

didorong oleh **pompa**, lalu mengalir lewat saluran bertekanan (garis merah). Sebelum katup kontrol terdapat percabangan menuju **katup pelepas tekanan**, yang menjadi pengaman. **Katup kontrol arah** menentukan ke sisi mana silinder oli dikirim. Oli yang keluar dari sisi lain silinder kembali lewat katup, **saringan balik**, dan masuk lagi ke tangki (garis biru). Oli berputar terus dalam lingkaran tertutup: tangki, pompa, katup, silinder, kembali ke tangki.



Gambar 7.6 Rangkaian hidrolik dasar: tangki, saringan, pompa, katup pelepas tekanan, katup kontrol arah, dan silinder kerja ganda. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Pada gambar itu katup kontrol berada pada posisi sel kiri: oli dari pompa (P) mengalir ke saluran A menuju sisi piston, sehingga batang silinder bergerak keluar. Oli di sisi batang terdorong keluar lewat saluran B ke katup, lalu ke tangki melalui saluran T. Bila katup digeser ke sel kanan, jalur menyilang: oli masuk lewat B, dan batang bergerak masuk. Pada sel tengah (netral), semua lubang tertutup dan silinder berhenti serta menahan bebannya.

2. Tangki dan saringan

Tangki bukan sekadar bak penampung. Ia menyimpan oli, membuang sebagian panas ke dindingnya, memberi kesempatan udara dan gelembung naik ke permukaan, dan mengendapkan kotoran halus. Pada tangki ada **lubang napas** berfilter, supaya tekanan udara di atas oli sama dengan udara luar ketika levelnya naik-turun, **gelas duga** untuk melihat level dan kondisi oli, serta sumbat kuras di dasar. Saluran balik masuk ke tangki di bawah permukaan oli agar oli tidak berbusa.

Kotoran adalah musuh utama komponen hidrolik. Butiran halus yang terbawa oli mengikis celah rapat pada pompa dan katup. Karena itu ada beberapa **saringan**:

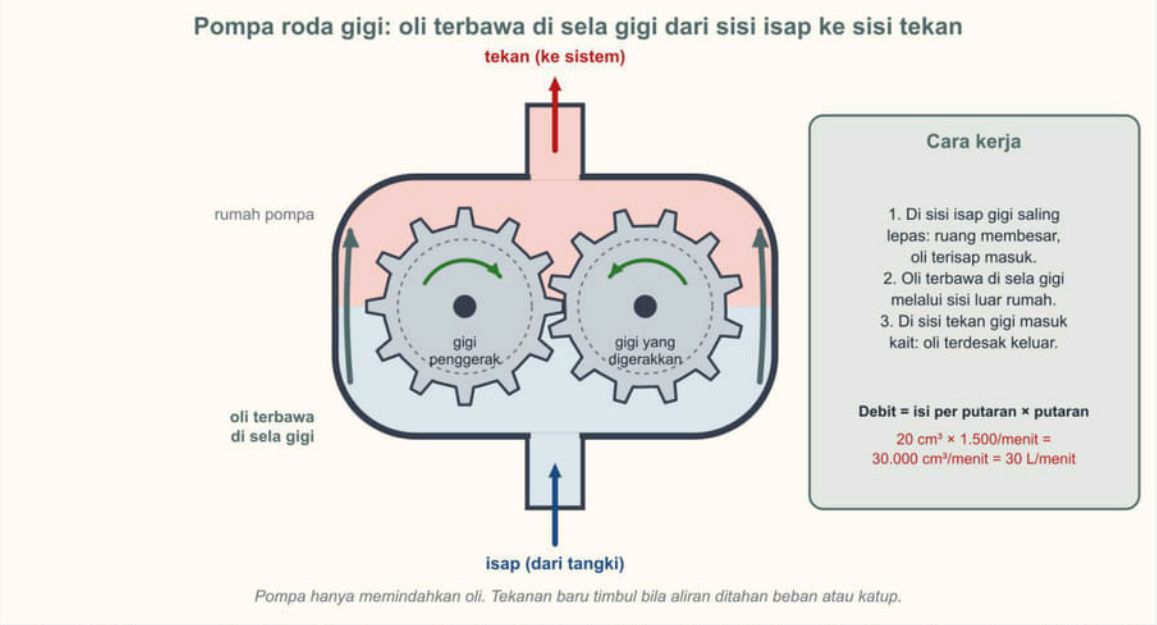
- **Saringan isap** di dalam tangki, tempat oli pertama kali masuk ke pompa. Penyaringnya kasar karena pompa tidak boleh kekurangan aliran. Bila tersumbat, pompa berbunyi kasar dan kekurangan oli.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- **Saringan tekan** pada saluran bertekanan, berfungsi menjaga katup yang sensitif.
- **Saringan balik** pada saluran kembali menuju tangki, menyaring kotoran yang dibawa dari seluruh sistem. Banyak saringan balik memiliki **indikator penyumbatan** yang menunjuk zona merah bila elemen sudah kotor.

3. Pompa hidrolik

Pompa memberi oli energi dengan memindahkannya dari saluran isap ke saluran tekan. Jenis yang paling sederhana dan paling banyak dipakai adalah **pompa roda gigi** (Gambar 7.7). Di dalam rumahnya ada dua roda gigi yang saling mengait. Satu digerakkan oleh mesin atau motor, yang lain ikut berputar.



Gambar 7.7 Pompa roda gigi: oli terbawa di sela gigi dari sisi isap ke sisi tekan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Cara kerjanya bertahap:

1. Di sisi isap, gigi-gigi **saling lepas**. Ruang di antara gigi membesar, tekanan di situ turun, dan oli dari tangki terdorong masuk oleh tekanan udara luar.
2. Oli terjebak di **sela gigi** dan terbawa melingkar di sepanjang dinding rumah, melewati sisi luar kedua gigi.
3. Di sisi tekan, gigi-gigi **masuk kait lagi**. Ruang menyempit dan oli terdesak keluar melalui lubang tekan.
4. Kaitan gigi di bagian tengah mencegah oli kembali ke sisi isap.

Setiap putaran pompa memindahkan oli dalam jumlah tertentu yang disebut **isi per putaran** (*displacement*), misalnya 20 cm^3. Debit pompa:

Q = isi per putaran × putaran per menit

Pompa 20 cm^3 pada 1.500 putaran per menit menghasilkan 20 × 1.500 = 30.000 cm^3 per menit, yaitu **30 liter per menit**. Pompa lain di luar roda gigi, misalnya pompa baling-baling dan pompa piston, memiliki prinsip yang sama (memindahkan volume tetap tiap putaran) dengan keunggulan masing-masing.

Ada satu gagasan yang harus kamu pegang: **pompa tidak menciptakan tekanan; pompa menciptakan aliran.** Tekanan timbul bila aliran itu ditahan, yaitu oleh beban pada silinder atau oleh katup pelepas. Bila silinder menahan beban 20.000 N pada piston 20 cm^2, tekanannya naik ke 20.000 ÷ 20 = 1.000 N/cm^2 = 100 bar. Bila beban lebih ringan, tekanannya lebih rendah. Itu pula sebabnya tekanan di sistem hidrolik berubah-ubah menurut beban. Daya hidrolik dapat dihitung dari kedua besaran itu:

Daya (kW) = tekanan (bar) × debit (L/menit) ÷ 600

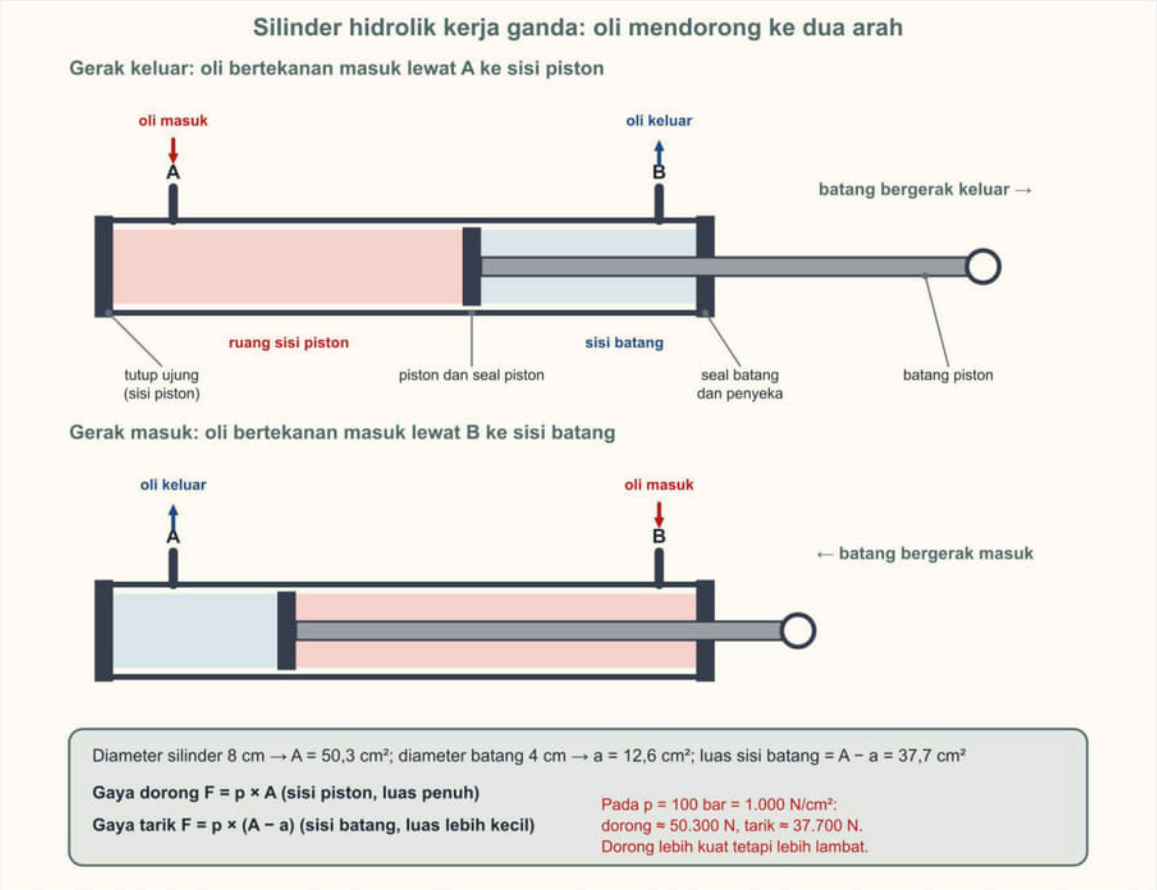
Pada 100 bar dan 30 L/menit, daya = 100 × 30 ÷ 600 = 5 kW.

Pompa yang aus kehilangan kerapatan. Celah antara gigi dan rumah membesar, dan sebagian oli **lolos kembali dari sisi tekan ke sisi isap** di dalam pompa. Debit nyata turun dan tekanan sulit naik. Gejala ini makin terasa ketika oli panas karena oli menjadi lebih encer dan lebih mudah lolos.

4. Silinder kerja ganda

Silinder mengubah tekanan oli menjadi gaya lurus. Pada silinder **kerja ganda** (Gambar 7.8), oli dapat didorong ke kedua sisi piston secara bergantian, sehingga batang dapat bergerak keluar dan masuk karena tekanan oli.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 7.8 Silinder kerja ganda: oli masuk lewat A untuk gerak keluar dan lewat B untuk gerak masuk. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Bagian-bagiannya: **tabung** silinder, **piston** yang membagi ruang menjadi dua, **batang piston** yang menembus salah satu tutup ujung, **seal piston** yang mencegah oli bocor dari satu ruang ke ruang lain, serta **seal batang** dan **penyeka** (*wiper*) di tutup yang membersihkan batang dan menahan oli agar tidak menetes keluar. Ada dua lubang oli: A untuk sisi piston dan B untuk sisi batang.

Sisi piston memiliki luas penuh A. Sisi batang kehilangan sebagian luas karena batang, sehingga luasnya hanya A − a (a luas penampang batang). Akibatnya:

- **Gaya dorong** (batang keluar): F = p × A. Lebih besar karena luasnya penuh.
- **Gaya tarik** (batang masuk): F = p × (A − a). Lebih kecil.
- **Kecepatan** pada debit sama: v = Q ÷ luas. Gerak keluar lebih **lambat** (ruang lebih besar harus diisi), gerak masuk lebih **cepat**.

Silinder **kerja tunggal** hanya didorong oli pada satu sisi; gerak baliknya oleh pegas atau berat beban. Dongkrak botol dan lift mobil memakai silinder jenis ini.

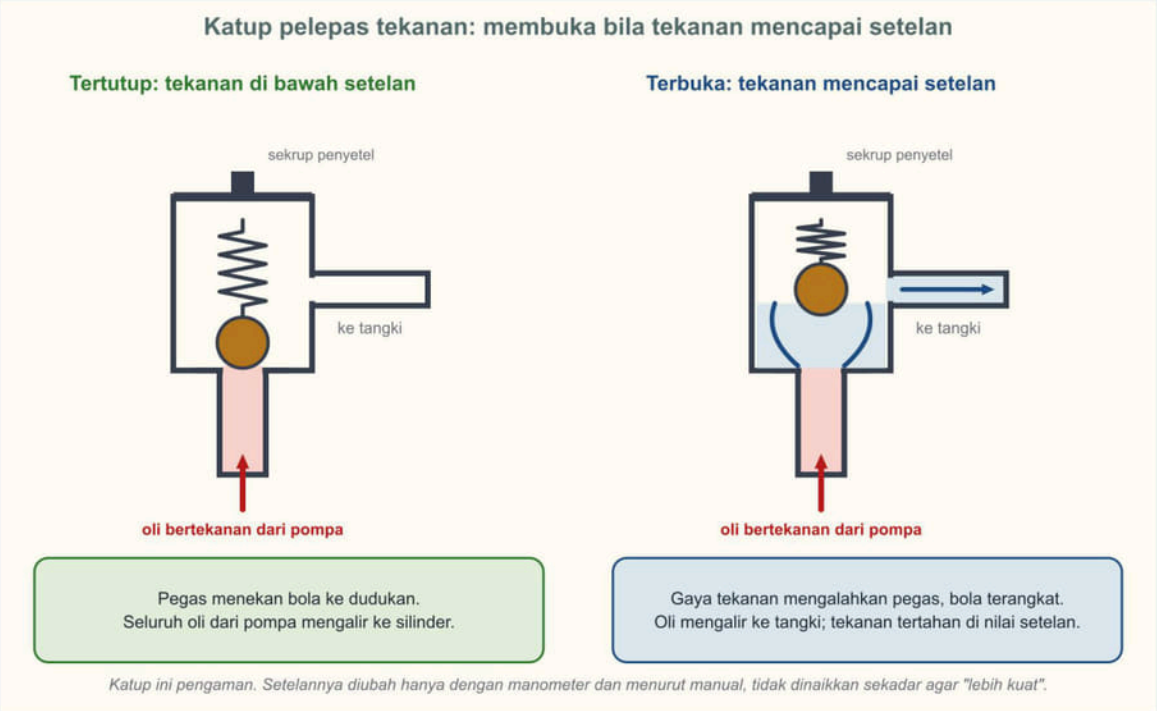
5. Katup hidrolik

Katup tidak menghasilkan tenaga. Tugasnya mengendalikan oli. Ada tiga kelompok utama.

Katup pelepas tekanan (*relief valve*) membatasi tekanan tertinggi sistem. Di dalamnya ada bola atau kerucut yang ditekan pegas ke dudukannya (Gambar 7.9). Selama tekanan di bawah setelan, pegas menang dan katup tertutup. Bila tekanan mencapai setelan, tekanan oli

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

mengalahkan pegas, bola terangkat, dan oli mengalir langsung ke tangki. Tekanan lalu tertahan di nilai setelan dan tidak naik lagi. Tanpa katup ini, silinder yang sudah mentok akan membuat tekanan naik terus sampai selang pecah atau pompa rusak. Setelan katup diatur dengan sekrup penyetel, dan hanya boleh diubah memakai manometer sesuai manual.



Gambar 7.9 Katup pelepas tekanan: tertutup di bawah setelan, terbuka bila tekanan mencapai setelan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Katup kontrol arah menentukan ke saluran mana oli diarahkan. Di dalamnya ada batang geser (*spool*) yang digeser tuas, pedal, atau solenoid. Posisi spool membuka atau menutup jalur P (dari pompa), T (ke tangki), A, dan B (ke silinder). Katup tiga posisi memiliki posisi netral yang menahan silinder, dan dua posisi kerja. Pada sistem alat berat, tuas operator menggeser spool.

Katup lain. *Katup satu arah* hanya mengizinkan aliran ke satu arah. *Katup pengatur aliran* membatasi debit untuk mengatur kecepatan gerak. *Katup penahan beban* menutup rapat oli di silinder agar beban tidak turun ketika selang rusak atau tuas netral.

6. Selang, pipa, dan sambungan

Oli bertekanan dialirkan lewat **pipa baja** pada bagian tetap dan **selang hidrolik** pada bagian bergerak. Selang hidrolik berlapis karet dan anyaman kawat baja, dan setiap selang memiliki **tekanan kerja** yang tertera di badannya. Selang pengganti harus memiliki tekanan kerja yang memadai, panjang yang sesuai, dan sambungan yang tepat. Selang tidak boleh dipuntir atau ditekuk lebih tajam daripada batas lengkung minimumnya, karena lapisan kawat melemah dan selang pecah lebih cepat. Selang juga tidak boleh bergesekan dengan logam tajam. Sambungan harus bersih dan dikencangkan sesuai ketentuan; kencang berlebihan merusak ulir atau cincin penyekat.

7. Kebocoran luar dan kebocoran dalam

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Kebocoran di sistem hidrolik ada dua jenis dan keduanya perlu dibedakan.

- **Kebocoran luar:** oli keluar dari sistem dan terlihat menetes, rembes, atau menyemprot. Penyebabnya sambungan longgar, seal batang aus, atau selang retak. Mudah dikenali dan meninggalkan jejak oli.
- **Kebocoran dalam:** oli lolos di dalam komponen dari ruang bertekanan ke ruang bertekanan lebih rendah, **tanpa ada oli yang menetes keluar**. Contohnya seal piston silinder yang bocor (oli pindah dari satu sisi piston ke sisi lain), spool katup kontrol yang aus (oli lolos ke saluran balik), atau pompa yang aus. Kebocoran ini tidak terlihat. Tanda-tandanya: gerak lamban, tenaga turun, oli cepat panas, beban turun sendiri saat tuas netral.

Kesalahan umum adalah menganggap alat "tidak bocor" karena tidak ada oli menetes. Padahal alat dapat sangat bocor di dalam. Untuk menentukan lokasinya, teknisi memakai **uji pengisolasian**: saluran silinder ditutup tepat di silinder, lalu beban diamati. Bila penurunan berhenti, kebocoran ada di katup atau komponen di luar silinder. Bila penurunan berlanjut, kebocoran ada di dalam silinder (seal piston).

8. Membaca tekanan pada ujung langkah

Untuk menguji tenaga sebuah sistem, teknisi memasang **manometer** pada titik uji, lalu menggerakkan silinder sampai mentok dan menahan tuas sebentar. Pada saat itu semua oli dari pompa tidak dapat masuk ke silinder dan terpaksa lewat katup pelepas. Maka tekanan yang terbaca sama dengan **setelan katup pelepas** (pembacaan ini hanya sebentar, karena oli yang mengalir lewat katup menjadi panas). Hasilnya dibandingkan dengan spesifikasi:

Hasil uji	Dugaan penyebab
Semua gerakan rendah, nilainya hampir sama, debit normal	katup pelepas utama disetel rendah atau bocor
Hanya satu gerakan rendah	katup pelepas sirkuit itu atau seal silinder itu
Tekanan rendah dan debit pompa rendah	pompa aus, saringan isap tersumbat, atau level oli rendah
Tekanan tidak naik padahal pompa berputar normal, level normal, tidak ada oli keluar	ada jalur pintas ke tangki, misalnya katup pelepas macet terbuka

Tabel ini mengajarkan satu cara berpikir: **bandingkan hasil uji dengan jalur oli**. Komponen yang bersama-sama memengaruhi semua gerakan (pompa, saringan isap, katup pelepas utama) menjadi tersangka bila semua gerakan lemah; komponen yang hanya dipakai satu gerakan menjadi tersangka bila hanya satu gerakan yang lemah.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

▣ CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Garpu forklift turun sendiri

Garpu sebuah forklift yang terangkat turun sendiri perlahan walaupun tuas netral; tidak ada oli menetes dari silinder angkat maupun selang. Teknisi mengukur penurunan garpu dengan beban yang sama selama 10 menit: 45 mm dalam kondisi normal. Setelah saluran silinder angkat ditutup tepat di silinder, penurunan dalam 10 menit tinggal 2 mm. Batas manual maksimum 10 mm. Di mana letak kebocoran?

Langkah:

1. Penurunan tanpa tetesan luar menunjuk **kebocoran dalam**.
2. Saluran ditutup di silinder, sehingga silinder terpisah dari katup dan pompa. Penurunan turun dari 45 mm menjadi 2 mm.
3. Berarti oli tidak lolos lewat seal piston di dalam silinder, sebab bila seal bocor penurunan tetap terjadi saat silinder terisolasi.
4. Maka oli keluar dari silinder melalui jalur di luar silinder, yaitu katup kontrol atau katup penahan beban.

Jawaban: kebocoran dalam ada pada katup kontrol atau katup penahan beban, bukan pada seal piston silinder. Lawan dari uji ini: bila setelah penutupan penurunan masih besar, seal piston yang bocor.

Contoh 2: Hanya gerakan bucket yang lemah

Sebuah excavator menggali dengan kuat saat memakai boom dan arm, tetapi gerakan bucket lemah. Teknisi menahan tuas di ujung langkah dan membaca tekanan: boom 335 bar dan arm 332 bar (spesifikasi 330–340 bar), tetapi bucket hanya 150 bar. Debit pompa normal. Teknisi lalu menukar katup pelepas sirkuit bucket dengan katup pelepas sirkuit arm; sekarang bucket terbaca 331 bar, sedangkan arm menjadi 148 bar. Apa penyebabnya?

Langkah:

1. Boom dan arm normal, jadi pompa dan katup pelepas utama baik.
2. Hanya bucket yang rendah, sehingga komponen yang dicurigai milik sirkuit bucket.
3. Setelah katup ditukar, gejala **pindah mengikuti katup**: bucket normal, arm turun.
4. Komponen yang berpindah bersama gejala itulah yang rusak.

Jawaban: katup pelepas sirkuit bucket yang tadi terpasang bermasalah (setelan turun atau bocor). Perbaiki atau ganti katup itu; bila yang rusak seal silinder bucket, gejala tidak akan ikut berpindah.

Contoh 3: Gaya dorong dan tarik silinder

Sebuah silinder kerja ganda berdiameter 8 cm dengan diameter batang 4 cm bekerja pada tekanan 100 bar. Gunakan $\pi = 3{,}14$. Berapa gaya dorong dan gaya tariknya?

Langkah:

1. Tekanan $p = 100$ bar $= 100 \times 10 = 1.000$ N/cm^2.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

2. Luas penuh A = 3,14 × 8^2 ÷ 4 = 50,3 cm^2. Luas batang a = 3,14 × 4^2 ÷ 4 = 12,6 cm^2.
3. Luas sisi batang = 50,3 − 12,6 = 37,7 cm^2.
4. Gaya dorong = 1.000 × 50,3 ≈ 50.300 N. Gaya tarik = 1.000 × 37,7 = 37.700 N.

Jawaban: gaya dorong sekitar 50.300 N (50,3 kN) dan gaya tarik sekitar 37.700 N (37,7 kN). Gaya tarik lebih kecil karena luasnya berkurang oleh batang.

Contoh 4: Debit, kecepatan, dan daya

Silinder pada Contoh 3 digerakkan pompa roda gigi berisi 20 cm^3 per putaran pada 1.500 putaran per menit. Seluruh debit masuk ke silinder dan kebocoran diabaikan. Hitung debit, kecepatan batang keluar dan masuk, serta daya hidroliknya pada 100 bar.

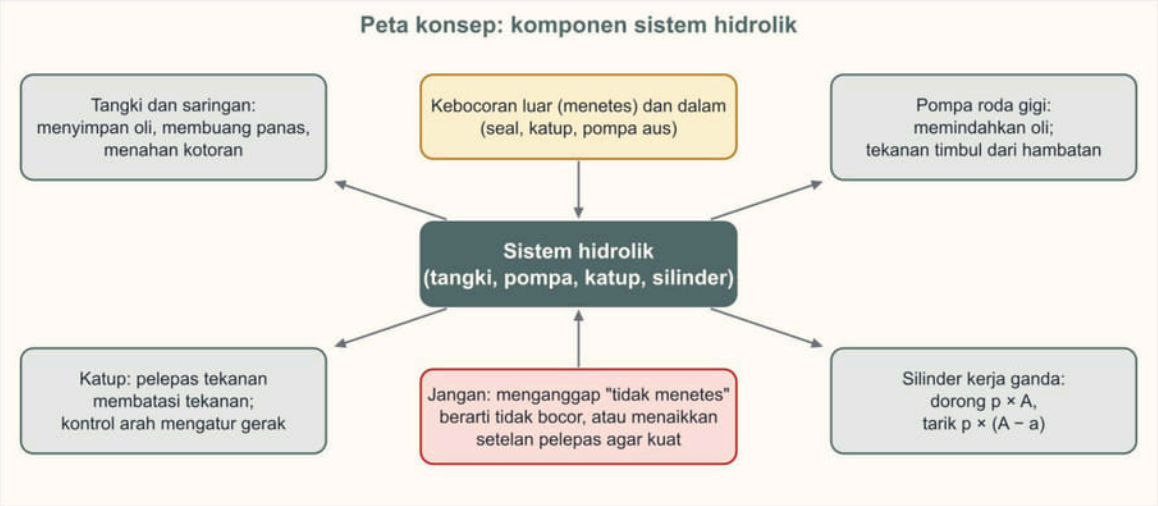
Langkah:

1. Debit Q = 20 × 1.500 = 30.000 cm^3/menit = 30 L/menit.
2. Kecepatan keluar = 30.000 ÷ 50,3 ≈ 596 cm/menit ≈ 9,9 cm/s.
3. Kecepatan masuk = 30.000 ÷ 37,7 ≈ 796 cm/menit ≈ 13,3 cm/s.
4. Daya = 100 bar × 30 L/menit ÷ 600 = 5 kW. Periksa: gaya 50.300 N × 0,099 m/s ≈ 5.000 W.

Jawaban: debit 30 L/menit, batang keluar 9,9 cm/s, masuk 13,3 cm/s, dan daya 5 kW. Gerak masuk lebih cepat karena ruang sisi batang lebih kecil.

❖ PETA KONSEP

Ringkasan sub bab ini terlihat pada Gambar 7.10.



Gambar 7.10 Peta konsep sub bab 7.2. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- Rangkaian dasar: tangki, saringan, pompa, katup pelepas tekanan, katup kontrol arah, silinder, saringan balik; oli berputar tertutup.
- Pompa menciptakan aliran; tekanan timbul karena hambatan. Q = isi per putaran × putaran.
- Silinder kerja ganda: dorong p × A, tarik p × (A − a); keluar lambat, masuk cepat.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- Katup pelepas tekanan membatasi tekanan maksimum; jangan dinaikkan agar "lebih kuat".
- Kebocoran dalam tidak menetes; ia membuat gerak lamban, tenaga turun, dan beban turun sendiri.
- Uji pengisolasian dan perbandingan tekanan membantu menentukan komponen penyebab.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Soal komponen hidrolik biasanya menyajikan gejala dan hasil uji. Gunakan langkah berikut.

1. **Tulis gejalanya:** tenaga lemah, lambat, atau turun sendiri; semua gerakan atau satu gerakan.
2. **Telusuri jalur oli** dari tangki sampai silinder dan tandai komponen yang terlibat dalam gejala itu.
3. **Baca hasil uji:** apa yang berubah ketika sebuah bagian diisolasi atau ditukar?
4. **Coret komponen** yang tidak terlibat pada semua gerakan atau yang sudah terisolasi.
5. **Pilih komponen** yang cocok dengan seluruh data, bukan hanya sebagian.

Jebakan yang sering dipasang:

- **"Tidak menetes berarti tidak bocor."** Kebocoran dalam tidak menetes.
- **Menaikkan setelan katup pelepas** agar alat lebih kuat. Itu membahayakan selang, pompa, dan silinder.
- **Menyalahkan pompa** untuk gejala yang hanya satu gerakan.
- **Menyalahkan saringan tersumbat** untuk beban yang turun saat tuas netral. Saringan tersumbat memperlambat aliran, tidak menurunkan beban.
- **Gaya tarik dikira sama dengan gaya dorong.** Luas sisi batang lebih kecil.
- **Kecepatan dikira bergantung pada tekanan.** Kecepatan bergantung pada debit dan luas; tekanan bergantung pada beban.

> Contoh salah tafsir: pada soal alat angkat yang lambat dan tekanan sistemnya hanya 20 bar padahal normalnya 150 bar, seorang siswa memilih "selang bertekanan tinggi pecah". Padahal selang pecah menyemburkan oli yang terlihat, sedangkan di soal tidak ada oli keluar. Penyebab yang cocok adalah jalur pintas ke tangki, misalnya katup pelepas yang macet terbuka.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menyajikan beban yang turun sendiri tanpa oli menetes dan dua uji pengisolasian. Perhatikan bagaimana tabel hasil uji dibaca untuk membedakan kebocoran dalam silinder dari kebocoran di katup.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

►. Boom sebuah excavator turun perlahan dengan sendirinya walaupun tuas kendali netral; tidak ada oli yang menetes dari silinder maupun selang (2027). Teknisi melakukan dua uji dengan beban bucket yang sama.

Kondisi uji	Penurunan ujung boom dalam 10 menit
Tuas netral, saluran normal	60 mm
Kedua saluran silinder boom ditutup katup penutup tepat di silinder	58 mm
Batas manual	maks. 10 mm

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Penyebab yang paling mungkin adalah ....

A. Pompa hidrolik aus sehingga tekanan oli terlalu rendah untuk menahan boom
B. Katup kendali bocor di dalam sehingga oli dari silinder kembali ke tangki
C. Katup pengaman disetel terlalu rendah sehingga boom tidak kuat menahan beban
D. Seal piston silinder boom bocor sehingga oli berpindah di dalam silinder
E. Saringan oli hidrolik tersumbat sehingga aliran oli ke silinder berkurang

Pembahasan **Kunci: D**

Konsep: Saat tuas netral, beban boom ditahan oleh oli yang terkunci di dalam silinder. Oli dapat lolos melalui seal piston (dari satu ruang silinder ke ruang lain) atau melalui katup kendali. Menutup saluran tepat di silinder memisahkan kedua kemungkinan itu.

Langkah:

1. Saluran ditutup tepat di silinder → katup kendali, pompa, dan saringan sudah terpisah dari silinder.
2. Boom tetap turun 58 mm (hampir sama dengan 60 mm) → kebocoran ada di dalam silinder.
3. Tidak ada tetesan luar → oli berpindah melewati seal piston.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Pompa tidak menahan beban saat tuas netral; lagi pula pompa sudah terpisah saat saluran ditutup.
• **B.** ✗ Jebakan: kebocoran katup kendali memang penyebab umum, tetapi penurunan akan berhenti setelah saluran silinder ditutup.
• **C.** ✗ Katup pengaman memengaruhi tekanan maksimum saat bekerja, dan sudah terpisah saat saluran ditutup.
• **D.** ✓ Penurunan tetap terjadi saat silinder terisolasi → oli bocor melewati seal piston di dalam silinder.
• **E.** ✗ Saringan tersumbat memperlambat gerak saat tuas digerakkan, bukan membuat boom turun saat netral.

Jawaban: D.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk tiap soal, telusuri dulu jalur oli dan tulis komponen yang terlibat.

1. Bengkel mencatat tekanan oli hidrolik sebuah alat berat setiap pagi (2027). Rentang normal menurut manual 120–140 bar.

Hari	Tekanan terukur
Senin	128 bar
Selasa	124 bar
Rabu	117 bar
Kamis	109 bar

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Pernyataan manakah yang **benar**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

- ☐ A. Tekanan hari Senin dan Selasa masih dalam rentang normal
- ☐ B. Tekanan hari Rabu masih dalam rentang normal karena hanya turun 7 bar
- ☐ C. Tekanan hari Rabu di bawah 120 bar sehingga perlu diperiksa penyebabnya
- ☐ D. Penurunan bertahap dari Senin ke Kamis dapat menandakan kebocoran atau pompa aus
- ☐ E. Penurunan itu wajar dan tidak memerlukan pemeriksaan selama alat masih dapat bekerja

2. Siswa membongkar kopling sebuah mobil sehingga roda gila terlihat jelas (2027), lalu menjelaskan fungsi dan letaknya kepada temannya.

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Tentukan **Benar** atau **Salah** pada setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Roda gila terpasang pada ujung depan poros kam.	○	○
Gigi di tepi roda gila berpasangan dengan pinyon motor starter saat mesin dihidupkan.	○	○
Roda gila menyimpan energi putar sehingga putaran mesin lebih halus di antara langkah usaha.	○	○

Kunci singkat: 1. A, C, D 2. 1S 2B 3B

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menjelaskan dengan kata-katamu sendiri mengapa tekanan di sistem hidrolik bergantung pada beban, bukan pada pompa?
- Apa perbedaan kebocoran luar dan kebocoran dalam, dan bagaimana uji pengisolasian membedakan seal piston dari katup?
- **Yang harus kuingat:** pompa membuat aliran, hambatan membuat tekanan, katup pelepas membatasi tekanan, silinder mengubah tekanan menjadi gaya, dan kebocoran dalam tidak menetes.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 7.2: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkto&node=SMKTO-7.2

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 7.3 · Komponen dan sirkuit pneumatik

SMKTO-7.3

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu **menjelaskan komponen dan alat pneumatik di bengkel** serta membaca sirkuit sederhananya. Soalnya bisa berupa pernyataan benar-salah tentang unit FRL, gambar sirkuit silinder dan katup yang harus ditelusuri, atau kasus alat angin yang lemah. Yang diuji bukan hafalan nomor standar, melainkan **kemampuan membaca jalur udara**: dari mana udara datang, lewat katup yang mana, dan ke mana ia dibuang.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menyebut komponen penyediaan udara bertekanan beserta fungsinya, dan menjelaskan mengapa air mengembun di tangki;
- menjelaskan fungsi filter, regulator, dan lubricator pada unit FRL serta kapan udara tidak boleh berpelumas;
- menghitung gaya silinder pneumatik dan memperkirakan pemakaian udaranya;
- membedakan katup 3/2 dan 5/2 dan membaca simbol serta nomor lubangnya;
- menelusuri sirkuit silinder kerja tunggal dan menentukan penyebab gangguannya.

◆ KONSEP INTI

Di bengkel, udara bertekanan memutar impact wrench yang melepas baut roda, mengisi ban, menyemprotkan cat, dan membersihkan komponen. Pada truk dan bus, udara itu bahkan menggerakkan rem dan membuka pintu. Udara dipilih karena murah, tersedia di mana saja, bersih (tidak menetes seperti oli), dan tidak menimbulkan api. Sub bab ini membahas komponen yang membuat, menyimpan, membersihkan, dan memakai udara bertekanan, serta cara membaca sirkuitnya.

1. Ciri sistem pneumatik

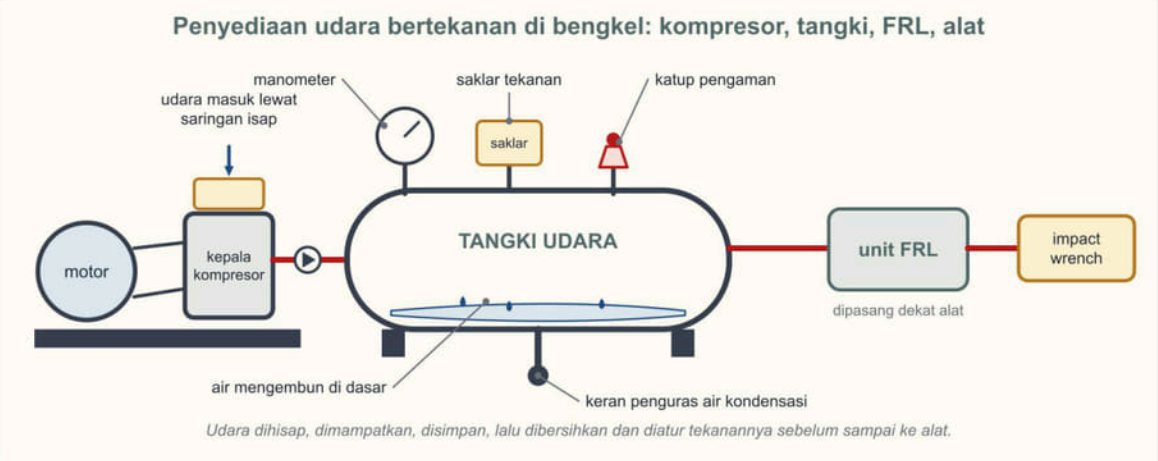
Karena udara mudah dimampatkan (sub bab 7.1), sistem pneumatik memiliki ciri khas:

- **Tekanan kerja rendah**, umumnya sekitar 6 sampai 8 bar di bengkel. Oleh sebab itu gaya yang dihasilkan lebih kecil daripada hidrolik, kecuali pistonnya dibuat besar.
- **Gerak cepat tetapi agak lentur**, karena udara berfungsi seperti pegas. Kecepatan stabil sulit dijamin, sehingga pneumatik cocok untuk gerak sederhana seperti menekan, menjepit, dan memutar, bukan untuk menahan beban pada posisi tertentu.
- **Udara bekas dibuang ke atmosfer.** Tidak ada saluran balik ke tangki; setiap silinder mengeluarkan udaranya lewat lubang buang, sehingga kebisingan perlu diredam.
- **Udara selalu membawa uap air**, yang mengembun menjadi air. Sistem harus melindungi alat dari air itu.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

2. Penyediaan udara bertekanan

Gambar 7.11 menunjukkan susunan dasar penyediaan udara di bengkel.



Gambar 7.11 Penyediaan udara bertekanan: kompresor, tangki, unit FRL, dan alat. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Kompresor memampatkan udara. Pada kompresor torak, motor memutar kepala kompresor yang berisi piston; udara diisap lewat **saringan isap**, dimampatkan oleh piston, lalu didorong melalui **katup satu arah** ke tangki. Katup satu arah itu mencegah udara tangki mengalir balik ke kepala kompresor saat kompresor mati. Saringan isap yang tersumbat membuat kompresor lebih berat dan lebih lama mengisi tangki.

Tangki udara menyimpan udara bertekanan, meredam denyut tekanan dari piston, dan memberi waktu kompresor beristirahat di antara pemakaian. Kelengkapannya:

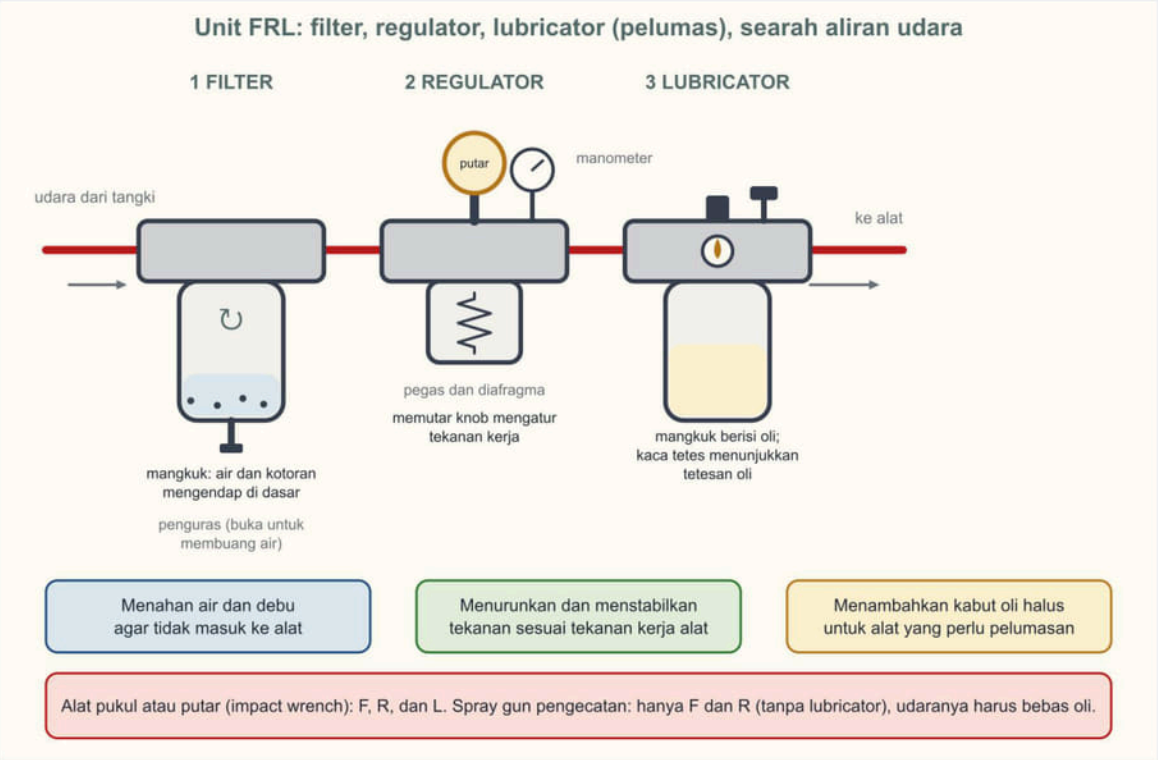
- **Manometer** untuk membaca tekanan tangki.
- **Saklar tekanan** (*pressure switch*) yang menghidupkan motor ketika tekanan turun ke batas bawah dan mematikannya ketika tekanan mencapai batas atas. Misalnya hidup pada sekitar 6 bar dan mati pada sekitar 8 bar.
- **Katup pengaman** yang membuka dan membuang udara bila tekanan melebihi batas aman, untuk mencegah tangki pecah. Katup ini tidak boleh ditutup, disumbat, atau disetel ulang sembarangan.
- **Keran penguras** di dasar tangki untuk membuang air.

Mengapa ada air di dasar tangki? Udara luar mengandung uap air, terutama di hari lembap. Ketika udara dimampatkan dan didinginkan di tangki, ia tidak dapat lagi menampung uap sebanyak semula, dan sisanya **mengembun menjadi tetes air**, seperti embun di gelas es. Perkiraan kasar: kompresor yang mengisap 300 liter udara per menit pada hari lembap dapat menghasilkan sekitar seperempat liter air untuk tiap jam kerja terus-menerus. Air itu menumpuk di dasar dan harus dikuras. Bila tidak, air menimbulkan karat di dalam tangki, terbawa ke alat, dan pada pagi dingin dapat membeku di katup. Instalasi besar, seperti pada truk dan bus, memiliki **pengering udara** (*air dryer*) sehingga air yang terkumpul di tangki seharusnya sangat sedikit. Bila air banyak, itu tanda pengeringnya bermasalah.

3. Unit FRL: filter, regulator, lubricator

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Udara dari tangki belum siap dipakai. Ia mengandung air, debu, dan tekanannya sering lebih tinggi daripada yang dibutuhkan alat. **Unit FRL** (Gambar 7.12) menyiapkannya dalam tiga tahap yang selalu **berurutan searah aliran**.



Gambar 7.12 Unit FRL: filter, regulator, dan lubricator. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **Filter (F).** Pada banyak filter udara berputar di dalam mangkuk sehingga tetes air dan butiran kotoran terlempar ke dinding dan mengendap di dasar; elemen penyaring menahan debu halus. Mangkuk memiliki **penguras** untuk membuang air. Filter yang tidak dikuras akan penuh air yang terbawa lagi ke alat.
2. **Regulator (R).** Tekanan udara masuk diturunkan sampai tekanan kerja yang dipilih, dan dijaga stabil walaupun tekanan tangki berubah. Di dalamnya ada diafragma dan pegas; memutar knob menekan atau mengendurkan pegas sehingga tekanan keluaran berubah. **Regulator hanya dapat menurunkan tekanan, tidak dapat menaikkannya melebihi tekanan masuk.** Manometer di regulator menunjukkan tekanan kerja.
3. **Lubricator (L).** Menambahkan **kabut oli halus** ke dalam aliran udara. Alat yang bagian dalamnya bergerak cepat dan bergesekan, seperti impact wrench dan ratchet pneumatik, memerlukan pelumasan ini agar awet. Kaca tetes menunjukkan tetesan oli yang masuk.

Urutan F → R → L bukan kebetulan. Filter harus pertama agar air dan kotoran tidak mengganggu regulator dan lubricator. Lubricator terakhir agar minyak tidak ikut tertahan atau terbuang di komponen sebelumnya, dan pelumas sampai ke alat. Unit FRL dipasang **sedekat mungkin dengan alat** karena air masih dapat mengembun di pipa panjang.

Tidak setiap alat boleh diberi udara berpelumas. **Spray gun pengecatan memerlukan udara bebas oli**, karena kabut oli akan jatuh bersama cat dan merusak permukaan,

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

menimbulkan bintik dan cat tidak menempel. Untuk saluran pengecatan, gunakan filter dan regulator saja (bahkan pengering tambahan), tanpa lubricator. Alat pembersih tiup (*blow gun*) juga tidak memerlukan pelumas. Aturan umumnya: **lihat petunjuk alat**. Tekanan kerja alat tertulis di badannya; banyak alat bengkel dirancang untuk sekitar 6 bar. Regulator dan manometer dipakai untuk menyetel tekanan itu, dan tidak boleh dilampaui walaupun selang kuat.

4. Silinder dan alat pneumatik

Silinder pneumatik mengubah tekanan udara menjadi gerak lurus, dan bentuknya mirip silinder hidrolik (sub bab 7.2):

- **Silinder kerja tunggal.** Udara hanya mendorong satu sisi piston; gerak baliknya oleh **pegas pengembali** di sisi lain. Hanya ada satu lubang udara. Cocok untuk menekan atau menjepit, seperti penekan bibir ban.
- **Silinder kerja ganda.** Udara mendorong kedua sisi piston bergantian, sehingga batang dapat keluar dan masuk karena udara. Ada dua lubang udara.

Gaya silinder sama dengan tekanan kali luas piston, dikurangi gesekan seal dan (pada kerja tunggal) gaya pegas: **F = p × A − gesekan − gaya pegas**. Karena tekanan pneumatik rendah, pistonnya harus besar untuk menghasilkan gaya yang cukup. Selain silinder, ada **motor pneumatik** yang memutar impact wrench, ratchet, dan bor angin: udara memutar baling-baling atau piston di dalam alat, kemudian dibuang lewat lubang di badan alat.

5. Katup pneumatik

Katup arah mengarahkan udara ke saluran yang tepat. Namanya terdiri atas dua angka: **jumlah lubang / jumlah posisi**. Katup 3/2 memiliki tiga lubang dan dua posisi; katup 5/2 memiliki lima lubang dan dua posisi. Nomor lubang pada standar:

- **1** = lubang pasokan udara dari sumber;
- **2 dan 4** = lubang kerja menuju silinder;
- **3 dan 5** = lubang buang ke atmosfer.

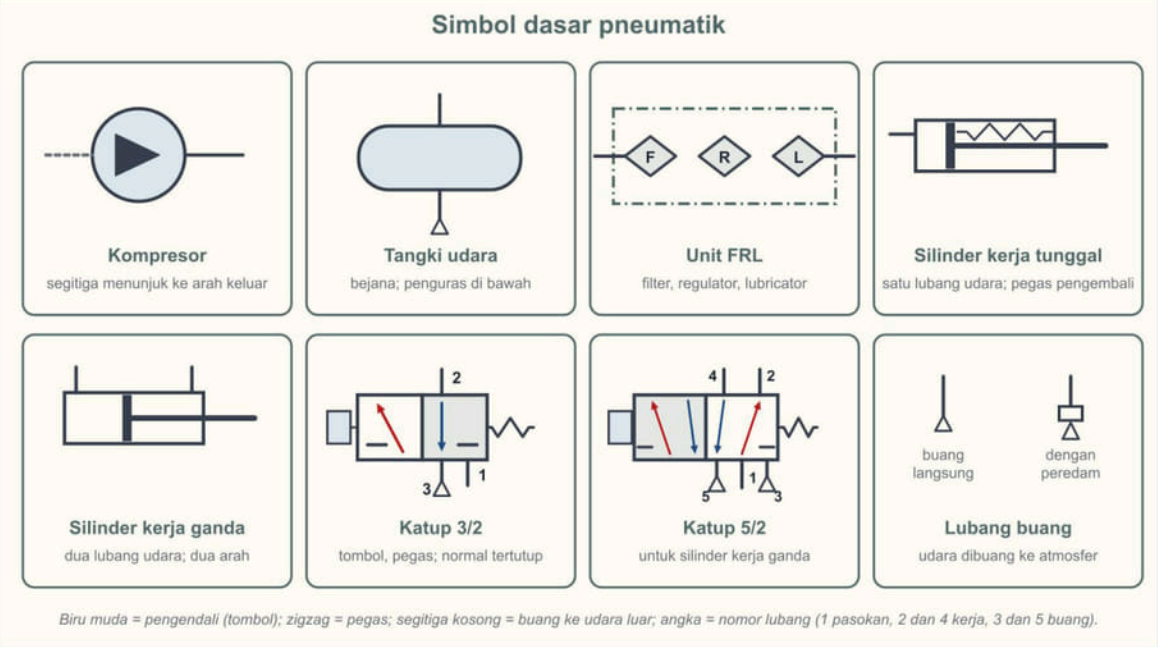
Katup 3/2 dipakai untuk silinder kerja tunggal: lubang 2 menuju silinder; pada satu posisi udara mengalir 1 ke 2 (silinder diisi), pada posisi lain lubang 1 tertutup dan udara silinder keluar 2 ke 3 (silinder dikosongkan). Katup yang menutup lubang 1 pada posisi normal disebut **normal tertutup**. **Katup 5/2** dipakai untuk silinder kerja ganda: satu lubang kerja diberi udara, lubang kerja lainnya dibuang, lalu bertukar pada posisi kedua. Katup 3/2 saja tidak cukup untuk silinder kerja ganda karena hanya memiliki satu lubang kerja.

Katup digerakkan oleh **tombol**, **pedal**, tuas, rol, **solenoid** (listrik), atau tekanan udara pilot; pada banyak katup, **pegas** mengembalikannya ke posisi normal bila pengendalinya dilepas. Katup lain: **katup satu arah** (udara hanya lewat satu arah), **katup pengatur aliran** (membatasi debit udara untuk memperlambat gerak), dan **peredam suara** (*silencer*) pada lubang buang untuk mengurangi bunyi desis.

6. Membaca simbol pneumatik

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Gambar sirkuit memakai simbol, bukan gambar benda. Gambar 7.13 merangkum simbol dasar.



Gambar 7.13 Simbol dasar pneumatik. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

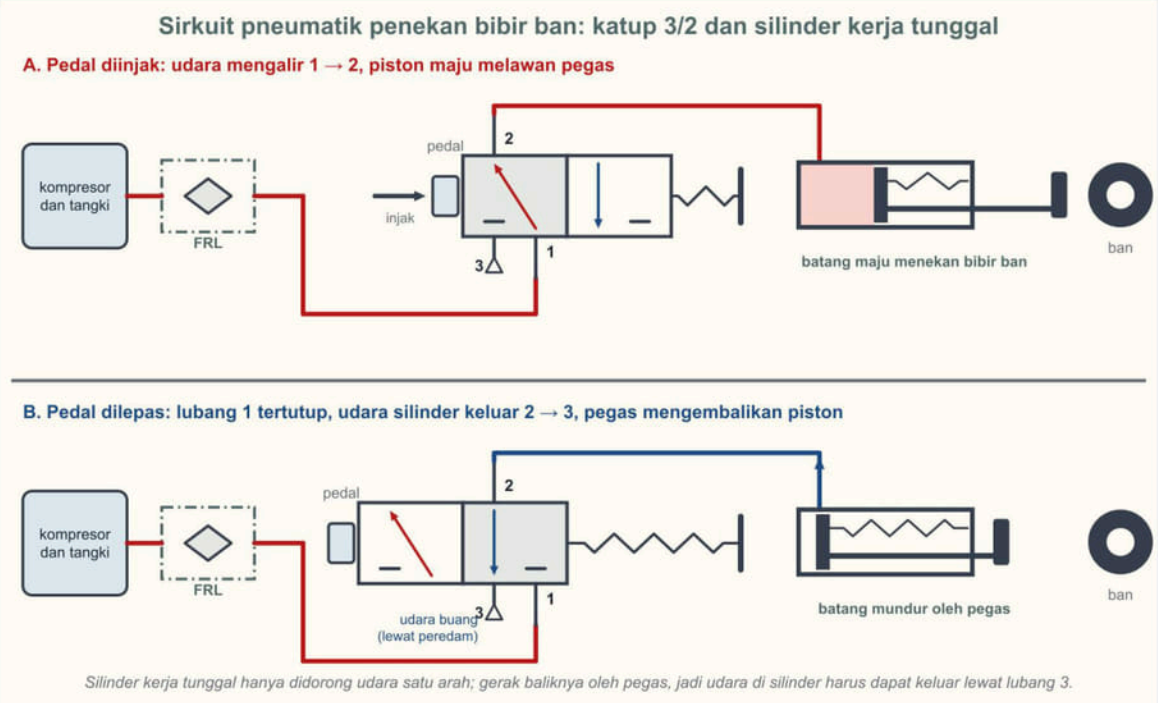
Cara membaca simbol katup:

- **Setiap kotak adalah satu posisi.** Katup 3/2 digambar dengan dua kotak berdampingan.
- **Panah di dalam kotak** menunjukkan arah aliran; tanda **T** menunjukkan lubang tertutup.
- **Lubang digambar menempel pada satu kotak saja**, yaitu posisi katup **saat tidak digerakkan** (posisi normal). Posisi normal biasanya kotak di sisi pegas.
- **Ujung kiri** menggambarkan pengendali (tombol, pedal, solenoid) dan **ujung kanan** pegas pengembali.
- Saat pengendali ditekan, **kotak di sebelahnya bergeser ke bawah lubang**, sehingga jalur dalam kotak itulah yang berlaku.

Pada simbol katup 3/2 di gambar, kotak kanan (normal) menunjukkan panah dari 2 ke 3 dan lubang 1 tertutup T. Kotak kiri (saat ditekan) menunjukkan panah 1 ke 2 dan lubang 3 tertutup. Kesalahan yang sering terjadi adalah membaca kotak yang salah, misalnya memakai kotak aktif untuk kondisi normal.

7. Sirkuit penekan bibir ban

Mesin pembuka ban (*tyre changer*) memakai silinder pneumatik untuk menekan bibir ban agar lepas dari pelek. Gambar 7.14 menunjukkan sirkuit sederhananya: kompresor dan tangki, unit FRL, katup 3/2 yang digerakkan pedal dengan pegas pengembali, dan silinder kerja tunggal.



Gambar 7.14 Sirkuit penekan bibir ban: pedal diinjak (atas) dan dilepas (bawah). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Telusuri dua keadaan:

1. **Pedal diinjak.** Katup bergeser sehingga kotak kiri berada di bawah lubang. Udara dari FRL masuk ke lubang 1, mengalir ke lubang 2, lewat selang menuju silinder. Tekanan mengalahkan pegas silinder, piston maju, dan batang menekan bibir ban. Lubang 3 tertutup.
2. **Pedal dilepas.** Pegas katup mendorong katup kembali ke posisi normal. Lubang 1 tertutup sehingga pasokan terputus. Lubang 2 terhubung ke lubang 3, dan udara dari silinder terdorong keluar oleh pegas silinder melalui lubang 3 dan peredam. Batang mundur.

Dari penelusuran itu muncul tiga petunjuk perawatan. **Gerak maju lemah** menunjuk gangguan di sisi pasokan: tekanan FRL rendah, selang bocor, atau katup bocor. **Gerak balik lambat** menunjuk gangguan di sisi buang, misalnya peredam tersumbat yang membuat desis buang lemah tetapi lama. Pegas silinder yang lemah juga memperlambat gerak balik, tetapi tidak mengubah sifat desis buangnya. Sumber bunyi desis menunjukkan lokasi kebocoran.

8. Aturan pakai yang aman

Udara bertekanan terlihat ringan, tetapi berbahaya: semburan dapat menembus kulit dan menerbangkan serpihan ke mata. Aturan dasarnya: jangan mengarahkan udara bertekanan ke tubuh atau ke orang lain, pakai kacamata saat meniup, dan **lepas selang dari alat sebelum mengganti aksesori** agar alat tidak menyala tiba-tiba. Jangan menyetel regulator melebihi tekanan kerja alat, dan jangan menutup lubang katup pengaman.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Memasang FRL untuk tiga alat

Bengkel sekolah memiliki satu saluran udara induk yang bercabang ke tiga alat: ratchet pneumatik, pistol tiup pembersih (*blow gun*), dan spray gun pengecat. Bagaimana FRL sebaiknya dipasang?

Langkah:

1. Semua alat memerlukan udara bersih dan bertekanan stabil, jadi **filter dan regulator** dipasang di saluran induk atau di tiap cabang.
2. Ratchet pneumatik memiliki bagian dalam yang bergesekan sehingga memerlukan pelumasan: tambahkan **lubricator** pada cabangnya, dipasang dekat alat.
3. Pistol tiup tidak memerlukan pelumas, dan kabut oli akan mengotori benda yang dibersihkan: **tanpa lubricator**.
4. Spray gun memerlukan udara bebas oli: **tanpa lubricator**, bila perlu ditambah filter halus atau pengering sebelum alat.

Jawaban: filter dan regulator untuk semua cabang; lubricator hanya pada cabang ratchet; cabang pistol tiup dan spray gun tanpa lubricator. Saluran induk tidak boleh memuat lubricator bila ada cabang pengecatan.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Contoh 2: Silinder penekan lemah

Pada mesin pembuka ban, silinder penekan bibir ban hanya maju lemah ketika pedal diinjak. Tekanan di manometer FRL normal. Selama pedal diinjak, terdengar desis keras dari lubang buang 3 pada katup 3/2. Siswa mencatat tiga kemungkinan: sambungan selang bocor (desis di sambungan), seal piston silinder bocor (desis dari lubang napas silinder), atau katup bocor di dalam (desis dari lubang 3). Manakah yang paling mungkin?

Langkah:

1. Saat pedal diinjak, jalurnya 1 ke 2, dan **lubang 3 seharusnya tertutup**. Tidak ada udara yang boleh keluar lewat lubang 3.
2. Desis dari lubang 3 selama pedal diinjak berarti udara pasokan lolos di dalam katup menuju lubang buang.
3. Desis dari sambungan atau lubang napas silinder tidak dilaporkan, jadi kedua kemungkinan itu lemah.
4. Udara yang hilang lewat lubang 3 membuat tekanan di silinder tidak naik penuh, sehingga gerak maju lemah.

Jawaban: katup 3/2 bocor di dalam (sealnya aus), sehingga katup diganti atau diperbaiki. Sambungan selang dan seal piston tidak perlu dibongkar.

Contoh 3: Air keluar dari tangki

Seorang siswa menguras tangki kompresor dan terkejut karena air keluar cukup banyak. Ia khawatir tangki bocor. Kompresor itu mengisap sekitar 300 liter udara bebas per menit pada hari lembap (kandungan uap air udara sekitar 16 g/m^3; setelah dimampatkan menjadi sekitar 9 bar mutlak dan didinginkan, udara hanya dapat menampung sekitar 23 g uap per m^3 udara terkompresi). Apakah air itu wajar, dan berapa kira-kira jumlahnya?

Langkah:

1. Uap yang masuk per menit = 0,3 m^3 × 16 g/m^3 = 4,8 g.
2. Volume udara setelah dimampatkan 9 kali = 0,3 ÷ 9 ≈ 0,033 m^3 per menit, yang hanya dapat menampung 0,033 × 23 ≈ 0,77 g uap.
3. Uap yang mengembun = 4,8 − 0,77 ≈ 4,0 g per menit, kira-kira 240 g (sekitar 0,24 liter) per jam bila kompresor bekerja terus.
4. Tangki yang bocor menyemburkan udara, bukan air; air di dasar tangki adalah embun dari udara yang dimampatkan.

Jawaban: wajar. Tangki tidak bocor. Tindakan yang benar adalah menguras tangki rutin setelah dipakai, memeriksa penguras filter, dan memasang pengering atau pemisah air bila alat memerlukan udara kering. Bila air berwarna cokelat, itu tanda karat di dalam tangki yang perlu diperiksa.

Contoh 4: Gaya silinder dan pemakaian udara

Silinder kerja tunggal berdiameter 4 cm dengan langkah 10 cm bekerja pada tekanan 6 bar (setelan regulator). Gaya pegas pengembali pada ujung langkah sekitar 40 N. Gesekan diabaikan.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Gunakan π = 3,14. Hitung gaya maju dan volume udara bebas yang dipakai tiap langkah maju, serta pemakaian per menit bila bekerja 10 kali per menit.

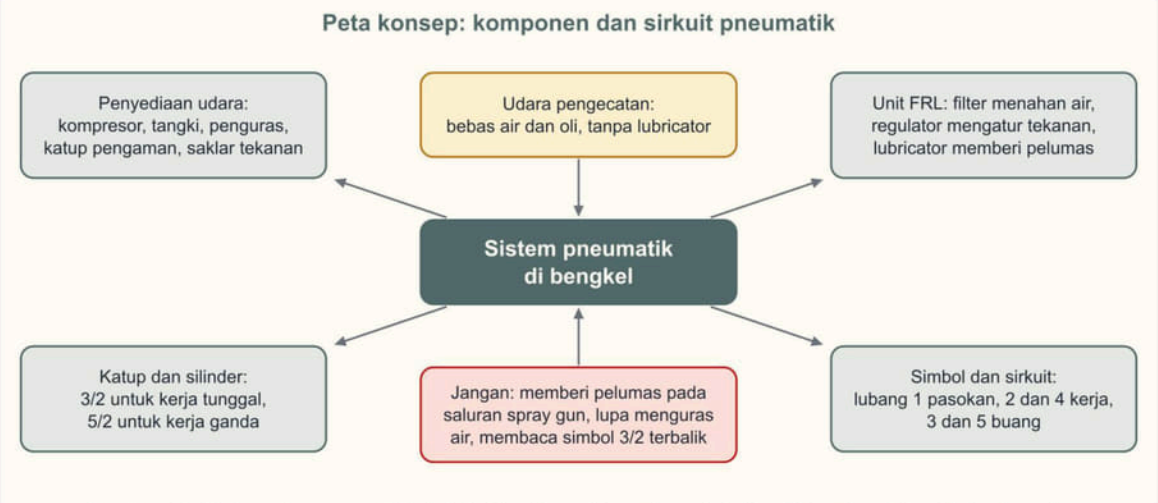
Langkah:

1. Luas piston A = 3,14 × 4^2 ÷ 4 = 12,56 cm^2. Tekanan p = 6 bar = 60 N/cm^2.
2. Gaya pada piston = 60 × 12,56 ≈ 754 N. Dikurangi gaya pegas 40 N sehingga gaya maju ≈ 714 N.
3. Volume ruang silinder = 12,56 × 10 = 125,6 cm^3. Pada 6 bar ukur, tekanan mutlak = 7 bar, sehingga udara bebas yang dipakai = 125,6 × 7 ≈ 880 cm^3 ≈ 0,88 L tiap langkah.
4. Untuk 10 langkah per menit: 0,88 × 10 ≈ 8,8 L/menit.

Jawaban: gaya maju sekitar 714 N; pemakaian udara sekitar 0,88 L per langkah, atau 8,8 L/menit pada 10 langkah per menit. Itu jauh di bawah debit kompresor bengkel, yang biasanya ratusan liter per menit.

❖ PETA KONSEP

Ringkasan sub bab ini terlihat pada Gambar 7.15.



Gambar 7.15 Peta konsep sub bab 7.3. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- Pneumatik: tekanan rendah (sekitar 6 sampai 8 bar), gerak cepat dan agak lentur, udara dibuang ke atmosfer.
- Kompresor mengisi tangki; tangki berisi manometer, saklar tekanan, katup pengaman, dan penguras; air mengembun dan harus dikuras.
- FRL berurutan: filter menahan air dan debu, regulator menurunkan dan menstabilkan tekanan, lubricator menambah kabut oli.
- Udara untuk spray gun pengecatan harus bebas oli: tanpa lubricator.
- Katup 3/2 untuk silinder kerja tunggal; katup 5/2 untuk kerja ganda. Lubang: 1 pasokan, 2 dan 4 kerja, 3 dan 5 buang.
- Simbol katup: satu kotak = satu posisi; lubang menempel pada posisi normal.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Soal pneumatik biasanya meminta kamu menelusuri jalur udara atau menilai pernyataan tentang FRL. Gunakan langkah berikut.

1. **Tandai sumber udara,** lalu ikuti jalur: tangki, FRL, katup, silinder.
2. **Tentukan posisi katup** pada soal: ditekan atau normal, dan kotak mana yang berada di bawah lubang.
3. **Telusuri lubang 1, 2, 3** pada posisi itu: siapa tersambung ke siapa, siapa tertutup.
4. **Cocokkan gejala:** gerak maju lemah menunjuk sisi pasokan, gerak balik lambat menunjuk sisi buang.
5. **Pada soal FRL,** periksa urutan dan kebutuhan alat: spray gun tanpa pelumas.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Pelumas pada saluran spray gun** karena "semua alat angin perlu pelumas".
- **Regulator dikira dapat menaikkan tekanan** melebihi tangki.
- **Regulator dikira menyaring air;** itu tugas filter.
- **Tidak menguras air** karena air dianggap hanya muncul bila tangki bocor.
- **Simbol katup 3/2 dibaca terbalik:** memakai kotak aktif untuk kondisi normal.
- **Katup 3/2 dipakai untuk silinder kerja ganda;** silinder itu memerlukan 5/2 atau 4/2.
- **Gerak balik lambat dikira pegas lemah** padahal peredam buang tersumbat.

> Contoh salah tafsir: pada soal cat mobil yang bintik-bintik, seorang siswa menyimpulkan bahwa spray gun kurang pelumas dan menyarankan menambah oli pada lubricator. Padahal kabut oli itulah yang jatuh bersama cat dan merusak permukaan. Yang benar adalah melepas lubricator dari saluran pengecatan dan memastikan filter serta pengering bekerja.

Educational Institutions

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menyajikan pernyataan tentang unit FRL yang dipasang pada dua alat. Perhatikan bagaimana setiap pernyataan dinilai terpisah dan mengapa udara untuk pengecatan berbeda.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

►. Bengkel memasang unit FRL (filter, regulator, lubricator) pada saluran angin kompresor yang dipakai untuk impact wrench dan juga untuk spray gun pengecatan (2027).
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat tentang unit FRL tersebut adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Filter memisahkan air dan kotoran dari udara bertekanan sebelum masuk ke alat.
☐ B. Regulator menaikkan tekanan udara sampai melebihi tekanan di tangki kompresor.
☐ C. Lubricator meneteskan kabut oli halus untuk alat pneumatik yang memerlukan pelumasan.
☐ D. Regulator pada unit FRL juga berfungsi menyaring air yang terbawa udara bertekanan.
☐ E. Udara untuk spray gun sebaiknya melewati lubricator agar cat yang disemprotkan lebih rata.

Pembahasan **Kunci: A, C**

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Unit FRL menyiapkan udara bertekanan: filter membersihkan, regulator menurunkan dan menstabilkan tekanan, lubricator menambahkan kabut oli. Udara untuk pengecatan harus bebas oli.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✓ Air dan kotoran merusak alat pneumatik dan mengotori hasil kerja.
• **Pernyataan 2** ✗ Regulator hanya menurunkan dan menstabilkan tekanan; tidak dapat melebihi tekanan sumber.
• **Pernyataan 3** ✓ Alat seperti impact wrench memerlukan pelumasan agar bagian bergeraknya awet.
• **Pernyataan 4** ✗ Penyaringan air adalah tugas filter; regulator hanya mengatur tekanan.
• **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: kabut oli justru mencemari cat dan membuat hasil pengecatan cacat; udara pengecatan tidak boleh melewati lubricator.

Jawaban: pernyataan 1, 3.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk tiap soal, gambar sketsa jalur udara atau tulis fungsi tiap komponen.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

1. Pompa sebuah alat angkat hidrolik berputar normal, tetapi tekanan sistem tidak naik melewati 20 bar (seharusnya 150 bar) sehingga silinder tidak mengangkat beban (2027). Level oli normal, tidak ada oli yang menetes, dan oli tidak keruh.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penyebab yang paling mungkin adalah ....

A. katup pelepas tekanan macet terbuka sehingga oli langsung ke tangki
B. tangki oli kosong sehingga pompa menghisap udara
C. selang tekanan tinggi pecah sehingga oli menyembur ke luar
D. filter di saluran isap tersumbat total sehingga pompa tidak mengalirkan oli
E. oli terlalu kental sehingga tekanan naik terlalu cepat

2. Pada kemasan oli mesin di bengkel resmi tertulis SAE 10W-40 (2027). Seorang siswa PKL bertanya kepada pembimbing apa arti angka 40.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Jawaban yang paling tepat adalah ....

A. kekentalan oli saat mesin dingin
B. jumlah liter oli yang dibutuhkan mesin
C. jarak tempuh penggantian oli dalam ribuan kilometer
D. suhu beku oli dalam derajat Celsius
E. kekentalan oli pada suhu kerja mesin

Kunci singkat: 1. A 2. E

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menjelaskan mengapa lubricator tidak dipasang pada saluran spray gun, dan mengapa filter dipasang paling depan?
- Pada katup 3/2 normal tertutup, apa yang terhubung dengan apa saat pedal diinjak dan saat pedal dilepas?
- **Yang harus kuingat:** filter, regulator, lubricator berurutan; udara pengecatan bebas oli; katup 3/2 untuk kerja tunggal dan 5/2 untuk kerja ganda; air dikuras rutin; dan gerak balik lambat sering berasal dari buang yang terhambat.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 7.3: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.
next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkto&node=SMKTO-7.3

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 7.4 · Perawatan dan pengujian sistem hidrolik dan pneumatik

SMKTO-7.4

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu **merawat dan menguji sistem hidrolik dan pneumatik dengan aman**. Soalnya biasanya berupa kegiatan di bengkel: seorang siswa atau teknisi memeriksa oli, melepas selang, menguji kebocoran, atau mencatat tekanan, lalu kamu diminta memilih tindakan yang benar dan menolak yang berbahaya. Yang diuji bukan hafalan angka, melainkan **urutan kerja yang aman dan kemampuan membaca hasil uji**: apa yang harus dilakukan lebih dulu, apa yang tidak boleh dilakukan sama sekali, dan apa arti angka yang terbaca.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menyusun langkah aman melepas tekanan sebelum melepas selang atau sambungan hidrolik;
- memeriksa level dan kondisi oli hidrolik serta menyebut arti oli keruh, berbusa, dan gelap;
- menguji sistem hidrolik dengan manometer dan membaca catatan tekanan harian;
- merawat kompresor, tangki, dan unit FRL serta mencari kebocoran pneumatik dengan benar;
- membaca hasil uji kebocoran rem udara dan menyusun daftar periksa kompresor yang bekerja terus.

NEXT LEVEL STUDY

◆ KONSEP INTI

Sistem hidrolik dan pneumatik jarang rusak tiba-tiba. Hampir selalu ada tanda-tanda yang muncul lebih dahulu: oli yang mulai keruh, tekanan yang turun sedikit demi sedikit, atau kompresor yang makin sering hidup. Teknisi yang rajin merawat membaca tanda itu sebelum komponen mahal rusak. Dalam sub bab ini kamu mempelajari cara merawat, cara menguji, dan, yang terpenting, cara melakukannya dengan aman.

1. Prinsip perawatan

Perawatan yang dikerjakan **sebelum rusak** disebut **perawatan pencegahan**, berbeda dengan **perbaikan** yang dilakukan setelah rusak. Pada sistem fluida, hampir semua kerusakan berasal dari lima musuh:

1. **Kotoran** (debu, serbuk logam) yang mengikis pompa dan katup.
2. **Air** yang membuat oli keruh, berkarat, dan membeku atau tersendat di katup.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

3. **Udara** yang membuat gerak tersendat, berisik, dan empuk.
4. **Panas berlebih** yang membuat oli encer, menua, dan merusak seal.
5. **Level cairan yang salah** (terlalu rendah sehingga pompa mengisap udara, terlalu tinggi sehingga meluap).

Pekerjaan perawatan karena itu berkisar pada lima kata: **periksa, bersihkan, ganti, uji, dan catat**. Bagian **catat** sering dilupakan padahal sangat berguna. Catatan tekanan dan level setiap hari menunjukkan **kecenderungan**. Bila tekanan uji sebuah alat tercatat 146, 141, 134, dan 127 bar pada empat hari berturut-turut, padahal rentang normalnya 130 sampai 150 bar, kamu melihat dua hal: tiga nilai pertama masih di dalam rentang tetapi terus menurun, dan nilai keempat sudah keluar dari rentang. Penurunan bertahap seperti itu menandakan masalah yang sedang berkembang, misalnya kebocoran dalam atau pompa aus, dan sebaiknya sudah diselidiki sebelum nilainya keluar dari rentang, walaupun alat masih dapat bekerja.

2. Keselamatan: melepas tekanan lebih dulu

Bahaya terbesar saat merawat sistem hidrolik adalah **tekanan yang masih tersimpan**. Mesin yang sudah dimatikan belum tentu bebas tekanan:

- Beban yang masih terangkat, seperti bucket, garpu, atau bak, terus menekan oli di dalam silinder.
- Sebagian sistem memiliki akumulator atau pegas yang menyimpan tekanan.
- Oli di saluran dapat tetap bertekanan karena panas membuatnya memuai.

