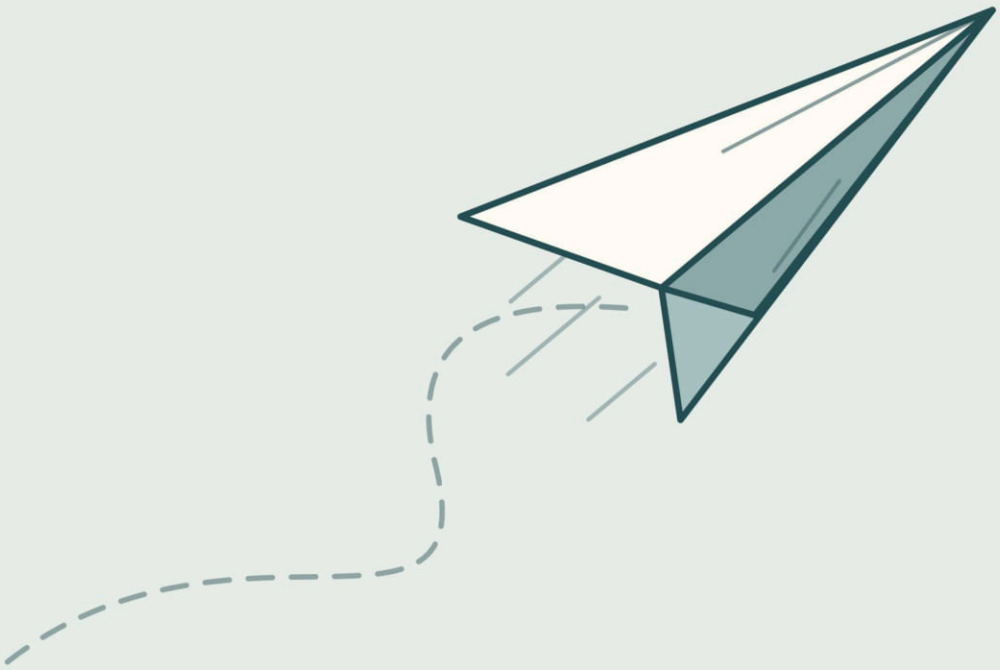
TKA SMK

TEKNIK MESIN

Materi, Strategi, dan Simulasi



Handaka Lumu
by Next Level Study Indonesia

2026/2027 · SMKTM

TKA SMK TEKNIK MESIN

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 Mesin: 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 SMKTM

© 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-mesin

Kata Pengantar

Kamu yang sedang bersiap,

Terima kasih sudah membuka buku ini. Teknik Mesin sering dibayangkan sebagai pelajaran tangan: memegang kikir, menggenggam kunci pas, memutar handel mesin bubut. Di balik setiap gerakan tangan yang rapi ada alasan yang bisa dijelaskan: mengapa putaran mesin bor dikurangi untuk mata bor yang besar, mengapa sudut tekukan harus dilebihkan sedikit, mengapa baut kendur di mesin yang bergetar. Orang yang paham alasannya bisa memutuskan dengan tepat, bahkan ketika keadaan di bengkel tidak persis sama dengan contoh.

Buku ini lahir dari kenyataan itu. Soal TKA SMK tidak menguji seberapa banyak istilah yang bisa kamu hafal. Soal-soalnya bercerita tentang seorang murid di bengkel sekolah, sebuah unit produksi kecil, atau sebuah mesin yang mulai bermasalah, lalu meminta kamu memilih tindakan terbaik. Karena itu, buku ini saya tulis untuk kamu yang ingin mengerti, bukan sekadar mengingat.

Isinya mengikuti lima elemen kisi-kisi resmi: keselamatan dan budaya kerja, proses produksi, pengetahuan bahan, sistem mekanik, dan gambar teknik. Setiap sub bab menjelaskan materinya secara utuh dan runtut, dengan gambar, contoh dari bengkel dan industri di sekitarmu, serta contoh hitungan bertahap. Setelah 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.

Mesin tidak bisa dibohongi. Ukuran yang meleset akan terlihat, sambungan yang asal akan lepas, dan keselamatan yang diabaikan akan menagih harganya. Belajarlah dengan kejujuran dan ketelitian 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 5 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

SMKTM-1.2 = sub bab 1.2; SMKTM-KB1 = kuis akhir bab 1; SMKTM-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-smktm

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 Mesin 1
Bagian B · Materi 7
Bab 1 · Kecakapan Kerja Dasar, K3, dan Budaya Kerja 7
Sub bab 1.1 · Bahaya kerja dan penilaian risiko 8
Sub bab 1.2 · Praktik kerja aman dan APD 21
Sub bab 1.3 · Kebakaran, evakuasi, dan pertolongan pertama 37
Sub bab 1.4 · Budaya kerja industri 53
Kuis Akhir Bab 1 65
Bab 2 · Teknik Dasar Proses Produksi Manufaktur Mesin 77
Sub bab 2.1 · Teknologi cutting: bor, bubut, frais, gerinda 78
Sub bab 2.2 · Teknologi non-cutting: menekuk, mengerol, membentuk 94
Sub bab 2.3 · Alat ukur: jangka sorong, mikrometer, mistar baja 106
Sub bab 2.4 · Perkakas tangan 123
Sub bab 2.5 · Perkakas bertenaga: bor tangan dan gerinda tangan 139
Sub bab 2.6 · Pemesinan dasar: parameter pemotongan dan evaluasi hasil 155
Sub bab 2.7 · Pengelasan SMAW dasar 172
Kuis Akhir Bab 2 190
Bab 3 · Pengetahuan Bahan 202
Sub bab 3.1 · Logam ferrous dan non-ferrous 203
Sub bab 3.2 · Bahan non-logam dan komposit 216
Sub bab 3.3 · Sifat-sifat bahan 229
Sub bab 3.4 · Memilih bahan komponen 243
Kuis Akhir Bab 3 256
Bab 4 · Dasar Sistem Mekanik 269
Sub bab 4.1 · Sambungan tetap: paku keling dan las 270
Sub bab 4.2 · Sambungan baut dan pasak 283
Sub bab 4.3 · Tumpuan: bushing dan bearing 298
Sub bab 4.4 · Transmisi roda gigi 311
Sub bab 4.5 · Transmisi sabuk-puli dan rantai 325
Kuis Akhir Bab 4 341
Bab 5 · Gambar Teknik 353
Sub bab 5.1 · Standar gambar teknik 354
Sub bab 5.2 · Gambar proyeksi, isometrik, dan potongan 368
Sub bab 5.3 · Membaca gambar kerja 383
Sub bab 5.4 · Menggambar dengan CADD 396
Kuis Akhir Bab 5 409
Bagian C · Simulasi TKA 427
Simulasi 1 — Prediksi TKA 2026 428

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

Simulasi 2 — Prediksi TKA 2026 443
Simulasi 3 — Prediksi TKA 2026 458
Bagian D · Kunci dan Pembahasan 472
Penutup 559
Lampiran 561

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Bagian A · Mengenal TKA Teknik Mesin

Apa itu TKA SMK Teknik Mesin

Tes Kemampuan Akademik (TKA) Teknik Mesin adalah salah satu mata pelajaran **pilihan** pada TKA jenjang SMK/MAK. Menurut kerangka asesmen Pusat Asesmen Pendidikan (Pusmendik) Kemendikdasmen, TKA ini mengukur pemahaman konsep dan penerapan pengetahuan teknis, sikap kerja, budaya industri, serta keterampilan teknis pada proses produksi manufaktur sesuai kebutuhan dunia kerja. Isinya mengacu pada Keputusan Kepala BSKAP Kemendikdasmen Nomor 046/H/KR/2025.

Kamu akan diukur pada tiga hal:

1. **Memahami** konsep dasar pekerjaan teknik mesin: proses produksi, pengetahuan bahan, sistem mekanik, dan gambar teknik.
2. **Menerapkan** proses dasar yang terkait dengan seluruh proses produksi manufaktur mesin.
3. **Menganalisis** proses produksi dan teknologi manufaktur mesin: mencari penyebab, menilai hasil, dan memilih perbaikan.

> Pemberitaan tentang jadwal TKA 2026 menyebut setiap mata pelajaran pilihan berisi **25 soal** dan dikerjakan dalam **60 menit**. Artinya, rata-rata kamu punya sekitar **2,4 menit** untuk setiap soal. Pastikan ketentuan resminya lewat pengumuman Pusmendik menjelang ujian. Buku ini memakai 25 soal dan 60 menit untuk setiap kuis bab dan setiap Simulasi TKA.

Apa yang diuji: lima elemen

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

Elemen kisi-kisi	Isi menurut kisi-kisi	Bab di buku ini	Sub bab
Kecakapan kerja dasar, K3, dan budaya kerja	identifikasi bahaya, praktik kerja aman, penanganan kebakaran ringan, prosedur darurat, penerapan 5R, disiplin, tanggung jawab, dan etika kerja	Bab 1	4
Teknik dasar proses produksi manufaktur mesin	teknologi cutting dan non-cutting, alat ukur, perkakas tangan, perkakas bertenaga, pemesinan dasar, pengelasan dasar	Bab 2	7
Pengetahuan bahan	jenis, sifat, dan fungsi bahan dalam manufaktur	Bab 3	4
Dasar sistem mekanik	jenis sambungan, tumpuan (bushing dan bearing), transmisi mesin	Bab 4	5
Gambar teknik	membaca gambar teknik dan menggambar dengan CADD	Bab 5	4

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

Kisi-kisi resmi tidak mencantumkan bobot soal untuk tiap elemen, dan soal asli TKA Teknik Mesin belum pernah dirilis. Karena itu, buku ini tidak menaksir "bab mana yang paling banyak keluar". Dua puluh empat sub bab disusun sama dengan 24 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.

- Proses pemesinan terbatas pada proses dasar: bubut, frais dasar, bor, gerinda, dan bending.
- Alat ukur: jangka sorong, mikrometer, dan mistar baja.
- Perkakas bertenaga: bor tangan dan gerinda tangan, dengan pengawasan dan sesuai K3.
- Pengelasan: SMAW dasar pada posisi datar.
- Bahan: bahan teknik umum, yaitu logam ferrous dan non-ferrous, non-logam, dan komposit dasar.
- Sambungan: baut, paku keling, las, dan pasak. Tumpuan: bushing dan bearing, tanpa perhitungan beban. Transmisi: roda gigi, sabuk-puli, dan rantai sederhana.
- Gambar: gambar kerja sederhana dan CADD sederhana.
- **Tidak ada perhitungan teknik lanjutan.** Hitungan yang muncul adalah hitungan bengkel: kecepatan potong, rasio putaran, jarak antarpaku keling, dan sejenisnya.

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	menjelaskan, mengidentifikasi	menjelaskan jenis bahan dan transmisi mesin; mengidentifikasi bahaya di tempat kerja dan jenis sambungan
2. Aplikasi	menerapkan, menggunakan, mengoperasikan	menerapkan praktik kerja aman dan prosedur darurat; menggunakan alat ukur sesuai SOP; mengoperasikan mesin bubut, bor, dan perkakas bertenaga
3. Penalaran	menganalisis, mengevaluasi	menganalisis sifat bahan, sambungan, tumpuan, transmisi, dan gambar proyeksi; mengevaluasi hasil pemesinan dasar, pengelasan dasar, dan gambar teknik

Soal level 3 jarang selesai dengan mengenali satu istilah. Setelah memahami prinsipnya, kamu masih harus **menimbang**: penyebab mana yang paling mungkin, perbaikan mana yang menyasar penyebabnya, atau pilihan mana yang memenuhi semua syarat.

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

Konteks soal: kasus di bengkel dan dunia kerja

Contoh soal resmi Pusmendik semuanya berupa **kasus kerja**: seorang murid membubut dengan sarung tangan longgar, percikan las mengenai tumpahan oli, roda gigi mesin penghancur batu yang patah karena beban kejut, sebuah poros yang retak. Separuh contoh resmi menyasar keselamatan kerja di bengkel pemesinan. Soal asli TKA SMK 2025 untuk mata pelajaran Projek Kreatif dan Kewirausahaan, yang bentuknya dijadikan acuan buku ini, juga memakai pola yang sama: satu kasus pendek, satu pertanyaan, dan pilihan berupa tindakan atau keputusan yang panjangnya setara.

Konteks	Contoh pola kasus
Bengkel sekolah dan praktik murid	murid menyiapkan mesin frais, membubut poros panjang, atau memakai gerinda duduk
Unit produksi dan teaching factory	memproduksi puluhan braket yang harus seragam, menyerahkan mesin antarkelompok
UMKM dan bengkel kecil mitra	memperbaiki mesin pengaduk, rangka gerobak, atau mesin pengupas kelapa
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 Mesin: dari kasus 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 (menekuk pelat: sudut hasil 92° padahal ditekan 90°)
1. Fakta	Apa yang diberikan dan apa yang tidak normal?	bilah sudah 90°, setelah dilepas 92°, garis tekuk sudah tepat
2. Syarat	Apa tujuan dan batasannya?	sudut akhir 90° dan seragam untuk 30 benda
3. Prinsip	Prinsip atau aturan apa yang menjelaskan fakta itu?	pelat kembali sedikit setelah gaya dilepas (pegas balik)
4. Keputusan	Pilihan mana yang menyasar penyebabnya **dan** memenuhi semua syarat?	menekuk sedikit melewati 90°

Pengecoh pada soal seperti ini sering berupa tindakan yang **bisa saja berhasil sekali**, tetapi tidak aman, tidak seragam, tidak sesuai prosedur, atau menyentuh penyebab yang salah. Ingat

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

tiga saringan: apakah pilihan itu **menjawab penyebabnya**, **aman**, dan **memenuhi syarat tujuan**.

Bentuk soal dan cara menjawabnya

Kisi-kisi resmi menyebut tiga bentuk soal.

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: siswa membubut dengan sarung tangan longgar, serpihan logam berserakan di dekat mesin, sementara siswa lain memakai kacamata dan sepatu keselamatan; soal meminta bahaya paling berisiko. Kuncinya ada pada kata "paling": semua kondisi di cerita memang tidak ideal, tetapi satu di antaranya bisa menarik tangan ke bagian yang berputar. Nilai tiap pilihan dengan pertanyaan "akibat terburuknya apa, dan seberapa mungkin terjadi?"

MCMA. Contoh resmi: daftar lima kondisi sebelum membubut, dan soal meminta tindakan aman yang tepat. Empat tindakan benar (melepas kunci cekam, memakai kacamata, membersihkan serpihan, memeriksa kecepatan mesin) dan satu salah (menjalankan mesin untuk mengecek keseimbangan). Jangan menebak jumlah jawaban benar. Nilai setiap pernyataan satu per satu, lalu pilih semua yang lolos.

Benar/Salah. Contoh resmi: sebuah poros dari bahan sangat keras tetapi getas retak oleh beban kejut. Tiga pernyataan dinilai satu per satu: "bahan yang sangat keras selalu cocok untuk poros" (Salah, kata *selalu* menjebak), "bahan getas berisiko retak saat menerima beban kejut" (Benar), "poros membutuhkan bahan yang ulet dan tahan lelah" (Benar). Perlakukan tiap baris sebagai soal kecil yang berdiri sendiri; kata mutlak seperti *selalu* dan *pasti* patut dicurigai, tetapi tetap periksa dengan prinsipnya.

Ciri soal: apa yang membedakan TKA Teknik Mesin

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 dan gambar sederhana.** Hasil ukur, label mesin, denah bengkel, atau gambar kerja 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.
5. **Pilihan setara panjang.** Jawaban benar tidak bisa dikenali dari panjangnya; kamu harus mengetahui alasannya.

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

Belum ada data persentase benar nasional untuk TKA Teknik Mesin, sehingga buku ini tidak memuat tabel tingkat kesulitan nasional. Tingkat kesulitan soal latihan di buku ini mengikuti 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 **ukuran pada gambar** dan **ukuran terukur**. Bandingkan baris demi baris. Tandai selisihnya, lalu bandingkan dengan toleransi atau batas yang diberikan. Nilai yang masih dalam batas justru membantu menyingkirkan pilihan yang salah.

Membaca gambar dan label

Pada gambar mesin, rangkaian roda gigi, atau gambar kerja, tentukan dulu **nama dan fungsi bagian yang ditunjuk**, baru pikirkan pertanyaannya. Pada gambar proyeksi, periksa simbol sudut pertama atau ketiga sebelum menyebut "pandangan atas" atau "pandangan samping".

Satuan dan hitungan bengkel

Tulis satuan di setiap langkah hitungan. Contoh: poros berdiameter 40 mm dibubut dengan kecepatan potong 24 m/menit. Rumus putaran mesin adalah $n = (1.000 \times V) \div (\pi \times d)$. Dengan $\pi \approx 3{,}14$: $n = (1.000 \times 24) \div (3{,}14 \times 40) \approx 191$ putaran per menit. Bila kamu lupa mengubah meter menjadi milimeter (faktor 1.000), hasilnya meleset seribu kali. Rumus ini dibahas lengkap di sub bab 2.6.

Mengurutkan langkah kerja

Soal tentang urutan kerja (membuat lubang, memasang sabuk, mengelas) meminta kamu menyusun langkah. Bayangkan dirimu sebagai tukang 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.

Strategi 60 menit

1. **Putaran pertama (±35 menit):** kerjakan soal yang pertanyaannya langsung bisa dijawab setelah membaca kasus. Soal dengan tabel panjang atau hitungan bertahap ditandai dan dilewati dulu.
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 mutlak dan pilihan yang "terlalu cepat".** Pilihan seperti "cukup dipukul sampai pas" atau "semua bahan keras pasti cocok" jarang benar; tetapi jangan memilih hanya karena kata-katanya, tetap uji dengan prinsipnya.

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

Cara memakai buku ini untuk Teknik Mesin

- **Ikuti urutan bab.** Bab 1 (keselamatan) menjadi dasar semua bab sesudahnya, dan Bab 3 (bahan) menjelaskan mengapa proses di Bab 2 dan sambungan di Bab 4 dipilih seperti itu.
- **Bayangkan alatnya di tanganmu.** Setelah membaca satu sub bab, tutup buku dan jelaskan dengan kata-katamu cara memakai alat itu dari awal sampai selesai. Bila kamu punya akses ke bengkel sekolah, ulangi bersama alat sesungguhnya, dengan izin dan pengawasan guru.
- **Gambar sendiri.** Gambar ulang rangkaian roda gigi, tiga pandangan sebuah benda, atau urutan langkah las 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.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Bagian B · Materi

Bagian ini memuat 5 bab. Tiap bab diakhiri kuis; kerjakan berurutan.

Bab 1 · Kecakapan Kerja Dasar, K3, dan Budaya Kerja

SMKTM-B1

Setelah mempelajari bab ini, kamu dapat:

- mengidentifikasi bahaya di bengkel pemesinan, menilai risikonya, dan memilih pengendalian yang paling tinggi pada hierarkinya
- menerapkan praktik kerja aman, memilih alat pelindung diri, dan mengamankan mesin sebelum dikerjakan
- menentukan tindakan darurat yang tepat saat terjadi kebakaran atau kecelakaan ringan di bengkel
- menerapkan 5R, disiplin, dan tanggung jawab sebagai budaya kerja industri

Peta bab

Sub bab	Judul
1.1	Bahaya kerja dan penilaian risiko
1.2	Praktik kerja aman dan APD
1.3	Kebakaran, evakuasi, dan pertolongan pertama
1.4	Budaya kerja industri

Bab 1 di LMS

Buka seluruh latihan bab ini di LMS.

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

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

Sub bab 1.1 · Bahaya kerja dan penilaian risiko

SMKTM-1.1

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu **mengidentifikasi dan menerapkan K3**, yaitu keselamatan dan kesehatan kerja, di bengkel pemesinan. Kata kunci pada sub bab ini adalah *mengidentifikasi*: melihat sebuah situasi kerja, lalu menunjuk bagian mana yang berbahaya dan mana yang paling berbahaya. Contoh resmi Pusmendik menggambarkan seorang siswa membubut dengan sarung tangan longgar, serpihan logam berserakan di dekat mesin, sedangkan siswa lain sudah memakai kacamata dan sepatu keselamatan. Soal meminta potensi bahaya yang **paling berisiko**. Semua kondisi di cerita itu memang tidak ideal. Yang diuji adalah kemampuanmu menimbang: mana yang paling mungkin terjadi dan paling parah akibatnya.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- membedakan bahaya, risiko, kecelakaan, dan kejadian nyaris celaka;
- mengenali jenis-jenis bahaya di bengkel pemesinan dari sebuah situasi kerja;
- menilai dan mengurutkan risiko dengan matriks sederhana (kemungkinan × keparahan);
- memilih pengendalian yang paling tinggi pada hierarkinya, dan mengenali rambu K3 dari bentuk dan warnanya.

◆ KONSEP INTI

Bengkel pemesinan adalah tempat yang menyenangkan bagi orang yang suka membuat sesuatu dari logam. Di sana benda keras diubah menjadi poros, roda gigi, dan braket. Tetapi proses itu memakai tenaga besar: motor yang memutar benda berat, pisau yang memotong baja, api dan listrik. Tenaga yang sama yang membuat mesin berguna juga yang bisa melukai orang. Karena itu, kemampuan **mengenali bahaya sebelum ia melukai siapa pun** adalah kecakapan kerja paling dasar. Di Indonesia, kewajiban menjaga keselamatan di tempat kerja diatur dalam Undang-Undang Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja. Di sekolah, aturan itu terwujud dalam tata tertib bengkel; di dunia industri, dalam SOP dan sistem manajemen K3. Sub bab ini menjelaskan istilah dasarnya, jenis bahaya di bengkel, cara menilai risiko, cara mengendalikannya, dan tanda-tanda K3 yang kamu temui.

1. Bahaya, risiko, dan kecelakaan

Tiga kata ini sering dipakai bergantian, padahal artinya berbeda.

- **Bahaya** adalah sesuatu yang berpotensi menyebabkan cedera, sakit, atau kerusakan. Bahaya adalah "sumbernya": cekam yang berputar, serpihan panas, lantai licin karena oli, kabel yang terkelupas.

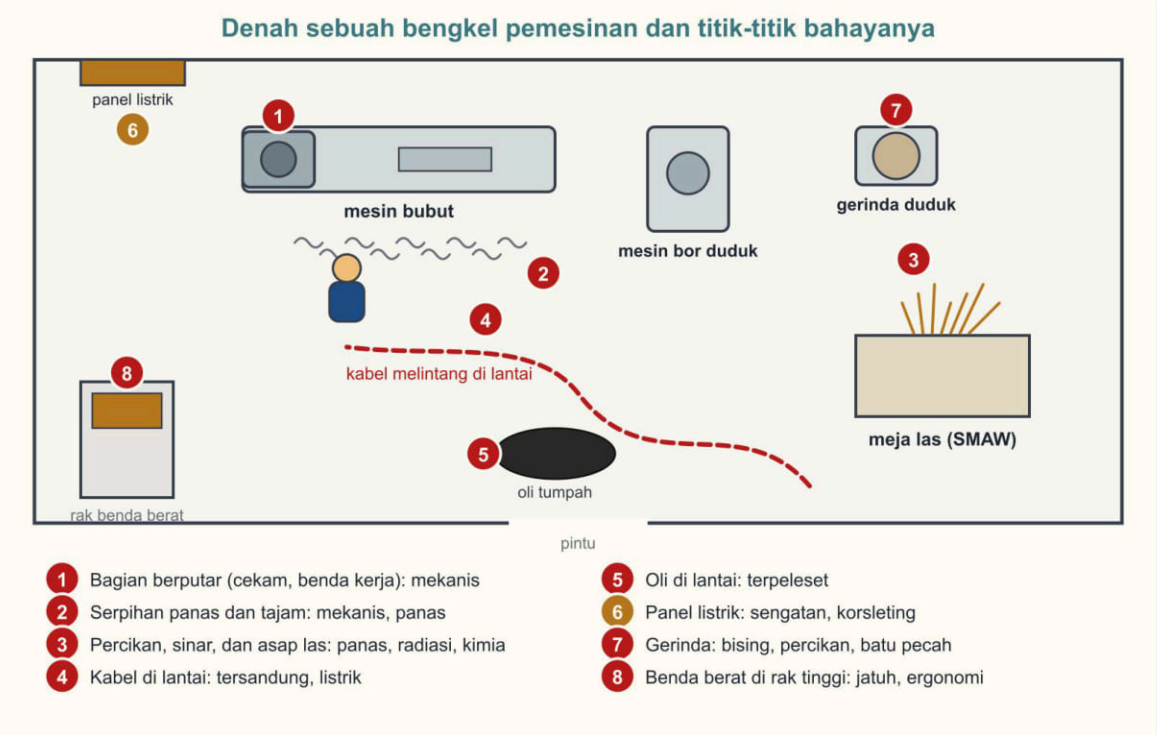
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- **Risiko** adalah ukuran seberapa besar kemungkinan bahaya itu benar-benar menimbulkan akibat, dan seberapa parah akibatnya. Risiko dinyatakan sebagai **kemungkinan × keparahan**.
- **Kecelakaan** adalah kejadian tidak diinginkan yang sudah menimbulkan cedera atau kerusakan. **Kejadian nyaris celaka** (near miss) adalah kejadian yang hampir menjadi kecelakaan tetapi tidak ada yang terluka, misalnya tersandung kabel tanpa jatuh.