Oli bertekanan tinggi yang menyembur dari lubang sangat kecil seperti jarum dapat **menembus kulit**. Semburan halus itu hampir tidak terlihat dan tidak langsung terasa sakit, tetapi oli yang masuk ke jaringan tubuh sangat berbahaya dan memerlukan penanganan kesehatan segera. Karena itu ada aturan: **jangan mencari kebocoran dengan tangan**. Gunakan selembar karton atau papan yang dipegang di dekat sambungan; oli yang menyembur akan membasahi karton.

Gambar 7.16 menunjukkan urutan yang aman sebelum melepas selang atau sambungan.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 7.16 Langkah aman melepas tekanan sebelum membuka sistem hidrolik. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

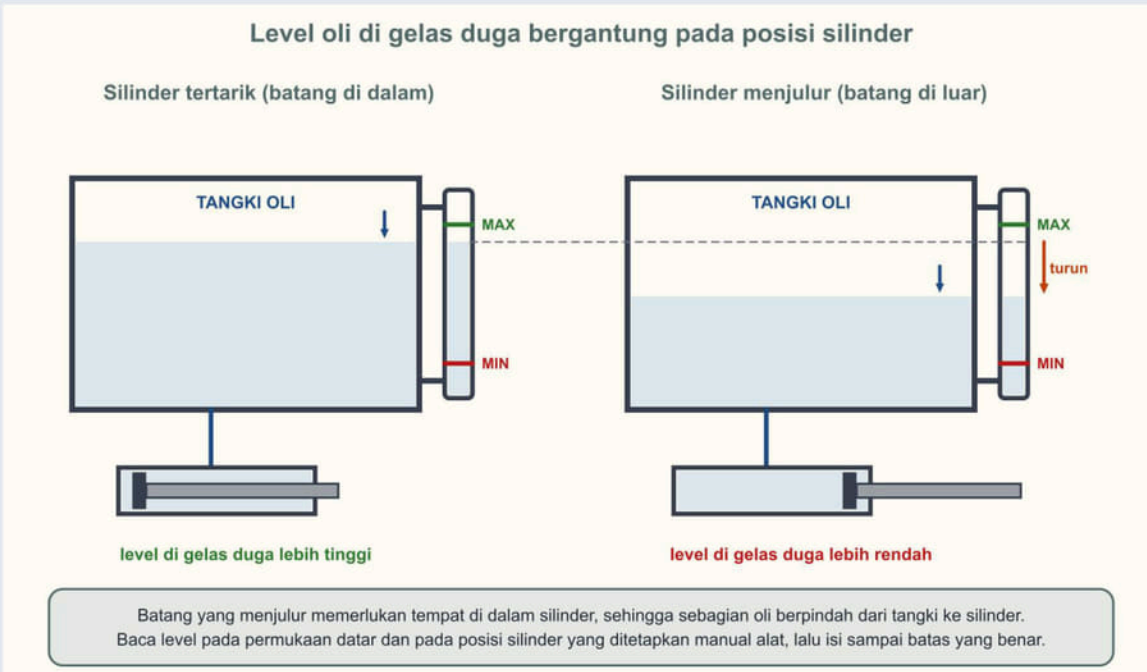
Urutannya tidak boleh dibalik. **Beban diturunkan dulu**, karena beban yang tergantung tidak dapat dibebaskan tekanannya selama masih terangkat. Mesin dimatikan; tekanan sisa dibuang dengan menggerakkan tuas kendali sesuai manual; oli dibiarkan dingin; APD dipakai; baru sambungan dilonggarkan perlahan dari samping dengan wadah di bawahnya. Setelah dilepas, lubang dan ujung selang disumbat agar kotoran tidak masuk, karena satu butir debu dapat merusak katup.

3. Merawat oli hidrolik

Oli adalah "darah" sistem hidrolik, sehingga merawatnya sama dengan menjaga seluruh sistem.

Level. Level oli dibaca pada gelas duga di tangki. Ada satu hal yang sering terlewat: **posisi silinder memengaruhi level**. Ketika batang silinder menjulur, bagian batang itu keluar dari silinder dan sebagian oli dari tangki berpindah mengisi silinder; level di tangki turun. Ketika batang tertarik, oli kembali ke tangki dan level naik (Gambar 7.17). Karena itu manual menetapkan posisi silinder tertentu saat membaca level, dan alat harus berdiri di permukaan datar. Jika level dibaca pada posisi yang salah, oli dapat ditambah terlalu banyak sehingga meluap atau berbusa saat silinder ditarik.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 7.17 Level oli di gelas duga lebih rendah saat silinder menjulur. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Kondisi. Lihat warna, kejernihan, dan baunya:

Tampak	Artinya	Tindakan
keruh seperti susu	air masuk (atau udara halus bercampur)	cari sumber air, kuras oli, ganti saringan
berbusa dan jernih setelah didiamkan	udara masuk, misalnya level rendah atau sambungan isap bocor	periksa level dan sambungan isap
gelap dan berbau hangus	panas berlebih	periksa pendingin, setelan katup pelepas, beban
berkilau serbuk logam	komponen aus	periksa pompa, silinder, ganti oli dan saringan

Perbedaan antara **busa** dan **keruh karena air** penting. Busa dari udara hilang bila oli didiamkan beberapa menit; oli yang keruh karena air tetap keruh atau terpisah. **Oli seperti susu tidak boleh dianggap normal.** Air mempercepat karat, merusak pelumasan, dan membuat komponen aus.

Air masuk lewat banyak cara: tutup tangki yang retak atau lubang napas yang rusak, pencucian dengan semprotan air bertekanan, atau pengembunan di tangki yang sering kosong separuh. Perawatan yang benar mengikuti urutan: **hilangkan sumber air** (ganti tutup yang retak), **kuras oli yang tercemar**, **ganti saringan**, **isi oli baru sesuai spesifikasi**, **baca level pada posisi yang benar**, lalu **uji kinerja** alat setelah perawatan. Menambah oli baru tanpa menguras tidak mengeluarkan air; oli tetap tercemar dan level malah berlebih.

Saringan. Saringan balik biasanya memiliki indikator penyumbatan; bila menunjuk zona merah, elemen diganti. Saringan juga diganti saat oli diganti. Oli baru pun tidak selalu bersih, sehingga isi lewat corong berfilter dan wadah yang bersih. Jangan mencampur oli dari jenis atau merek berbeda tanpa petunjuk pabrikan.

4. Menguji sistem hidrolik

Pengujian memberi angka yang dapat dibandingkan dengan spesifikasi:

- **Tekanan.** Manometer dipasang pada **titik uji** saat sistem bebas tekanan. Rentang manometer dipilih lebih tinggi daripada tekanan yang diuji. Sistem digerakkan sampai ujung langkah sebentar sehingga tekanan terbaca sama dengan setelan katup pelepas (sub bab 7.2). Pembacaan ditahan hanya sebentar karena oli yang melewati katup cepat panas.
- **Penurunan (drift).** Beban ditahan dengan tuas netral, lalu penurunan ujung silinder diukur dalam waktu tertentu, misalnya 10 menit, dan dibandingkan dengan batas manual.
- **Waktu siklus.** Waktu untuk satu gerakan penuh, misalnya mengangkat boom dari bawah ke atas, dibandingkan dengan spesifikasi. Bila lebih lama, debit atau tekanan berkurang.
- **Suhu oli.** Suhu kerja normal ada dalam manual; suhu yang jauh melewati batas menandakan panas berlebih. Alat berat memiliki indikator suhu oli.

Semua hasil dicatat bersama tanggal dan jam kerja alat supaya perubahan terlihat dari waktu ke

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

waktu.

5. Merawat sistem pneumatik

Perawatan sistem udara mengikuti pola yang sama:

- **Kompresor.** Periksa dan bersihkan **saringan isap** secara berkala; saringan tersumbat membuat kompresor bekerja lebih berat. Periksa level dan kondisi oli kompresor (pada jenis berpelumas), ketegangan dan keausan sabuk, serta kebocoran. Pastikan **katup pengaman** tidak macet dan tidak pernah disumbat.
- **Tangki. Kuras air kondensasi secara rutin**, misalnya setiap selesai dipakai; jangan menunggu jarum tekanan turun, karena air menumpuk tanpa memengaruhi tekanan. Buka keran penguras perlahan dan jauhkan wajah dari semburan. Tangki bertekanan termasuk bejana bertekanan yang harus diperiksa berkala sesuai ketentuan K3.
- **Unit FRL.** Kuras mangkuk filter, ganti atau bersihkan elemennya, isi lubricator dengan oli yang ditentukan, dan atur tetesannya. Mangkuk dibersihkan dengan cara yang diizinkan pabrikan; pelarut tertentu dapat merusak mangkuk plastik.
- **Selang dan sambungan.** Ganti selang yang retak, menggembung, atau aus. Sambungan yang longgar dikencangkan.
- **Alat.** Pada impact wrench dan alat lain yang berpelumas, tambahkan oli sesuai petunjuk dan lepas selang dari alat sebelum mengganti aksesori.

6. Menguji kebocoran pneumatik

Kebocoran udara tidak meninggalkan jejak seperti oli, tetapi memboroskan energi karena kompresor harus terus mengganti udara yang hilang. Ada dua cara mencarinya:

- **Air sabun.** Saat sistem bertekanan, oleskan air sabun pada sambungan, selang, dan katup. Gelembung yang membesar menunjukkan titik bocor. Cara ini lebih bisa diandalkan daripada pendengaran, karena kebocoran kecil sering tidak terdengar di bengkel yang bising, padahal cukup untuk membuat kompresor bekerja terus.
- **Uji penurunan tekanan.** Tangki diisi sampai tekanan kerja, kompresor dimatikan, keran keluaran ditutup, dan tekanan dicatat pada awal dan setelah waktu tertentu. Penurunan dibandingkan dengan batas manual. Laju bocor dapat ditaksir dari volume tangki: **bocor ≈ volume tangki × penurunan tekanan ÷ tekanan atmosfer ÷ waktu**.

Uji kebocoran rem udara memakai prinsip yang sama pada kendaraan, dengan dua kondisi pengujian (Gambar 7.18). Setelah tangki terisi penuh dan mesin dimatikan, teknisi mencatat penurunan tekanan dalam satu menit pada kondisi **rem dilepas**, lalu pada kondisi **pedal diinjak penuh dan ditahan**, dan membandingkan keduanya dengan batas dalam manual.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 7.18 Uji kebocoran rem udara pada dua kondisi. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Dua kondisi dipisahkan karena yang bertekanan berbeda. Saat rem dilepas, hanya tangki dan saluran utama yang bertekanan. Saat pedal diinjak, ruang rem (*brake chamber*) dan selang di tiap roda ikut bertekanan. Dengan membandingkan keduanya, lokasi dipersempit: bila uji pertama gagal, bocor ada di bagian yang selalu bertekanan; bila hanya uji kedua yang gagal, bocor ada di bagian yang baru bertekanan saat pengereman. Desis dari satu roda menunjuk ruang rem atau selang roda itu. Perhatikan pula bahwa udara memang terpakai ketika pedal pertama kali diinjak, tetapi **selama pedal ditahan** tekanan seharusnya hampir tetap.

7. Kompresor bekerja terus

Kompresor yang hidup terus atau terlalu sering hidup adalah keluhan umum. Penyebabnya banyak, sehingga pemeriksaan dilakukan dari yang termudah dan tersering (Gambar 7.19). Pertama, **kebocoran** pada selang, sambungan, atau alat: dicari dengan air sabun. Kedua, katup **penguras** atau **pengaman** yang bocor. Ketiga, **saringan isap** yang tersumbat membuat tekanan naik lambat. Keempat, **katup satu arah** di jalur ke tangki yang bocor, sehingga udara tangki mengalir balik. Kelima, **saklar tekanan** yang salah setel atau rusak. Keenam, **sabuk** yang slip. Terakhir, **pemakaian berlebih**, yaitu alat memerlukan udara lebih banyak daripada kapasitas kompresor.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Daftar periksa: kompresor bekerja terus atau terlalu sering hidup

	Periksa	Tanda yang terlihat	Tindakan
1	Selang, sambungan, dan alat bocor	desis; busa saat dioles air sabun	kencangkan atau ganti seal, selang, sambungan
2	Katup penguras dan katup pengaman bocor	desis dari tangki; tekanan turun saat kompresor mati	tutup rapat; ganti bila tidak menutup
3	Saringan isap udara tersumbat	tekanan naik lambat; kompresor panas dan berat	bersihkan atau ganti saringan
4	Katup satu arah di jalur ke tangki bocor	tekanan tangki turun balik ke kepala kompresor saat mati	bersihkan atau ganti katup satu arah
5	Saklar tekanan salah setel atau rusak	tidak berhenti di batas atas; katup pengaman membuka	setel atau ganti (dilakukan teknisi)
6	Sabuk penggerak slip atau kendur	bunyi mencicit; putaran pompa rendah	setel ketegangan atau ganti sabuk
7	Pemakaian melebihi kapasitas kompresor	tekanan turun saat alat dipakai walau tidak bocor	pakai alat lebih kecil atau kompresor lebih besar

Periksa dari yang termudah dan tersering: kebocoran dulu, baru komponen dalam. Sebelum membuka, lepas tekanan.

Gambar 7.19 Daftar periksa kompresor yang bekerja terus atau terlalu sering hidup. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Ingat satu aturan sebelum membongkar apa pun: **buang tekanan** tangki dan saluran, lalu lepas aliran listrik kompresor.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Menaksir kebocoran dari penurunan tekanan

Kompresor di bengkel sekolah menyala setiap 40 detik walau tidak ada alat yang dipakai. Volume tangki 100 liter. Kompresor dimatikan, keran keluaran ditutup, dan manometer mencatat penurunan dari 8,0 bar menjadi 7,0 bar dalam 5 menit. Tekanan atmosfer dianggap 1 bar. Berapa laju bocornya, dan apa langkah mencarinya?

Langkah:

1. Penurunan tekanan 1,0 bar pada tangki 100 liter melepaskan udara senilai 100 L × 1 bar ÷ 1 bar = 100 liter udara bebas.
2. Laju bocor = 100 liter ÷ 5 menit = 20 liter per menit.
3. Bila kompresor menghasilkan 150 liter per menit, sekitar 13% kerjanya habis hanya untuk mengganti udara yang bocor.
4. Cari titik bocor dengan air sabun pada selang, sambungan, katup penguras, dan katup pengaman; periksa katup satu arah bila tekanan tangki turun saat kompresor mati.

Jawaban: laju bocor sekitar 20 L/menit. Penyebab kompresor sering hidup adalah kebocoran, yang dicari dengan air sabun dalam keadaan bertekanan, bukan dengan telinga saja.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Contoh 2: Menilai uji kebocoran rem udara

Tiga bus diuji kebocoran rem udaranya: tangki penuh, mesin mati, penurunan dalam 1 menit. Manual bus menyebutkan batas penurunan 0,2 bar untuk kondisi rem dilepas dan 0,4 bar untuk kondisi pedal diinjak penuh dan ditahan.

Bus	Rem dilepas	Pedal diinjak
A	0,1 bar	0,3 bar
B	0,5 bar	0,6 bar
C	0,1 bar	0,9 bar

Bus mana yang lulus, dan di mana lokasi bocor pada bus yang gagal?

Langkah:

1. Bus A: 0,1 ≤ 0,2 dan 0,3 ≤ 0,4, sehingga lulus kedua uji.
2. Bus B: 0,5 > 0,2 pada kondisi rem dilepas. Karena bagian yang bocor sudah terdeteksi tanpa pengereman, lokasinya di tangki, saluran utama, atau katup pengaman; uji kedua ikut gagal karena bagian yang sama ikut bertekanan.
3. Bus C: 0,1 ≤ 0,2 (aman), tetapi 0,9 > 0,4 saat pedal diinjak. Tangki dan saluran utama baik; bocor ada di bagian yang baru bertekanan saat mengerem.

Jawaban: bus A lulus. Bus B bocor di bagian yang selalu bertekanan (tangki atau saluran utama). Bus C bocor di ruang rem, selang roda, atau katup rem kaki.

Contoh 3: Urutan mengganti selang silinder angkat forklift

Selang hidrolik silinder angkat sebuah forklift rembes dan akan diganti. Garpu masih terangkat sekitar 30 cm setelah mesin dimatikan. Susun urutan kerjanya.

Langkah:

1. **Turunkan garpu ke lantai.** Beban yang terangkat masih menekan oli di silinder.
2. **Matikan mesin, lepas kunci,** dan pasang tanda "sedang diperbaiki".
3. **Buang sisa tekanan** dengan menggerakkan tuas kendali beberapa kali sesuai manual.
4. **Tunggu oli dingin** dan pakai kacamata serta sarung tangan.
5. **Siapkan wadah,** lalu longgarkan sambungan perlahan dari samping.
6. **Sumbat** ujung selang dan lubang agar kotoran tidak masuk.
7. **Pasang selang baru** dengan tekanan kerja, panjang, dan ujung sambungan yang sesuai; jangan dipuntir atau ditekuk tajam.
8. **Isi oli bila perlu, hidupkan, gerakkan silinder tanpa beban beberapa kali** untuk membuang udara, lalu cari rembesan dengan karton dan periksa level oli.

Jawaban: turunkan beban, matikan, buang tekanan, tunggu dingin dan pakai APD, buka perlahan, sumbat, pasang selang yang sesuai, lalu uji tanpa beban dan periksa rembesan. Pegangan cepat: **beban dan tekanan dibereskan sebelum sambungan disentuh.**

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Contoh 4: Level oli dan posisi silinder

Tangki oli sebuah excavator berpenampang 2.000 cm^2. Dua silinder boom, masing-masing berbatang berdiameter 7 cm dengan langkah 100 cm, ikut mengisi atau mengosongkan oli saat batang bergerak. Berapa beda level oli antara silinder tertarik penuh dan menjulur penuh? Gunakan $\pi = 3{,}14$.

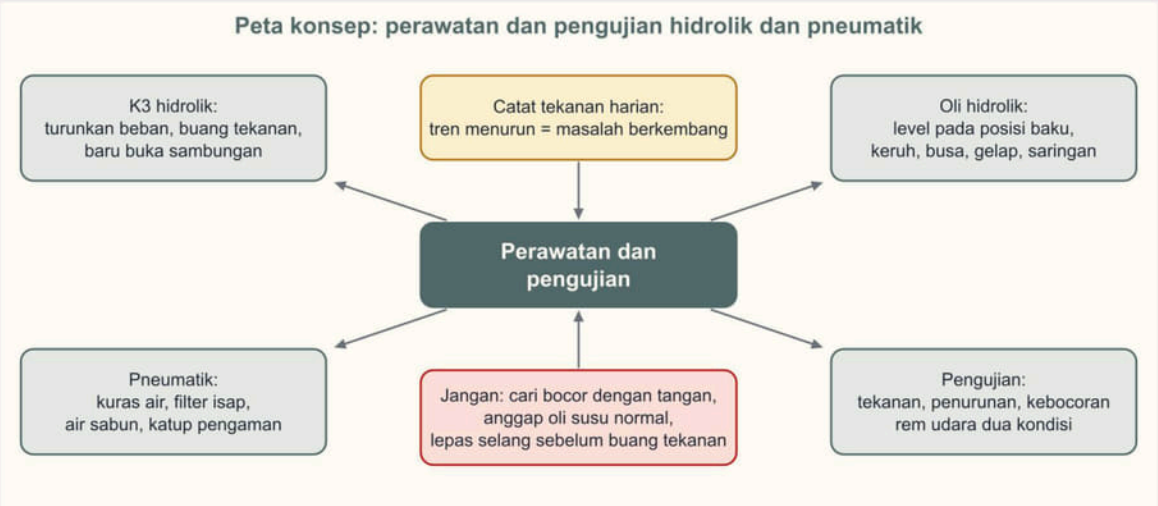
Langkah:

1. Luas batang $a = 3{,}14 \times 7^2 \div 4 = 38{,}5\ cm^2$.
2. Volume batang satu silinder = $38{,}5 \times 100 = 3.850\ cm^3$; untuk dua silinder $7.700\ cm^3$ (7,7 liter).
3. Oli yang berpindah dari tangki ke silinder saat batang menjulur penuh sama dengan volume batang yang keluar, yaitu $7.700\ cm^3$.
4. Beda level = $7.700 \div 2.000 = 3{,}85$ cm.

Jawaban: sekitar 3,9 cm. Karena itu level oli harus dibaca pada posisi silinder yang ditentukan manual, bukan pada posisi sembarang.

❖ PETA KONSEP

Ringkasan sub bab ini terlihat pada Gambar 7.20.



Gambar 7.20 Peta konsep sub bab 7.4. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- Perawatan: periksa, bersihkan, ganti, uji, catat; musuh utama: kotoran, air, udara, panas, level salah.
- Sebelum melepas selang hidrolik: turunkan beban, matikan mesin, buang tekanan, tunggu dingin, pakai APD, buka perlahan.
- Jangan mencari kebocoran dengan tangan; pakai karton. Pneumatik dicari dengan air sabun.
- Oli seperti susu = air; hilangkan sumber air, kuras, ganti saringan, isi sesuai spesifikasi, baca level pada posisi yang benar.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- Level oli dibaca pada posisi silinder menurut manual; batang menjulur menurunkan level.
- Rem udara diuji pada dua kondisi: rem dilepas dan pedal diinjak; bandingkan dengan batas manual.
- Tekanan yang turun bertahap dari hari ke hari menandakan masalah yang berkembang.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Soal perawatan menyajikan beberapa tindakan sekaligus. Gunakan langkah berikut.

1. **Daftar tiap tindakan** yang dilakukan tokoh dalam soal.
2. **Untuk tiap tindakan, tanya:** apakah tekanan sudah dibuang, apakah beban sudah turun, dan apakah tindakan itu menghilangkan penyebab atau hanya gejala?
3. **Pada soal angka,** bandingkan dengan batas dan perhatikan arahnya: batas atas atau batas bawah, serta kecenderungan dari waktu ke waktu.
4. **Pada soal urutan,** pisahkan tahap membuat aman dari tahap bekerja.
5. **Pilih tindakan** yang lengkap dan aman, bukan yang tampak cepat.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Mencari bocoran dengan tangan.** Semburan halus dapat menembus kulit.
- **Oli seperti susu dianggap normal** atau diatasi dengan menambah oli baru.
- **Selang dilepas sebelum tekanan dibuang,** atau beban masih terangkat.
- **Mengganti oli saja** tanpa menghilangkan sumber air.
- **Katup penguras dibuka hanya bila tekanan turun.** Air menumpuk tanpa memengaruhi jarum tekanan, sehingga penguras dibuka rutin.
- **Menganggap tidak ada desis berarti tidak bocor.** Kebocoran kecil tidak terdengar di bengkel yang bising.
- **Membaca level oli pada posisi silinder sembarang.**
- **Menyetel atau menutup katup pengaman** agar tekanan lebih tinggi.

> Contoh salah tafsir: pada soal gelas duga menunjukkan level di bawah tanda MIN ketika batang silinder sedang menjulur penuh, seorang siswa menambah oli sampai tanda MAX saat itu juga. Setelah batang ditarik, oli kembali ke tangki dan meluap atau berbusa. Cara yang benar adalah membaca dan mengisi pada posisi silinder yang ditetapkan manual.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut meminta kamu memilih beberapa kegiatan perawatan kompresor yang tepat dari lima pernyataan. Perhatikan bagaimana tiap pernyataan dinilai sendiri-sendiri, dan mengapa kebocoran kecil tidak boleh dinilai dari suara saja.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

►. Kompresor bengkel sekolah sering bekerja tanpa henti dan alat pneumatik di ujung selang terasa lemah (2027). Ketua bengkel meminta siswa menyusun daftar perawatan rutin kompresor dan saluran anginnya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kegiatan perawatan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Memeriksa dan membersihkan filter udara isap kompresor secara berkala.
☐ B. Membuka katup buang tangki hanya bila jarum pengukur tekanan turun di bawah normal.
☐ C. Memeriksa kebocoran sambungan selang dengan mengoleskan air sabun saat bertekanan.
☐ D. Membuang air kondensasi dari tangki kompresor secara rutin.
☐ E. Menganggap saluran bebas bocor selama tidak terdengar desis angin di sekitar sambungan.

Pembahasan **Kunci: A, C, D**

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Perawatan sistem pneumatik meliputi membersihkan filter isap, membuang air kondensasi, memeriksa kebocoran, dan menjaga alat pengaman bekerja pada batas yang benar.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✓ Filter isap yang tersumbat membuat kompresor bekerja lebih berat.
• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: air kondensasi terkumpul setiap hari tanpa memengaruhi jarum tekanan, jadi katup buang dibuka rutin, bukan menunggu tekanan turun.
• **Pernyataan 3** ✓ Gelembung sabun menunjukkan titik bocor yang membuat kompresor bekerja terus.
• **Pernyataan 4** ✓ Air di tangki menyebabkan karat dan mengurangi volume udara.
• **Pernyataan 5** ✗ Kebocoran kecil sering tidak terdengar di bengkel yang bising, tetapi cukup membuat kompresor bekerja terus; kebocoran diperiksa dengan air sabun.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 4.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk tiap soal, tulis dulu penyebab masalahnya dan urutan kerja yang aman.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

1. Forklift di gudang suku cadang mulai lambat mengangkat beban, dan oli hidrolik pada gelas penduganya tampak keruh seperti susu (2027). Forklift itu sering dicuci dengan semprotan air bertekanan, dan tutup tangki olinya ternyata retak.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Langkah perawatan dan pengujian yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Mengganti tutup tangki yang retak agar air tidak masuk lagi ke tangki.
☐ B. Menambahkan oli baru sampai penuh tanpa menguras oli lama agar kadar airnya turun.
☐ C. Menguras oli yang tercemar, mengganti saringan, lalu mengisi oli baru sesuai spesifikasi.
☐ D. Memeriksa level oli dengan garpu diturunkan penuh sesuai petunjuk manual.
☐ E. Menguji kecepatan angkat dengan beban uji setelah perawatan, lalu membandingkannya dengan spesifikasi.

2. Gambar kerja menetapkan poros Ø20 dengan toleransi −0,02/−0,05 (2027), artinya diameter poros harus berada 0,02 sampai 0,05 mm di bawah 20,00 mm. Siswa membubut lima poros dan mengukurnya.

Poros	Hasil ukur
P1	19,96 mm
P2	19,99 mm
P3	19,94 mm
P4	19,98 mm
P5	19,95 mm

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Poros yang diterima dan alasannya adalah ....

A. P1, P2, dan P4, karena nilainya paling dekat dengan 20 mm
B. P1, P4, dan P5, karena berada dalam batas 19,95–19,98 mm
C. P2 saja, karena paling mendekati ukuran nominal 20,00 mm
D. P3 dan P5, karena paling dekat dengan batas bawah
E. semua poros, karena selisihnya dari 20 mm kurang dari 0,1 mm

Kunci singkat: 1. A, C, D, E 2. B

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menyebut urutan melepas selang hidrolik dengan aman, dan menjelaskan alasan beban harus diturunkan lebih dulu?
- Mengapa kebocoran udara dicari dengan air sabun, dan mengapa uji rem udara dilakukan pada dua kondisi?
- **Yang harus kuingat:** buang tekanan sebelum membuka, oli keruh bukan normal, level dibaca pada posisi yang benar, kuras air rutin, dan tren tekanan yang menurun harus diperiksa.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 7.4: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkto&node=SMKTO-7.4

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 7.5 · Hidrolik dan pneumatik pada kendaraan: rem, power steering, suspensi, rem udara

SMKTO-7.5

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu **menjelaskan penerapan hidrolik dan pneumatik pada sistem rem, power steering, suspensi, dan rem udara kendaraan**. Soalnya berupa kasus kendaraan di bengkel: pedal rem terasa empuk, setir berat, mobil memantul, atau truk tidak dapat berjalan. Kamu diminta menemukan penyebab yang paling mungkin dan tindakan yang tepat. Yang diuji bukan hafalan nama komponen, melainkan **penalaran dari gejala ke komponen**, memakai sifat fluida yang sudah kamu pelajari: oli tidak termampatkan, udara termampatkan, dan tekanan sama di seluruh fluida tertutup.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menelusuri jalur tekanan pada rem hidrolik dan menjelaskan fungsi master silinder, dua sirkuit, dan kaliper;
- menjelaskan sifat minyak rem, mengapa ia diganti berkala, dan bagaimana membuang udara dari saluran (bleeding);
- menjelaskan cara kerja power steering hidrolik dan membaca gejala kerusakannya;
- menjelaskan cara kerja peredam kejut dan membedakan perannya dari pegas;
- menjelaskan komponen rem udara dan rem parkir pegas serta fungsi lampu peringatan tekanan rendah.

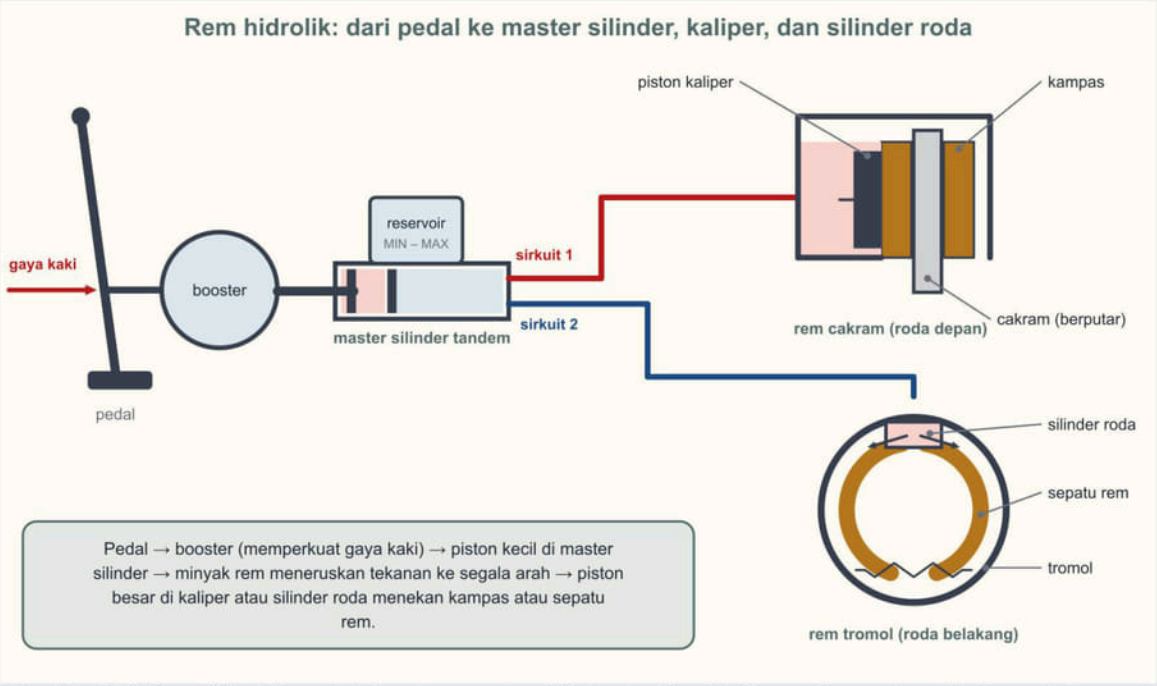
◆ KONSEP INTI

Sub bab ini menjadi tempat semua gagasan sebelumnya bertemu. Rem mobil adalah dongkrak hidrolik terbalik: gaya kecil dari kaki berubah menjadi gaya besar di roda. Power steering memakai pompa dan silinder seperti excavator, tetapi kecil. Rem truk memakai udara bertekanan seperti alat pneumatik di bengkel. Dengan memahami prinsipnya, kamu tidak perlu menghafal gejala satu per satu; kamu dapat menalarnya.

1. Rem hidrolik

Gambar 7.21 menunjukkan jalur tekanan pada rem hidrolik mobil.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 7.21 Rem hidrolik: pedal, booster, master silinder tandem, kaliper cakram, dan silinder roda tromol. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Urutannya:

1. **Pedal** diinjak. Gaya kaki melewati tuas pedal, lalu **booster** (penguat) yang memakai vakum mesin atau tekanan lain membantu menambah gaya pada batang dorong.
2. Batang dorong menggerakkan piston di **master silinder**. Di atasnya ada **reservoir** minyak rem dengan tanda MIN dan MAX.
3. Piston kecil master silinder menekan minyak rem. Menurut hukum Pascal, tekanan itu diteruskan sama besar melalui pipa dan selang ke semua roda.
4. Di roda depan, tekanan menggerakkan **piston kaliper** yang menjepit **kampas** pada **cakram**. Di roda belakang tipe tromol, tekanan menggerakkan piston di **silinder roda** yang mendorong dua **sepatu rem** keluar menekan dinding **tromol**.
5. Gesekan kampas atau sepatu memperlambat roda. Ketika pedal dilepas, pegas dan seal karet menarik piston kembali dan minyak mengalir pulang.

Seperti pada dongkrak, piston di kaliper memiliki luas yang jauh lebih besar daripada piston master silinder, sehingga gaya pada kampas besar. Harganya adalah gerak: pedal harus turun cukup jauh agar piston kaliper bergerak sedikit.

Dua sirkuit. Master silinder pada mobil modern adalah jenis **tandem**: memiliki dua piston dan dua ruang yang melayani dua sirkuit terpisah. Pembagiannya dapat depan-belakang, atau **diagonal** (satu roda depan bersama roda belakang di sisi berlawanan). Bila satu sirkuit bocor, sirkuit lainnya masih mengerem walaupun jarak berhenti lebih panjang. Ini fitur keselamatan, bukan kebetulan.

Level reservoir. Level minyak rem memberi informasi penting. Ketika kampas menipis, piston kaliper bergeser maju untuk menjaga jarak ke cakram, sehingga volume minyak di kaliper bertambah dan **level reservoir turun perlahan**. Itu normal dan sebanding dengan keausan kampas. Ketika kampas baru dipasang, piston didorong masuk kembali dan minyak naik ke reservoir, sehingga **level naik**. Bila level **turun cepat** dalam beberapa hari, itu tanda **kebocoran**. Menambah minyak sampai MAX tanpa mencari penyebabnya hanya menutupi kebocoran itu.

Rem parkir pada kebanyakan mobil bersifat mekanis (kabel dan tuas, atau penggerak listrik yang tetap menekan kampas secara mekanis), bukan hidrolik, sehingga tetap dapat bekerja walaupun sistem hidrolik rusak.

2. Minyak rem

Minyak rem dibuat untuk bekerja pada tekanan tinggi dan suhu panas. Ada tiga sifat yang wajib kamu ketahui:

- **Hampir tidak termampatkan**, sehingga meneruskan tekanan dengan tegas.
- **Titik didihnya tinggi.** Kampas yang bergesekan menghasilkan panas yang merambat ke kaliper dan minyak. Minyak baru tahan panas sangat tinggi.
- **Higroskopis**: minyak rem menyerap uap air dari udara, lewat tutup reservoir dan melalui dinding selang karet. Air yang terserap **menurunkan titik didih** secara nyata. Sebagai gambaran, standar internasional menetapkan titik didih minimum minyak DOT 4 sekitar

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

230 °C bila masih kering, tetapi hanya sekitar 155 °C bila sudah menyerap air (angka minimum standar; spesifikasi nyata bergantung produk).

Akibatnya terlihat saat rem bekerja keras, misalnya menuruni tanjakan panjang. Minyak yang sudah berair mendidih di kaliper dan membentuk **uap**. Uap adalah gas yang mudah dimampatkan, sehingga pedal mendadak terasa empuk atau amblas. Setelah rem dingin, uap mengembun dan pedal pulih, sehingga gejala itu mudah disalahartikan.

Karena itu minyak rem **diganti berkala** menurut jadwal pabrikan, atau bila kadar airnya melewati batas dalam manual, yang diperiksa dengan alat penguji. Warna jernih tidak menjamin minyak baik, sebab minyak berair tetap tampak jernih. Ingat pula:

- Pakai jenis yang ditentukan pabrikan, misalnya DOT 3, DOT 4, atau DOT 5.1 yang berbasis glikol. DOT 5 berbasis silikon dan **tidak dicampur** dengan jenis glikol.
- Jangan pernah memasukkan **oli mesin** atau minyak lain: seal karet sistem rem mengembang dan rusak.
- Simpan dalam wadah tertutup rapat; minyak rem merusak cat bodi.
- Minyak rem bekas termasuk limbah B3 (sub bab 2.3).

3. Pedal empuk dan pembuangan udara (bleeding)

Gejala utama gangguan rem hidrolik adalah **pedal empuk**. Penyebabnya perlu dibedakan:

- **Udara di saluran** (sesudah membongkar sistem atau level reservoir sempat kosong): pedal empuk, sering dapat dikeraskan dengan memompa beberapa kali.
- **Minyak mendidih** karena berair: pedal empuk setelah rem bekerja keras, lalu pulih setelah dingin.
- **Selang menggembung** atau jarak kampas terlalu lebar (tromol belum disetel): pedal turun jauh.
- **Kebocoran dalam master silinder**: pedal turun perlahan walaupun diinjak tetap.
- **Kebocoran luar**: level reservoir turun, ada minyak di roda atau saluran.

Bila pedal empuk muncul **tepat setelah minyak rem diganti atau saluran dibongkar**, penyebab paling mungkin adalah udara yang masuk. Obatnya adalah **bleeding**, yaitu membuang udara dari saluran lewat baut pembuang (*bleeder*) di tiap kaliper atau silinder roda. Gambar 7.22 merangkum langkahnya.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



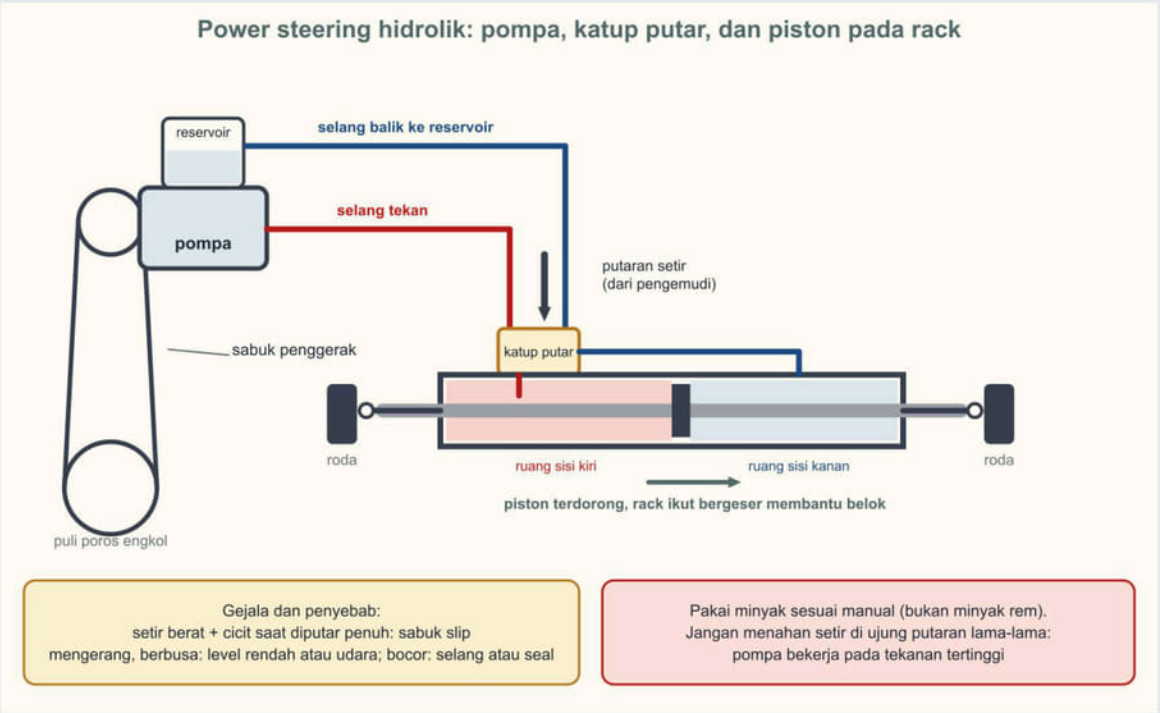
Gambar 7.22 Urutan membuang udara dari saluran rem. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Pada cara dua orang, asisten menginjak pedal dan menahannya. Teknisi membuka bleeder sehingga minyak dan udara keluar lewat selang bening, lalu menutup bleeder **sebelum** pedal dilepas. Bila pedal dilepas saat bleeder masih terbuka, udara tersedot kembali. Langkah diulang di tiap roda sampai minyak keluar tanpa gelembung. Selama bleeding, **level reservoir dijaga** agar tidak kosong, karena reservoir kosong memasukkan udara baru. Urutan roda mengikuti manual. Aturan umumnya dari roda terjauh dari master silinder ke yang terdekat; pada mobil kemudi kanan, master silinder berada di sisi kanan depan sehingga roda terjauh biasanya belakang kiri. Kendaraan dengan sirkuit diagonal atau ABS dapat memiliki urutan sendiri. Setelah selesai, pedal harus keras dan tidak turun saat ditahan, tidak ada rembesan, dan kendaraan diuji jalan dengan hati-hati. Yang **bukan** solusi adalah menambah minyak saja: udara tetap ada di dalam saluran.

4. Power steering hidrolik

Memutar setir mobil berat tanpa bantuan memerlukan tenaga besar. **Power steering hidrolik** membantu dengan tekanan oli (Gambar 7.23).

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 7.23 Power steering hidrolik: pompa, selang, katup putar, dan piston pada rack. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Komponennya: **pompa** yang digerakkan mesin lewat **sabuk**, **reservoir** oli, **selang tekan** dan **selang balik**, **katup putar** pada rumah pinion, serta **piston** di dalam rumah rack. Cara kerjanya: pompa terus memutar oli. Ketika setir **tidak diputar**, katup putar membiarkan oli mengalir lewat tanpa tekanan tinggi. Ketika setir diputar, katup putar mengarahkan oli bertekanan ke satu sisi piston dan membuang sisi lainnya ke reservoir. Piston terdorong dan menggeser rack, sehingga tenaga pengemudi dibantu. Karena bantuan bergantung pompa, **setir menjadi berat saat mesin mati**. Tekanan paling tinggi terjadi ketika setir diputar penuh sampai ujung, sehingga pompa bekerja paling berat; karena itu setir jangan ditahan lama di ujung putaran.

Gejala dan penyebab:

Gejala	Penyebab yang mungkin
setir berat, terutama saat belok penuh atau saat AC menyala; bunyi mencicit	sabuk penggerak pompa slip (aus atau kendur); beban sabuk bertambah saat AC menyala bila sabuknya bersama
setir berat dan mengerang, oli berbusa	level oli rendah atau udara dalam sistem
oli menetes, level turun	selang atau sambungan bocor, atau seal rack bocor
setir berat di semua kondisi, tekanan pompa rendah	pompa aus
setir berat tetapi tidak berbunyi, ban kurang angin	tekanan ban rendah

Perawatannya: periksa level oli (sesuai tongkat ukur, dingin atau panas menurut manual), periksa kondisi dan ketegangan sabuk, dan pakai oli yang ditentukan manual (jenisnya dapat berupa fluida khusus atau ATF). **Jangan memakai minyak rem**, karena seal karet power

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

steering rusak. Udara dalam sistem dibuang dengan memutar setir pelan-pelan dari ujung ke ujung dengan mesin hidup sambil menjaga level oli. Kendaraan yang memakai power steering listrik (sub bab 1.1) tidak memakai oli.

5. Suspensi: peredam kejut

Pegas suspensi menahan beban mobil dan menyerap hentakan jalan. Tetapi pegas yang ditekan lalu dilepas akan memantul berulang-ulang. Tugas **peredam kejut** (*shock absorber*) adalah **meredam gerak naik-turun pegas** itu, sehingga roda tetap menapak jalan dan mobil stabil. Pegas menahan beban; **peredam yang meredam pantulan**.

Peredam kejut hidrolik adalah silinder berisi oli dengan piston yang berlubang kecil dan katup tipis. Ketika pegas bergerak, piston ikut bergerak dan **memaksa oli mengalir lewat lubang kecil**. Gesekan oli di lubang itu mengubah energi gerak menjadi panas, sehingga gerak pegas cepat reda. Ada juga jenis berisi gas bertekanan rendah yang mengurangi busa pada oli, tetapi prinsip peredamnya sama: oli dipaksa lewat lubang kecil.

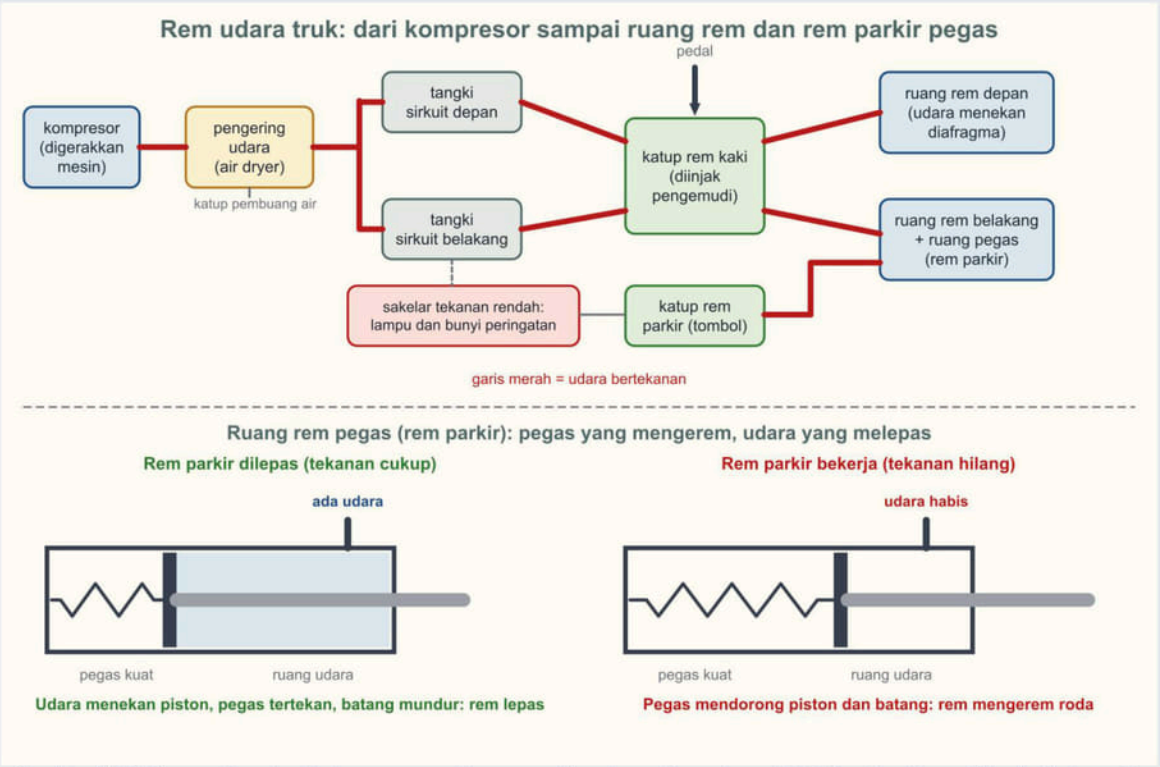
Bila peredam **bocor** dan kehilangan oli, daya redamnya turun: mobil memantul dua sampai tiga kali setelah melewati polisi tidur, bagian bodi terasa limbung saat menikung, jarak berhenti memanjang, dan ban aus tidak merata. Peredam yang basah oleh oli di batangnya adalah tanda utama. Pegas bukan penyebab pantulan berulang; pegas yang patah menyebabkan bodi miring atau rendah. Uji sederhananya: **tekan bodi di dekat roda lalu lepaskan**. Bodi yang sehat naik dan kembali tanpa memantul berulang kali. Peredam kejut sebaiknya **diganti berpasangan** (kiri dan kanan pada poros yang sama) agar daya redamnya seimbang.

6. Rem udara kendaraan berat

Truk dan bus berat memerlukan gaya rem yang sangat besar. Mereka memakai **rem udara**, yang menggunakan udara bertekanan (Gambar 7.24).

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 7.24 Rem udara truk dan rem parkir pegas. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Komponen dan alurnya:

1. **Kompresor** digerakkan mesin dan mengisi tangki. Sebuah **governor** (katup pengatur tekanan) menjaga tekanan tangki dalam rentang kerja: kompresor berhenti mengisi ketika tekanan mencapai batas atas dan mulai lagi ketika turun ke batas bawah.
2. **Pengering udara** (*air dryer*) menyerap uap air dari udara. Pengering memiliki katup pembuang air yang membuang air yang terkumpul. Bila pengering jenuh, air masuk ke tangki dan katup; air banyak di tangki menandakan pengering bermasalah.
3. **Tangki udara** menyimpan udara untuk dua sirkuit terpisah (depan dan belakang), sehingga satu sirkuit yang bocor tidak mematikan semua rem. Tangki memiliki katup pembuang air dan **katup pengaman**.
4. **Katup rem kaki** (diinjak pengemudi) mengalirkan udara ke ruang rem sesuai seberapa dalam pedal diinjak.
5. **Ruang rem** (*brake chamber*) pada tiap roda: udara menekan diafragma yang mendorong batang, tuas penyetel, dan poros kam yang menekan sepatu rem pada tromol.
6. **Lampu dan bunyi peringatan** menyala bila tekanan sirkuit turun di bawah batas aman, sehingga pengemudi tahu sebelum rem melemah.

Mengapa ruang rem besar sedangkan piston kaliper kecil? Karena tekanan udara hanya sekitar 6 sampai 8 bar, jauh di bawah tekanan hidrolik. Dengan $F = p \times A$, gaya besar dengan tekanan rendah memerlukan luas besar.

Rem parkir pegas pada truk bekerja terbalik dari rem kaki. Di dalam ruang rem ada **pegas yang sangat kuat** yang selalu berusaha mengerem roda. **Udara bertekanan melepaskan** rem itu dengan menekan pegas (Gambar 7.24, bagian bawah). Jadi pada truk yang diparkir semalam tanpa tekanan, rem parkir otomatis mengunci roda. Setelah mesin hidup dan tekanan udara melewati batas, udara menekan pegas dan rem terlepas, lampu peringatan padam. Rancangan ini adalah **fitur keselamatan**: bila udara hilang karena kebocoran besar, pegas mengerem truk sendiri sehingga truk tidak lepas kendali. Ada baut pelepas manual untuk menarik truk atau perawatan, tetapi truk yang berjalan tanpa tekanan udara cukup tidak dapat mengerem dengan baik, sehingga baut itu bukan cara untuk "berangkat cepat".

Perawatan rem udara berkaitan dengan sub bab 7.4: kuras air di tangki, periksa pengering udara, dan uji kebocoran pada dua kondisi.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Pedal empuk saat menuruni tanjakan

Sebuah mobil keluarga menuruni tanjakan panjang dengan beban penuh. Setelah beberapa kilometer, pedal rem mendadak terasa empuk dan harus diinjak lebih dalam. Di bengkel pedal sudah kembali normal setelah mobil didinginkan, tidak ada kebocoran, dan level reservoir wajar. Penguji menunjukkan kadar air minyak rem 4,0 %, sedangkan batas manual 3,0 %. Apa penyebab dan tindakan yang tepat?

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Langkah:

1. Empuk muncul saat rem panas, lalu pulih setelah dingin. Pola ini cocok dengan **uap** di kaliper, bukan udara yang tertinggal di saluran (udara tidak hilang sendiri).
2. Kadar air 4,0 % melebihi batas 3,0 %. Air menurunkan titik didih sehingga minyak mendidih saat rem bekerja keras.
3. Tidak ada kebocoran dan level wajar, jadi bukan masalah volume minyak.
4. Menambah minyak tidak menghilangkan air yang sudah terserap.

Jawaban: minyak rem yang sudah berair mendidih membentuk uap yang mudah dimampatkan. Tindakannya mengganti seluruh minyak rem sesuai spesifikasi (kuras dan isi baru), lalu membuang udara, bukan menambah minyak.

Contoh 2: Setir berat dan mengerang

Sebuah mobil bersetir hidrolik terasa berat dan mengeluarkan bunyi mengerang ketika diputar. Reservoir power steering hampir kosong, minyaknya berbusa kecokelatan, dan ada rembesan oli di sambungan selang tekan. Bunyi tidak berubah ketika AC dihidupkan atau dimatikan. Apa yang terjadi dan tindakan yang tepat?

Langkah:

1. Level hampir kosong dan oli berbusa: pompa mengisap udara bersama oli, sehingga timbul bunyi dan bantuan tenaga berkurang.
2. Ada rembesan di sambungan selang tekan: itu **sumber hilangnya oli**, jadi harus diperbaiki lebih dulu.
3. Bunyi tidak bergantung pada AC, sehingga sabuk slip kurang mungkin.
4. Menambah oli saja akan habis lagi dan udara tetap ada.

Jawaban: kebocoran selang menyebabkan level rendah dan udara masuk. Perbaiki atau ganti sambungan atau selang yang bocor, isi oli sesuai manual sampai level yang benar, lalu buang udara dengan memutar setir pelan-pelan dari ujung ke ujung (tanpa menahan di ujung) sambil menjaga level.

Contoh 3: Truk lambat mengisi tekanan

Tangki udara sebuah truk berisi total 120 liter. Kompresor menghasilkan 360 liter udara bebas per menit (data contoh). Pagi hari tekanan tangki tinggal 1 bar karena bocor semalam. Setelah mesin dihidupkan, tekanan baru mencapai 8 bar setelah 6 menit. Apakah wajar, dan apa kesimpulannya?

Langkah:

1. Udara bebas yang diperlukan untuk menaikkan tekanan dari 1 ke 8 bar = 120 L × (8 − 1) bar ÷ 1 bar = 840 liter.
2. Waktu teoritis = 840 ÷ 360 ≈ 2,3 menit.
3. Kenyataannya 6 menit, lebih dari dua kali lipat waktu teoritis. Kebocoran, saringan isap tersumbat, atau kompresor aus membuat pengisian lambat.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

4. Selama tekanan di bawah batas peringatan, rem parkir pegas masih mengunci dan truk tidak boleh dijalankan; baut pelepas manual tidak boleh dipakai agar "bisa berangkat".

Jawaban: tidak wajar. Periksa kebocoran (desis di tangki dan katup pembuang), saringan isap, dan kondisi kompresor. Truk baru boleh berjalan setelah tekanan melewati batas dan lampu peringatan padam.

Contoh 4: Mengapa ruang rem udara besar

Sebuah ruang rem udara memiliki luas efektif diafragma sekitar 150 cm^2 dan bekerja pada tekanan 6 bar. Berapa gaya pada batang dorongnya, dan berapa luas piston yang diperlukan bila gaya yang sama dihasilkan oleh minyak hidrolik bertekanan 90 bar?

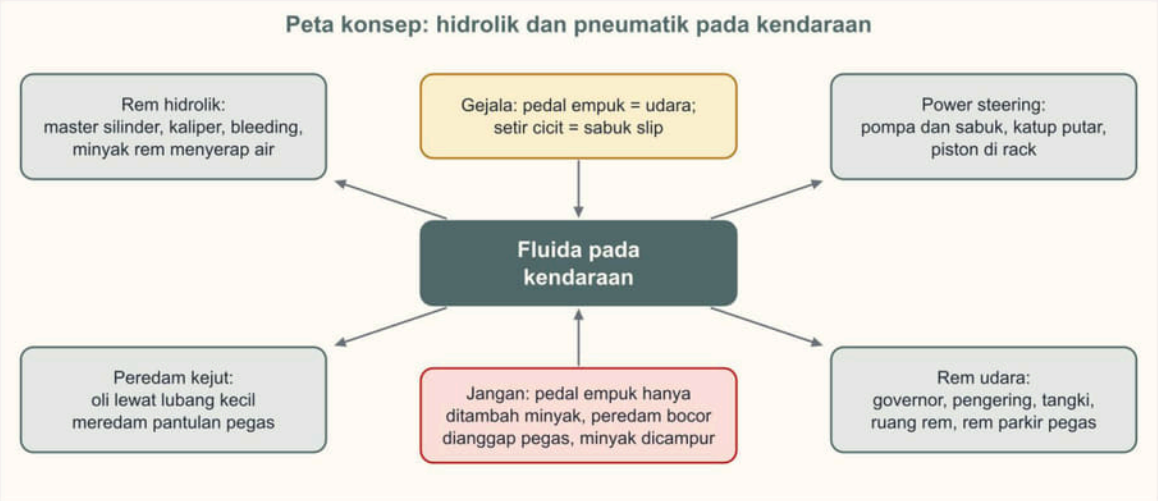
Langkah:

1. 6 bar = 60 N/cm^2, sehingga gaya = 60 × 150 = 9.000 N.
2. 90 bar = 900 N/cm^2.
3. Luas yang diperlukan = F ÷ p = 9.000 ÷ 900 = 10 cm^2.

Jawaban: gaya sekitar 9.000 N. Dengan hidrolik 90 bar, luas piston cukup 10 cm^2, yaitu seperlima belas dari luas ruang rem udara. Itulah sebabnya ruang rem udara besar dan kaliper hidrolik kecil.

❖ PETA KONSEP

Ringkasan sub bab ini terlihat pada Gambar 7.25.



Gambar 7.25 Peta konsep sub bab 7.5. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- Rem hidrolik: pedal, booster, master silinder tandem (dua sirkuit), kaliper atau silinder roda; level reservoir turun perlahan saat kampas menipis, cepat bila bocor.
- Minyak rem menyerap air; air menurunkan titik didih, minyak mendidih jadi uap, pedal empuk. Diganti berkala, tidak dicampur sembarang.
- Pedal empuk setelah servis = udara; obatnya bleeding sampai tanpa gelembung, bukan menambah minyak.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- Power steering: pompa digerakkan sabuk, katup putar, piston di rack. Setir berat + cicit = sabuk slip; level rendah = mengerang dan busa.
- Peredam kejut meredam pantulan dengan memaksa oli lewat lubang kecil; bocor berarti rusak; pegas bukan peredam.
- Rem udara: kompresor dan governor, pengering, tangki, katup rem kaki, ruang rem; rem parkir pegas: pegas mengerem, udara melepas; lampu peringatan tekanan rendah.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Soal kendaraan memberi gejala dan beberapa data pendukung. Gunakan langkah berikut.

1. **Tulis gejalanya** dan kapan ia muncul: setelah servis, saat rem panas, saat AC menyala, saat pagi.
2. **Hubungkan dengan sifat fluida:** empuk menunjuk udara atau uap; berat dan mencicit menunjuk sabuk; memantul menunjuk peredam.
3. **Pakai data penyangga** (level, kejernihan, kebocoran) untuk mencoret penyebab yang tidak cocok.
4. **Pilih tindakan** yang menghilangkan penyebab, bukan yang hanya menutupi gejala.
5. **Untuk rem udara,** ingat pegas mengerem dan udara melepas.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Pedal empuk diatasi dengan menambah minyak saja.**
- **Minyak rem dicampur sembarang** atau diganti dengan oli.
- **Peredam kejut bocor dianggap pegas yang harus diganti.**
- **Menyalahkan pompa** padahal sabuk yang slip.
- **Menyalahkan master silinder** padahal gejala muncul tepat setelah minyak diganti.
- **Level reservoir yang turun cepat dianggap wajar.**
- **Truk yang tidak dapat berjalan di pagi hari dikira rem kaki bocor;** rem parkir pegas mengunci karena tekanan rendah.
- **Memutar baut pelepas pegas agar truk "bisa berangkat".**

> Contoh salah tafsir: pada soal mobil yang pedalnya empuk dan level reservoir turun sedikit demi sedikit, seorang siswa menyimpulkan ada kebocoran besar dan menyarankan mengganti master silinder. Padahal pada kampas yang menipis, level turun perlahan itu normal karena piston kaliper maju; kebocoran ditandai penurunan cepat atau jejak minyak. Pemeriksaan yang tepat adalah tebal kampas, lalu bleeding bila ada udara.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menggambarkan pedal rem yang empuk tepat setelah minyak rem diganti, dengan penyebab lain yang sudah disingkirkan. Perhatikan bagaimana urutan kejadian menunjuk penyebabnya.

►. Setelah siswa mengganti minyak rem sebuah mobil (2027), pedal rem terasa empuk seperti menginjak spons dan harus dipompa beberapa kali agar rem terasa keras. Tidak ada kebocoran minyak rem di roda maupun saluran, dan kampas rem masih tebal. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Tindakan yang paling tepat adalah ....

A. Mengganti kampas rem dengan yang baru agar pedal lebih keras
B. Membuang udara dari saluran rem (bleeding) sesuai urutan di manual
C. Menambah minyak rem merek lain sampai reservoir penuh hingga tutup
D. Menyetel tinggi pedal rem agar pedal tidak terlalu dalam saat diinjak
E. Mengganti master silinder karena pedal terasa empuk setelah servis

Pembahasan **Kunci: B**

Konsep: Sistem rem hidrolik memakai hukum Pascal: tekanan diteruskan oleh minyak rem yang hampir tidak dapat dimampatkan. Udara yang terperangkap mudah dimampatkan sehingga pedal terasa empuk; udara harus dibuang dengan bleeding.

Langkah:
1. Pedal empuk muncul setelah minyak rem diganti → kemungkinan udara masuk ke saluran.
2. Tidak bocor dan kampas tebal → penyebab lain tersingkir.
3. Tindakan: bleeding sesuai urutan roda di manual.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Kampas rem masih tebal dan tidak membuat pedal terasa seperti spons.
• **B.** ✓ Bleeding membuang udara sehingga tekanan pedal diteruskan penuh ke roda.
• **C.** ✗ Mencampur merek atau jenis minyak rem tidak disarankan, dan tidak membuang udara.
• **D.** ✗ Menyetel pedal tidak menghilangkan udara yang dimampatkan.
• **E.** ✗ Jebakan: master silinder dapat membuat pedal empuk, tetapi gejala muncul tepat setelah penggantian minyak rem, jadi udara adalah penyebab paling mungkin dan paling murah diperiksa dulu.

Jawaban: B.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk tiap soal, tulis gejala, penyebab yang cocok, dan alasan menyingkirkan penyebab lain.

1. Setir mobil dengan power steering hidrolik terasa berat pada kecepatan rendah, terutama saat AC menyala, dan terdengar bunyi mencicit dari ruang mesin ketika setir diputar penuh (2027). Pompa power steering dan kompresor AC digerakkan oleh sabuk yang sama. Minyak power steering berada di batas atas, jernih, tidak berbusa, dan tidak bocor.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penyebab yang paling mungkin dan tindakannya adalah ....

A. Ada udara di dalam sistem; setir diputar penuh berulang kali untuk membuangnya
B. Pompa power steering aus di dalam; ganti pompa dengan yang baru
C. Sabuk penggerak pompa slip; periksa ketegangan dan keausan sabuknya
D. Tekanan ban kurang; tambahkan angin ban sampai sesuai spesifikasi pabrik
E. Rack setir aus di bagian dalam; ganti rack setir dengan rack yang baru

2. Seorang siswa PKL memeriksa reservoir minyak rem sebuah mobil bekas dan menemukan levelnya mendekati tanda MIN, sedangkan kampas rem depan sudah tipis (2027). Ia lalu menanyakan hal-hal tentang level minyak rem kepada pembimbing.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan manakah yang **benar**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Level minyak rem turun perlahan seiring kampas menipis karena piston kaliper bergerak maju
☐ B. Level yang turun cepat dalam beberapa hari tetap wajar dan tidak perlu diperiksa
☐ C. Level yang turun cepat menandakan adanya kebocoran pada sistem rem
☐ D. Cukup menambah minyak rem sampai MAX tanpa mencari penyebab turunnya level
☐ E. Setelah kampas diganti, level di reservoir naik karena piston kaliper didorong masuk

Kunci singkat: 1. C 2. A, C, E

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menjelaskan mengapa minyak rem yang berair membuat pedal empuk saat rem panas, dan mengapa bleeding tidak dapat diganti dengan menambah minyak?
- Mengapa rem parkir truk pegas mengunci roda ketika tekanan udara hilang, dan apa untungnya bagi keselamatan?
- **Yang harus kuingat:** pedal empuk berasal dari udara atau uap, setir berat dan mencicit sering berasal dari sabuk, peredam meredam pantulan, dan pada rem udara pegas yang mengerem sedangkan udara yang melepas.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 7.5: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.
next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkto&node=SMKTO-7.5

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Kuis Akhir Bab 7

SMKTO-KB7

Jumlah soal: 25 **Waktu anjuran:** 60 menit

Kerjakan sendiri dan berwaktu. Setelah selesai, cocokkan dengan kunci di Bagian D, isi tabel skor, lalu lihat anjuran di bawahnya.

Kerjakan Kuis Bab 7 di LMS

Skor dan progresmu tersimpan di LMS.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkto&node=SMKTO-KB7

1. Pada sebuah dongkrak hidrolik di bengkel sekolah, siswa menekan piston kecil berluas penampang 6 cm^2 dengan gaya 300 N (2027). Guru meminta siswa menghitung tekanan yang timbul pada cairan di bawah piston itu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tekanan pada cairan itu adalah ....

A. 50 N/cm^2, dari 300 ÷ 6
B. 1.800 N/cm^2, dari 300 × 6
C. 306 N/cm^2, dari 300 + 6
D. 0,02 N/cm^2, dari 6 ÷ 300
E. 50 N, karena tekanan sama dengan gaya

2. Sebuah dongkrak botol hidrolik memiliki piston kecil berdiameter 2 cm dan piston besar berdiameter 8 cm (2027). Teknisi menekan tuas sehingga piston kecil menerima gaya 120 N. Abaikan gesekan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Gaya yang dihasilkan pada piston besar adalah ....

A. 480 N, dari 120 × (8 ÷ 2)
B. 1.920 N, dari 120 × 4^2
C. 960 N, dari 120 × 8
D. 30 N, dari 120 ÷ (8 ÷ 2)
E. 7.680 N, dari 120 × $(8 ÷ 2)^3$

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

3. Bengkel membandingkan tiga rancangan rem hidrolik sederhana untuk sebuah alat uji (2027). Pada tiap sistem, gaya tertentu bekerja pada piston master silinder dan diteruskan ke piston kaliper.

Sistem	Luas piston master	Luas piston kaliper	Gaya pada piston master
A	2 cm^2	12 cm^2	100 N
B	3 cm^2	15 cm^2	130 N
C	2,5 cm^2	10 cm^2	150 N

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Sistem yang menghasilkan gaya terbesar pada piston kaliper dan besarnya adalah ....

A. sistem A, sebesar 600 N
B. sistem B, sebesar 390 N
C. sistem C, sebesar 600 N
D. sistem B, sebesar 650 N
E. sistem C, sebesar 375 N

4. Pada sebuah dongkrak hidrolik bengkel, tuas dipompa terus walaupun beban sudah mencapai batas angkat, tetapi tekanan tidak naik lagi dan terdengar desis oli (2027). Teknisi menjelaskan bahwa ada komponen yang membuka untuk menjaga tekanan agar tidak melebihi batas aman.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Komponen itu adalah ....

A. saringan oli, karena menahan kotoran
B. tangki oli, karena menyimpan oli cadangan
C. katup satu arah, karena mencegah oli kembali ke pompa
D. selang tekanan tinggi, karena menyalurkan oli bertekanan ke silinder
E. katup pelepas tekanan, karena membuka saat tekanan berlebih

5. Dalam pelajaran dasar hidrolik, siswa menilai beberapa pernyataan tentang dongkrak hidrolik bengkel (2027). Guru menekankan bahwa dongkrak memperbesar gaya, tetapi ada hal yang tidak berubah.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan manakah yang **benar**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Tekanan pada cairan tertutup hanya diteruskan ke arah gerak piston yang ditekan
☐ B. Tekanan pada cairan tertutup diteruskan sama besar ke segala arah
☐ C. Dongkrak memperbesar gaya karena luas piston besar melebihi luas piston kecil
☐ D. Dongkrak hidrolik juga memperbesar usaha yang dilakukan pada beban yang diangkat
☐ E. Untuk volume oli sama, piston besar bergerak lebih pendek daripada piston kecil

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

6. Siswa mempelajari kompresor udara bengkel dengan tangki penyimpan (2027). Guru menunjukkan tangki, katup pengaman, dan keran penguras, lalu meminta siswa menilai pernyataan berikut.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** pada setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Air hasil kondensasi di dasar tangki tidak perlu dikuras karena udara kompresor selalu kering.	○	○
Tangki udara menyimpan udara bertekanan sehingga kompresor tidak perlu bekerja terus-menerus.	○	○
Katup pengaman pada tangki membuka bila tekanan melebihi batas.	○	○

7. Guru menjelaskan perbedaan sistem hidrolik dan pneumatik di bengkel sekolah (2027), lalu meminta siswa menilai kebenaran tiga pernyataan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** pada setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Minyak hidrolik hampir tidak dapat dimampatkan sehingga cocok untuk meneruskan tekanan.	○	○
Udara dalam saluran minyak rem tidak memengaruhi pedal karena udara meneruskan tekanan sama sempurnanya dengan minyak.	○	○
Sistem hidrolik memerlukan saluran tertutup agar tekanan dapat diteruskan.	○	○

8. Pak Rahmat membandingkan alat angkat hidrolik dan alat pneumatik di bengkelnya sebelum membeli peralatan baru (2027). Ia ingin tahu perbedaan sifat kedua sistem.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan manakah yang **benar**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

- ☐ A. Udara tidak dapat dimampatkan sehingga gerak silinder pneumatik selalu tepat dan kaku
- ☐ B. Udara dapat dimampatkan sehingga gerak silinder pneumatik kurang kaku daripada hidrolik
- ☐ C. Sistem pneumatik memerlukan tangki oli dan saluran balik oli
- ☐ D. Sistem pneumatik cenderung lebih bersih karena udara bekas dapat dibuang ke atmosfer
- ☐ E. Sistem hidrolik lebih cocok untuk gaya sangat besar karena minyaknya tidak mudah dimampatkan

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

9. Sebuah dongkrak hidrolik memiliki piston kecil berluas 2 cm^2 dan piston besar berluas 50 cm^2 (2027). Pada tiap pompaan, piston kecil bergerak sejauh 5 cm. Teknisi ingin mengangkat beban sehingga piston besar naik 10 cm. Anggap oli tidak bocor dan tidak termampatkan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Banyak pompaan yang diperlukan adalah ....

A. 2 pompaan, dari 10 cm ÷ 5 cm
B. 25 pompaan, dari rasio luas 50 ÷ 2
C. 50 pompaan, dari 500 cm^3 ÷ 10 cm^3
D. 10 pompaan, dari 50 ÷ 5
E. 100 pompaan, dari 500 ÷ 5

10. Impact wrench pneumatik sebuah bengkel mulai berkarat di dalam dan putarannya tersendat (2027). Teknisi memeriksa unit pengolah udara (FRL) pada saluran dan menemukan bahwa mangkuk bagian pertama berisi banyak air dan debu. Teknisi menjelaskan fungsi bagian itu kepada siswa.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Bagian pertama FRL itu berfungsi ....

A. mengatur tekanan udara ke alat sesuai batas kerja alat
B. meneteskan minyak pelumas ke dalam aliran udara untuk alat
C. menahan debu dan air sebelum udara masuk ke alat
D. menyimpan udara bertekanan agar kompresor tidak bekerja terus
E. membuang udara bekas dari silinder ke atmosfer

11. Dalam praktik membaca sistem hidrolik sebuah alat angkat bengkel (2027), siswa menyebutkan fungsi beberapa komponen utamanya. Guru meminta teman-temannya menilai penjelasan itu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan manakah yang **benar**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

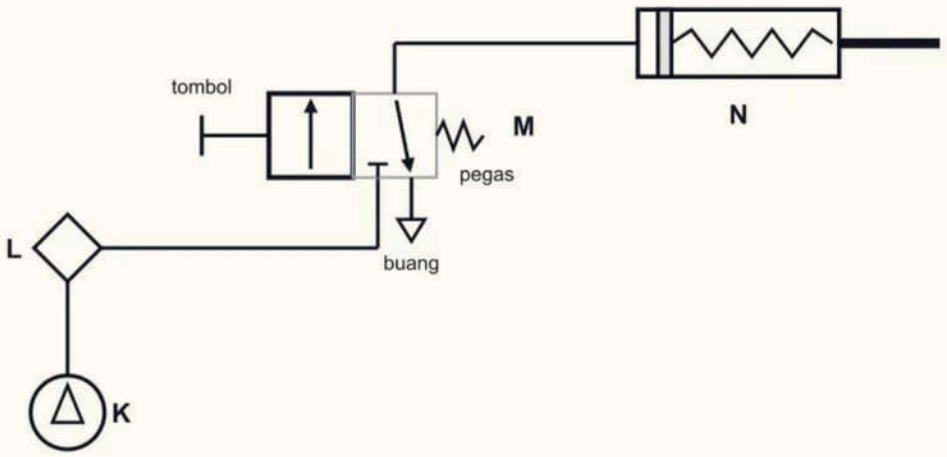
☐ A. Pompa hidrolik mengubah putaran penggerak menjadi aliran oli bertekanan
☐ B. Silinder hidrolik mengubah gerak lurus menjadi putaran pompa
☐ C. Katup arah mengatur ke ruang silinder mana oli dialirkan
☐ D. Filter menahan kotoran agar tidak merusak pompa dan katup
☐ E. Selang hidrolik bertekanan boleh dilepas saat sistem masih bertekanan asalkan pelan

12. Gambar menunjukkan sirkuit pneumatik sebuah alat pengepres di bengkel sekolah (2027): K = kompresor, L = unit pengolah udara (FRL), M = katup 3/2 yang dioperasikan tombol dan dikembalikan pegas (digambar pada posisi tombol tidak ditekan), dan N = silinder

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

kerja tunggal dengan pegas pengembali. Siswa menekan tombol sehingga batang silinder N bergerak keluar, lalu ia melepas tombol.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Hal yang terjadi setelah tombol dilepas adalah ....