Contoh: sebuah genangan oli di dekat pintu bengkel adalah bahaya. Risikonya tinggi bila lorong itu dilalui puluhan murid setiap jam, karena kemungkinan terpeleset besar dan akibatnya bisa parah (patah tulang bila jatuh membawa benda). Genangan yang sama di sudut gudang yang jarang dilewati punya risiko lebih rendah. Bahayanya sama, risikonya berbeda. Itulah sebabnya soal K3 sering memakai kata **paling berisiko**: kamu harus membandingkan, bukan sekadar mencari yang salah.

2. Jenis bahaya di bengkel pemesinan

Gambar 1.1 menunjukkan denah sebuah bengkel pemesinan. Perhatikan titik-titik bahaya yang ditandai nomor. Bahaya di bengkel dapat dikelompokkan menjadi beberapa jenis.



Gambar 1.1 Denah sebuah bengkel pemesinan dengan delapan titik bahaya (1–8) beserta jenisnya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Jenis bahaya	Sumbernya di bengkel	Akibat yang mungkin	Titik pada Gambar 1.1
Mekanis	cekam dan benda kerja berputar, mata bor, pisau frais, titik jepit, serpihan tajam	tangan atau pakaian tertarik, luka sayat, mata terkena serpihan	1, 2
Listrik	panel, kabel terkelupas, stop kontak bercabang, mesin tanpa pembumian	tersengat, korsleting, kebakaran	4, 6
Panas dan api	serpihan panas, percikan las dan gerinda, benda kerja yang baru dipotong	luka bakar, kebakaran	2, 3, 7
Kimia	cairan pendingin, oli, pelarut, asap las	iritasi kulit, gangguan pernapasan	3, 5
Fisik (bising, radiasi)	gerinda, gunting pelat, sinar busur las	gangguan pendengaran, mata silau atau terbakar	3, 7
Ergonomi	mengangkat beban berat, berdiri lama, posisi meja kerja yang terlalu rendah	nyeri punggung, cedera otot	8
Jatuh dan tersandung	lantai licin, kabel di lantai, benda di lorong	terpeleset, patah tulang, benda jatuh	4, 5, 8

Satu titik dapat memuat lebih dari satu jenis bahaya. Titik 3 (meja las), misalnya, membawa bahaya panas, cahaya busur las, dan asap sekaligus. Tidak masalah bila kamu menggolongkannya sedikit berbeda dari tabel, selama alasanmu masuk akal.

3. Cara mengenali bahaya

Mengenali bahaya bukan bakat, melainkan kebiasaan memeriksa. Lakukan "jalan keliling" sebelum memulai praktik dan tanyakan empat hal.

1. **Mesin dan alat:** adakah bagian berputar atau bergerak yang tidak terlindungi? Apakah alat dalam kondisi baik (tidak retak, tidak aus)?
2. **Bahan:** adakah bahan yang mudah terbakar, berminyak, panas, atau tajam?
3. **Lingkungan:** apakah lantai bersih dan kering, kabel tertata, pencahayaan cukup, jalur keluar bebas?
4. **Manusia:** apakah cara berpakaian dan cara kerja aman (tidak ada sarung tangan, perhiasan, atau pakaian longgar di dekat mesin berputar; APD terpasang)?

Kunci dari semua pertanyaan itu adalah "apa yang bisa terjadi, dan bagaimana?" Ketika sarung tangan longgar dipakai di dekat cekam yang berputar, bayangkan kainnya terbelit; ketika serpihan tidak dibersihkan, bayangkan kaki tergelincir atau tangan tergores. Kamu sedang membaca *rantai* dari kondisi, ke kejadian, ke akibat.

4. Menilai dan mengurutkan risiko

Sesudah bahaya diketahui, kita perlu tahu mana yang harus ditangani lebih dulu. Cara paling sederhana adalah **matriks risiko**: beri nilai 1–3 untuk kemungkinan dan 1–3 untuk keparahan,

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

lalu kalikan.

Nilai	Kemungkinan	Keparahan
1	jarang terjadi	ringan (lecet, tidak perlu berhenti kerja)
2	mungkin terjadi	sedang (luka yang perlu perawatan, berhenti kerja sementara)
3	sering terjadi	berat (patah tulang, cacat tetap, kehilangan nyawa)



Gambar 1.2 Matriks risiko 3 × 3. Skor 1–2 rendah (hijau), 3–4 sedang (kuning), 6–9 tinggi (merah). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Aturan memakainya: bahaya dengan skor tertinggi ditangani lebih dulu. Bila dua bahaya bernilai sama, dahulukan yang **keparahannya lebih tinggi**, sebab akibat parah tidak dapat dibatalkan. Skor 6 dapat berasal dari (kemungkinan 3, keparahan 2) atau (kemungkinan 2, keparahan 3); keduanya sama-sama merah.

5. Hierarki pengendalian bahaya

Setelah tahu bahaya mana yang paling berisiko, pertanyaannya: bagaimana mengendalikannya? Para ahli K3 menyusun cara pengendalian dalam lima tingkat, dari yang paling efektif ke yang paling lemah. Gambar 1.3 memakai contoh serpihan dan debu pada mesin gerinda.

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



Gambar 1.3 Hierarki pengendalian bahaya: eliminasi, substitusi, rekayasa teknik, administratif, alat pelindung diri (APD). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **Eliminasi:** menghilangkan bahaya sama sekali. Contoh: membeli komponen yang sudah halus sehingga tidak perlu digerinda.
2. **Substitusi:** mengganti dengan sesuatu yang kurang berbahaya. Contoh: mengganti pelarut berbau tajam dengan pembersih yang lebih aman.
3. **Rekayasa teknik:** memasang perlindungan pada mesin atau lingkungan, sehingga bahaya terhalang di sumbernya. Contoh: pelindung transparan di depan area pemotongan, penutup sabuk dan puli, penghisap debu, pembumian listrik.
4. **Administratif:** mengatur cara dan waktu kerja. Contoh: SOP, rambu, pelatihan, jadwal bergiliran, pemeriksaan berkala.
5. **Alat pelindung diri (APD):** melindungi badan pekerja bila bahaya masih ada. Contoh: kacamata, sepatu keselamatan, pelindung telinga.

Mengapa APD ada di paling bawah, padahal paling mudah dibeli? Karena APD hanya menghalangi bahaya di badan pekerja, sedangkan bahayanya tetap ada. APD bisa terlupa, rusak, atau salah pakai. Pengendalian yang lebih tinggi bekerja untuk semua orang tanpa menunggu mereka ingat. Dalam praktik, beberapa tingkat dipakai bersamaan: pelindung terpasang (rekayasa), ada SOP (administratif), dan operator tetap memakai kacamata (APD).

6. Rambu K3

Rambu K3 adalah bahasa visual: orang yang tidak sempat membaca tetap dapat memahaminya dari **bentuk dan warna**.

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



Gambar 1.4 Lima kelompok rambu K3 berdasarkan bentuk dan warna beserta contohnya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Kelompok	Bentuk dan warna	Artinya	Contoh
Larangan	lingkaran merah dengan garis coret	hal yang tidak boleh dilakukan	dilarang merokok, dilarang membawa api terbuka
Peringatan	segitiga kuning bertepi hitam	ada bahaya di sini, hati-hati	awas bagian berputar, awas listrik
Kewajiban	lingkaran biru bergambar putih	hal yang wajib dilakukan	wajib memakai kacamata, wajib memakai peredam telinga
Aman dan darurat	persegi hijau bergambar putih	tempat atau arah yang aman	jalur evakuasi, titik kumpul, kotak P3K
Alat pemadam	persegi merah bergambar putih	letak alat pemadam kebakaran	lokasi APAR

Perhatikan bahwa (lihat Gambar 1.4) bahaya yang ditunjukkan rambu kuning belum hilang; rambu hanya peringatan (pengendalian administratif). Bila bahayanya serius, rambu tidak boleh menjadi satu-satunya pengendalian.

7. Kesehatan kerja: bahaya yang bekerja pelan

Huruf "K" kedua pada K3 adalah **kesehatan**. Tidak semua bahaya melukai seketika. Sebagian bekerja pelan dan baru terasa setelah berbulan-bulan atau bertahun-tahun, sehingga mudah diremehkan.

- **Kebisingan.** Suara mesin gerinda atau gunting pelat yang terus-menerus dapat merusak pendengaran secara permanen. Telinga tidak "terlatih" untuk terbiasa; kerusakannya menumpuk. Karena itu, bengkel menetapkan batas kebisingan dan mewajibkan peredam telinga di area yang melampauinya.
- **Debu dan asap.** Debu gerinda, asap las, dan uap pelarut terhirup setiap hari. Ventilasi, penghisap asap, dan masker yang tepat mengurangi paparan.
- **Cairan pendingin dan oli.** Kontak kulit berulang dengan cairan pendingin atau oli dapat menimbulkan gatal dan peradangan, terutama bila cairan sudah lama tidak diganti sehingga kuman tumbuh di dalamnya. Pakai alat penjepit atau sarung tangan tahan cairan, bukan tangan telanjang, dan tetapkan jadwal penggantian cairan.
- **Ergonomi.** Berdiri membungkuk berjam-jam karena ragum terlalu rendah, atau mengangkat poros berat dengan punggung membungkuk, memberi cedera yang awalnya hanya pegal. Menyesuaikan tinggi ragum dan memakai alat bantu angkat adalah pengendalian ergonomi.

Pelajaran pentingnya: bahaya kesehatan tetap dinilai dengan kemungkinan dan keparahan yang sama. Paparan yang terjadi setiap hari punya kemungkinan tinggi, walaupun akibat sekali paparan terlihat kecil.

8. Siapa yang bertanggung jawab?

Keselamatan bukan urusan satu orang. **Pekerja atau siswa** wajib mengikuti SOP, memakai APD, dan melaporkan bahaya. **Guru atau penyelia** wajib memberi pelatihan, memastikan mesin

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

layak pakai, dan menghentikan pekerjaan yang tidak aman. **Pengelola bengkel atau pemberi kerja** wajib menyediakan mesin, pelindung, APD, rambu, dan prosedur darurat. Bila salah satu pihak lalai, bahaya yang sama dapat lolos. Itulah mengapa kebiasaan melapor, bahkan untuk kejadian yang tidak melukai siapa pun, dihargai dalam budaya kerja yang baik (dibahas lebih lanjut di sub bab 1.4).

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Mengurutkan risiko tiga bahaya

Tim K3 sebuah bengkel menemukan tiga bahaya. Gunakan matriks pada Gambar 1.2 (huruf A, B, C pada gambar mengacu pada bahaya di bawah).

- **A.** Kabel ekstensi terkelupas di rak alat yang hampir tidak pernah disentuh: kemungkinan *jarang* (1), keparahan *ringan* (1).
- **B.** Serpihan panas tidak disapu dari lantai dekat mesin bubut setiap hari; murid sering melewatinya: kemungkinan *sering* (3), keparahan *sedang* (2).
- **C.** Batu gerinda duduk yang retak halus namun masih dipakai: kemungkinan *mungkin* (2), keparahan *berat* (3), karena batu yang pecah saat berputar kencang bisa terlempar.

Langkah:

1. Hitung skor: A = 1 × 1 = 1; B = 3 × 2 = 6; C = 2 × 3 = 6.
2. Kelompokkan: A rendah; B dan C tinggi.
3. B dan C sama-sama 6. Aturan: bila nilai sama, dahulukan keparahan yang lebih tinggi. C berkeparahan 3, B berkeparahan 2.
4. Urutan penanganan: **C lebih dulu**, lalu B, lalu A.

Jawaban: C → B → A. Tindakan segera untuk C: hentikan pemakaian batu itu dan gantikan, jangan menunggu jadwal.

Contoh 2: Memilih pengendalian pada hierarki

Lantai dekat pintu bengkel sering licin karena oli menetes dari mesin yang bocor. Dua murid pernah terpeleset. Tim K3 mengajukan lima usulan: (1) menempel rambu "Awas lantai licin"; (2) mewajibkan sepatu keselamatan berpelat anti-selip; (3) memperbaiki kebocoran oli pada mesin itu; (4) memasang bak penampung di bawah mesin; (5) membuat jadwal pembersihan lantai tiap jam.

Langkah:

1. Beri label tiap usulan: (1) rambu = administratif; (2) sepatu = APD; (3) memperbaiki kebocoran = eliminasi sumber bahaya; (4) bak penampung = rekayasa teknik; (5) jadwal bersih = administratif.
2. Eliminasi tersedia, karena kebocoran dapat diperbaiki.
3. Urutan dari tertinggi: (3) → (4) → (1) dan (5) → (2).

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

Jawaban: pengendalian paling tinggi adalah **memperbaiki kebocoran oli (3)**. Usulan lain tetap berguna sebagai lapisan tambahan selama perbaikan berlangsung.

Contoh 3: Mengenali jenis bahaya yang bekerja pelan

Dalam proyek pembuatan 40 pelat dudukan, tiap murid mengikir tepi pelat selama tiga jam berturut-turut. Ragum terpasang pada meja setinggi paha, sehingga murid harus membungkuk sepanjang waktu. Setelah dua hari, beberapa murid mengeluh nyeri pinggang, padahal tidak seorang pun terluka oleh alat.

Langkah:

1. Apa sumbernya? Posisi kerja dan tinggi ragum, bukan mesin berputar atau benda tajam.
2. Apa jenis bahayanya? **Ergonomi**, yaitu bahaya kesehatan yang bekerja pelan dan menumpuk.
3. Apa penyebab utamanya? Tinggi ragum tidak sesuai dengan tinggi badan, ditambah waktu kerja yang terus-menerus.
4. Pengendalian yang menyasar penyebab: sesuaikan tinggi ragum atau sediakan pijakan (rekayasa), atur kerja bergiliran dengan jeda (administratif).

Jawaban: bahaya ergonomi. Pengendalian yang paling tinggi adalah memperbaiki tempat kerjanya (tinggi ragum), karena langsung menghilangkan penyebab postur membungkuk; jadwal bergiliran menjadi pelengkap.

❖ PETA KONSEP

Ringkasan seluruh sub bab ini dapat dilihat pada Gambar 1.5.



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

Yang harus kamu ingat:

- Bahaya = sumber potensi celaka; risiko = kemungkinan × keparahan; nyaris celaka tetap harus dilaporkan.
- Jenis bahaya bengkel: mekanis, listrik, panas dan api, kimia, fisik (bising, radiasi), ergonomi, jatuh dan tersandung.

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

- Urutan penanganan: skor risiko tertinggi dulu; bila sama, keparahan lebih tinggi dulu.
- Hierarki pengendalian: eliminasi → substitusi → rekayasa teknik → administratif → APD.
- Rambu: lingkaran merah = larangan, segitiga kuning = peringatan, lingkaran biru = wajib, persegi hijau = aman, persegi merah = alat pemadam.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Soal K3 hampir selalu berupa kasus. Gunakan langkah berikut.

1. **Baca pertanyaannya dulu.** "Paling berisiko", "paling tinggi pada hierarki", atau "tindakan yang benar" meminta jawaban yang berbeda.
2. **Daftar kondisi di kasus, lalu beri label jenis bahayanya** (mekanis, listrik, panas, dan seterusnya).
3. **Untuk "paling berisiko", nilai tiap kondisi dengan dua pertanyaan:** seberapa mungkin terjadi, dan seberapa parah akibatnya? Pilih yang perpaduannya terbesar.
4. **Untuk "pengendalian paling efektif", beri label tingkat hierarki tiap usulan,** lalu pilih yang tertinggi di antara pilihan yang tersedia.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Kondisi yang menarik perhatian, tetapi bukan yang paling berisiko.** Serpihan berserakan memang tidak rapi, tetapi sarung tangan longgar di dekat benda berputar bisa menarik tangan ke dalam mesin.
- **APD dianggap pengendalian terbaik.** Kacamata atau pelindung wajah terdengar paling "serius", tetapi di hierarki berada paling bawah.
- **Rambu dan pelatihan dianggap menyelesaikan masalah.** Keduanya hanya pengendalian administratif.
- **Bahaya disamakan dengan risiko.** Sebuah bahaya yang jarang bertemu orang dan akibatnya ringan berisiko rendah, walaupun terlihat menyeramkan.
- **"Tidak ada yang terluka berarti aman."** Kejadian nyaris celaka tetap sinyal bahwa bahayanya nyata.

> Contoh salah tafsir: pada soal tentang bengkel yang memiliki oli tumpah, kabel terkelupas, dan sarung tangan longgar di mesin bubut yang menyala, seorang siswa memilih oli tumpah sebagai yang paling berisiko karena "paling kotor". Padahal oli tumpah membuat orang terpeleset (akibat sedang), sedangkan benda longgar di dekat bagian berputar dapat menarik tangan (akibat berat) dan bahaya itu sedang berlangsung.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menggambarkan seorang siswa menyiapkan mesin frais dengan beberapa kebiasaan yang tidak aman. Soal bentuk pilih-semua-yang-benar ini melatih langkah 2 dan 3 di

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

atas: membuat daftar kondisi, memberi label jenis bahaya, lalu menilai tiap kondisi sendiri-sendiri.

►. Rani menyiapkan mesin frais di bengkel sekolah untuk meratakan blok baja (2027). Ia memakai cincin, lengan kemejanya sudah digulung rapat sampai siku, dan blok baja sudah dijepit pada ragum, tetapi baut ragum ke meja mesin belum dikencangkan. Tatal dari pekerjaan sebelumnya ia sapu dengan tangan, sementara cairan pendingin yang menetes membasahi lantai di depan mesin.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat tentang bahaya pada kondisi tersebut adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Ragum yang belum terikat ke meja dapat ikut tertarik atau terlempar oleh pisau frais yang berputar.
☐ B. Lengan kemeja yang digulung rapat sampai siku menjadi bahaya utama karena kain dapat tertarik pisau.
☐ C. Cincin di jari dapat tersangkut bagian yang berputar dan menarik jari ke arah pisau frais.
☐ D. Menyapu tatal dengan tangan dapat menyebabkan luka sayat karena tatal baja tajam dan panas.
☐ E. Tetesan cairan pendingin di lantai hanya urusan kebersihan, belum termasuk bahaya kerja.

Pembahasan **Kunci: A, C, D**

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

Konsep: Identifikasi bahaya berarti mengenali sumber cedera: bagian berputar (titik sangkut), benda kerja yang tidak terikat, benda tajam/panas, dan lantai licin. Kondisi yang sudah dikendalikan (lengan digulung rapat) bukan lagi bahaya utama.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✓ Gaya potong pisau frais besar; ragum yang tidak terikat dapat bergeser atau terlempar bersama benda kerja.
• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: lengan yang longgar memang berbahaya, tetapi lengan yang digulung rapat justru cara mengurangi bahaya tertarik.
• **Pernyataan 3** ✓ Perhiasan adalah titik sangkut; cincin dapat menyebabkan cedera jari yang parah.
• **Pernyataan 4** ✓ Tatal dibersihkan dengan kuas atau pengait tatal, bukan tangan.
• **Pernyataan 5** ✗ Lantai licin di depan mesin adalah bahaya terpeleset; operator yang jatuh dapat menyentuh bagian mesin yang berputar.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 4.

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

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk setiap soal, tulis dulu jenis bahaya tiap kondisi dan nilai risikonya.

1. Tim K3 siswa memeriksa bengkel fabrikasi sekolah dan menilai empat bahaya dengan skala 1–5 (2027). Nilai risiko = kemungkinan × keparahan. Bahaya bernilai tertinggi dikendalikan lebih dulu; bila nilainya sama, didahulukan bahaya yang keparahannya lebih tinggi.

Bahaya	Kemungkinan	Keparahan
P. Kabel mesin las melintang di jalur jalan	5	3
Q. Pelindung sabuk mesin bor duduk lepas	3	5
R. Lantai licin oleh tetesan oli di depan mesin bubut	4	3
S. Tabung APAR terhalang tumpukan pelat	2	5

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Bahaya yang paling dahulu dikendalikan adalah ....

A. P, karena nilai risikonya 15 dan kemungkinannya paling tinggi
B. S, karena keparahannya 5 dan menyangkut alat pemadam kebakaran
C. Q, karena nilai risikonya 15 dan keparahannya lebih tinggi dari P
D. R, karena nilai risikonya 12 dan terjadi tepat di depan mesin
E. P dan Q bersamaan, karena nilai risiko keduanya sama yaitu 15

2. Bengkel las kecil milik Pak Saiful menerima pesanan teralis (2027). Karena hujan, pengelasan dipindahkan ke gudang sempit yang jendelanya tertutup. Kabel elektroda yang sedikit terkelupas melintang di lantai yang basah, tumpukan kardus berada dua meter dari meja las, dan anak magang menonton dari jarak tiga meter tanpa pelindung mata. Juru las memakai sarung tangan kulit yang basah oleh keringat.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat tentang bahaya pada kondisi tersebut adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Asap las di gudang tertutup dapat terhirup dalam jumlah banyak dan mengganggu pernapasan.
☐ B. Kabel terkelupas di lantai basah dapat menyebabkan sengatan listrik.
☐ C. Cahaya busur hanya berbahaya bagi juru las, sedangkan penonton sejauh tiga meter sudah aman.
☐ D. Percikan las dapat terlontar dan menyalakan tumpukan kardus di dekat meja las.
☐ E. Sarung tangan kulit yang basah tetap aman untuk mengganti elektroda karena kulit adalah isolator.

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

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

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menjelaskan, dengan contoh bengkel, mengapa dua bahaya yang sama bisa punya risiko berbeda?
- Jika sebuah bengkel hanya mampu melakukan satu pengendalian, mengapa memasang pelindung pada mesin lebih baik daripada membeli kacamata untuk semua murid?
- **Yang harus kuingat:** risiko = kemungkinan × keparahan; hierarki dari eliminasi sampai APD; rambu dikenali dari bentuk dan warna.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 1.1: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktm&node=SMKTM-1.1

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Sub bab 1.2 · Praktik kerja aman dan APD

SMKTM-1.2

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu **menerapkan K3** di bengkel. Kalau sub bab 1.1 melatih mata untuk mengenali bahaya, sub bab ini melatih tangan dan kaki: apa yang benar-benar kamu lakukan sebelum, selama, dan sesudah bekerja dengan mesin dan perkakas. Contoh resmi Pusmendik meminta siswa memilih semua tindakan aman sebelum membubut. Soal sejenis menuntut ketelitian membaca, karena sebuah tindakan bisa tampak benar tetapi salah pada satu detail, misalnya langkah yang kurang atau alat pelindung yang justru menambah bahaya.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan cara berpakaian dan bersikap di dekat mesin berputar, dan alasannya;
- mengurutkan langkah mengamankan energi (kunci dan label) sebelum perawatan;
- menjelaskan cara aman memakai gerinda duduk, memindahkan beban, dan bekerja dengan tangga;
- memilih alat pelindung diri (APD) yang cocok untuk suatu pekerjaan dan mengenali APD yang salah pilih.

◆ KONSEP INTI

Hampir semua kecelakaan di bengkel pemesinan punya pola yang sama: bagian tubuh atau kain berada di tempat yang salah, pada saat yang salah, dekat tenaga yang besar. Mesin tidak "memilih" korban; ia hanya berputar. Karena itu praktik kerja aman bukan daftar larangan yang harus dihafal, melainkan kebiasaan yang masuk akal begitu kamu tahu apa yang bisa terjadi. Sub bab ini membahas kebiasaan itu satu per satu, ditutup dengan alat pelindung diri sebagai lapisan terakhir.

1. Pakaian dan penampilan kerja

Sebelum menyentuh mesin, periksa dirimu sendiri.