Sirkuit pneumatik sederhana



A. batang silinder tetap di luar, karena udara terperangkap di dalam silinder
B. batang kembali karena pegas, dan udara silinder keluar lewat buang katup M
C. batang silinder kembali ke dalam karena kompresor menyedot udara dari silinder
D. batang silinder maju lebih jauh, karena pegas katup mengalirkan udara baru ke silinder
E. udara dalam silinder keluar lewat unit FRL kembali ke kompresor

13. Sebuah silinder hidrolik kerja ganda pada alat angkat bengkel dioperasikan dengan tekanan oli 50 N/cm² (2027). Data silinder:

Bagian	Luas efektif
Sisi piston (mendorong batang keluar)	40 cm²
Sisi batang (menarik batang masuk)	30 cm²

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Gaya dorong dan gaya tarik yang dihasilkan silinder secara berurutan adalah ....

A. 2.000 N dan 1.500 N
B. 1.500 N dan 2.000 N
C. 2.000 N dan 2.000 N
D. 2.000 N dan 3.500 N
E. 1.500 N dan 1.500 N

14. Siswa mempelajari sistem rem hidrolik sebuah mobil di bengkel sekolah (2027) dan menyusun pernyataan tentang cara kerja dan perawatannya.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan manakah yang **benar**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Pedal rem menekan piston master silinder yang mengirim tekanan minyak ke kaliper
☐ B. Minyak rem boleh dicampur dengan oli mesin dalam keadaan darurat
☐ C. Bleeding dilakukan dengan menekan pedal ketika baut bleeder tertutup rapat
☐ D. Minyak rem menyerap uap air dari udara sehingga perlu diganti secara berkala
☐ E. Udara dalam saluran rem mudah dimampatkan sehingga pedal terasa empuk

15. Siswa PKL akan mengganti selang hidrolik pada bucket sebuah alat berat di bengkel resmi (2027). Mesin alat berat baru saja dimatikan. Pembimbing mengingatkan urutan kerja agar tidak ada semburan oli bertekanan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan pertama yang paling tepat adalah ....

A. menurunkan alat ke tanah dan melepas tekanan sisa sistem
B. langsung melepas sambungan selang karena mesin sudah mati
C. memeriksa kebocoran dengan menyentuh selang memakai telapak tangan
D. mengencangkan semua sambungan selang di dekat tempat itu
E. menyalakan mesin sebentar agar oli panas dan mudah dilepas

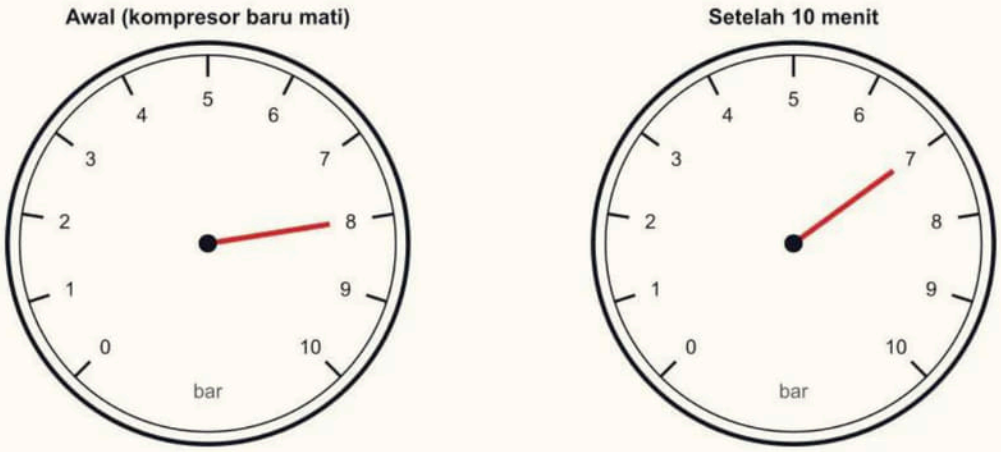
16. Saat memeriksa alat angkat hidrolik di bengkel sekolah (2027), seorang siswa menuliskan tiga pernyataan tentang perawatan oli hidrolik dan meminta gurunya menilai kebenarannya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** pada setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Oli hidrolik yang keruh seperti susu dapat menandakan adanya air yang tercampur.	○	○
Oli hidrolik jenis lain boleh dicampurkan asalkan levelnya sampai tanda penuh.	○	○
Level oli hidrolik dibaca sesuai petunjuk pada gelas penduga atau batang ukur alat.	○	○

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

17. Setelah kompresor sebuah bengkel mengisi tangki sampai tekanan kerja lalu dimatikan dan keran keluaran ditutup, teknisi mencatat tekanan pada manometer di awal dan setelah 10 menit (2027). Manual menyatakan: penurunan tekanan maksimal 0,5 bar dalam 10 menit. Gambar menunjukkan kedua pembacaan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kesimpulan yang paling tepat adalah ....



A. tidak ada kebocoran, karena tekanan akhir masih di atas 5 bar
B. kebocoran wajar, karena semua tangki pasti turun tekanannya
C. manometer rusak, karena jarum seharusnya tidak bergerak
D. ada kebocoran, karena tekanan turun 1,0 bar melebihi batas 0,5 bar
E. ada kebocoran, karena tekanan akhir lebih rendah daripada tekanan atmosfer

18. Selang hidrolik sebuah alat berat bengkel rembes dan harus diganti (2027). Tekanan kerja sistem 160 bar. Manual menyatakan: tekanan kerja selang minimal 1,25 kali tekanan kerja sistem. Di gudang tersedia selang dengan tekanan kerja 100 bar, 120 bar, 160 bar, 250 bar, dan selang oli bertekanan rendah 20 bar.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Selang yang paling tepat dipasang adalah ....

A. selang 160 bar, karena sama dengan tekanan kerja sistem
B. selang 120 bar, karena tekanan sistem hanya sesekali mencapai 160 bar
C. selang 100 bar, karena ukurannya paling mudah dipasang
D. selang oli 20 bar, karena yang penting oli tidak bocor
E. selang 250 bar, karena melebihi syarat minimal 200 bar

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

19. Bengkel menguji kadar air minyak rem empat mobil pelanggan dengan alat penguji (2027). Menurut manual pabrikan, minyak rem harus diganti bila kadar airnya melebihi 3,0 %.

Mobil	Kadar air minyak rem
P	1,5 %
Q	3,2 %
R	0,5 %
S	4,0 %

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Mobil yang minyak remnya harus diganti dan alasannya adalah ....

A. hanya mobil S, karena kadar airnya paling tinggi di antara semua mobil
B. mobil P dan R, karena kadar airnya paling rendah dan paling mudah diganti
C. mobil Q dan S, karena kadar airnya melebihi batas 3,0 %
D. semua mobil, karena minyak rem selalu menyerap air dan harus diganti tiap uji
E. tidak ada, karena semua minyak rem masih berwarna jernih

20. Pada sebuah truk berrem udara, kompresor udara tidak mengisi terus-menerus: setelah tekanan tangki mencapai sekitar 8 bar, kompresor berhenti memompa, dan ia mulai mengisi lagi ketika tekanan turun sekitar 6,5 bar (2027). Mekanik, Hadi, diminta menyebut komponen yang mengatur kedua batas tekanan itu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Komponen itu adalah ....

A. katup pembuang air pada tangki udara
B. kamar rem (brake chamber) pada tiap roda
C. pedal rem yang diinjak pengemudi
D. saluran rem di antara tangki dan roda
E. governor (katup pengatur tekanan)

21. Sebuah mobil bermesin bensin dengan power steering hidrolik masuk ke bengkel sekolah karena setirnya berat dan terdengar bunyi mencicit dari ruang mesin (2027). Siswa menyusun pernyataan tentang sistem itu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan manakah yang **benar**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Power steering hidrolik tetap sama ringannya walau mesin mati
☐ B. Pompa power steering digerakkan mesin melalui sabuk
☐ C. Level oli power steering yang rendah dapat membuat setir berat dan pompa berbunyi
☐ D. Udara dalam sistem dapat menimbulkan bunyi dan membuat setir tidak halus
☐ E. Oli power steering boleh diganti dengan minyak rem bila habis

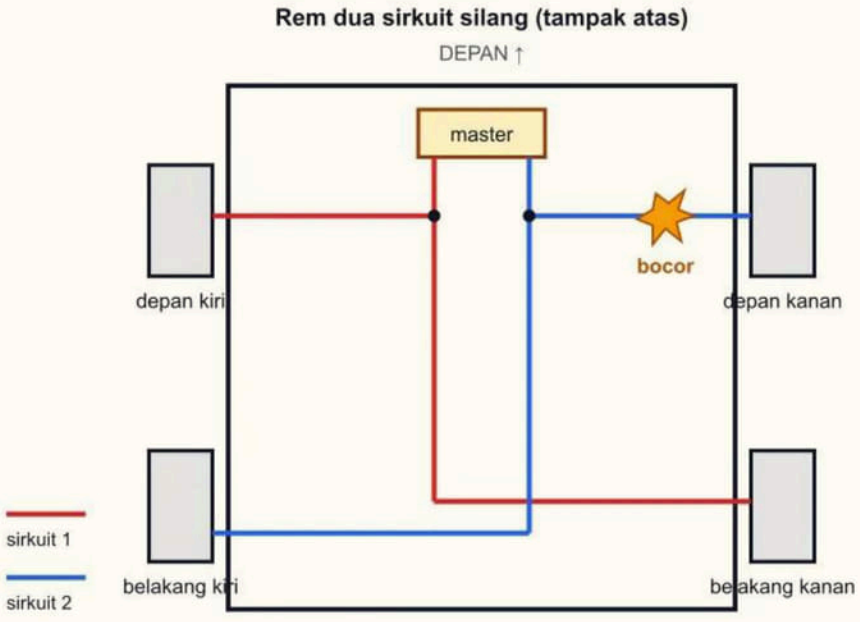
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

22. Siswa dan guru akan menguji tekanan sebuah sistem hidrolik pada alat angkat bengkel, termasuk memeriksa kebocoran sambungan (2027). Guru menekankan prosedur keselamatan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan manakah yang **aman**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Menjauhkan tubuh dari jalur semburan oli saat tekanan dinaikkan
☐ B. Memeriksa kebocoran dengan menggerakkan telapak tangan di dekat sambungan
☐ C. Memakai kacamata pelindung selama pengujian
☐ D. Mengencangkan sambungan yang rembes saat sistem masih bertekanan
☐ E. Melepas tekanan dan menurunkan beban sebelum membuka sambungan

23. Gambar menunjukkan rem hidrolik sebuah mobil dengan dua sirkuit yang disilangkan (diagonal): satu sirkuit (merah) melayani satu roda depan dan roda belakang di sisi berlawanan, dan sirkuit lain (biru) melayani pasangan roda yang lain (2027). Pada gambar, sirkuit biru bocor di dekat roda depan kanan. Pak Tono menginjak pedal rem sambil mobil berjalan pelan di bengkel.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Roda yang masih memperoleh tekanan rem adalah ....



A. depan kanan dan belakang kiri, pada sirkuit biru
B. depan kiri dan belakang kanan (sirkuit merah)
C. kedua roda depan, karena satu pasangan
D. kedua roda belakang, karena satu pasangan
E. tidak ada roda yang mengerem sama sekali

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

24. Sebuah alat angkat hidrolik bengkel diperiksa dan hasilnya dicatat (2027).

Pemeriksaan	Hasil
Oli hidrolik pada gelas penduga	keruh seperti susu
Level oli	di bawah tanda MIN
Selang bertekanan tinggi	retak dan rembes dekat sambungan
Indikator penyumbatan saringan	di zona merah

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindak lanjut manakah yang **tepat**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Menambal selang yang rembes dengan lakban agar alat dapat segera dipakai
☐ B. Mengganti oli yang keruh dan mencari sumber air atau udara yang masuk
☐ C. Mengganti saringan karena indikator penyumbatan berada di zona merah
☐ D. Menambah oli jenis apa saja sampai level penuh tanpa memeriksa jenisnya
☐ E. Mengganti selang rembes setelah tekanan sistem dilepas

25. Sepeda motor Pak Budi limbung dan memantul berkali-kali setelah melewati jalan bergelombang, terutama saat memboncengkan penumpang (2027). Mekanik menemukan oli membasahi batang peredam kejut belakang, sedangkan pegasnya masih utuh.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penyebab perilaku motor itu adalah ....

A. pegas peredam kejut terlalu keras sehingga memantulkan motor
B. ban belakang kekurangan angin sehingga motor memantul
C. rantai motor terlalu kendur sehingga getarannya naik
D. oli peredam bocor sehingga osilasi pegas tidak teredam
E. minyak rem berkurang sehingga rem belakang menarik motor

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Tabel skor dan anjuran

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 7.1 · Hukum Pascal dan sifat fluida	1, 2, 3, 5, 7, 9	___ / 6	Ulangi hlm. 451
Sub bab 7.2 · Komponen sistem hidrolik	4, 11, 13	___ / 3	Ulangi hlm. 463
Sub bab 7.3 · Komponen dan sirkuit pneumatik	6, 8, 10, 12	___ / 4	Ulangi hlm. 476
Sub bab 7.4 · Perawatan dan pengujian sistem hidrolik dan pneumatik	15, 16, 17, 18, 22, 24	___ / 6	Ulangi hlm. 488
Sub bab 7.5 · Hidrolik dan pneumatik pada kendaraan: rem, power steering, suspensi, rem udara	14, 19, 20, 21, 23, 25	___ / 6	Ulangi hlm. 502

Skor 70 % atau lebih: lanjut ke bab berikutnya. Skor 50–69 %: ulangi sub bab pada tabel yang kurang dari separuh benar. Skor di bawah 50 %: baca ulang bab ini dari awal. (Angka ini anjuran belajar, bukan prediksi nilai TKA.)

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Bagian C · Simulasi TKA

Kerjakan setelah semua bab selesai. Kerjakan tiap simulasi dalam sekali duduk sesuai waktunya, tanpa membuka materi.

Daftar simulasi

Simulasi	Jumlah soal	Waktu	Kode LMS
Simulasi 1 — Prediksi TKA 2026	25 soal	60 menit	SMKTO-FIN1
Simulasi 2 — Prediksi TKA 2026	25 soal	60 menit	SMKTO-FIN2
Simulasi 3 — Prediksi TKA 2026	25 soal	60 menit	SMKTO-FIN3

Saran: beri jeda beberapa hari antarsimulasi. Setelah tiap simulasi, cocokkan jawaban di Bagian D lalu ulangi sub bab yang ditunjuk tabel anjuran sebelum mengerjakan simulasi berikutnya.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Simulasi 1 — Prediksi TKA 2026

SMKTO-FIN1

Petunjuk

Jumlah soal: 25. Waktu: 60 menit.

Kerjakan sekaligus tanpa membuka materi. Tandai jawaban pada lembar jawaban. Kunci dan pembahasan ada di Bagian D; hitung skor dan lihat tabel anjuran di akhir paket.

Kerjakan Simulasi 1 di LMS

Hasil dan analisis per sub bab tersimpan di LMS.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkto&node=SMKTO-FIN1

1. Bengkel sepeda motor sekolah sudah memilah barang, menata alat dengan papan bayangan, dan membersihkan area kerja dua minggu lalu (2027). Namun, kini alat kembali tercecer, sebagian papan bayangan kosong, dan meja penuh suku cadang bekas lagi. Guru meminta usulan agar kondisi rapi dapat bertahan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Usulan yang paling tepat adalah ....

A. Mengulang pemilahan dan bersih-bersih besar setiap kali bengkel tampak berantakan
B. Menambah label nama alat pada setiap papan bayangan dan laci agar mudah dikembalikan
C. Membuat standar bergambar dan lembar periksa harian yang diisi siswa bergiliran
D. Menjadwalkan kerja bakti membersihkan seluruh bengkel bersama-sama setiap hari Sabtu
E. Menunjuk satu siswa piket tetap yang bertugas merapikan semua alat setiap sore

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

2. Aki basah sebuah mobil diisi ulang dengan pengisi daya (charger) di bengkel (2027). Selama pengisian, gelembung gas keluar dari setiap sel aki. Setelah 6 jam, Dimas akan melepas penjepit charger dari terminal aki. Di meja sebelah, temannya sedang memakai mesin gerinda.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Gas yang keluar dari aki saat diisi mengandung hidrogen yang mudah meledak bila terkena percikan api.	○	○
Penjepit charger aman dilepas lebih dulu selagi charger masih menyala karena tegangannya hanya sekitar 14 V.	○	○
Pengisian aki sebaiknya dilakukan di tempat berventilasi baik dan jauh dari pekerjaan menggerinda.	○	○

3. Sebuah mobil hybrid masuk bengkel untuk pemeriksaan sabuk penggerak dan level oli (2027). Lampu "READY" di panel instrumen menyala, tetapi mesin bensinnya diam dan tidak bersuara. Rizal hendak membuka kap mesin dan memeriksa sabuk penggerak dengan tangannya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Mesin bensin yang diam berarti kendaraan sudah mati sehingga Rizal aman bekerja di dekat sabuk.	○	○
Saat lampu READY menyala, mesin bensin dapat hidup sendiri, misalnya bila baterai tegangan tinggi perlu diisi.	○	○
Sebelum memeriksa sabuk, sistem kendaraan dimatikan sampai lampu READY padam dan kunci pintar dijauhkan.	○	○

4. Di bengkel alat berat sebuah perusahaan tambang (2027), ada petugas yang mencatat setiap alat yang dipinjam dan dikembalikan mekanik, memeriksa kondisi alat sebelum disimpan, memisahkan alat yang rusak, dan mengingatkan jadwal kalibrasi kunci momen. Petugas itu tidak memperbaiki unit alat berat.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Jabatan petugas tersebut adalah ....

A. Toolkeeper atau petugas ruang alat
B. Mekanik lapangan (field mechanic)
C. Operator alat berat di area tambang
D. Partsman atau petugas suku cadang
E. Pengawas K3 atau safety officer

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

5. Herman akan mengelas listrik dudukan bak truk yang retak (2027). Posisi pengelasan di atas kepala, di bawah sasis truk, selama sekitar 1 jam. Pekerjaan ini menimbulkan cahaya las yang sangat terang, serta percikan dan terak panas yang dapat jatuh ke kepala, bahu, dan lengan. Area kerja sudah dilengkapi penghisap asap.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kombinasi APD yang paling tepat adalah ....

A. Topeng las kaca gelap, sarung tangan kulit panjang, jaket las kulit, sepatu kets
B. Topeng las kaca gelap, sarung tangan kulit panjang, jaket las kulit, sepatu safety
C. Topeng las kaca gelap, sarung tangan karet tebal, jaket las kulit, sepatu safety
D. Kacamata gerinda bening, sarung tangan kulit panjang, jaket las kulit, sepatu safety
E. Topeng las kaca gelap, sarung tangan kulit pendek, apron kulit tanpa lengan, sepatu safety

6. Di ruang uji yang pintunya tertutup, mesin mobil dihidupkan lama untuk diagnosis tanpa selang pembuang gas (2027). Seorang siswa mengeluh pusing, lalu lemas dan terduduk di lantai. Temannya, Lia, sedang berada di depan pintu ruang itu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan tanggap darurat yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Membuka pintu ruang lebar-lebar agar udara segar masuk sebelum masuk menolong.
☐ B. Memberi korban minum air dingin di dalam ruang itu sambil menunggu korban pulih.
☐ C. Mematikan mesin mobil agar gas buang di dalam ruang tidak terus bertambah.
☐ D. Memindahkan korban ke tempat terbuka yang berudara segar.
☐ E. Memanggil bantuan dan petugas kesehatan, lalu memantau napas korban.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

7. Mobil dengan rem parkir elektrik (EPB) akan diganti kampas rem belakangnya (2027). Pada mobil ini, piston kaliper belakang digerakkan motor listrik kecil melalui ulir penggerak dan dikendalikan ECU. Manual menyebutkan kaliper harus dibuka dalam "mode servis" memakai scan tool atau urutan tombol tertentu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat tentang pekerjaan tersebut adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Piston kaliper belakang dapat langsung ditekan masuk memakai alat penekan piston seperti pada rem biasa.
☐ B. Mode servis membuat ECU menarik mundur piston kaliper sehingga kampas lama dapat dilepas.
☐ C. Melepas konektor motor EPB sebelum mode servis membuat piston mundur dengan sendirinya.
☐ D. Setelah kampas baru terpasang, mode servis diakhiri agar ECU menyetel ulang posisi piston.
☐ E. Mobil boleh langsung diuji jalan tanpa mengakhiri mode servis karena ECU menyesuaikan sendiri.

8. Manual servis sebuah sepeda motor (2027) menulis: "Tegakkan motor pada standar tengah dengan transmisi netral. Ukur jarak gerak naik-turun rantai pada titik tengah bagian bawah rantai, di antara gir depan dan gir belakang. Kelonggaran standar: 25–35 mm." Siswa mendapat hasil 30 mm, tetapi ia mengukur pada bagian atas rantai di dekat gir depan, dengan motor berdiri di standar samping.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penilaian yang paling tepat adalah ....

A. Kelonggaran rantai sudah sesuai karena 30 mm berada dalam rentang standar
B. Hasil dapat diterima asalkan dicatat bahwa motor berada di standar samping
C. Hasil dikoreksi dengan menambah 5 mm karena diukur di bagian atas rantai
D. Mengukur ulang di tengah bagian bawah rantai dengan motor tetap di standar samping
E. Hasil belum dapat dinilai; ukur ulang di titik dan posisi motor sesuai manual

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

9. Pemilik sepeda motor ingin menambah dua lampu sorot 12 V 25 W (2027). Menurut manual, sistem pengisian motor itu mampu menghasilkan arus 12 A pada tegangan 12 V. Beban listrik yang menyala bersamaan saat motor berjalan malam hari:

Beban	Daya
Lampu utama	35 W
Lampu belakang dan lampu senja	10 W
Sistem injeksi, pengapian, dan ECU	60 W
Lampu panel dan lain-lain	5 W

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Pernyataan yang tepat adalah ....

(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Beban yang ada sekarang, 110 W, sudah melebihi kemampuan sistem pengisian.

☐ B. Kemampuan pengisian 144 W, sedangkan beban sesudah penambahan menjadi 160 W.

☐ C. Kedua lampu aman dipasang karena arus total hanya bertambah sekitar 4 A.

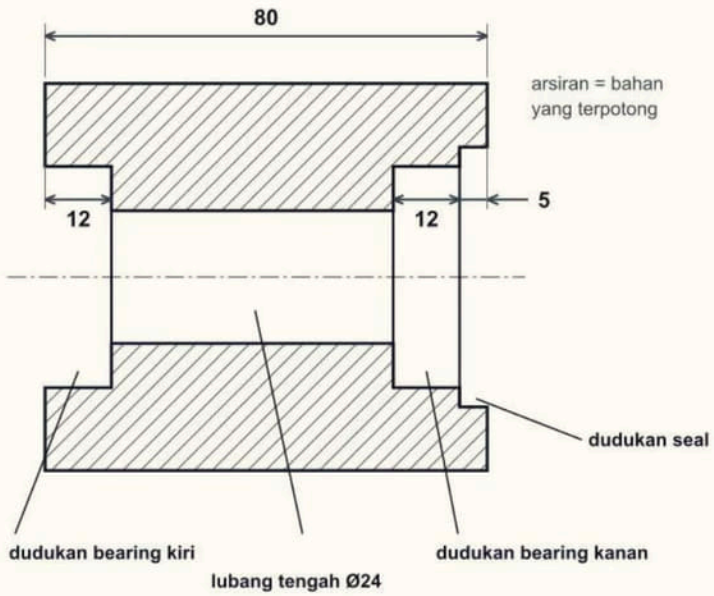
☐ D. Bila hanya satu lampu 25 W yang dipasang, total beban tetap melebihi kemampuan.

☐ E. Bila beban melebihi kemampuan pengisian, aki terus terkuras saat motor berjalan malam.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

10. Pipa jarak (collar) di dalam hub roda belakang sebuah sepeda motor hilang saat roda dibongkar (2027). Pipa jarak itu dipasang di antara kedua bearing dan harus menyentuh sisi dalam kedua bearing. Kedua bearing berlebar 12 mm dan dipasang mentok di dasar dudukannya; seal sisi kanan menempati dudukan seal. Siswa akan memesan pipa jarak berdasarkan gambar potongan hub di samping.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Panjang pipa jarak yang tepat adalah ....

Gambar potongan hub roda belakang sepeda motor — satuan mm



A. 80 mm
B. 68 mm
C. 56 mm
D. 51 mm
E. 46 mm

11. Siswa mengukur hambatan kumparan primer koil pengapian sepeda motor dengan multimeter digital pada skala 200 Ω (2027). Spesifikasi manual untuk kumparan primer 0,2–0,4 Ω. Ia mencatat hasil berikut.

Pengukuran	Hasil
Kedua ujung probe ditempelkan satu sama lain	0,5 Ω
Probe pada kedua terminal kumparan primer koil	0,8 Ω

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penilaian yang paling tepat adalah ....

A. Kumparan primer rusak karena hasil 0,8 Ω melebihi spesifikasi
B. Kumparan primer normal karena hambatannya sekitar 0,3 Ω
C. Kumparan primer hubung singkat karena hambatannya kurang dari 0,5 Ω
D. Kumparan primer putus sebagian karena hambatan totalnya 1,3 Ω
E. Hasil tidak dapat dipakai sehingga koil langsung diganti saja

12. Rem cakram depan sebuah sepeda motor memiliki piston master silinder dengan luas penampang 1,5 cm^2 dan dua piston kaliper yang luas totalnya 9 cm^2 (2027). Saat tuas rem ditarik, piston master silinder mendapat gaya 120 N. Gesekan diabaikan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Gaya total yang diterima piston kaliper adalah ....

A. 20 N
B. 180 N
C. 720 N
D. 360 N
E. 1.080 N

13. Air pendingin sebuah mobil berkurang sekitar setengah liter setiap minggu, tetapi tidak terlihat tetesan saat mobil diparkir (2027). Oli mesin normal dan tidak tercampur air. Teknisi ingin mencari titik kebocoran sistem pendingin dalam keadaan bertekanan seperti saat mesin bekerja.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Alat yang paling tepat dipakai adalah ....

A. Compression tester yang dipasang pada lubang busi
B. Vacuum gauge yang dipasang pada intake manifold
C. Hidrometer untuk mengukur berat jenis air radiator
D. Radiator pressure tester pada leher radiator
E. Scan tool untuk membaca data sensor suhu mesin

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

14. Setelah mengganti soket lampu pelat nomor yang berisi dua bohlam 12 V 5 W, Riko mendapati kedua bohlam menyala sangat redup (2027). Saat diukur, tegangan pada setiap bohlam sekitar 6 V, padahal tegangan sumber 12 V. Sebelum soket diganti, kedua bohlam menyala normal.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penyebab dan perbaikan yang paling tepat adalah ....

A. Bohlam sudah lemah; ganti kedua bohlam dengan daya lebih besar
B. Kedua bohlam terangkai seri; rangkai ulang menjadi paralel
C. Tegangan aki turun; isi ulang aki sampai penuh sebelum diperiksa
D. Sekring terlalu kecil; ganti sekring dengan nilai yang lebih besar
E. Kabel massa putus; sambungkan kabel massa langsung ke bodi motor

15. Fajar akan melepas mur pipa rem (flare nut) dari master silinder untuk mengganti pipa rem yang bocor (2027). Pipa rem menghalangi kunci ring biasa dan kunci sok untuk masuk ke mur. Sudut-sudut mur itu mudah membulat bila hanya dicengkeram pada dua sisinya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Alat yang paling tepat dipakai Fajar adalah ....

A. Kunci ring belah (flare nut wrench) yang sesuai ukuran murnya
B. Kunci pas yang ukurannya cocok karena dapat masuk dari samping pipa
C. Kunci pipa (pipe wrench) dengan rahang yang dapat disetel lebarnya
D. Tang kombinasi agar mur dapat dicengkeram kuat dari dua arah
E. Kunci sok 12 titik dengan gagang sambungan yang lebih panjang

16. Ban truk dengan pelek bercincin pengunci (lock ring) baru selesai dipasang di bengkel (2027). Ban itu harus diisi angin sampai 7 bar memakai kompresor bengkel. SOP bengkel menyebutkan bahaya utama pekerjaan ini adalah cincin pengunci yang tidak duduk sempurna dapat terlepas dan terlempar dengan sangat kuat.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang sesuai SOP adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Meletakkan roda di dalam kurungan pengaman (inflation cage) sebelum diisi angin.
☐ B. Mengisi angin sambil berdiri di depan cincin pengunci agar dudukannya mudah diamati.
☐ C. Memakai selang dengan penjepit pentil dan katup jarak jauh agar berdiri di luar jalur lontaran.
☐ D. Memeriksa cincin pengunci dan pelek tidak retak atau berkarat parah sebelum diisi angin.
☐ E. Memukul cincin pengunci dengan palu saat ban sudah bertekanan agar duduknya lebih rapat.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

17. Sepeda motor empat langkah milik Pak Herman mengeluarkan asap putih kebiruan selama beberapa detik setiap kali gas dibuka setelah mesin lama berputar langsam, misalnya setelah menunggu di lampu merah (2027). Setelah itu asap hilang walaupun motor dipacu dan membawa beban. Oli mesin berkurang sedikit demi sedikit, dan hasil uji kompresi normal sesuai spesifikasi.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Komponen yang paling mungkin aus adalah ....

A. Ring kompresi piston sehingga oli masuk ke ruang bakar saat beban
B. Paking kepala silinder sehingga gas kompresi bocor ke saluran oli
C. Saringan udara sehingga campuran bahan bakar dan udara terlalu kaya
D. Celah katup terlalu rapat sehingga katup tidak menutup dengan rapat
E. Seal batang katup sehingga oli merembes turun ke ruang bakar

18. Mobil injeksi berumur 8 tahun makin kehilangan tenaga pada putaran tinggi dan saat menanjak, sedangkan langsamnya normal (2027). Pemilik bercerita bahwa beberapa bulan lalu mesinnya sering tersendat dan berasap hitam, tetapi tidak segera diperbaiki. Saat rumah konverter katalitik diketuk, terdengar bunyi gemerincing dari dalamnya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Gejala ini mengarah pada konverter katalitik yang tersumbat sehingga aliran gas buang terhambat.
☐ B. Campuran yang dulu terlalu kaya tidak berkaitan dengan kerusakan konverter katalitik.
☐ C. Bunyi gemerincing saat diketuk dapat menandakan bagian dalam konverter pecah.
☐ D. Membuang isi konverter tanpa menggantinya adalah solusi terbaik agar tenaga kembali.
☐ E. Penyebab campuran kaya juga harus diperbaiki agar konverter pengganti tidak cepat rusak.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

19. Untuk mengganti roller track, operator excavator mengangkat satu sisi track dengan menekan boom dan arm ke tanah sampai track terangkat sekitar 20 cm (2027). Mekanik Bayu akan bekerja di dekat track yang terangkat itu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Sebelum mekanik bekerja, rangka bawah yang terangkat diganjal penyangga yang kuat dan kapasitasnya sesuai.	○	○
Tuas pengunci kendali (safety lock lever) diaktifkan agar boom dan arm tidak bergerak bila tuas tersenggol.	○	○
Mekanik boleh bekerja di bawah track selama operator tetap di kabin dan menahan tuas dengan tangannya.	○	○

20. Jarum suhu mobil Pak Yanto hanya naik sampai seperempat skala dan turun lagi saat melaju di jalan tol (2027). Pemanas kabin kurang hangat dan konsumsi bensin naik. Air pendingin penuh dan tidak bocor. Saat mesin dingin dihidupkan, selang radiator atas sudah mulai hangat sekitar 2 menit kemudian.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Gejala ini menunjukkan mesin terlalu panas sehingga kipas radiator perlu diperiksa.
☐ B. Selang radiator atas yang cepat hangat menunjukkan air sudah mengalir ke radiator sejak mesin dingin.
☐ C. Termostat kemungkinan macet terbuka sehingga mesin lama mencapai suhu kerja.
☐ D. Termostat sebaiknya dilepas permanen agar sirkulasi air pendingin lebih lancar.
☐ E. Mesin yang bekerja di bawah suhu kerja dapat membuat ECU memperkaya campuran sehingga boros.

21. Mobil injeksi tersendat dan kehilangan tenaga saat menanjak atau digas penuh, tetapi langsamnya normal (2027). Teknisi memasang pengukur tekanan bahan bakar dan mencatat hasil berikut.

Kondisi	Hasil ukur	Spesifikasi
Langsam	3,0 bar	2,9–3,2 bar
Gas penuh dengan beban	1,8 bar	minimal 2,8 bar
5 menit setelah mesin mati	2,6 bar	minimal 2,0 bar

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penyebab yang paling mungkin adalah ....

A. Injektor bocor sehingga tekanan bahan bakar turun setelah mesin mati
B. Regulator tekanan macet terbuka sehingga tekanan rendah di semua kondisi
C. Saringan bahan bakar tersumbat atau pompa lemah sehingga aliran kurang
D. Katup searah pompa bocor sehingga bensin kembali ke tangki saat mati
E. Busi aus sehingga pembakaran melemah ketika mesin mendapat beban

22. Sepeda motor injeksi tersendat ketika gas dibuka perlahan sekitar seperempat bukaan, sedangkan pada bukaan lain mesin normal (2027). Dengan kunci kontak ON dan mesin mati, siswa mengukur tegangan sinyal sensor posisi katup gas (TPS) sambil membuka gas perlahan. Spesifikasi: tegangan naik merata dari sekitar 0,6 V sampai 4,5 V.

Bukaan katup gas	Tegangan sinyal TPS
Tertutup	0,6 V
1/8	1,1 V
1/4	0,1 V
1/2	2,6 V
Penuh	4,4 V

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penyebab yang paling mungkin adalah ....

A. ECU rusak sehingga tidak mampu membaca sinyal TPS dengan benar
B. Tegangan referensi 5 V dari ECU terlalu rendah untuk sensor TPS
C. Kabel massa sensor TPS putus sehingga tegangan sinyal tidak stabil
D. Jalur hambatan di dalam TPS aus di sekitar seperempat bukaan
E. Injektor tersumbat sehingga bensin kurang pada seperempat bukaan

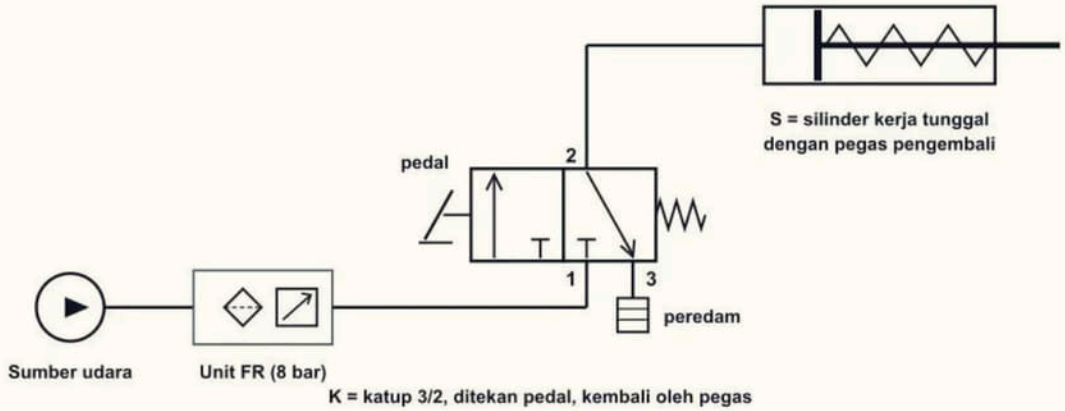
23. Baut pengikat dudukan kaliper rem sebuah mobil hilang (2027). Manual servis menuliskan spesifikasinya dengan kata-kata: ulir metrik halus berdiameter 10 mm dengan kisar (jarak puncak ulir) 1,25 mm, panjang batang 25 mm, dan kelas kekuatan 10.9. Di gudang tersedia beberapa baut dengan penandaan menurut standar ISO.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Baut yang paling tepat dipakai adalah ....

A. M10 × 25 – 10.9
B. M10 × 1,25 × 20 – 10.9
C. M10 × 1,25 × 25 – 8.8
D. M12 × 1,25 × 25 – 10.9
E. M10 × 1,25 × 25 – 10.9

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

24. Gambar menunjukkan diagram pneumatik penekan bibir ban pada mesin pembuka ban di bengkel (2027). Saat pedal ditekan, batang silinder S maju dengan normal. Saat pedal dilepas, batang silinder kembali sangat lambat dan desis udara buang dari katup terdengar lemah tetapi lama. Silinder S beserta pegasnya baru diganti minggu lalu, dan tekanan pada unit FR 8 bar.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penyebab yang paling mungkin adalah ....

Diagram pneumatik penekan bibir ban (bead breaker) pada mesin pembuka ban



A. Peredam di lubang 3 tersumbat sehingga udara dari silinder lambat terbuang
B. Pegas pengembali di dalam silinder S lemah sehingga gaya baliknya kecil
C. Selang dari unit FR ke lubang 1 bocor sehingga tekanan udara masuk berkurang
D. Pegas katup 3/2 patah sehingga katup tertahan di posisi saat pedal ditekan
E. Silinder kerja tunggal kurang cocok dan perlu diganti silinder kerja ganda

25. Mobil Bu Siti terus memantul dua sampai tiga kali setelah melewati polisi tidur, dan bagian depan kiri terasa limbung saat menikung (2027). Saat diperiksa, peredam kejut (shock absorber) depan kiri basah oleh oli, sedangkan peredam kejut lainnya kering.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Peredam kejut depan kiri kemungkinan bocor sehingga daya redamnya berkurang.
☐ B. Oli yang keluar tidak memengaruhi kerja peredam kejut karena peredam bekerja dengan gas.
☐ C. Pegas keong depan kiri yang perlu diganti karena pegas yang meredam pantulan.
☐ D. Peredam kejut sebaiknya diganti berpasangan kiri dan kanan agar redamannya seimbang.
☐ E. Bodi yang ditekan lalu dilepas seharusnya kembali tanpa memantul berulang kali.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Lembar jawaban

No	A	B	C	D	E
1	○	○	○	○	○
2					
3					
4	○	○	○	○	○
5	○	○	○	○	○
6					
7					
8	○	○	○	○	○
9					

No	A	B	C	D	E
10	○	○	○	○	○
11	○	○	○	○	○
12	○	○	○	○	○
13	○	○	○	○	○
14	○	○	○	○	○
15	○	○	○	○	○
16					
17	○	○	○	○	○
18					

No	A	B	C	D	E
19					
20					
21	○	○	○	○	○
22	○	○	○	○	○
23	○	○	○	○	○
24	○	○	○	○	○
25					

Soal PG kompleks / Benar–Salah (nomor 2, 3, 6, 7, 9, 16, 18, 19, 20, 25): jawab langsung pada soalnya.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Tabel skor dan anjuran

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 1.1 · Teknologi sistem kendaraan: mesin, transmisi, rem, kemudi	7	___ / 1	Ulangi hlm. 9
Sub bab 1.2 · Kendaraan hybrid, listrik, dan bantuan pengemudi	3	___ / 1	Ulangi hlm. 21
Sub bab 1.3 · Profesi dan alur kerja di industri otomotif	4	___ / 1	Ulangi hlm. 32
Sub bab 2.1 · Bahaya dan praktik kerja aman di bengkel	2	___ / 1	Ulangi hlm. 69
Sub bab 2.2 · Alat pelindung diri dan pengendalian bahaya pekerjaan khusus	5	___ / 1	Ulangi hlm. 80
Sub bab 2.4 · Tanggap darurat: kebakaran, listrik, dan gas	6	___ / 1	Ulangi hlm. 102
Sub bab 2.6 · Budaya kerja 5R	1	___ / 1	Ulangi hlm. 125
Sub bab 3.1 · Membaca gambar kerja: pandangan, ukuran, dan potongan	10	___ / 1	Ulangi hlm. 150
Sub bab 3.2 · Standar proyeksi, ulir, dan toleransi	23	___ / 1	Ulangi hlm. 163
Sub bab 3.4 · Membaca manual servis dan menemukan letak komponen	8	___ / 1	Ulangi hlm. 190
Sub bab 4.1 · Perkakas tangan dan alat khusus servis	15	___ / 1	Ulangi hlm. 221
Sub bab 4.2 · Alat ukur dan alat diagnostik	13	___ / 1	Ulangi hlm. 233
Sub bab 4.3 · Peralatan bertenaga dan mesin bengkel	16	___ / 1	Ulangi hlm. 246
Sub bab 4.4 · Dongkrak, jack stand, lift, dan impact wrench	19	___ / 1	Ulangi hlm. 260
Sub bab 5.1 · Besaran listrik, hukum Ohm, dan daya	9	___ / 1	Ulangi hlm. 307
Sub bab 5.2 · Rangkaian seri, paralel, dan campuran di kendaraan	14	___ / 1	Ulangi hlm. 319
Sub bab 5.3 · Mengukur dengan multimeter	11	___ / 1	Ulangi hlm. 331
Sub bab 5.5 · Sensor, aktuator, dan ECU	22	___ / 1	Ulangi hlm. 356
Sub bab 6.1 · Komponen utama mesin	17	___ / 1	Ulangi hlm. 381
Sub bab 6.3 · Sistem bahan bakar: injeksi, karburator, dan diesel	21	___ / 1	Ulangi hlm. 405

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 6.4 · Sistem pendingin dan pelumasan	20	___ / 1	Ulangi hlm. 416
Sub bab 6.5 · Sistem pengapian, pemasukan udara, dan pembuangan	18	___ / 1	Ulangi hlm. 428
Sub bab 7.1 · Hukum Pascal dan sifat fluida	12	___ / 1	Ulangi hlm. 451
Sub bab 7.3 · Komponen dan sirkuit pneumatik	24	___ / 1	Ulangi hlm. 476
Sub bab 7.5 · Hidrolik dan pneumatik pada kendaraan: rem, power steering, suspensi, rem udara	25	___ / 1	Ulangi hlm. 502

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Simulasi 2 — Prediksi TKA 2026

SMKTO-FIN2

Petunjuk

Jumlah soal: 25. Waktu: 60 menit.

Kerjakan sekaligus tanpa membuka materi. Tandai jawaban pada lembar jawaban. Kunci dan pembahasan ada di Bagian D; hitung skor dan lihat tabel anjuran di akhir paket.

Kerjakan Simulasi 2 di LMS

Hasil dan analisis per sub bab tersimpan di LMS.

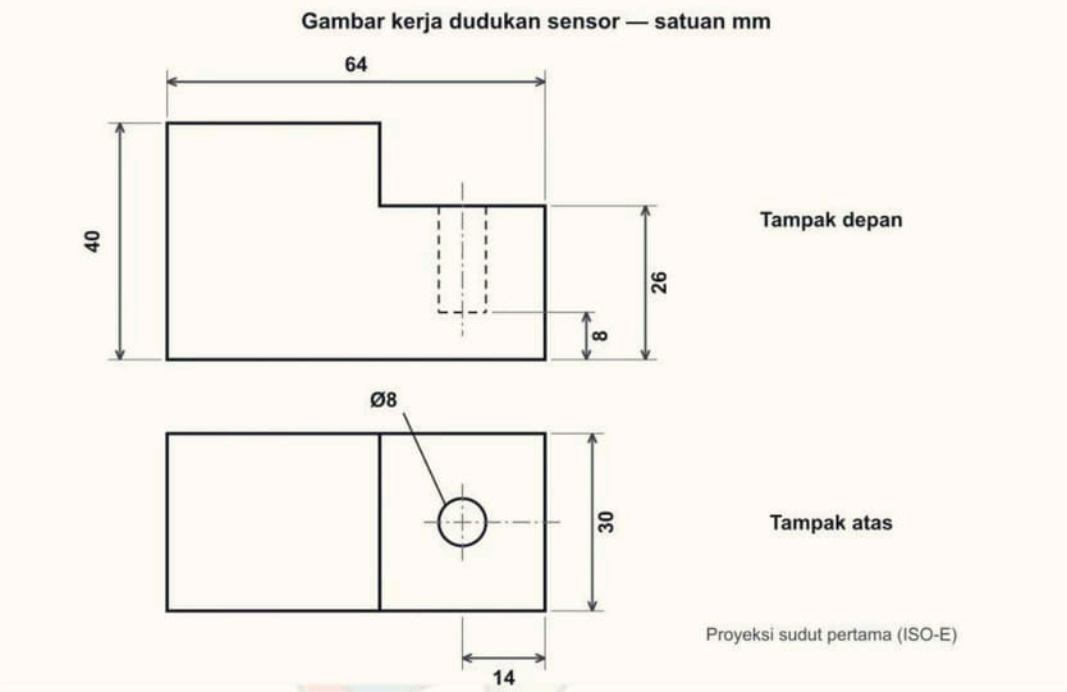
next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkto&node=SMKTO-FIN2

1. Di bengkel resmi sepeda motor (2027), mekanik menyerahkan daftar kebutuhan suku cadang dari perintah kerja kepada seorang petugas. Petugas itu mencari nomor suku cadang di katalog elektronik, memeriksa stok, mengeluarkan barang sambil mencatatnya, dan memesan ke distributor bila stok habis.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Jabatan petugas tersebut adalah ....

A. Service advisor yang melayani pelanggan
B. Partsman atau petugas suku cadang
C. Toolkeeper atau petugas ruang alat
D. Kasir dan staf administrasi bengkel
E. Kepala mekanik yang membagi pekerjaan

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

2. Siswa akan mengebor lubang pada dudukan sensor sesuai gambar kerja di samping (2027). Sebelum mengebor, ia harus menentukan apakah lubang itu tembus dan berapa kedalamannya diukur dari permukaan bertingkat tempat lubang dibuat.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Jenis dan kedalaman lubang yang benar adalah ....



A. Lubang tembus sedalam 26 mm
B. Lubang tidak tembus sedalam 18 mm
C. Lubang tidak tembus sedalam 8 mm
D. Lubang tidak tembus sedalam 32 mm
E. Lubang tembus sedalam 40 mm

3. Pada pemeriksaan harian (P2H) sebelum shift pagi (2027), mekanik Ardi mendapati rem parkir sebuah forklift tidak mampu menahan forklift di rampa gudang yang miring. Supervisor gudang meminta forklift tetap dipakai hari itu karena ada target bongkar muat, dan berjanji remnya diperbaiki besok.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan Ardi yang paling tepat adalah ....

A. Mengizinkan forklift dipakai asalkan operator mengganjal roda setiap berhenti
B. Menuruti permintaan supervisor karena target bongkar muat tanggung jawabnya
C. Mencatat temuan di lembar P2H, tetapi tetap menyerahkan forklift untuk dipakai
D. Memperbaiki rem secara kilat tanpa mencatatnya agar forklift cepat dipakai
E. Menandai tidak layak pakai, melapor, lalu memperbaiki rem sebelum dipakai

4. Mobil Pak Hadi memiliki fitur bantuan mengemudi tingkat 2: pengatur jarak otomatis (adaptive cruise control) dan penjaga lajur (lane centering) yang bekerja dengan kamera

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

dan radar (2027). Di jalan tol, Pak Hadi sering melepas tangan dari setir sambil menonton video di ponsel. Sistem beberapa kali memberi peringatan lalu mematikan fiturnya sendiri.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Pada tingkat otomasi ini, mobil sudah dapat mengemudi sendiri sehingga pengemudi boleh tidak memperhatikan jalan.	○	○
Peringatan dan matinya fitur adalah cara sistem meminta pengemudi kembali memegang kendali.	○	○
Fitur penjaga lajur tetap bekerja andal walaupun marka jalan pudar atau tertutup genangan air.	○	○

5. Bengkel sepeda motor mengumpulkan 20 aki bekas dalam sebulan (2027). Seorang pembeli barang bekas menawar dengan harga tinggi, tetapi ia tidak memiliki izin pengumpulan limbah B3 dan berencana membongkar aki di halaman rumahnya untuk diambil timbalnya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Aki bekas termasuk limbah B3 karena mengandung asam dan timbal.
☐ B. Aki bekas boleh dijual kepada siapa pun karena masih memiliki nilai jual.
☐ C. Cairan aki sebaiknya dibuang ke saluran air agar aki lebih ringan saat disimpan.
☐ D. Aki bekas diserahkan kepada pengumpul atau pengolah yang berizin limbah B3.
☐ E. Aki bekas ditumpuk miring di luar ruangan agar tidak memakan tempat di bengkel.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

6. Sebuah mobil baru masuk bengkel setelah perjalanan jauh; mesin sudah dimatikan, tetapi kunci kontak masih ON karena radio menyala (2027). Kipas radiator mobil ini digerakkan motor listrik yang dikendalikan sensor suhu air pendingin. Toni hendak memeriksa sabuk penggerak di dekat kipas dan radiator dengan tangannya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat tentang bahaya dalam situasi itu adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Kipas aman disentuh karena mesin sudah mati sehingga kipas tidak dapat berputar.
☐ B. Kipas listrik dapat berputar tiba-tiba bila suhu air pendingin masih tinggi.
☐ C. Kunci kontak dimatikan dan konektor kipas dilepas sebelum tangan masuk ke dekat kipas.
☐ D. Bahaya terbesarnya adalah sengatan listrik karena kabel kipas bertegangan tinggi.
☐ E. Permukaan mesin dan saluran buang yang masih panas dapat menimbulkan luka bakar.

7. Setelah spooring (penyetelan sudut roda) dan penggantian tie rod, sebuah mobil yang dilengkapi kontrol stabilitas elektronik (ESC) menyalakan lampu peringatan ESC (2027). Mobil berjalan lurus dan lingkar setir lurus, tetapi saat mobil diam dengan setir lurus, scan tool membaca sudut setir 12° ke kanan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang paling tepat adalah ....

A. Mengulang spooring karena roda depan kemungkinan belum lurus
B. Mengganti modul ESC karena membaca data sudut setir yang salah
C. Mematikan fitur ESC lewat tombol agar lampu peringatan padam
D. Mengkalibrasi titik nol sensor sudut setir memakai scan tool
E. Menggeser posisi lingkar setir agar sesuai data sensornya

8. Mekanik lapangan akan mengganti selang hidrolik dump truck yang mogok di jalan tambang (2027). Di sekitarnya alat berat lain masih lalu-lalang, suara mesin sangat keras, dan oli hidrolik bertekanan dapat menyembur saat sambungan dibuka. Pekerjaan dilakukan siang hari.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kombinasi APD yang paling tepat adalah ....

A. Helm, sepatu safety, kacamata, sarung tangan, ear plug, tanpa rompi reflektif
B. Helm, rompi reflektif, sepatu safety, sarung tangan kulit, tanpa pelindung mata
C. Helm, rompi reflektif, sepatu safety, kacamata, sarung tangan, ear plug
D. Helm, kacamata, sarung tangan, pelindung telinga, sepatu kets, dan baju gelap
E. Helm, rompi reflektif, sepatu safety, kacamata, sarung tangan, tanpa ear plug

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

9. Bengkel AC mobil akan mengganti kompresor AC sebuah mobil yang sistemnya masih berisi refrigeran R-134a (2027). Seorang teknisi baru menyarankan agar refrigeran dibuang ke udara lewat katup servis karena lebih cepat. Refrigeran ini termasuk gas rumah kaca yang efek pemanasannya jauh lebih kuat daripada CO_2. Bengkel memiliki mesin pengisap dan daur ulang refrigeran (recovery-recycle).
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang paling tepat adalah ....

A. Mengisap refrigeran dengan mesin recovery lalu memakainya ulang
B. Membuang refrigeran ke udara di area terbuka agar tidak terhirup teknisi
C. Membuang refrigeran sedikit demi sedikit agar dampaknya ke lingkungan kecil
D. Membiarkan refrigeran di dalam sistem lalu membuka kompresor perlahan
E. Mencampur refrigeran lama dengan yang baru agar tidak perlu dikeluarkan

10. Siswa diminta memeriksa apakah kabel sinyal antara konektor sensor kecepatan roda dan konektor ECU ABS putus (2027). Panjang kabel sekitar 4 meter, dan kedua ujungnya berada di dalam konektor.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Langkah pengukuran yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Mengukur hambatan kabel dengan kunci kontak ON agar ECU ikut memeriksa kabel.
☐ B. Mematikan kunci kontak dan melepas kedua konektor sebelum mengukur hambatan kabel.
☐ C. Memilih fungsi ohm atau uji kontinuitas, lalu menyatukan kedua probe untuk memeriksa alat.
☐ D. Memakai kabel bantu agar kedua ujung kabel yang berjauhan dapat dijangkau probe.
☐ E. Kabel dinilai baik bila hambatannya mendekati 0 Ω, dan putus bila terbaca tak terhingga.

11. Mesin injeksi sebuah mobil sudah mencapai suhu kerja dan berputar langsam (2027). Siswa membaca data sensor oksigen (O_2) yang dipasang sebelum konverter katalitik memakai scan tool. Menurut manual, tegangan di bawah 0,45 V berarti campuran kurus dan di atas 0,45 V berarti campuran kaya.

Detik ke-	1	2	3	4	5	6
Tegangan sensor O_2 (V)	0,15	0,78	0,22	0,81	0,12	0,74

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Tegangan yang berganti-ganti melewati 0,45 V menunjukkan ECU terus mengoreksi campuran di sekitar perbandingan ideal; ini kerja normal.	○	○
Karena tegangannya tidak tetap, sensor O_2 ini rusak dan perlu diganti.	○	○
Bila tegangan sensor tetap sekitar 0,1 V dalam waktu lama, ECU membaca campuran terus kurus, misalnya karena ada kebocoran udara.	○	○

12. Manual servis sebuah sepeda motor (2027) menulis petunjuk pemasangan ring piston: "Pasang ring dengan tanda huruf menghadap ke atas (ke arah kepala piston). Atur celah ujung ring kompresi pertama, ring kompresi kedua, dan ring oli saling berselisih sekitar 120°, dan jangan letakkan celah searah lubang pin piston." Siswa sudah memasang ketiga ring; celah ring pertama dan kedua segaris di atas lubang pin piston, dan tanda huruf ring kedua menghadap ke bawah.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang paling tepat adalah ....

A. Membalik ring kedua, lalu mengatur ketiga celah berselisih ±120° dan menjauhi arah pin
B. Membiarkannya karena celah ring akan berputar sendiri sedikit demi sedikit saat mesin hidup
C. Memutar celah ring pertama saja agar tidak segaris dengan celah ring kedua di atas pin
D. Membalik ring kedua saja karena posisi celah ring tidak berpengaruh pada tekanan kompresi
E. Mengganti ketiga ring dengan ring baru karena ring yang salah pasang sudah tidak dapat dipakai

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

13. Impact wrench pneumatik bengkel makin lemah dan putarannya tersendat (2027). Saat dibongkar, bagian dalamnya kering dan berkarat. Saluran udara bengkel tidak dilengkapi pelumas otomatis (lubricator), dan air di tangki kompresor jarang dibuang.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Langkah perawatan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

- ☐ A. Meneteskan beberapa tetes oli khusus alat pneumatik ke lubang masuk udara setiap hari sebelum dipakai.
- ☐ B. Membersihkan bagian dalam alat dengan bensin lalu langsung memakainya tanpa pelumasan.
- ☐ C. Membuang air dari tangki kompresor secara rutin agar air tidak terbawa ke alat.
- ☐ D. Mengisi lubang masuk udara dengan gemuk (grease) tebal agar pelumasan tahan lama.
- ☐ E. Menyimpan alat dengan selang tetap terpasang agar tekanan di dalam alat mencegah karat.

14. Pak Budi memiliki sepeda motor dua langkah. Karena pompa oli samping rusak dan belum diperbaiki, ia mengisi tangki dengan bensin murni tanpa mencampur oli (2027). Setelah dipakai beberapa kilometer, mesin terasa berat lalu macet.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Pada mesin dua langkah, campuran bahan bakar masuk melewati bak engkol sehingga bak engkol tidak dapat menampung oli pelumas seperti mesin empat langkah.	○	○
Tanpa oli samping, piston dan dinding silinder kekurangan pelumas sehingga dapat macet.	○	○
Mesin dua langkah menyelesaikan satu siklus kerja dalam dua putaran poros engkol, sama seperti mesin empat langkah.	○	○

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

15. Siswa akan melepas bearing roda dari rumahnya memakai mesin press hidrolik bengkel berkapasitas 20 ton (2027). Rumah bearing diletakkan di atas dua pelat penyangga, dan bearing akan didorong keluar memakai batang pendorong.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang sesuai SOP adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Terus menambah tekanan walaupun bearing belum bergerak, karena kapasitas press jauh di atas kebutuhan.
☐ B. Memastikan pelat penyangga menopang rumah bearing dengan rata dan stabil sebelum menekan.
☐ C. Memegang benda kerja dengan tangan di bawah batang pendorong agar tidak bergeser.
☐ D. Memakai kacamata pengaman karena benda yang pecah dapat terlontar.
☐ E. Memakai batang pendorong yang sesuai sehingga hanya menekan cincin luar bearing.

16. Excavator terasa lemah saat menggali dan mengangkat (2027). Teknisi mengukur tekanan pada saluran pompa ketika setiap tuas ditahan di ujung langkah, saat katup pengaman (relief valve) bekerja. Uji aliran menunjukkan debit pompa sesuai spesifikasi.

Gerakan yang diuji	Tekanan terukur	Spesifikasi
Boom naik	255 bar	330–340 bar
Arm masuk	250 bar	330–340 bar
Bucket menekuk	252 bar	330–340 bar

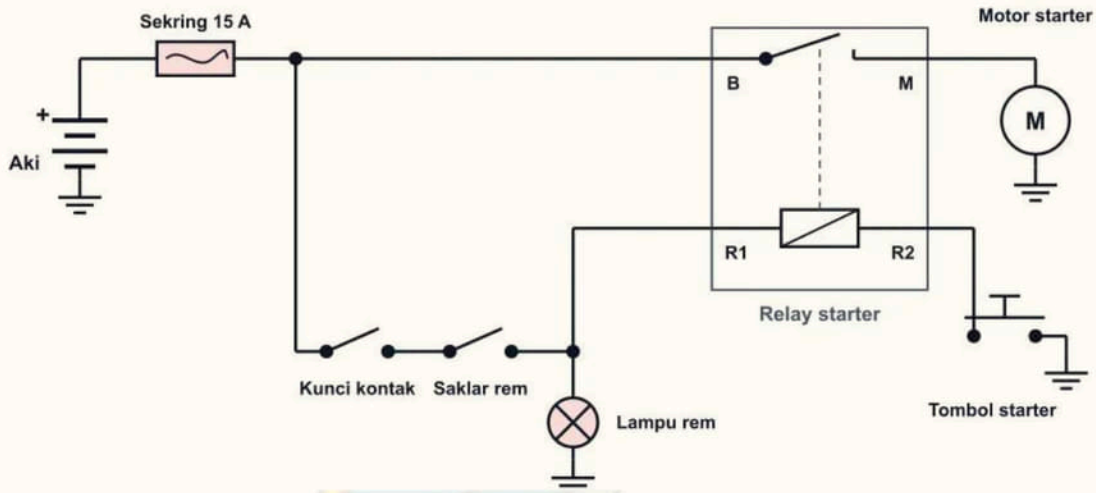
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penyebab yang paling mungkin adalah ....

A. Seal piston silinder boom bocor sehingga tekanan tidak tercapai
B. Pompa hidrolik aus sehingga debit olinya berkurang banyak
C. Katup pengaman sirkuit bucket disetel terlalu rendah
D. Katup pengaman utama disetel terlalu rendah atau bocor
E. Oli hidrolik terlalu kental sehingga tekanannya tidak naik

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

17. Gambar menunjukkan diagram rangkaian sistem starter sebuah sepeda motor (2027). Motor tidak dapat distarter: saat tuas rem ditarik dan tombol starter ditekan, relay tidak berbunyi klik. Lampu rem menyala ketika tuas rem ditarik. Sambil tuas rem ditarik dan tombol starter ditekan, siswa mengukur tegangan terminal R1 dan R2 relay terhadap massa; keduanya 12 V.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kerusakan yang paling mungkin adalah ....

Diagram rangkaian sistem starter sepeda motor



A. Kunci kontak rusak sehingga arus tidak sampai ke rangkaian starter
B. Saklar rem rusak sehingga kumparan relay tidak mendapat tegangan
C. Kumparan relay starter putus sehingga relay tidak dapat bekerja
D. Kontak relay aus sehingga arus besar tidak sampai ke motor starter
E. Tombol starter atau kabel massanya putus sehingga relay diam

18. Bengkel ban memeriksa tiga pengukur tekanan ban dengan membandingkannya terhadap pengukur acuan yang sudah dikalibrasi (2027). Batas simpangan yang diizinkan ±1 psi.

Pengukur	Saat acuan 30 psi	Saat acuan 40 psi
T-1	30,5 psi	40,5 psi
T-2	32,0 psi	42,5 psi
T-3	29,5 psi	41,5 psi

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang tepat adalah ....

A. Memakai ketiga pengukur karena selisihnya semua kurang dari 3 psi
B. Memakai T-1 dan T-3 karena hasilnya pada 30 psi masih dalam batas
C. Memakai T-1; memberi label tidak layak lalu mengkalibrasi T-2 dan T-3
D. Memakai T-2 dan T-3; T-1 dikalibrasi karena tidak tepat menunjukkan 30
E. Memakai T-3 saja karena hasilnya pada 30 psi paling dekat dengan acuan

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

19. Mesin sebuah mobil pincang dan brebet terutama saat hujan atau setelah mobil dicuci (2027). Pada malam hari, dengan mesin hidup dan kap terbuka, terlihat percikan api kecil di sepanjang salah satu kabel busi yang permukaannya retak-retak.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penyebab yang paling mungkin adalah ....

A. Celah katup terlalu rapat sehingga kompresi silinder itu bocor
B. Injektor kotor sehingga semprotan bahan bakar tidak merata
C. Saringan udara basah sehingga udara yang masuk ke mesin berkurang
D. Busi terlalu dingin sehingga elektrodanya cepat kotor oleh karbon
E. Isolasi kabel busi bocor sehingga tegangan tinggi lari ke massa

20. Selang hidrolik silinder bucket sebuah wheel loader rembes dan akan diganti di bengkel (2027). Mesin baru saja dimatikan setelah bekerja, dan bucket masih terangkat sekitar 1 meter.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Langkah yang tepat sebelum dan saat mengganti selang adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Menghidupkan mesin lagi untuk menurunkan bucket ke tanah, lalu mematikannya.
☐ B. Langsung mengendurkan sambungan selang karena mesin mati sehingga sistem tidak bertekanan.
☐ C. Membuang sisa tekanan dengan menggerakkan tuas kendali beberapa kali sesuai manual saat mesin mati.
☐ D. Menunggu oli mendingin dan memakai kacamata serta sarung tangan saat membuka sambungan.
☐ E. Mencari titik rembesan dengan meraba selang memakai tangan saat mesin hidup.

21. Pemilik excavator dengan sistem listrik 24 V ingin memasang lampu kerja tambahan (2027). Rencananya, semua lampu tambahan dinyalakan bersamaan oleh satu relay yang kontaknya mampu dilewati arus maksimum 10 A.

Lampu tambahan	Jumlah	Spesifikasi per lampu
Lampu kerja boom	2	24 V 70 W
Lampu kerja belakang kabin	2	24 V 50 W
Lampu sorot atap	1	24 V 40 W

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Keputusan yang paling tepat adalah ....

A. Satu relay 10 A aman karena arus tiap lampu kurang dari 3 A
B. Relay 10 A dapat dipakai asalkan sekringnya diganti menjadi 30 A
C. Arus total sekitar 23 A sehingga perlu relay minimal 25 A
D. Arus total sekitar 11,7 A; bagi ke dua relay atau pakai relay besar
E. Arus total sekitar 11,7 A; relay 10 A masih aman karena selisih kecil

22. Mesin bensin sebuah mobil mengeluarkan bunyi ketukan berat dan dalam dari bagian bawah mesin, makin keras saat mesin dibebani dan digas (2027). Lampu tekanan oli kadang berkedip saat langsam dalam keadaan panas, walaupun level oli normal dan oli baru diganti sesuai spesifikasi.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penyebab yang paling mungkin adalah ....

A. Celah katup terlalu besar sehingga terdengar ketukan dari bagian kepala silinder
B. Bahan bakar beroktan rendah sehingga terjadi detonasi ketika mesin dibebani
C. Bantalan poros engkol aus sehingga celah oli membesar dan tekanan oli turun
D. Sabuk penggerak alternator kendur sehingga berbunyi ketika mesin dibebani
E. Dudukan mesin rusak sehingga mesin membentur rangka ketika mesin digas

23. Lift mobil hidrolik satu tiang di bengkel memiliki piston dengan luas penampang 200 cm^2 (2027). Mobil beserta lengan lift memberi beban 16.000 N pada piston. Gesekan diabaikan, dan 1 bar = 10 N/cm^2.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tekanan oli minimum untuk mengangkat beban itu adalah ....

A. 0,8 bar
B. 8 bar
C. 80 bar
D. 800 bar
E. 16 bar

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

24. Fikri akan mengganti peredam kejut depan tipe McPherson. Peredam kejut itu menyatu dengan pegas keong yang terpasang dalam keadaan tertekan (2027). Strut sudah dilepas dari mobil dan dijepit di ragum.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pemilihan dan penggunaan alat yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Memakai penekan pegas keong (spring compressor) dengan dua penjepit yang terpasang berseberangan.
☐ B. Membuka mur pengikat atas strut lebih dulu, baru kemudian menekan pegasnya dengan penjepit.
☐ C. Menekan pegas bergantian sedikit demi sedikit pada kedua penjepit sampai pegas tidak menekan dudukan atasnya.
☐ D. Memeriksa ulir dan kait penjepit tidak rusak sebelum alat dipakai.
☐ E. Memakai impact wrench pada baut penjepit agar pegas cepat tertekan dan pekerjaan lebih singkat.

25. Siswa mengganti dua bohlam lampu senja sebuah mobil dengan lampu LED bersoket sama (2027). LED kiri menyala, tetapi LED kanan tidak. Saat diukur, soket kanan bertegangan 12 V dan kontaknya bersih. Setelah LED kanan dicabut, diputar setengah putaran, lalu dipasang lagi di soket yang sama, LED itu menyala normal.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penjelasan yang paling tepat adalah ....

A. LED adalah dioda yang menghantar arus satu arah; tadi terpasang terbalik
B. LED kanan rusak sejak awal sehingga perlu diganti dengan LED yang baru
C. Kontak soket kanan kotor sehingga baru tersambung setelah LED diputar
D. Tegangan soket kanan terlalu rendah sehingga LED baru menyala setelah hangat
E. LED memerlukan resistor tambahan karena arusnya lebih kecil dari bohlam

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Lembar jawaban

No	A	B	C	D	E
1	○	○	○	○	○
2	○	○	○	○	○
3	○	○	○	○	○
4					
5					
6					
7	○	○	○	○	○
8	○	○	○	○	○
9	○	○	○	○	○

No	A	B	C	D	E
10					
11					
12	○	○	○	○	○
13					
14					
15					
16	○	○	○	○	○
17	○	○	○	○	○
18	○	○	○	○	○

No	A	B	C	D	E
19	○	○	○	○	○
20					
21	○	○	○	○	○
22	○	○	○	○	○
23	○	○	○	○	○
24					
25	○	○	○	○	○

Soal PG kompleks / Benar–Salah (nomor 4, 5, 6, 10, 11, 13, 14, 15, 20, 24): jawab langsung pada soalnya.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Tabel skor dan anjuran

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 1.1 · Teknologi sistem kendaraan: mesin, transmisi, rem, kemudi	7	___ / 1	Ulangi hlm. 9
Sub bab 1.2 · Kendaraan hybrid, listrik, dan bantuan pengemudi	4	___ / 1	Ulangi hlm. 21
Sub bab 1.3 · Profesi dan alur kerja di industri otomotif	1	___ / 1	Ulangi hlm. 32
Sub bab 1.4 · Kecerdasan buatan, telematika, dan isu lingkungan	9	___ / 1	Ulangi hlm. 43
Sub bab 2.1 · Bahaya dan praktik kerja aman di bengkel	6	___ / 1	Ulangi hlm. 69
Sub bab 2.2 · Alat pelindung diri dan pengendalian bahaya pekerjaan khusus	8	___ / 1	Ulangi hlm. 80
Sub bab 2.3 · Limbah B3 bengkel	5	___ / 1	Ulangi hlm. 91
Sub bab 2.5 · Disiplin, tanggung jawab, dan SOP kerja	3	___ / 1	Ulangi hlm. 114
Sub bab 3.1 · Membaca gambar kerja: pandangan, ukuran, dan potongan	2	___ / 1	Ulangi hlm. 150
Sub bab 3.3 · Membaca skema rangkaian: kelistrikan, hidrolik, dan pneumatik	17	___ / 1	Ulangi hlm. 175
Sub bab 3.4 · Membaca manual servis dan menemukan letak komponen	12	___ / 1	Ulangi hlm. 190
Sub bab 4.1 · Perkakas tangan dan alat khusus servis	24	___ / 1	Ulangi hlm. 221
Sub bab 4.3 · Peralatan bertenaga dan mesin bengkel	15	___ / 1	Ulangi hlm. 246
Sub bab 4.5 · Perawatan peralatan	13	___ / 1	Ulangi hlm. 272
Sub bab 4.6 · Kalibrasi, jadwal, dan catatan perawatan alat	18	___ / 1	Ulangi hlm. 283
Sub bab 5.1 · Besaran listrik, hukum Ohm, dan daya	21	___ / 1	Ulangi hlm. 307
Sub bab 5.3 · Mengukur dengan multimeter	10	___ / 1	Ulangi hlm. 331
Sub bab 5.4 · Aki dan komponen elektronika: relay, dioda, transistor	25	___ / 1	Ulangi hlm. 343
Sub bab 5.5 · Sensor, aktuator, dan ECU	11	___ / 1	Ulangi hlm. 356
Sub bab 6.1 · Komponen utama mesin	22	___ / 1	Ulangi hlm. 381

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 6.2 · Siklus kerja dan mekanisme katup	14	___ / 1	Ulangi hlm. 393
Sub bab 6.5 · Sistem pengapian, pemasukan udara, dan pembuangan	19	___ / 1	Ulangi hlm. 428
Sub bab 7.1 · Hukum Pascal dan sifat fluida	23	___ / 1	Ulangi hlm. 451
Sub bab 7.2 · Komponen sistem hidrolik	16	___ / 1	Ulangi hlm. 463
Sub bab 7.4 · Perawatan dan pengujian sistem hidrolik dan pneumatik	20	___ / 1	Ulangi hlm. 488

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Simulasi 3 — Prediksi TKA 2026

SMKTO-FIN3

Petunjuk

Jumlah soal: 25. Waktu: 60 menit.

Kerjakan sekaligus tanpa membuka materi. Tandai jawaban pada lembar jawaban. Kunci dan pembahasan ada di Bagian D; hitung skor dan lihat tabel anjuran di akhir paket.

Kerjakan Simulasi 3 di LMS

Hasil dan analisis per sub bab tersimpan di LMS.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkto&node=SMKTO-FIN3

1. Siswa akan mengganti saringan bahan bakar yang terpasang di saluran bertekanan sebuah mobil injeksi (2027). Mesin baru saja dimatikan, dan menurut manual tekanan sisa di saluran sekitar 3 bar. Di dekat area kerja ada lampu kerja halogen yang menyala dan permukaannya panas.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Selang bensin dapat langsung dilepas karena pompa bensin sudah berhenti bersama mesin.

☐ B. Bensin dapat menyembur saat sambungan dibuka, jadi tekanan sisa dibuang dulu sesuai manual.

☐ C. Uap bensin dapat terbakar bila mengenai permukaan panas lampu halogen atau percikan api.

☐ D. Sarung tangan kain cocok dipakai karena dapat menyerap bensin yang tumpah dari sambungan.

☐ E. Kain penyerap diletakkan di sekitar sambungan, lalu kain bekasnya disimpan sebagai limbah B3.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

2. Saat menerapkan langkah pertama 5R di bengkel sekolah (2027), siswa menemukan beberapa alat dan suku cadang yang tidak jelas apakah masih diperlukan, misalnya kunci khusus model lama dan beberapa bearing bekas yang tampak masih baik. Tidak ada yang tahu pemiliknya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang paling tepat adalah ....

A. Membuang semua barang itu agar meja kerja langsung terasa lega
B. Memberi label merah dan memindahkannya ke area karantina
C. Menyimpan semua barang itu kembali di laci meja kerja seperti semula
D. Memasukkan barang itu ke gudang tanpa label agar meja kerja cepat lega
E. Menanyakan di grup kelas, lalu membuang barang yang tidak diakui hari itu

3. Saat praktik di bengkel sekolah (2027), mikrometer yang dipakai Sari terjatuh ke lantai. Setelah itu, saat permukaan ukurnya dirapatkan, angkanya tidak lagi menunjukkan nol. Tidak ada teman yang melihat kejadian itu, dan mikrometer akan dipakai kelompok lain pada jam berikutnya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan Sari yang paling tepat adalah ....