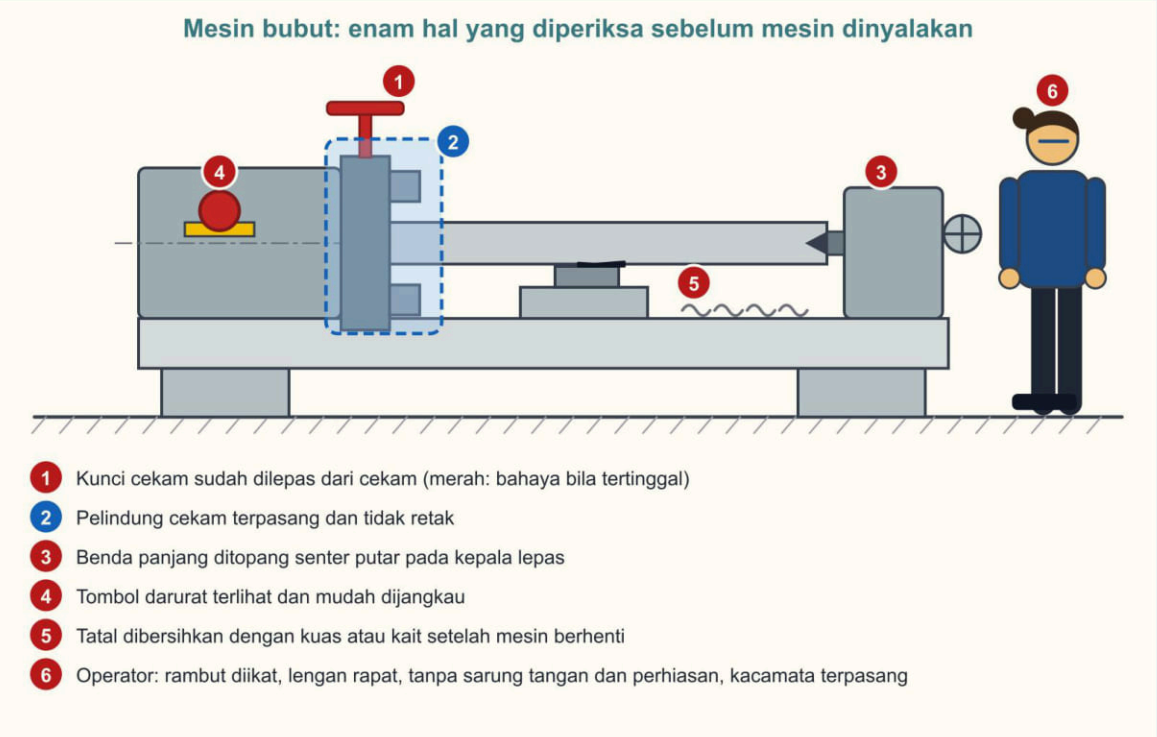
- **Pakaian kerja (wearpack) pas di badan.** Lengan dikancing di pergelangan atau digulung rapat di atas siku, resleting dan kancing tertutup. Ujung baju, tali, dasi, atau kain yang menjuntai dapat tersangkut bagian berputar, lalu menarik tubuh ke arah mesin.
- **Rambut panjang diikat dan dimasukkan ke dalam topi atau penutup rambut.** Rambut yang terlilit poros dapat menarik kepala ke arah mesin.
- **Cincin, jam tangan, gelang, dan kalung dilepas.** Cincin dapat tersangkut dan melukai jari, dan logam menghantarkan listrik.
- **Kartu identitas memakai tali pengait lepas cepat,** atau disimpan di saku.

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

- **Sepatu tertutup yang kuat dengan sol anti-selip,** lebih baik sepatu keselamatan. Sandal dan sepatu kain tipis tidak melindungi dari benda jatuh dan serpihan panas.
- **Bahan pakaian.** Untuk pekerjaan las dan gerinda yang menghasilkan percikan, pilih katun yang cukup tebal. Bahan sintetis dapat meleleh dan melekat di kulit.

2. Bekerja di dekat mesin berputar

Bagian yang berputar (cekam bubut, mata bor, pisau frais, sabuk dan puli) tidak bisa "dihentikan" oleh tangan kita. Gambar 1.6 memperlihatkan mesin bubut dengan enam hal yang diperiksa sebelum mesin dinyalakan.



Gambar 1.6 Mesin bubut dengan enam hal yang diperiksa sebelum dinyalakan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Aturan pokok di dekat mesin berputar, dengan alasannya:

1. **Periksa mesin lebih dulu.** Pelindung (guard) terpasang dan tidak retak, tombol darurat terlihat dan terjangkau, tidak ada alat atau kain di atas mesin.
2. **Kunci cekam dilepas sebelum mesin dinyalakan.** Kunci yang tertinggal di cekam akan terlempar seperti peluru begitu cekam berputar. Biasakan: kunci tidak boleh meninggalkan tanganmu sampai ia keluar dari cekam dan kembali ke tempatnya.
3. **Putar cekam dengan tangan satu putaran penuh** saat mesin masih mati. Dengan cara ini kamu tahu benda kerja tidak membentur eretan atau pahat.
4. **Jangan memakai sarung tangan di dekat bagian yang berputar.** Sarung tangan, walaupun tipis, dapat tersangkut lalu menarik tangan ke dalam mesin. Tangan kosong akan menyentuh dan segera dilepas; sarung tangan menggenggam dan ikut tertarik.
5. **Jangan mengukur, memegang, atau menyeka benda yang masih berputar,** dan jangan menghentikan cekam dengan tangan. Matikan mesin, tunggu sampai berhenti total, baru lakukan.
6. **Tatal dibersihkan dengan kuas atau kait tatal setelah mesin berhenti.** Tatal baja sangat tajam dan sering masih panas; jangan menariknya dengan tangan.
7. **Benda kerja panjang harus ditopang.** Batang yang menonjol jauh dari cekam akan melentur dan bergetar, lalu dapat terlempar. Sebagai pedoman umum, bila panjang yang menonjol lebih dari sekitar tiga sampai empat kali diameternya, ujung batang ditopang, misalnya dengan senter putar pada kepala lepas setelah dibuat lubang senter di ujungnya. Teknik pembubutannya dibahas di sub bab 2.1 dan 2.6.
8. **Satu mesin, satu operator, penuh perhatian.** Jangan mengajak bicara operator yang sedang bekerja, jangan meninggalkan mesin yang menyala, dan matikan mesin bila terdengar bunyi atau getaran yang tidak biasa.

3. Mengamankan energi sebelum perawatan (kunci dan label)

Mesin tidak hanya bahaya ketika bekerja. Ada saat-saat ketika kamu harus memasukkan tangan ke dalamnya: mengganti sabuk, menyetel pisau, membersihkan bagian dalam, atau memperbaiki kebocoran. Pada saat itu, seseorang yang tidak tahu bisa menekan tombol start, dan kamu tidak sempat menarik tangan. Karena itu dikenal prosedur **kunci dan label** (dalam bahasa asing disebut *lock-out/tag-out*).

Ada dua hal yang diamankan. Pertama, **sumber energi utama**, misalnya listrik dari MCB atau steker, atau aliran udara dan cairan bertekanan. Kedua, **energi sisa** yang masih tersimpan setelah mesin mati: tekanan udara di tangki, pegas yang tertekan, bagian yang dapat turun oleh gravitasi, roda gila yang masih berputar, dan permukaan panas.

Gambar 1.7 menunjukkan urutan langkahnya.

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



Gambar 1.7 Langkah mengamankan energi sebelum perawatan: beri tahu, matikan, putuskan, kunci dan label, lepas energi sisa, uji, kerjakan, lalu pulihkan. 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

Hal-hal yang sering salah dipahami:

- **Gembok dan label punya tugas berbeda.** Gembok menahan secara fisik, sedangkan label memberi tahu siapa yang bekerja, apa, dan sejak kapan. Label saja bisa diabaikan atau terlepas, dan gembok tanpa label membuat orang bingung.
- **Satu orang, satu gembok.** Setiap orang yang bekerja di mesin memasang gembok miliknya dan membawa kuncinya sendiri. Hanya pemilik gembok yang boleh melepasnya.
- **Tombol stop pada mesin bukan pengamanan energi.** Tombol itu hanya menghentikan motor secara normal; orang lain masih dapat menyalakannya, dan energi sisa belum dilepas.
- **Langkah uji tidak boleh dilewati.** Coba tekan tombol start. Mesin tidak boleh bergerak. Setelah itu kembalikan tombol ke posisi mati. Uji ini membuktikan bahwa gembok memang terpasang pada sumber energi yang benar.
- **"Cuma sebentar" bukan alasan.** Kecelakaan justru sering terjadi pada pekerjaan yang dianggap singkat.

4. Gerinda duduk dan batu gerinda

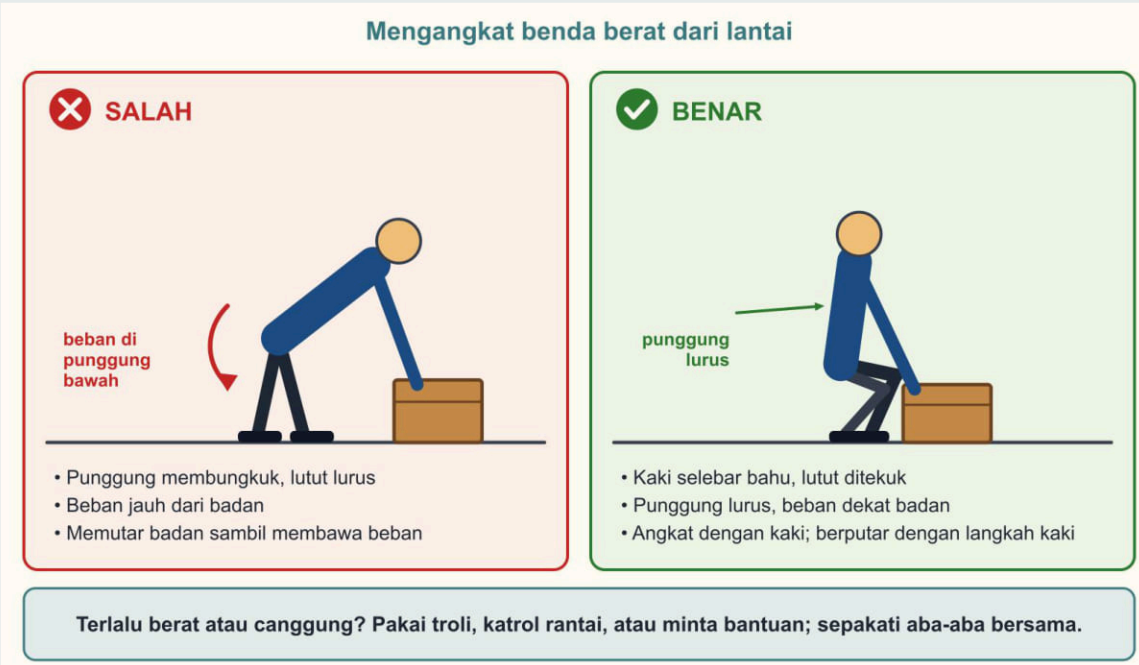
Gerinda duduk dipakai untuk mengasah pahat dan perkakas. Bagiannya meliputi batu gerinda, pelindung batu, penyangga benda kerja (tool rest), dan kaca pelindung. Bahayanya terutama dua: serpihan yang terlempar dan batu yang pecah. Batu gerinda berputar sangat cepat; bila ia retak, atau dipakai melebihi putaran maksimum yang tercantum pada labelnya, pecahannya terlempar seperti peluru.

- **Periksa batu sebelum dipakai:** tidak retak, tidak gompal, dan putaran maksimum pada label batu tidak lebih rendah daripada putaran mesin. Cara menguji batu dengan bunyi dibahas di sub bab 2.5.
- **Atur penyangga benda kerja sedekat mungkin dengan batu,** pedoman umumnya celah sekitar 2 sampai 3 mm, sebelum mesin dinyalakan. Celah yang lebar dapat menjepit benda kerja di antara batu dan penyangga, lalu menariknya ke bawah.
- **Berdiri di samping bidang putar batu,** bukan tepat di depannya, saat menyalakan mesin. Biarkan batu berputar penuh sejenak sebelum dipakai. Bila batu pecah saat awal berputar, pecahannya terlempar searah bidang putarnya.
- **Gunakan bidang depan batu** yang memang dirancang menahan tekanan. Sisi samping batu gerinda biasa tidak boleh dipakai karena dapat pecah.
- **Tekan benda kerja dengan lembut,** jangan memaksa. Benda yang terlalu panas didinginkan secara berkala sesuai petunjuk guru, tidak dibiarkan memanas hingga berubah warna.
- **Kacamata pengaman tetap dipakai walaupun mesin memiliki kaca pelindung,** karena kaca itu tidak menutupi semua arah serpihan.

5. Memindahkan dan mengangkat beban

Punggung adalah bagian tubuh yang paling sering cedera di bengkel. Cederanya jarang terjadi karena satu angkatan, melainkan karena kebiasaan mengangkat dengan cara yang salah, berulang-ulang. Gambar 1.8 membandingkan cara yang salah dan yang benar.

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



Gambar 1.8 Mengangkat benda berat dari lantai: cara yang salah (kiri) dan yang benar (kanan). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Urutan berpikir sebelum memindahkan beban:

1. **Nilai bebannya.** Berapa berat dan bentuknya? Apakah bertepi tajam, licin, atau panas? Jangan memaksakan diri; beban yang melebihi kemampuan tidak boleh diangkat sendirian.
2. **Pilih alat bantu bila ada:** troli, hand pallet, atau katrol rantai (chain block) pada rel. Alat bantu selalu lebih aman daripada tenaga otot.
3. **Periksa jalur dan tujuan.** Jalur bebas rintangan dan lantai tidak licin, serta tempat meletakkan sudah disiapkan.
4. **Angkat dengan cara yang benar** (Gambar 1.8): kaki selebar bahu, lutut ditekuk, punggung lurus, beban dekat badan, angkat dengan tenaga kaki, dan berputar dengan melangkah, bukan memutar pinggang. Bila berdua, sepakati aba-aba.
5. **Pakai APD:** sepatu keselamatan berujung pelindung dan sarung tangan bila beban bertepi tajam.