A. Mengembalikan mikrometer ke lemari tanpa memberi tahu siapa pun
B. Memakai mikrometer itu dan menambahkan selisih nolnya sendiri
C. Menyetel ulang angka nolnya sendiri lalu mengembalikannya ke lemari
D. Melapor kepada guru dan menandai alat agar tidak dipakai dulu
E. Menitipkan mikrometer kepada kelompok berikutnya agar mereka memeriksa

4. Setelah aki mobilnya diganti, Bu Rina mengeluh perpindahan gigi transmisi otomatisnya terasa menyentak pada beberapa hari pertama (2027). Mobil ini memakai ECU transmisi yang mempelajari dan menyimpan nilai adaptasi perpindahan gigi. Tidak ada lampu peringatan, dan level serta warna oli transmisi normal.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Melepas aki dapat menghapus nilai adaptasi sehingga ECU transmisi perlu belajar ulang.
☐ B. Gejala ini menunjukkan kampas kopling di dalam transmisi aus sehingga transmisi perlu dibongkar.
☐ C. Proses belajar ulang dapat dilakukan dengan scan tool atau pola mengemudi sesuai manual.
☐ D. Oli transmisi perlu dikuras karena aki baru mengubah tekanan oli di dalam transmisi.
☐ E. Aki pengganti harus berkapasitas lebih besar agar perpindahan gigi kembali halus.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

5. Saat sebuah mobil diuji di halaman bengkel (2027), asap dan api kecil keluar dari celah kap mesin karena bensin merembes dari sambungan selang. Pengemudi masih di dalam mobil dengan mesin hidup. Di dekat lokasi tersedia APAR serbuk kimia kering.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan tanggap darurat yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Pengemudi segera mematikan mesin dan keluar dari mobil.
☐ B. Kap mesin langsung dibuka lebar agar api terlihat jelas sebelum disemprot.
☐ C. Api disiram air dari selang karena air lebih banyak daripada isi APAR.
☐ D. APAR disemprotkan melalui celah kap atau kolong mesin ke arah pangkal api.
☐ E. Orang di sekitar dijauhkan dan pemadam kebakaran dihubungi bila api tidak segera padam.

6. Truk logistik sebuah perusahaan dilengkapi kamera pemantau pengemudi berbasis kecerdasan buatan (AI) yang memakai cahaya inframerah untuk mengenali mata pengemudi dan mendeteksi kantuk (2027). Sejak seorang pengemudi memakai kacamata hitam barunya, sistem berulang kali memberi peringatan "mata tidak terdeteksi" walaupun ia terjaga. Manual menyebutkan beberapa jenis kacamata hitam dapat menghalangi cahaya inframerah.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang paling tepat adalah ....

A. Menonaktifkan kamera pemantau agar pengemudi tidak terganggu peringatan
B. Mengganti kamera karena AI-nya gagal mengenali pengemudi yang terjaga
C. Membersihkan lensa kamera lalu menyetel ulang sudut pandangnya ke wajah
D. Memperbarui perangkat lunak AI agar sistem mengenali kacamata yang baru
E. Mengganti kacamata dengan jenis yang tidak menghalangi inframerah

7. Di gudang bengkel (2027), Dodi diminta memindahkan beberapa aki basah bekas yang casingnya retak dan merembeskan cairan asam ke rak. Aki-aki itu akan dimasukkan ke wadah tahan asam untuk diserahkan kepada pengumpul berizin.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kombinasi APD yang paling tepat adalah ....

A. Kacamata goggle, sarung tangan karet tahan asam, apron karet, sepatu safety
B. Kacamata goggle, sarung tangan kain tebal, apron kain, dan sepatu safety
C. Pelindung telinga, sarung tangan karet tahan asam, apron karet, sepatu kets
D. Kacamata hitam biasa, sarung tangan karet tahan asam, apron karet, sepatu safety
E. Kacamata goggle, sarung tangan karet tahan asam, kaus pendek, sepatu safety

8. Pak Wayan mengisi mobil listriknya di stasiun pengisian cepat DC (2027). Layar menunjukkan daya pengisian sekitar 50 kW saat baterai 30 %, lalu turun menjadi sekitar

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

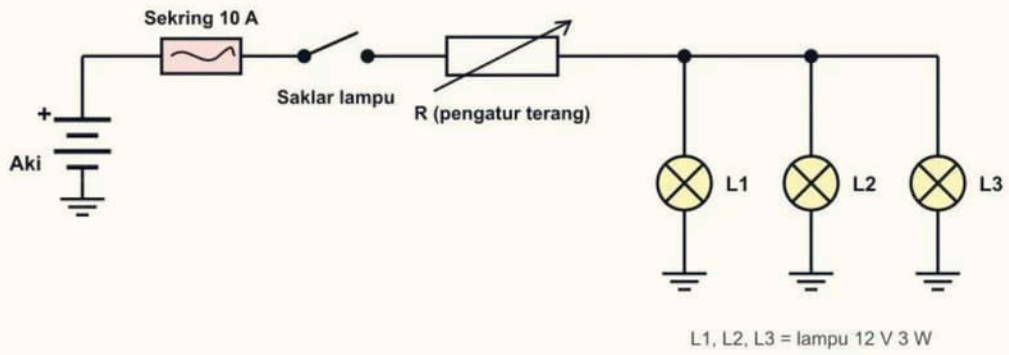
15 kW setelah baterai melewati 80 %. Ia mengira stasiun pengisiannya rusak dan bertanya kepada teknisi bengkel.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Turunnya daya setelah sekitar 80 % adalah pengaturan normal untuk melindungi baterai dari panas dan tegangan berlebih.	○	○
Pengisian dari 30 % ke 80 % lebih cepat per persen daripada pengisian dari 80 % ke 100 %.	○	○
Agar baterai awet, pengisian cepat sebaiknya selalu dilanjutkan sampai 100 % pada setiap pengisian.	○	○

9. Gambar menunjukkan rangkaian lampu panel instrumen sebuah mobil (2027). Pengatur terang R dapat diputar oleh pengemudi. Suatu hari, filamen lampu L2 putus.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang paling tepat tentang rangkaian tersebut adalah ....

Rangkaian lampu panel instrumen — mobil 12 V



L1, L2, L3 = lampu 12 V 3 W

A. Bila L2 putus, L1 dan L3 ikut padam karena ketiga lampu tersusun seri
B. Memutar R ke posisi redup menaikkan tegangan pada ketiga lampu panel
C. R hanya mengatur terang L1 karena letaknya paling dekat dengan lampu L1
D. R seri dengan kelompok lampu paralel, jadi L1 dan L3 tetap menyala
E. Bila R putus, ketiga lampu tetap menyala karena ketiganya tersusun paralel

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

10. Bengkel membuat lima pin pengunci menurut gambar kerja di samping (2027). Hasil pengukuran kelima pin adalah sebagai berikut.

Pin	Diameter	Panjang
P1	19,97 mm	45,05 mm
P2	19,99 mm	45,00 mm
P3	19,96 mm	45,12 mm
P4	19,95 mm	44,90 mm
P5	20,00 mm	44,95 mm

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pin yang memenuhi gambar kerja adalah ....



A. P1 saja
B. P2 dan P5
C. P1 dan P4
D. P1, P2, dan P4
E. P1, P3, dan P4

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

11. Siswa akan menyeimbangkan (balancing) roda mobil memakai mesin balancing roda di bengkel (2027). Roda baru dilepas dari mobil; pada alur bannya masih terselip beberapa kerikil, dan timah penyeimbang lama masih menempel di pelek.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang sesuai SOP adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Roda boleh diputar walaupun mur pengunci baru dikencangkan sebagian, asalkan tutup pelindung dipasang.
☐ B. Mengeluarkan kerikil dari alur ban sebelum roda diputar.
☐ C. Melepas timah penyeimbang lama dan membersihkan pelek sebelum pengukuran.
☐ D. Memasang roda dengan kerucut (cone) yang sesuai lubang tengah pelek, lalu mengencangkan mur pengunci.
☐ E. Menurunkan tutup pelindung sebelum memutar roda dan tidak menyentuh roda sampai benar-benar berhenti.

12. Saat overhaul mesin (2027), siswa harus mengukur diameter jurnal poros engkol untuk mengetahui keausan dan keovalannya. Batas keausan menurut manual hanya 0,02 mm, sehingga alat ukurnya harus berketelitian minimal 0,01 mm.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Alat ukur yang paling tepat adalah ....

A. Mikrometer luar berketelitian 0,01 mm
B. Jangka sorong dengan ketelitian 0,05 mm
C. Cylinder bore gauge untuk diameter dalam
D. Dial indicator dengan dudukan magnet
E. Feeler gauge dengan ketebalan bertingkat

13. Siswa ingin memasang sebuah LED indikator pada panel kendaraan 12 V (2027). Menurut lembar data, LED itu bekerja pada tegangan 2 V dengan arus 20 mA. LED dirangkai seri dengan sebuah resistor agar arusnya tidak berlebih.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Hambatan resistor yang diperlukan adalah ....

A. 100 Ω
B. 500 Ω
C. 600 Ω
D. 0,5 Ω
E. 5.000 Ω

14. Bengkel sepeda motor memakai meja lift hidrolik untuk menaikkan motor ke ketinggian kerja (2027). Arif akan menaikkan sebuah skuter untuk mengganti kampas rem belakang.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Motor dapat ditegakkan dengan standar samping saja di atas meja lift tanpa penjepit roda.	○	○
Roda depan dijepit penjepit roda dan motor diikat tali pengikat sebelum meja dinaikkan.	○	○
Setelah meja mencapai ketinggian kerja, pengunci mekanis lift dipasang agar meja tidak turun tiba-tiba.	○	○

15. Manual servis mesin diesel sebuah truk (2027) menulis prosedur pengencangan baut kepala silinder: "Kencangkan dengan pola yang ditentukan sampai 60 Nm, lalu putar lagi 90°, lalu putar lagi 90°." Bengkel memiliki kunci momen, impact wrench, kunci ring, dan busur derajat pengencang (torque angle gauge).
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Alat yang paling tepat dipakai adalah ....

A. Impact wrench untuk semua tahap agar setiap baut terkencang lebih cepat
B. Kunci momen disetel 180 Nm sebagai pengganti putaran 90° ditambah 90°
C. Kunci ring untuk semua tahap dengan memperkirakan seperempat putaran
D. Kunci momen untuk semua tahap dengan menaikkan setelannya bertahap
E. Kunci momen untuk tahap 60 Nm, lalu busur derajat untuk tahap 90°

16. Teknisi menguji kebocoran sistem rem udara sebuah truk setelah tangki terisi penuh dan mesin dimatikan (2027).

Kondisi uji (selama 1 menit)	Penurunan tekanan	Batas manual
Rem dilepas	0,1 bar	maks. 0,2 bar
Pedal rem diinjak penuh dan ditahan	0,9 bar	maks. 0,3 bar

Saat pedal diinjak, terdengar desis dari arah roda belakang kiri.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kesimpulan yang paling tepat adalah ....

A. Kompresor udara lemah sehingga tekanan tangki tidak dapat bertahan lama
B. Ruang rem roda belakang kiri atau selangnya bocor saat rem bekerja
C. Tangki udara bocor sehingga tekanan turun pada kedua kondisi pengujian
D. Katup pengaman tangki terbuka sehingga udara terbuang terus-menerus
E. Penurunan 0,9 bar wajar karena udara memang terpakai saat pedal diinjak

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

17. Setelah mesin sebuah mobil mengalami panas berlebih, kepala silinder dilepas dan kerataan permukaannya diperiksa memakai mistar baja dan feeler gauge di beberapa arah (2027). Batas kerataan menurut manual maksimum 0,05 mm.

Arah pengukuran	Celah terbesar di bawah mistar
Memanjang	0,12 mm
Melintang	0,03 mm
Diagonal	0,08 mm

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penilaian dan tindakan yang paling tepat adalah ....

A. Kepala silinder melengkung melewati batas; diratakan atau diganti sesuai manual
B. Kepala silinder masih layak karena pada arah melintang celahnya hanya 0,03 mm
C. Kepala silinder masih layak karena rata-rata celah ketiga arah di bawah 0,1 mm
D. Kepala silinder dipasang lagi memakai paking lebih tebal untuk menutup celahnya
E. Kepala silinder dipasang lagi dengan torsi baut lebih besar agar permukaannya rata

18. Sebuah wheel loader mogok karena kehabisan solar di lokasi proyek (2027). Setelah tangki diisi, mesin tetap tidak mau hidup walaupun distarter beberapa kali. Manual menyebutkan bahwa setelah kehabisan solar, udara di sistem bahan bakar harus dibuang (bleeding) dengan pompa tangan (priming pump).
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Menstarter mesin terus-menerus selama beberapa menit agar udara terdorong keluar sendiri.
☐ B. Mengganti injektor karena injektor kemungkinan tersumbat kotoran dari dasar tangki solar.
☐ C. Membuka sekrup pembuang udara pada saringan solar, lalu memompa pompa tangan sampai solar keluar tanpa gelembung.
☐ D. Kehabisan solar membuat udara masuk ke saluran sehingga pompa injeksi tidak dapat membangun tekanan.
☐ E. Menambahkan sedikit bensin ke tangki agar mesin diesel lebih mudah hidup setelah kehabisan solar.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

19. Sebuah mobil sulit dihidupkan pada pagi hari karena motor starter berputar lambat (2027). Siswa mengukur tegangan aki 12 V 45 Ah dengan multimeter. Arus motor starter diukur 150 A, sesuai spesifikasi (maksimum 200 A).

Kondisi	Tegangan terminal aki	Spesifikasi
Mesin mati, tanpa beban (setelah semalam)	12,6 V	12,4–12,8 V
Saat distarter	8,4 V	minimal 9,6 V
Mesin hidup 2.000 rpm	14,2 V	13,8–14,8 V

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kesimpulan yang paling tepat adalah ....

A. Aki dalam kondisi baik karena tegangan tanpa bebannya sudah 12,6 V
B. Sistem pengisian rusak karena tegangan saat mesin hidup naik ke 14,2 V
C. Aki tidak mampu menahan beban walaupun penuh, sehingga perlu diganti
D. Motor starter rusak karena menarik arus terlalu besar dari aki saat start
E. Kabel massa longgar sehingga tegangan pengisian menjadi terlalu tinggi

20. Setelah oli dongkrak botol hidrolik ditambah, Toni merasakan tuas dongkrak terasa empuk seperti memompa pegas, dan beban yang sudah terangkat turun sedikit setiap kali tuas dilepas (2027). Katup pelepas sudah diperiksa tertutup rapat, dan tidak ada oli yang menetes keluar dari dongkrak.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penyebab yang paling mungkin adalah ....

A. Oli dongkrak terlalu penuh sehingga tekanannya menjadi terlalu tinggi
B. Oli dongkrak terlalu kental sehingga sulit mengalir ke piston besar
C. Ada udara terperangkap, dan udara mudah dimampatkan, tidak seperti oli
D. Seal piston besar bocor di dalam sehingga oli kembali ke ruang penampung
E. Oli yang ditambahkan berbeda merek sehingga kekentalannya sedikit berubah

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

21. Truk dengan rem udara sering mengeluarkan banyak air saat katup pembuang di tangki udaranya dibuka, dan pada pagi yang dingin katup rem terasa tersendat (2027). Sistem pneumatik truk ini terdiri atas kompresor, pengering udara (air dryer), beberapa tangki udara, dan katup-katup rem.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Pengering udara berfungsi menyerap uap air dari udara bertekanan sebelum udara masuk ke tangki.	○	○
Air yang banyak di tangki menunjukkan pengering udara bekerja dengan baik sehingga tidak perlu diperiksa.	○	○
Air di saluran udara dapat menyebabkan karat dan membuat katup rem tersendat, terutama saat dingin.	○	○

22. Setelah diparkir semalam, sebuah truk dengan rem udara tidak dapat langsung berjalan pada pagi hari; lampu peringatan tekanan udara rendah menyala dan roda belakang tetap terkunci (2027). Setelah mesin hidup beberapa menit dan tekanan udara naik melewati batas, lampu padam dan rem parkir dapat dilepas.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Roda terkunci karena rem kaki bocor, sehingga sopir perlu menginjak pedal rem berkali-kali.

☐ B. Rem parkir truk ini memakai pegas kuat yang mengerem roda ketika tekanan udara rendah.

☐ C. Sopir sebaiknya melepas rem parkir dengan memutar baut pelepas pegas agar dapat segera berangkat.

☐ D. Tekanan udara di atas batas tertentu diperlukan untuk menekan pegas sehingga rem parkir terlepas.

☐ E. Rancangan ini membuat truk mengerem dengan sendirinya bila tekanan udara hilang, misalnya karena bocor besar.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

23. Jarum suhu sebuah mobil naik tinggi saat terjebak macet, tetapi normal saat melaju (2027). Kipas radiator listrik mobil ini dihidupkan oleh saklar suhu (thermo switch) yang menutup pada 95 °C. Siswa mengamati hasil berikut.

Suhu air pendingin	Kipas radiator
85 °C	mati
95 °C	mati
102 °C	mati
102 °C, kedua kabel konektor saklar suhu dihubungkan langsung (dijumper)	berputar normal

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Motor kipas, sekring, dan kabel ke kipas masih baik karena kipas berputar saat dijumper.
☐ B. Termostat macet tertutup sehingga kipas tidak mendapat perintah untuk berputar.
☐ C. Saklar suhu kipas kemungkinan rusak karena tidak menutup pada suhu di atas 95 °C.
☐ D. Mesin terlalu panas saat macet karena tanpa kipas tidak ada aliran udara yang cukup melewati radiator.
☐ E. Kabel jumper dapat dibiarkan terpasang permanen sebagai perbaikan yang praktis dan murah.

24. Siswa memasang klakson tambahan memakai relay lima kaki dengan terminal 30, 85, 86, 87, dan 87a (2027). Setelah dipasang, klakson langsung berbunyi terus ketika kunci kontak ON walaupun tombol klakson tidak ditekan, dan justru berhenti berbunyi saat tombol ditekan. Kumparan relay dan tombol klakson sudah diperiksa normal.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penyebab yang paling mungkin adalah ....

A. Tombol klakson hubung singkat sehingga kumparan relay terus mendapat arus
B. Kumparan relay putus sehingga kontaknya tidak dapat berpindah posisi
C. Kabel massa klakson terlepas sehingga arus klakson lewat tombol klakson
D. Sekring klakson terlalu besar sehingga arus terus mengalir ke klakson
E. Klakson terhubung ke 87a, yang tersambung ke 30 saat relay tidak bekerja

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

25. Sepeda motor injeksi empat langkah mengeluarkan bunyi letupan dari knalpot setiap kali gas ditutup mendadak saat melaju (2027). Gejala ini muncul sejak paking di sambungan leher knalpot dengan kepala silinder diganti asal-asalan; di sambungan itu terlihat bekas jelaga hitam.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penyebab yang paling mungkin adalah ....

A. Busi terlalu panas sehingga bahan bakar terbakar sebelum waktunya tiba
B. Saringan udara tersumbat sehingga campuran bahan bakar terlalu kaya
C. Celah katup terlalu rapat sehingga katup masuk tidak menutup rapat
D. Udara luar masuk lewat sambungan knalpot bocor, membakar sisa bensin
E. Tangki bensin kemasukan air sehingga pembakaran di mesin tidak sempurna

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Lembar jawaban

No	A	B	C	D	E
1					
2	○	○	○	○	○
3	○	○	○	○	○
4					
5					
6	○	○	○	○	○
7	○	○	○	○	○
8					
9	○	○	○	○	○

No	A	B	C	D	E
10	○	○	○	○	○
11					
12	○	○	○	○	○
13	○	○	○	○	○
14					
15	○	○	○	○	○
16	○	○	○	○	○
17	○	○	○	○	○
18					

No	A	B	C	D	E
19	○	○	○	○	○
20	○	○	○	○	○
21					
22					
23					
24	○	○	○	○	○
25	○	○	○	○	○

Soal PG kompleks / Benar–Salah (nomor 1, 4, 5, 8, 11, 14, 18, 21, 22, 23): jawab langsung pada soalnya.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Tabel skor dan anjuran

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 1.1 · Teknologi sistem kendaraan: mesin, transmisi, rem, kemudi	4	___ / 1	Ulangi hlm. 9
Sub bab 1.2 · Kendaraan hybrid, listrik, dan bantuan pengemudi	8	___ / 1	Ulangi hlm. 21
Sub bab 1.4 · Kecerdasan buatan, telematika, dan isu lingkungan	6	___ / 1	Ulangi hlm. 43
Sub bab 2.1 · Bahaya dan praktik kerja aman di bengkel	1	___ / 1	Ulangi hlm. 69
Sub bab 2.2 · Alat pelindung diri dan pengendalian bahaya pekerjaan khusus	7	___ / 1	Ulangi hlm. 80
Sub bab 2.4 · Tanggap darurat: kebakaran, listrik, dan gas	5	___ / 1	Ulangi hlm. 102
Sub bab 2.5 · Disiplin, tanggung jawab, dan SOP kerja	3	___ / 1	Ulangi hlm. 114
Sub bab 2.6 · Budaya kerja 5R	2	___ / 1	Ulangi hlm. 125
Sub bab 3.2 · Standar proyeksi, ulir, dan toleransi	10	___ / 1	Ulangi hlm. 163
Sub bab 4.1 · Perkakas tangan dan alat khusus servis	15	___ / 1	Ulangi hlm. 221
Sub bab 4.2 · Alat ukur dan alat diagnostik	12	___ / 1	Ulangi hlm. 233
Sub bab 4.3 · Peralatan bertenaga dan mesin bengkel	11	___ / 1	Ulangi hlm. 246
Sub bab 4.4 · Dongkrak, jack stand, lift, dan impact wrench	14	___ / 1	Ulangi hlm. 260
Sub bab 5.1 · Besaran listrik, hukum Ohm, dan daya	13	___ / 1	Ulangi hlm. 307
Sub bab 5.2 · Rangkaian seri, paralel, dan campuran di kendaraan	9	___ / 1	Ulangi hlm. 319
Sub bab 5.3 · Mengukur dengan multimeter	19	___ / 1	Ulangi hlm. 331
Sub bab 5.4 · Aki dan komponen elektronika: relay, dioda, transistor	24	___ / 1	Ulangi hlm. 343
Sub bab 6.1 · Komponen utama mesin	17	___ / 1	Ulangi hlm. 381
Sub bab 6.3 · Sistem bahan bakar: injeksi, karburator, dan diesel	18	___ / 1	Ulangi hlm. 405
Sub bab 6.4 · Sistem pendingin dan pelumasan	23	___ / 1	Ulangi hlm. 416

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 6.5 · Sistem pengapian, pemasukan udara, dan pembuangan	25	___ / 1	Ulangi hlm. 428
Sub bab 7.1 · Hukum Pascal dan sifat fluida	20	___ / 1	Ulangi hlm. 451
Sub bab 7.3 · Komponen dan sirkuit pneumatik	21	___ / 1	Ulangi hlm. 476
Sub bab 7.4 · Perawatan dan pengujian sistem hidrolik dan pneumatik	16	___ / 1	Ulangi hlm. 488
Sub bab 7.5 · Hidrolik dan pneumatik pada kendaraan: rem, power steering, suspensi, rem udara	22	___ / 1	Ulangi hlm. 502

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Bagian D · Kunci dan Pembahasan

Urutan sama dengan buku. Setiap pembahasan memuat konsep, langkah, dan alasan tiap pilihan. Baca pembahasan soal yang kamu jawab salah — dan juga yang kamu jawab benar tetapi menebak.

Latihan sub bab 1.1

No. 1 Kunci: A, C, D

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Fitur idle start-stop mematikan mesin saat kendaraan berhenti dan menghidupkannya lagi secara otomatis. Fitur ini bergantung pada kondisi mesin, AC, dan aki, serta menambah beban motor starter dan aki.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Fitur start-stop mematikan mesin saat kendaraan berhenti untuk menghemat bahan bakar dan mengurangi emisi.

• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: mesin mati dan hidup sendiri tampak seperti gangguan, tetapi pola "mati saat berhenti, hidup saat rem dilepas" adalah kerja fitur.

• **Pernyataan 3** ✓ Manual menyebut aki lemah sebagai salah satu kondisi yang membuat fitur tidak bekerja.

• **Pernyataan 4** ✓ Mobil start-stop biasanya memerlukan aki khusus (misalnya EFB atau AGM) yang tahan pengisian dan pengosongan berulang.

• **Pernyataan 5** ✗ Mesin distarter jauh lebih sering, sehingga beban motor starter dan aki bertambah.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 4.

No. 2 Kunci: C

Konsep: Pada CVT, roller terlempar keluar oleh gaya sentrifugal dan mendorong puli penggerak menyempit sehingga diameter putar sabuk membesar (perbandingan bergeser ke kecepatan tinggi). Roller yang lebih berat menghasilkan gaya sentrifugal lebih besar, sehingga pergeseran itu terjadi pada putaran mesin yang lebih rendah.

Langkah:

1. Roller lebih berat → gaya sentrifugal lebih besar pada putaran yang sama.
2. Puli penggerak lebih cepat menyempit → perbandingan cepat bergeser ke kecepatan tinggi pada putaran mesin rendah.
3. Mesin bekerja pada putaran lebih rendah → dapat lebih irit di jalan datar, tetapi tarikan saat membonceng di tanjakan melemah.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: kampas kopling sentrifugal bekerja di puli belakang dan tidak ditekan oleh roller.

• **B.** ✗ Ini justru akibat roller yang lebih ringan: perbandingan bergeser lebih lambat sehingga putaran mesin lebih tinggi.

• **C.** ✓ Roller berat menggeser perbandingan lebih awal; untuk pemakaian Raka yang sering menanjak sambil membonceng, tarikan menjadi lemah.

• **D.** ✗ Ketegangan sabuk tidak ditentukan oleh berat roller; slip sabuk tidak hilang karena roller diganti.

• **E.** ✗ Roller memengaruhi seluruh proses perubahan perbandingan, termasuk tarikan, bukan hanya kecepatan maksimum.

Jawaban: C.

Latihan sub bab 1.2

No. 1 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Energi = daya × waktu. Persentase baterai dikalikan kapasitas energi (kWh) untuk mendapat energi yang harus diisi; waktu pengisian = energi ÷ daya pengisi daya (dalam kW).

Langkah:

1. 360 W = 0,36 kW.
2. Energi yang diperlukan: 50 % × 1,8 = 0,9 kWh → waktu 0,9 ÷ 0,36 = 2,5 jam.
3. Dalam 3 jam: 0,36 × 3 = 1,08 kWh = 60 % → 80 %.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** Kekurangan 70 % − 20 % = 50 %; 50 % × 1,8 kWh = 0,9 kWh.

• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: 5 jam adalah waktu mengisi 1,8 kWh penuh (1,8 ÷ 0,36). Yang perlu diisi hanya 0,9 kWh, jadi waktunya 0,9 ÷ 0,36 = 2,5 jam.

• **Pernyataan 3 → Benar.** Energi masuk 0,36 kW × 3 jam = 1,08 kWh = 60 % dari 1,8 kWh; 20 % + 60 % = 80 %.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 2 Kunci: A

Konsep: teknisi lapangan (field service) mendatangi lokasi pelanggan untuk memeriksa dan memperbaiki alat. Service advisor melayani pelanggan di bengkel; kepala mekanik mengatur pekerjaan di bengkel; petugas gudang mengurus suku cadang; operator mengoperasikan alat.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Teknisi lapangan.

• **B.** ✗ Service advisor tidak bepergian ke lokasi untuk memperbaiki.

• **C.** ✗ Kepala mekanik mengatur pekerjaan di bengkel.

• **D.** ✗ Petugas gudang mengurus suku cadang.

• **E.** ✗ Jebakan: operator ada di lokasi, tetapi tugasnya mengoperasikan, bukan memperbaiki.

Jawaban: A.

Latihan sub bab 1.3

No. 1 Kunci: A

Konsep: Final inspector memastikan mutu hasil kerja sebelum kendaraan diserahkan: memeriksa setiap item pekerjaan, melakukan uji jalan, dan menandatangani hasil pemeriksaan.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Langkah:

1. Tugas terjadi setelah servis selesai dan sebelum penyerahan.
2. Isinya pemeriksaan mutu dan uji jalan → final inspector.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Pemeriksaan ulang, uji jalan, dan tanda tangan kelayakan adalah tugas final inspector.
- **B.** ✗ Jebakan: service advisor memang bertemu pelanggan saat penyerahan, tetapi ia tidak menguji hasil kerja teknisi.
- **C.** ✗ Teknisi spooring mengerjakan pekerjaan khusus roda, bukan memeriksa semua pekerjaan.
- **D.** ✗ Partsman menyediakan suku cadang.
- **E.** ✗ Staf administrasi mengurus pembayaran, bukan mutu pekerjaan.

Jawaban: A.

No. 2 Kunci: C

Konsep: mobil listrik tetap memiliki **aki 12 V** yang menyuplai ECU, lampu, layar, dan **kontaktor** (penyambung) baterai HV. Bila aki 12 V lemah, kontaktor tidak menyambung dan mobil tidak masuk mode READY walau baterai HV masih terisi.

Langkah: tegangan 9,8 V jauh di bawah normal (sekitar 12,4–12,8 V); gejala redup dan layar mati menunjuk sistem 12 V.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ 85 % adalah muatan baterai HV yang cukup.
- **B.** ✗ Lampu redup bukan tanda motor terbakar.
- **C.** ✓ Aki 12 V lemah.
- **D.** ✗ Jebakan: kabel oranye putus tidak membuat layar 12 V mati.
- **E.** ✗ Baterai HV terisi 85 %, bukan berlebihan.

Jawaban: C.

Latihan sub bab 1.4

No. 1 Kunci: A

Konsep: Pemakaian bahan bakar dan emisi CO_2 sebanding dengan solar yang dibakar. Data telematika membantu menemukan pemborosan, misalnya waktu langsam yang besar. Pengurangan paling efektif adalah menghilangkan pembakaran yang tidak menghasilkan pekerjaan.

Langkah:

1. Waktu langsam 22 dari 50 jam = 44 % waktu mesin hidup tanpa menghasilkan pekerjaan.
2. Penyebabnya kebiasaan menunggu truk dengan mesin hidup.
3. Tindakan yang langsung mengurangi pemborosan: fitur langsam otomatis + mematikan mesin saat menunggu lama.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Mengurangi 22 jam langsam yang menjadi pemborosan terbesar menurut data.
- **B.** ✗ Jebakan: biosolar memang dapat menurunkan emisi, tetapi jumlah solar yang dibakar selama 22 jam langsam tidak berkurang.
- **C.** ✗ Perawatan sistem bahan bakar baik dilakukan, tetapi data tidak menunjukkan pembakaran buruk; pemborosan berasal dari mesin hidup tanpa bekerja.
- **D.** ✗ Aditif tidak menghilangkan pemborosan karena mesin tetap hidup tanpa bekerja selama 22 jam.
- **E.** ✗ Putaran rendah saat menggali memperlambat pekerjaan dan tidak menyentuh waktu langsam saat menunggu truk.

Jawaban: A.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

No. 2 Kunci: E

Konsep: biodiesel bersifat seperti pelarut ringan, sehingga **endapan lama** di tangki dan saluran dapat terlepas dan terbawa ke saringan. Pada masa peralihan saringan lebih cepat tersumbat. Tindakan yang tepat: ganti saringan lebih sering selama peralihan dan bersihkan tangki bila perlu.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Memanaskan saringan dengan api berbahaya, dan penyebabnya bukan membeku.
- **B.** ✗ Tidak ada bukti pompa rusak; saringan yang tersumbat kotoran.
- **C.** ✗ Membiarkan tangki terbuka menambah kotoran dan bahaya api.
- **D.** ✗ Jebakan: tindakan menghentikan armada berlebihan; penyebabnya endapan lama.
- **E.** ✓ Endapan lama terlarut; ganti saringan dan bersihkan tangki.

Jawaban: E.

Kuis Akhir Bab 1

No. 1 Kunci: B, C, E

Konsep: pada throttle elektronik, pedal gas hanya berisi **sensor posisi pedal**. ECU membaca sinyal itu, menghitung bukaan yang sesuai, lalu menggerakkan **motor** pada katup gas dan memeriksa hasilnya lewat **sensor posisi katup**. Setelah suplai listrik diputus (aki diganti), ECU biasanya perlu mempelajari ulang posisi katup, dan bila sinyal meragukan, ECU membatasi bukaan demi keamanan.

Langkah: nilai tiap pernyataan dengan pertanyaan: "apakah ini sesuai alur sensor → ECU → motor katup?"

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Pada langsam katup hanya sedikit terbuka; bukaan penuh membuat mesin meraung.
- **B.** ✓ Inilah alur dasar throttle elektronik.
- **C.** ✓ Pembelajaran ulang posisi katup menjelaskan langsam yang sempat naik-turun.
- **D.** ✗ Jebakan: ECU justru memerlukan sensor posisi katup untuk memastikan katup bergerak sesuai perintah.
- **E.** ✓ Pembatasan bukaan adalah mode pengamanan saat sinyal pedal tidak dapat dipercaya.

Jawaban: B, C, dan E.

No. 2 Kunci: A, C, E

Konsep: tiap fitur memakai sensor yang cocok. **Ultrasonik** (gelombang bunyi frekuensi tinggi) hanya menjangkau beberapa meter, cocok untuk parkir. **Radar** (gelombang radio) menjangkau ratusan meter dan mengukur jarak serta kecepatan, cocok untuk pengatur jarak di tol. **Kamera** membaca marka dan rambu, tetapi dipengaruhi cahaya, kabut, kaca kotor, dan posisi pemasangan.

Langkah: untuk tiap pernyataan, tanyakan: "apakah sensor ini sesuai jangkauan dan jenis informasi yang dibutuhkan fitur itu?"

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Ultrasonik dipakai pada parkir.
- **B.** ✗ Jangkauan ultrasonik hanya beberapa meter; tidak cocok pada kecepatan tinggi.
- **C.** ✓ Kamera di balik kaca depan membaca marka.
- **D.** ✗ Jebakan: kamera justru dipengaruhi cahaya, kabut, dan kaca kotor, serta perlu dikalibrasi.
- **E.** ✓ Radar depan mengukur jarak dan kecepatan kendaraan di depan.

Jawaban: A, C, dan E.

No. 3 Kunci: 1S 2B 3B

Konsep: mobil listrik murni tidak memiliki mesin bakar, sehingga tidak ada oli mesin, saringan oli, busi, atau knalpot. Namun komponen lain tetap ada dan perlu dirawat: **sistem pendingin baterai** (baterai

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

dan motor menghasilkan panas), **rem** (rem regeneratif hanya membantu, rem gesek tetap dipakai), ban, suspensi, dan kelistrikan.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 – Salah.** Jebakan: "listrik tidak panas". Baterai dan motor menghasilkan panas saat dipakai atau diisi, sehingga pendingin baterai perlu diperiksa.
• **Pernyataan 2 – Benar.** Tidak ada mesin bakar, jadi tidak ada oli mesin maupun saringan oli.
• **Pernyataan 3 – Benar.** Rem gesek, minyak rem, dan ban tetap dipakai sehingga tetap diperiksa.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

No. 4 Kunci: B

Konsep: bengkel memiliki pembagian tugas. **Service advisor** berhubungan dengan pelanggan (menerima keluhan, membuat perintah kerja, menjelaskan hasil). **Kepala mekanik** (foreman) mengatur dan mengawasi pekerjaan di lantai bengkel. **Petugas suku cadang** mengurus komponen, **mekanik** melaksanakan perbaikan, **petugas administrasi** mengurus dokumen dan tagihan.

Langkah:

1. Tandai ciri tugas pada cerita: membagi pekerjaan, menentukan urutan, memeriksa mutu, membantu masalah sulit.
2. Tandai yang **tidak** dilakukan: tidak melayani pelanggan.
3. Cocokkan ciri itu dengan jabatan yang mengatur pekerjaan di lantai bengkel.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: service advisor juga "membaca perintah kerja", tetapi tugas utamanya melayani pelanggan, dan cerita menyebut petugas ini tidak melayani pelanggan.
• **B.** ✓ Mengatur pembagian kerja, urutan, dan memeriksa mutu adalah tugas kepala mekanik.
• **C.** ✗ Petugas suku cadang mengurus komponen, bukan membagi pekerjaan.
• **D.** ✗ Mekanik pelaksana mengerjakan perbaikan, bukan membagi pekerjaan ke mekanik lain.
• **E.** ✗ Petugas administrasi mengurus dokumen dan tagihan.

Jawaban: B.

No. 5 Kunci: C

Konsep: kemudi elektrik (EPS) membantu pengemudi dengan **motor listrik** yang dikendalikan ECU berdasarkan sinyal sensor torsi pada poros kemudi. Pada EPS tidak ada pompa, selang bertekanan, maupun oli power steering. Bila tegangan atau sinyal bermasalah, ECU mengurangi bantuan sehingga setir terasa berat dan lampu peringatan menyala.

Langkah:

1. Kenali sistemnya: EPS = motor listrik + sensor torsi + ECU, tanpa fluida.
2. Semua pemeriksaan yang berhubungan dengan oli, pompa, atau selang (A, B, D, E) hanya berlaku untuk power steering hidrolik, sehingga tidak relevan.
3. Pemeriksaan awal yang sesuai: baca kode gangguan (DTC) dengan alat pindai dan ukur tegangan aki serta sambungannya, karena EPS membutuhkan arus besar dan tegangan stabil.
4. Cek ulang: lampu peringatan menyala menandakan ECU mendeteksi gangguan, jadi kode gangguan memberi petunjuk bagian yang bermasalah.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: keluhan "setir berat" otomatis dikaitkan dengan oli power steering. Pada EPS tidak ada oli.
• **B.** ✗ Tidak ada sabuk dan pompa penggerak pada EPS.
• **C.** ✓ Membaca kode gangguan dan memeriksa tegangan adalah langkah awal yang sesuai untuk sistem elektrik.
• **D.** ✗ Tidak ada fluida yang dikuras atau diisi pada EPS; tindakan ini juga bukan pemeriksaan.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

• **E.** ✗ Tidak ada selang tekanan tinggi pada EPS. Jebakan: mengganti komponen tanpa memeriksa penyebabnya.

Jawaban: C.

No. 6 Kunci: C

Konsep: HEV (hybrid biasa) memiliki mesin bakar dan motor listrik, baterainya diisi oleh mesin dan pengereman, tanpa colokan. **PHEV** (hybrid plug-in) sama, tetapi baterainya lebih besar dan dapat diisi dari listrik luar. **BEV** (listrik murni) hanya memakai motor listrik.

Langkah:

1. Mobil 1: mesin bensin + motor listrik, tanpa lubang pengisian → HEV.
2. Mobil 2: mesin bensin + motor listrik + lubang pengisian → PHEV.
3. Mobil 3: tanpa mesin bakar → BEV.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Mobil 1 dan 2 tertukar.
• **B.** ✗ Mobil 1 bukan BEV karena masih bermesin bensin.
• **C.** ✓ HEV, PHEV, BEV.
• **D.** ✗ Mobil 2 masih bermesin bensin, jadi bukan BEV.
• **E.** ✗ Mobil 3 tidak memiliki mesin, jadi bukan HEV.

Jawaban: C.

No. 7 Kunci: D

Konsep: pada banyak transmisi otomatis, **pompa oli transmisi digerakkan mesin**. Saat mesin mati dan roda penggerak berputar di jalan, bagian dalam transmisi ikut berputar tanpa pelumasan, sehingga cepat rusak. Karena itu manual meminta roda penggerak diangkat (dolly atau alat derek roda) atau mobil dinaikkan ke truk pengangkut.

Langkah:

1. Baca kalimat manual: bahayanya terjadi pada roda penggerak yang menyentuh jalan dalam jarak jauh.
2. Cari alasan yang menyebut pelumasan transmisi saat mesin mati.
3. Pilih tindakan yang membuat roda depan (penggerak) tidak menyentuh jalan.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: posisi N memang membuat roda bebas, tetapi pelumasan transmisi tetap tidak terjadi saat mesin mati.
• **B.** ✗ Transmisi otomatis justru lebih rentan terhadap penderekan roda penggerak.
• **C.** ✗ Masalahnya bukan keausan ban dan tekanan ban tidak menyelesaikannya.
• **D.** ✓ Alasan pelumasan dan tindakan yang sesuai manual.
• **E.** ✗ Aki tidak berkaitan dengan aturan penderekan transmisi.

Jawaban: D.

No. 8 Kunci: B, D, E

Konsep: setiap sistem membawa pekerjaan servisnya sendiri. Karburator memerlukan penyetelan campuran, power steering hidrolik memiliki oli, dan rem tromol memiliki mekanisme yang disetel. Injeksi diatur ECU, kemudi elektrik tidak memiliki oli, dan rem cakram tidak memiliki tromol.

Langkah: untuk tiap pekerjaan, tanyakan: "adakah komponen yang sama atau padanannya pada mobil Y?"

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Pekerjaan ini justru hanya relevan untuk mobil Y (memiliki ABS).
• **B.** ✓ Mobil Y memakai injeksi; tidak ada karburator.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

• **C.** ✗ Jebakan: kampas dan minyak rem diperiksa pada kedua mobil; cakram dan tromol sama-sama memakai minyak rem.
• **D.** ✓ Mobil Y memakai EPS, tidak ada oli power steering.
• **E.** ✓ Mobil Y memakai cakram di keempat roda, tidak ada tromol.

Jawaban: B, D, dan E.

No. 9 Kunci: E

Konsep: transmisi kopling ganda (DCT) memiliki **dua kopling**: satu untuk gigi ganjil dan satu untuk gigi genap. Saat satu kopling memindahkan tenaga lewat gigi yang dipakai, gigi berikutnya sudah dipasangkan di kopling lain. Perpindahan hanya berupa pertukaran peran kedua kopling, sehingga jedanya sangat singkat.

Langkah:
1. Cari penjelasan yang menyebut dua kopling dan gigi yang sudah disiapkan.
2. Cocokkan pilihan lain dengan jenis transmisi yang berbeda: sabuk-puli = CVT, konverter torsi = otomatis konvensional, motor listrik = hybrid.
3. Cek ulang: mesin tidak dimatikan saat pindah gigi pada DCT.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Mesin tidak dimatikan; tenaga tetap tersalur lewat salah satu kopling.
• **B.** ✗ Jebakan: ini cara kerja CVT, bukan DCT.
• **C.** ✗ Konverter torsi dipakai pada transmisi otomatis konvensional.
• **D.** ✗ Motor listrik hanya ada pada kendaraan hybrid atau listrik.
• **E.** ✓ Dua kopling bertukar peran dengan gigi berikutnya yang sudah disiapkan.

Jawaban: E.

No. 10 Kunci: B

Konsep: booster rem vakum memakai selisih tekanan (vakum) dari intake manifold mesin untuk meringankan injakan pedal. Bila mesin mati, vakum hanya cukup untuk satu atau dua kali injakan, sesudah itu pedal terasa keras. Rem tetap berfungsi, tetapi memerlukan tenaga lebih besar, dan pada turunan panjang hal ini berbahaya.

Langkah:
1. Catat fakta: mesin dimatikan, kampas dan minyak rem baru diganti, pedal keras tetapi tetap bisa melambatkan mobil.
2. Hubungkan: mesin mati → vakum tidak lagi dibuat → bantuan booster hilang.
3. Cek ulang: penyebab pada pilihan lain tidak berhubungan dengan mesin dimatikan.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Minyak rem yang memuai tidak membuat pedal keras; pedal justru terasa empuk bila rem terlalu panas.
• **B.** ✓ Tanpa mesin hidup, booster kehilangan sumber vakum.
• **C.** ✗ Cakram melengkung menyebabkan getaran pada pedal, bukan pedal keras.
• **D.** ✗ Jebakan: kampas baru kadang kurang mencengkeram, tetapi hal itu tidak membuat pedal keras dan tidak berkaitan dengan mesin yang dimatikan.
• **E.** ✗ ABS bekerja bila roda hampir terkunci; ia tidak membuat pedal keras sepanjang turunan.

Jawaban: B.

No. 11 Kunci: A, C, E

Konsep: baterai menyimpan listrik **searah (DC)**, sedangkan listrik rumah berupa **bolak-balik (AC)**. Pada pengisian AC, mobil memakai pengubah di dalamnya (*on-board charger*) yang daya maksimumnya terbatas. Pada pengisian cepat DC, pengubah berada di stasiun dan listrik DC langsung diteruskan ke baterai, sehingga dayanya bisa jauh lebih besar.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Langkah: nilai tiap pernyataan dengan pertanyaan: "di mana listrik diubah dari AC ke DC dan apa akibatnya pada daya?"

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Baterai menyimpan DC.

• **B.** ✗ Pengubahan AC ke DC dilakukan oleh perangkat elektronik (pengubah), bukan "di dalam kabel"; pada pengisian AC pengubah ada di mobil.

• **C.** ✓ Pengubah di dalam mobil membatasi daya pengisian AC.

• **D.** ✗ Jebakan: pengisian cepat DC menyalurkan DC (bukan AC), dan sistem manajemen baterai mengatur daya agar baterai aman.

• **E.** ✓ Pengubah di stasiun memungkinkan daya yang lebih besar.

Jawaban: A, C, dan E.

No. 12 Kunci: A

Konsep: biaya energi = banyak energi yang dipakai × harga energi per satuan. Untuk mobil listrik energi dihitung dalam kWh, untuk mobil bensin dalam liter.

Langkah:

1. Mobil listrik: 0,15 kWh/km × 100 km = 15 kWh. Biaya = 15 × Rp1.500 = Rp22.500.
2. Mobil bensin: 100 km ÷ 10 km/liter = 10 liter. Biaya = 10 × Rp12.000 = Rp120.000.
3. Selisih = Rp120.000 − Rp22.500 = Rp97.500.
4. Cek ulang: biaya bensin sekitar lima kali biaya listrik (120.000 ÷ 22.500 ≈ 5,3), wajar.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Rp97.500.

• **B.** ✗ Jebakan: listrik dihitung hanya untuk 1 km (Rp225), lupa dikalikan 100 km: 120.000 − 225 = 119.775.

• **C.** ✗ Hanya biaya mobil listrik, belum dikurangkan dari biaya bensin.

• **D.** ✗ Dijumlahkan, bukan dikurangkan (120.000 + 22.500).

• **E.** ✗ Bensin dihitung 100 × Rp12.000 = Rp1.200.000 (lupa membagi 10 km/liter), lalu dikurangi Rp22.500.

Jawaban: A.

No. 13 Kunci: A

Konsep: tenaga mesin bergantung pada banyaknya campuran udara dan bahan bakar yang terbakar. **Turbocharger** memutar kompresor dengan gas buang untuk **memampatkan udara masuk**, sehingga massa udara per siklus lebih banyak dan bahan bakar yang bisa dibakar ikut bertambah. Kapasitas silinder (cc) tidak berubah.

Langkah:

1. Cari penjelasan yang mengubah banyaknya udara yang masuk, bukan ukuran mesin.
2. Volume silinder, jumlah busi, dan angka oktan tidak diubah turbocharger.
3. Cek ulang: mesin 1.000 cc tetap 1.000 cc, tetapi udaranya dimampatkan.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Udara dimampatkan sehingga lebih banyak campuran terbakar.

• **B.** ✗ Jebakan: "lebih banyak udara" benar, tetapi volume silinder tetap; yang naik adalah massa udara karena dimampatkan.

• **C.** ✗ Angka oktan adalah sifat bahan bakar, bukan hasil turbocharger.

• **D.** ✗ Jumlah busi tidak bertambah oleh turbocharger.

• **E.** ✗ Mengurangi gesekan memang membantu efisiensi, tetapi bukan fungsi turbocharger.

Jawaban: A.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

No. 14 Kunci: E

Konsep: pada **rem regeneratif**, motor listrik berubah menjadi generator dan mengembalikan energi ke baterai. Bila baterai sudah penuh, tidak ada tempat untuk menampung energi itu, sehingga sistem membatasi regenerasi dan pengereman dialihkan ke rem gesek. Ini perilaku normal, bukan kerusakan.

Langkah:

1. Fakta: baterai 100 %, cuaca cerah, tidak ada peringatan kerusakan, penahanan melemah hanya di turunan ini.
2. Hubungkan: baterai penuh → tidak bisa menerima energi → regenerasi dibatasi.
3. Cek ulang: bila motor atau ECU rusak, panel biasanya menampilkan peringatan dan penahanan tidak normal pada hari-hari lain.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Tidak ada bukti kerusakan; penahanan normal pada hari biasa.
- **B.** ✗ Minyak rem tidak memengaruhi penahanan oleh motor listrik.
- **C.** ✗ Jebakan: "ECU" terdengar sebagai penjelasan teknis, tetapi tidak ada gejala gangguan sensor.
- **D.** ✗ Cuaca cerah dan turunan (motor tidak bekerja berat); penjelasan kepanasan tidak didukung fakta.
- **E.** ✓ Baterai penuh membatasi regenerasi.

Jawaban: E.

No. 15 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: pada **karburator**, campuran bahan bakar dan udara diatur secara mekanis (pelampung, jarum, dan jet). Saat mesin dingin, pengendara memperkaya campuran dengan choke secara manual. Pada **injeksi elektronik**, ECU membaca sensor (misalnya sensor suhu mesin) lalu mengatur lama semburan injektor, sehingga campuran menyesuaikan sendiri.

Langkah:

1. Tentukan sistemnya: motor A karburator, motor B injeksi.
2. Cocokkan tiap pernyataan dengan cara kerja sistem yang disebut.
3. Pelampung adalah komponen karburator, bukan injeksi.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 – Benar.** Karburator manual tidak membaca suhu; pengendara yang memperkaya campuran lewat choke.
- **Pernyataan 2 – Salah.** Jebakan: istilah "pelampung" dan "menambah bensin" terdengar teknis, tetapi pelampung ada pada karburator. Injeksi memakai injektor yang dikendalikan ECU.
- **Pernyataan 3 – Benar.** Sensor suhu mesin memberi data dingin, lalu ECU memperpanjang semburan injektor.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 16 Kunci: B, D, E

Konsep: energi (kWh) = **daya** (kW) × **waktu** (jam). PHEV memiliki mesin bensin dan motor listrik; baterainya dapat diisi dari listrik luar, tetapi mesin bensin tetap tersedia. Pada pengisian cepat, daya biasanya tidak tetap: ia menurun saat baterai hampir penuh untuk melindungi baterai.

Langkah:

1. Waktu pengisian rumah = 10 kWh ÷ 2 kW = 5 jam.
2. Jarak mode listrik = 10 kWh ÷ 0,2 kWh/km = 50 km.
3. Waktu 12 menit hanya berlaku bila daya tepat 50 kW sepanjang pengisian (10 ÷ 50 = 0,2 jam), padahal daya menurun mendekati penuh.
4. Cek ulang: kWh adalah satuan energi, kW adalah satuan daya.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ PHEV bukan mobil listrik murni; mesin bensin tetap bekerja bila baterai habis atau daya listrik tidak cukup.
• **B.** ✓ kWh = energi tersimpan; kW = laju pemindahan energi (daya).
• **C.** ✗ Jebakan: hitungan 10 ÷ 50 = 0,2 jam benar (12 menit), tetapi syarat "daya pasti tetap" salah.
• **D.** ✓ 10 kWh ÷ 2 kW = 5 jam.
• **E.** ✓ 10 kWh ÷ 0,2 kWh/km = 50 km.

Jawaban: B, D, dan E.

No. 17 Kunci: C

Konsep: bengkel yang tertib memakai alur kerja agar pekerjaan, biaya, dan tanggung jawab jelas. Temuan di luar perintah kerja tidak boleh langsung dikerjakan: harus dilaporkan, disetujui pelanggan (karena menyangkut biaya), baru dikerjakan, dan diperiksa akhir.

Langkah:

1. Tentukan posisi saat ini: kotak Q (mengerjakan sesuai perintah kerja) dan terjadi temuan tambahan.
2. Ikuti panah dari Q: Q → R (laporkan temuan tambahan, mekanik kepada kepala mekanik).
3. Setelah itu S (persetujuan biaya), T (pekerjaan tambahan), U (pemeriksaan akhir).

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: langsung bekerja tampak melayani pelanggan, tetapi melompati R dan S sehingga biaya tambahan belum disetujui.
• **B.** ✗ Kotak S baru berjalan setelah temuan dilaporkan (R).
• **C.** ✓ Panah dari Q menuju R.
• **D.** ✗ Kotak U adalah langkah terakhir setelah pekerjaan tambahan.
• **E.** ✗ Kotak P adalah langkah awal dan tidak dikerjakan ulang tanpa mekanik.

Jawaban: C.

No. 18 Kunci: D

Konsep: kamera depan membaca rambu dan marka dengan **sudut pandang yang tepat**. Bila kaca depan diganti atau kamera berubah posisi, sudutnya bergeser sedikit sehingga sistem harus **dikalibrasi ulang** menurut manual pabrik. Sebaliknya, sensor kamera sering "tidak tersedia" sementara karena **pandangan terhalang** (hujan, embun, kotoran). Itu bukan kerusakan; setelah pandangan bersih, sistem pulih sendiri.

Langkah:

1. Mobil P: gejala muncul setelah kaca depan diganti, cuaca cerah, dan pesan secara eksplisit meminta kalibrasi. Penyebab: sudut kamera berubah → kalibrasi ulang.
2. Mobil Q: gejala muncul saat hujan lebat dan kaca berembun, lalu hilang setelah kaca dilap dan kering. Penyebab: pandangan terhalang → bersihkan, pantau.
3. Cek ulang: tidak ada bukti kamera rusak pada P maupun Q, sehingga penggantian modul tidak dibenarkan.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Mengganti modul P tanpa bukti kerusakan; Q tidak butuh kalibrasi karena pesan hilang setelah kaca kering.

• **B.** ✗ Kaca P bersih dan cuaca cerah, jadi membersihkan tidak menyelesaikan; mengganti modul Q juga tidak perlu.

• **C.** ✗ Jebakan: sebagian benar. P benar, tetapi Q tidak perlu kalibrasi; pemicunya embun dan kotoran, bukan perubahan posisi kamera.

• **D.** ✓ P dikalibrasi karena kaca diganti, Q cukup dibersihkan dan dipantau.

• **E.** ✗ Menonaktifkan fitur bukan perbaikan, dan Q tidak perlu kalibrasi.

Jawaban: D.

No. 19 Kunci: B, D, E

Konsep: pada kendaraan modern, sebagian fungsi (termasuk bantuan pengereman) diatur oleh perangkat lunak yang dapat diperbarui. Pembaruan yang terputus karena tegangan turun dapat merusak modul. Karena itu pembaruan dilakukan dengan tegangan stabil, mengikuti petunjuk pabrik, lalu hasilnya diperiksa. Perangkat lunak tidak menggantikan komponen mekanis.

Langkah: nilai tiap tindakan dengan pertanyaan: "apakah ini menjaga proses pembaruan aman dan memastikan hasilnya benar?"

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: pembaruan memperbaiki perilaku sistem, tetapi kampas dan minyak rem tetap komponen fisik yang aus.

• **B.** ✓ Tegangan stabil mencegah pembaruan terhenti.

• **C.** ✗ Mencabut kabel aki di tengah proses dapat merusak modul.

• **D.** ✓ Setelah pembaruan, kode gangguan dibaca dan fungsi diuji.

• **E.** ✓ Syarat kendaraan saat pembaruan diatur pabrik.

Jawaban: B, D, dan E.

No. 20 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: karier di bidang otomotif berkembang lewat pengalaman dan kompetensi yang diuji. **Sertifikat kompetensi** membuktikan kemampuan melalui uji oleh asesor dari lembaga sertifikasi. Teknologi kendaraan terus berubah (injeksi, hybrid, listrik, sistem bantuan pengemudi), sehingga teknisi harus terus belajar.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 – Benar.** Sertifikat kompetensi diperoleh dari uji yang dinilai asesor.

• **Pernyataan 2 – Benar.** Jalur kariernya dapat menuju posisi pengawas, penghubung pelanggan, atau wirausaha bengkel.

• **Pernyataan 3 – Salah.** Jebakan: ijazah dianggap cukup selamanya. Teknologi kendaraan berubah cepat, sehingga teknisi harus memperbarui kompetensi.

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

No. 21 Kunci: A

Konsep: setiap jenis refrigeran memiliki tekanan, sifat, dan perlengkapan servis sendiri. **R-1234yf** lebih ramah iklim daripada R-134a, tetapi tergolong agak mudah terbakar, sehingga bengkel harus memakai mesin dan selang yang sesuai, tidak mencampur jenis refrigeran, dan mengikuti label serta manual. Refrigeran tidak dilepas ke udara; ia dipulihkan dengan mesin khusus.

Langkah:

1. Baca label: jenis refrigeran R-1234yf.
2. Siapkan mesin dan selang yang sesuai jenis itu.
3. Ikuti manual, jangan mencampur refrigeran, dan jangan melepasnya ke udara.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Perlengkapan khusus dan mengikuti label serta manual.
- **B.** ✗ Jebakan: mesin lama terlihat praktis, tetapi sifat dan perlengkapan kedua refrigeran berbeda.
- **C.** ✗ Refrigeran berbeda tidak dicampur dalam satu sistem.
- **D.** ✗ "Ramah iklim" tidak berarti boleh dilepas; refrigeran dipulihkan.
- **E.** ✗ Label di bawah kap justru menentukan jenis refrigeran dan cara servis.

Jawaban: A.

No. 22 Kunci: A, C, E

Konsep: CO_2 yang keluar dari knalpot sebanding dengan jumlah bahan bakar yang dibakar. Mengurangi **konsumsi bahan bakar per kilometer** berarti mengurangi CO_2 per kilometer: tekanan ban yang tepat, mesin yang terawat, dan beban yang ringan menurunkan konsumsi.

Langkah: nilai tiap anjuran dengan pertanyaan: "apakah ini mengurangi bahan bakar yang dipakai untuk jarak yang sama?"

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Ban dengan tekanan tepat mengurangi hambatan gelinding.
- **B.** ✗ Mesin hidup 15 menit tanpa bergerak membakar bahan bakar tanpa menempuh jarak.
- **C.** ✓ Saringan udara bersih dan pengapian sehat membuat pembakaran lebih sempurna dan efisien.
- **D.** ✗ Jebakan: campuran yang lebih kaya terasa bertenaga, tetapi memboroskan bahan bakar dan menambah gas buang berbahaya.
- **E.** ✓ Beban lebih ringan, konsumsi lebih rendah.

Jawaban: A, C, dan E.

No. 23 Kunci: D

Konsep: emisi CO_2 = jumlah bahan bakar yang terbakar × emisi per liter. Jumlah bahan bakar = jarak ÷ konsumsi (km per liter).

Langkah:

1. Mobil X: 2.300 ÷ 10 = 230 liter; CO_2 = 230 × 2,3 = 529 kg.
2. Mobil Y: 3.000 ÷ 15 = 200 liter; CO_2 = 200 × 2,3 = 460 kg.
3. Mobil Z: 1.600 ÷ 8 = 200 liter; CO_2 = 200 × 2,3 = 460 kg.
4. Cek ulang: yang terbesar adalah X dengan 529 kg.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jarak terjauh tidak otomatis emisi terbesar; Y hemat (15 km/liter).
- **B.** ✗ Z paling boros per kilometer, tetapi jaraknya pendek.
- **C.** ✗ Jebakan: Y dan Z memang sama-sama 200 liter, tetapi bukan yang terbesar; X memakai 230 liter.
- **D.** ✓ X memakai 230 liter, sekitar 529 kg CO_2.
- **E.** ✗ Emisi bergantung pada jumlah bahan bakar yang terbakar, bukan hanya jenisnya.

Jawaban: D.

No. 24 Kunci: B

Konsep: pekerjaan berisiko tinggi, seperti baterai tegangan tinggi, hanya boleh dikerjakan teknisi yang **kompeten** untuk pekerjaan itu (sertifikat dan pengalaman yang relevan). Pekerjaan umum, seperti mengganti kampas rem, dapat dikerjakan teknisi lain, dan teknisi baru belajar dengan **pengawasan**.

Langkah:

1. Pekerjaan 1 (baterai HV) menuntut sertifikat keselamatan tegangan tinggi → hanya Beni.
2. Pekerjaan 2 (kampas rem) tidak menyangkut sistem HV → Andi dapat mengerjakannya, dengan Cici belajar di bawah pengawasannya.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

3. Cek ulang: tidak ada teknisi tanpa kompetensi yang menyentuh sistem HV, dan teknisi baru tidak bekerja sendirian.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: pengalaman terlama tetapi pada mobil bensin; sertifikat HV tidak dimiliki.
- **B.** ✓ Beni (kompeten HV) membongkar baterai; Andi dan Cici mengerjakan kampas rem.
- **C.** ✗ Teknisi tanpa sertifikat tidak boleh membongkar baterai HV, walaupun diawasi teknisi yang juga tidak bersertifikat HV.
- **D.** ✗ Cici tanpa sertifikat ikut membongkar baterai HV.
- **E.** ✗ Andi tidak bersertifikat HV, dan Cici bekerja sendirian tanpa pengawasan.

Jawaban: B.

No. 25 Kunci: E

Konsep: bidang kerja di bengkel dibagi menurut kompetensinya: mesin, kelistrikan, AC, rem dan kemudi, serta **bodi dan pengecatan** (meluruskan panel, dempul, dan cat).

Langkah:

1. Tentukan jenis pekerjaan: meluruskan panel penyok dan mengecat.
2. Cocokkan dengan bidang yang menangani pekerjaan itu.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Kelistrikan menangani kabel, lampu, dan sensor; kelistrikan mobil tidak bermasalah.
- **B.** ✗ Mesin tidak bermasalah.
- **C.** ✗ Tidak ada keluhan AC.
- **D.** ✗ Rem dan kemudi tidak bermasalah.
- **E.** ✓ Teknisi bodi dan pengecatan menangani panel penyok dan pengecatan.

Jawaban: E.

Latihan sub bab 2.1

No. 1 Kunci: E

Konsep: Bahan kimia yang mengenai mata harus segera dibilas dengan air bersih mengalir dalam waktu lama (sekitar 15 menit) agar terencerkan dan terbuang, kemudian korban dibawa ke petugas kesehatan.

Langkah:

1. Asam terus merusak jaringan selama masih ada di mata.
2. Pertolongan pertama: bilas dengan air mengalir lama, lalu ke petugas kesehatan.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Menyeka tidak membuang asam dan dapat menggores mata.
- **B.** ✗ Obat tetes biasa tidak membersihkan asam, dan pekerjaan tidak boleh dilanjutkan.
- **C.** ✗ Jebakan: soda kue memang basa, tetapi meneteskan zat kimia lain ke mata dapat menambah cedera.
- **D.** ✗ Menutup mata membiarkan asam tetap di mata sambil menunggu.
- **E.** ✓ Air mengalir mengencerkan dan membuang asam secepat mungkin, lalu pemeriksaan medis memastikan tidak ada luka lanjut.

Jawaban: E.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

No. 2 Kunci: A, C, D

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Bahaya mekanis berasal dari bagian yang bergerak (rantai, gir, roda), benda yang dapat tertarik (kain longgar), dan kondisi tempat kerja (lantai licin). Pengendalian terbaik menghilangkan sumber gerak bertenaga; APD hanya lapis terakhir.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Rantai dan gir yang berputar dapat menarik kain beserta jari dan tangan.

• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: rantai yang berputar pelan pun tetap bertenaga besar dan dapat menjepit jari.

• **Pernyataan 3** ✓ Tergelincir di dekat bagian yang berputar memperbesar risiko terjepit.

• **Pernyataan 4** ✓ Menghilangkan sumber gerak bertenaga adalah pengendalian yang paling efektif; tangan tetap dijauhkan dari rantai dan gir.

• **Pernyataan 5** ✗ Sarung tangan kain justru mudah tertarik oleh rantai; APD tidak menggantikan pengendalian sumber bahaya.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 4.

Latihan sub bab 2.2

No. 1 Kunci: D

Konsep: Uap pelarut cat hanya tertahan oleh respirator berfilter karbon aktif; masker debu (termasuk N95) hanya menahan partikel. Sarung tangan nitril tahan pelarut, dan coverall melindungi kulit dan pakaian dari kabut cat.

Langkah:

1. Bahaya: uap pelarut (terhirup), kabut cat (mata, kulit), pelarut di tangan.
2. Pilih: respirator karbon aktif, pelindung mata, sarung tangan tahan pelarut, coverall.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Masker kain tidak menahan uap pelarut, dan sarung tangan kain menyerap pelarut.

• **B.** ✗ Masker N95 menahan partikel, bukan uap pelarut; sarung tangan karet tipis mudah rusak oleh pelarut.

• **C.** ✗ Respirator sudah tepat, tetapi sarung tangan kain menyerap pelarut dan lengan terbuka terkena kabut cat.

• **D.** ✓ Semua bahaya tertutup: uap, kabut, pelarut, dan kulit.

• **E.** ✗ Jebakan: pakaian dan sarung tangannya tepat, tetapi N95 tidak menahan uap pelarut organik.

Jawaban: D.

No. 2 Kunci: E

Konsep: APD dipilih sesuai bahaya. Semburan refrigeran mengancam mata (kacamata pengaman tertutup) dan kulit (sarung tangan tahan dingin dan bahan kimia, pakaian lengan panjang). Di area berventilasi baik tidak diperlukan respirator khusus.

Langkah:

1. Bahaya: semburan cairan sangat dingin ke mata dan kulit.
2. Kain menyerap cairan refrigeran sehingga kulit di bawahnya justru membeku.
3. Pilih kacamata pengaman + sarung tangan tahan dingin/kimia + lengan panjang.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Kacamata dan sarung tangannya tepat, tetapi lengan yang terbuka dapat terkena semburan refrigeran.

• **B.** ✗ Pelindung telinga tidak diperlukan, sarung tangan karet tipis mudah robek, dan kacamata biasa

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

tidak menutup sisi mata.

• **C.** ✗ Kacamata baca biasa tidak tahan semburan dan tidak menutup sisi mata.

• **D.** ✗ Jebakan: kacamata dan lengan panjangnya tepat, tetapi sarung tangan rajut menyerap refrigeran sehingga tangan dapat membeku.

• **E.** ✓ Semua bahaya tertutup: mata, tangan, dan lengan, dengan bahan yang tidak menyerap refrigeran.

Jawaban: E.

Latihan sub bab 2.3

No. 1 Kunci: D

Konsep: Oli bekas adalah limbah B3. Tumpahan ditahan agar tidak masuk saluran air, diserap dengan bahan penyerap, lalu bahan penyerap bekas disimpan sebagai limbah B3 dalam wadah tertutup berlabel.

Langkah:

1. Cegah oli masuk saluran air hujan.
2. Serap dengan serbuk penyerap.
3. Serbuk berminyak = limbah B3 → wadah B3 berlabel.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Air sabun membawa oli ke saluran air hujan dan mencemari lingkungan.

• **B.** ✗ Membuang oli ke saluran air hujan mencemari air dan tanah.

• **C.** ✗ Jebakan: pasir memang dapat menyerap oli, tetapi pasir berminyak tetap limbah B3 dan tidak boleh dibuang ke sampah umum.

• **D.** ✓ Tumpahan diserap dan bahan penyerap bekas dikelola sebagai limbah B3.

• **E.** ✗ Membakar majun berminyak sembarangan menimbulkan bahaya kebakaran dan pencemaran udara.

Jawaban: D.

No. 2 Kunci: B

Konsep: Ringkas memilah dan menyingkirkan yang tidak perlu. **Rapi** menata barang di tempat tetap dengan penandaan agar mudah dicari. **Resik** membersihkan. **Rawat** menjaga standar. **Rajin** membiasakan.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Ringkas adalah memilah dan membuang barang yang tidak perlu.

• **B.** ✓ Penandaan tempat tetap termasuk rapi.

• **C.** ✗ Resik adalah membersihkan.

• **D.** ✗ Rawat adalah menjaga standar.

• **E.** ✗ Rajin adalah kebiasaan.

Jawaban: B.

Latihan sub bab 2.4

No. 1 Kunci: A, C

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Prosedur evakuasi: hentikan kerja dengan aman, ikuti jalur evakuasi tanpa mengambil barang, berkumpul di titik kumpul, dan melapor agar jumlah orang dapat dicek.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Alat yang ditinggal menyala dapat menambah bahaya.

• **Pernyataan 2** ✗ Mengambil barang pribadi memperlambat evakuasi dan dapat menghambat jalur.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

• **Pernyataan 3** ✓ Jalur evakuasi dirancang sebagai jalan keluar yang aman.
• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: niatnya membantu, tetapi orang yang belum terlatih sebaiknya evakuasi dan memberi ruang kepada petugas.
• **Pernyataan 5** ✗ Siswa harus tetap di titik kumpul dan melapor agar guru dapat menghitung jumlah siswa dan memastikan tidak ada yang tertinggal.

Jawaban: pernyataan 1, 3.

No. 2 Kunci: B, D

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Kebakaran yang melibatkan peralatan bertegangan listrik dipadamkan setelah sumber listrik diputus dengan aman (MCB/panel). Pemadam yang dipakai harus tidak menghantarkan listrik, misalnya CO_2 atau serbuk kimia kering; air dan benda basah tidak boleh dipakai.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✗ Air menghantarkan listrik sehingga penyiram dapat tersengat.
• **Pernyataan 2** ✓ Memutus sumber listrik menghentikan korsleting dan membuat pemadaman lebih aman.
• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: memutus listrik memang perlu, tetapi steker yang sedang terbakar dan meleleh berisiko menyengat dan membakar tangan. MCB yang dekat lebih aman.
• **Pernyataan 4** ✓ CO_2 tidak menghantarkan listrik dan tidak meninggalkan residu pada peralatan listrik.
• **Pernyataan 5** ✗ Karung basah menghantarkan listrik bila menyentuh bagian yang masih bertegangan.

Jawaban: pernyataan 2, 4.

Latihan sub bab 2.5

No. 1 Kunci: B

Konsep: Kerja sama tim berarti bertanggung jawab atas hasil bersama, bukan hanya bagian sendiri. Bantuan diberikan dengan komunikasi agar pembagian kerja tetap jelas dan tidak terjadi pekerjaan ganda.

Langkah:
1. Target tim terancam karena bagian Sinta tertinggal.
2. Raka punya waktu luang → menawarkan bantuan dan membagi sisa pekerjaan dengan jelas.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Target tim belum tercapai walaupun bagian Raka selesai.
• **B.** ✓ Bantuan dengan komunikasi mempercepat pekerjaan dan menjaga kejelasan siapa mengerjakan apa.
• **C.** ✗ Mengambil alih semua membuat Sinta tidak menyelesaikan tanggung jawabnya.
• **D.** ✗ Melapor tanpa membantu tidak menyelesaikan masalah waktu.
• **E.** ✗ Jebakan: niatnya membantu, tetapi tanpa komunikasi dapat terjadi dua orang menyetel silinder yang sama atau ada silinder yang terlewat.

Jawaban: B.

No. 2 Kunci: B

Konsep: Integritas berarti bekerja sesuai perintah kerja dan jujur kepada pelanggan. Bila bahan tidak tersedia, perubahan harus disampaikan melalui service advisor dan disetujui pelanggan, bukan diputuskan diam-diam.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Langkah:
1. Perintah kerja menetapkan oli 0W-20 sesuai rekomendasi pabrik.
2. Mengganti spesifikasi tanpa persetujuan pelanggan melanggar perintah kerja.
3. Jalur yang benar: lapor ke service advisor yang berhubungan dengan pelanggan.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: oli lebih kental tidak berarti lebih baik; mesin dirancang untuk 0W-20, dan perubahan harus disetujui pelanggan.
• **B.** ✓ Pelanggan mendapat informasi jujur dan dapat memilih menunggu, menjadwal ulang, atau menyetujui alternatif.
• **C.** ✗ Menulis spesifikasi palsu adalah tindakan tidak jujur.
• **D.** ✗ Mencampur oli berbeda kekentalan tanpa dasar spesifikasi tidak menjamin mutu dan tetap tanpa persetujuan.
• **E.** ✗ Menunda tanpa kabar membuat pelanggan menunggu tanpa kepastian.

Jawaban: B.

Latihan sub bab 2.6

No. 1 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: 5R: Ringkas (pilah dan singkirkan yang tidak perlu dari tempat kerja), Rapi (tata dengan tempat tetap), Resik (bersihkan), Rawat (pertahankan standar), Rajin (biasakan).

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Benar.** Rapi berarti menata barang dengan tempat yang jelas dan mudah diambil.
• **Pernyataan 2 → Salah.** Ringkas memisahkan barang yang tidak diperlukan di tempat kerja; alat yang masih baik tetapi jarang dipakai disimpan di tempat lain, bukan dibuang.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Rajin adalah kebiasaan menjalankan 5R secara rutin tanpa harus diperintah.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 2 Kunci: A, C, E

Konsep: cairan pendingin mengandung bahan kimia (misalnya etilen glikol) yang **beracun**, sehingga cairan bekasnya adalah **limbah B3**: ditampung dalam wadah tertutup berlabel, dijauhkan dari anak dan hewan, dan diserahkan kepada pengelola berizin. Tumpahan diserap, dan penyerapnya juga limbah B3.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Wadah tertutup berlabel, pengelola berizin.
• **B.** ✗ Jebakan: sebagian besar air, tetapi bahan kimianya mencemari.
• **C.** ✓ Beracun, rasanya manis sehingga berbahaya bagi hewan dan anak.
• **D.** ✗ Pencampuran limbah dilarang.
• **E.** ✓ Penyerap dan tumpahan ditangani sebagai B3.

Jawaban: A, C, dan E.