Bila memakai alat angkat seperti katrol rantai, tambahkan aturan berikut. Periksa rantai atau sling tidak cacat dan kait memiliki pengaman. Jangan melampaui kapasitas yang tertera pada alat. Angkat sedikit dulu untuk menguji keseimbangan. Pindahkan beban serendah yang masih memungkinkan. **Tidak seorang pun berdiri atau melintas di bawah beban yang tergantung,** sebab bila beban terlepas, tidak ada waktu untuk menghindar.

6. Tangga dan bekerja di tempat tinggi

Jatuh dari ketinggian yang rendah sekalipun dapat menyebabkan patah tulang. Bengkel memakai dua jenis tangga yang umum (Gambar 1.9).



Gambar 1.9 Tangga lurus dengan sudut sekitar 75 derajat (kiri) dan hal-hal yang diperiksa pada tangga lipat A (kanan). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Tangga lurus (bersandar):** kemiringan aman sekitar 75 derajat, atau jarak kaki tangga dari dinding kira-kira seperempat tinggi tempat sandarnya (perbandingan 1 : 4). Terlalu tegak, tangga mudah terbalik ke belakang; terlalu landai, tangga mudah tergelincir. Ujung atas diikat atau ditahan, dan kaki berada di lantai rata.

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

- **Tangga lipat (tangga A):** dibuka penuh dan pengunci lipatannya terkunci. Tangga tidak dipakai dalam keadaan setengah terbuka atau disandarkan seperti tangga lurus.
- **Sebelum naik:** periksa rel tidak bengkok, anak tangga tidak goyang, kaki tangga berlapis karet, lantai rata dan kering. Minta teman menahan tangga bila pekerjaan menimbulkan getaran atau dorongan.
- **Saat berada di atas:** jangan berdiri di anak tangga teratas dan di puncak tangga; badan tetap di antara kedua rel dan tidak condong jauh ke samping (geser tangga bila perlu); dua tangan bebas memegang tangga, sehingga alat dibawa di sabuk atau ditarik dengan tali.
- **Dekat listrik:** jangan memakai tangga logam; pakai tangga berbahan tidak menghantarkan listrik, misalnya serat kaca.
- **Ketinggian.** Pedoman umum peraturan K3 di Indonesia menggolongkan pekerjaan pada ketinggian sekitar 1,8 meter atau lebih sebagai pekerjaan di ketinggian yang memerlukan pengaman jatuh (sabuk pengaman seluruh badan) dan izin kerja. Itu pekerjaan orang terlatih, bukan pekerjaan siswa tanpa pendampingan.

7. Listrik dan perkakas listrik

Banyak perkakas bengkel digerakkan listrik, jadi beberapa kebiasaan perlu menjadi otomatis. Periksa kabel tidak terkelupas dan steker tidak retak. Pakai steker berkaki tiga (dengan pembumian) dan hindari stop kontak bercabang yang kelebihan beban. Tangan harus kering. Cabut steker dengan memegang kepalanya, bukan menarik kabel. **Cabut steker sebelum mengganti mata bor atau cakram,** sebab perkakas yang tidak sengaja menyala saat tangan di dekatnya sangat berbahaya. Perkakas yang kabelnya terkelupas atau rumahnya retak diberi label rusak dan dilaporkan, bukan "dipakai sebentar". Pertolongan pada sengatan listrik dibahas di sub bab 1.3.

8. Alat pelindung diri (APD)

APD adalah perlengkapan yang dipakai pekerja untuk melindungi tubuhnya dari bahaya yang masih tersisa setelah pengendalian lain dilakukan. Seperti kamu pelajari di sub bab 1.1, APD berada pada tingkat paling bawah hierarki pengendalian: ia melengkapi, tidak menggantikan, pelindung mesin dan prosedur. Agar berfungsi, APD harus **sesuai bahaya, berukuran pas, bersih dan utuh, serta dipakai dengan benar.** APD yang rusak, terlalu longgar, atau salah jenis memberi rasa aman palsu.

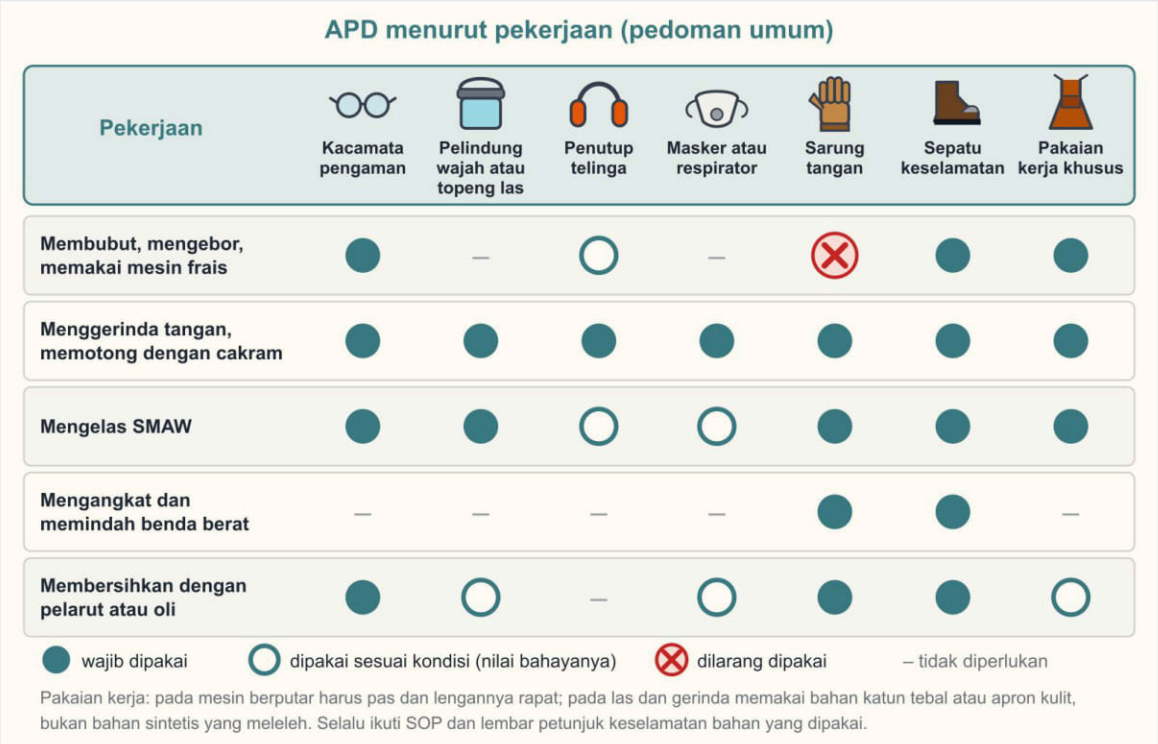
Jenis APD berdasarkan bagian tubuh yang dilindungi:

Bagian tubuh	APD	Melindungi dari	Catatan
Kepala	helm keselamatan	benda jatuh, benturan	dipakai bila ada pekerjaan di atas kepala atau pengangkatan beban
Mata dan wajah	kacamata pengaman, goggle, pelindung wajah, topeng las	serpihan, percikan, cairan, sinar busur las	pelindung wajah dipakai bersama kacamata; topeng las memakai kaca gelap khusus

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

Telinga	sumbat telinga, penutup telinga	kebisingan	kerusakan pendengaran bersifat permanen
Pernapasan	masker debu, respirator berfilter	debu, asap, uap pelarut	masker kain atau bedah tidak menyaring asap las dan uap kimia
Tangan	sarung tangan kulit, sarung tangan nitril atau karet	tepi tajam, panas, percikan, oli dan pelarut	tidak dipakai di dekat bagian berputar
Kaki	sepatu keselamatan	benda jatuh, paku, oli, serpihan panas	pelindung ujung dari baja atau bahan komposit, sol anti-selip
Badan	wearpack, apron kulit, pakaian tahan api	percikan, panas, cairan	bahan sintetis dihindari di dekat api
Jatuh	sabuk pengaman seluruh badan	jatuh dari ketinggian	dipakai pada pekerjaan di ketinggian

Gambar 1.10 merangkum APD yang lazim dipakai untuk lima pekerjaan bengkel.



Gambar 1.10 Tabel APD menurut pekerjaan. Lingkaran penuh berarti wajib, lingkaran kosong berarti sesuai kondisi, tanda silang berarti dilarang. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Tiga hal penting dari gambar itu. Pertama, **APD dipilih menurut bahaya tiap pekerjaan,** jadi satu perangkat tidak cocok untuk semuanya. Kedua, **APD tidak boleh menambah bahaya baru:** sarung tangan sangat berguna saat menggerinda dengan gerinda tangan atau mengelas, tetapi berbahaya di dekat cekam yang berputar. Ketiga, **sebagian APD punya kaitan khusus:** lensa gelap topeng las melindungi dari sinar busur las, bukan dari serpihan gerinda, sehingga tidak bisa dipakai bergantian. Sebelum dipakai, periksa APD dari retak, lubang, atau tali yang

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

lepas, simpan di tempat yang bersih, dan ganti yang rusak.

▣ CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Menyiapkan mesin bubut dengan aman

Bagas akan membubut batang aluminium Ø30 mm sepanjang 120 mm untuk gagang alat. Ia menuliskan tujuh tindakan berikut, tetapi urutannya acak. Tentukan tindakan mana yang tidak aman, lalu susun urutan tindakan yang aman.

- **a.** Mengikat rambut, melepas jam tangan, memastikan lengan baju rapat, dan memakai kacamata pengaman.
- **b.** Memakai sarung tangan kain tipis supaya tangan tidak kotor oleh oli.
- **c.** Mengencangkan benda kerja pada cekam, lalu melepas kunci cekam dan mengembalikannya ke tempatnya.
- **d.** Memutar cekam dengan tangan satu putaran penuh saat mesin mati.
- **e.** Memeriksa pelindung cekam terpasang dan tombol darurat dapat dijangkau.
- **f.** Menyalakan mesin pada putaran rendah, lalu menaikkan putaran setelah mesin berjalan baik.
- **g.** Membiarkan kunci cekam tetap di cekam supaya tidak hilang sementara ia memasang pahat.

Langkah:

1. Cari tindakan yang menambah bahaya. (b) memakai sarung tangan dekat cekam berputar: sarung tangan dapat tersangkut. (g) kunci cekam tertinggal: begitu mesin menyala, kunci terlempar. Kedua tindakan **tidak aman** dan dibuang.
2. Susun lima tindakan sisa dari "diri sendiri", ke "mesin", ke "benda kerja", ke "uji", ke "menyalakan". Diri sendiri lebih dulu, yaitu (a). Lalu mesin: (e). Lalu benda kerja dipasang dan kunci dilepas: (c).
3. Setelah benda terpasang, cek bebas putaran dengan tangan: (d).
4. Terakhir, baru menyalakan mesin secara bertahap: (f).

Jawaban: urutan aman **a → e → c → d → f**; tindakan **b dan g** tidak aman. Jenis bahan benda kerja (aluminium) tidak mengubah aturannya.

Contoh 2: Memeriksa kecocokan APD lima siswa

Guru memeriksa APD lima siswa di bengkel. Tentukan APD yang tepat dan yang salah pilih.

1. Dita mengganti oli mesin bubut memakai sarung tangan nitril dan kacamata pengaman.
2. Edo menyemprot cat dasar pada rangka besi di ruang tertutup memakai masker kain.
3. Fani menyiapkan mesin frais memakai sarung tangan kulit "supaya tidak tergores tatal".
4. Gilang memindahkan enam batang profil baja ke rak memakai sandal jepit dan sarung tangan kulit.
5. Hani mengasah pahat HSS di gerinda duduk dengan kacamata pengaman dan rambut terikat.

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

Langkah: untuk tiap siswa tanyakan tiga hal. Apa bahayanya? Apakah APD itu melindungi dari bahaya itu? Apakah APD itu menambah bahaya baru?

1. Bahaya: cairan oli di tangan dan percikan ke mata. Sarung tangan nitril tahan oli, kacamata melindungi mata. **Tepat.**
2. Bahaya: uap pelarut cat yang terhirup. Masker kain tidak menyaring uap kimia. Dibutuhkan respirator berfilter uap organik, ventilasi baik, dan kacamata rapat (goggle). **Salah pilih.**
3. Bahaya: bagian frais berputar. Sarung tangan dapat tersangkut dan menarik tangan. Tatal dibersihkan dengan kuas setelah mesin berhenti. **Salah pilih, APD menambah bahaya.**
4. Bahaya: beban jatuh ke kaki dan tepi tajam. Sarung tangan kulit tepat, tetapi sandal jepit tidak melindungi sama sekali. Yang dibutuhkan sepatu keselamatan. **Salah pilih sebagian.**
5. Bahaya: serpihan ke mata. Kacamata pengaman melindungi mata, rambut terikat mencegah terlilit. **Tepat.**

Jawaban: siswa 1 dan 5 tepat; siswa 2, 3, dan 4 salah pilih.