Kuis Akhir Bab 2

No. 1 Kunci: 1S 2B 3B

Konsep: suara keras yang terus-menerus merusak sel pendengaran secara perlahan dan permanen. Penyumbat telinga khusus mengurangi tingkat suara yang masuk; kapas biasa hampir tidak meredam. Menurut hierarki pengendalian, meredam sumber (rekayasa) lebih baik daripada hanya memakai APD.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 – Salah.** Jebakan: kapas "menyumbat" tetapi tidak dirancang meredam suara.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

• **Pernyataan 2 – Benar.** Kerusakan pendengaran bersifat perlahan dan tidak terlihat seperti luka.
• **Pernyataan 3 – Benar.** Mengurangi bising di sumbernya lebih efektif daripada hanya melindungi telinga pekerja.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

No. 2 Kunci: C

Konsep: sistem pendingin yang panas **bertekanan**. Air pendingin yang masih di atas titik didih biasa bisa menyembur keluar saat tutup dibuka dan menyebabkan luka bakar. Tutup dibuka setelah mesin dingin, perlahan, dengan alas kain tebal.

Langkah:
1. Hentikan pekerjaan yang menyentuh radiator; matikan mesin.
2. Tunggu sampai mesin dan selang radiator dingin.
3. Buka tutup perlahan, tahap pertama setengah putaran agar sisa tekanan keluar, dengan kain tebal.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Membuka tutup saat panas membuat air menyembur; air dingin juga dapat membuat blok mesin retak.
• **B.** ✗ Jebakan: "sedikit" terdengar hati-hati, tetapi tekanan tetap tinggi dan mesin hidup menambah panas.
• **C.** ✓ Dingin dulu, buka perlahan, dengan kain tebal.
• **D.** ✗ Pendinginan mendadak dari luar berisiko merusak mesin dan tidak mengurangi tekanan di dalam.
• **E.** ✗ Mengetuk tidak melepas tekanan dengan aman dan bisa merusak tutup.

Jawaban: C.

No. 3 Kunci: E

Konsep: hierarki pengendalian dari yang paling efektif: **eliminasi → substitusi → rekayasa teknik → administratif → APD**. Semakin ke atas, semakin bahayanya dihilangkan atau diganti, bukan hanya dihindari oleh pekerja.

Langkah:
1. Beri label: P = administratif (poster, bahaya tetap), Q = APD, R = administratif (pembatasan waktu), S = substitusi (bahan diganti) dengan unsur rekayasa (bak tertutup).
2. Urutkan: substitusi di atas administratif dan APD.
3. Cek ulang: hanya S yang mengurangi bahaya di sumbernya.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Poster adalah pengendalian administratif; bensin tetap dipakai.
• **B.** ✗ Jebakan: APD terasa paling nyata, tetapi berada di tingkat paling bawah.
• **C.** ✗ Membatasi waktu hanya mengurangi lama paparan.
• **D.** ✗ Keduanya administratif, bukan yang tertinggi.
• **E.** ✓ Substitusi bahan berbahaya dengan yang lebih aman.

Jawaban: E.

No. 4 Kunci: A, C, E

Konsep: badan mobil terhubung ke kutub negatif aki. Bila kunci menyentuh kutub positif dan bodi bersamaan, terjadi **korsleting** dengan arus sangat besar. Karena itu kabel negatif dilepas lebih dulu dan dipasang paling akhir. Cincin dan jam logam dapat membakar kulit bila menyentuh kutub dan bodi. Aki juga dapat mengeluarkan gas hidrogen yang mudah terbakar.

Langkah: nilai tiap tindakan dengan pertanyaan: "bisakah ini menghubungkan kutub positif dengan bodi, atau menyalakan gas aki?"

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Kunci kontak OFF dan perhiasan logam dilepas.
- **B.** ✗ Jebakan: melepas positif lebih dulu berisiko korsleting bila kunci menyentuh bodi.
- **C.** ✓ Negatif dilepas lebih dulu, dipasang paling akhir.
- **D.** ✗ Kunci pas di atas aki dapat menghubungkan kedua kutub sehingga terjadi korsleting.
- **E.** ✓ Gas aki mudah terbakar, jauhkan api dan percikan.

Jawaban: A, C, dan E.

No. 5 Kunci: D

Konsep: pekerjaan yang terhenti di tengah jalan berbahaya bila informasinya hilang. **Serah terima** yang baik memuat catatan tertulis (apa yang sudah dan belum dikerjakan, nilai torsi, kondisi khusus) dan penjelasan langsung agar penerima tidak mengulang atau melewatkan langkah.

Langkah:

1. Catat kondisi: 4 baut setengah dikencangkan, 4 baut hanya terpasang tangan.
2. Tulis di formulir: posisi pekerjaan, baut mana yang sudah/belum, nilai torsi menurut manual.
3. Jelaskan langsung kepada shift sore dan pastikan dipahami.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: "pasti tahu" adalah anggapan; keadaan baut tidak terlihat jelas.
- **B.** ✗ Lisan saja mudah terlupa atau salah dengar.
- **C.** ✗ Mengencangkan dengan perkiraan melanggar prosedur torsi menurut manual.
- **D.** ✓ Catatan tertulis dan penjelasan langsung.
- **E.** ✗ Mengulang dari awal menghamburkan waktu dan tidak menjamin urutan benar.

Jawaban: D.

No. 6 Kunci: E

Konsep: tanggung jawab atas alat berpindah dari peminjam ke bengkel **ketika alat diterima dan dicatat petugas**. Selama kolom penerimaan kosong, alat masih tercatat di tangan peminjam.

Langkah:

1. Cari baris kunci momen: peminjam Bima, jam kembali 10.00, tetapi kolom penerimaan kosong.
2. Bandingkan dengan alat lain: jangka sorong dan feeler gauge sudah diparaf Pak Ari.
3. Kesimpulan: kunci momen belum resmi diserahkan, jadi Bima masih bertanggung jawab.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Petugas menerima alat lain dengan paraf; tidak ada catatan ia menerima kunci momen.
- **B.** ✗ Cinta tidak meminjam kunci momen.
- **C.** ✗ Dani meminjam feeler gauge yang sudah diterima.
- **D.** ✗ Tanggung jawab menunjuk pada catatan, bukan menyalahkan semua orang.
- **E.** ✓ Kolom penerimaan kosong menandakan alat belum diserahkan.

Jawaban: E.

No. 7 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: 5R berurutan: **ringkas → rapi → resik → rawat → rajin**. **Rawat** menjaga standar tiga R pertama lewat aturan dan jadwal, sedangkan **rajin** adalah kebiasaan menerapkannya setiap hari.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 – Benar.** Itulah urutan 5R.
- **Pernyataan 2 – Benar.** Rawat mempertahankan hasil tiga R pertama.
- **Pernyataan 3 – Salah.** Jebakan: bersih saat dikunjungi bukan kebiasaan; rajin berarti dilakukan setiap hari.

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

No. 8 Kunci: B, D, E

Konsep: lima R: **Ringkas** (memilah dan menyingkirkan yang tidak perlu), **Rapi** (menata di tempat tetap), **Resik** (membersihkan), **Rawat** (menjaga standar), **Rajin** (membiasakan). Resik berkaitan dengan membersihkan area, alat, dan sumber kotoran.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Membuat label dan tempat tetap adalah Rapi.
- **B.** ✓ Membersihkan ceceran oli.
- **C.** ✗ Jebakan: "membuang" terkesan bersih, tetapi memilah dan menyingkirkan barang tak terpakai adalah Ringkas.
- **D.** ✓ Membersihkan alat.
- **E.** ✓ Menyapu serpihan.

Jawaban: B, D, dan E.

No. 9 Kunci: B, D, E

Konsep: limbah B3 disimpan sementara di tempat yang **beratap, beralas kedap, ada penahan tumpahan**, dalam wadah **tertutup dan berlabel**, **tidak dicampur** dengan bahan lain, dan **dicatat** jenis, jumlah, dan tanggalnya.

Langkah: nilai tiap cara dengan pertanyaan: "apakah ini mencegah tumpahan, pencampuran, dan pencemaran, serta bisa dilacak?"

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Mencampur menambah bahaya dan mempersulit pengelolaan.
- **B.** ✓ Drum tertutup berlabel, tempat beratap, penahan tumpahan.
- **C.** ✗ Oli bekas mencemari tanah; "mematikan rumput" bukan alasan yang benar.
- **D.** ✓ Pencatatan membuat limbah dapat dilacak.
- **E.** ✓ Saringan ditiriskan agar sisa oli tidak merembes, lalu disimpan sebagai limbah B3.

Jawaban: B, D, dan E.

No. 10 Kunci: B, C, E

Konsep: luka bakar ringan diatasi dengan **mendinginkan** kulit memakai air mengalir, melepas benda yang dapat menjepit saat bengkak, melindungi dengan penutup bersih longgar, dan **melapor**. Odol, mentega, atau minyak dapat menahan panas dan menimbulkan infeksi; lepuh tidak dipecahkan.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: odol terasa dingin, tetapi menahan panas dan dapat menimbulkan iritasi.
- **B.** ✓ Air mengalir 10–20 menit mendinginkan jaringan.
- **C.** ✓ Cincin dilepas sebelum bengkak.
- **D.** ✗ Lepuh menjaga luka dari infeksi; jangan dipecahkan.
- **E.** ✓ Penutup bersih longgar dan laporan kepada pembimbing.

Jawaban: B, C, dan E.

No. 11 Kunci: E

Konsep: barang yang terkontaminasi oli adalah **limbah bahan berbahaya dan beracun (B3)**. Penanganannya: pisahkan, simpan di wadah tertutup dan berlabel, lalu serahkan kepada pengelola berizin. Tidak boleh dibakar, ditimbun, atau dicampur dengan sampah biasa.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Membakar menghasilkan asap beracun dan mencemari udara.
- **B.** ✗ Mencampur dengan sampah biasa menyebarkan pencemaran.
- **C.** ✗ Jebakan: dicuci terdengar menghemat, tetapi air cuciannya menjadi limbah dan majun tetap terkontaminasi.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- **D.** ✗ Menimbun mencemari tanah dan air tanah.
- **E.** ✓ Wadah B3 bertutup dan pengelola berizin.

Jawaban: E.

No. 12 Kunci: D

Konsep: evakuasi memilih jalur yang **menjauhi api**, memakai **pintu keluar darurat yang tersedia**, dan berakhir di **titik kumpul** untuk dihitung. Jarak terdekat bukan satu-satunya ukuran; keselamatan jalur lebih penting.

Langkah:

1. Baca denah: api di dekat Pintu 2; Pintu 3 adalah pintu barang yang tertutup, bukan jalan keluar darurat.
2. Jalur ke Pintu 2 melewati api; jalur ke Pintu 1 menjauhi api dan dekat APAR 1.
3. Pilih Pintu 1, lalu titik kumpul barat dan laporkan kehadiran.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: Pintu 2 paling dekat dari titik D, tetapi jalurnya melewati api.
- **B.** ✗ Pintu 3 tertutup dan bukan pintu keluar darurat.
- **C.** ✗ Menutup hidung tidak mengatasi panas dan api di jalur.
- **D.** ✓ Pintu 1 menjauhi api dan berujung di titik kumpul barat.
- **E.** ✗ Alarm berarti evakuasi segera; menunggu membahayakan.

Jawaban: D.

No. 13 Kunci: B

Konsep: cairan pembersih rem adalah **pelarut mudah terbakar** yang uapnya berbahaya. Pengendalian yang tepat: pindahkan ke tempat berventilasi, hilangkan sumber api dan percikan, lalu lindungi tubuh dengan APD yang tahan bahan kimia (sarung tangan nitril atau sejenis, kacamata). Masker kain tidak menyaring uap pelarut.

Langkah:

1. Catat bahaya: mudah terbakar (gerinda menimbulkan percikan), uap berbahaya (ruang sempit), kontak kulit dan mata.
2. Pengendalian: ventilasi → jauhkan percikan → APD sesuai bahaya.
3. Cek ulang: pilihan yang masih bekerja di ruang sempit dengan percikan menyala bukan pengendalian yang cukup.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Masker kain berlapis tetap tidak menyaring uap, dan percikan gerinda tetap ada.
- **B.** ✓ Ventilasi, jauhkan percikan, APD tahan bahan kimia dan kacamata.
- **C.** ✗ Menutup ruangan menumpuk uap dan menambah bahaya ledakan dan keracunan.
- **D.** ✗ Jebakan: mematikan gerinda baik, tetapi ruangan tetap sempit dan masker serta sarung tangan kain tidak menahan pelarut.
- **E.** ✗ Menyemprot lebih banyak menambah uap dan bahaya.

Jawaban: B.

No. 14 Kunci: 1S 2B 3S

Konsep: saat evakuasi, prioritas adalah **keselamatan orang**. Semua menuju **titik kumpul** dan dihitung. Barang pribadi ditinggalkan, dan pintu darurat tidak boleh dikunci atau dirantai karena menghalangi jalan keluar.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 – Salah.** Mengambil barang menunda keluar dan menambah bahaya.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

• **Pernyataan 2 – Benar.** Penghitungan di titik kumpul memastikan semua selamat.
• **Pernyataan 3 – Salah.** Pintu darurat harus selalu dapat dibuka dari dalam.

Jawaban: Salah, Benar, Salah.

No. 15 Kunci: A, D, E

Konsep: integritas berarti jujur walaupun tidak ada yang melihat. Barang pelanggan tidak boleh diambil, dikurangi, atau disembunyikan. Jalur yang benar: laporkan, catat, serahkan utuh melalui pihak yang berwenang.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Melapor dan meminta dicatat.
• **B.** ✗ Mengambil sebagian uang adalah pencurian walau disebut "uang lelah".
• **C.** ✗ Jebakan: tidak mengambil, tetapi menyembunyikan temuan membuat pemilik kehilangan barangnya.
• **D.** ✓ Dompet dikembalikan utuh lewat jalur resmi.
• **E.** ✓ Catatan tertulis melindungi pelanggan dan mekanik.

Jawaban: A, D, dan E.

No. 16 Kunci: C

Konsep: kaleng aerosol berisi **gas pendorong bertekanan** dan **pelarut mudah terbakar**. Walaupun hampir habis, kaleng yang masih berisi tetap berbahaya: dapat meledak bila ditusuk atau dipanaskan. Kaleng dikumpulkan sebagai limbah B3 di wadah tertutup, jauh dari sumber panas dan api.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Menusuk kaleng bertekanan dapat menyemburkan isinya atau meledak.
• **B.** ✗ Jebakan: kaleng "bekas" dianggap sampah biasa, padahal masih berisi bahan berbahaya.
• **C.** ✓ B3, tertutup, tidak ditusuk, jauh dari api.
• **D.** ✗ Membakar kaleng bertekanan menyebabkan ledakan.
• **E.** ✗ Menyemprot ke dinding mencemari dan menimbulkan uap pelarut.

Jawaban: C.

No. 17 Kunci: A

Konsep: kelas kebakaran menentukan APAR. **Listrik (kelas C)**: jangan memakai air atau busa karena menghantarkan arus; gunakan CO_2 atau serbuk. **Cairan mudah terbakar (kelas B)** seperti cat dan pelarut: gunakan busa, serbuk, atau CO_2; **air tidak cocok** karena cairan mengapung dan menyebar.

Langkah:
1. Panel listrik: hindari air dan busa → CO_2 (atau serbuk).
2. Gudang cat: cairan mudah terbakar → busa (atau serbuk), bukan air.
3. Cek pasangan dengan kedua syarat.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ CO_2 untuk panel dan busa untuk cairan mudah terbakar.
• **B.** ✗ Air berbahaya untuk listrik dan tidak cocok untuk cat.
• **C.** ✗ Air pada panel berisiko sengatan listrik.
• **D.** ✗ Busa pada panel menghantarkan arus; air tidak cocok untuk gudang cat.
• **E.** ✗ Jebakan: serbuk cocok untuk gudang cat, tetapi air pada panel tetap berbahaya.

Jawaban: A.

No. 18 Kunci: A

Konsep: beban yang terlalu berat bagi satu orang dikendalikan dengan **alat bantu mekanis atau bantuan orang lain**. Teknik angkat yang benar dan korset membantu, tetapi tidak mengubah kenyataan bahwa beban 60 kg melebihi kemampuan aman satu orang yang mengangkatnya berulang.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Langkah:

1. Sumber bahaya: beban berat yang diangkat berulang oleh satu orang.
2. Pilih pengendalian yang menghilangkan pengangkatan manual: troli, dongkrak ban, atau dua orang.
3. Cek ulang: usulan lain tetap membuat satu orang menanggung 60 kg.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Beban dipindahkan alat atau dibagi dua orang.
- **B.** ✗ Korset tidak menghilangkan beban dan bisa menimbulkan rasa aman palsu.
- **C.** ✗ Jebakan: teknik benar itu penting, tetapi 60 kg berulang tetap melebihi batas aman.
- **D.** ✗ Gerakan cepat justru menambah gaya hentakan pada punggung.
- **E.** ✗ Memindahkan beban ke orang lain tidak menghilangkan bahayanya.

Jawaban: A.

No. 19 Kunci: B

Konsep: APD dinilai menurut bahaya utama pekerjaannya. Cat semprot menimbulkan **uap pelarut organik** yang hanya dapat disaring respirator berkartrid yang sesuai; masker kain biasa hanya menyaring debu kasar.

Langkah:

1. Gerinda: percikan, bising → kacamata, sarung kulit, sumbat telinga (sesuai).
2. Cairan aki: asam → sarung dan apron tahan asam, kacamata (sesuai).
3. Cat semprot: uap pelarut → perlu respirator berkartrid uap organik, bukan masker kain (tidak sesuai).
4. Las: percikan, cahaya busur → kap las, sarung dan apron kulit (sesuai).

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: pelindung wajah penuh menambah perlindungan, tetapi kacamata sudah menahan bahaya utama.
- **B.** ✓ Masker kain tidak menahan uap pelarut cat.
- **C.** ✗ Sarung karet tahan asam sudah sesuai dengan keterangan tabel.
- **D.** ✗ Apron kulit justru dipakai karena tahan percikan las.
- **E.** ✗ Sarung tangan saja tidak membuat APD sesuai bahaya.

Jawaban: B.

No. 20 Kunci: D

Konsep: APD dipilih menurut bahaya. Bahaya di sini: **beban jatuh ke kaki** dan **lantai licin**. Sepatu keselamatan berujung baja melindungi jari dari beban, dan sol antilicin mengurangi risiko terpeleset.

Langkah:

1. Catat bahaya: beban 25 kg bisa jatuh, lantai licin oleh oli.
2. Cocokkan: pelindung ujung kaki + sol antilicin.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Sandal tidak melindungi jari dan mudah tergelincir.
- **B.** ✗ Sepatu kain tidak melindungi dari beban jatuh.
- **C.** ✗ Jebakan: tahan air, tetapi tidak berujung baja dan belum tentu antilicin.
- **D.** ✓ Perlindungan ujung kaki dan sol antilicin.
- **E.** ✗ Sepatu berhak tidak stabil di lantai licin.

Jawaban: D.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

No. 21 Kunci: B, C, E

Konsep: bensin mudah menguap dan uapnya mudah terbakar serta berbahaya bila dihirup. Pekerjaan dengan bensin memerlukan **ventilasi, wadah yang sesuai, jauh dari api, dan APD yang tahan bensin**.

Langkah: untuk tiap tindakan, tanyakan: "apakah ini mengurangi uap, mencegah api, dan melindungi tubuh?"

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Menyedot dengan mulut dapat menelan atau menghirup bensin yang berbahaya.
- **B.** ✓ Ventilasi baik dan jauh dari sumber api.
- **C.** ✓ Wadah khusus bertutup mencegah penguapan dan tumpahan.
- **D.** ✗ Jebakan: "akan menguap sendiri" terdengar wajar, tetapi uap yang terkumpul mudah terbakar dan bensin mencemari saluran.
- **E.** ✓ Kacamata dan sarung tangan tahan bensin melindungi dari percikan dan kontak kulit.

Jawaban: B, C, dan E.

No. 22 Kunci: C

Konsep: menerapkan aturan prioritas secara berurutan: (1) pilih area, (2) pilih R.

Langkah:

1. Jumlah skor tiap area: Meja kerja 2+2+3+2+2 = 11; Rak alat 4+3+4+3+3 = 17; Lantai 3+3+1+2+2 = 11; Gudang oli 2+2+2+2+2 = 10.
2. Area dengan jumlah terendah: Gudang oli (10).
3. Dalam gudang oli semua R bernilai 2 (sama), sehingga dipilih R yang urutannya paling awal: **Ringkas**.
4. Cek ulang: skor tunggal terendah (1) ada di Lantai, tetapi jumlah skor lantai (11) bukan yang terendah.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: skor 1 menarik perhatian, tetapi aturan memakai jumlah skor per area.
- **B.** ✗ Meja kerja (11) bukan area terendah.
- **C.** ✓ Gudang oli (10) terendah; semua sama, maka Ringkas.
- **D.** ✗ Lantai bukan area dengan jumlah terendah.
- **E.** ✗ Rak alat adalah area dengan jumlah tertinggi (17).

Jawaban: C.

No. 23 Kunci: A, C, E

Konsep: oli yang hangat dapat melukai kulit, dan oli bekas mengandung bahan yang berbahaya bagi kulit. Karena itu dipakai sarung tangan tahan oli dan kacamata. Penampung disiapkan sebelum baut dibuka. Bensin tidak boleh dipakai membersihkan kulit karena mudah terbakar dan menyerap lewat kulit.

Langkah: nilai tiap tindakan dengan pertanyaan: "apakah ini melindungi tubuh dan mencegah tumpahan atau api?"

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ APD yang tepat untuk pekerjaan ini.
- **B.** ✗ Bensin berbahaya untuk kulit dan mudah terbakar.
- **C.** ✓ Penampung diletakkan sebelum baut dilepas.
- **D.** ✗ Menyentuh oli panas dengan tangan kosong dapat melukai.
- **E.** ✓ Sedikit lebih dingin lebih aman, tetapi oli tetap encer sehingga mudah mengalir.

Jawaban: A, C, dan E.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

No. 24 Kunci: B

Konsep: tanggung jawab berarti mengerjakan **tugas sesuai batas izin** dan **melaporkan temuan penting**. Kendaraan pelanggan tidak dipakai untuk keperluan lain tanpa izin, dan temuan yang tidak biasa dilaporkan kepada penanggung jawab.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Mengemudi keliling melewati izin tugas dan membahayakan mobil pelanggan.
- **B.** ✓ Memindahkan sesuai tugas dan melaporkan temuan.
- **C.** ✗ Menunda tanpa memberi tahu mengganggu pekerjaan dan tidak melaporkan bunyi itu.
- **D.** ✗ Menaikkan putaran tidak menyelesaikan masalah dan dapat memperburuk kerusakan.
- **E.** ✗ Jebakan: "bukan tugasku", padahal temuan yang tidak biasa tetap harus dilaporkan.

Jawaban: B.

No. 25 Kunci: A

Konsep: Rajin adalah kebiasaan menerapkan 5R setiap hari tanpa disuruh. Ia dibangun dengan rutinitas pendek, teladan, dan penguatan positif. **Rawat** berbeda: ia menjaga standar lewat aturan, jadwal, dan pemeriksaan.

Langkah:

1. Kenali masalah: standar sudah ada, tetapi perilaku tidak konsisten.
2. Pilih langkah yang mengubah **kebiasaan**: rutinitas harian, teladan, penghargaan.
3. Cek ulang: tujuan kepala bengkel adalah memperkuat Rajin, bukan menambah aturan.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Rutinitas harian, teladan, dan penghargaan membentuk kebiasaan.
- **B.** ✗ Poster tambahan tidak mengubah perilaku yang sudah tahu aturannya.
- **C.** ✗ Jebakan: audit berkala menegakkan standar (Rawat), bukan membangun kebiasaan harian.
- **D.** ✗ Menambah rak membantu Rapi, bukan kebiasaan.
- **E.** ✗ Standar baru adalah aturan lagi; masalahnya perilaku, bukan standar.

Jawaban: A.

Latihan sub bab 3.1

No. 1 Kunci: A

Konsep: Pada tampak depan, ukuran antar-sumbu lubang (76) diukur dari pusat ke pusat. Jarak dari sumbu tengah ke sumbu lubang baut adalah setengahnya. Lebar bahan di antara dua lubang = jarak pusat ke pusat − jari-jari lubang besar − jari-jari lubang kecil.

Langkah:

1. Pusat lubang tengah ke pusat lubang baut: 76 ÷ 2 = 38 mm.
2. Jari-jari lubang tengah: 40 ÷ 2 = 20 mm; jari-jari lubang baut: 10 ÷ 2 = 5 mm.
3. Lebar bahan: 38 − 20 − 5 = 13 mm ≥ 12 mm → memenuhi.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ 38 − 20 − 5 = 13 mm, lebih dari batas 12 mm.
- **B.** ✗ Jebakan: 38 − 20 = 18 mm lupa mengurangi jari-jari lubang baut.
- **C.** ✗ Memakai diameter lubang baut (38 − 20 − 10 = 8 mm), padahal yang dikurangi adalah jari-jarinya.
- **D.** ✗ Mengurangi diameter lubang baut dari 38 mm (38 − 10) dan lupa lubang tengah.
- **E.** ✗ Hanya mengurangi jari-jari lubang baut (38 − 5) dan lupa lubang tengah Ø40.

Jawaban: A.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

No. 2 Kunci: A, C, E

Konsep: pada pompa aus, celah antar-bagian bertambah sehingga sebagian oli **lolos di dalam pompa** (kebocoran internal): aliran dan tekanan berkurang. Oli yang panas menjadi **encer** dan lebih mudah lolos, sehingga gejala memburuk. Kebocoran internal tidak meneteskan oli ke luar.

Analisis setiap opsi:
- **A.** ✓ Oli lolos dalam pompa.
- **B.** ✗ Pompa aus tidak menaikkan tekanan.
- **C.** ✓ Oli encer memperparah.
- **D.** ✗ Jebakan: tetesan dari silinder adalah kebocoran seal silinder, bukan pompa.
- **E.** ✓ Kebocoran internal tidak terlihat dari luar.

Jawaban: A, C, dan E.

Latihan sub bab 3.2

No. 1 Kunci: A

Konsep: motor starter memutar mesin lewat **pinyon** (gigi kecil) yang mengait **ring gear** pada roda gila. Bila gigi roda gila aus di satu bagian (tempat poros berhenti paling sering), pinyon tergelincir: starter berputar kencang tetapi mesin tidak berputar. Mengubah posisi poros membuat pinyon mengait pada bagian gigi yang masih baik.

Analisis setiap opsi:
- **A.** ✓ Gigi roda gila aus.
- **B.** ✗ Starter berputar kencang; aki baik (12,6 V).
- **C.** ✗ Mesin tidak berputar, jadi bukan soal pembakaran.
- **D.** ✗ Jebakan: kompresi rendah membuat mesin sulit hidup, tetapi mesin tetap berputar.
- **E.** ✗ Sabuk alternator tidak berkaitan dengan starter.

Jawaban: A.

No. 2 Kunci: B

Konsep: spesifikasi 50 mL ± 3 mL berarti rentang 47–53 mL. Injektor yang berada di luar rentang bermasalah: volume kecil menandakan lubang semprot **tersumbat atau kotor**.

Langkah: injektor 1 (52), 2 (51), 4 (52) di dalam 47–53 mL; injektor 3 (38) di bawah 47 mL → bermasalah → dibersihkan atau diganti.

Analisis setiap opsi:
- **A.** ✗ Tiga injektor lain dalam rentang.
- **B.** ✓ Injektor 3.
- **C.** ✗ 52 mL masih dalam rentang.
- **D.** ✗ Jebakan: rata-rata menutupi satu injektor yang bermasalah.
- **E.** ✗ Pompa memengaruhi semua injektor sama, bukan satu injektor saja.

Jawaban: B.

Latihan sub bab 3.3

No. 1 Kunci: D

Konsep: Relay terdiri atas kumparan (terminal 86–85) yang mendapat arus kecil dari saklar, dan kontak (terminal 30–87) yang menyambungkan arus besar dari aki ke beban. Bila kumparan tidak mendapat arus tetapi beban tetap menyala melalui relay, kontaknya lengket.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Langkah:

1. Dari diagram: lampu mendapat arus dari aki → F1 → kontak 30–87 → lampu.
2. Terminal 86 = 0 V → kumparan tidak mendapat arus, jadi saklar S dan kunci kontak sudah memutus.
3. Lampu padam saat relay dicabut → arus lampu memang lewat relay, bukan lewat kabel lain.
4. Kesimpulan: kontak 30–87 lengket.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Bila saklar S hubung singkat, terminal 86 akan bertegangan; hasil ukurnya 0 V.
- **B.** ✗ Kumparan putus membuat relay tidak dapat bekerja sama sekali sehingga lampu tidak menyala.
- **C.** ✗ Jebakan: kabel 87 yang menempel ke positif memang membuat lampu menyala terus, tetapi lampu tidak akan padam saat relay dicabut.
- **D.** ✓ Kumparan tidak mendapat arus, tetapi lampu tetap menyala lewat relay → kontak 30–87 lengket.
- **E.** ✗ Nilai sekring tidak membuat arus kumparan tetap mengalir; lagi pula terminal 86 sudah 0 V.

Jawaban: D.

No. 2 Kunci: A

Konsep: kecepatan potong di tepi mata bor sebanding dengan **diameter × putaran**. Mata bor besar, bila diputar secepat mata bor kecil, tepinya bergerak jauh lebih cepat sehingga cepat panas dan tumpul. Karena itu putaran diturunkan seiring bertambahnya diameter.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Putaran rendah.
- **B.** ✗ Bahan sama, tetapi diameter berbeda.
- **C.** ✗ Jebakan: lubang besar terasa memerlukan tenaga, tetapi justru putaran diturunkan.
- **D.** ✗ Putaran tertinggi membuat mata bor terbakar.
- **E.** ✗ Putaran memengaruhi umur mata bor dan hasil lubang.

Jawaban: A.

Latihan sub bab 3.4

No. 1 Kunci: E

Konsep: Manual servis menunjukkan posisi komponen dengan gambar dan uraian letak. Petunjuk letak (sisi pengemudi, menempel pada booster, dekat dinding ruang mesin) dipakai bersama-sama untuk memastikan komponen yang benar.

Langkah:

1. Mobil setir kanan → sisi pengemudi adalah sisi kanan gambar.
2. Booster rem: tabung besar di sisi kanan dekat dinding ruang mesin.
3. Reservoir di atas booster/master silinder → nomor 5.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Nomor 1 berada di atas mesin (tutup pengisian oli mesin).
- **B.** ✗ Nomor 2 di sisi kiri dekat radiator, bukan di sisi pengemudi.
- **C.** ✗ Jebakan: nomor 3 memang di sisi pengemudi, tetapi letaknya di depan dekat radiator, bukan di atas booster dekat dinding ruang mesin.
- **D.** ✗ Nomor 4 di sisi kiri belakang dan tidak menempel pada booster.
- **E.** ✓ Nomor 5 berada di atas tabung booster di sisi kanan dekat dinding ruang mesin.

Jawaban: E.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

No. 2 Kunci: E

Konsep: Pada sistem hidrolik, sebagian oli tangki berpindah ke dalam silinder ketika batang piston keluar, sehingga level di tangki turun. Karena itu manual menetapkan posisi komponen (batang silinder, bucket) dan kondisi mesin tertentu saat level dibaca.

Langkah:

1. Batang silinder keluar → banyak oli berada di silinder → level tangki tampak rendah.
2. Level baru sah dibaca pada posisi manual: batang ditarik masuk, bucket di tanah, mesin mati, tunggu 5 menit.
3. Setelah dibaca ulang, baru diputuskan perlu tidaknya menambah oli.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: setelah batang silinder ditarik masuk, oli kembali ke tangki sehingga level dapat melebihi H dan oli meluap.
- **B.** ✗ Tetap menambah oli berdasarkan pembacaan pada posisi yang salah.
- **C.** ✗ Manual mensyaratkan mesin mati dan menunggu 5 menit; dengan mesin hidup level belum stabil.
- **D.** ✗ Level rendah pada posisi yang salah belum menunjukkan kebocoran pompa.
- **E.** ✓ Pembacaan dilakukan pada posisi dan kondisi yang ditetapkan manual sehingga hasilnya dapat dinilai.

Jawaban: E.

Kuis Akhir Bab 3

No. 1 Kunci: A

Konsep: pada gambar potongan, bidang yang terpotong diarsir. Dinding bushing adalah bagian yang diarsir di antara lingkaran luar dan lubang. Karena dinding berada di kedua sisi lubang, selisih diameter harus dibagi dua.

Langkah:

1. Baca ukuran: Ø luar 30 mm, Ø dalam 18 mm, panjang 24 mm.
2. Selisih diameter = 30 − 18 = 12 mm (tebal dua dinding).
3. Tebal satu dinding = 12 ÷ 2 = 6 mm.
4. Cek ulang pada potongan: dua daerah arsir atas dan bawah masing-masing sama tebal.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ 6 mm.
- **B.** ✗ Jebakan: selisih diameter 12 mm adalah tebal kedua dinding, bukan satu dinding.
- **C.** ✗ 24 mm adalah panjang bushing.
- **D.** ✗ 9 mm adalah jari-jari lubang.
- **E.** ✗ Hitungan memakai angka 24 yang bukan diameter.

Jawaban: A.

No. 2 Kunci: B

Konsep: angka ukuran pada gambar kerja menyatakan **ukuran benda sebenarnya**, apa pun skala gambarnya. Skala hanya menyatakan seberapa besar gambar dibuat. Skala 2:1 berarti gambar dua kali ukuran benda: 24 mm benda tergambar 48 mm.

Langkah:

1. Hasil ukur mistar pada gambar: 48 mm.
2. Skala 2:1 → ukuran benda = 48 ÷ 2 = 24 mm.
3. Cek: sama dengan angka ukuran "24" pada gambar.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: 48 mm adalah ukuran gambar yang sudah diperbesar.
- **B.** ✓ Angka ukuran = ukuran sebenarnya = 24 mm.
- **C.** ✗ Skala sudah termasuk dalam ukuran gambar; tidak dikalikan lagi.
- **D.** ✗ Pembagian empat tidak sesuai skala 2:1.
- **E.** ✗ Rata-rata tidak memiliki dasar.

Jawaban: B.

No. 3 Kunci: C

Konsep: jenis garis pada gambar kerja memiliki arti tetap. **Garis tebal menerus** = tepi yang terlihat. **Garis putus-putus** = tepi atau bagian yang **tersembunyi** pada arah pandang itu. **Garis strip-titik** = sumbu atau garis tengah. **Garis tipis** dengan panah = garis ukuran.

Langkah:

1. Cari garis B pada gambar: putus-putus, masuk dari sisi atas ke dalam blok.
2. Cocokkan: garis putus-putus berarti bagian tersembunyi.
3. Hubungkan dengan cerita: blok dibor dari sisi atas, sehingga lubang tidak terlihat dari depan.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: garis sumbu berada di tengah lubang, dan itu garis C, bukan B.
- **B.** ✗ Tepi yang terlihat digambar dengan garis tebal menerus (A).
- **C.** ✓ Putus-putus menunjukkan lubang tersembunyi.
- **D.** ✗ Garis ukuran adalah garis tipis dengan panah (D).
- **E.** ✗ Garis potong bukan garis putus-putus di dalam benda.

Jawaban: C.

No. 4 Kunci: E

Konsep: pada tampak depan, garis putus-putus menggambarkan lubang yang tersembunyi. Bila garis putus-putus turun sampai dasar plat, lubang **tembus**. Bila berhenti di tengah dan ditutup garis datar putus-putus, lubang **buta**, dan ukuran kedalaman ditulis.

Langkah:

1. Bandingkan dua lubang pada tampak depan: lubang Ø12 turun penuh sampai dasar (tembus); lubang Ø10 berhenti di kedalaman 12 mm (buta).
2. Baca tebal plat 20 mm dan kedalaman lubang buta 12 mm.
3. Sisa bahan = 20 − 12 = 8 mm.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ 12 mm adalah kedalaman lubang, bukan sisa bahan.
- **B.** ✗ 20 mm adalah tebal seluruh plat.
- **C.** ✗ Menjumlahkan tebal dan kedalaman tidak bermakna.
- **D.** ✗ 10 mm adalah diameter lubang buta.
- **E.** ✓ 20 − 12 = 8 mm.

Jawaban: E.

No. 5 Kunci: A

Konsep: toleransi memberi **batas ukuran yang diterima**. Poros Ø30 ±0,05 → batas 29,95 sampai 30,05 mm. Lubang Ø20 +0,05/0 → batas 20,00 sampai 20,05 mm. Hasil ukur di luar batas ditolak. Tindak lanjut bergantung pada bahan: **poros terlalu kecil tidak dapat diperbaiki** (bahan sudah terbuang), **lubang terlalu kecil dapat diperbesar** (bahan masih dapat dibuang).

Langkah:

1. Poros: 29,92 < 29,95 → di bawah batas bawah → ditolak; terlalu kecil tidak bisa ditambah → dibuat

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

ulang.
2. Lubang: 19,98 < 20,00 → di bawah batas bawah → ditolak; terlalu kecil dapat diperbesar sampai 20,00–20,05.
3. Cek ulang: pasangan keputusan A sesuai kedua hasil.

Analisis setiap opsi:
- **A.** ✓ Poros dibuat ulang; lubang diperbesar.
- **B.** ✗ Jebakan: selisih "kecil" tetap di luar batas; lubang bisa diperbaiki.
- **C.** ✗ Mengelas dan membubut ulang poros tidak sesuai praktik untuk benda kerja presisi.
- **D.** ✗ Toleransi tidak mengenal "hampir sesuai".
- **E.** ✗ Poros tidak dapat diperbesar; lubang yang kekecilan tidak diterima.

Jawaban: A.

No. 6 Kunci: A, C, E

Konsep: notasi ulir metrik **M d × p**: **M** = ulir metrik, **d** = diameter nominal (mm), **p** = jarak antar-ulir atau *pitch* (mm). Dua ulir hanya dapat dipasangkan bila **d dan p sama**. Pitch lebih kecil berarti ulir lebih halus.

Analisis setiap opsi:
- **A.** ✓ Diameter nominal sama (10 mm), pitch berbeda.
- **B.** ✗ Pitch berbeda tidak dapat dipasangkan; memaksa merusak ulir.
- **C.** ✓ 1,25 adalah pitch dalam milimeter.
- **D.** ✗ Jebakan: pitch lebih kecil berarti ulir lebih **halus**, bukan lebih kasar.
- **E.** ✓ 12 mm > 10 mm.

Jawaban: A, C, dan E.

No. 7 Kunci: D

Konsep: simbol proyeksi pada kepala gambar menunjukkan metodenya. Simbol dengan **kerucut terpotong di kiri dan dua lingkaran di kanan** adalah **proyeksi sudut pertama (Eropa)**. Pada sudut pertama, benda diletakkan di antara pengamat dan bidang proyeksi, sehingga **tampak atas berada di bawah tampak depan** dan **tampak kanan berada di sebelah kiri tampak depan**.

Langkah:
1. Baca simbol pada gambar: trapesium di kiri, lingkaran di kanan → sudut pertama.
2. Terapkan aturan sudut pertama: pandangan di sebelah kiri tampak depan = tampak kanan; pandangan di bawah = tampak atas.
3. Cek ulang pada gambar: pandangan X berisi garis datar yang sesuai dengan sisi bertingkat benda yang terlihat dari kanan; pandangan Y berisi garis tegak yang sesuai dengan tepi bertingkat yang terlihat dari atas.

Analisis setiap opsi:
- **A.** ✗ Tampak kiri dan tampak bawah adalah kebalikan dari aturan sudut pertama.
- **B.** ✗ Tampak atas tidak diletakkan di samping tampak depan.
- **C.** ✗ Tampak belakang tidak muncul di tata letak tiga pandangan ini.
- **D.** ✓ X tampak kanan, Y tampak atas.
- **E.** ✗ Jebakan: X benar tampak kanan, tetapi Y adalah tampak atas, bukan tampak bawah; yang bertukar adalah aturan sudut ketiga.

Jawaban: D.

No. 8 Kunci: 1S 2B 3B

Konsep: metode proyeksi berbeda antar-standar dan pabrikan (sudut pertama atau sudut ketiga), sehingga **simbol proyeksi** menentukan cara menyebut pandangan. **Angka ukuran** pada gambar selalu ukuran benda sebenarnya, apa pun skalanya.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 – Salah.** Jebakan: kebiasaan satu metode dianggap berlaku di mana-mana.
- **Pernyataan 2 – Benar.** Simbol proyeksi diperiksa lebih dulu.
- **Pernyataan 3 – Benar.** Skala hanya memengaruhi besar gambar, bukan angka ukuran.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

No. 9 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: pada gambar potongan, hanya **bahan yang terpotong** diarsir. Rongga atau lubang tidak diarsir karena tidak ada bahan. **Panah** pada garis potong menunjukkan arah pandang pada potongan.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 – Benar.** Arsiran menandai bahan yang terpotong.
- **Pernyataan 2 – Salah.** Jebakan: lubang berisi udara, bukan bahan, sehingga tidak diarsir.
- **Pernyataan 3 – Benar.** Panah menunjukkan arah melihat.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 10 Kunci: B, C, E

Konsep: catatan ukuran standar: "n × Ø d" = n buah lubang berdiameter d; "tembus" = melewati seluruh tebal; "Ø d, dalam k" = lubang buta sedalam k; "R" = jari-jari pembulatan; "a × 45°" = sudut potong tepi (chamfer) selebar a pada sudut 45°.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ "dalam 8" menyatakan kedalaman, bukan jarak antar-sumbu; lubang itu buta.
- **B.** ✓ 4 × Ø9, tembus.
- **C.** ✓ Ø16 sedalam 8 mm adalah lubang buta.
- **D.** ✗ Jebakan: "2 × 45°" adalah tepi dipotong miring selebar 2 mm pada 45°, bukan pembulatan R2.
- **E.** ✓ R5 adalah pembulatan jari-jari 5 mm.

Jawaban: B, C, dan E.

No. 11 Kunci: B, D, E

Konsep: jarak antar-sumbu dua lubang yang simetris = ukuran total dikurangi dua kali jarak ke tepi. Angka "4 × Ø8" menyatakan empat lubang berdiameter 8 mm.

Langkah:

1. Sisi panjang: 120 − 2 × 15 = 90 mm.
2. Sisi lebar: 60 − 2 × 12 = 36 mm.
3. Jumlah lubang: 4 (Ø8) + 1 (Ø20) = 5.
4. Perbandingan diameter: 20 ÷ 8 = 2,5.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: 36 mm benar, bukan 48 mm.
- **B.** ✓ 120 − 30 = 90 mm.
- **C.** ✗ Angka 15 adalah jarak lubang Ø8 ke tepi kiri, bukan lubang tengah.
- **D.** ✓ Empat lubang Ø8 ditambah satu lubang Ø20.
- **E.** ✓ 20 ÷ 8 = 2,5.

Jawaban: B, D, dan E.

No. 12 Kunci: B

Konsep: sekering melindungi kabel dan komponen dengan memutus rangkaian bila arus melebihi batasnya. Pada skema, sekering digambar sebagai **kotak kecil dengan garis lurus di dalamnya**. Aki digambar dengan dua pelat (panjang dan pendek), saklar sebagai garis dengan celah, lampu sebagai lingkaran bersilang, dan massa sebagai tiga garis mengecil.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Langkah:

1. Cari kotak kecil dengan garis lurus di dalam: nomor 3.
2. Cocokkan dengan fungsi memutus rangkaian saat arus berlebih: sekering.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Nomor 2 adalah saklar: memutus rangkaian atas perintah manusia, bukan karena arus berlebih.
- **B.** ✓ Nomor 3 adalah sekering.
- **C.** ✗ Nomor 4 adalah lampu (beban).
- **D.** ✗ Nomor 1 adalah aki (sumber listrik).
- **E.** ✗ Nomor 5 adalah massa.

Jawaban: B.

No. 13 Kunci: C

Konsep: pada klakson berrelai, tombol hanya mengalirkan arus kecil ke **kumparan** relai (kaki 86 dan 85). Kumparan menarik kontak sehingga arus besar mengalir dari aki lewat **kaki 30 ke kaki 87** menuju klakson. Tegangan yang ada di sisi masukan tetapi hilang di sisi keluaran menunjuk komponen di antara keduanya.

Langkah:

1. T1 = 12 V dan kaki 85 baik ke massa → tombol dan kumparan mendapat arus; seharusnya relai berbunyi "klik".
2. T2 = 12 V → sekering dan jalur ke kaki 30 baik.
3. T3 = 0 V → kontak 30–87 tidak menyambung, T4 = 0 V karena tidak ada suplai.
4. Relai tidak "klik" → kumparan atau mekanisme relai rusak.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Tombol bekerja: kaki 86 mendapat 12 V.
- **B.** ✗ Kaki 30 mendapat 12 V, jadi sekering baik.
- **C.** ✓ Kumparan mendapat 12 V dan massa baik, tetapi kontak tidak menyambung dan tidak ada "klik".
- **D.** ✗ Jebakan: 0 V pada klakson akibat relai tidak menyambung; klakson baru diuji menyala pada aki lain.
- **E.** ✗ Tegangan 0 V muncul sebelum kaki klakson, jadi kabel massa klakson bukan sebabnya.

Jawaban: C.

No. 14 Kunci: E

Konsep: simbol proyeksi adalah gambar kerucut terpotong dalam dua pandangan. **Sudut pertama:** pandangan kerucut (trapesium) di **kiri**, dua lingkaran di **kanan**. **Sudut ketiga:** dua lingkaran di **kiri**, trapesium di **kanan**.

Langkah:

1. Pemasok 1: trapesium di kiri, lingkaran di kanan → sudut pertama.
2. Pemasok 2: lingkaran di kiri, trapesium di kanan → sudut ketiga.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Urutannya tertukar.
- **B.** ✗ Pemasok 2 memakai sudut ketiga.
- **C.** ✗ Pemasok 1 memakai sudut pertama.
- **D.** ✗ Isometrik bukan metode proyeksi simbol ini.
- **E.** ✓ Pertama lalu ketiga.

Jawaban: E.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

No. 15 Kunci: A

Konsep: pada pelek berbaut banyak, mur dikencangkan **bersilang (pola bintang)** dan **bertahap** agar roda duduk rata dan tidak miring. Nilai torsi tiap tahap dibaca dari manual dan dicapai dengan kunci momen.

Langkah:

1. Pola bersilang untuk lima mur: 1-3-5-2-4.
2. Tahap 1: kencangkan semua mur sampai 50 Nm mengikuti pola itu.
3. Tahap 2: ulangi pola yang sama sampai 100 Nm.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Bersilang, tahap 50 Nm lalu 100 Nm.
- **B.** ✗ Searah dan langsung 100 Nm melanggar pola dan tahap.
- **C.** ✗ Urutan torsi terbalik: 100 Nm lalu 50 Nm.
- **D.** ✗ Jebakan: dua tahap sudah benar, tetapi urutan searah, bukan bersilang.
- **E.** ✗ Kunci roda sekuat tenaga tidak terukur dan bisa berlebihan.

Jawaban: A.

No. 16 Kunci: D

Konsep: pada rangkaian seri, tegangan hanya hilang drastis di titik yang **terputus** atau berhambatan sangat tinggi. Penurunan 0,1 V antar-titik wajar karena sambungan dan kabel. Titik terakhir bertegangan dan titik pertama tanpa tegangan mengapit komponen yang rusak.

Langkah:

1. Tandai tegangan tiap titik: 12,4 → 12,3 → 12,2 → 12,1 → 0 V.
2. Penurunan kecil 0,1 V antar-titik normal.
3. Penurunan dari 12,1 V ke 0 V terjadi pada konektor (sebelum vs sesudah).
4. Cek ulang: bohlam dan massanya baik.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ 12,4 V masih wajar untuk aki.
- **B.** ✗ Penurunan 0,1 V wajar.
- **C.** ✗ Jebakan: ada penurunan 0,1 V juga di sini, tetapi masih normal.
- **D.** ✓ Tegangan hilang di konektor.
- **E.** ✗ Bohlam tidak mungkin menyebabkan 0 V sebelum bohlam; bohlam juga sudah diuji.

Jawaban: D.

No. 17 Kunci: 1S 2B 3B

Konsep: pada **rangkaian paralel**, tiap cabang punya jalur sendiri ke aki dan massa, sehingga putusnya satu cabang tidak mematikan cabang lain. **Sekering** berada sebelum percabangan, sehingga bila putus semua cabang kehilangan suplai.

Langkah:

1. Telusuri jalur arus: aki → sekering → cabang S1–L1 atau cabang S2–L2 → massa.
2. Nilai tiap keadaan terhadap jalur itu.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 – Salah.** Jebakan: dikira seri. L2 punya jalur sendiri lewat S2, sehingga tetap menyala.
- **Pernyataan 2 – Benar.** Hanya cabang S1–L1 yang tertutup.
- **Pernyataan 3 – Benar.** Sekering memasok kedua cabang.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

No. 18 Kunci: B, D, E

Konsep: pada posisi tengah tertutup, katup arah menahan oli di kedua ruang silinder sehingga silinder **tertahan**. Oli dari pompa tetap mengalir, tetapi karena jalur ke silinder tertutup, tekanan naik sampai **katup pelepas tekanan** membuka dan mengalirkan oli ke tangki. Tekanan saluran pompa menjadi sebesar setelan katup pelepas.

Langkah:

1. Baca posisi katup M: tengah, semua port dihentikan.
2. Jalur oli pompa: hanya lewat L menuju tangki.
3. Tekanan di saluran pompa = setelan L, bukan nol.
4. Bila M digeser, port A atau B terbuka sehingga oli masuk ke salah satu ruang silinder.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: oli memang kembali ke tangki, tetapi lewat katup yang menahan tekanan sebesar setelannya, bukan bebas.
- **B.** ✓ Kedua ruang silinder terkunci oleh katup M.
- **C.** ✗ Pompa tidak perlu dimatikan; katup pelepas melindungi sistem.
- **D.** ✓ Oli kembali lewat L.
- **E.** ✓ Pada posisi ujung, M membuka saluran ke silinder.

Jawaban: B, D, dan E.

No. 19 Kunci: B, D, E

Konsep: prosedur manual harus diikuti urut dan sesuai angkanya. Cincin karet saringan baru diolesi oli agar kedap dan mudah dilepas lagi, baut pengurasan dipasang dengan paking baru pada torsi yang ditentukan, dan setelah pengisian mesin dihidupkan untuk memeriksa kebocoran dan level.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Manual menyuruh memasang dengan tangan lalu mengencangkan 3/4 putaran, bukan sekuat tenaga.
- **B.** ✓ Langkah 3.
- **C.** ✗ Jebakan: level dicek, tetapi manual meminta pemeriksaan setelah mesin hidup satu menit (langkah 6).
- **D.** ✓ Langkah 4.
- **E.** ✓ Langkah 6.

Jawaban: B, D, dan E.

No. 20 Kunci: B

Konsep: level oli dibaca pada **daerah yang sesuai suhu oli**. Pada suhu rendah (di bawah 40 °C) acuannya daerah COLD; pada suhu kerja acuannya daerah HOT. Karena oli memuai saat panas, tanda untuk dua kondisi berbeda. Level dinyatakan cukup bila permukaan oli berada **di antara MIN dan MAX pada daerah yang dipakai**.

Langkah:

1. Suhu ATF 25 °C < 40 °C → pakai daerah COLD.
2. Letak permukaan oli pada gambar: di dalam daerah HOT, jauh di atas tanda MAX daerah COLD (oli memuai saat panas, sehingga daerah HOT berada lebih tinggi).
3. Karena berada di atas MAX COLD, oli berlebih untuk kondisi dingin.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: permukaan memang di antara MIN dan MAX daerah HOT, tetapi daerah HOT tidak dipakai pada suhu 25 °C.
- **B.** ✓ Daerah COLD dipakai; permukaan di atas MAX-nya, sehingga oli berlebih.
- **C.** ✗ Permukaan oli tidak di bawah, tetapi di atas tanda daerah COLD.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- **D.** ✗ Manual menyediakan daerah COLD justru untuk membaca saat dingin.
- **E.** ✗ Daerah berwarna adalah acuan; permukaan harus di antara MIN dan MAX daerah yang tepat.

Jawaban: B.

No. 21 Kunci: D

Konsep: denah ruang mesin harus dibaca bersama keterangan **arah**: depan mobil di atas, dinding api di bawah, dan sisi pengemudi pada mobil berkemudi kanan berada di **kanan**. Letak komponen dicocokkan dengan dua petunjuk: depan atau dekat dinding api, serta sisi pengemudi atau penumpang.

Langkah:

1. Reservoir minyak rem: dekat dinding api (bagian bawah denah) dan sisi pengemudi (kanan).
2. Posisi dekat dinding api dan di kanan: kotak nomor 4.
3. Cek ulang: nomor 3 dekat dinding api tetapi di sisi penumpang (kotak sekering).

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Nomor 1: depan sisi penumpang (aki).
- **B.** ✗ Nomor 2: depan sisi pengemudi (saringan udara).
- **C.** ✗ Jebakan: nomor 3 dekat dinding api, tetapi di sisi penumpang; ini kotak sekering.
- **D.** ✓ Nomor 4: dinding api sisi pengemudi.
- **E.** ✗ Nomor 5 adalah mesin di tengah.

Jawaban: D.

No. 22 Kunci: C

Konsep: WARNING memperingatkan bahaya yang dapat **melukai pekerja**. **CAUTION** memperingatkan risiko **merusak komponen** atau hasil kerja. **NOTE** memberi **informasi** tambahan.

Langkah: cocokkan tiap kutipan dengan jenis catatannya dan akibat bila diabaikan: (1) WARNING → cedera akibat semburan bahan bakar bertekanan; (2) CAUTION → kerusakan pompa; (3) NOTE → informasi jadwal.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ NOTE hanya informasi jadwal.
- **B.** ✗ Jebakan: arah salah merusak pompa (kerusakan), bukan melukai pekerja secara langsung.
- **C.** ✓ WARNING tentang bahan bakar bertekanan.
- **D.** ✗ Keduanya bukan peringatan cedera.
- **E.** ✗ Hanya WARNING yang berhubungan langsung dengan cedera.

Jawaban: C.

No. 23 Kunci: E

Konsep: spesifikasi tekanan ban berlaku untuk **ban dingin**. Setelah berkendara, udara dalam ban memuai sehingga tekanan naik. Manual memberi perkiraan kenaikannya (0,3 bar), sehingga hasil ukur ban panas dapat dikoreksi.

Langkah:

1. Hasil ukur ban belakang panas: 2,7 bar.
2. Koreksi kenaikan karena panas: 2,7 − 0,3 = 2,4 bar.
3. Bandingkan dengan standar ban belakang dingin: 2,4 bar → sesuai.
4. Kesimpulan: tidak perlu dikurangi.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: mengurangi sampai 2,4 bar saat ban panas membuat tekanan ban dingin menjadi sekitar 2,1 bar (terlalu rendah).
- **B.** ✗ 2,2 bar adalah standar ban depan, bukan belakang.
- **C.** ✗ Manual tidak menyuruh menambah tekanan; standar berlaku untuk ban dingin.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- **D.** ✗ Hasil ukur ban panas dapat dipakai bila dikoreksi dengan catatan manual.
- **E.** ✓ Setelah dikoreksi, 2,4 bar sesuai standar.

Jawaban: E.

No. 24 Kunci: A, C, E

Konsep: manual servis memakai tiga jenis catatan. **WARNING** memperingatkan bahaya cedera, **CAUTION** mencegah kerusakan atau hasil buruk, dan **NOTE** memberi informasi atau angka tambahan. Jawaban yang benar setia pada kalimat manual.

Analisis setiap opsi:
- **A.** ✓ CAUTION: kampas kiri dan kanan diganti sekaligus.
- **B.** ✗ WARNING melarang meniup debu dengan udara.
- **C.** ✓ NOTE: pompa pedal sampai keras sebelum mobil dijalankan.
- **D.** ✗ Jebakan: kelihatan hemat, tetapi bertentangan dengan CAUTION.
- **E.** ✓ NOTE: torsi 35 Nm.

Jawaban: A, C, dan E.

No. 25 Kunci: A, C, D

Konsep: keputusan perawatan memakai **batas pakai**, bukan nilai standar baru. Komponen yang hasil ukurnya melewati batas pakai diganti atau diperbaiki; yang masih dalam batas tetap dipakai.

Langkah: bandingkan tiap baris dengan batas pakainya.
1. Kampas depan: 1,8 mm < 2,0 mm (minimal) → ganti.
2. Cakram depan (tebal): 21,2 mm ≥ 20,0 mm → layak.
3. Olengan cakram depan: 0,12 mm > 0,10 mm (maksimal) → melewati batas.
4. Kampas belakang: 4,5 mm ≥ 2,0 mm → layak.

Analisis setiap opsi:
- **A.** ✓ 1,8 mm di bawah minimum 2,0 mm.
- **B.** ✗ Jebakan: 4,5 mm memang sekitar separuh standar, tetapi batas pakainya 2,0 mm.
- **C.** ✓ 21,2 mm di atas minimum 20,0 mm.
- **D.** ✓ 0,12 mm melebihi maksimum 0,10 mm.
- **E.** ✗ Kampas depan dan olengan cakram sudah melewati batas.

Jawaban: A, C, dan D.

Latihan sub bab 4.1

No. 1 Kunci: B, C, E

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Alat servis khusus seperti treker dan press dipakai agar gaya diberikan dengan benar pada komponen presisi seperti bearing. Pengencangan akhir memakai kunci momen sesuai spesifikasi.

Analisis setiap pernyataan:
- **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: bearing lama memang akan dibuang, tetapi pukulan pahat dapat merusak poros dan dudukan bearing.
- **Pernyataan 2** ✓ Treker menarik bearing dengan gaya merata tanpa memukul poros.
- **Pernyataan 3** ✓ Gaya tekan harus diberikan pada cincin yang dipasang rapat agar bola dan lintasannya tidak rusak.
- **Pernyataan 4** ✗ Panas berlebihan merusak kekerasan bahan bearing dan gemuknya.
- **Pernyataan 5** ✓ Torsi mur as roda menentukan kekencangan bearing dan keamanan roda.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

No. 2 Kunci: A, C, D

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Alat servis khusus dirancang untuk komponen tertentu: universal holder untuk menahan rotor, treker rotor untuk menarik rotor dari poros tirus, dan kunci momen untuk pengencangan sesuai spesifikasi.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ Universal holder menahan rotor tanpa merusaknya sehingga mur dapat dibuka.
- **Pernyataan 2** ✗ Obeng dapat merusak rotor, kumparan, dan bak mesin, serta dapat terlempar.
- **Pernyataan 3** ✓ Treker rotor menarik rotor lurus dan rata dari poros tirus.
- **Pernyataan 4** ✓ Mur rotor harus mencapai torsi yang ditentukan agar rotor tidak kendur.
- **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: pukulan memang sering dipakai untuk melepas komponen macet, tetapi dapat merusak magnet rotor, ujung poros engkol, dan bantalan.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 4.

Latihan sub bab 4.2

No. 1 Kunci: C

Konsep: Alat ukur harus lebih teliti daripada selisih yang ingin dibedakan dan rentangnya harus mencakup ukuran benda. Mikrometer luar untuk diameter luar, dial bore gauge untuk diameter dalam.

Langkah:

1. Selisih standar dan batas aus: 72,00 − 71,95 = 0,05 mm → perlu ketelitian lebih halus dari 0,05 mm, yaitu 0,01 mm.
2. Diameter luar sekitar 72 mm → mikrometer luar dengan rentang 50–75 mm.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: ketelitian 0,05 mm sama besar dengan selisih yang ingin dibedakan, sehingga tidak cukup untuk memastikan ukuran mendekati batas aus.
- **B.** ✗ Ketelitian 0,5 mm terlalu kasar.
- **C.** ✓ Ketelitian 0,01 mm dan rentang 50–75 mm mencakup ukuran piston sekitar 72 mm.
- **D.** ✗ Rentang 75–100 mm tidak dapat mengukur benda 72 mm.
- **E.** ✗ Dial bore gauge mengukur diameter dalam (silinder), bukan diameter luar piston.

Jawaban: C.

No. 2 Kunci: 1S 2B 3B

Konsep: Cylinder bore gauge mengukur diameter dalam silinder di berbagai kedalaman, dial indicator mengukur penyimpangan gerak (run-out), dan hidrometer mengukur berat jenis cairan elektrolit.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: rahang atas jangka sorong memang dapat mengukur diameter dalam, tetapi hanya dekat bibir lubang dan ketelitiannya 0,05 mm; keausan liner di beberapa kedalaman diukur dengan cylinder bore gauge.
- **Pernyataan 2 → Benar.** Dial indicator menunjukkan simpangan permukaan saat flywheel diputar.
- **Pernyataan 3 → Benar.** Hidrometer mengukur berat jenis elektrolit tiap sel untuk menilai kondisi pengisian aki.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Latihan sub bab 4.3

No. 1 Kunci: D

Konsep: tampak depan memperlihatkan **lebar dan tinggi** benda. **Tampak atas** memperlihatkan **lebar dan kedalaman** (arah depan–belakang). Ukuran kedalaman karenanya dibaca dari tampak atas.

Langkah: pada tampak atas, ukuran vertikal pada gambar menunjukkan kedalaman: 50 mm; ukuran horizontal adalah lebar 80 mm; tinggi 30 mm diambil dari tampak depan.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Tampak depan memuat tinggi 30 mm, bukan kedalaman.
- **B.** ✗ Angka 50 ada pada tampak atas.
- **C.** ✗ Tampak atas benar, tetapi 30 mm adalah tinggi.
- **D.** ✓ Tampak atas, 50 mm.
- **E.** ✗ Jebakan: 80 mm adalah lebar, bukan kedalaman.

Jawaban: D.

No. 2 Kunci: C

Konsep: kabel yang inti kawatnya terlihat dapat menyetrum atau menimbulkan korsleting. Alat dengan kabel rusak **tidak dipakai**, **dicabut** dari sumber listrik, **ditandai rusak** (agar tidak dipakai orang lain), dan **dilaporkan** untuk diperbaiki.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Selotip biasa bukan isolasi kabel yang aman.
- **B.** ✗ Jebakan: sarung tangan tidak menjamin aman; kabel retak tetap berbahaya.
- **C.** ✓ Cabut, tandai, laporkan.
- **D.** ✗ Melibatkan orang lain pada bahaya yang sama.
- **E.** ✗ Sambungan tanpa isolasi berbahaya.

Jawaban: C.

Latihan sub bab 4.4

No. 1 Kunci: D

Konsep: Prosedur lift: tempatkan lengan pada titik angkat sesuai manual, angkat sedikit sampai roda lepas dari lantai, periksa kestabilan, lalu angkat ke tinggi kerja dan pasang kunci pengaman sebelum bekerja di bawahnya.

Langkah:

1. Titik angkat harus sesuai manual agar bodi tidak rusak dan mobil tidak tergelincir.
2. Kestabilan diuji saat mobil baru sedikit terangkat agar bila tidak stabil, mobil tidak jatuh dari ketinggian.
3. Kunci pengaman dipasang sebelum bekerja.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: urutannya hampir benar, tetapi kestabilan baru diuji setelah mobil tinggi, saat mobil sudah berbahaya bila jatuh.
- **B.** ✗ Lengan harus diatur sebelum mengangkat, bukan sesudahnya.
- **C.** ✗ Kunci pengaman wajib dipasang sebelum bekerja, bukan "bila perlu".
- **D.** ✓ Titik angkat benar, kestabilan diuji saat masih rendah, dan pengaman dikunci sebelum bekerja.
- **E.** ✗ Bodi sembarang dapat penyok dan membuat mobil tergelincir dari lengan lift.

Jawaban: D.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

No. 2 Kunci: B, C, E

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Alat listrik dan kabel roll dipakai aman bila kabel diurai penuh saat dibebani, isolasi diperiksa sebelum dipakai, steker dicabut dengan memegang badannya, dan sambungan dijauhkan dari air.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: kerapian memang baik, tetapi kabel yang tergulung saat dibebani tidak dapat membuang panas dan dapat meleleh.

• **Pernyataan 2** ✓ Kabel yang terurai dapat membuang panas dengan baik.

• **Pernyataan 3** ✓ Isolasi yang rusak dapat menyebabkan sengatan listrik, terutama di tempat basah.

• **Pernyataan 4** ✗ Menarik kabel dapat merusak sambungan di dalam steker; cabut dengan memegang badan steker.

• **Pernyataan 5** ✓ Air pada sambungan bertegangan dapat menyebabkan hubung singkat dan sengatan listrik.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

Latihan sub bab 4.5

No. 1 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: Alat ukur dibersihkan, dikeringkan, diberi pelindung karat bila perlu, lalu disimpan di kotaknya. Kunci momen tipe klik disimpan pada skala terendah, dan permukaan ukur mikrometer dibiarkan sedikit renggang.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** Pegas yang terus tertekan dapat melemah sehingga kunci momen tidak akurat.

• **Pernyataan 2 → Benar.** Permukaan ukur yang dirapatkan saat disimpan dapat rusak karena perubahan suhu dan karat.

• **Pernyataan 3 → Salah.** Alat ukur logam yang disimpan basah akan berkarat; alat harus dikeringkan dan diberi lapisan tipis minyak pelindung.

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

No. 2 Kunci: B

Konsep: silinder **kerja ganda** digerakkan udara pada kedua sisi pistonnya secara bergantian: saat satu sisi diberi udara, sisi lain dibuang. Karena itu diperlukan **katup 5/2 (atau 4/2)**: dua posisi, dengan saluran masuk dan buang ke kedua sisi. Katup 3/2 cocok untuk silinder kerja tunggal.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: katup 3/2 dipakai untuk silinder kerja tunggal (satu saluran), bukan kerja ganda.

• **B.** ✓ Katup 5/2.

• **C.** ✗ Katup satu arah mencegah aliran balik, bukan mengatur arah silinder.

• **D.** ✗ Katup pelepas membatasi tekanan.

• **E.** ✗ Silinder kerja ganda tidak memakai pegas pengembali.

Jawaban: B.

Latihan sub bab 4.6

No. 1 Kunci: B

Konsep: Jadwal perawatan dapat berdasarkan waktu kalender atau jam operasi. Jadwal berikutnya = waktu terakhir dikerjakan + selang jadwal; pekerjaan terlambat bila waktu sekarang sudah melewatinya.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Langkah:

1. Buang air: sudah dikerjakan pagi ini → tidak terlambat.
2. Level oli: 10 Mei + 1 minggu = 17 Mei → lewat.
3. Filter: 1.300 + 250 = 1.550 jam → belum (masih 10 jam).
4. Ganti oli: 1.000 + 500 = 1.500 jam → lewat (1.540).
5. Katup pengaman: 15 Januari + 6 bulan = 15 Juli → belum.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Filter baru jatuh pada jam ke-1.550, sedangkan sekarang jam ke-1.540.
- **B.** ✓ Level oli lewat sejak 17 Mei dan ganti oli lewat sejak jam ke-1.500.
- **C.** ✗ Buang air sudah dikerjakan pagi ini, dan katup pengaman baru jatuh 15 Juli.
- **D.** ✗ Ganti oli memang lewat, tetapi katup pengaman baru jatuh 15 Juli.
- **E.** ✗ Jebakan: level oli memang lewat, tetapi filter masih 10 jam lagi.

Jawaban: B.

No. 2 Kunci: E

Konsep: pada skema kelistrikan, **titik pada perpotongan** berarti kedua kabel **tersambung**. Perpotongan **tanpa titik** berarti kabel hanya **melintas** tanpa tersambung.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Gambar P tanpa titik tidak tersambung.
- **B.** ✗ Gambar Q bertitik sehingga tersambung.
- **C.** ✗ Terbalik.
- **D.** ✗ Ketebalan garis tidak menentukan sambungan.
- **E.** ✓ P tanpa titik: tidak tersambung. Q ada titik: tersambung.

Jawaban: E.

Kuis Akhir Bab 4

No. 1 Kunci: B

Konsep: ECU menyimpan **kode gangguan (DTC)** ketika sensor atau sistem memberikan nilai di luar batas. **Alat pindai** membaca kode itu sehingga arah pemeriksaan jelas sebelum membongkar komponen.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: tegangan aki dapat memengaruhi, tetapi bukan satu-satunya penyebab.
- **B.** ✓ Alat pindai membaca kode gangguan.
- **C.** ✗ Kurang tenaga bisa dari banyak sebab, bukan hanya kompresi.
- **D.** ✗ Hidrometer mengukur berat jenis elektrolit.
- **E.** ✗ Timing light memeriksa saat pengapian, bukan seluruh data ECU.

Jawaban: B.

No. 2 Kunci: B, D, E

Konsep: beban tergantung berbahaya. Aturan dasar: kapasitas alat **lebih besar** daripada beban; beban dikait pada **titik angkat yang dirancang**; angkat sedikit dan **uji kestabilan**; mesin digerakkan **serendah mungkin**; **tidak ada orang di bawah beban**.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Berada di bawah beban tergantung dapat tertimpa bila rantai terlepas.
- **B.** ✓ Kapasitas 500 kg di atas beban 180 kg.
- **C.** ✗ Jebakan: bebas dari penghalang terdengar aman, tetapi beban tinggi membuat derek tidak stabil.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- **D.** ✓ Pengait pada blok dirancang untuk mengangkat.
- **E.** ✓ Uji kestabilan lebih dulu.

Jawaban: B, D, dan E.

No. 3 Kunci: A

Konsep: seal poros terdiri atas cincin logam atau karet keras di luar dan **bibir** karet yang halus di dalam. Seal harus masuk **rata dan lurus**, ditekan pada **tepi luarnya** dengan alat yang berdiameter hampir sama dengan seal (pemasang seal). Memukul bibir atau memasukkan miring merobek bibir dan membuat oli bocor.

Langkah:

1. Pilih pemasang seal yang diameternya sesuai.
2. Letakkan rata pada tepi luar seal yang sejajar dengan rumahnya.
3. Ketuk perlahan dengan palu karet sampai seal rata dengan rumah.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Alat dan cara sesuai.
- **B.** ✗ Memukul bagian tengah dengan palu besi merusak bibir seal.
- **C.** ✗ Obeng menekan bibir dalam, bukan tepi luar, dan dapat merobeknya.
- **D.** ✗ Memasukkan miring membuat seal tidak rata dan bibirnya rusak.
- **E.** ✗ Jebakan: palu karet lunak, tetapi memukul satu sisi membuat seal miring.

Jawaban: A.

No. 4 Kunci: E

Konsep: pekerjaan yang mensyaratkan **nilai torsi** memerlukan **kunci momen**. Kunci biasa dengan tenaga tangan tidak dapat memastikan nilai tertentu dan berisiko terlalu longgar atau terlalu kencang.

Langkah: nilai tiap baris.

1. Kunci saringan pita cocok untuk benda silinder licin: sesuai.
2. Pemasang seal sesuai diameter memukul rata pada tepi luar seal: sesuai.
3. Kunci flare nut mencengkeram mur pipa rem tanpa membulatkan: sesuai.
4. Baut kepala silinder 70 Nm: perlu kunci momen: tidak sesuai.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Kunci pita memang dibuat untuk benda silinder.
- **B.** ✗ Seal tidak dipukul langsung; ia dipasang dengan pemasang seal.
- **C.** ✗ Kunci flare nut dirancang untuk mur pipa rem.
- **D.** ✗ Jebakan: pernyataan "semua cocok" terdengar aman, tetapi baris keempat tidak sesuai.
- **E.** ✓ Nilai torsi tertentu perlu kunci momen.

Jawaban: E.

No. 5 Kunci: B, D, E

Konsep: baut berkarat terkunci oleh karat pada ulir. Cairan penembus meresap ke celah ulir dan melonggarkan karat. Kunci **enam titik** terpasang penuh mencegah baut membulat. Tenaga diberikan **perlahan** agar baut tidak patah. Api dan bahan mudah terbakar tidak boleh berdekatan.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Menyentak dengan perpanjangan dapat mematahkan baut dan melukai tangan.
- **B.** ✓ Cairan penembus dan waktu tunggu.
- **C.** ✗ Jebakan: selang bensin di dekat api berbahaya, walaupun "terlindung" tidak aman.
- **D.** ✓ Kunci enam titik terpasang penuh dan tegak lurus.
- **E.** ✓ Tarikan perlahan dan terkendali.

Jawaban: B, D, dan E.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

No. 6 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: pada mesin berputar, benda kerja yang tidak dijepit dapat ikut berputar, dan rambut, pakaian, atau sarung tangan dapat tergulung. Mata bor diganti hanya saat mesin **berhenti total**.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 – Benar.** Menjepit mencegah plat berputar bersama mata bor.
- **Pernyataan 2 – Salah.** Jebakan: pelan bukan berarti aman; mata bor harus berhenti total.
- **Pernyataan 3 – Benar.** Rambut panjang dan sarung tangan dapat tergulung.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 7 Kunci: D

Konsep: celah elektroda busi adalah jarak kecil antara dua elektroda. Alat yang cocok adalah **feeler gauge (kawat)** atau alat penyetel celah busi, yang disisipkan di celah dan dipilih ketebalannya sesuai spesifikasi.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Skala mistar 1 mm terlalu kasar untuk celah 0,8–0,9 mm.
- **B.** ✗ Dial gauge mengukur perpindahan permukaan, bukan celah antar-elektroda.
- **C.** ✗ Celah adalah besaran jarak, bukan besaran listrik.
- **D.** ✓ Feeler kawat disisipkan di antara elektroda.
- **E.** ✗ Kunci momen mengukur torsi, bukan celah.

Jawaban: D.

No. 8 Kunci: E

Konsep: muatan aki dinyatakan dalam ampere-jam (Ah). Waktu pengisian = muatan yang harus diisi ÷ arus pengisian. Muatan yang harus diisi adalah bagian yang **kosong**.

Langkah:

1. Arus = 1/10 × 70 Ah = 7 A.
2. Muatan sisa 30 % → kosong 70 %. Muatan yang harus diisi = 0,70 × 70 Ah = 49 Ah.
3. Waktu = 49 Ah ÷ 7 A = 7 jam.
4. Cek ulang: bila aki kosong total, waktu = 70 ÷ 7 = 10 jam; sisa 30 % sehingga lebih singkat, yaitu 7 jam.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: 10 jam benar bila aki kosong total; aki ini masih terisi 30 %.
- **B.** ✗ 3 jam memakai 30 % sebagai bagian yang diisi, padahal 30 % adalah bagian yang sudah terisi.
- **C.** ✗ Muatan (Ah) bukan arus (A).
- **D.** ✗ Arus 70 A jauh melebihi petunjuk dan merusak aki.
- **E.** ✓ 7 A dan 7 jam.

Jawaban: E.

No. 9 Kunci: A, C, D

Konsep: alat diagnosis dipilih menurut **besaran** yang perlu diperiksa: tekanan oli → pengukur tekanan oli; kebocoran pendingin → penguji tekanan pendingin; kode gangguan → alat pindai; kelengkungan → dial gauge; tegangan → multimeter.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Pengukur tekanan oli.
- **B.** ✗ Jebakan: feeler gauge mengukur celah, sedangkan kelengkungan poros diukur dengan dial gauge.
- **C.** ✓ Penguji tekanan sistem pendingin.
- **D.** ✓ Alat pindai membaca kode gangguan.
- **E.** ✗ Manometer mengukur tekanan; tegangan aki diukur dengan multimeter.

Jawaban: A, C, dan D.

No. 10 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: kunci momen dirancang untuk **mengencangkan** sampai nilai torsi; memakainya untuk melonggarkan merusak mekanismenya. Kunci ring atau soket **enam titik** mencengkeram seluruh keliling kepala baut sehingga baut tidak mudah membulat. Perpanjangan seperti pipa dapat mematahkan kunci dan membuat tangan terpukul.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 – Benar.** Kunci momen untuk mengencangkan.
- **Pernyataan 2 – Salah.** Jebakan: pipa menambah tenaga, tetapi berisiko mematahkan kunci dan melukai.
- **Pernyataan 3 – Benar.** Soket enam titik mencengkeram merata.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 11 Kunci: A, C, E

Konsep: hasil mikrometer bergantung pada tekanan ukur, kebersihan, nol alat, suhu, dan titik ukur. **Ratchet** membatasi tekanan agar seragam. Benda panas memuai sehingga ukurannya berubah. Jurnal diukur di beberapa titik dan arah untuk menilai **keausan** dan **keovalan**.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Ratchet menyeragamkan tekanan.
- **B.** ✗ Benda panas memuai sehingga hasil keliru; tunggu sampai suhu ruang.
- **C.** ✓ Bersih dan nol diperiksa.
- **D.** ✗ Jebakan: terjepit erat tampak stabil, tetapi memutar kuat menekan benda dan merusak alat serta hasil.
- **E.** ✓ Beberapa titik dan arah.

Jawaban: A, C, dan E.

No. 12 Kunci: B

Konsep: alat dipilih menurut **bentuk, letak, dan ukuran** benda kerja. Busi terpasang dalam di lubang sempit, dengan kepala segi enam berukuran khusus dan porselen yang mudah retak. **Kunci busi** berupa soket panjang (sering berlapis karet di dalamnya) sehingga dapat masuk, mencengkeram kepala busi merata, dan melindungi porselen.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Tang tidak muat di lubang dalam dan dapat membulatkan kepala busi atau memecahkan porselen.
- **B.** ✓ Soket panjang menjangkau busi dan mencengkeram merata.
- **C.** ✗ Jebakan: kunci pas tidak dapat masuk ke lubang dalam dan tidak mencengkeram kepala busi dengan baik.
- **D.** ✗ Obeng bukan alat pelepas ulir dan dapat merusak ulir.
- **E.** ✗ Rahang kunci inggris longgar dan tidak muat di lubang busi.

Jawaban: B.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

No. 13 Kunci: A

Konsep: alat pneumatik dirancang untuk tekanan kerja tertentu. Tekanan di atas batas merusak alat dan membahayakan pengguna. Tekanan tangki lebih tinggi daripada tekanan alat, sehingga **regulator** menurunkannya ke nilai yang sesuai.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Tidak melebihi 7 bar.
- **B.** ✗ 10 bar melebihi batas alat.
- **C.** ✗ 12 bar lebih berbahaya lagi.
- **D.** ✗ Tekanan terlalu rendah membuat alat tidak bekerja baik.
- **E.** ✗ Alat tidak mengatur tekanannya sendiri.

Jawaban: A.

No. 14 Kunci: C

Konsep: olengan (run-out) adalah penyimpangan permukaan saat benda berputar, diukur dengan **dial gauge** pada dudukan yang diam sementara benda diputar. Alat harus cukup teliti dibanding batas: batas 0,10 mm menuntut ketelitian beberapa kali lebih baik, misalnya 0,01 mm.

Langkah:

1. Besaran: olengan saat berputar → perlu alat yang menyentuh permukaan yang diputar.
2. Ketelitian: batas 0,10 mm → butuh ketelitian jauh di bawah itu (0,01 mm).
3. Dari tabel: hanya dial gauge memenuhi kedua syarat.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Mistar baja 1 mm terlalu kasar.
- **B.** ✗ Jebakan: ketelitian 0,05 mm tampak cukup, tetapi jangka sorong tidak dapat dipasang pada benda berputar.
- **C.** ✓ Dial gauge cocok.
- **D.** ✗ Feeler gauge mengukur celah, bukan olengan.
- **E.** ✗ Merata-ratakan dua alat yang tidak sesuai tidak memperbaiki hasil.

Jawaban: C.

No. 15 Kunci: D

Konsep: perawatan perkakas tangan: **bersihkan** kotoran, **hilangkan** karat tipis, **keringkan**, beri **lapisan pelindung tipis**, simpan di tempat **kering dan tetap**. Air dan lembap mempercepat karat; gemuk tebal membuat kunci licin dan kotor.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Bensin mudah terbakar; tidak dilap membuat kunci tetap kotor.
- **B.** ✗ Air mempercepat karat, apalagi disimpan tertutup.
- **C.** ✗ Gemuk tebal membuat permukaan kerja licin sehingga mudah tergelincir.
- **D.** ✓ Bersih, hilangkan karat, kering, minyak tipis.
- **E.** ✗ Jebakan: amplas kasar merusak ukuran rongga kunci, dan disimpan basah memicu karat.

Jawaban: D.

No. 16 Kunci: E

Konsep: impact wrench cepat tetapi torsinya **tidak terkendali**. Torsi terlalu besar dapat merusak ulir dan melengkungkan cakram, torsi kurang membuat roda lepas. Karena itu pengencangan **akhir** memakai **kunci momen** pada nilai manual.

Langkah:

1. Longgarkan dan kencangkan awal dengan impact wrench (tekanan sedang).
2. Pengencangan akhir bersilang dengan kunci momen yang diatur 100 Nm.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Torsi impact wrench tidak terukur dan dapat melebihi 100 Nm.
- **B.** ✗ Tenaga tangan tidak terukur.
- **C.** ✗ Jebakan: tanda mur menunjukkan sudah dikencangkan, bukan torsinya benar.
- **D.** ✗ 150 Nm melebihi spesifikasi.
- **E.** ✓ Awal dengan impact wrench, akhir dengan kunci momen 100 Nm.

Jawaban: E.

No. 17 Kunci: C

Konsep: sebelum lift diturunkan, **area di bawah dan sekitar mobil harus bebas dari orang dan peralatan**. Setelah itu kunci pengaman dilepas, lalu lift diturunkan perlahan dengan pengawasan.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Langsung menurunkan dapat menjepit alat atau orang.
- **B.** ✗ Jebakan: melepas kunci pengaman perlu dilakukan, tetapi bukan yang pertama; area harus bebas dulu.
- **C.** ✓ Area bebas dan aman.
- **D.** ✗ Menyalakan mesin tidak berkaitan dengan keselamatan menurunkan lift.
- **E.** ✗ Berdiri di bawah mobil yang turun sangat berbahaya.

Jawaban: C.

No. 18 Kunci: C

Konsep: simpangan = bacaan − nilai acuan. Alat lolos bila **setiap titik** berada dalam batas simpangan. Rata-rata tidak boleh dipakai untuk menutupi satu titik yang melewati batas.

Langkah:

1. 5 mm: +0,002; 10 mm: +0,004; 15 mm: −0,004; 20 mm: +0,007; 25 mm: +0,003.
2. Batas ±0,005: hanya titik 20 mm (+0,007) yang melewati.
3. Karena ada titik di luar batas, alat tidak lolos dan perlu dikalibrasi atau diperbaiki.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Batasnya ±0,005 mm, bukan 0,01 mm.
- **B.** ✗ Simpangan −0,004 mm masih dalam batas ±0,005.
- **C.** ✓ Titik 20 mm melewati batas.
- **D.** ✗ Simpangan +0,004 mm dalam batas, dan bukan yang terbesar.
- **E.** ✗ Jebakan: rata-rata kecil, tetapi satu titik yang melewati batas sudah membuat alat tidak lolos.

Jawaban: C.

No. 19 Kunci: A, C, E

Konsep: catatan perawatan adalah **bukti** dan **dasar penjadwalan**. Ia memuat identitas alat, tanggal, tindakan dan hasil, serta pelaksana, dan diisi **saat pekerjaan selesai**.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Tanggal dan identitas alat.
- **B.** ✗ "Baik" tanpa rincian tidak dapat ditelusuri.
- **C.** ✓ Tindakan dan hasil.
- **D.** ✗ Jebakan: ringkas, tetapi ingatan tidak akurat; catatan harus diisi saat pekerjaan selesai.
- **E.** ✓ Pelaksana dapat dimintai keterangan.

Jawaban: A, C, dan E.

No. 20 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: perawatan alat meliputi pembersihan, penyimpanan di tempat tetap, dan **pelaporan kerusakan** agar alat diperbaiki dan tidak dipakai berikutnya dalam keadaan rusak.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 – Benar.** Kotoran mempercepat karat.

• **Pernyataan 2 – Benar.** Tempat tetap memudahkan pemeriksaan kelengkapan.

• **Pernyataan 3 – Salah.** Jebakan: tidak melapor tampak praktis, tetapi pengguna berikutnya dapat celaka.

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

No. 21 Kunci: B

Konsep: jack stand menahan bagian beban yang berada di sisi yang diangkat. Kecukupan dinilai dengan membandingkan beban per penopang dengan kapasitasnya.

Langkah:

1. Beban pada poros depan = 55 % × 2,4 ton = 1,32 ton.
2. Dibagi dua jack stand: 1,32 ÷ 2 = 0,66 ton per jack stand.
3. Kapasitas tiap jack stand 1,5 ton > 0,66 ton → aman, dengan batas aman masih besar.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Beban dibagi dua jack stand, bukan satu.

• **B.** ✓ 0,66 ton per jack stand < 1,5 ton.

• **C.** ✗ Jebakan: aturan itu tidak berlaku, karena hanya sebagian berat mobil yang ditopang tiap jack stand.

• **D.** ✗ Jack stand ketiga tidak diperlukan.

• **E.** ✗ Soal menyebut 55 % berat mobil pada poros depan.

Jawaban: B.

No. 22 Kunci: D

Konsep: jack stand harus menopang pada bagian yang **dirancang menahan beban mobil**, yaitu rangka atau titik penopang pabrikan. Komponen tipis atau berisi cairan (bak oli, pipa knalpot, tangki) mudah penyok atau bocor dan tidak kuat menahan beban.

Langkah:

1. Baca manual: rangka memanjang dekat titik angkat; hindari bak oli, pipa knalpot, tangki.
2. Cocokkan dengan gambar: S berada pada rangka dekat titik angkat; P bak oli; Q pipa knalpot; R tangki.
3. Pilih S.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Bak oli tipis dan akan penyok atau pecah.

• **B.** ✗ Pipa knalpot tidak dirancang menahan beban mobil.

• **C.** ✗ Jebakan: permukaan luas, tetapi tangki berisi bahan bakar dan mudah rusak.

• **D.** ✓ Rangka memanjang dekat titik angkat.

• **E.** ✗ Dongkrak buaya hanya mengangkat; yang menopang adalah jack stand.

Jawaban: D.

No. 23 Kunci: A

Konsep: jatuh tempo kalibrasi = tanggal kalibrasi terakhir + interval. Alat boleh dipakai bila tanggal pemakaian **belum melewati** jatuh tempo.

Langkah:

1. Kunci momen A: 20 Maret 2026 + 12 bulan = 20 Maret 2027 → belum lewat pada 15 Maret → boleh.
2. Mikrometer B: 10 Februari 2026 + 12 bulan = 10 Februari 2027 → sudah lewat → tidak boleh.
3. Dial gauge C: 5 September 2026 + 6 bulan = 5 Maret 2027 → sudah lewat → tidak boleh.
4. Jangka sorong D: 1 Desember 2026 + 6 bulan = 1 Juni 2027 → boleh.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ A dan D.
- **B.** ✗ B dan C sudah lewat jatuh tempo.
- **C.** ✗ D juga masih berlaku.
- **D.** ✗ Kalibrasi bukan soal rusak atau tidak, melainkan jatuh tempo.
- **E.** ✗ Jebakan: dial gauge C tampak baru (September), tetapi intervalnya 6 bulan sehingga sudah lewat.

Jawaban: A.

No. 24 Kunci: B, D, E

Konsep: lift hanya aman bila **kapasitas** melebihi berat, lengan berada pada **titik angkat pabrikan**, mobil diuji **stabil** pada ketinggian rendah, dan **kunci pengaman** terpasang sebelum orang bekerja di bawahnya. Melepas komponen berat mengubah pusat gravitasi, sehingga perlu penopang tambahan.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Menurunkan tanpa memeriksa area dapat melukai orang atau alat di bawah.
- **B.** ✓ Titik angkat tepat dan uji stabil.
- **C.** ✗ Jebakan: mobil sudah terangkat, tetapi melepas komponen berat menggeser keseimbangan dan dapat menjatuhkan mobil.
- **D.** ✓ Kunci pengaman terpasang.
- **E.** ✓ 3.500 kg > 1.400 kg.

Jawaban: B, D, dan E.

No. 25 Kunci: B, C, E

Konsep: jadwal perawatan menetapkan **tindakan** dan **intervalnya**. Tindakan dilakukan bila intervalnya terpenuhi; tindakan yang belum jatuh tempo tidak harus dilakukan, dan tindakan yang bertentangan dengan tabel salah.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: kalibrasi tiap 12 bulan, dan baru lima bulan; yang wajib tiap pemakaian adalah mengembalikan ke skala terendah.
- **B.** ✓ Kuras tangki setiap hari kerja.
- **C.** ✓ Sudah 8 jam pemakaian.
- **D.** ✗ Tabel menyatakan skala terendah, agar pegas tidak tertekan.
- **E.** ✓ Bilas setiap selesai dipakai.

Jawaban: B, C, dan E.

Latihan sub bab 5.1

No. 1 Kunci: B

Konsep: Menurut hukum Ohm, I = V / R. Hambatan yang jauh lebih kecil membuat arus jauh lebih besar. Injektor hambatan rendah yang dipasang pada sistem untuk injektor hambatan tinggi menarik arus berlebih yang dapat merusak rangkaian penggerak di ECU.

Langkah:

1. Injektor normal: 12 V ÷ 12 Ω ≈ 1 A.
2. Injektor 3: 12 V ÷ 2,4 Ω = 5 A → sekitar 5 kali lipat.
3. Injektor 3 di luar spesifikasi 11–13 Ω → tidak sesuai jenis.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Hambatan kecil bukan tanda baik; arus menjadi jauh melebihi rancangan.
- **B.** ✓ Arus 5 A dibanding sekitar 1 A dapat merusak rangkaian penggerak injektor di ECU.
- **C.** ✗ Injektor 1, 2, dan 4 masih di dalam spesifikasi 11–13 Ω.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- **D.** ✗ Jebakan: tidak putus bukan berarti normal; nilainya harus sesuai spesifikasi.
- **E.** ✗ Salah hitung: 2,4 ÷ 12 = 0,2; yang benar I = V ÷ R = 12 ÷ 2,4 = 5 A.

Jawaban: B.

No. 2 Kunci: C

Konsep: Hukum Ohm: I = V / R. Pada rangkaian paralel, arus total adalah jumlah arus setiap cabang; cabang yang putus tidak dialiri arus sehingga arus total berkurang sebesar arus cabang itu.

Langkah:

1. Arus satu busi: 12,0 V ÷ 1,0 Ω = 12 A.
2. Empat busi normal: 4 × 12 = 48 A.
3. Terukur 36 A = 3 × 12 A → satu busi tidak dialiri arus (putus).
4. Ukur hambatan setiap busi; busi yang terbaca tak terhingga diganti.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: 36 ÷ 4 = 9 A menganggap keempat busi bekerja, padahal dengan 12 V dan 1,0 Ω setiap busi seharusnya menarik 12 A.
- **B.** ✗ Tegangan di terminal busi 12,0 V, jadi aki dan suplai listriknya tidak lemah.
- **C.** ✓ Kekurangan arus 12 A sama dengan arus satu busi; busi yang putus dicari dengan mengukur hambatannya.
- **D.** ✗ Arus 24 A per busi berarti hambatan 0,5 Ω, tidak sesuai manual.
- **E.** ✗ Relay yang rusak akan menurunkan tegangan di busi, sedangkan tegangannya 12,0 V.

Jawaban: C.

Latihan sub bab 5.2

No. 1 Kunci: E

Konsep: Bohlam sein disusun paralel, sehingga bila satu bohlam putus, bohlam lain tetap menyala. Flasher merasakan arus total yang berkurang dan berkedip lebih cepat sebagai tanda ada bohlam yang putus.

Langkah:

1. Sein kanan normal → flasher, aki, dan sumber listrik normal.
2. Sein kiri belakang tidak menyala → bohlam putus atau soketnya bermasalah.
3. Arus total sisi kiri berkurang → flasher berkedip cepat.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Rangkaian paralel; satu bohlam putus tidak mematikan yang lain.
- **B.** ✗ Jebakan: kedip cepat memang berasal dari flasher, tetapi flasher yang sama normal untuk sisi kanan, jadi flasher tidak rusak.
- **C.** ✗ Bila aki lemah, sein kanan juga akan terganggu.
- **D.** ✗ Saklar yang aus membuat sein kiri tidak menyala sama sekali, bukan berkedip cepat.
- **E.** ✓ Bohlam belakang yang putus mengurangi arus sehingga flasher berkedip cepat; mengganti bohlam mengembalikan kedip normal.

Jawaban: E.

No. 2 Kunci: A, D

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Rangkaian seri aki: positif ke negatif, tegangan dijumlahkan, kapasitas tetap. Rangkaian paralel: positif ke positif, tegangan tetap, kapasitas dijumlahkan. Aki dalam satu rangkaian sebaiknya sama jenis dan kapasitasnya.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Rangkaian seri menghubungkan kutub berlawanan antar-aki sehingga tegangannya dijumlahkan.

• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: kapasitas bertambah pada rangkaian paralel; pada rangkaian seri kapasitasnya tetap 100 Ah.

• **Pernyataan 3** ✗ Kapasitas yang berbeda membuat aki kecil lebih cepat kosong dan rusak, dan kapasitas rangkaian turun menjadi 70 Ah.

• **Pernyataan 4** ✓ Aki yang sama jenis dan kapasitasnya terisi dan terkuras seimbang pada rangkaian seri.

• **Pernyataan 5** ✗ Rangkaian paralel dua aki 12 V tetap menghasilkan 12 V, bukan 24 V.

Jawaban: pernyataan 1, 4.

Latihan sub bab 5.3

No. 1 Kunci: B, C, D, E

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Pengukuran arus: multimeter dipasang seri, probe dipindah ke lubang arus, mulai dari batas ukur terbesar. Untuk arus bocor kendaraan, tunggu modul elektronik masuk mode tidur sebelum membaca.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: pada mode arus, multimeter hampir tanpa hambatan; memasangnya di antara kedua kutub aki sama dengan menghubungsingkat aki.

• **Pernyataan 2** ✓ Arus diukur dengan menyisipkan multimeter ke jalur arus (seri).

• **Pernyataan 3** ✓ Batas ukur terbesar melindungi multimeter dan sekringnya dari arus awal yang besar.

• **Pernyataan 4** ✓ Bila sekring arus multimeter putus, layar menunjukkan 0 A walaupun ada arus bocor, sehingga hasil ukur menyesatkan.

• **Pernyataan 5** ✓ Sesaat setelah mobil dimatikan, beberapa modul masih aktif sehingga arus awal lebih besar dari arus bocor sebenarnya.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 4, 5.

No. 2 Kunci: B, C, E

Konsep: gerinda tangan berputar sangat cepat. **Pelindung** menahan serpihan bila cakram pecah. Percikan diarahkan menjauhi tubuh dan bahan mudah terbakar. Cakram diperiksa tidak retak dan **putaran maksimumnya** tidak lebih rendah daripada putaran gerinda. **Cakram potong** hanya untuk memotong, bukan diasah dari samping.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Melepas pelindung membahayakan bila cakram pecah.

• **B.** ✓ Arah percikan aman.

• **C.** ✓ Cakram diperiksa.

• **D.** ✗ Jebakan: cakram potong tipis menjadi pecah bila ditekan dari samping.

• **E.** ✓ Dua tangan dan dimatikan sebelum diletakkan.

Jawaban: B, C, dan E.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Latihan sub bab 5.4

No. 1 Kunci: A

Konsep: Saat mesin hidup, alternator menghasilkan arus bolak-balik yang disearahkan dioda lalu diatur regulator sehingga tegangan aki naik ke 13,8–14,8 V. Bila tegangan tidak naik atau malah turun, sistem pengisian tidak bekerja.

Langkah:

1. Mesin mati 12,5 V → aki terisi baik.
2. Mesin hidup tegangan justru turun (12,4 → 12,3 V) dan jauh di bawah 13,8 V → tidak ada pengisian.
3. Aki baru yang cepat tekor sesuai dengan sistem pengisian yang tidak bekerja.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Tegangan tidak naik ke rentang pengisian, sehingga bagian penghasil, penyearah, dan pengatur pengisian perlu diperiksa.
- **B.** ✗ Jebakan: tegangan turun saat mesin hidup karena beban listrik dipikul aki sendiri tanpa pengisian, bukan karena aki rusak.
- **C.** ✗ Saat pengisian bekerja, tegangan justru naik ke 13,8–14,8 V, termasuk saat idle.
- **D.** ✗ Tegangan justru terlalu rendah, bukan terlalu tinggi.
- **E.** ✗ Pengukuran dilakukan langsung di kutub aki, sehingga kabel massa tidak memengaruhi bacaan; saat mesin mati pun bacaannya normal (12,5 V).

Jawaban: A.

No. 2 Kunci: E

Konsep: Resistor yang dipasang seri dengan motor blower menurunkan arus sehingga putaran motor lebih lambat. Makin banyak bagian resistor yang dilewati, makin pelan putarannya. Bila satu bagian putus, semua kecepatan yang arusnya melewati bagian itu ikut mati.

Langkah:

1. Kecepatan 4 bekerja → motor, sekring, dan suplai baik.
2. Kecepatan 1, 2, dan 3 sama-sama melewati bagian M–3.
3. Hasil ukur M–3 = ∞ → bagian itu putus; bagian lain masih berhambatan wajar.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Motor blower bekerja normal di kecepatan 4.
- **B.** ✗ Hambatan 1,2 Ω masih wajar, dan bagian 2–1 hanya dilewati kecepatan 1, padahal kecepatan 2 dan 3 juga mati.
- **C.** ✗ Jebakan: saklar memang dapat menyebabkan gejala serupa, tetapi hasil ukur menunjukkan bagian M–3 putus.
- **D.** ✗ Sekring putus akan mematikan kecepatan 4 juga.
- **E.** ✓ Bagian M–3 dilewati oleh kecepatan 1, 2, dan 3, dan hasil ukurnya tak terhingga.

Jawaban: E.

Latihan sub bab 5.5

No. 1 Kunci: D

Konsep: ECU memakai sinyal sensor posisi poros engkol (CKP) untuk mengetahui putaran dan posisi piston. Tanpa sinyal itu, ECU tidak memberi perintah pengapian maupun penyemprotan, dan putaran mesin terbaca 0 rpm.

Langkah:

1. Pengapian dan injeksi sama-sama berhenti → penyebabnya hal yang dipakai keduanya.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

2. Scan tool membaca 0 rpm padahal mesin diputar starter → ECU tidak menerima sinyal putaran.
3. Kesimpulan: sinyal CKP tidak sampai ke ECU.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Pompa bensin tidak memengaruhi percikan busi dan pembacaan rpm.
- **B.** ✗ Empat busi rusak bersamaan sangat jarang, dan tidak menjelaskan injektor yang diam.
- **C.** ✗ Motor starter berputar normal, jadi aki cukup kuat.
- **D.** ✓ Tanpa sinyal CKP, ECU tidak mengetahui mesin berputar sehingga pengapian dan injeksi tidak diaktifkan.
- **E.** ✗ Jebakan: koil rusak memang menghilangkan percikan api, tetapi tidak membuat injektor berhenti dan rpm terbaca 0.

Jawaban: D.

No. 2 Kunci: A, C, E

Konsep: udara kompresor mengandung **uap air** yang mengembun, sehingga perlu **filter** dan penguras. Alat pukul seperti impact wrench memerlukan pelumas, tetapi **spray gun** memerlukan udara **bebas minyak**. Tekanan tidak boleh melebihi tekanan kerja alat. Aksesori diganti setelah selang dilepas agar alat tidak menyala tiba-tiba.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Filter dan penguras kondensat.
- **B.** ✗ Spray gun tidak boleh memakai pelumas.
- **C.** ✓ Udara bebas minyak untuk pengecatan.
- **D.** ✗ Jebakan: selang kuat tidak menjamin alat aman dari tekanan berlebih.
- **E.** ✓ Lepas selang sebelum ganti aksesori.

Jawaban: A, C, dan E.

Kuis Akhir Bab 5

No. 1 Kunci: B, D, E

Konsep: $V = I \times R$ dan $P = V \times I$. Pada hambatan tetap, arus sebanding dengan tegangan; pada tegangan tetap, arus berbanding terbalik dengan hambatan.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ $2\ A \times 5\ \Omega = 10\ V$, bukan 2,5 V.
- **B.** ✓ $12 \div 4 = 3\ A$.
- **C.** ✗ Jebakan: hambatan dua kali lebih besar membuat arus menjadi **setengah**.
- **D.** ✓ $36 \div 12 = 3\ A$.
- **E.** ✓ Arus sebanding dengan tegangan pada hambatan tetap.

Jawaban: B, D, dan E.

No. 2 Kunci: B

Konsep: arus beban $I = P \div V$. **Sekering** melindungi **kabel**: ia harus **lebih besar** daripada arus beban normal (agar tidak putus sendiri) tetapi **lebih kecil** daripada batas arus kabel (agar putus sebelum kabel terbakar).

Langkah:

1. Arus klakson = $96\ W \div 12\ V = 8\ A$.
2. Batas kabel = 15 A.
3. Syarat: $8\ A < \text{sekering} < 15\ A$ → hanya 10 A.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ 5 A lebih kecil daripada 8 A sehingga akan putus saat klakson dibunyikan.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- **B.** ✓ 10 A berada di antara 8 A dan 15 A.
- **C.** ✗ Sekering 20 A melebihi batas kabel; kabel dapat terbakar sebelum sekering putus.
- **D.** ✗ Jebakan: "makin besar makin aman" salah; sekering terlalu besar tidak melindungi kabel.
- **E.** ✗ Rangkaian tanpa sekering berbahaya walau dipakai sebentar.

Jawaban: B.

No. 3 Kunci: A, C, E

Konsep: arus = daya ÷ tegangan, dan arus total = jumlah arus semua beban paralel (atau jumlah daya ÷ tegangan).

Langkah:

1. Daya total = 110 + 120 + 60 + 72 + 96 = 458 W → 458 ÷ 12 ≈ 38,2 A (di bawah 40 A).
2. Tambah lampu kabut 2 × 55 = 110 W → 568 W → 568 ÷ 12 ≈ 47,3 A (melebihi 40 A).
3. Kipas radiator: 120 ÷ 12 = 10 A.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ 38,2 A.
- **B.** ✗ Penambahan beban menaikkan arus.
- **C.** ✓ 47,3 A melebihi 40 A.
- **D.** ✗ Jebakan: 20 A berasal dari 120 ÷ 6 (tegangan salah).
- **E.** ✓ 120 ÷ 12 = 10 A.

Jawaban: A, C, dan E.

No. 4 Kunci: A

Konsep: daya $P = V^2 \div R$. Bila hambatan tetap, daya berbanding lurus dengan **kuadrat** tegangan: P baru = P lama × (V baru ÷ V lama)^2.

Langkah:

1. Hambatan lampu $R = V^2 \div P = 144 \div 55 \approx 2{,}62\ \Omega$.
2. Daya baru = $(10{,}8)^2 \div 2{,}62 = 116{,}64 \div 2{,}62 \approx 44{,}6$ W.
3. Cek ulang: $55 \times (10{,}8 \div 12)^2 = 55 \times 0{,}81 = 44{,}55$ W.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ 44,6 W.
- **B.** ✗ Jebakan: tegangan turun 10 %, tetapi daya turun 19 %, bukan 10 % (daya sebanding kuadrat).
- **C.** ✗ Daya tertera berlaku pada 12 V.
- **D.** ✗ Tegangan turun sehingga daya turun, bukan naik.
- **E.** ✗ Daya turun, bukan naik, dan rasio dibalik.

Jawaban: A.

No. 5 Kunci: D

Konsep: pada rangkaian **seri**, arus yang sama mengalir melalui kedua lampu. Daya yang timbul pada tiap lampu $P = I^2 \times R$, sehingga lampu dengan **hambatan lebih besar** memperoleh daya lebih besar dan lebih terang. Hambatan lampu $R = V^2 \div P$ pada data lampu, jadi lampu berdaya tertera kecil memiliki hambatan lebih besar.

Langkah:

1. Hambatan L1 = 144 ÷ 21 ≈ 6,9 Ω; hambatan L2 = 144 ÷ 5 = 28,8 Ω.
2. Arus seri: I = 12 ÷ (6,9 + 28,8) ≈ 0,34 A.
3. Daya L1 = $I^2 \times 6{,}9 \approx 0{,}8$ W; daya L2 = $I^2 \times 28{,}8 \approx 3{,}3$ W.
4. L2 lebih terang.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: daya tertera berlaku pada 12 V penuh, bukan saat dipasang seri.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- **B.** ✗ Arus sama, tetapi daya berbeda karena hambatannya berbeda.
- **C.** ✗ Arus pada rangkaian seri sama besar.
- **D.** ✓ L2 berhambatan lebih besar sehingga dayanya lebih besar.
- **E.** ✗ Dua lampu berbeda daya dapat dipasang seri; hanya terangnya yang berbeda.

Jawaban: D.

No. 6 Kunci: C

Konsep: hukum Ohm: tegangan V = arus I × hambatan R, sehingga I = V ÷ R. Satuan arus adalah ampere (A), sedangkan watt (W) adalah satuan daya.

Langkah:

1. Tulis rumus: I = V ÷ R.
2. Masukkan angka: I = 12 V ÷ 24 Ω = 0,5 A.
3. Cek ulang: 0,5 A × 24 Ω = 12 V.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ 288 A adalah hasil mengalikan 12 dan 24.
- **B.** ✗ 2 A adalah 24 ÷ 12 (pembagian terbalik).
- **C.** ✓ 12 ÷ 24 = 0,5 A.
- **D.** ✗ Tegangan dan hambatan tidak dijumlahkan.
- **E.** ✗ Jebakan: angka 0,5 benar, tetapi satuannya watt (daya), bukan ampere.

Jawaban: C.

No. 7 Kunci: E

Konsep: pada LED seri resistor, resistor menanggung selisih tegangan sumber dan tegangan LED. R = (V sumber − V LED) ÷ I. Daya yang dihasilkan resistor $P = I^2 \times R$.

Langkah:

1. Tegangan pada resistor = 24 − 2 = 22 V.
2. R = 22 V ÷ 0,020 A = 1.100 Ω.
3. Daya = $(0{,}020)^2 \times 1.100 = 0{,}44$ W.
4. Aturan: minimal dua kali → 0,88 W → pilih resistor standar 1 W.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: 24 ÷ 0,020 = 1.200 Ω lupa mengurangi tegangan LED.
- **B.** ✗ 0,5 W hanya sedikit di atas 0,44 W, kurang dari dua kali.
- **C.** ✗ 0,25 W lebih kecil daripada daya yang dihasilkan (0,44 W).
- **D.** ✗ 100 Ω berasal dari 2 V ÷ 0,020 A (memakai tegangan LED saja).
- **E.** ✓ 1.100 Ω dan 1 W.

Jawaban: E.

No. 8 Kunci: B

Konsep: arus starter sangat besar. Sambungan berhambatan tinggi menimbulkan **tegangan jatuh** yang besar sehingga starter kekurangan tegangan. Jalur massa dibagi dalam segmen; segmen yang tegangan jatuhnya melebihi batas adalah tempat sambungan buruk.

Langkah:

1. Bandingkan dengan batas 0,20 V: aki–bodi 0,03 V (baik); bodi–blok mesin 0,42 V (melebihi); aki–blok mesin 0,45 V (jumlah kedua segmen: 0,03 + 0,42).
2. Jadi sumber masalah ada pada segmen bodi–blok mesin, yaitu kabel atau sambungan massa mesin.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Segmen itu hanya 0,03 V (baik).
- **B.** ✓ Segmen bodi–blok mesin 0,42 V melebihi batas.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

• **C.** ✗ 0,03 V di bawah batas.
• **D.** ✗ Jebakan: arus besar normal pada starter; yang tidak normal adalah tegangan jatuh pada sambungan massa.
• **E.** ✗ Tidak semua segmen buruk; hanya satu yang melewati batas.

Jawaban: B.

No. 9 Kunci: 1S 2B 3B

Konsep: pada rangkaian **paralel**, tiap cabang menerima tegangan sumber yang sama. Arus tiap cabang = daya ÷ tegangan, dan arus total = **jumlah** arus cabang.

Langkah:
1. L1: 36 W ÷ 12 V = 3 A. L2: 24 W ÷ 12 V = 2 A.
2. Arus total dari aki = 3 + 2 = 5 A.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 – Salah.** Jebakan: arus total adalah jumlah kedua arus cabang, bukan arus cabang terbesar.
• **Pernyataan 2 – Benar.** Setiap cabang paralel menerima 12 V.
• **Pernyataan 3 – Benar.** 3 A + 2 A = 5 A.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

No. 10 Kunci: E

Konsep: pada rangkaian **seri**, semua beban dilalui arus yang sama melalui **satu jalur**. Bila satu bagian putus, jalur terputus dan arus berhenti di seluruh rangkaian. Pada rangkaian **paralel**, tiap beban punya jalur sendiri.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Sekering tidak otomatis putus karena satu bohlam putus; arus justru berhenti.
• **B.** ✗ Bohlam putus tidak "menarik" arus; ia membuka jalur.
• **C.** ✗ Aki tidak berhenti memberi listrik; rangkaian yang terbuka.
• **D.** ✗ Jebakan: jalur sendiri-sendiri adalah ciri rangkaian paralel, bukan seri.
• **E.** ✓ Satu jalur sehingga satu putus memutus semuanya.

Jawaban: E.

No. 11 Kunci: A, D, E

Konsep: pada rangkaian **seri**, tegangan dijumlahkan (24 V) sedangkan kapasitas tetap (70 Ah). Pada rangkaian **paralel**, tegangan tetap (12 V) sedangkan kapasitas dijumlahkan (140 Ah).

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Paralel: 12 V, 140 Ah.
• **B.** ✗ Jebakan: kapasitas dijumlahkan pada paralel, bukan pada seri.
• **C.** ✗ Paralel tidak menjumlahkan tegangan.
• **D.** ✓ Seri: 24 V, 70 Ah.
• **E.** ✓ Truk 24 V memerlukan tegangan dijumlahkan: seri.

Jawaban: A, D, dan E.

No. 12 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: voltmeter mengukur beda tegangan sehingga dipasang **paralel**; **ampermeter** mengukur arus yang melewatinya sehingga dipasang **seri**; **ohmmeter** mengukur hambatan pada komponen **tanpa tegangan**.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 – Benar.** Voltmeter paralel.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

• **Pernyataan 2 – Benar.** Ampermeter seri.
• **Pernyataan 3 – Salah.** Jebakan: lampu yang menyala bertegangan, dan ohmmeter dapat rusak atau memberi hasil keliru.

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

No. 13 Kunci: A, B, D

Konsep: ampermeter dipasang **seri** dan dimulai dari **skala tertinggi** agar alat tidak rusak. Probe dipasang pada **soket yang sesuai**. Selektor tidak diubah saat probe masih terhubung pada sumber. Hambatan hanya diukur pada komponen **tanpa tegangan** dan terlepas dari rangkaian, karena tegangan dari luar merusak ohmmeter dan menyalahkan hasil.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Seri dan skala tertinggi dulu.
• **B.** ✓ Soket sesuai arus.
• **C.** ✗ Mengubah selektor ke arus saat probe menempel pada kutub aki dapat menimbulkan hubung singkat.
• **D.** ✓ Rangkaian dimatikan sebelum mengukur hambatan.
• **E.** ✗ Jebakan: "kondisi kerja" terdengar logis, tetapi tegangan pada koil merusak ohmmeter dan menggagalkan hasil.

Jawaban: A, B, dan D.

No. 14 Kunci: C

Konsep: ampermeter mengukur arus yang melewatinya, jadi harus dipasang **seri** pada jalur yang diukur, sehingga seluruh arus bocor melewati alat. Ampermeter berhambatan sangat kecil; memasangnya **paralel** langsung pada kutub aki menjadi hubung singkat dan dapat merusak alat serta membahayakan.

Langkah:
1. Arus bocor mengalir dari aki ke beban lewat kabel; ampermeter harus berada di jalur itu.
2. Panel 1: ampermeter berada di antara kutub negatif dan kabel negatif → seri → benar.
3. Panel 2: ampermeter melintang kedua kutub → paralel → hubung singkat.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Paralel pada kutub aki menyebabkan hubung singkat.
• **B.** ✗ Pemasangan menentukan apa yang diukur.
• **C.** ✓ Pemasangan seri pada kabel negatif.
• **D.** ✗ Jebakan: letaknya sama dengan Panel 1, tetapi alasan "paralel" salah.
• **E.** ✗ Arus bocor biasa diukur dengan ampermeter seri.

Jawaban: C.

No. 15 Kunci: B, C, E

Konsep: setelah mobil dikunci, modul elektronik masih aktif beberapa menit, lalu "tertidur" dan arus turun ke nilai kecil. **Arus bocor abnormal** ditandai nilai akhir yang melebihi batas. Untuk mencari sumbernya, rangkaian dilepas satu per satu (cabut sekering) sambil mengamati arus.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: "sudah lama dikunci" terdengar wajar, tetapi 0,08 A melebihi batas 0,05 A.
• **B.** ✓ Arus tinggi di awal wajar.
• **C.** ✓ 0,08 A > 0,05 A.
• **D.** ✗ Memasang ulang kabel aki tidak menghilangkan beban yang menyala.
• **E.** ✓ Cabut sekering satu per satu untuk menemukan rangkaian penyebab.

Jawaban: B, C, dan E.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

No. 16 Kunci: A

Konsep: hambatan paralel $1/Rp = 1/R_1 + 1/R_2$; hambatan total seri = jumlah. Setelah arus total diketahui, tegangan di bagian paralel = arus × Rp, dan arus tiap cabang = tegangan paralel ÷ hambatan cabang.

Langkah:

1. $Rp = 1 \div (1/6 + 1/3) = 2\ \Omega$.
2. $R_{total} = 4 + 2 = 6\ \Omega \rightarrow$ arus total $= 12 \div 6 = 2$ A.
3. Tegangan di bagian paralel = 2 A × 2 Ω = 4 V.
4. Arus melalui 3 Ω = 4 ÷ 3 ≈ 1,33 A (dan melalui 6 Ω = 0,67 A; jumlahnya 2 A).

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ 1,33 A.
- **B.** ✗ 2 A adalah arus total, bukan arus cabang 3 Ω.
- **C.** ✗ Tegangan paralel bukan 12 V karena sebagian tegangan jatuh pada hambatan 4 Ω.
- **D.** ✗ Jebakan: 0,67 A adalah arus cabang 6 Ω.
- **E.** ✗ Arus tidak terbagi sama rata karena hambatan kedua cabang berbeda.

Jawaban: A.

No. 17 Kunci: B

Konsep: transistor dapat berfungsi sebagai **saklar elektronik**: arus kecil pada kaki kendali (basis) mengatur arus besar antara dua kaki lainnya. Karena itu ECU, yang hanya mengeluarkan sinyal kecil, dapat menyalakan dan mematikan injektor, relai, atau kumparan.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Resistor membatasi arus, bukan menyalakan arus besar dengan sinyal kecil.
- **B.** ✓ Transistor sebagai saklar.
- **C.** ✗ Kapasitor menyimpan muatan.
- **D.** ✗ Dioda hanya mengatur arah arus.
- **E.** ✗ Jebakan: sekering memutus arus berlebih secara permanen, bukan mengendalikan injektor.

Jawaban: B.

No. 18 Kunci: C

Konsep: sensor suhu NTC menurun hambatannya bila suhu naik. ECU membaca hambatan itu sebagai suhu. Bila sensor rusak dan hambatannya tetap tinggi (setara suhu rendah), ECU mengira mesin masih dingin: campuran diperkaya (boros) dan kipas tidak dinyalakan.

Langkah:

1. Suhu mesin sekitar 90 °C → dari tabel, hambatan seharusnya antara 320 Ω (80 °C) dan 180 Ω (100 °C), sekitar 250 Ω.
2. Hasil ukur 2.350 Ω ≈ nilai pada 20 °C.
3. Sensor melaporkan "dingin" pada mesin panas → rusak; gejala boros dan kipas tak menyala konsisten.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ 2.350 Ω setara 20 °C, bukan suhu kerja.
- **B.** ✗ Jebakan: pada sensor NTC, makin tinggi suhu hambatan makin kecil.
- **C.** ✓ Sensor rusak, ECU membaca mesin dingin.
- **D.** ✗ Hambatan sensor yang salah membuat ECU membaca keliru; ECU belum tentu rusak.
- **E.** ✗ Sensor suhu memengaruhi kipas dan campuran bahan bakar lewat ECU.

Jawaban: C.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

No. 19 Kunci: A

Konsep: pada aki sehat dan penuh, berat jenis elektrolit seluruh sel hampir sama (sekitar 1,26–1,28). Satu sel yang jauh lebih rendah dan tidak naik setelah pengisian menandakan sel itu rusak (misalnya hubung singkat antar-pelat), sehingga tegangan aki turun dan aki harus diganti. Menambah asam aki tidak lazim dan menambah air suling hanya menurunkan berat jenis.

Langkah:

1. Sel 1–5: 1,26 (penuh). Sel 6: 1,10 (rendah sekali).
2. Aki sudah diisi semalam; sel 6 tetap rendah → tidak menerima pengisian.
3. Tegangan 10,8 V ≈ 5 sel × 2,1 V + sel rusak → konsisten.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Sel 6 rusak, aki diganti.
- **B.** ✗ Menambah asam aki bukan perawatan standar dan tidak memperbaiki sel rusak.
- **C.** ✗ Jebakan: lima sel penuh, tetapi satu sel rusak membuat tegangan aki kurang untuk menghidupkan mesin.
- **D.** ✗ Hanya satu sel yang lemah, dan pengisian semalam tidak memulihkannya.
- **E.** ✗ Air suling menurunkan, bukan menaikkan, berat jenis.

Jawaban: A.

No. 20 Kunci: B, D, E

Konsep: resistor membatasi arus; **dioda** mengalirkan arus satu arah; **kapasitor** menyimpan muatan listrik untuk sementara dan menghaluskan lonjakan. Tidak satu pun dari ketiganya membangkitkan listrik atau menaikkan tegangan sendiri.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Dioda mengalirkan satu arah dan tidak menaikkan tegangan.
- **B.** ✓ Fungsi resistor.
- **C.** ✗ Jebakan: kapasitor menyimpan muatan yang sudah diisi, tidak membangkitkan listrik.
- **D.** ✓ Fungsi dioda.
- **E.** ✓ Fungsi kapasitor.

Jawaban: B, D, dan E.

No. 21 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: dioda terbalik menahan arus; **kapasitor hubung singkat** menjadi seperti kawat yang mengalirkan arus sehingga mengganggu rangkaian; resistor pembatas yang terlalu kecil membuat arus LED melebihi batas dan LED cepat rusak.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 – Benar.** Dioda terbalik menahan arus.
- **Pernyataan 2 – Salah.** Jebakan: kapasitor hubung singkat tidak lagi hanya menyimpan muatan; ia mengalirkan arus dan dapat merusak rangkaian.
- **Pernyataan 3 – Benar.** R kecil → arus besar.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 22 Kunci: D

Konsep: dioda mengalirkan arus hanya dari **anoda** (sisi segitiga) ke **katoda** (sisi garis). Bila polaritas sumber terbalik, dioda **menahan** arus (bias mundur) sehingga komponen di belakangnya terlindungi.

Langkah:

1. Polaritas normal: positif aki → anoda → katoda → lampu: arus mengalir, lampu menyala.
2. Polaritas terbalik: sisi dioda yang mendapat positif adalah katoda: dioda menahan arus.
3. Hasil: lampu tidak menyala dan tidak ada arus berbahaya.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Arus tidak berbalik; dioda menahannya.
- **B.** ✗ Dioda mengalirkan satu arah saja.
- **C.** ✗ Jebakan: dioda dirancang menahan tegangan terbalik pada batas normal; ia tidak ikut mengalirkan arus terbalik.
- **D.** ✓ Lampu tidak menyala, rangkaian terlindungi.
- **E.** ✗ Hubung singkat tidak terjadi karena dioda menahan arus.

Jawaban: D.

No. 23 Kunci: E

Konsep: sensor oksigen (sensor O_2 atau lambda) di knalpot mengukur **sisa oksigen pada gas buang**. Dari situ ECU mengetahui campuran terlalu kaya atau terlalu miskin lalu menyetel semburan injektor.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Suhu pendingin diukur sensor suhu pendingin.
- **B.** ✗ Tekanan udara masuk diukur sensor tekanan manifold.
- **C.** ✗ Putaran poros engkol diukur sensor posisi poros engkol.
- **D.** ✗ Posisi katup gas diukur sensor posisi katup gas (TPS).
- **E.** ✓ Sensor oksigen mengukur sisa oksigen gas buang.

Jawaban: E.

No. 24 Kunci: D

Konsep: sensor posisi bekerja seperti potensiometer: dengan suplai 5 V dan massa yang baik, tegangan sinyal harus **berubah** mengikuti posisi katup. Bila suplai dan massa baik tetapi sinyal tidak berubah saat katup digerakkan, kerusakan ada pada **sensor atau jalur sinyal**.

Langkah:

1. Suplai 5,0 V: baik. Massa: baik.
2. Katup dibuka penuh dengan tangan, sehingga katup tidak macet; sinyal tetap 0,5 V.
3. Maka sensor TPS atau kabel sinyalnya rusak (putus atau kontak jelek).

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ ECU memberi suplai 5 V yang baik, sehingga belum ada bukti ECU rusak total.
- **B.** ✗ Aki tidak menentukan tegangan sinyal sensor yang dihasilkan dari suplai 5 V.
- **C.** ✗ Katup dibuka dengan tangan dan bergerak; ia tidak macet.
- **D.** ✓ Sensor atau jalur sinyal rusak.
- **E.** ✗ Jebakan: 0,5 V adalah nilai normal katup tertutup; yang salah adalah tidak berubahnya sinyal.

Jawaban: D.

No. 25 Kunci: B, D, E

Konsep: sensor adalah komponen **masukan** yang mengirim informasi (suhu, putaran, posisi) ke ECU. **ECU** memproses masukan lalu mengirim perintah ke **aktuator** (keluaran) seperti injektor, kumparan pengapian, dan kipas.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: sensor suhu mengirim informasi, tidak menerima perintah.
- **B.** ✓ Injektor aktuator.
- **C.** ✗ ECU menerima masukan dan mengirim perintah keluaran.
- **D.** ✓ Sensor posisi poros engkol mengirim data putaran.
- **E.** ✓ Kipas dinyalakan ECU → aktuator.

Jawaban: B, D, dan E.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Latihan sub bab 6.1

No. 1 Kunci: C

Konsep: pada mesin **interferensi**, poros kam (katup) dan poros engkol (piston) harus berputar serempak. Bila sabuk putus, poros kam berhenti dengan sebagian katup terbuka, sedangkan poros engkol masih berputar karena kelembaman; **piston menabrak katup yang terbuka** dan melengkungkannya. Katup bengkok tidak menutup rapat sehingga kompresi semua silinder rendah.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Ring tidak patah karena sabuk putus.
- **B.** ✗ Sabuk tidak menahan putaran poros engkol.
- **C.** ✓ Katup bengkok tertabrak piston.
- **D.** ✗ Busi tidak terbakar karena mesin mati.
- **E.** ✗ Jebakan: saringan oli tidak berkaitan dengan sabuk katup.

Jawaban: C.

No. 2 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: M d × p: M = metrik, d = diameter nominal, p = jarak antar-ulir. Ulir hanya dapat dipasangkan bila **d dan p sama**. Pitch lebih kecil berarti ulir lebih rapat.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 – Benar.** Arti notasi.
- **Pernyataan 2 – Salah.** Jebakan: pitch berbeda tidak dapat dipasangkan; memaksa merusak ulir.
- **Pernyataan 3 – Benar.** Pitch kecil = lebih halus.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

Latihan sub bab 6.2

No. 1 Kunci: A

Konsep: Dalam satu siklus empat langkah, poros engkol berputar dua kali dan piston dua kali mencapai TMA: akhir kompresi (kedua katup tertutup) dan akhir buang (overlap, kedua katup sedikit terbuka). Pada mesin 1-3-4-2, saat silinder 1 di TMA kompresi, silinder 4 sedang overlap.

Langkah:

1. Tanda TMA muncul dua kali per siklus: akhir kompresi dan akhir buang.
2. Akhir kompresi: kedua katup tertutup → rocker arm tidak menekan katup sehingga terasa longgar.
3. Akhir buang: overlap → rocker arm silinder 1 menekan katup sehingga tidak longgar.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Kedua katup tertutup hanya terjadi pada akhir kompresi, ditandai rocker arm yang longgar.
- **B.** ✗ Katup buang yang masih terbuka menandakan akhir langkah buang (overlap), bukan akhir kompresi.
- **C.** ✗ Setengah putaran dari TMA membawa piston ke TMB.
- **D.** ✗ Jebakan: silinder 4 memang sejalan dengan silinder 1, tetapi saat silinder 1 di TMA kompresi, silinder 4 sedang overlap sehingga rocker arm-nya tidak longgar.
- **E.** ✗ Piston turun setelah melewati setiap TMA, baik akhir kompresi maupun akhir buang.

Jawaban: A.

No. 2 Kunci: D

Konsep: saat pengapian yang terlalu maju membuat campuran **terbakar sebelum piston mencapai TMA**. Tekanan pembakaran melawan gerak naik piston dan timbul **ketukan (knocking)**, sehingga tenaga turun dan mesin dapat rusak.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Campuran miskin membuat mesin panas, tidak otomatis dingin.
- **B.** ✗ Oli kental tidak menimbulkan ketukan logam.
- **C.** ✗ Busi dingin menimbulkan jelaga, bukan ketukan.
- **D.** ✓ Terbakar sebelum TMA melawan gerak piston.
- **E.** ✗ Jebakan: katup buang tidak berkaitan dengan penyetelan pengapian.

Jawaban: D.

Latihan sub bab 6.3

No. 1 Kunci: B

Konsep: Pelampung dan jarum pelampung menjaga tinggi bensin di ruang pelampung. Bila jarum aus atau pelampung bocor (tenggelam), saluran bensin tidak tertutup sehingga bensin meluap ke selang pembuangan dan dapat membanjiri ruang bakar.

Langkah:

1. Bensin keluar dari selang overflow → ruang pelampung kelebihan bensin.
2. Busi basah dan sulit hidup → bensin membanjiri ruang bakar.
3. Penyebab: jarum pelampung tidak menutup atau pelampung bocor.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Pilot jet tersumbat membuat campuran kurus, bukan bensin meluap.
- **B.** ✓ Jarum pelampung yang tidak menutup membuat bensin terus mengalir dan meluap.
- **C.** ✗ Jebakan: saringan tersumbat memang membuat campuran kaya, tetapi tidak membuat bensin menetes dari selang overflow saat motor diparkir.
- **D.** ✗ Ventilasi tersumbat justru menghambat aliran bensin, bukan membuatnya meluap.
- **E.** ✗ Celah busi tidak memengaruhi tinggi bensin di karburator.

Jawaban: B.

No. 2 Kunci: A, C, E

Konsep: lubang pada pipa buang **sebelum sensor oksigen** memasukkan udara luar sehingga sensor membaca campuran miskin dan ECU menyetel campuran keliru. Kebocoran menimbulkan suara keras, tenaga turun, dan gas buang (termasuk karbon monoksida) dapat masuk ke kabin.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Sensor membaca miskin.
- **B.** ✗ Kebocoran juga memengaruhi sensor dan tenaga.
- **C.** ✓ Tanda kebocoran.
- **D.** ✗ Jebakan: lakban tidak tahan panas dan tidak menutup permanen.
- **E.** ✓ Karbon monoksida berbahaya.

Jawaban: A, C, dan E.

Latihan sub bab 6.4

No. 1 Kunci: B, C, D, E

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Oli mesin seperti krim disertai air pendingin yang berkurang tanpa bocor luar dan asap putih tebal menunjukkan air pendingin masuk ke ruang bakar dan ke oli, misalnya karena paking kepala silinder rusak. Oli bercampur air kehilangan daya lumas.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: embun memang dapat membentuk sedikit krim di tutup oli, tetapi air

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

pendingin yang terus berkurang dan asap putih tebal saat mesin panas menunjukkan kebocoran air pendingin.

• **Pernyataan 2** ✓ Ketiga gejala cocok dengan air pendingin yang masuk ke ruang bakar dan ke saluran oli.

• **Pernyataan 3** ✓ Air merusak lapisan oli sehingga bagian yang bergesekan kurang terlindungi.

• **Pernyataan 4** ✓ Kedua uji membantu memastikan lokasi kebocoran antara sistem pendingin dan ruang bakar.

• **Pernyataan 5** ✓ Pemakaian dengan oli tercampur air dan air pendingin yang terus berkurang dapat merusak mesin.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 4, 5.

No. 2 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: dongkrak hidrolik memperbesar **gaya**, tetapi tidak menambah **usaha**: usaha = gaya × jarak sama di kedua piston, sehingga piston besar bergerak **lebih pendek**.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 – Benar.** Gaya diperbesar.

• **Pernyataan 2 – Benar.** Usaha sama (tanpa gesekan).

• **Pernyataan 3 – Salah.** Jebakan: piston besar bergerak lebih pendek.

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

Latihan sub bab 6.5

No. 1 Kunci: D

Konsep: multimeter biasa mengukur arus dengan **dialiri arus** melalui alatnya, sehingga terbatas (di sini 10 A) dan sekeringnya akan putus pada arus besar. **Multimeter tang** mengukur arus lewat **medan magnet** kabel yang dijepit, tanpa memutus kabel, dan berkemampuan sampai ratusan ampere.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ 10 A jauh di bawah 150 A; alat atau sekeringnya rusak.

• **B.** ✗ Arus tidak dapat dihitung dari tegangan aki tanpa mengetahui hambatan.

• **C.** ✗ Ampermeter dipasang seri; memasang paralel menyebabkan hubung singkat.

• **D.** ✓ Multimeter tang.

• **E.** ✗ Jebakan: arus starter dapat diukur dengan alat yang sesuai.

Jawaban: D.

No. 2 Kunci: B, C, E

Konsep: ECU membandingkan dua sensor pedal untuk memastikan sinyal dapat dipercaya. Pada kondisi normal hubungan keduanya tetap (di sini sensor 2 = ½ sensor 1). Bila hubungan itu hilang, ECU menganggap ada gangguan dan dapat **membatasi tenaga** demi keselamatan.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: sensor 2 lebih kecil memang benar, tetapi justru inilah hubungan normalnya.

• **B.** ✓ Mobil X konsisten setengah.

• **C.** ✓ Sensor 2 mobil Y tetap 0,25 V.

• **D.** ✗ Sensor 1 berubah, tetapi sensor 2 tidak mengikutinya.

• **E.** ✓ ECU dapat membatasi tenaga.

Jawaban: B, C, dan E.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Kuis Akhir Bab 6

No. 1 Kunci: C

Konsep: celah piston dengan silinder = diameter silinder − diameter piston. Keputusan perawatan memakai **batas pakai**: di atas batas pakai berarti perlu tindakan (silinder dibor ulang dan piston diganti ukuran lebih besar). Nilai di atas standar tetapi masih di bawah batas pakai dipantau.

Langkah:

1. Silinder 1: 72,01 − 71,97 = 0,04 mm (standar).
2. Silinder 2: 72,06 − 71,97 = 0,09 mm (di atas standar, di bawah batas pakai).
3. Silinder 3: 72,12 − 71,97 = 0,15 mm (melewati batas pakai 0,10 mm).

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: silinder 2 melebihi standar, tetapi masih di bawah batas pakai.
- **B.** ✗ Silinder 1 baik; bukan yang bermasalah.
- **C.** ✓ Hanya silinder 3 melewati batas pakai.
- **D.** ✗ Piston memang lebih kecil, yang ditentukan adalah besar celahnya.
- **E.** ✗ Batasnya 0,10 mm, bukan 0,20 mm.

Jawaban: C.

No. 2 Kunci: A

Konsep: piston memiliki **ring kompresi** (menyekat ruang bakar agar tekanan tidak bocor) dan **ring oli** (menyapu oli berlebih dari dinding silinder dan mengembalikannya ke bak oli). Bila ring oli tidak bekerja, oli naik ke ruang bakar dan terbakar sehingga asap kebiruan dan oli cepat berkurang.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Ring oli menyapu oli berlebih.
- **B.** ✗ Jebakan: ring kompresi juga berada di piston, tetapi tugasnya menyekat tekanan.
- **C.** ✗ Pena piston menghubungkan piston dengan batang piston.
- **D.** ✗ Bantalan menghubungkan batang piston dengan poros engkol.
- **E.** ✗ Katup buang mengatur keluarnya gas buang.

Jawaban: A.

No. 3 Kunci: E

Konsep: gasket kepala silinder yang bocor di antara dua silinder bersebelahan membuat tekanan **bocor ke silinder tetangga** dan dapat juga bocor ke saluran pendingin. Tanda-tandanya: dua silinder berdekatan sama-sama rendah, kompresi **tidak naik** pada uji basah, dan air pendingin berkurang dengan gelembung di tabung cadangan.

Langkah:

1. Hanya silinder 2 dan 3 rendah (bersebelahan); silinder 1 dan 4 normal.
2. Uji basah tidak menaikkan kompresi → bukan ring.
3. Air pendingin berkurang dan ada gelembung → gas pembakaran masuk ke pendingin.
4. Kesimpulan: gasket kepala bocor di antara silinder 2 dan 3.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: ring aus justru menaikkan kompresi pada uji basah, padahal di sini kompresi tidak naik; ring aus juga tidak menjelaskan gelembung di pendingin.
- **B.** ✗ Busi tidak memengaruhi kompresi.
- **C.** ✗ Bantalan tidak berhubungan dengan kompresi silinder.
- **D.** ✗ Celah katup terlalu rapat memang menurunkan kompresi, tetapi tidak menjelaskan gelembung di pendingin dan dua silinder bersebelahan.
- **E.** ✓ Gasket bocor di antara silinder 2 dan 3.

Jawaban: E.

No. 4 Kunci: B, D, E

Konsep: poros engkol mengubah gerak lurus bolak-balik piston menjadi gerak putar. **Batang piston** menghubungkan piston ke poros engkol. **Roda gila** menyimpan energi putar agar putaran halus. **Gasket kepala silinder** menyekat ruang bakar dan saluran oli serta air pendingin antara blok dan kepala silinder.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: arah perubahannya terbalik.
- **B.** ✓ Batang piston menghubungkan piston dan poros engkol.
- **C.** ✗ Roda gila menyimpan energi putar, bukan mendinginkan oli.
- **D.** ✓ Fungsi gasket kepala silinder.
- **E.** ✓ Fungsi poros engkol.

Jawaban: B, D, dan E.

No. 5 Kunci: A, C, E

Konsep: celah ujung ring yang segaris menjadi jalur bocor tekanan, sehingga celah ujung tiap ring digeser. Bagian bergesek dilumasi oli bersih agar tidak aus saat pertama hidup. Baut kepala silinder dikencangkan **bersilang** dan **bertahap** dengan kunci momen agar kepala silinder duduk rata dan gasket menyekat merata. Tanda huruf pada ring menghadap ke **atas**.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Celah ujung ring digeser.
- **B.** ✗ Searah dan sekaligus membuat kepala silinder miring.
- **C.** ✓ Oli bersih mencegah gesekan kering.
- **D.** ✗ Jebakan: tanda huruf menghadap atas (ke arah kepala piston).
- **E.** ✓ Bersilang, bertahap, kunci momen.

Jawaban: A, C, dan E.

No. 6 Kunci: C, D, E

Konsep: percikan busi memerlukan tegangan tinggi. Kabel yang retak **membocorkan** tegangan ke bodi. **Koil lemah** menghasilkan tegangan atau energi yang kurang. **Celah busi besar** memerlukan tegangan lebih tinggi untuk meloncat, sehingga percikan makin sulit terjadi pada putaran tinggi.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: celah besar membutuhkan tegangan **lebih tinggi**, bukan lebih kecil.
- **B.** ✗ Kabel retak membocorkan tegangan.
- **C.** ✓ Percikan meloncat ke bodi.
- **D.** ✓ Koil lemah → percikan lemah.
- **E.** ✓ Celah besar → tegangan yang dibutuhkan lebih tinggi.

Jawaban: C, D, dan E.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

No. 7 Kunci: B

Konsep: regulator tekanan bahan bakar memakai vakum manifold untuk menyesuaikan tekanan. Bila selang vakum dicabut, vakum hilang dan tekanan seharusnya naik (sekitar 0,5 bar). Bila tidak naik, regulator tidak bekerja sesuai rancangan.

Langkah:

1. Tekanan langsam 2,7 bar sesuai spesifikasi → pompa dan saringan cukup baik.
2. Uji regulator: selang vakum dicabut → seharusnya 3,2 bar; hasil tetap 2,7 bar.
3. Kesimpulan: regulator tekanan rusak.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Tekanan pompa sudah sesuai standar pada langsam.
- **B.** ✓ Regulator tidak merespons vakum.
- **C.** ✗ Saringan tersumbat akan menurunkan tekanan, bukan menjaganya.
- **D.** ✗ Jebakan: injektor bocor tidak menghalangi kenaikan tekanan setelah vakum hilang.
- **E.** ✗ Tekanan langsam memang sesuai, tetapi uji regulator gagal.

Jawaban: B.

No. 8 Kunci: C

Konsep: pompa oli menghasilkan aliran sebanding putaran. Tekanan oli terbentuk karena aliran **tertahan** oleh celah bantalan yang sempit. Bila celah bantalan terlalu besar (aus), oli lebih mudah lolos pada putaran rendah (aliran kecil), sehingga tekanan rendah di langsam. Pada putaran tinggi aliran besar menutupi kebocoran itu, sehingga tekanan kembali normal.

Langkah:

1. Langsam: 0,6 bar < 1,0 bar (rendah). 3.000 rpm: 2,8 bar ≥ 2,5 bar (normal).
2. Level, oli, dan saringan baik → bukan sebab sederhana.
3. Pola rendah di langsam dan normal di putaran tinggi pada mesin panas → celah bantalan aus.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Pompa yang rusak total membuat tekanan rendah di semua putaran.
- **B.** ✗ Saringan tersumbat menurunkan tekanan di semua putaran.
- **C.** ✓ Celah bantalan aus: rendah di langsam, normal di putaran tinggi.
- **D.** ✗ Oli kental menaikkan, bukan menurunkan, tekanan.
- **E.** ✗ Jebakan: tekanan 2,8 bar di 3.000 rpm normal dan tidak menunjukkan alat rusak.

Jawaban: C.

No. 9 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: ring kompresi **menyekat** tekanan; bantalan (metal) **mengurangi gesekan** pada sambungan putar; pena piston **menghubungkan piston dengan batang piston**.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 – Benar.** Fungsi ring kompresi.
- **Pernyataan 2 – Benar.** Fungsi bantalan.
- **Pernyataan 3 – Salah.** Jebakan: pena piston berada di piston, bukan di poros engkol dan roda gila.

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

No. 10 Kunci: D

Konsep: tipe busi menurut kemampuan melepas panas dari ujung isolator. Busi **tipe panas** melepas panas lambat sehingga ujungnya tetap panas dan **membakar jelaga** sendiri; cocok untuk mesin yang jarang mencapai suhu tinggi. Busi **tipe dingin** melepas panas cepat; cocok untuk mesin berbeban tinggi, tetapi pada pemakaian dingin ia mudah berjelaga.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Langkah:

1. Mobil: jarak pendek dan macet → suhu ruang bakar rendah.
2. Tabel: hanya busi tipe panas bersih (jelaga terbakar).
3. Pilih busi tipe panas.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Busi tipe dingin berjelaga basah pada pemakaian ini.
- **B.** ✗ Berjelaga kering berarti belum ideal.
- **C.** ✗ Warna kaki busi menunjukkan kecocokan tipe busi.
- **D.** ✓ Busi tipe panas bersih dan membakar jelaga sendiri.
- **E.** ✗ Jebakan: jelaga hitam bukan tanda menyala kuat, melainkan tanda ujung busi terlalu dingin.

Jawaban: D.

No. 11 Kunci: B

Konsep: katalis (catalytic converter) berisi lapisan logam mulia yang mempercepat reaksi kimia pada gas buang: karbon monoksida, hidrokarbon, dan oksida nitrogen diubah menjadi karbon dioksida, uap air, dan nitrogen yang lebih aman. Ia bekerja baik pada suhu tinggi, sehingga dipasang dekat manifold buang.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Meredam suara adalah fungsi muffler.
- **B.** ✓ Mengubah gas buang berbahaya.
- **C.** ✗ Katalis tidak menaikkan tenaga.
- **D.** ✗ Debu udara disaring saringan udara.
- **E.** ✗ Jebakan: katalis justru bekerja pada suhu tinggi, bukan mendinginkan gas buang.

Jawaban: B.

No. 12 Kunci: D

Konsep: termostat adalah katup peka suhu pada saluran pendingin. Saat mesin dingin ia tertutup agar mesin cepat hangat; saat mencapai suhu kerja ia membuka agar air mengalir ke radiator dan suhu terjaga.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Tutup radiator menahan tekanan sistem.
- **B.** ✗ Pompa air mengalirkan air pendingin terus-menerus.
- **C.** ✗ Kipas menghembuskan udara melalui radiator.
- **D.** ✓ Termostat membuka pada suhu kerja.
- **E.** ✗ Selang hanya saluran.

Jawaban: D.

No. 13 Kunci: C

Konsep: bahan bakar dapat mengandung kotoran dan air. **Saringan bahan bakar** menahannya agar tidak merusak pompa dan menyumbat injektor atau jet. Tekanan dinaikkan pompa, diatur regulator, dan jumlah bahan bakar diatur ECU lewat injektor.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Tekanan dinaikkan oleh pompa bahan bakar.
- **B.** ✗ Jumlah bahan bakar diatur ECU dan injektor.
- **C.** ✓ Menyaring kotoran dan air.
- **D.** ✗ Pencampuran terjadi di ruang bakar atau karburator, bukan di saringan.
- **E.** ✗ Sisa bahan bakar dikembalikan oleh regulator tekanan atau saluran balik.

Jawaban: C.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

No. 14 Kunci: A

Konsep: celah katup isap dan buang berbeda karena katup buang lebih panas dan memuai lebih besar. Katup perlu disetel bila hasil ukur berada **di luar rentang spesifikasinya sendiri**.

Langkah:

1. Isap silinder 1: 0,12 mm dalam 0,10–0,15 → baik.
2. Buang silinder 1: 0,22 mm di bawah 0,25 → terlalu rapat → setel.
3. Isap silinder 2: 0,17 mm di atas 0,15 → terlalu longgar → setel.
4. Buang silinder 2: 0,28 mm dalam 0,25–0,30 → baik.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Isap silinder 2 dan buang silinder 1.
- **B.** ✗ Kriteria adalah rentang spesifikasi, bukan angka tengah.
- **C.** ✗ Katup yang disebut justru baik.
- **D.** ✗ Jebakan: buang silinder 1 memang perlu, tetapi isap silinder 2 juga di luar rentang.
- **E.** ✗ Batas 0,30 mm hanya untuk katup buang, bukan acuan untuk semua katup.

Jawaban: A.

No. 15 Kunci: D

Konsep: tiga petunjuk menentukan langkah: arah piston, katup yang terbuka, dan percikan busi. **Isap**: piston turun, katup isap terbuka. **Kompresi**: piston naik, kedua katup tertutup. **Usaha**: piston turun, kedua katup tertutup, busi memercik. **Buang**: piston naik, katup buang terbuka.

Langkah:

1. Panel P: piston turun, kedua katup tertutup, ada percikan → usaha.
2. Panel Q: piston turun, katup isap terbuka → isap.
3. Panel R: piston naik, katup buang terbuka → buang.
4. Panel S: piston naik, kedua katup tertutup, tanpa percikan → kompresi.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Panel P adalah langkah usaha.
- **B.** ✗ Panel Q adalah langkah isap.
- **C.** ✗ Panel R adalah langkah buang.
- **D.** ✓ Panel S: piston naik, kedua katup tertutup.
- **E.** ✗ Jebakan: panel P dan S sama-sama menutup kedua katup, tetapi arah piston dan busi memisahkan usaha dari kompresi.

Jawaban: D.

No. 16 Kunci: A, D, E

Konsep: mesin **empat langkah** menyelesaikan isap–kompresi–usaha–buang dalam **dua putaran** poros engkol (satu usaha per dua putaran). Mesin **dua langkah** menyelesaikan siklus dalam **satu putaran** (satu usaha per putaran) dan umumnya memakai **lubang** pada dinding silinder (lubang bilas dan buang) yang dibuka-tutup oleh piston, bukan katup.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Dua putaran untuk satu usaha.
- **B.** ✗ Mesin dua langkah hanya satu putaran.
- **C.** ✗ Jebakan: katup berporos kam adalah ciri mesin empat langkah.
- **D.** ✓ Satu putaran untuk satu usaha.
- **E.** ✓ Lubang bilas dan buang pada dinding silinder.

Jawaban: A, D, dan E.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

No. 17 Kunci: B, C, E

Konsep: karburator mengatur campuran secara **mekanis**: pelampung dan katup jarum menjaga tinggi bensin, dan jet serta aliran udara menentukan jumlah bensin. **Injeksi elektronik** memakai **pompa** untuk bertekanan, **ECU** untuk menghitung, dan **injektor** yang membuka selama waktu tertentu.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ ECU dan injektor adalah ciri injeksi, bukan karburator.
- **B.** ✓ Pelampung dan jet.
- **C.** ✓ Injektor menyemprotkan bahan bakar bertekanan.
- **D.** ✗ Jebakan: injeksi memerlukan pompa agar bahan bakar bertekanan.
- **E.** ✓ Lama injektor terbuka menentukan jumlah bahan bakar.

Jawaban: B, C, dan E.

No. 18 Kunci: B

Konsep: empat langkah mesin bensin: **isap** (piston turun, katup isap terbuka), **kompresi** (piston naik, kedua katup tertutup, udara dan bahan bakar dimampatkan), **usaha** (busi memercik, piston terdorong turun, kedua katup tertutup), **buang** (piston naik, katup buang terbuka).

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Pada langkah isap piston turun.
- **B.** ✓ Piston naik dengan kedua katup tertutup menimbulkan tekanan: kompresi.
- **C.** ✗ Pada langkah usaha piston bergerak turun.
- **D.** ✗ Pada langkah buang katup buang terbuka, sehingga tidak ada tekanan pada ibu jari.
- **E.** ✗ Jebakan: "bilas" adalah istilah mesin dua langkah.

Jawaban: B.

No. 19 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: pelampung dan katup jarum menutup aliran bensin saat ruang pelampung penuh. **Choke** menutup sebagian jalur udara untuk **memperkaya** campuran saat mesin dingin; setelah panas choke dibuka. **Sekrup campuran** mengatur perbandingan udara dan bensin pada langsam.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 – Benar.** Fungsi pelampung dan katup jarum.
- **Pernyataan 2 – Salah.** Jebakan: choke ditutup (bukan dibuka) untuk memperkaya campuran saat dingin.
- **Pernyataan 3 – Benar.** Fungsi sekrup campuran.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 20 Kunci: A

Konsep: saringan oli **menampung kotoran dan partikel logam halus** dari oli. Saringan yang sudah lama jenuh tidak menyaring baik, dan masih berisi sisa oli kotor yang bercampur dengan oli baru. Karena itu ia diganti **bersama** oli.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Diganti bersama oli agar oli baru tetap bersih.
- **B.** ✗ Saringan tidak selalu bersih; ia menampung kotoran.
- **C.** ✗ Jebakan: oli sintetis tahan lama, tetapi saringan tetap menampung kotoran.
- **D.** ✗ Menunggu lampu menyala berarti sudah terlambat.
- **E.** ✗ Jadwal busi dan saringan oli berbeda.