Contoh 3: Perawatan kompresor dengan energi tersisa

Pak Rudi, teknisi sekolah, akan mengganti selang udara yang bocor pada kompresor bengkel. Ia sudah menuliskan tujuh langkah tetapi urutannya acak. Susun urutan yang aman.

- **(a)** Mengganti selang yang bocor.
- **(b)** Membuka katup buang sampai jarum manometer tangki menunjuk nol.
- **(c)** Menekan tombol stop pada kompresor dan menunggu motor berhenti.
- **(d)** Memasang gembok dan label pada MCB atau pada steker yang sudah dicabut.
- **(e)** Memberi tahu guru dan siswa di bengkel.
- **(f)** Menekan tombol start untuk memastikan motor tidak berputar.
- **(g)** Mencabut steker atau mematikan MCB kompresor.

Langkah:

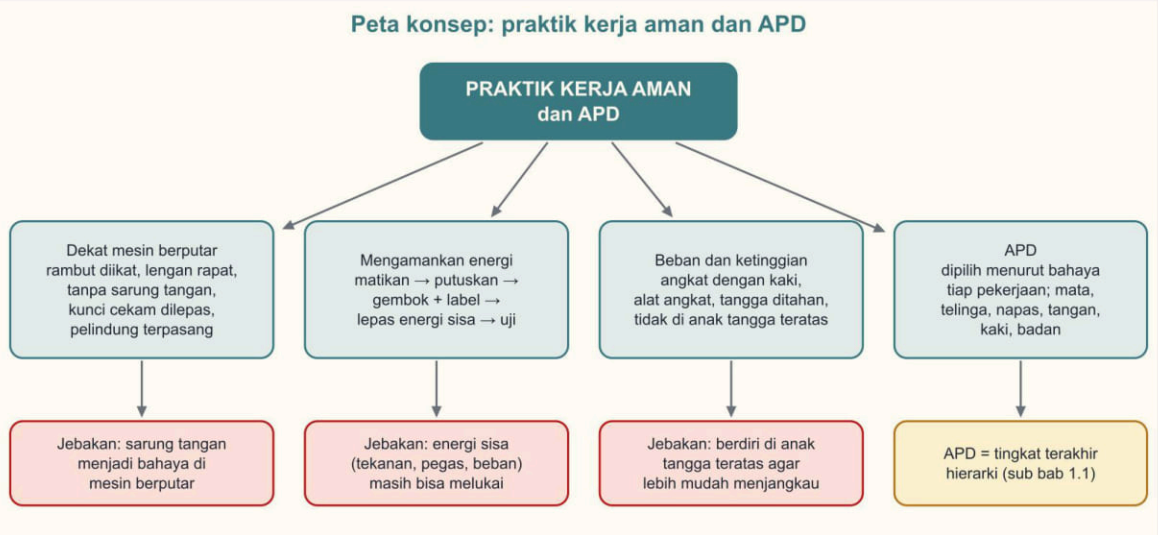
1. Awali dengan memberi tahu orang di sekitar: (e).
2. Matikan dengan cara normal dan tunggu berhenti: (c).
3. Putuskan sumber listrik: (g).
4. Kunci dan label agar tidak ada yang menyalakan: (d).
5. Lepaskan energi sisa. Walaupun listrik putus, tangki masih menyimpan udara bertekanan. Selang yang dibuka dalam keadaan bertekanan dapat menyentak dan mencambuk. Buka katup buang sampai manometer menunjuk nol: (b).
6. Uji bahwa kompresor memang tidak dapat menyala: (f).
7. Baru kerjakan penggantian selang: (a).

Jawaban: urutan aman **e → c → g → d → b → f → a**. Kesalahan paling berbahaya adalah mengerjakan (a) sebelum (b), karena listrik sudah mati tetapi tekanan masih ada.

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

❖ PETA KONSEP

Ringkasan sub bab ini dapat dilihat 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:

- Dekat mesin berputar: pakaian pas, rambut diikat, perhiasan dilepas, tanpa sarung tangan, kunci cekam dilepas, pelindung terpasang, benda panjang ditopang.
- Perawatan: beri tahu, matikan, putuskan, kunci dan label, lepas energi sisa, uji, baru kerja.
- Gerinda duduk: celah penyangga sekitar 2 sampai 3 mm, berdiri di samping saat dinyalakan, pakai bidang depan batu, kacamata tetap dipakai.
- Beban dan ketinggian: kaki ditekuk dan punggung lurus, alat angkat bila ada, tidak di bawah beban gantung; tangga ditahan dan tidak berdiri di anak tangga teratas.
- APD dipilih menurut bahaya tiap pekerjaan dan tidak boleh menambah bahaya baru; APD adalah pengendalian terakhir.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Soal praktik kerja aman biasanya berbentuk kasus pendek dengan beberapa pilihan tindakan. Gunakan langkah berikut.

1. **Baca perintahnya.** "Tindakan paling tepat", "semua yang aman", atau "urutan" menuntut jawaban berbeda.
2. **Temukan sumber bahaya di kasus:** bagian berputar, energi tersimpan, beban, ketinggian, atau percikan.
3. **Uji tiap pilihan dengan dua pertanyaan.** Apakah pilihan itu menghilangkan penyebab bahaya, atau hanya mengurangi akibatnya? Apakah pilihan itu menambah bahaya baru?
4. **Teliti detail pada pilihan yang tampak benar.** Satu kata sering membuatnya salah,

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

misalnya "tanpa menguji", "tanpa gembok", atau "di anak tangga teratas".

Jebakan yang sering dipasang:

- **"Berhati-hati" dianggap tindakan.** Kehati-hatian tidak menyingkirkan bahaya; carilah tindakan yang nyata.
- **APD dipakai, tetapi sumber bahaya dibiarkan.** Kacamata tidak memperbaiki penyangga gerinda yang renggang, dan sarung tangan tidak memperbaiki mesin yang tidak dikunci.
- **Prosedur yang hanya setengah.** Label tanpa gembok dan uji, atau mematikan saklar tanpa memutus sumber, tampak seperti pengamanan tetapi belum aman.
- **Alasan "cuma sebentar" atau "bendanya kecil".** Aturan keselamatan tidak bergantung pada lama atau ukuran pekerjaan.
- **Tombol stop dianggap sama dengan aman.** Tombol itu menghentikan motor, tetapi sumber energi masih tersambung dan energi sisa masih ada.

> Contoh salah tafsir: pada soal tentang melepas penutup pisau mesin pemotong kertas di unit produksi sekolah, seorang siswa memilih "tekan tombol stop, lalu langsung bekerja" karena menurutnya mesin sudah dimatikan. Padahal tombol stop hanya menghentikan motor secara normal. Orang lain masih bisa menekan start, dan pegas atau beban yang tertahan belum dilepas. Jawaban yang tepat memuat pemutusan sumber energi, gembok dan label, serta uji.

BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut bercerita tentang sebuah batang baja yang bergetar saat dibubut dan lima tindakan yang ditawarkan. Cara berpikirnya: temukan dulu penyebab bahaya, bukan gejalanya. Tanyakan mengapa batang bergoyang, lalu pilih tindakan yang menghilangkan penyebab itu. Setelah itu periksa tiap pilihan sampai detail terkecil: jenis penyangganya, apakah ada persiapan di ujung batang, dan seberapa kuat penyangga ditekan. Pilihan yang tampak benar dapat gugur karena satu detail.

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

►. Fajar membubut poros baja Ø25 mm yang menonjol 250 mm dari cekam tanpa penyangga di ujungnya (2027). Baru dua kali pemakanan, benda kerja bergetar keras dan berbunyi, dan ujung poros tampak bergoyang. Kepala lepas dan senter putar tersedia di mesin itu. Guru meminta Fajar memilih tindakan sebelum melanjutkan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang paling tepat adalah ....

A. Menopang ujung dengan senter tetap (mati) tanpa pelumas, lalu melanjutkan pemakanan
B. Membuat lubang senter, menopang ujung dengan senter putar, lalu melanjutkan pemakanan
C. Menopang ujung dengan senter putar langsung ke muka poros tanpa membuat lubang senter
D. Memasukkan poros lebih dalam hingga menonjol 200 mm, lalu memperkecil kedalaman potong
E. Membuat lubang senter, lalu menekan senter putar sekuat-kuatnya sampai poros tertekan

Pembahasan **Kunci: B**

Konsep: Benda kerja yang menonjol jauh (lebih dari sekitar 3–4 kali diameternya) melentur dan bergetar saat dipotong. Pengendalian yang tepat menghilangkan penyebabnya: ujung benda ditopang senter pada kepala lepas, dengan lubang senter dan tekanan senter secukupnya.

Langkah:
1. Tonjolan 250 mm = 10 × diameter 25 mm → terlalu panjang tanpa penyangga.
2. Getaran berasal dari ujung yang tidak ditopang.
3. Mesin dihentikan, dibuat lubang senter, ujung ditopang senter putar dengan tekanan secukupnya, baru pembubutan dilanjutkan.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Senter tetap yang bergesekan dengan benda berputar tanpa pelumas menjadi sangat panas dan aus, ujungnya dapat rusak lalu benda terlepas.
• **B.** ✓ Lubang senter memberi dudukan yang tepat dan senter putar ikut berputar bersama benda.
• **C.** ✗ Jebakan: senter putarnya tepat, tetapi tanpa lubang senter ujung senter hanya menempel di muka rata dan mudah tergelincir.
• **D.** ✗ Tonjolan 200 mm masih 8 × diameter, jadi poros tetap melentur walaupun pemakanan diperkecil.
• **E.** ✗ Jebakan: urutannya benar, tetapi tekanan berlebihan membuat poros melengkung dan senter cepat panas; senter cukup dikencangkan sampai poros tidak oblak.

Jawaban: B.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk setiap soal, tulis dulu sumber bahaya pada kasus (beban, energi, bagian berputar, atau ketinggian), lalu nilai tiap pilihan.

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

1. Ragum mesin frais seberat 45 kg harus dipindahkan dari rak ke meja mesin frais di bengkel (2027). Bengkel memiliki katrol rantai (chain block) dengan kapasitas 500 kg yang tergantung pada rel di atas mesin. Hendra dan Yusuf ditugasi memindahkan ragum itu. *(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. Memakai katrol rantai dengan kait yang pengamannya (safety latch) masih berfungsi.

☐ B. Mengangkat ragum berdua dengan tangan sambil membungkuk agar ragum cepat sampai ke meja.

☐ C. Memastikan tidak ada orang yang berdiri atau melintas di bawah beban yang sedang diangkat.

☐ D. Mengangkat ragum setinggi mungkin lebih dulu agar aman melewati meja, lalu menurunkannya di atas meja.

☐ E. Memakai sepatu keselamatan berujung baja selama memindahkan ragum.

2. Toni ditugasi mengganti sabuk penggerak mesin frais di bengkel sekolah (2027). Mesin itu tersambung langsung ke panel listrik di lorong yang juga dipakai kelas lain, tanpa steker. Pekerjaan diperkirakan berlangsung 20 menit dan tangan Toni akan berada di dekat puli. Di bengkel tersedia gembok pribadi dan label "Jangan dinyalakan – sedang perawatan". *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*

Tindakan pengamanan yang paling tepat sebelum membuka tutup sabuk adalah ....

A. Mematikan saklar di mesin dan mencabut kunci saklarnya, lalu langsung membuka tutup sabuk

B. Menekan tombol darurat mesin, lalu meminta seorang teman menjaga saklar dan panel

C. Mematikan MCB, memasang gembok dan label, lalu menguji mesin tidak menyala

D. Mematikan MCB tanpa gembok atau label karena pekerjaan hanya sekitar 20 menit

E. Mematikan MCB dan memasang label peringatan, lalu langsung bekerja tanpa menguji

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

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

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menjelaskan mengapa sarung tangan yang melindungi saat menggerinda justru berbahaya di dekat cekam bubut?
- Mengapa menekan tombol stop saja belum cukup sebelum mengganti bagian di dalam mesin? Sebutkan dua hal yang masih perlu dilakukan.
- **Yang harus kuingat:** kebiasaan aman di dekat mesin berputar, langkah kunci dan label, cara mengangkat dan memakai tangga, dan memilih APD menurut bahaya.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 1.2: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

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

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Sub bab 1.3 · Kebakaran, evakuasi, dan pertolongan pertama

SMKTM-1.3

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi menyebut K3 mencakup **prosedur darurat**. Contoh resmi Pusmendik menggambarkan percikan las yang menyulut oli di bengkel, lalu menanyakan tindakan yang tepat. Soal darurat selalu menguji dua kemampuan sekaligus: **mengetahui fakta dasarnya** (jenis kebakaran, pemadam yang cocok, urutan evakuasi, pertolongan pertama) dan **menerapkannya pada situasi yang berubah**, ketika pilihan yang tampak wajar ternyata keliru. Fakta dasarnya wajib kamu kuasai, sebab dalam keadaan darurat tidak ada waktu untuk berpikir lama.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan segitiga api dan tiga cara memadamkan api;
- menentukan kelas kebakaran dan pemadam yang cocok, serta pemadam yang tidak boleh dipakai;
- menjelaskan cara memeriksa dan memakai alat pemadam api ringan (APAR);
- menjalankan prosedur evakuasi dan membaca denah evakuasi;
- melakukan pertolongan pertama pada luka bakar ringan, perdarahan, serpihan di mata, dan sengatan listrik.