Jawaban: A.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

No. 21 Kunci: E

Konsep: pembakaran sempurna memerlukan **udara cukup**. Bila udara kurang (saringan udara tersumbat), solar yang disemprotkan tidak terbakar semua sehingga berubah menjadi **jelaga (asap hitam)** dan tenaga turun.

Langkah:
1. Fakta: saringan udara sangat kotor; saringan solar bersih; tekanan injeksi normal.
2. Hubungkan: udara kurang → pembakaran tidak sempurna → asap hitam.
3. Tindakan: bersihkan atau ganti saringan udara.

Analisis setiap opsi:
- **A.** ✗ Solar tidak kurang; menaikkan langsam memperparah asap.
- **B.** ✗ Oli berlebih tidak menyebabkan asap hitam.
- **C.** ✗ Air pendingin tidak berhubungan dengan asap hitam.
- **D.** ✗ Jebakan: saringan solar tersumbat membuat tenaga turun, tetapi di soal saringan solar bersih.
- **E.** ✓ Udara kurang dan tindakan yang sesuai.

Jawaban: E.

No. 22 Kunci: B, C, D

Konsep: urutan gas buang: ruang bakar → katup buang → **manifold buang** → (sensor oksigen) → **katalis** → resonator → **muffler** → ujung knalpot. Katalis memerlukan suhu tinggi sehingga dekat manifold. Muffler meredam suara. Sensor oksigen dipasang di pipa buang sebelum katalis agar membaca gas buang hasil pembakaran.

Analisis setiap opsi:
- **A.** ✗ Katalis perlu suhu tinggi, jadi dekat manifold, bukan setelah muffler.
- **B.** ✓ Manifold lebih dulu daripada katalis.
- **C.** ✓ Fungsi muffler.
- **D.** ✓ Katalis dekat manifold karena perlu suhu tinggi.
- **E.** ✗ Jebakan: sensor oksigen di dekat manifold, bukan di ujung knalpot.

Jawaban: B, C, dan D.

No. 23 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: coolant menaikkan titik didih dan menurunkan titik beku, serta mencegah karat. **Tutup radiator bertekanan** menahan tekanan sehingga titik didih **naik**. **Kipas** menghembuskan udara melalui radiator saat tidak ada angin dari gerak kendaraan.

Analisis setiap pernyataan:
- **Pernyataan 1 – Benar.** Fungsi coolant.
- **Pernyataan 2 – Salah.** Jebakan: tekanan justru **menaikkan** titik didih.
- **Pernyataan 3 – Benar.** Fungsi kipas.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 24 Kunci: A, B, D

Konsep: sistem pendingin melepas panas bila **air mengalir** (termostat membuka), **radiator melepas panas** (sirip bersih), dan **sistem bertekanan** (tutup radiator menahan tekanan sehingga titik didih naik). Kipas yang lebih cepat justru mendinginkan.

Analisis setiap opsi:
- **A.** ✓ Termostat macet tertutup.
- **B.** ✓ Sirip radiator tersumbat.
- **C.** ✗ Kipas lebih cepat tidak menimbulkan panas berlebih.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- **D.** ✓ Tutup tidak menahan tekanan menurunkan titik didih.
- **E.** ✗ Jebakan: oli sedikit melebihi batas bukan penyebab panas berlebih yang lazim.

Jawaban: A, B, dan D.

No. 25 Kunci: E

Konsep: koil pengapian menaikkan tegangan aki 12 V menjadi puluhan ribu volt melalui induksi kumparan sehingga busi dapat memercik di antara elektrodanya.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Alternator mengisi aki saat mesin hidup.
- **B.** ✗ Sekering utama melindungi rangkaian.
- **C.** ✗ Relai starter menyalurkan arus ke motor starter.
- **D.** ✗ Saklar kunci kontak menyambung dan memutus arus.
- **E.** ✓ Koil pengapian menaikkan tegangan.

Jawaban: E.

Latihan sub bab 7.1

No. 1 Kunci: C

Konsep: hukum Pascal: $F_1 \div A_1 = F_2 \div A_2$. Gaya pada piston kecil lebih kecil sebanding perbandingan luas: $F_1 = F_2 \times (A_1 \div A_2)$.

Langkah:

1. Perbandingan luas = 20 ÷ 600 = 1/30.
2. F_1 = 12.000 N × 1/30 = 400 N.
3. Cek ulang: tekanan = 400 ÷ 20 = 20 N/cm²; 20 × 600 = 12.000 N.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Gaya pada piston kecil tidak lebih besar daripada beban.
- **B.** ✗ Pembagian dan perkalian tambahan tidak berdasar.
- **C.** ✓ 400 N.
- **D.** ✗ Mengalikan beban dengan luas tidak bermakna.
- **E.** ✗ Jebakan: 12.000 ÷ 600 = 20 adalah tekanan (N/cm²), bukan gaya.

Jawaban: C.

No. 2 Kunci: A, C, E

Konsep: simpangan = bacaan − acuan. Alat lolos bila **setiap titik** berada dalam batas ±0,05 bar. Rata-rata tidak menutupi titik yang melewati batas.

Langkah: 2,03 − 2,00 = +0,03 (dalam batas); 2,56 − 2,50 = +0,06 (melewati); 3,07 − 3,00 = +0,07 (melewati). Dua titik di luar batas → tidak lolos.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ +0,03 dalam batas.
- **B.** ✗ +0,06 melebihi ±0,05.
- **C.** ✓ +0,07 melebihi batas.
- **D.** ✗ Jebakan: rata-rata sekitar 0,053 bar, tetapi kelayakan dinilai per titik.
- **E.** ✓ Karena ada titik di luar batas.

Jawaban: A, C, dan E.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Latihan sub bab 7.2

No. 1 Kunci: A, C, D

Konsep: catatan tekanan harian membantu mendeteksi gangguan **sebelum** rusak total. Nilai di bawah batas bawah (120 bar) perlu diperiksa, dan **kecenderungan menurun** dari hari ke hari menandakan masalah yang berkembang (kebocoran, pompa aus, katup).

Langkah: Senin 128 dan Selasa 124 (dalam 120–140); Rabu 117 dan Kamis 109 (di bawah 120) dengan tren turun.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Dalam rentang.
- **B.** ✗ 117 di bawah 120; selisih kecil tidak mengubah kenyataan.
- **C.** ✓ Perlu diperiksa.
- **D.** ✓ Tren turun menandakan masalah.
- **E.** ✗ Jebakan: alat masih bekerja bukan alasan mengabaikan penurunan tekanan.

Jawaban: A, C, dan D.

No. 2 Kunci: 1S 2B 3B

Konsep: roda gila terpasang pada **poros engkol** (biasanya di sisi kopling). Gigi di tepinya (ring gear) berpasangan dengan pinyon starter, dan massanya menyimpan **energi putar** untuk menghaluskan putaran.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 – Salah.** Jebakan: bukan poros kam; roda gila terpasang pada poros engkol.
- **Pernyataan 2 – Benar.** Pinyon starter mengait ring gear.
- **Pernyataan 3 – Benar.** Roda gila menyimpan energi putar.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

Latihan sub bab 7.3

No. 1 Kunci: A

Konsep: tekanan hanya naik bila aliran pompa **tertahan**. Bila ada jalur pintas ke tangki, misalnya **katup pelepas tekanan** yang macet terbuka atau disetel terlalu rendah, oli langsung kembali ke tangki dan tekanan tertahan di nilai rendah.

Langkah: level normal (bukan tangki kosong), tidak ada tetesan atau semburan (bukan selang pecah), pompa berputar normal dan mengalirkan oli → jalur pintas.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Katup pelepas macet terbuka.
- **B.** ✗ Level oli normal.
- **C.** ✗ Tidak ada semburan oli.
- **D.** ✗ Jebakan: saringan isap yang tersumbat membuat pompa berbunyi dan tidak mengalirkan; di soal pompa berputar normal.
- **E.** ✗ Oli kental menaikkan tekanan, bukan menurunkan.

Jawaban: A.

No. 2 Kunci: E

Konsep: kode **SAE 10W-40** adalah kelas kekentalan oli multigrade. Angka **sebelum W** (winter) menyatakan kekentalan pada suhu rendah; angka **sesudahnya** (40) menyatakan kekentalan pada **suhu kerja**. Angka itu bukan volume, jarak tempuh, atau suhu beku.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Itu arti angka 10W.
- **B.** ✗ Bukan volume.
- **C.** ✗ Bukan jarak tempuh.
- **D.** ✗ Bukan suhu beku.
- **E.** ✓ Kekentalan pada suhu kerja.

Jawaban: E.

Latihan sub bab 7.4

No. 1 Kunci: A, C, D, E

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Oli hidrolik yang keruh seperti susu menandakan tercampur air. Perawatannya: hilangkan sumber air, kuras oli, ganti saringan, isi oli sesuai spesifikasi, periksa level pada posisi yang ditentukan, lalu uji kinerja.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ Sumber masuknya air harus dihilangkan lebih dulu.
- **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: pengenceran tidak mengeluarkan air dari sistem; oli tetap tercemar dan level bisa berlebih.
- **Pernyataan 3** ✓ Oli dan saringan yang tercemar air harus diganti agar komponen tidak berkarat dan aus.
- **Pernyataan 4** ✓ Saat garpu diturunkan, oli dari silinder angkat kembali ke tangki sehingga level terbaca benar.
- **Pernyataan 5** ✓ Pengujian membuktikan bahwa perawatan sudah memulihkan kinerja forklift.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 4, 5.

No. 2 Kunci: B

Konsep: toleransi −0,02/−0,05 berarti **batas atas** = 20,00 − 0,02 = 19,98 mm dan **batas bawah** = 20,00 − 0,05 = 19,95 mm. Benda diterima bila ukurannya di antara batas bawah dan batas atas (termasuk batasnya).

Langkah:

1. P1 19,96: dalam batas. P2 19,99: lebih dari 19,98 (di luar). P3 19,94: kurang dari 19,95 (di luar). P4 19,98: tepat di batas atas (diterima). P5 19,95: tepat di batas bawah (diterima).
2. Diterima: P1, P4, P5.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ P2 melewati batas atas.
- **B.** ✓ P1, P4, P5.
- **C.** ✗ Jebakan: P2 paling mendekati nominal, tetapi melewati batas atas.
- **D.** ✗ P3 di bawah batas bawah.
- **E.** ✗ Kriteria diterima adalah batas toleransi, bukan selisih < 0,1 mm.

Jawaban: B.

Latihan sub bab 7.5

No. 1 Kunci: C

Konsep: Pompa power steering menghasilkan tekanan minyak yang membantu gerak setir. Pompa digerakkan sabuk dari mesin; bila sabuk slip, putaran pompa turun saat bebannya besar sehingga bantuan tenaga berkurang dan sabuk mencicit.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Langkah:

1. Minyak cukup, jernih, tidak berbusa, tidak bocor → bukan masalah minyak atau udara.
2. Bunyi mencicit saat setir diputar penuh (beban pompa maksimum) dan berat saat AC menyala (beban sabuk bertambah) → sabuk slip.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Udara dalam sistem membuat minyak berbusa, sedangkan minyaknya tidak berbusa.
- **B.** ✗ Pompa yang aus biasanya berdengung terus dan bantuannya lemah juga saat AC mati; bunyi cicit yang bertambah saat AC menyala menunjuk sabuk.
- **C.** ✓ Sabuk slip menjelaskan bunyi mencicit dan setir berat yang bertambah saat AC menyala.
- **D.** ✗ Jebakan: ban kurang angin memang membuat setir berat, tetapi tidak menimbulkan bunyi mencicit dan tidak bergantung pada AC.
- **E.** ✗ Rack aus biasanya menimbulkan bunyi ketukan atau kebocoran, bukan cicitan yang bertambah saat AC menyala.

Jawaban: C.

No. 2 Kunci: A, C, E

Konsep: saat kampas menipis, piston kaliper maju sehingga volume minyak di kaliper bertambah dan **level reservoir turun perlahan** (normal). Penurunan **cepat** menandakan **kebocoran**. Saat kampas baru dipasang, piston didorong masuk sehingga minyak kembali ke reservoir dan **level naik**.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Penurunan perlahan seiring kampas menipis.
- **B.** ✗ Penurunan cepat tidak wajar.
- **C.** ✓ Penurunan cepat = kebocoran.
- **D.** ✗ Jebakan: menambah minyak tanpa mencari penyebab menyembunyikan kebocoran.
- **E.** ✓ Level naik setelah kampas diganti.

Jawaban: A, C, dan E.

Kuis Akhir Bab 7

No. 1 Kunci: A

Konsep: tekanan adalah gaya per satuan luas: $p = F \div A$. Satuannya N/cm^2 (atau pascal bila luas dalam m^2).

Langkah:

1. $p = F \div A = 300\ N \div 6\ cm^2$.
2. $p = 50\ N/cm^2$.
3. Cek ulang: $50\ N/cm^2 \times 6\ cm^2 = 300\ N$.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ $50\ N/cm^2$.
- **B.** ✗ 1.800 adalah hasil mengalikan, bukan membagi.
- **C.** ✗ Gaya dan luas tidak dijumlahkan.
- **D.** ✗ Pembagian terbalik.
- **E.** ✗ Jebakan: 50 benar, tetapi satuan tekanan N/cm^2, bukan N (gaya).

Jawaban: A.

No. 2 Kunci: B

Konsep: menurut **hukum Pascal**, tekanan pada fluida tertutup sama di semua titik: $F_1 \div A_1 = F_2 \div A_2$. Luas lingkaran sebanding **kuadrat** diameter, sehingga $F_2 = F_1 \times (D_2 \div D_1)^2$.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Langkah:

1. Perbandingan diameter = 8 ÷ 2 = 4.
2. Perbandingan luas = 4^2 = 16.
3. F_2 = 120 N × 16 = 1.920 N.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: memakai rasio diameter 4 langsung, lupa mengkuadratkan.
- **B.** ✓ 1.920 N.
- **C.** ✗ 8 bukan faktor pengali.
- **D.** ✗ Gaya bertambah, bukan berkurang.
- **E.** ✗ Pangkat tiga tidak sesuai hukum Pascal.

Jawaban: B.

No. 3 Kunci: D

Konsep: menurut hukum Pascal, tekanan di master sama dengan tekanan di kaliper: F kaliper = F master × (A kaliper ÷ A master).

Langkah:

1. Sistem A: 100 × (12 ÷ 2) = 600 N.
2. Sistem B: 130 × (15 ÷ 3) = 130 × 5 = 650 N.
3. Sistem C: 150 × (10 ÷ 2,5) = 150 × 4 = 600 N.
4. Terbesar: sistem B, 650 N.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ 600 N bukan yang terbesar.
- **B.** ✗ Jebakan: 390 N adalah 130 × 3 (mengalikan luas master, bukan perbandingan luas).
- **C.** ✗ 600 N bukan yang terbesar.
- **D.** ✓ Sistem B, 650 N.
- **E.** ✗ 375 N adalah 150 × 2,5.

Jawaban: D.

No. 4 Kunci: E

Konsep: katup pelepas tekanan (relief valve) disetel pada tekanan maksimum. Bila tekanan melebihi setelan, katup membuka dan mengalirkan oli ke tangki, sehingga pompa, selang, dan silinder terlindung dari tekanan berlebih.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Saringan menahan kotoran.
- **B.** ✗ Tangki menyimpan oli.
- **C.** ✗ Katup satu arah mencegah aliran balik, bukan membatasi tekanan.
- **D.** ✗ Selang hanya menyalurkan oli.
- **E.** ✓ Katup pelepas tekanan.

Jawaban: E.

No. 5 Kunci: B, C, E

Konsep: hukum Pascal: tekanan pada fluida tertutup diteruskan **sama besar ke segala arah**. Gaya diperbesar sebanding perbandingan luas, tetapi **usaha (gaya × jarak) tidak bertambah**: piston besar bergerak lebih pendek daripada piston kecil.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Tekanan diteruskan ke segala arah.
- **B.** ✓ Pernyataan hukum Pascal.
- **C.** ✓ Gaya diperbesar oleh perbandingan luas.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- **D.** ✗ Jebakan: gaya diperbesar, tetapi usaha sama; jarak yang ditempuh berkurang.
- **E.** ✓ Volume sama, luas besar → jarak pendek.

Jawaban: B, C, dan E.

No. 6 Kunci: 1S 2B 3B

Konsep: udara yang dimampatkan mengembun menjadi air yang menumpuk di dasar tangki, sehingga tangki **dikuras** secara rutin. Tangki menyimpan udara agar kompresor bekerja bergantian (hidup-mati). **Katup pengaman** membuka bila tekanan melebihi batas untuk mencegah ledakan.

Analisis setiap pernyataan:
- **Pernyataan 1 – Salah.** Jebakan: udara kompresor mengandung uap air yang mengembun.
- **Pernyataan 2 – Benar.** Fungsi tangki.
- **Pernyataan 3 – Benar.** Fungsi katup pengaman.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

No. 7 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: minyak hidrolik hampir **tidak termampatkan**, sehingga gerak piston langsung diteruskan. **Udara termampatkan**: bila ada dalam saluran minyak, sebagian gerak pedal terpakai memampatkan udara, sehingga pedal terasa empuk. Saluran harus tertutup agar tekanan terjaga.

Analisis setiap pernyataan:
- **Pernyataan 1 – Benar.** Fluida tak termampatkan meneruskan tekanan.
- **Pernyataan 2 – Salah.** Jebakan: udara termampatkan, sehingga pedal empuk.
- **Pernyataan 3 – Benar.** Saluran tertutup diperlukan.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 8 Kunci: B, D, E

Konsep: udara dapat dimampatkan sehingga gerak pneumatik lebih elastis dan kurang kaku, dan udara bekas dibuang ke atmosfer (tanpa saluran balik, sistem lebih bersih). **Minyak hidrolik** hampir tidak termampatkan, bersirkulasi lewat saluran balik ke tangki, dan lebih cocok untuk gaya besar.

Analisis setiap opsi:
- **A.** ✗ Udara dapat dimampatkan.
- **B.** ✓ Akibatnya gerak kurang kaku.
- **C.** ✗ Oli dan saluran balik adalah ciri hidrolik.
- **D.** ✓ Udara bekas dibuang ke atmosfer.
- **E.** ✓ Hidrolik cocok untuk gaya besar.

Jawaban: B, D, dan E.

No. 9 Kunci: C

Konsep: oli tidak dapat dimampatkan, sehingga **volume oli yang keluar dari silinder kecil sama dengan volume yang masuk ke silinder besar**. Volume = luas × jarak.

Langkah:
1. Volume yang dibutuhkan piston besar naik 10 cm: 50 cm^2 × 10 cm = 500 cm^3.
2. Volume tiap pompaan: 2 cm^2 × 5 cm = 10 cm^3.
3. Banyak pompaan = 500 ÷ 10 = 50.
4. Cek ulang: piston besar naik 10 cm ÷ 50 pompaan = 0,2 cm per pompaan; 0,2 × 25 = 5 (rasio luas 25).

Analisis setiap opsi:
- **A.** ✗ Membandingkan hanya jarak, mengabaikan luas piston.
- **B.** ✗ Jebakan: 25 adalah rasio luas, bukan banyak pompaan.
- **C.** ✓ 500 ÷ 10 = 50.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- **D.** ✗ 50 ÷ 5 tidak berdasar volume.
- **E.** ✗ 500 ÷ 5 mencampur volume dengan jarak.

Jawaban: C.

No. 10 Kunci: C

Konsep: FRL terdiri atas tiga bagian: **F (filter)** menahan debu dan air kondensasi, **R (regulator)** mengatur tekanan, dan **L (lubricator)** meneteskan minyak pelumas. Bagian pertama, filter, melindungi alat dari kotoran dan air yang menimbulkan karat.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Itu fungsi regulator.
- **B.** ✗ Itu fungsi lubricator.
- **C.** ✓ Fungsi filter.
- **D.** ✗ Itu fungsi tangki udara.
- **E.** ✗ Udara bekas dibuang lewat lubang buang katup.

Jawaban: C.

No. 11 Kunci: A, C, D

Konsep: pompa menghasilkan aliran oli; **katup arah** mengatur ke ruang silinder mana oli mengalir; **silinder** mengubah tekanan oli menjadi gerak lurus; **filter** menahan kotoran. Selang tidak boleh dilepas saat bertekanan.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Fungsi pompa.
- **B.** ✗ Silinder menghasilkan gerak lurus dari tekanan oli, bukan sebaliknya.
- **C.** ✓ Fungsi katup arah.
- **D.** ✓ Fungsi filter.
- **E.** ✗ Jebakan: pelan tidak mencegah semburan oli bertekanan.

Jawaban: A, C, dan D.

No. 12 Kunci: B

Konsep: katup 3/2 pada gambar memiliki dua posisi. Saat tombol ditekan (posisi kiri), udara dari kompresor mengalir ke silinder (P → A) sehingga batang keluar melawan pegas silinder. Saat tombol dilepas, **pegas katup** mengembalikan katup ke posisi awal (posisi kanan): pasokan udara tertutup dan saluran silinder terhubung ke **lubang buang**, sehingga **pegas silinder** mendorong batang kembali dan memaksa udara keluar ke atmosfer.

Langkah:

1. Tombol dilepas → pegas katup mengembalikan posisi → saluran A terhubung ke buang.
2. Tidak ada tekanan di silinder → pegas silinder mendorong piston kembali.
3. Udara dalam silinder dibuang lewat katup M.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Udara tidak terperangkap karena saluran A terhubung ke buang.
- **B.** ✓ Pegas mengembalikan batang, udara keluar lewat buang.
- **C.** ✗ Kompresor tidak menyedot udara dari silinder.
- **D.** ✗ Pasokan udara tertutup saat tombol dilepas.
- **E.** ✗ Jebakan: udara dibuang ke atmosfer lewat buang katup, bukan lewat FRL.

Jawaban: B.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

No. 13 Kunci: A

Konsep: gaya silinder = tekanan × luas efektif. Pada sisi batang, sebagian luas piston tertutup batang, sehingga luas efektif lebih kecil dan gaya tarik lebih kecil daripada gaya dorong pada tekanan yang sama.

Langkah:

1. Gaya dorong = 50 N/cm^2 × 40 cm^2 = 2.000 N.
2. Gaya tarik = 50 N/cm^2 × 30 cm^2 = 1.500 N.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ 2.000 N dan 1.500 N.
- **B.** ✗ Urutannya terbalik.
- **C.** ✗ Jebakan: gaya tarik tidak sama dengan gaya dorong karena luas efektif sisi batang lebih kecil.
- **D.** ✗ 3.500 N berasal dari menjumlahkan kedua luas.
- **E.** ✗ Gaya dorong memakai luas sisi piston 40 cm^2.

Jawaban: A.

No. 14 Kunci: A, D, E

Konsep: pedal menggerakkan piston **master silinder** yang meneruskan tekanan minyak ke kaliper atau silinder roda. Minyak rem **menyerap air** sehingga diganti berkala. **Udara** dalam saluran mudah dimampatkan sehingga pedal empuk. **Bleeding** membuang udara dengan baut bleeder dibuka sambil pedal ditekan.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Alur kerja rem hidrolik.
- **B.** ✗ Oli mesin merusak seal karet sistem rem.
- **C.** ✗ Jebakan: bleeding memerlukan baut bleeder **terbuka** agar udara keluar.
- **D.** ✓ Minyak rem menyerap air.
- **E.** ✓ Udara membuat pedal empuk.

Jawaban: A, D, dan E.

No. 15 Kunci: A

Konsep: setelah mesin mati, **tekanan sisa** masih ada pada selang dan silinder. Alat kerja diturunkan ke tanah (beban hilang) lalu tekanan sisa dilepaskan sesuai prosedur sebelum selang dilepas. Melepas selang bertekanan dapat menyemburkan oli dan melukai.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Turunkan alat dan lepas tekanan sisa.
- **B.** ✗ Jebakan: mesin mati tidak berarti tekanan hilang.
- **C.** ✗ Semburan oli bertekanan tinggi dapat menembus kulit; jangan memeriksa dengan tangan.
- **D.** ✗ Mengencangkan sambungan bertekanan berbahaya.
- **E.** ✗ Menyalakan mesin menambah tekanan.

Jawaban: A.

No. 16 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: oli hidrolik keruh seperti susu menandakan **air** (atau udara) tercampur. Oli tambahan harus **sejenis** dengan yang ada di sistem karena jenis berbeda dapat tidak cocok. Level dibaca sesuai petunjuk alat.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 – Benar.** Keruh menandakan air.
- **Pernyataan 2 – Salah.** Jebakan: level penuh tidak cukup; jenis oli harus sejenis.
- **Pernyataan 3 – Benar.** Level dibaca sesuai petunjuk.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 17 Kunci: D

Konsep: uji kebocoran sistem pneumatik dilakukan dengan menutup sistem pada tekanan kerja lalu mencatat **penurunan tekanan dalam waktu tertentu**. Bila penurunan melebihi batas manual, ada kebocoran.

Langkah:

1. Baca jarum awal: 8,0 bar. Jarum akhir: 7,0 bar.
2. Penurunan = 8,0 − 7,0 = 1,0 bar dalam 10 menit.
3. Batas manual 0,5 bar → 1,0 bar melebihi → ada kebocoran.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: tekanan akhir tinggi, tetapi yang dinilai adalah penurunannya.
- **B.** ✗ Penurunan melebihi batas bukan hal wajar.
- **C.** ✗ Jarum bergerak karena udara bocor, bukan karena alat rusak.
- **D.** ✓ 1,0 bar melebihi batas 0,5 bar.
- **E.** ✗ Tekanan 7,0 bar jauh di atas tekanan atmosfer.

Jawaban: D.

No. 18 Kunci: E

Konsep: selang hidrolik harus tahan tekanan kerja sistem dengan **faktor keamanan**. Syarat manual: tekanan kerja selang ≥ 1,25 × tekanan sistem.

Langkah:

1. Syarat minimal = 1,25 × 160 bar = 200 bar.
2. Dari pilihan: hanya selang 250 bar yang ≥ 200 bar.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: 160 bar sama dengan tekanan sistem, tetapi di bawah syarat 200 bar.
- **B.** ✗ 120 bar di bawah tekanan sistem.
- **C.** ✗ 100 bar jauh di bawah tekanan sistem.
- **D.** ✗ Selang tekanan rendah akan pecah.
- **E.** ✓ 250 bar ≥ 200 bar.

Jawaban: E.

No. 19 Kunci: C

Konsep: minyak rem menyerap uap air dari udara (higroskopis). Air menurunkan titik didih minyak rem; saat rem panas, minyak dapat mendidih dan membentuk uap yang mudah dimampatkan, sehingga pedal blong. Karena itu minyak rem diganti bila kadar air melebihi batas manual.

Langkah:

1. Batas: 3,0 %.
2. P 1,5 %, R 0,5 % (di bawah batas); Q 3,2 % dan S 4,0 % (melebihi batas).
3. Q dan S harus diganti.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: S memang yang tertinggi, tetapi Q (3,2 %) juga melebihi batas.
- **B.** ✗ Kadar air rendah berarti minyak masih layak.
- **C.** ✓ Q dan S melebihi 3,0 %.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- **D.** ✗ Keputusan memakai batas manual, bukan penggantian setiap uji.
- **E.** ✗ Minyak rem dapat tampak jernih padahal kadar airnya tinggi.

Jawaban: C.

No. 20 Kunci: E

Konsep: pada rem udara, **katup pengatur tekanan (governor)** menjaga tekanan tangki dalam rentang kerja: saat tekanan mencapai batas atas, kompresor dibebaskan dari beban (tidak mengisi); saat turun ke batas bawah, kompresor mulai mengisi lagi. Dengan begitu tekanan selalu cukup tanpa berlebih.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Katup pembuang air mengeluarkan kondensat dari tangki.
- **B.** ✗ Kamar rem menggerakkan tuas rem pada roda.
- **C.** ✗ Pedal mengatur banyak udara ke kamar rem, bukan batas tekanan tangki.
- **D.** ✗ Saluran hanya menyalurkan udara.
- **E.** ✓ Governor mengatur batas tekanan.

Jawaban: E.

No. 21 Kunci: B, C, D

Konsep: pompa **power steering hidrolik** digerakkan mesin melalui sabuk, sehingga saat mesin mati bantuan hilang dan setir berat. Oli yang kurang atau **udara** dalam sistem membuat pompa menghisap udara: terdengar bunyi dan setir tidak halus. Jenis fluida mengikuti manual; minyak rem tidak sesuai.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Tanpa mesin, tidak ada bantuan.
- **B.** ✓ Pompa digerakkan sabuk dari mesin.
- **C.** ✓ Level rendah menyebabkan setir berat dan bunyi.
- **D.** ✓ Udara menimbulkan bunyi dan setir tidak halus.
- **E.** ✗ Jebakan: keduanya cairan, tetapi bahan dan sifatnya berbeda; minyak rem merusak seal power steering.

Jawaban: B, C, dan D.

No. 22 Kunci: A, C, E

Konsep: oli bertekanan tinggi dapat menyembur dari celah kecil dan **menembus kulit**. Karena itu tubuh dijauhkan dari jalur semburan, mata dilindungi, kebocoran dicari dengan **kertas atau kardus** (bukan tangan), dan tekanan dilepas sebelum membuka atau mengencangkan sambungan.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Jauhkan tubuh dari jalur semburan.
- **B.** ✗ Semburan halus tidak terlihat dan dapat menembus kulit.
- **C.** ✓ Pelindung mata.
- **D.** ✗ Jebakan: mengencangkan sambungan bertekanan berisiko menyemburkan oli.
- **E.** ✓ Tekanan dilepas dulu.

Jawaban: A, C, dan E.

No. 23 Kunci: B

Konsep: rem mobil memakai **dua sirkuit terpisah** agar bila satu bocor, sirkuit lain tetap mengerem. Pada **susunan diagonal**, tiap sirkuit melayani satu roda depan dan roda belakang di sisi berlawanan, sehingga mobil tetap mengerem pada dua roda (diagonal) bila satu sirkuit gagal, walaupun jarak berhenti lebih panjang.

Langkah:

1. Sirkuit merah: dari master ke roda depan kiri dan roda belakang kanan.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

2. Sirkuit biru: dari master ke roda depan kanan dan roda belakang kiri; sirkuit ini bocor.
3. Roda yang masih memperoleh tekanan: depan kiri dan belakang kanan (sirkuit merah).

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Itu roda pada sirkuit biru yang bocor.
- **B.** ✓ Roda pada sirkuit merah.
- **C.** ✗ Jebakan: kedua roda depan seolah satu pasangan, padahal terbagi pada dua sirkuit.
- **D.** ✗ Kedua roda belakang juga terbagi dua sirkuit.
- **E.** ✗ Sirkuit merah masih utuh sehingga dua roda tetap mengerem.

Jawaban: B.

No. 24 Kunci: B, C, E

Konsep: tiap temuan memiliki tindak lanjut baku. **Oli keruh seperti susu** menandakan air atau udara tercampur: oli diganti dan sumber masuknya dicari. **Selang rembes** diganti (bukan ditambal) setelah tekanan dilepas. **Indikator zona merah** berarti saringan jenuh: diganti. Oli tambahan harus sejenis dengan oli di sistem.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Lakban tidak menahan tekanan tinggi.
- **B.** ✓ Oli diganti dan sumber air dicari.
- **C.** ✓ Saringan jenuh diganti.
- **D.** ✗ Jebakan: level penuh tidak cukup; jenis oli harus sesuai.
- **E.** ✓ Selang diganti setelah tekanan dilepas.

Jawaban: B, C, dan E.

No. 25 Kunci: D

Konsep: peredam kejut hidrolik berisi oli yang dipaksa mengalir lewat lubang kecil saat piston bergerak, sehingga **meredam osilasi pegas**. Bila oli bocor, redaman hilang: pegas bergetar berulang kali sehingga kendaraan memantul dan limbung.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Pegas yang masih utuh dan terlalu keras tidak menjelaskan oli yang membasahi batang peredam.
- **B.** ✗ Ban kurang angin memengaruhi kenyamanan, tetapi bukan penyebab oli basah.
- **C.** ✗ Rantai kendur tidak menyebabkan motor memantul.
- **D.** ✓ Oli bocor: redaman hilang.
- **E.** ✗ Jebakan: peredam kejut tidak berhubungan dengan minyak rem.

Jawaban: D.

Simulasi 1 — Prediksi TKA 2026

No. 1 Kunci: C

Konsep: Setelah Ringkas, Rapi, dan Resik, langkah Rawat menetapkan standar (misalnya foto kondisi ideal dan lembar periksa) agar kondisi itu terjaga, lalu Rajin menjadikannya kebiasaan.

Langkah:

1. Ringkas, Rapi, dan Resik sudah dilakukan.
2. Masalah: kondisi tidak bertahan → perlu standar dan pemeriksaan rutin (Rawat).

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: mengulang Ringkas dan Resik membuat bengkel rapi sesaat, tetapi tanpa standar kondisi berantakan akan kembali.
- **B.** ✗ Label termasuk Rapi; papan bayangan sudah ada, tetapi tanpa standar dan pemeriksaan rutin alat tetap tidak dikembalikan.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

• **C.** ✓ Standar bergambar dan lembar periksa harian adalah penerapan Rawat yang menjaga hasil tiga R pertama.
• **D.** ✗ Kerja bakti mingguan adalah Resik; kondisi tetap berantakan di antara hari Sabtu karena tidak ada standar harian.
• **E.** ✗ Satu petugas tetap membuat siswa lain tidak ikut bertanggung jawab, sehingga kebiasaan tidak terbentuk.

Jawaban: C.

No. 2 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Aki yang diisi menghasilkan gas hidrogen yang mudah meledak. Pengisian dilakukan di tempat berventilasi, jauh dari api dan percikan, dan charger dimatikan sebelum penjepit dilepas atau dipasang.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Benar.** Pengisian aki menguraikan air dalam elektrolit menjadi gas hidrogen dan oksigen.
• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: tegangannya memang rendah, tetapi melepas penjepit saat arus mengalir menimbulkan percikan yang dapat menyalakan gas hidrogen. Matikan charger lebih dulu.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Ventilasi menyebarkan gas hidrogen, dan menjauhkan percikan gerinda mencegah ledakan.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 3 Kunci: 1S 2B 3B

Konsep: Pada mobil hybrid, lampu READY menandakan sistem siap jalan. Mesin bensin dapat mati dan hidup otomatis, sehingga mesin yang diam tidak berarti aman. Sistem dimatikan dan kunci dijauhkan sebelum bekerja di ruang mesin.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: lampu READY berarti sistem hybrid aktif; mesin bensin dapat berputar tiba-tiba walaupun saat ini diam.
• **Pernyataan 2 → Benar.** ECU hybrid menghidupkan mesin secara otomatis sesuai kebutuhan pengisian baterai atau pemanasan.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Langkah ini mencegah mesin hidup tiba-tiba selama pemeriksaan.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

No. 4 Kunci: A

Konsep: Toolkeeper mengelola alat kerja bengkel: mencatat peminjaman dan pengembalian, memeriksa kondisi, memisahkan alat rusak, dan menjaga jadwal kalibrasi.

Langkah:
1. Tugas berkaitan dengan alat kerja, bukan unit alat berat.
2. Mencatat peminjaman, memeriksa, dan menjadwalkan kalibrasi alat → toolkeeper.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Semua tugas dalam kasus adalah tugas pengelola ruang alat.
• **B.** ✗ Mekanik lapangan memperbaiki unit, sedangkan petugas ini tidak memperbaiki unit.
• **C.** ✗ Operator mengoperasikan alat berat, bukan mengelola alat kerja bengkel.
• **D.** ✗ Jebakan: partsman juga bekerja di gudang, tetapi yang dikelolanya suku cadang untuk dipasang, bukan alat kerja yang dipinjam.
• **E.** ✗ Pengawas K3 mengawasi keselamatan, bukan mencatat peminjaman alat.

Jawaban: A.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

No. 5 Kunci: B

Konsep: Mengelas listrik memerlukan pelindung mata dan wajah berkaca gelap (menahan cahaya las), sarung tangan kulit panjang, pakaian tahan panas yang menutup lengan dan bahu, serta sepatu safety. Pada posisi atas kepala, percikan jatuh ke bahu dan lengan sehingga jaket lengan panjang diperlukan.

Langkah:

1. Bahaya: cahaya las (mata), percikan dan terak jatuh (kepala, bahu, lengan), panas (tangan).
2. Periksa setiap opsi: mata, tangan, lengan-bahu, kaki.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Sepatu kets dari kain dan karet tipis mudah terbakar terak panas yang jatuh dan tidak melindungi kaki.
- **B.** ✓ Semua bahaya tertutup: kaca gelap, sarung tangan dan jaket kulit, serta sepatu safety.
- **C.** ✗ Sarung tangan karet tidak tahan panas dan percikan las sehingga dapat meleleh.
- **D.** ✗ Kacamata gerinda bening melindungi dari serpihan, tetapi tidak menahan cahaya las.
- **E.** ✗ Jebakan: kaca gelap dan sepatunya tepat, tetapi apron tanpa lengan dan sarung tangan pendek membiarkan bahu dan lengan terkena percikan yang jatuh dari atas.

Jawaban: B.

No. 6 Kunci: A, C, D, E

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Gas buang mengandung karbon monoksida yang tidak berwarna dan tidak berbau. Tanggap darurat: hentikan sumbernya, buka ventilasi, pindahkan korban ke udara segar, panggil bantuan, dan pantau napas korban.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ Udara segar menurunkan kadar gas buang di ruangan sehingga penolong tidak ikut keracunan.
- **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: niatnya menolong, tetapi korban tetap menghirup gas buang selama berada di ruang itu.
- **Pernyataan 3** ✓ Mematikan mesin menghentikan sumber gas buang.
- **Pernyataan 4** ✓ Korban harus segera menghirup udara bersih.
- **Pernyataan 5** ✓ Korban keracunan gas buang perlu diperiksa petugas kesehatan dan dipantau napasnya.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 4, 5.

No. 7 Kunci: B, D

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Rem parkir elektrik (EPB) menggantikan tuas rem tangan dengan motor listrik yang menggerakkan piston kaliper belakang. Untuk mengganti kampas, piston ditarik mundur dan dikembalikan melalui mode servis ECU, bukan ditekan paksa.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: cara ini benar untuk kaliper biasa, tetapi pada EPB piston ditahan ulir penggerak motor; memaksanya dapat merusak ulir dan motor EPB.
- **Pernyataan 2** ✓ Dalam mode servis, ECU memutar motor EPB untuk menarik mundur piston.
- **Pernyataan 3** ✗ Tanpa arus listrik, motor tidak bergerak sehingga piston tetap di tempatnya.
- **Pernyataan 4** ✓ Mengakhiri mode servis membuat ECU mendorong piston sampai kampas menempel dan menyimpan posisi barunya.
- **Pernyataan 5** ✗ Selama mode servis aktif, rem parkir belum siap bekerja; mode harus diakhiri sesuai manual.

Jawaban: pernyataan 2, 4.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

No. 8 Kunci: E

Konsep: Manual servis menetapkan posisi kendaraan dan titik pengukuran karena kelonggaran rantai berbeda di setiap titik dan posisi. Hasil ukur di titik lain tidak dapat dibandingkan dengan spesifikasi.

Langkah:

1. Spesifikasi berlaku untuk: standar tengah, netral, titik tengah bagian bawah rantai.
2. Pengukuran siswa: standar samping, bagian atas, dekat gir depan → syarat tidak dipenuhi.
3. Tindakan: ukur ulang sesuai manual, baru dinilai.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: angkanya memang di dalam rentang, tetapi diambil pada titik dan posisi yang berbeda dari manual sehingga tidak dapat dibandingkan.
• **B.** ✗ Mencatat kondisi pengukuran tidak membuat hasilnya sebanding dengan spesifikasi manual.
• **C.** ✗ Manual tidak memberi angka koreksi; angka tambahan itu hanya tebakan.
• **D.** ✗ Titiknya sudah benar, tetapi posisi motor belum sesuai manual (harus standar tengah dan netral).
• **E.** ✓ Pengukuran ulang sesuai titik dan posisi manual membuat hasilnya dapat dibandingkan dengan standar.

Jawaban: E.

No. 9 Kunci: B, E

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Daya listrik P = V × I. Sistem pengisian harus mampu memasok seluruh beban yang menyala bersamaan; bila beban lebih besar, kekurangannya diambil dari aki sehingga aki terkuras.

Langkah:

1. Kemampuan: 12 × 12 = 144 W.
2. Beban sekarang: 35 + 10 + 60 + 5 = 110 W.
3. Dengan dua lampu: 110 + 50 = 160 W > 144 W; dengan satu lampu: 135 W < 144 W.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Kemampuan pengisian 144 W, jadi beban 110 W masih di bawahnya.
• **Pernyataan 2** ✓ P = 12 V × 12 A = 144 W; beban 110 W + 2 × 25 W = 160 W.
• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: tambahan arusnya memang sekitar 4,2 A (50 W ÷ 12 V), tetapi beban total menjadi 160 W, melebihi kemampuan 144 W.
• **Pernyataan 4** ✗ 110 W + 25 W = 135 W, masih di bawah 144 W.
• **Pernyataan 5** ✓ Kekurangan daya diambil dari aki sehingga aki lama-kelamaan kosong.

Jawaban: pernyataan 2, 5.

No. 10 Kunci: D

Konsep: Pada gambar potongan, arsiran menunjukkan bahan yang terpotong dan bagian putih adalah lubang. Ukuran berantai di dalam lubang menunjukkan kedalaman setiap dudukan dari sisi luar hub.

Langkah:

1. Lebar hub: 80 mm.
2. Sisi dalam bearing kiri berada 12 mm dari sisi kiri.
3. Sisi dalam bearing kanan berada 5 + 12 = 17 mm dari sisi kanan.
4. Panjang pipa jarak: 80 − 12 − 17 = 51 mm.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ 80 mm adalah lebar seluruh hub.
• **B.** ✗ Hanya mengurangi satu dudukan bearing (80 − 12).
• **C.** ✗ Jebakan: 80 − 12 − 12 = 56 mm lupa bahwa dudukan bearing kanan berada di belakang dudukan seal 5 mm.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- **D.** ✓ 80 − 12 − (5 + 12) = 51 mm.
- **E.** ✗ Mengurangi dudukan seal dua kali atau menghitung 80 − 12 − 17 − 5.

Jawaban: D.

No. 11 Kunci: B

Konsep: Pada pengukuran hambatan kecil, hambatan kabel probe ikut terbaca. Hambatan sebenarnya = hasil ukur komponen − hasil ukur saat kedua probe disatukan.

Langkah:

1. Hambatan probe: 0,5 Ω.
2. Hambatan kumparan: 0,8 − 0,5 = 0,3 Ω.
3. 0,3 Ω berada di dalam spesifikasi 0,2–0,4 Ω → normal.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: 0,8 Ω belum dikurangi hambatan probe 0,5 Ω.
- **B.** ✓ Setelah dikurangi hambatan probe, hambatan kumparan 0,3 Ω sesuai spesifikasi.
- **C.** ✗ Batas 0,5 Ω bukan spesifikasi; 0,3 Ω masih di dalam rentang 0,2–0,4 Ω.
- **D.** ✗ Menjumlahkan hambatan probe, padahal seharusnya dikurangkan.
- **E.** ✗ Hasil dapat dipakai setelah dikoreksi; mengganti koil yang normal membuang biaya.

Jawaban: B.

No. 12 Kunci: C

Konsep: Hukum Pascal: tekanan pada zat cair di ruang tertutup diteruskan sama besar ke segala arah. Pada rem hidrolik: $F_1/A_1 = F_2/A_2$, sehingga gaya diperbesar sebanding perbandingan luas piston.

Langkah:

1. $F_2 = F_1 \times A_2 / A_1$.
2. $F_2 = 120 \times 9 / 1{,}5 = 120 \times 6 = 720$ N.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Perbandingan luas terbalik: 120 × 1,5 ÷ 9.
- **B.** ✗ Mengalikan gaya dengan luas master silinder (120 × 1,5).
- **C.** ✓ 120 × 9 ÷ 1,5 = 720 N.
- **D.** ✗ Jebakan: 360 N adalah gaya pada satu piston kaliper; yang ditanyakan gaya total kedua piston.
- **E.** ✗ Mengalikan gaya dengan luas kaliper tanpa membagi luas master silinder (120 × 9).

Jawaban: C.

No. 13 Kunci: D

Konsep: Radiator pressure tester memompa udara ke sistem pendingin sampai tekanan kerjanya, lalu teknisi mengamati penurunan tekanan dan mencari rembesan. Kebocoran kecil yang hanya muncul saat bertekanan dapat ditemukan dengan cara ini.

Langkah:

1. Kebocoran tidak terlihat saat mobil diam (tidak bertekanan).
2. Perlu alat yang memberi tekanan pada sistem pendingin → radiator pressure tester.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Compression tester mengukur tekanan kompresi silinder, bukan sistem pendingin.
- **B.** ✗ Vacuum gauge mengukur kevakuman intake, tidak memberi tekanan pada sistem pendingin.
- **C.** ✗ Jebakan: hidrometer memang dipakai untuk air radiator, tetapi hanya mengukur kadar cairan pendingin, bukan mencari kebocoran.
- **D.** ✓ Alat ini memberi tekanan seperti saat mesin bekerja sehingga rembesan dapat ditemukan.
- **E.** ✗ Scan tool membaca data sensor, tidak dapat menunjukkan lokasi kebocoran.

Jawaban: D.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

No. 14 Kunci: B

Konsep: Pada rangkaian seri, tegangan sumber terbagi ke setiap beban. Dua bohlam 12 V yang dirangkai seri pada sumber 12 V masing-masing hanya mendapat sekitar 6 V sehingga redup. Pada rangkaian paralel, setiap bohlam mendapat tegangan penuh.

Langkah:

1. Sumber 12 V, tiap bohlam 6 V → 6 + 6 = 12 V: tegangan terbagi.
2. Gejala muncul setelah soket diganti → kabel soket baru tersambung seri.
3. Perbaikan: rangkai paralel.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Bohlam sebelumnya normal, dan bohlam berdaya lebih besar tidak memperbaiki pembagian tegangan.
- **B.** ✓ Tegangan yang terbagi dua menunjukkan rangkaian seri; rangkaian paralel memberi 12 V ke tiap bohlam.
- **C.** ✗ Jebakan: aki lemah memang membuat lampu redup, tetapi tegangan sumber terukur 12 V.
- **D.** ✗ Sekring yang terlalu kecil akan putus, bukan membuat lampu redup.
- **E.** ✗ Bila kabel massa putus, bohlam tidak menyala sama sekali.

Jawaban: B.

No. 15 Kunci: A

Konsep: Kunci ring belah memiliki celah sehingga dapat dimasukkan melewati pipa, tetapi tetap mencengkeram lima sampai enam sisi mur. Alat ini dirancang khusus untuk mur pipa rem dan pipa bahan bakar.

Langkah:

1. Syarat 1: dapat melewati pipa → kunci ring biasa dan sok tidak bisa.
2. Syarat 2: mencengkeram banyak sisi agar mur tidak membulat → kunci pas tidak memenuhi.
3. Alat yang memenuhi keduanya: kunci ring belah.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Memenuhi kedua syarat: melewati pipa dan mencengkeram banyak sisi mur.
- **B.** ✗ Jebakan: kunci pas memang dapat masuk dari samping, tetapi hanya mencengkeram dua sisi sehingga mur mudah membulat.
- **C.** ✗ Rahang kunci pipa bergerigi dan merusak sisi mur.
- **D.** ✗ Tang mencengkeram dua titik dan mudah selip.
- **E.** ✗ Kunci sok tidak dapat dipasang karena terhalang pipa.

Jawaban: A.

No. 16 Kunci: A, C, D

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Ban dengan cincin pengunci menyimpan energi besar saat bertekanan. SOP: periksa cincin dan pelek, isi angin di dalam kurungan pengaman, memakai penjepit pentil dan selang panjang, dan berdiri di luar jalur lontaran.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Kurungan pengaman menahan cincin atau pelek yang terlempar.

• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: mengamati dudukan cincin memang perlu, tetapi berdiri di depan cincin berarti berada di jalur lontaran.

• **Pernyataan 3** ✓ Penjepit pentil dan selang panjang memungkinkan pengisian tanpa memegang ban dari dekat.

• **Pernyataan 4** ✓ Cincin atau pelek yang rusak dapat lepas saat ban bertekanan.

• **Pernyataan 5** ✗ Memukul cincin pada ban bertekanan dapat membuat cincin terlempar.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 4.

No. 17 Kunci: E

Konsep: Seal batang katup mencegah oli di kepala silinder mengalir turun melalui batang katup. Saat langsam, kevakuman di saluran masuk tinggi sehingga oli terisap lewat seal yang aus dan terkumpul; ketika gas dibuka, oli itu terbakar sebentar sebagai asap kebiruan.

Langkah:

1. Asap kebiruan = oli terbakar.
2. Asap hanya sesaat setelah langsam lama, lalu hilang walaupun dibebani → oli terkumpul saat langsam, bukan bocor terus-menerus.
3. Kompresi normal → ring piston, katup, dan paking tidak bocor.
4. Kesimpulan: seal batang katup aus.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: ring piston aus memang menimbulkan asap oli, tetapi asapnya muncul terus saat beban dan kompresi biasanya turun.

• **B.** ✗ Kebocoran paking kepala silinder menurunkan kompresi, sedangkan kompresi normal.

• **C.** ✗ Campuran terlalu kaya menghasilkan asap hitam, bukan putih kebiruan, dan tidak menghabiskan oli.

• **D.** ✗ Celah katup terlalu rapat menurunkan kompresi, sedangkan kompresi normal.

• **E.** ✓ Seal batang katup yang aus menjelaskan asap sesaat setelah langsam lama dan oli yang berkurang.

Jawaban: E.

No. 18 Kunci: A, C, E

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Konverter katalitik mengubah gas berbahaya dalam gas buang menjadi gas yang lebih aman. Campuran terlalu kaya dalam waktu lama membuat konverter terlalu panas sehingga intinya meleleh atau pecah dan menyumbat aliran gas buang.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Hambatan aliran gas buang paling terasa saat aliran besar: putaran tinggi dan beban berat.

• **Pernyataan 2** ✗ Bahan bakar yang tidak terbakar ikut terbakar di konverter sehingga konverter terlalu panas dan bagian dalamnya rusak.

• **Pernyataan 3** ✓ Inti keramik yang pecah bergerak bebas di dalam rumah konverter.

• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: tenaga memang dapat kembali, tetapi emisi gas buang naik dan melanggar ketentuan uji emisi.

• **Pernyataan 5** ✓ Tanpa memperbaiki penyebabnya, konverter baru akan rusak dengan cara yang sama.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 5.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

No. 19 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: Beban yang diangkat dengan hidrolik dapat turun tiba-tiba. Sebelum bekerja di dekat atau di bawahnya, beban ditahan penyangga mekanis yang sesuai kapasitasnya dan kendali dikunci.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** Penyangga menahan beban bila tekanan hidrolik turun atau tuas tersenggol.

• **Pernyataan 2 → Benar.** Tuas pengunci memutus fungsi tuas kendali sehingga alat tidak bergerak tanpa sengaja.

• **Pernyataan 3 → Salah.** Jebakan: kehadiran operator tidak menahan beban; bila hidrolik bocor atau tuas tersenggol, track dapat turun dan menjepit mekanik.

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

No. 20 Kunci: B, C, E

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Termostat menutup saat mesin dingin agar mesin cepat mencapai suhu kerja, lalu membuka untuk mengalirkan air pendingin ke radiator. Termostat yang macet terbuka membuat mesin terlalu dingin, pemanas kabin kurang hangat, dan bahan bakar boros.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 ✗** Jarum suhu justru rendah; mesin tidak mencapai suhu kerja.

• **Pernyataan 2 ✓** Pada mesin normal, selang atas baru hangat setelah termostat membuka pada suhu kerja.

• **Pernyataan 3 ✓** Termostat yang terus terbuka membuat air pendingin selalu didinginkan radiator.

• **Pernyataan 4 ✗** Jebakan: sirkulasi memang lebih lancar, tetapi mesin justru makin lama mencapai suhu kerja dan makin boros.

• **Pernyataan 5 ✓** ECU menambah bahan bakar saat membaca mesin masih dingin.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

No. 21 Kunci: C

Konsep: Tekanan bahan bakar yang normal saat langsam tetapi turun saat kebutuhan bahan bakar besar menunjukkan pasokan aliran kurang (saringan tersumbat atau pompa lemah). Tekanan sisa yang baik setelah mesin mati menunjukkan injektor dan katup searah tidak bocor.

Langkah:

1. Langsam 3,0 bar → normal; regulator tidak macet terbuka.
2. Tekanan sisa 2,6 bar ≥ 2,0 → injektor dan katup searah tidak bocor.
3. Gas penuh 1,8 bar < 2,8 → aliran tidak mencukupi saat kebutuhan besar → saringan tersumbat atau pompa lemah.

Analisis setiap opsi:

• **A. ✗** Tekanan sisa 2,6 bar masih di atas batas 2,0 bar, jadi injektor tidak bocor.

• **B. ✗** Tekanan langsam normal 3,0 bar, jadi regulator tidak macet terbuka.

• **C. ✓** Tekanan hanya turun saat aliran bahan bakar besar, cocok dengan saringan tersumbat atau pompa lemah.

• **D. ✗** Katup searah yang bocor menurunkan tekanan sisa, padahal tekanan sisanya baik.

• **E. ✗** Jebakan: busi aus memang dapat membuat mesin tersendat saat beban, tetapi data menunjukkan tekanan bahan bakar turun di bawah spesifikasi.

Jawaban: C.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

No. 22 Kunci: D

Konsep: TPS adalah potensiometer: kontak geser bergerak di atas jalur hambatan sehingga tegangan sinyal naik sebanding bukaan katup gas. Bila jalur hambatan aus di satu titik, sinyal tiba-tiba turun di titik itu dan ECU salah membaca bukaan gas.

Langkah:

1. Sinyal naik merata kecuali di 1/4 bukaan (turun ke 0,1 V).
2. Gejala tersendat juga hanya di sekitar 1/4 bukaan.
3. Kesimpulan: jalur hambatan TPS aus di titik itu.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ ECU membaca sinyal normal pada bukaan lain, jadi ECU tidak terbukti rusak.
- **B.** ✗ Tegangan referensi yang rendah membuat seluruh sinyal rendah, termasuk saat bukaan penuh, padahal bukaan penuh 4,4 V.
- **C.** ✗ Kabel massa putus membuat sinyal tinggi pada semua bukaan, bukan turun di satu titik.
- **D.** ✓ Penurunan sinyal hanya di 1/4 bukaan cocok dengan jalur hambatan yang aus di titik itu.
- **E.** ✗ Jebakan: gejala tersendat memang dapat berasal dari injektor, tetapi data menunjukkan sinyal TPS yang salah tepat di bukaan yang sama.

Jawaban: D.

No. 23 Kunci: E

Konsep: Penandaan ulir metrik ISO: M diameter × kisar × panjang – kelas kekuatan. Bila kisar tidak ditulis, baut berulir kasar (untuk M10 kisarnya 1,5 mm). Kelas kekuatan 10.9 lebih kuat daripada 8.8.

Langkah:

1. Spesifikasi: M10, kisar 1,25 (halus), panjang 25, kelas 10.9.
2. Periksa setiap penandaan satu per satu.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: diameter, panjang, dan kelasnya cocok, tetapi tanpa angka kisar berarti ulir kasar 1,5 mm yang tidak cocok dengan ulir halus 1,25 mm.
- **B.** ✗ Panjang 20 mm lebih pendek dari spesifikasi sehingga ulir yang mengikat berkurang.
- **C.** ✗ Kelas 8.8 lebih lemah daripada 10.9 yang disyaratkan untuk baut kaliper.
- **D.** ✗ Diameter 12 mm tidak masuk ke lubang ulir 10 mm.
- **E.** ✓ Semua unsur sesuai: M10, kisar 1,25, panjang 25, kelas 10.9.

Jawaban: E.

No. 24 Kunci: A

Konsep: Pada katup 3/2 normal tertutup, posisi normal menghubungkan lubang 2 (ke silinder) dengan lubang 3 (buang) dan menutup lubang 1 (pasokan). Silinder kerja tunggal kembali oleh pegas sambil membuang udaranya melalui lubang 2 → 3 → peredam.

Langkah:

1. Pedal dilepas → katup kembali ke kotak kanan: lubang 1 tertutup, lubang 2 terhubung ke lubang 3.
2. Udara dari silinder harus keluar melalui lubang 3 dan peredam.
3. Desis lemah tetapi lama → aliran buang terhambat → peredam tersumbat.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Udara buang harus melewati peredam di lubang 3; peredam tersumbat memperlambat gerak balik dan membuat desis lemah tetapi lama.
- **B.** ✗ Jebakan: pegas lemah memang memperlambat gerak balik, tetapi silinder dan pegasnya baru diganti, dan pegas lemah tidak membuat desis buang menjadi lemah tetapi lama.
- **C.** ✗ Kebocoran di jalur pasokan melemahkan gerak maju, sedangkan gerak majunya normal.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

• **D.** ✗ Bila katup tertahan di posisi ditekan, silinder tidak kembali dan tidak ada udara buang.
• **E.** ✗ Silinder kerja tunggal bekerja baik sebelumnya; masalahnya kerusakan, bukan jenis silinder.

Jawaban: A.

No. 25 Kunci: A, D, E

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Peredam kejut hidrolik meredam gerak naik-turun pegas dengan memaksa oli mengalir melalui lubang kecil pada pistonnya. Peredam yang bocor kehilangan oli sehingga kendaraan memantul berulang dan limbung.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✓ Oli yang keluar membuat peredam tidak mampu menahan gerak pegas.
• **Pernyataan 2** ✗ Peredam kejut hidrolik meredam dengan mengalirkan oli melalui lubang kecil; berkurangnya oli menurunkan daya redam.
• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: pegas memang ikut bergerak, tetapi tugasnya menahan beban; yang meredam pantulan adalah peredam kejut.
• **Pernyataan 4** ✓ Peredam baru dan lama memiliki daya redam berbeda sehingga mobil dapat tidak stabil.
• **Pernyataan 5** ✓ Uji tekan bodi ini menunjukkan apakah peredam kejut masih meredam dengan baik.

Jawaban: pernyataan 1, 4, 5.

Simulasi 2 — Prediksi TKA 2026

No. 1 Kunci: B

Konsep: Partsman mengelola suku cadang: mencari nomor suku cadang di katalog, menyiapkan dan mencatat barang keluar, menjaga stok, serta memesan barang yang habis.

Langkah:
1. Barang yang dikelola: suku cadang untuk dipasang.
2. Tugasnya katalog, stok, pencatatan, pemesanan → partsman.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Service advisor menerima pelanggan dan membuat perintah kerja, bukan mengelola stok suku cadang.
• **B.** ✓ Semua tugas dalam kasus adalah tugas partsman.
• **C.** ✗ Jebakan: toolkeeper juga mencatat barang keluar-masuk, tetapi yang dikelolanya alat kerja yang dipinjam, bukan suku cadang.
• **D.** ✗ Kasir mengurus pembayaran.
• **E.** ✗ Kepala mekanik membagi pekerjaan kepada mekanik, bukan mengelola stok.

Jawaban: B.

No. 2 Kunci: B

Konsep: Lubang yang tersembunyi di dalam benda digambar dengan garis putus-putus. Bila garis putus-putus berhenti sebelum sisi bawah dan ditutup garis putus-putus mendatar, lubang itu tidak tembus. Kedalaman dihitung dari permukaan tempat lubang dibuat sampai dasar lubang.

Langkah:
1. Tampak atas: lingkaran Ø8 berada di bagian rendah (kanan), sejauh 14 mm dari tepi kanan.
2. Tampak depan: garis putus-putus dari permukaan setinggi 26 mm turun sampai 8 mm di atas alas → tidak tembus.
3. Kedalaman: 26 − 8 = 18 mm.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ 26 mm adalah tinggi permukaan bertingkat; garis tersembunyi tidak sampai ke alas, jadi lubang tidak tembus.
• **B.** ✓ Dasar lubang 8 mm di atas alas, permukaan 26 mm → kedalaman 18 mm.
• **C.** ✗ Jebakan: 8 mm adalah jarak dasar lubang dari alas, bukan kedalaman lubang.
• **D.** ✗ Menghitung dari tinggi bagian kiri (40 − 8), padahal lubang dibuat di permukaan setinggi 26 mm.
• **E.** ✗ Lubang berada di bagian setinggi 26 mm dan tidak tembus.

Jawaban: B.

No. 3 Kunci: E

Konsep: P2H memastikan alat layak dipakai. Temuan yang membahayakan keselamatan membuat alat dinyatakan tidak layak (diberi tanda), dilaporkan, dan diperbaiki sebelum dipakai; tekanan target tidak mengubah keputusan keselamatan.

Langkah:

1. Rem parkir gagal menahan di rampa → bahaya forklift meluncur.
2. Keputusan: tidak layak pakai sampai diperbaiki, dengan tanda dan laporan.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Mengganjal roda tidak menggantikan rem parkir yang rusak dan mudah terlupa.
• **B.** ✗ Keselamatan tidak boleh dikalahkan target.
• **C.** ✗ Jebakan: mencatat temuan memang benar, tetapi alat tetap dipakai dalam keadaan berbahaya.
• **D.** ✗ Perbaikan tanpa catatan tidak dapat diperiksa dan tidak jujur.
• **E.** ✓ Alat diamankan dengan tanda, temuan dilaporkan, dan rem diperbaiki sebelum dipakai.

Jawaban: E.

No. 4 Kunci: 1S 2B 3S

Konsep: Fitur bantuan mengemudi tingkat 2 dapat mengatur kecepatan, jarak, dan kemudi sekaligus, tetapi bergantung pada sensor (kamera, radar) dan tetap memerlukan pengawasan penuh pengemudi.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: mobil memang dapat menjaga jarak dan lajur, tetapi pada tingkat 2 pengemudi tetap wajib mengawasi dan siap mengambil alih.
• **Pernyataan 2 → Benar.** Sistem memantau tangan atau perhatian pengemudi dan menghentikan bantuan bila pengemudi tidak mengawasi.
• **Pernyataan 3 → Salah.** Kamera membaca marka jalan; marka yang pudar atau tertutup membuat fitur tidak dapat bekerja dengan andal.

Jawaban: Salah, Benar, Salah.

No. 5 Kunci: A, D

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Aki bekas adalah limbah B3. Aki disimpan tegak di tempat beratap, cairannya tidak dibuang, dan aki diserahkan kepada pengumpul atau pengolah berizin.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Asam aki dan timbal berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan.
• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: aki bekas memang bernilai jual, tetapi sebagai limbah B3 hanya boleh diserahkan kepada pihak berizin.
• **Pernyataan 3** ✗ Asam aki mencemari air dan tanah.
• **Pernyataan 4** ✓ Pihak berizin mengolah aki dengan cara yang aman bagi lingkungan.
• **Pernyataan 5** ✗ Aki disimpan tegak di tempat beratap agar tidak bocor dan tidak terkena hujan.

Jawaban: pernyataan 1, 4.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

No. 6 Kunci: B, C, E

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Kipas radiator listrik dapat berputar walaupun mesin mati, selama suhu air pendingin tinggi dan rangkaiannya bertegangan. Sebelum bekerja di dekatnya, putuskan listriknya dan waspadai permukaan panas.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: kipas ini digerakkan motor listrik, bukan oleh mesin, sehingga dapat berputar walaupun mesin mati.

• **Pernyataan 2** ✓ Sensor suhu dapat menghidupkan kipas kapan saja selama suhu tinggi dan rangkaian bertegangan.

• **Pernyataan 3** ✓ Memutus listrik ke kipas menghilangkan sumber gerak.

• **Pernyataan 4** ✗ Kipas memakai tegangan 12 V; bahaya utamanya tangan terkena kipas yang berputar.

• **Pernyataan 5** ✓ Setelah perjalanan jauh, ruang mesin masih sangat panas.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

No. 7 Kunci: D

Konsep: ESC memakai sensor sudut setir untuk mengetahui arah yang diinginkan pengemudi lalu membandingkannya dengan gerak mobil. Setelah pekerjaan kemudi atau spooring, titik nol sensor dapat bergeser sehingga harus dikalibrasi ulang sesuai prosedur pabrik.

Langkah:

1. Kondisi nyata: mobil dan setir lurus → geometri roda sudah benar.
2. Sensor membaca 12° → titik nol sensor tidak sesuai.
3. Tindakan: kalibrasi titik nol sensor sudut setir dengan scan tool.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Mobil sudah berjalan lurus dan setir lurus, jadi spooring tidak perlu diulang.

• **B.** ✗ Modul ESC hanya membaca data sensor; yang perlu dikembalikan adalah titik nol sensornya.

• **C.** ✗ Mematikan ESC menghilangkan fitur keselamatan tanpa memperbaiki penyebab.

• **D.** ✓ Kalibrasi titik nol membuat sensor kembali membaca 0° saat setir lurus.

• **E.** ✗ Jebakan: menggeser lingkar setir membuat setir miring saat mobil lurus, padahal sekarang posisinya sudah benar.

Jawaban: D.

No. 8 Kunci: C

Konsep: APD dipilih untuk setiap bahaya: helm (benda jatuh, benturan), rompi reflektif (agar terlihat operator alat berat), sepatu safety, kacamata (semburan oli), sarung tangan, dan pelindung telinga (bising).

Langkah:

1. Bahaya: tertabrak/tidak terlihat, benturan, semburan oli ke mata, bising, tangan.
2. Periksa setiap opsi terhadap semua bahaya itu.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Tanpa rompi reflektif, mekanik sulit terlihat oleh operator alat berat yang lalu-lalang.

• **B.** ✗ Jebakan: hampir lengkap, tetapi mata tidak terlindung dari semburan oli bertekanan dan telinga dari bising.

• **C.** ✓ Semua bahaya tertutup.

• **D.** ✗ Tanpa rompi reflektif mekanik sulit terlihat operator, dan sepatu kets tidak melindungi kaki.

• **E.** ✗ Suara mesin alat berat sangat keras; tanpa pelindung telinga pendengaran dapat rusak.

Jawaban: C.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

No. 9 Kunci: A

Konsep: Refrigeran AC seperti R-134a adalah gas rumah kaca kuat. Bengkel yang peduli perubahan iklim mengisap refrigeran dengan mesin recovery, membersihkannya (recycle), lalu memakainya kembali, sehingga tidak ada refrigeran yang dilepas ke udara.

Langkah:

1. Masalah: refrigeran yang dibuang ke udara menambah pemanasan global.
2. Alat tersedia: mesin recovery-recycle.
3. Tindakan: isap, simpan, pakai ulang.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Refrigeran tidak lepas ke udara dan dapat dipakai ulang.
- **B.** ✗ Jebakan: area terbuka mengurangi bahaya bagi teknisi, tetapi gas rumah kaca tetap lepas ke atmosfer.
- **C.** ✗ Jumlah total yang lepas ke udara tetap sama walaupun dibuang perlahan.
- **D.** ✗ Membuka sistem yang masih berisi refrigeran membuat refrigeran menyembur keluar.
- **E.** ✗ Refrigeran lama tetap harus dikeluarkan saat kompresor dibuka, dan mencampur refrigeran tanpa prosedur merusak mutu.

Jawaban: A.

No. 10 Kunci: B, C, D, E

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Multimeter mengukur hambatan dengan mengalirkan arus kecil dari baterainya sendiri. Karena itu rangkaian harus tidak bertegangan dan dilepas dari komponen lain. Alat diperiksa dengan menyatukan probe, lalu kabel yang baik terbaca mendekati 0 Ω.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: pengukuran hambatan memakai baterai multimeter sendiri; tegangan dari rangkaian membuat hasil salah dan dapat merusak alat atau ECU.
- **Pernyataan 2** ✓ Kabel harus tidak bertegangan dan terpisah dari sensor dan ECU.
- **Pernyataan 3** ✓ Menyatukan probe memastikan alat dan probe bekerja dan menunjukkan hambatan probe.
- **Pernyataan 4** ✓ Ujung kabel berjarak 4 m sehingga perlu kabel bantu.
- **Pernyataan 5** ✓ Kabel utuh hampir tidak berhambatan; kabel putus tidak menghantarkan arus.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 4, 5.

No. 11 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Sensor O_2 memberi tahu ECU apakah campuran kaya atau kurus. Pada mesin panas, ECU terus mengoreksi bahan bakar sehingga sinyal sensor berganti-ganti di sekitar 0,45 V. Sinyal yang tetap rendah atau tetap tinggi menandakan masalah.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 → Benar.** ECU menambah bahan bakar saat sensor membaca kurus dan mengurangi saat kaya, sehingga sinyal berganti-ganti.
- **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: sinyal yang berubah-ubah tampak seperti gangguan, padahal sensor O_2 yang sehat memang berganti-ganti antara kurus dan kaya.
- **Pernyataan 3 → Benar.** Tegangan rendah yang tetap berarti oksigen di gas buang banyak; salah satu penyebabnya udara bocor masuk.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

No. 12 Kunci: A

Konsep: Manual servis menentukan posisi pemasangan komponen. Tanda pada ring menunjukkan sisi atas karena bentuk penampang ring dirancang untuk satu arah. Celah ring dibuat berselisih dan menjauhi arah pin agar celah tidak segaris sehingga kebocoran kompresi dan oli kecil.

Langkah:

1. Syarat 1: tanda menghadap atas → ring kedua terbalik, harus dibalik.
2. Syarat 2: celah berselisih ±120° → celah ring 1 dan 2 segaris, harus diputar.
3. Syarat 3: celah tidak searah lubang pin → harus dijauhkan dari arah pin.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Memenuhi ketiga syarat manual sekaligus.
- **B.** ✗ Jebakan: ring memang dapat berputar saat mesin bekerja, tetapi posisi awal tetap harus sesuai manual dan ring yang terbalik tidak membetulkan dirinya sendiri.
- **C.** ✗ Ring kedua tetap terbalik dan arah celah terhadap pin belum diperiksa.
- **D.** ✗ Celah yang segaris membuat jalur kebocoran kompresi dan oli lebih mudah.
- **E.** ✗ Ring yang baru dipasang dapat dilepas dan dipasang ulang dengan hati-hati; penggantian tidak diperlukan.

Jawaban: A.

No. 13 Kunci: A, C

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Alat pneumatik dilumasi oleh oli yang terbawa udara (lewat lubricator atau diteteskan ke lubang masuk). Air di tangki kompresor dibuang rutin agar tidak menyebabkan karat.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ Tanpa lubricator, oli diteteskan ke lubang masuk udara agar terbawa udara melumasi bagian dalam.
- **Pernyataan 2** ✗ Bensin melarutkan sisa pelumas sehingga alat makin kering dan cepat aus.
- **Pernyataan 3** ✓ Air yang terbawa udara membuat bagian dalam alat berkarat.
- **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: gemuk memang tahan lama, tetapi gemuk tebal menyumbat saluran udara dan tidak terbawa ke bagian dalam.
- **Pernyataan 5** ✗ Tekanan udara tidak mencegah karat; alat disimpan setelah selang dilepas dan tekanannya dibuang.

Jawaban: pernyataan 1, 3.

No. 14 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: Mesin dua langkah menyelesaikan satu siklus dalam dua langkah piston (satu putaran poros engkol). Campuran masuk melalui bak engkol, sehingga pelumasan berasal dari oli samping yang tercampur ke bahan bakar.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 → Benar.** Bak engkol mesin dua langkah dipakai sebagai ruang bilas campuran, sehingga pelumas dicampurkan ke bahan bakar.
- **Pernyataan 2 → Benar.** Pelumas mesin dua langkah datang dari oli yang terbawa campuran bahan bakar.
- **Pernyataan 3 → Salah.** Jebakan: kata "dua" mengacu pada dua langkah piston, yaitu satu putaran poros engkol; mesin empat langkah memerlukan dua putaran.

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

No. 15 Kunci: B, D, E

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: SOP press hidrolik: benda kerja ditopang rata dan stabil, gaya diberikan pada bagian yang tepat dengan alat bantu yang sesuai, tekanan dinaikkan bertahap dan dihentikan bila benda tidak bergerak, tangan dijauhkan, dan kacamata dipakai.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: kapasitasnya memang besar, tetapi bila bearing tidak bergerak, ada yang salah; tekanan berlebih dapat membuat benda pecah dan terlontar.

• **Pernyataan 2** ✓ Benda kerja yang miring dapat terlontar saat ditekan.

• **Pernyataan 3** ✗ Tangan dapat terjepit; benda kerja ditahan dengan penyangga, bukan tangan.

• **Pernyataan 4** ✓ Pecahan logam dapat terlontar dengan cepat.

• **Pernyataan 5** ✓ Saat bearing dikeluarkan dari rumahnya, gaya diberikan pada cincin yang menempel di rumah, yaitu cincin luar.

Jawaban: pernyataan 2, 4, 5.

No. 16 Kunci: D

Konsep: Katup pengaman utama membatasi tekanan tertinggi seluruh sistem. Bila setelannya turun atau katupnya bocor, semua gerakan mendapat tekanan maksimum yang sama-sama rendah sehingga tenaga alat berkurang.

Langkah:

1. Ketiga gerakan rendah dengan nilai hampir sama (±250 bar).
2. Debit pompa normal → pompa tidak bermasalah.
3. Komponen yang membatasi tekanan semua gerakan → katup pengaman utama.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Kebocoran seal boom hanya menurunkan tekanan gerakan boom, bukan arm dan bucket.

• **B.** ✗ Debit pompa sudah diuji dan sesuai spesifikasi.

• **C.** ✗ Jebakan: katup pengaman sirkuit bucket hanya memengaruhi gerakan bucket, sedangkan boom dan arm juga rendah.

• **D.** ✓ Semua gerakan rendah dengan nilai sama → batas tekanan bersama, yaitu katup pengaman utama, bermasalah.

• **E.** ✗ Oli yang terlalu kental justru menaikkan hambatan aliran, bukan menurunkan tekanan maksimum.

Jawaban: D.

No. 17 Kunci: E

Konsep: Kumparan relay starter (R1–R2) bekerja bila arus mengalir dari kunci kontak dan saklar rem, melalui kumparan, lalu ke massa lewat tombol starter. Bila jalur ke massa terputus, tidak ada arus sehingga tidak ada beda tegangan pada kumparan: kedua ujungnya terbaca 12 V.

Langkah:

1. Lampu rem menyala → kunci kontak dan saklar rem bekerja.
2. R1 = 12 V → tegangan sampai ke kumparan.
3. R2 juga 12 V saat tombol ditekan → R2 tidak tersambung ke massa; bila tersambung, R2 seharusnya sekitar 0 V.
4. Kesimpulan: tombol starter atau kabel massanya putus.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Lampu rem menyala dan R1 bertegangan, jadi kunci kontak bekerja.

• **B.** ✗ R1 = 12 V menunjukkan tegangan sudah melewati saklar rem.

• **C.** ✗ Jebakan: kumparan putus juga membuat relay diam, tetapi R2 akan tersambung ke massa lewat

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

tombol sehingga terbaca sekitar 0 V, bukan 12 V.

- **D.** ✗ Kontak aus tetap membuat relay berbunyi klik karena kumparannya bekerja.
- **E.** ✓ R2 tetap 12 V saat tombol ditekan berarti jalur dari R2 ke massa terputus.

Jawaban: E.

No. 18 Kunci: C

Konsep: Alat ukur layak dipakai bila simpangannya terhadap acuan berada dalam batas pada seluruh titik uji. Alat yang menyimpang diberi tanda tidak layak, dicatat, lalu dikalibrasi atau diganti.

Langkah:

1. T-1: +0,5 dan +0,5 → dalam batas.
2. T-2: +2,0 dan +2,5 → di luar batas.
3. T-3: −0,5 (baik) tetapi +1,5 pada 40 psi → di luar batas.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Batasnya ±1 psi, bukan 3 psi.
- **B.** ✗ Jebakan: T-3 baik pada 30 psi, tetapi menyimpang 1,5 psi pada 40 psi.
- **C.** ✓ Hanya T-1 yang dalam batas pada kedua titik uji; T-2 dan T-3 ditandai dan dikalibrasi.
- **D.** ✗ Simpangan T-1 hanya 0,5 psi (masih dalam batas), sedangkan T-2 dan T-3 di luar batas.
- **E.** ✗ T-1 juga hanya menyimpang 0,5 psi pada 30 psi, dan T-3 menyimpang 1,5 psi pada 40 psi.

Jawaban: C.

No. 19 Kunci: E

Konsep: Kabel busi menyalurkan tegangan tinggi dari koil ke busi. Isolasi yang retak, terutama bila basah, membuat tegangan tinggi meloncat ke bagian bermassa sehingga percikan di busi lemah atau hilang dan mesin pincang.

Langkah:

1. Gejala bertambah saat basah → masalah isolasi.
2. Terlihat percikan di sepanjang kabel yang retak → tegangan tinggi bocor ke massa.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Celah katup tidak berhubungan dengan percikan di kabel busi dan cuaca basah.
- **B.** ✗ Injektor kotor tidak menimbulkan percikan api di kabel.
- **C.** ✗ Jebakan: hujan memang membasahi ruang mesin, tetapi percikan api di kabel retak menunjukkan kebocoran tegangan tinggi.
- **D.** ✗ Tipe busi tidak membuat kabel memercikkan api.
- **E.** ✓ Isolasi yang retak membocorkan tegangan tinggi ke massa, terutama saat lembap.

Jawaban: E.

No. 20 Kunci: A, C, D

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Sebelum membuka sistem hidrolik: turunkan beban ke tanah, matikan mesin, buang sisa tekanan sesuai manual, tunggu oli mendingin, dan pakai APD. Kebocoran tidak boleh dicari dengan tangan.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ Bucket yang terangkat membuat oli di silinder tetap bertekanan.
- **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: pompa memang berhenti, tetapi berat bucket tetap menekan oli; oli dapat menyembur dan bucket dapat turun tiba-tiba.
- **Pernyataan 3** ✓ Sisa tekanan di saluran dilepas sebelum sambungan dibuka.
- **Pernyataan 4** ✓ Oli panas dapat melukai kulit, dan sisa semburan dapat mengenai mata.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

• **Pernyataan 5 ✗** Semburan oli bertekanan tinggi dari lubang kecil dapat menembus kulit; kebocoran dicari dengan karton atau papan.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 4.

No. 21 Kunci: D

Konsep: Arus beban I = P / V. Beban yang dinyalakan bersamaan oleh satu relay dijumlahkan arusnya; kontak relay tidak boleh dilewati arus melebihi kemampuannya.

Langkah:

1. Daya total: 2 × 70 + 2 × 50 + 1 × 40 = 280 W.
2. Arus total: 280 ÷ 24 ≈ 11,7 A.
3. 11,7 A > 10 A → bagi beban ke dua relay atau pakai relay berkemampuan lebih besar.

Analisis setiap opsi:

• **A. ✗** Jebakan: satu lampu 70 W memang hanya sekitar 2,9 A, tetapi kontak relay dilewati arus semua lampu sekaligus.
• **B. ✗** Sekring lebih besar tidak menambah kemampuan kontak relay dan mengurangi perlindungan kabel.
• **C. ✗** Menghitung dengan 12 V (280 ÷ 12), padahal sistemnya 24 V.
• **D. ✓** Arus total melebihi 10 A, jadi beban dibagi atau relay diganti yang lebih besar.
• **E. ✗** Arus melebihi batas kontak relay sehingga kontak cepat panas dan rusak.

Jawaban: D.

No. 22 Kunci: C

Konsep: Bantalan poros engkol menopang poros engkol dengan lapisan oli bertekanan. Bila bantalan aus, celah oli membesar sehingga tekanan oli turun (terutama saat panas dan langsam) dan poros engkol mengetuk bantalan, terdengar berat dari bawah mesin saat beban.

Langkah:

1. Bunyi berat dari bawah mesin → bagian poros engkol.
2. Makin keras saat beban → gaya pada bantalan makin besar.
3. Tekanan oli turun walaupun oli cukup dan baru → celah oli membesar.

Analisis setiap opsi:

• **A. ✗** Ketukan celah katup terdengar ringan dari atas mesin dan tidak menurunkan tekanan oli.
• **B. ✗** Jebakan: detonasi memang muncul saat beban, tetapi bunyinya gemericik logam dari ruang bakar dan tidak memengaruhi tekanan oli.
• **C. ✓** Bantalan aus menjelaskan bunyi berat dari bawah dan tekanan oli yang turun.
• **D. ✗** Sabuk kendur menimbulkan bunyi mencicit, bukan ketukan berat.
• **E. ✗** Dudukan mesin rusak menimbulkan bunyi benturan saat menyentak, tidak menurunkan tekanan oli.

Jawaban: C.

No. 23 Kunci: B

Konsep: Tekanan zat cair p = F / A. Pada lift hidrolik, tekanan oli yang diteruskan ke piston harus mampu menghasilkan gaya sebesar beban.

Langkah:

1. p = 16.000 N ÷ 200 cm^2 = 80 N/cm^2.
2. 80 N/cm^2 ÷ 10 = 8 bar.

Analisis setiap opsi:

• **A. ✗** Membagi 80 dengan 100, bukan 10.
• **B. ✓** 80 N/cm^2 = 8 bar.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- **C.** ✗ Jebakan: 80 adalah tekanan dalam N/cm², belum diubah ke bar.
- **D.** ✗ Mengalikan 80 dengan 10, padahal seharusnya dibagi.
- **E.** ✗ Memakai luas 100 cm²: 16.000 ÷ 100 = 160 N/cm² = 16 bar.

Jawaban: B.

No. 24 Kunci: A, C, D

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Penekan pegas keong dipakai untuk menekan pegas strut sebelum mur atas dibuka. Alat diperiksa dulu, dua penjepit dipasang berseberangan, dan pegas ditekan bergantian sedikit demi sedikit dengan alat tangan.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ Dua penjepit berseberangan menekan pegas secara seimbang.
- **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: mur memang harus dibuka, tetapi bila dibuka saat pegas masih menekan dudukan, pegas dan dudukan dapat terlempar.
- **Pernyataan 3** ✓ Penekanan bergantian menjaga pegas tetap lurus dan penjepit tidak selip.
- **Pernyataan 4** ✓ Kait atau ulir yang rusak dapat lepas saat pegas tertekan.
- **Pernyataan 5** ✗ Impact wrench dapat menekan terlalu cepat dan tidak seimbang sehingga penjepit selip atau ulirnya rusak.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 4.

No. 25 Kunci: A

Konsep: LED (light emitting diode) adalah dioda: hanya menghantarkan arus bila kaki positif dan negatifnya terpasang sesuai arah. Bohlam berfilamen dapat dipasang bolak-balik, tetapi LED tidak.

Langkah:

1. Soket bertegangan 12 V dan bersih → masalah bukan di soket.
2. LED yang sama menyala setelah diputar → arah pemasangan menentukan.
3. Kesimpulan: sifat dioda, sebelumnya terpasang terbalik.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Membalik arah pemasangan membuat dioda menghantar sehingga LED menyala.
- **B.** ✗ LED itu menyala setelah diputar, jadi tidak rusak.
- **C.** ✗ Jebakan: memasang ulang memang kadang membersihkan kontak, tetapi kontak sudah diperiksa bersih dan bertegangan 12 V.
- **D.** ✗ Tegangan soket 12 V sudah sesuai.
- **E.** ✗ Resistor tambahan dipakai pada lampu sein agar kedipan normal, bukan agar LED menyala.

Jawaban: A.

Simulasi 3 — Prediksi TKA 2026

No. 1 Kunci: B, C, E

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Saluran bahan bakar injeksi tetap bertekanan setelah mesin mati. Bahayanya semburan bensin dan kebakaran uap bensin, sehingga tekanan sisa dibuang sesuai manual, sumber panas dijauhkan, dan tetesan ditampung kain penyerap.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: pompa memang berhenti, tetapi tekanan sisa 3 bar masih tertahan di saluran.
- **Pernyataan 2** ✓ Pembuangan tekanan sisa mencegah semburan bensin ke wajah dan mata.
- **Pernyataan 3** ✓ Uap bensin sangat mudah terbakar; sumber panas dan api harus dijauhkan.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

• **Pernyataan 4** ✗ Kain yang basah bensin menempelkan bensin ke kulit dan mudah terbakar.
• **Pernyataan 5** ✓ Kain menahan tetesan bensin dan setelah dipakai menjadi limbah B3.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

No. 2 Kunci: B

Konsep: Ringkas memisahkan barang yang diperlukan dari yang tidak. Barang yang belum jelas diberi label merah dan dipindahkan ke area karantina sampai pihak berwenang memutuskan disimpan, dipindah, atau dibuang.

Langkah:
1. Barang belum jelas perlu atau tidak → jangan langsung dibuang atau disimpan kembali.
2. Label merah + area karantina → diputuskan kemudian.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Barang yang mungkin masih diperlukan ikut terbuang.
• **B.** ✓ Barang dipisahkan dari area kerja tanpa terburu-buru membuangnya.
• **C.** ✗ Jebakan: menyimpan kembali memang aman, tetapi meja tetap penuh barang yang belum jelas sehingga Ringkas tidak tercapai.
• **D.** ✗ Barang tanpa label di gudang akan menumpuk lagi tanpa pernah diputuskan perlu atau tidak.
• **E.** ✗ Satu hari terlalu singkat, dan barang milik bengkel tidak boleh dibuang tanpa keputusan pihak berwenang.

Jawaban: B.

No. 3 Kunci: D

Konsep: Tanggung jawab di bengkel berarti melaporkan kerusakan alat secara jujur dan mencegah orang lain memakai alat yang tidak akurat. Alat ukur yang terjatuh perlu diperiksa dan dikalibrasi oleh petugas yang berwenang.

Langkah:
1. Alat jatuh dan titik nol bergeser → hasil ukur tidak dapat dipercaya.
2. Tindakan: lapor dan tandai alat agar tidak dipakai sebelum diperiksa.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Kelompok lain akan memakai alat yang salah tanpa tahu.
• **B.** ✗ Alat yang jatuh mungkin rusak lebih dari sekadar titik nol; penyelesaian sendiri tanpa lapor tidak bertanggung jawab.
• **C.** ✗ Jebakan: penyetelan nol memang prosedur yang ada, tetapi alat yang terjatuh perlu diperiksa petugas karena kerusakannya bisa lebih dari titik nol, dan kejadiannya harus dilaporkan.
• **D.** ✓ Melapor dan menandai alat mencegah hasil ukur yang salah.
• **E.** ✗ Memindahkan tanggung jawab kepada kelompok lain tanpa penjelasan.

Jawaban: D.

No. 4 Kunci: A, C

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Transmisi otomatis modern dikendalikan ECU yang mempelajari kondisi komponen dan menyimpan nilai adaptasi. Bila aki dilepas, nilai itu dapat hilang sehingga perpindahan gigi kasar sampai ECU belajar ulang.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✓ Nilai adaptasi tersimpan di memori yang dapat hilang saat ECU kehilangan daya.
• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: kampas aus memang membuat perpindahan kasar, tetapi gejala muncul tepat setelah aki diganti dan oli normal.
• **Pernyataan 3** ✓ Pabrik menyediakan prosedur belajar ulang agar ECU kembali menyetel waktu

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

perpindahan gigi.

• **Pernyataan 4 ✗** Tegangan aki tidak mengubah mutu oli; oli juga diperiksa normal.

• **Pernyataan 5 ✗** Kapasitas aki tidak menentukan halusnya perpindahan gigi.

Jawaban: pernyataan 1, 3.

No. 5 Kunci: A, D, E

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Kebakaran ruang mesin akibat bocoran bensin adalah kebakaran kelas B. Langkahnya: matikan mesin, keluarkan orang, semprot APAR melalui celah kap ke pangkal api tanpa membuka kap lebar, jauhkan orang lain, dan panggil pemadam bila api tidak padam.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 ✓** Mematikan mesin menghentikan pompa bensin, dan keselamatan orang diutamakan.

• **Pernyataan 2 ✗** Jebakan: api memang lebih terlihat, tetapi membuka kap lebar-lebar memasukkan banyak udara sehingga api dapat membesar dan menyambar penolong.

• **Pernyataan 3 ✗** Air membuat bensin yang terbakar terpercik dan api menyebar.

• **Pernyataan 4 ✓** Penyemprotan lewat celah memadamkan api tanpa menambah banyak udara.

• **Pernyataan 5 ✓** Api bahan bakar dapat membesar dengan cepat; bantuan dipanggil sejak dini.

Jawaban: pernyataan 1, 4, 5.

No. 6 Kunci: E

Konsep: Kamera pemantau pengemudi memakai cahaya inframerah agar dapat melihat mata dalam gelap, lalu AI menilai gerak kelopak mata. Benda yang menghalangi inframerah membuat mata tidak terlihat oleh kamera walaupun pengemudi terjaga.

Langkah:

1. Gangguan muncul tepat setelah kacamata baru dipakai.
2. Manual: kacamata tertentu menghalangi inframerah.
3. Tindakan: pakai kacamata yang tidak menghalangi inframerah.

Analisis setiap opsi:

• **A. ✗** Mematikan fitur keselamatan menghilangkan perlindungan terhadap kantuk.

• **B. ✗** Kamera bekerja normal sebelum kacamata baru dipakai.

• **C. ✗** Lensa dan sudut kamera tidak berubah; penyebabnya kacamata yang menghalangi inframerah.

• **D. ✗** Jebakan: AI memang dapat diperbarui, tetapi tidak ada perangkat lunak yang dapat melihat mata di balik penghalang inframerah.

• **E. ✓** Menghilangkan penghalang sehingga kamera kembali dapat melihat mata.

Jawaban: E.

No. 7 Kunci: A

Konsep: Asam aki merusak mata dan kulit. APD yang dipakai harus menutup mata dengan rapat (goggle) dan terbuat dari bahan tahan asam (karet) untuk tangan dan tubuh, serta sepatu safety untuk kaki karena aki berat.

Langkah:

1. Bahaya: percikan asam ke mata, tangan, tubuh; aki berat dapat jatuh ke kaki.
2. Bahan kain menyerap asam; kacamata biasa tidak menutup sisi mata.

Analisis setiap opsi:

• **A. ✓** Semua bahaya tertutup dengan bahan tahan asam.

• **B. ✗** Kain menyerap asam sehingga asam menempel lama di kulit.

• **C. ✗** Pelindung telinga tidak diperlukan, mata tidak terlindung, dan sepatu kets tidak melindungi kaki

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

dari aki yang jatuh.

• **D.** ✗ Jebakan: bahan lainnya tepat, tetapi kacamata hitam biasa tidak menutup sisi mata dari percikan asam.

• **E.** ✗ Kaus pendek membiarkan lengan dan tubuh terkena rembesan asam.

Jawaban: A.

No. 8 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: Pada pengisian cepat, sistem manajemen baterai memberi daya besar saat baterai belum penuh, lalu menurunkan daya ketika baterai mendekati penuh agar sel baterai tidak terlalu panas atau bertegangan berlebih.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** Sistem manajemen baterai mengurangi arus saat baterai hampir penuh.

• **Pernyataan 2 → Benar.** Daya pengisian jauh lebih besar pada rentang 30–80 %.

• **Pernyataan 3 → Salah.** Jebakan: baterai penuh memang memberi jarak tempuh terjauh, tetapi pengisian cepat sampai penuh berulang-ulang menambah panas dan mempercepat penurunan mutu baterai.

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

No. 9 Kunci: D

Konsep: Rangkaian campuran: pengatur terang R dipasang seri dengan kelompok lampu, sedangkan ketiga lampu tersusun paralel. Semua arus lampu melewati R, sehingga R mengatur terang semua lampu; bila satu lampu putus, lampu lain tetap mendapat jalur arus.

Langkah:

1. Dari gambar: arus dari saklar melewati R, lalu bercabang ke L1, L2, L3 masing-masing ke massa.
2. R seri dengan kelompok, lampu-lampu saling paralel.
3. L2 putus → cabang L2 terbuka; L1 dan L3 masih tersambung lewat R.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Gambar menunjukkan setiap lampu punya cabang sendiri ke massa, jadi paralel.

• **B.** ✗ Menambah hambatan R justru menurunkan tegangan pada lampu sehingga lampu redup.

• **C.** ✗ Arus semua lampu melewati R, jadi R mengatur ketiganya.

• **D.** ✓ R seri dengan kelompok paralel; cabang L1 dan L3 tetap utuh.

• **E.** ✗ Jebakan: lampunya memang paralel, tetapi semua arus lewat R; bila R putus, ketiga lampu padam.

Jawaban: D.

No. 10 Kunci: C

Konsep: Menurut standar ISO, toleransi ditulis sebagai penyimpangan atas dan bawah dari ukuran dasar. Ø20 dengan −0,02 dan −0,05 berarti diameter boleh 19,95 sampai 19,98 mm; 45 ± 0,1 berarti panjang boleh 44,9 sampai 45,1 mm. Ukuran batas termasuk diizinkan.

Langkah:

1. Diameter: 20 − 0,05 = 19,95 sampai 20 − 0,02 = 19,98 mm.
2. Panjang: 44,90 sampai 45,10 mm.
3. P1 (19,97; 45,05) ✓, P2 (19,99) ✗, P3 (45,12) ✗, P4 (19,95; 44,90) ✓ tepat di batas, P5 (20,00) ✗.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ P4 tepat di batas bawah diameter dan panjang, dan ukuran batas masih diizinkan.

• **B.** ✗ Mengira diameter harus 20 mm atau lebih, padahal kedua penyimpangannya negatif.

• **C.** ✓ Hanya P1 dan P4 yang diameter dan panjangnya berada di dalam batas.

• **D.** ✗ Jebakan: P2 berdiameter 19,99 mm terlihat dekat dengan 20 mm, tetapi batas atasnya 19,98

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

mm.

• **E.** ✗ P3 diameternya baik, tetapi panjangnya 45,12 mm melebihi 45,1 mm.

Jawaban: C.

No. 11 Kunci: B, C, D, E

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: SOP mesin balancing: bersihkan ban dari kerikil, lepas timah lama, pasang roda terpusat dengan kerucut yang sesuai dan kunci kencang, turunkan tutup pelindung, dan jangan menyentuh roda sebelum berhenti.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: tutup pelindung memang perlu, tetapi roda yang belum terkunci kencang dapat bergeser atau lepas saat berputar cepat.

• **Pernyataan 2** ✓ Kerikil dapat terlempar dan memengaruhi hasil keseimbangan.

• **Pernyataan 3** ✓ Timah lama membuat hasil pengukuran tidak sesuai kondisi roda.

• **Pernyataan 4** ✓ Roda harus terpusat dan terkunci agar aman dan hasilnya tepat.

• **Pernyataan 5** ✓ Mencegah cedera dari roda yang berputar dan benda yang terlempar.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 4, 5.

No. 12 Kunci: A

Konsep: Mikrometer luar mengukur diameter luar dengan ketelitian 0,01 mm. Jangka sorong kurang teliti untuk keausan kecil, bore gauge untuk diameter dalam, dial indicator untuk penyimpangan gerak, dan feeler gauge untuk celah.

Langkah:

1. Yang diukur: diameter luar jurnal.
2. Ketelitian yang diperlukan 0,01 mm → mikrometer luar.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Sesuai bentuk benda (diameter luar) dan ketelitian yang diperlukan.

• **B.** ✗ Jebakan: jangka sorong memang mengukur diameter luar, tetapi ketelitian 0,05 mm tidak dapat membaca keausan 0,02 mm.

• **C.** ✗ Bore gauge untuk diameter dalam, seperti silinder.

• **D.** ✗ Dial indicator mengukur kebengkokan atau keolengan, bukan diameter.

• **E.** ✗ Feeler gauge mengukur celah sempit.

Jawaban: A.

No. 13 Kunci: B

Konsep: Pada rangkaian seri, tegangan sumber terbagi: sebagian di LED, sisanya di resistor. Arus sama di setiap komponen, sehingga R = V_resistor / I (hukum Ohm).

Langkah:

1. Tegangan resistor: 12 − 2 = 10 V.
2. Arus: 20 mA = 0,02 A.
3. R = 10 ÷ 0,02 = 500 Ω.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Memakai tegangan LED (2 ÷ 0,02).

• **B.** ✓ 10 V ÷ 0,02 A = 500 Ω.

• **C.** ✗ Jebakan: memakai tegangan sumber penuh (12 ÷ 0,02), padahal 2 V sudah dipakai LED.

• **D.** ✗ Membagi 10 dengan 20 tanpa mengubah mA ke A.

• **E.** ✗ Salah mengubah 20 mA menjadi 0,002 A.

Jawaban: B.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

No. 14 Kunci: 1S 2B 3B

Konsep: Meja lift sepeda motor dipakai dengan menjepit roda depan, mengikat motor, menaikkan meja, lalu memasang pengunci mekanis sebelum bekerja.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: standar samping memang menahan motor di lantai, tetapi di atas meja yang bergerak motor mudah tergelincir dan jatuh.

• **Pernyataan 2 → Benar.** Penjepit dan tali menahan motor agar tidak bergerak saat meja naik.

• **Pernyataan 3 → Benar.** Pengunci mekanis menahan meja bila tekanan hidrolik turun.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

No. 15 Kunci: E

Konsep: Pada metode torsi-sudut, baut dikencangkan dulu sampai torsi tertentu dengan kunci momen, lalu diputar lagi sebesar sudut tertentu yang diukur dengan busur derajat pengencang. Sudut tidak dapat diganti angka torsi.

Langkah:

1. Tahap 1 dalam Nm → kunci momen.
2. Tahap 2 dan 3 dalam derajat → busur derajat pengencang.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Impact wrench tidak mengukur torsi maupun sudut.

• **B.** ✗ Jebakan: 90° + 90° bukan 120 Nm atau 180 Nm; sudut putar tidak dapat dikonversi langsung menjadi torsi.

• **C.** ✗ Perkiraan dengan mata tidak tepat untuk baut kepala silinder.

• **D.** ✗ Manual tidak memberi angka torsi untuk tahap sudut, jadi kunci momen saja tidak cukup untuk mengukurnya.

• **E.** ✓ Setiap tahap diukur dengan alat yang sesuai satuannya.

Jawaban: E.

No. 16 Kunci: B

Konsep: Uji kebocoran rem udara dilakukan dalam dua kondisi. Saat rem dilepas, yang bertekanan hanya tangki dan saluran utama; saat pedal diinjak, ruang rem (brake chamber) dan selangnya juga bertekanan. Kebocoran yang hanya muncul saat pedal diinjak berada di bagian yang bekerja saat pengereman.

Langkah:

1. Rem dilepas: 0,1 bar ≤ 0,2 → tangki dan saluran utama baik.
2. Pedal diinjak: 0,9 bar > 0,3 → bocor di bagian yang bertekanan saat rem bekerja.
3. Desis dari roda belakang kiri → ruang rem atau selang di roda itu.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Mesin mati saat uji, jadi kompresor tidak berpengaruh; tekanan tertahan baik saat rem dilepas.

• **B.** ✓ Kebocoran hanya muncul saat rem bekerja dan desisnya dari roda belakang kiri.

• **C.** ✗ Saat rem dilepas penurunannya hanya 0,1 bar, jadi tangki tidak bocor.

• **D.** ✗ Katup pengaman yang terbuka membuat tekanan turun pada kedua kondisi.

• **E.** ✗ Jebakan: saat pedal pertama diinjak udara memang terpakai, tetapi selama pedal ditahan tekanan seharusnya hampir tetap; batas manual 0,3 bar per menit.

Jawaban: B.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

No. 17 Kunci: A

Konsep: Kepala silinder harus rata agar paking menyekat ruang bakar, saluran oli, dan saluran air pendingin. Kerataan dinilai dari penyimpangan terbesar; bila melebihi batas, permukaan diratakan (diskir) sesuai batas manual atau kepala silinder diganti.

Langkah:

1. Celah terbesar 0,12 mm (memanjang).
2. 0,12 mm > batas 0,05 mm → melengkung melewati batas.
3. Tindakan sesuai manual: diratakan atau diganti.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Penyimpangan terbesar 0,12 mm melewati batas 0,05 mm.
- **B.** ✗ Jebakan: arah melintang memang dalam batas, tetapi arah memanjang 0,12 mm sudah melewati batas.
- **C.** ✗ Kerataan tidak dinilai dari rata-rata, dan batasnya 0,05 mm, bukan 0,1 mm.
- **D.** ✗ Paking yang lebih tebal tidak sesuai spesifikasi dan tidak memperbaiki lengkungan.
- **E.** ✗ Torsi berlebih dapat merusak baut dan ulir, dan tidak meluruskan kepala silinder.

Jawaban: A.

No. 18 Kunci: C, D

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Pada mesin diesel, udara yang masuk ke saluran bahan bakar membuat pompa injeksi tidak dapat membangun tekanan. Udara dibuang dengan membuka sekrup pembuang udara dan memompa pompa tangan sampai solar keluar tanpa gelembung.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: udara memang dapat terdorong sebagian, tetapi starter dan aki cepat rusak bila dipakai terus-menerus.
- **Pernyataan 2** ✗ Mesin mogok karena kehabisan solar; belum ada tanda injektor tersumbat.
- **Pernyataan 3** ✓ Inilah cara membuang udara sesuai manual.
- **Pernyataan 4** ✓ Udara dapat dimampatkan sehingga pompa tidak mampu menekan solar ke injektor.
- **Pernyataan 5** ✗ Bensin tidak sesuai untuk mesin diesel dan dapat merusak pompa injeksi.

Jawaban: pernyataan 3, 4.

No. 19 Kunci: C

Konsep: Tegangan aki tanpa beban hanya menunjukkan tingkat pengisian. Kemampuan aki diuji saat dibebani (misalnya saat distarter): aki yang baik tidak turun di bawah batas minimum. Bila arus starter normal tetapi tegangan turun jauh, aki yang lemah.

Langkah:

1. Tanpa beban 12,6 V → aki terisi penuh.
2. Saat distarter 8,4 V < 9,6 V, padahal arus starter normal → aki tidak mampu menahan beban.
3. Pengisian 14,2 V → sistem pengisian normal.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: 12,6 V memang menunjukkan aki penuh, tetapi tegangannya turun jauh di bawah batas saat dibebani.
- **B.** ✗ 14,2 V masih di dalam spesifikasi pengisian.
- **C.** ✓ Aki penuh tetapi tegangannya jatuh di bawah 9,6 V saat beban normal → aki lemah.
- **D.** ✗ Arus starter 150 A masih di bawah batas 200 A.
- **E.** ✗ Tegangan pengisian normal, tidak terlalu tinggi.

Jawaban: C.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

No. 20 Kunci: C

Konsep: Zat cair hampir tidak dapat dimampatkan sehingga meneruskan tekanan dengan baik (hukum Pascal). Gas seperti udara mudah dimampatkan; udara yang terperangkap membuat tuas terasa empuk dan gerak beban tidak mantap.

Langkah:
1. Gejala muncul setelah oli ditambah → kemungkinan udara ikut masuk.
2. Tuas terasa empuk seperti pegas → ada bagian yang termampatkan, yaitu udara.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Oli yang terlalu penuh tidak membuat tuas terasa empuk.
• **B.** ✗ Oli kental membuat tuas berat, bukan empuk.
• **C.** ✓ Udara yang termampatkan membuat tuas empuk dan beban turun sedikit saat tuas dilepas.
• **D.** ✗ Jebakan: seal bocor memang dapat membuat beban turun, tetapi tidak membuat tuas terasa empuk, dan gejala muncul tepat setelah oli ditambah.
• **E.** ✗ Perbedaan kekentalan kecil tidak membuat tuas terasa empuk seperti pegas.

Jawaban: C.

No. 21 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Pada sistem pneumatik rem truk, kompresor memampatkan udara, pengering udara menyerap uap airnya, dan tangki menyimpan udara bertekanan. Pengering yang jenuh membuat air masuk ke tangki dan katup.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Benar.** Udara yang dimampatkan kompresor mengandung uap air yang diserap pengering.
• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: air memang dibuang dari tangki, tetapi air yang banyak justru berarti pengering tidak lagi menyerap air dengan baik (misalnya cartridge jenuh).
• **Pernyataan 3 → Benar.** Air menimbulkan karat dan dapat membeku atau mengental pada katup.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 22 Kunci: B, D, E

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Rem parkir pegas (spring brake) pada truk mengerem dengan tenaga pegas dan dilepas oleh tekanan udara. Bila tekanan udara rendah, pegas otomatis mengerem roda sebagai pengaman.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✗ Menginjak pedal justru memakai udara; roda terkunci oleh rem parkir pegas.
• **Pernyataan 2** ✓ Pegas mengerem roda bila tidak ada tekanan udara yang menahannya.
• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: baut pelepas memang ada, tetapi hanya untuk menderek atau perawatan; truk yang berjalan tanpa tekanan udara cukup tidak dapat mengerem dengan baik.
• **Pernyataan 4** ✓ Udara bertekanan menekan pegas sehingga kampas rem terlepas.
• **Pernyataan 5** ✓ Ini fitur keselamatan: kehilangan udara tidak membuat truk lepas kendali.

Jawaban: pernyataan 2, 4, 5.

No. 23 Kunci: A, C, D

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Kipas radiator listrik dihidupkan oleh saklar atau sensor suhu. Saat kendaraan diam, aliran udara melewati radiator hanya berasal dari kipas. Uji jumper membantu memisahkan kerusakan saklar suhu dari kerusakan kipas dan kabel.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✓ Jumper melewati saklar suhu saja; kipas berputar berarti bagian lain rangkaian

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

bekerja.

• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: termostat memang memengaruhi suhu mesin, tetapi kipas diperintah saklar suhu, bukan termostat.

• **Pernyataan 3** ✓ Pada 102 °C saklar seharusnya sudah menutup.

• **Pernyataan 4** ✓ Saat melaju, angin dari depan mendinginkan radiator; saat macet, pendinginan bergantung pada kipas.

• **Pernyataan 5** ✗ Kipas akan berputar terus walaupun mesin dingin, dan sambungan darurat tidak aman.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 4.

No. 24 Kunci: E

Konsep: Relay lima kaki memiliki kontak tukar: saat kumparan (85–86) tidak dialiri arus, terminal 30 tersambung ke 87a; saat kumparan bekerja, 30 berpindah ke 87. Beban yang harus menyala saat tombol ditekan dipasang di 87.

Langkah:

1. Klakson berbunyi saat tombol tidak ditekan (relay tidak bekerja) → klakson mendapat arus lewat 30–87a.
2. Saat tombol ditekan, kontak pindah ke 87 → klakson justru berhenti.
3. Perbaikan: pindahkan kabel klakson ke terminal 87.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Bila tombol hubung singkat, klakson tetap berbunyi saat tombol ditekan, tidak berhenti.

• **B.** ✗ Kumparan sudah diperiksa normal, dan kontak memang berpindah saat tombol ditekan.

• **C.** ✗ Kabel massa yang lepas membuat klakson tidak berbunyi sama sekali.

• **D.** ✗ Nilai sekring tidak mengubah kapan klakson berbunyi.

• **E.** ✓ Pola terbalik (bunyi saat tidak ditekan, diam saat ditekan) cocok dengan klakson di terminal 87a.

Jawaban: E.

No. 25 Kunci: D

Konsep: Saat gas ditutup mendadak, sebagian bahan bakar tidak terbakar sempurna. Bila sambungan knalpot bocor, udara luar terisap masuk dan bercampur dengan gas panas berisi sisa bensin, sehingga terjadi letupan di knalpot.

Langkah:

1. Gejala mulai sejak paking leher knalpot diganti asal-asalan.
2. Jelaga di sambungan → sambungan bocor.
3. Udara luar + sisa bensin di knalpot panas → letupan saat gas ditutup.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Busi terlalu panas menyebabkan pembakaran dini di ruang bakar, bukan letupan di knalpot saat gas ditutup.

• **B.** ✗ Jebakan: campuran kaya memang dapat menambah letupan, tetapi gejalanya muncul tepat setelah sambungan knalpot dikerjakan dan ada jejak kebocoran.

• **C.** ✗ Katup masuk yang tidak rapat menimbulkan letupan di saluran masuk, bukan di knalpot.

• **D.** ✓ Bekas jelaga menunjukkan sambungan bocor; udara luar menyalakan sisa bensin di knalpot.

• **E.** ✗ Air di bensin membuat mesin tersendat di semua kondisi, bukan hanya saat gas ditutup.

Jawaban: D.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Penutup

Kamu sudah sampai di akhir buku ini. Itu sendiri adalah bukti bahwa kamu mampu menepati janji belajarmu.

Lima strategi yang paling penting untuk TKA SMK Teknik Otomotif:

1. **Baca pertanyaannya dulu, baru ceritanya.** Kasus di bengkel sering memuat banyak detail; kalimat pertanyaan memberi tahu detail mana yang perlu kamu cari.
2. **Ubah gejala menjadi dugaan, lalu uji dugaan itu.** Tulis di pikiranmu: apa yang tidak normal, bagian mana yang mungkin menyebabkannya, dan pengukuran apa yang membedakan satu dugaan dari dugaan lain. Pilihan yang benar menyasar penyebabnya, bukan sekadar menutup gejalanya.
3. **Selamat dulu, baru cepat.** Bila dua pilihan sama-sama menyelesaikan pekerjaan, pilih yang menjaga keselamatan, mengikuti manual dan prosedur, dan tidak merusak kendaraan atau alat.
4. **Periksa satuan, tegangan, dan arah.** Mili atau ampere, 12 V atau 24 V, seri atau paralel, cm^2 atau m^2. Hitungan bengkel jarang sulit; kesalahan paling sering ada pada satuan dan pada cara rangkaian tersambung.
5. **Pada soal gambar, tabel, dan skema, bacalah buktinya, bukan ingatanmu.** Lihat simbol, angka ukur, dan arah panah satu per satu sebelum memilih.

Sepekan sebelum ujian:

- Kerjakan satu Simulasi TKA pada jam yang sama dengan jadwal ujianmu, lengkap dengan waktunya.
- Ulangi soal yang pernah kamu jawab salah, lalu baca lagi "Strategi dan jebakan" di sub babnya. Pada soal pilih-semua-yang-benar, nilai setiap pernyataan sendiri-sendiri.
- Hitung ulang tanpa melihat buku: hukum Ohm dan daya, gaya pada dongkrak hidrolik, pembacaan mikrometer, dan jadwal kalibrasi alat.
- Jangan memaksakan materi baru pada malam terakhir. Siapkan perlengkapan ujian sehari sebelumnya, dan beristirahatlah dengan cukup.

Teruslah belajar lewat LMS Next Level Study; pindai kode QR di setiap bab.

Bengkel mengajarkan satu hal yang berharga: pekerjaan yang baik lahir dari ketelitian yang diulang-ulang, bahkan ketika tidak ada yang mengawasi. Bawalah sikap itu ke mana pun kamu melangkah. Kecakapan yang kamu kumpulkan hari ini adalah bekal yang kelak kamu persembahkan untuk keluarga, untuk orang-orang di sekitarmu, dan untuk negeri ini. Bekerjalah dengan sungguh-sungguh dan jujur, sepenuh hati dan segenap tenaga. Apa pun hasil ujianmu nanti, kesungguhan yang kamu bangun selama belajar akan tetap menjadi milikmu.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Selamat berjuang.

Handaka Lumu

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Lampiran

Lampiran 1 · Glosarium

Istilah yang sering muncul pada buku ini, diurutkan menurut abjad. Kolom terakhir menunjukkan sub bab tempat istilah dibahas.

Istilah	Arti singkat	Sub bab
ABS	Sistem rem yang mencegah roda terkunci saat pengereman mendadak dengan menahan dan melepas tekanan rem berulang kali	1.1
Aki (baterai 12 V)	Sumber listrik timbal-asam enam sel yang menyuplai starter, ECU, lampu, dan beban lain	5.4
Alat ukur presisi	Alat ukur berketelitian tinggi (jangka sorong, mikrometer, dial gauge) yang harus dirawat dan dikalibrasi	4.2
APAR	Alat pemadam api ringan; dipilih sesuai kelas api	2.4
APD	Alat pelindung diri; pertahanan terakhir setelah pengendalian lain	2.2
Arus	Aliran muatan listrik; satuannya ampere (A)	5.1
B3	Bahan berbahaya dan beracun; limbahnya harus dipilah dan diserahkan ke pihak berizin	2.3
Bahaya	Sesuatu yang berpotensi menimbulkan celaka atau sakit	2.1
BEV	Kendaraan listrik murni tanpa mesin bakar	1.2
Bleeding	Mengeluarkan udara dari saluran rem hidrolik	7.5
Busi	Komponen yang memercikkan api di ruang bakar mesin bensin	6.5
CAN bus	Jaringan data yang menghubungkan ECU pada kendaraan	1.1
CO (karbon monoksida)	Gas buang tidak berbau yang beracun	2.1
CVT	Transmisi puli dan sabuk tanpa gigi bertingkat	1.1
Daya	Laju energi; P = V × I; satuan watt (W) atau kilowatt (kW)	5.1
DCT	Transmisi kopling ganda	1.1
Dial gauge	Alat ukur jarum untuk simpangan, kerataan, dan kelonggaran kecil	4.2
ECU	Unit kendali elektronik; "otak" yang mengatur sistem kendaraan	1.1
Eliminasi	Tingkat pengendalian bahaya paling kuat: menghapus bahayanya	2.1
EPS	Kemudi elektrik dengan motor listrik dan sensor torsi	1.1
Fluida	Zat yang mengalir: zat cair atau gas	7.1
Gambar kerja	Gambar teknik yang memuat bentuk, ukuran, dan keterangan untuk membuat atau memperbaiki benda	3.1

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Garis sumbu	Garis tipis putus-putus panjang pendek untuk menandai pusat benda	3.1
Hambatan	Penahan arus; satuan ohm (Ω)	5.1
HEV	Hybrid biasa: mesin bakar dan motor listrik, tanpa colokan	1.2
Hidrolik	Sistem yang meneruskan tenaga memakai zat cair bertekanan	7.1
Hierarki pengendalian	Urutan lima tingkat pengendalian bahaya dari eliminasi sampai APD	2.1
Hukum Pascal	Tekanan pada fluida dalam ruang tertutup diteruskan sama ke segala arah	7.1
Injektor	Katup elektromagnetik yang menyemprotkan bahan bakar	6.3
Integritas	Jujur dan konsisten, termasuk melapor kesalahan	2.5
Jack stand	Penopang kendaraan setelah diangkat dongkrak	4.4
Jangka sorong	Alat ukur dengan skala utama dan nonius	4.2
Kalibrasi	Membandingkan alat dengan acuan dan mencatat selisihnya	4.6
Kaliper	Bagian rem cakram yang menjepit cakram dengan kampas	7.5
Karburator	Pencampur udara dan bensin secara mekanis	6.3
Kartu merah	Penanda barang yang belum jelas perlu atau tidaknya pada 5R	2.6
Kelas api	Penggolongan api (A padat, B cairan, C listrik, D logam)	2.4
Kunci momen	Kunci pengencang yang membatasi torsi sesuai angka manual	4.1
Limbah B3	Sisa kegiatan yang mengandung atau terkontaminasi B3	2.3
Manual servis	Buku petunjuk perbaikan dari pabrikan	3.4
Massa	Titik rangkaian acuan listrik; bodi dan rangka kendaraan dipakai sebagai jalur balik	5.1
MCB	Pemutus arus otomatis pada panel listrik	2.4
Mikrometer	Alat ukur berketelitian tinggi dengan skala selubung dan tabung putar	4.2
Multimeter	Alat ukur tegangan, arus, dan hambatan	5.3
Newton meter (Nm)	Satuan torsi	3.4
OTA	Pembaruan perangkat lunak kendaraan lewat jaringan nirkabel	1.4
P2H	Pemeriksaan harian alat berat sebelum dipakai	2.5
Paralel	Susunan komponen bercabang; tegangan sama, arus terbagi	5.2
PHEV	Hybrid plug-in: hybrid yang dapat diisi dari listrik luar	1.2
Piston	Penggerak di dalam silinder yang menerima tekanan pembakaran	6.1
Pneumatik	Sistem yang meneruskan tenaga memakai udara bertekanan	7.1
Proyeksi sudut pertama	Cara menggambar tampak: tampak atas diletakkan di bawah tampak depan	3.2

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Proyeksi sudut ketiga	Cara menggambar tampak: tampak atas diletakkan di atas tampak depan	3.2
R-134a, R-1234yf	Refrigeran AC mobil; keduanya tidak boleh dicampur	1.4
Radiator	Penukar panas yang membuang panas cairan pendingin ke udara	6.4
Relay	Saklar elektromagnetik: arus kecil mengendalikan arus besar	5.1
Rem regeneratif	Motor listrik menjadi generator saat mengerem untuk mengisi baterai	1.2
Risiko	Kemungkinan bahaya menimbulkan celaka dikalikan akibatnya	2.1
SAE	Kode kekentalan oli, misalnya 0W-20	2.5
Sekering	Pengaman rangkaian yang putus bila arus berlebih	5.1
Sensor	Komponen yang mengubah besaran fisik menjadi sinyal listrik	5.5
Seri	Susunan komponen satu jalur; arus sama, tegangan terbagi	5.2
Service advisor	Petugas yang menghubungkan pelanggan dan bengkel	1.3
Skala gambar	Perbandingan ukuran pada gambar dengan ukuran sebenarnya	3.1
SOP	Prosedur operasi standar; langkah kerja tertulis yang seragam	2.5
Substitusi	Mengganti bahaya dengan yang lebih aman	2.1
Tampak	Pandangan benda dari satu arah (depan, atas, samping)	3.1
Tegangan	Dorongan yang menggerakkan arus; satuan volt (V)	5.1
Telematika	Pemantauan kendaraan jarak jauh lewat data	1.4
Termostat	Katup yang mengatur aliran cairan pendingin menurut suhu	6.4
TMA, TMB	Titik mati atas dan titik mati bawah piston	6.2
Torsi	Momen putar; torsi = gaya × panjang lengan	4.1
Turbocharger	Kompresor penggerak gas buang yang memampatkan udara masuk	1.1
Ulir	Alur melingkar pada baut dan mur; ulir metrik ditulis M diameter × jarak ulir	3.2
Venturi	Bagian sempit saluran udara karburator yang menurunkan tekanan	6.3
VVT	Pengaturan saat buka-tutup katup yang berubah menurut putaran dan beban	1.1

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Lampiran 2 · Daftar sumber

Buku ini tidak memuat data statistik nyata pada soal latihan; nama tokoh, tempat, dan angka dalam soal adalah rekaan untuk latihan dan diberi keterangan di soalnya. Rujukan resmi yang dipakai:

Sumber	Yang dipakai
Pusmendik Kemendikdasmen, Kerangka Asesmen TKA SMK: Teknik Otomotif (halaman kisi-kisi)	muatan tujuh elemen, level kognitif, matriks asesmen, batasan materi, enam contoh soal resmi
Keputusan Kepala BSKAP Kemendikdasmen Nomor 046/H/KR/2025	acuan muatan yang disebut pada kisi-kisi
Undang-Undang Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja	dasar hukum keselamatan kerja
Pusat Asesmen Pendidikan, Kemendikdasmen: soal asli TKA SMK 2025 Projek Kreatif dan Kewirausahaan	acuan bentuk, tingkat kesulitan, dan gaya soal

Angka pedoman teknis (tegangan aki, berat jenis elektrolit, arus sekering, tekanan kerja, dan sejenisnya) ditulis sebagai pedoman umum yang lazim pada buku teks otomotif SMK; ikuti selalu manual servis kendaraan, katalog, dan petunjuk gurumu.

Lampiran 3 · Lembar jawaban kosong

Lembar ini boleh difotokopi. Untuk soal PG, lingkari satu huruf. Untuk pilih lebih dari satu (MCMA), lingkari semua huruf yang benar. Untuk Benar/Salah, tulis B atau S untuk setiap pernyataan.

No	Jawaban	No	Jawaban	No	Jawaban
1	A B C D E	10	A B C D E	19	A B C D E
2	A B C D E	11	A B C D E	20	A B C D E
3	A B C D E	12	A B C D E	21	A B C D E
4	A B C D E	13	A B C D E	22	A B C D E
5	A B C D E	14	A B C D E	23	A B C D E
6	A B C D E	15	A B C D E	24	A B C D E
7	A B C D E	16	A B C D E	25	A B C D E
8	A B C D E	17	A B C D E		
9	A B C D E	18	A B C D E		

Skor: _____ / _____ · Waktu yang dipakai: _____ menit

Lampiran 4 · Catatan edisi

Edisi 1 (2026/2027), dibagikan gratis untuk pelajar Indonesia sebagai dedikasi Next Level Study Indonesia untuk bangsa; boleh diperbanyak dan dibagikan untuk belajar, tetapi tidak untuk diperjualbelikan. Semua soal latihan, kuis, dan simulasi TKA diambil dari Bank Soal NLS dengan

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

kode yang sama dengan LMS. Bila kamu menemukan kesalahan, sampaikan kepada pengajarmu agar dapat diperbaiki pada edisi berikutnya.

Daftar sumber gambar

Gambar materi yang diambil dari sumber berlisensi terbuka dipakai sesuai lisensinya dengan menyebut pembuatnya; gambar lain digambar oleh tim Next Level Study Indonesia.

Gambar	Judul	Pembuat	Lisensi	Sumber
Gambar 1.1	Empat sistem kendaraan dari yang sederhana ke yang dikendalikan ECU	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.2	CVT: sabuk berpindah radius, rasio berubah	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.3	ABS: sensor, ECU, dan modulator	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.4	Dua cara membantu pengemudi memutar setir	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.5	Peta konsep teknologi sistem kendaraan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.6	Tiga jenis kendaraan berpenggerak listrik	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.7	Alur energi pada kendaraan hybrid	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.8	Bentuk umum daya pengisian cepat (ilustrasi)	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.9	Langkah keselamatan tegangan tinggi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.10	Tingkat otomasi mengemudi 0 sampai 5	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.11	Peta konsep kendaraan hybrid, listrik, dan bantuan pengemudi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.12	Rantai industri otomotif	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.13	Alur layanan bengkel	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.14	Contoh susunan jabatan bengkel resmi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.15	Jalur karier lulusan SMK otomotif	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.16	Peta konsep profesi dan alur kerja otomotif	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.17	Sensor sistem bantuan pengemudi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.18	Cara AI membantu pengemudi dan batasnya	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.19	Alur data telematika	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Gambar	Judul	Pembuat	Lisensi	Sumber
Gambar 1.20	Pengelolaan refrigeran AC mobil	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.21	Emisi CO2 dan cara menurunkannya	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.22	Peta konsep AI, telematika, dan isu lingkungan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.1	Titik bahaya di bengkel otomotif (denah)	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.2	Hierarki pengendalian bahaya	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.3	Empat jenis rambu K3	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.4	Langkah aman sebelum membuka saluran bahan bakar	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.5	Peta konsep bahaya dan praktik kerja aman	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.6	Tabel pekerjaan dan APD	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.7	Jenis respirator dan filter	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.8	Posisi aman mengelas di bawah sasis	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.9	Langkah menangani aki bocor	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.10	Peta konsep APD dan pekerjaan khusus	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.11	Simbol bahaya dan label limbah B3	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.12	Limbah bengkel, wadah, dan penanganan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.13	Langkah menangani tumpahan oli	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.14	Alur limbah B3 ke pengolah berizin	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.15	Peta konsep limbah B3 bengkel	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.16	Segitiga api dan cara memadamkan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.17	Kelas api dan alat pemadam	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.18	Cara memakai APAR	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.19	Denah jalur evakuasi dan titik kumpul	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.20	Peta konsep tanggap darurat	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Gambar	Judul	Pembuat	Lisensi	Sumber
Gambar 2.21	Siklus kerja menurut SOP	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.22	Contoh perintah kerja dengan spesifikasi (data fiktif)	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.23	Urutan P2H alat berat	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.24	Alur melapor alat jatuh atau rusak	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.25	Peta konsep disiplin, tanggung jawab, SOP	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.26	Lima langkah 5R	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.27	Meja kerja sebelum dan sesudah 5R	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.28	Papan bayangan alat	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.29	Daftar periksa audit 5R	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.30	Peta konsep budaya kerja 5R	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.1	Jenis garis pada gambar kerja dan fungsinya	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.2	Tiga pandangan sebuah dudukan (proyeksi sudut pertama)	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.3	Lubang tembus, lubang buta, dan lubang bertingkat	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.4	Potongan penuh rumah bantalan roda	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.5	Peta konsep membaca gambar kerja	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.6	Proyeksi sudut pertama dan sudut ketiga beserta simbolnya	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.7	Notasi ulir metrik, profil ulir, dan ulir kasar-halus	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.8	Cara menulis toleransi dan pasangan poros-lubang (data fiktif)	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.9	Memeriksa hasil ukur terhadap batas toleransi (data fiktif)	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.10	Peta konsep standar proyeksi, ulir, dan toleransi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.11	Simbol kelistrikan yang sering muncul pada skema kendaraan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.12	Skema lampu dengan relay dan saklar	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.13	Simbol hidrolik dan pneumatik yang sering muncul	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Gambar	Judul	Pembuat	Lisensi	Sumber
Gambar 3.14	Skema dongkrak hidrolik bengkel	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.15	Peta konsep membaca skema rangkaian	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.16	Halaman manual servis berlabel (contoh tiruan, data fiktif)	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.17	Tingkat peringatan dan konversi satuan pada manual servis	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.18	Pola dan tahap pengencangan baut	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.19	Tanda pasang dan celah ujung ring piston	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.20	Peta konsep membaca manual servis	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.1	Jenis kunci dan cara mencengkeram kepala baut	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.2	Penarik (puller) melepas bantalan dari poros	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.3	Penekan pegas peredam kejut	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.4	Kunci pipa rem (flare nut) dan kunci pas	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.5	Peta konsep perkakas tangan dan alat khusus servis	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.6	Peta alat ukur dan diagnostik menurut besaran	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.7	Mikrometer luar: bagian dan contoh pembacaan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.8	Feeler gauge dan tiga celah yang diukur	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.9	Penguji kompresi dipasang di lubang busi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.10	Peta konsep alat ukur dan alat diagnostik	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.11	Gerinda duduk: posisi kerja dan pengaturan aman	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.12	Press hidrolik dan penopang benda kerja	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.13	Pengisian angin ban berpelek bercincin pengunci	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.14	Mesin balancing roda dan persiapan roda	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.15	Peta konsep peralatan bertenaga dan mesin bengkel	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.16	Titik angkat dan bagian yang tidak boleh dijadikan tumpuan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Gambar	Judul	Pembuat	Lisensi	Sumber
Gambar 4.17	Dongkrak mengangkat dan jack stand menopang	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.18	Lift dua tiang dan urutan kerjanya	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.19	Urutan mengencangkan mur roda	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.20	Peta konsep dongkrak, jack stand, lift, dan impact wrench	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.21	Menyimpan kunci momen tipe klik	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.22	Menyimpan alat ukur presisi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.23	Menguras tangki kompresor dan unit FRL	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.24	Contoh tabel perawatan alat dan jadwalnya	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.25	Peta konsep perawatan peralatan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.26	Prinsip kalibrasi alat	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.27	Contoh tabel hasil banding alat terhadap acuan (data fiktif)	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.28	Interval kalibrasi berdasarkan waktu atau pemakaian	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.29	Contoh kartu perawatan alat (data fiktif)	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.30	Peta konsep kalibrasi, jadwal, dan catatan perawatan alat	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.1	Analogi air untuk tegangan, arus, dan hambatan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.2	Segitiga hukum Ohm dan segitiga daya	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.3	Rangkaian lampu tambahan dan peran sekering	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.4	Resistor pembatas arus LED	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.5	Peta konsep besaran listrik, hukum Ohm, dan daya	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.6	Rangkaian seri dan paralel: arus dan tegangan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.7	Rangkaian campuran dan cara menyederhanakannya	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.8	Aki dirangkai seri dan paralel	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.9	Rangkaian lampu sein dan bohlam putus	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Gambar	Judul	Pembuat	Lisensi	Sumber
Gambar 5.10	Peta konsep rangkaian seri, paralel, dan campuran	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.11	Panel multimeter digital berlabel	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.12	Cara memasang multimeter untuk tegangan, arus, dan hambatan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.13	Tegangan jatuh sepanjang rangkaian	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.14	Contoh tampilan pembacaan multimeter	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.15	Peta konsep pengukuran dengan multimeter	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.16	Aki timbal-asam dan pembacaan berat jenis elektrolit	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.17	Simbol dan fungsi komponen elektronika	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.18	Relay lima kaki dan sambungan klakson tambahan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.19	Polaritas dioda dan LED	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.20	Peta konsep aki dan komponen elektronika	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.21	Blok masukan, ECU, dan keluaran	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.22	Kurva sensor suhu NTC dan pembagi tegangan (konsep)	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.23	Sensor posisi katup gas (potensiometer)	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.24	Sinyal sensor oksigen: campuran kaya dan miskin (konsep)	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.25	Peta konsep sensor, aktuator, dan ECU	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.1	Penampang satu silinder mesin bensin dan roda gila	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.2	Piston, ring, volume langkah, dan rasio kompresi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.3	Uji kompresi: cara dan arti hasil	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.4	Memeriksa kerataan kepala silinder	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.5	Peta konsep komponen utama mesin	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.6	Siklus empat langkah	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.7	Siklus dua langkah	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Gambar	Judul	Pembuat	Lisensi	Sumber
Gambar 6.8	Diagram saat katup (konsep)	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.9	Urutan menyetel celah katup mesin empat silinder (1-3-4-2)	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.10	Peta konsep siklus kerja dan mekanisme katup	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.11	Sistem bahan bakar injeksi bensin	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.12	Karburator berlabel (skematis)	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.13	Langkah membuang udara dari sistem bahan bakar diesel	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.14	Tekanan bahan bakar dan gejala (konsep)	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.15	Peta konsep sistem bahan bakar	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.16	Aliran pendingin dan komponen sistem pendingin	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.17	Termostat menutup dan membuka	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.18	Jalur pelumasan tekan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.19	Tabel gejala, penyebab, dan tindakan pendingin dan pelumasan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.20	Peta konsep sistem pendingin dan pelumasan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.21	Sistem pengapian	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.22	Bagian busi, nilai panas, dan kondisi kaki busi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.23	Jalur udara masuk dan gas buang	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.24	Katalis (catalytic converter)	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.25	Peta konsep pengapian, udara masuk, dan pembuangan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 7.1	Hukum Pascal pada bejana tertutup	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 7.2	Dongkrak hidrolik dan rasio luas piston	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 7.3	Perpindahan piston kecil dan piston besar	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 7.4	Udara terjebak pada saluran hidrolik	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 7.5	Peta konsep hukum Pascal dan sifat fluida	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Gambar	Judul	Pembuat	Lisensi	Sumber
Gambar 7.6	Rangkaian hidrolik dasar	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 7.7	Pompa roda gigi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 7.8	Silinder hidrolik kerja ganda	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 7.9	Katup pelepas tekanan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 7.10	Peta konsep komponen sistem hidrolik	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 7.11	Kompresor, tangki udara, dan unit FRL	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 7.12	Unit FRL berlabel	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 7.13	Simbol dasar pneumatik	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 7.14	Sirkuit pneumatik penekan bibir ban	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 7.15	Peta konsep komponen dan sirkuit pneumatik	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 7.16	Langkah melepas tekanan sebelum membuka sistem hidrolik	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 7.17	Level oli di gelas duga dan posisi silinder	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 7.18	Uji kebocoran rem udara	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 7.19	Daftar periksa kompresor bekerja terus	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 7.20	Peta konsep perawatan dan pengujian	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 7.21	Rem hidrolik	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 7.22	Urutan membuang udara dari saluran rem	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 7.23	Power steering hidrolik	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 7.24	Rem udara truk dan rem parkir pegas	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 7.25	Peta konsep hidrolik dan pneumatik pada kendaraan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—

Tabel silang sub bab dan soal

Sub bab	Soal

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab	Soal
1.1 · Teknologi sistem kendaraan: mesin, transmisi, rem, kemudi	Bedah Prediksi 07 no. 5; Latihan 1.1 no. 1; Latihan 1.1 no. 2; Kuis Bab 1 no. 1; Kuis Bab 1 no. 5; Kuis Bab 1 no. 7; Kuis Bab 1 no. 8; Kuis Bab 1 no. 9; Kuis Bab 1 no. 10; Kuis Bab 1 no. 13; Kuis Bab 1 no. 15; Simulasi 1 no. 7; Simulasi 2 no. 7; Simulasi 3 no. 4
1.2 · Kendaraan hybrid, listrik, dan bantuan pengemudi	Bedah Prediksi 07 no. 3; Latihan 1.2 no. 1; Latihan 1.2 no. 2; Kuis Bab 1 no. 2; Kuis Bab 1 no. 3; Kuis Bab 1 no. 6; Kuis Bab 1 no. 11; Kuis Bab 1 no. 12; Kuis Bab 1 no. 14; Kuis Bab 1 no. 16; Simulasi 1 no. 3; Simulasi 2 no. 4; Simulasi 3 no. 8
1.3 · Profesi dan alur kerja di industri otomotif	Bedah Prediksi 07 no. 2; Latihan 1.3 no. 1; Latihan 1.3 no. 2; Kuis Bab 1 no. 4; Kuis Bab 1 no. 17; Kuis Bab 1 no. 20; Kuis Bab 1 no. 24; Kuis Bab 1 no. 25; Simulasi 1 no. 4; Simulasi 2 no. 1
1.4 · Kecerdasan buatan, telematika, dan isu lingkungan	Bedah Prediksi 08 no. 1; Latihan 1.4 no. 1; Latihan 1.4 no. 2; Kuis Bab 1 no. 18; Kuis Bab 1 no. 19; Kuis Bab 1 no. 21; Kuis Bab 1 no. 22; Kuis Bab 1 no. 23; Simulasi 2 no. 9; Simulasi 3 no. 6
2.1 · Bahaya dan praktik kerja aman di bengkel	Bedah Prediksi 07 no. 8; Latihan 2.1 no. 1; Latihan 2.1 no. 2; Kuis Bab 2 no. 1; Kuis Bab 2 no. 2; Kuis Bab 2 no. 3; Kuis Bab 2 no. 4; Kuis Bab 2 no. 18; Simulasi 1 no. 2; Simulasi 2 no. 6; Simulasi 3 no. 1
2.2 · Alat pelindung diri dan pengendalian bahaya pekerjaan khusus	Bedah Prediksi 07 no. 4; Latihan 2.2 no. 1; Latihan 2.2 no. 2; Kuis Bab 2 no. 13; Kuis Bab 2 no. 19; Kuis Bab 2 no. 20; Kuis Bab 2 no. 21; Kuis Bab 2 no. 23; Simulasi 1 no. 5; Simulasi 2 no. 8; Simulasi 3 no. 7
2.3 · Limbah B3 bengkel	Bedah Prediksi 07 no. 6; Latihan 2.3 no. 1; Latihan 2.3 no. 2; Kuis Bab 2 no. 9; Kuis Bab 2 no. 11; Kuis Bab 2 no. 16; Simulasi 2 no. 5
2.4 · Tanggap darurat: kebakaran, listrik, dan gas	Bedah Prediksi 07 no. 7; Latihan 2.4 no. 1; Latihan 2.4 no. 2; Kuis Bab 2 no. 10; Kuis Bab 2 no. 12; Kuis Bab 2 no. 14; Kuis Bab 2 no. 17; Simulasi 1 no. 6; Simulasi 3 no. 5
2.5 · Disiplin, tanggung jawab, dan SOP kerja	Bedah Prediksi 07 no. 9; Latihan 2.5 no. 1; Latihan 2.5 no. 2; Kuis Bab 2 no. 5; Kuis Bab 2 no. 6; Kuis Bab 2 no. 15; Kuis Bab 2 no. 24; Simulasi 2 no. 3; Simulasi 3 no. 3
2.6 · Budaya kerja 5R	Bedah Prediksi 07 no. 1; Latihan 2.6 no. 1; Latihan 2.6 no. 2; Kuis Bab 2 no. 7; Kuis Bab 2 no. 8; Kuis Bab 2 no. 22; Kuis Bab 2 no. 25; Simulasi 1 no. 1; Simulasi 3 no. 2
3.1 · Membaca gambar kerja: pandangan, ukuran, dan potongan	Bedah Prediksi 07 no. 11; Latihan 3.1 no. 1; Latihan 3.1 no. 2; Kuis Bab 3 no. 1; Kuis Bab 3 no. 2; Kuis Bab 3 no. 3; Kuis Bab 3 no. 4; Kuis Bab 3 no. 9; Kuis Bab 3 no. 10; Kuis Bab 3 no. 11; Simulasi 1 no. 10; Simulasi 2 no. 2
3.2 · Standar proyeksi, ulir, dan toleransi	Bedah Prediksi 07 no. 24; Latihan 3.2 no. 1; Latihan 3.2 no. 2; Kuis Bab 3 no. 5; Kuis Bab 3 no. 6; Kuis Bab 3 no. 7; Kuis Bab 3 no. 8; Kuis Bab 3 no. 14; Simulasi 1 no. 23; Simulasi 3 no. 10
3.3 · Membaca skema rangkaian: kelistrikan, hidrolik, dan pneumatik	Bedah Prediksi 08 no. 4; Latihan 3.3 no. 1; Latihan 3.3 no. 2; Kuis Bab 3 no. 12; Kuis Bab 3 no. 13; Kuis Bab 3 no. 16; Kuis Bab 3 no. 17; Kuis Bab 3 no. 18; Simulasi 2 no. 17

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab	Soal
3.4 · Membaca manual servis dan menemukan letak komponen	Bedah Prediksi 07 no. 21; Latihan 3.4 no. 1; Latihan 3.4 no. 2; Kuis Bab 3 no. 15; Kuis Bab 3 no. 19; Kuis Bab 3 no. 20; Kuis Bab 3 no. 21; Kuis Bab 3 no. 22; Kuis Bab 3 no. 23; Kuis Bab 3 no. 24; Kuis Bab 3 no. 25; Simulasi 1 no. 8; Simulasi 2 no. 12
4.1 · Perkakas tangan dan alat khusus servis	Bedah Prediksi 07 no. 20; Latihan 4.1 no. 1; Latihan 4.1 no. 2; Kuis Bab 4 no. 3; Kuis Bab 4 no. 4; Kuis Bab 4 no. 5; Kuis Bab 4 no. 10; Kuis Bab 4 no. 12; Simulasi 1 no. 15; Simulasi 2 no. 24; Simulasi 3 no. 15
4.2 · Alat ukur dan alat diagnostik	Bedah Prediksi 07 no. 25; Latihan 4.2 no. 1; Latihan 4.2 no. 2; Kuis Bab 4 no. 1; Kuis Bab 4 no. 7; Kuis Bab 4 no. 9; Kuis Bab 4 no. 11; Kuis Bab 4 no. 14; Simulasi 1 no. 13; Simulasi 3 no. 12
4.3 · Peralatan bertenaga dan mesin bengkel	Bedah Prediksi 07 no. 22; Latihan 4.3 no. 1; Latihan 4.3 no. 2; Kuis Bab 4 no. 2; Kuis Bab 4 no. 6; Kuis Bab 4 no. 8; Kuis Bab 4 no. 13; Simulasi 1 no. 16; Simulasi 2 no. 15; Simulasi 3 no. 11
4.4 · Dongkrak, jack stand, lift, dan impact wrench	Bedah Prediksi 07 no. 13; Latihan 4.4 no. 1; Latihan 4.4 no. 2; Kuis Bab 4 no. 16; Kuis Bab 4 no. 17; Kuis Bab 4 no. 21; Kuis Bab 4 no. 22; Kuis Bab 4 no. 24; Simulasi 1 no. 19; Simulasi 3 no. 14
4.5 · Perawatan peralatan	Bedah Prediksi 08 no. 15; Latihan 4.5 no. 1; Latihan 4.5 no. 2; Kuis Bab 4 no. 15; Kuis Bab 4 no. 20; Kuis Bab 4 no. 25; Simulasi 2 no. 13
4.6 · Kalibrasi, jadwal, dan catatan perawatan alat	Bedah Prediksi 07 no. 12; Latihan 4.6 no. 1; Latihan 4.6 no. 2; Kuis Bab 4 no. 18; Kuis Bab 4 no. 19; Kuis Bab 4 no. 23; Simulasi 2 no. 18
5.1 · Besaran listrik, hukum Ohm, dan daya	Bedah Prediksi 07 no. 14; Latihan 5.1 no. 1; Latihan 5.1 no. 2; Kuis Bab 5 no. 1; Kuis Bab 5 no. 2; Kuis Bab 5 no. 3; Kuis Bab 5 no. 4; Kuis Bab 5 no. 6; Kuis Bab 5 no. 7; Simulasi 1 no. 9; Simulasi 2 no. 21; Simulasi 3 no. 13
5.2 · Rangkaian seri, paralel, dan campuran di kendaraan	Bedah Prediksi 07 no. 19; Latihan 5.2 no. 1; Latihan 5.2 no. 2; Kuis Bab 5 no. 5; Kuis Bab 5 no. 9; Kuis Bab 5 no. 10; Kuis Bab 5 no. 11; Kuis Bab 5 no. 16; Simulasi 1 no. 14; Simulasi 3 no. 9
5.3 · Mengukur dengan multimeter	Bedah Prediksi 07 no. 15; Latihan 5.3 no. 1; Latihan 5.3 no. 2; Kuis Bab 5 no. 8; Kuis Bab 5 no. 12; Kuis Bab 5 no. 13; Kuis Bab 5 no. 14; Kuis Bab 5 no. 15; Simulasi 1 no. 11; Simulasi 2 no. 10; Simulasi 3 no. 19
5.4 · Aki dan komponen elektronika: relay, dioda, transistor	Bedah Prediksi 07 no. 16; Latihan 5.4 no. 1; Latihan 5.4 no. 2; Kuis Bab 5 no. 17; Kuis Bab 5 no. 19; Kuis Bab 5 no. 20; Kuis Bab 5 no. 21; Kuis Bab 5 no. 22; Simulasi 2 no. 25; Simulasi 3 no. 24
5.5 · Sensor, aktuator, dan ECU	Bedah Prediksi 07 no. 10; Latihan 5.5 no. 1; Latihan 5.5 no. 2; Kuis Bab 5 no. 18; Kuis Bab 5 no. 23; Kuis Bab 5 no. 24; Kuis Bab 5 no. 25; Simulasi 1 no. 22; Simulasi 2 no. 11
6.1 · Komponen utama mesin	Bedah Prediksi 07 no. 23; Latihan 6.1 no. 1; Latihan 6.1 no. 2; Kuis Bab 6 no. 1; Kuis Bab 6 no. 2; Kuis Bab 6 no. 3; Kuis Bab 6 no. 4; Kuis Bab 6 no. 5; Kuis Bab 6 no. 9; Simulasi 1 no. 17; Simulasi 2 no. 22; Simulasi 3 no. 17
6.2 · Siklus kerja dan mekanisme katup	Bedah Prediksi 08 no. 23; Latihan 6.2 no. 1; Latihan 6.2 no. 2; Kuis Bab 6 no. 14; Kuis Bab 6 no. 15; Kuis Bab 6 no. 16; Kuis Bab 6 no. 18; Simulasi 2 no. 14

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab	Soal
6.3 · Sistem bahan bakar: injeksi, karburator, dan diesel	Bedah Prediksi 08 no. 13; Latihan 6.3 no. 1; Latihan 6.3 no. 2; Kuis Bab 6 no. 7; Kuis Bab 6 no. 13; Kuis Bab 6 no. 17; Kuis Bab 6 no. 19; Kuis Bab 6 no. 21; Simulasi 1 no. 21; Simulasi 3 no. 18
6.4 · Sistem pendingin dan pelumasan	Bedah Prediksi 07 no. 17; Latihan 6.4 no. 1; Latihan 6.4 no. 2; Kuis Bab 6 no. 8; Kuis Bab 6 no. 12; Kuis Bab 6 no. 20; Kuis Bab 6 no. 23; Kuis Bab 6 no. 24; Simulasi 1 no. 20; Simulasi 3 no. 23
6.5 · Sistem pengapian, pemasukan udara, dan pembuangan	Bedah Prediksi 08 no. 20; Latihan 6.5 no. 1; Latihan 6.5 no. 2; Kuis Bab 6 no. 6; Kuis Bab 6 no. 10; Kuis Bab 6 no. 11; Kuis Bab 6 no. 22; Kuis Bab 6 no. 25; Simulasi 1 no. 18; Simulasi 2 no. 19; Simulasi 3 no. 25
7.1 · Hukum Pascal dan sifat fluida	Bedah Prediksi 07 no. 18; Latihan 7.1 no. 1; Latihan 7.1 no. 2; Kuis Bab 7 no. 1; Kuis Bab 7 no. 2; Kuis Bab 7 no. 3; Kuis Bab 7 no. 5; Kuis Bab 7 no. 7; Kuis Bab 7 no. 9; Simulasi 1 no. 12; Simulasi 2 no. 23; Simulasi 3 no. 20
7.2 · Komponen sistem hidrolik	Bedah Prediksi 09 no. 12; Latihan 7.2 no. 1; Latihan 7.2 no. 2; Kuis Bab 7 no. 4; Kuis Bab 7 no. 11; Kuis Bab 7 no. 13; Simulasi 2 no. 16
7.3 · Komponen dan sirkuit pneumatik	Bedah Prediksi 08 no. 19; Latihan 7.3 no. 1; Latihan 7.3 no. 2; Kuis Bab 7 no. 6; Kuis Bab 7 no. 8; Kuis Bab 7 no. 10; Kuis Bab 7 no. 12; Simulasi 1 no. 24; Simulasi 3 no. 21
7.4 · Perawatan dan pengujian sistem hidrolik dan pneumatik	Bedah Prediksi 08 no. 22; Latihan 7.4 no. 1; Latihan 7.4 no. 2; Kuis Bab 7 no. 15; Kuis Bab 7 no. 16; Kuis Bab 7 no. 17; Kuis Bab 7 no. 18; Kuis Bab 7 no. 22; Kuis Bab 7 no. 24; Simulasi 2 no. 20; Simulasi 3 no. 16
7.5 · Hidrolik dan pneumatik pada kendaraan: rem, power steering, suspensi, rem udara	Bedah Prediksi 08 no. 21; Latihan 7.5 no. 1; Latihan 7.5 no. 2; Kuis Bab 7 no. 14; Kuis Bab 7 no. 19; Kuis Bab 7 no. 20; Kuis Bab 7 no. 21; Kuis Bab 7 no. 23; Kuis Bab 7 no. 25; Simulasi 1 no. 25; Simulasi 3 no. 22

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

NEXT LEVEL STUDY INDONESIA

Era Baru Pendidikan

TKA SMK Teknik Otomotif

Tetaplah menari, sekalipun lagu pengiringmu telah hilang. Sebab di luar sana, selalu ada seseorang yang menemukan bahagianya karena kamu tidak berhenti melangkah.

— HANDAKA LUMU

Buku ini menjelaskan secara rinci apa saja yang perlu kamu persiapkan untuk TKA Teknik Otomotif: materi yang diuji, strategi menjawab, dan latihan yang terarah.

Belajar lebih jauh di LMS NLS

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkto

GRATIS · TIDAK UNTUK DIPERJUALBELIKAN

SMKTO · Edisi 1 · Gratis untuk pelajar Indonesia · 2026/2027