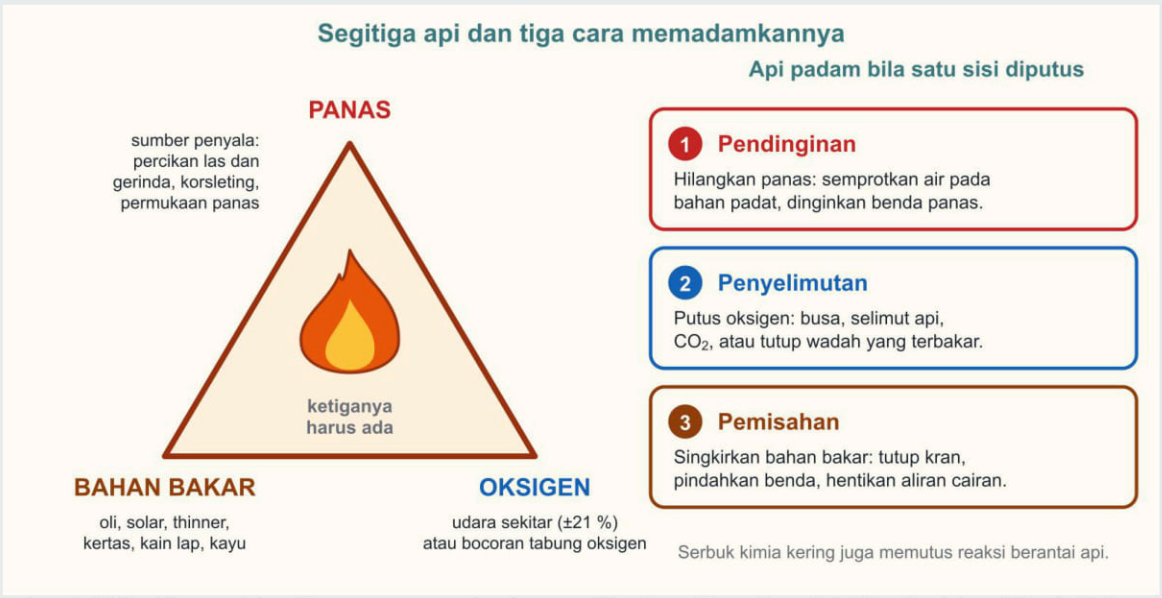
◆ KONSEP INTI

Bengkel pemesinan mengumpulkan semua unsur kebakaran dalam satu ruangan: percikan las dan gerinda, motor dan kabel listrik, oli, solar, thinner, kain lap berminyak, dan tabung gas. Kebakaran yang dipadamkan dalam dua menit pertama biasanya berakhir sebagai kejadian kecil; setelah itu, ia sering menjadi bencana. Namun keselamatan orang selalu di atas keselamatan barang. Sub bab ini mengajarkan kapan memadamkan, kapan lari, dan apa yang dilakukan bila seseorang terluka.

1. Segitiga api

Api bukan benda, melainkan peristiwa yang terjadi bila tiga unsur bertemu: **bahan bakar** (sesuatu yang dapat terbakar), **panas** (sumber penyala), dan **oksigen** (udara). Ketiganya digambarkan sebagai segitiga api (Gambar 1.12). Bila salah satu sisi diputus, api padam.

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



Gambar 1.12 Segitiga api dan tiga cara memadamkannya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Dari segitiga itu lahir tiga cara pemadaman:

1. **Pendinginan** menghilangkan panas. Contohnya menyemprotkan air pada kayu atau kertas yang terbakar.
2. **Penyelimutan** memutus oksigen. Contohnya busa yang menutup permukaan cairan, selimut api (fire blanket), gas CO_2, atau tutup wadah yang terbakar.
3. **Pemisahan** menyingkirkan bahan bakar. Contohnya menutup kran gas atau bahan bakar, memindahkan benda yang belum terbakar, atau memutus aliran cairan.

Serbuk kimia kering bekerja dengan menyelimuti sekaligus memutus reaksi berantai di dalam nyala, sehingga ia efektif pada banyak jenis api.

Mencegah lebih mudah daripada memadamkan. Di bengkel, pencegahan berarti: cairan mudah terbakar disimpan di wadah tertutup dan lemari yang jauh dari sumber api; kain lap berminyak ditaruh di tempat sampah logam tertutup, bukan ditumpuk di sudut; bahan mudah terbakar di sekitar tempat las dijauhkan atau ditutup; tabung gas diberdirikan dan diikat; kabel diperiksa; dan jalur menuju APAR tidak pernah tertutup barang.

2. Kelas kebakaran dan pemadam yang cocok

Bahan yang terbakar menentukan pemadam yang boleh dipakai. Di Indonesia, kebakaran digolongkan menjadi empat kelas menurut peraturan K3 (di negara lain pembagiannya bisa berbeda).

Kelas	Yang terbakar	Contoh di bengkel
A	bahan padat biasa	kayu, kertas, kain, karet, kardus
B	cairan dan gas mudah terbakar	bensin, solar, thinner, oli, cat, gas LPG
C	peralatan listrik bertegangan	panel, kabel, motor listrik
D	logam mudah terbakar	magnesium, titanium

Gambar 1.13 menunjukkan pemadam yang cocok untuk tiap kelas.

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



Gambar 1.13 Matriks kelas kebakaran dan pemadam. Tanda centang berarti cocok, tanda seru berarti hanya untuk api kecil di awal, tanda silang berarti jangan dipakai. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Alasan di balik tabel itu lebih penting daripada tabelnya sendiri:

- **Air** mendinginkan, jadi cocok untuk kelas A. Pada cairan yang lebih ringan dari air, seperti bensin, solar, thinner, dan oli, air membuat cairan terapung dan menyebarkan api. Pada oli panas, air dapat menyembur dan memercikkan oli yang menyala. Air juga menghantarkan listrik, jadi jangan dipakai pada peralatan yang masih bertegangan.
- **Busa** menyelimuti permukaan cairan sehingga cocok untuk kelas B, dan juga kelas A. Busa mengandung air, sehingga **tidak dipakai pada api listrik**.
- **CO_2** adalah gas yang tidak menghantarkan listrik dan tidak meninggalkan sisa, sehingga cocok untuk kelas B dan C. Ia kurang kuat untuk kelas A yang membara dalam. Corong semprotnya sangat dingin (jangan dipegang dengan tangan telanjang), dan di ruang sempit tertutup gas ini mengurangi oksigen yang dapat dihirup.
- **Serbuk kimia kering (ABC)** paling serbaguna di bengkel: cocok untuk kelas A, B, dan C. Kekurangannya, serbuknya mengotori dan mengikis komponen, mengurangi jarak pandang, dan sulit dibersihkan dari mesin presisi.
- **Serbuk khusus logam** dipakai untuk kelas D. Pada logam yang terbakar, air, busa, dan CO_2 dapat bereaksi dan memperburuk keadaan, sehingga dipakai serbuk khusus atau pasir kering.

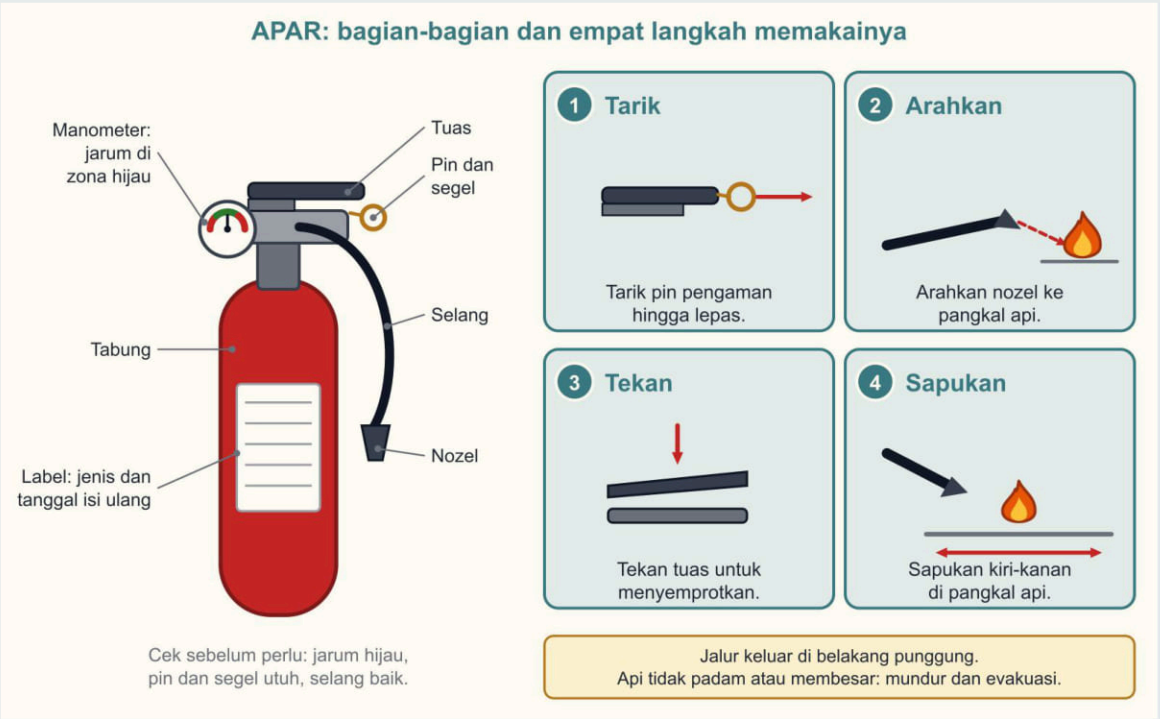
Satu catatan penting untuk kelas C: setelah listrik diputus dengan aman, bahan yang masih terbakar (isolasi kabel, sekat panel) berubah menjadi kebakaran kelas A atau B. Karena itu langkah pertama pada api listrik adalah **memutus sumber listrik bila dapat dilakukan dengan aman**, sambil memakai pemadam yang tidak menghantarkan listrik.

3. APAR: bagian, pemeriksaan, dan cara memakainya

Alat pemadam api ringan (APAR) adalah tabung pemadam yang dapat dibawa satu orang dan dipakai pada api yang masih kecil. Gambar 1.14 memperlihatkan bagian-bagiannya dan empat langkah memakainya.

Educational Institutions

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



Gambar 1.14 Bagian APAR dan empat langkah memakainya: tarik, arahkan, tekan, sapukan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Pemeriksaan APAR. Alat pemadam yang tidak siap pakai sama bahayanya dengan tidak ada alat. APAR dinyatakan siap bila:

- jarum manometer berada di **zona hijau** (tekanan cukup);
- **pin pengaman dan segel utuh** (segel putus berarti APAR mungkin sudah pernah dipakai);
- selang dan nozel tidak retak atau tersumbat;
- tabung tidak penyok atau berkarat;
- tanggal isi ulang atau kedaluwarsa pada label **belum lewat**.

APAR yang pernah dipakai, walau sedikit, wajib diisi ulang. APAR yang kosong, bertekanan kurang, atau kedaluwarsa tidak boleh digantung seolah siap; beri label dan laporkan. APAR dipasang di tempat yang mudah terlihat dan dijangkau, pada dinding atau tiang dengan ketinggian sekitar 1,2 meter, dan jaraknya dari titik kerja tidak terlalu jauh (pedoman umum sekitar 15 meter).

Cara memakai APAR (Gambar 1.14): **tarik** pin pengaman; **arahkan** nozel ke **pangkal api**, bukan ke puncak nyala; **tekan** tuas; **sapukan** semprotan ke kiri dan ke kanan di pangkal api. Sebelum memulai, pastikan empat hal: api masih kecil, kamu sudah dilatih, jalur keluar ada di belakangmu, dan APAR sesuai kelas kebakarannya. Pada cairan yang terbakar, sapukan dari depan ke belakang dan jangan menyemprot kuat langsung ke cairan, karena dapat memercikkannya. Bila api tidak padam dalam waktu singkat (isi tabung kecil habis dalam hitungan belasan detik), semakin besar, atau asap menebal, **mundur dan evakuasi**. Sesudah padam, awasi beberapa saat karena api dapat menyala kembali, lalu laporkan.

4. Alarm dan evakuasi

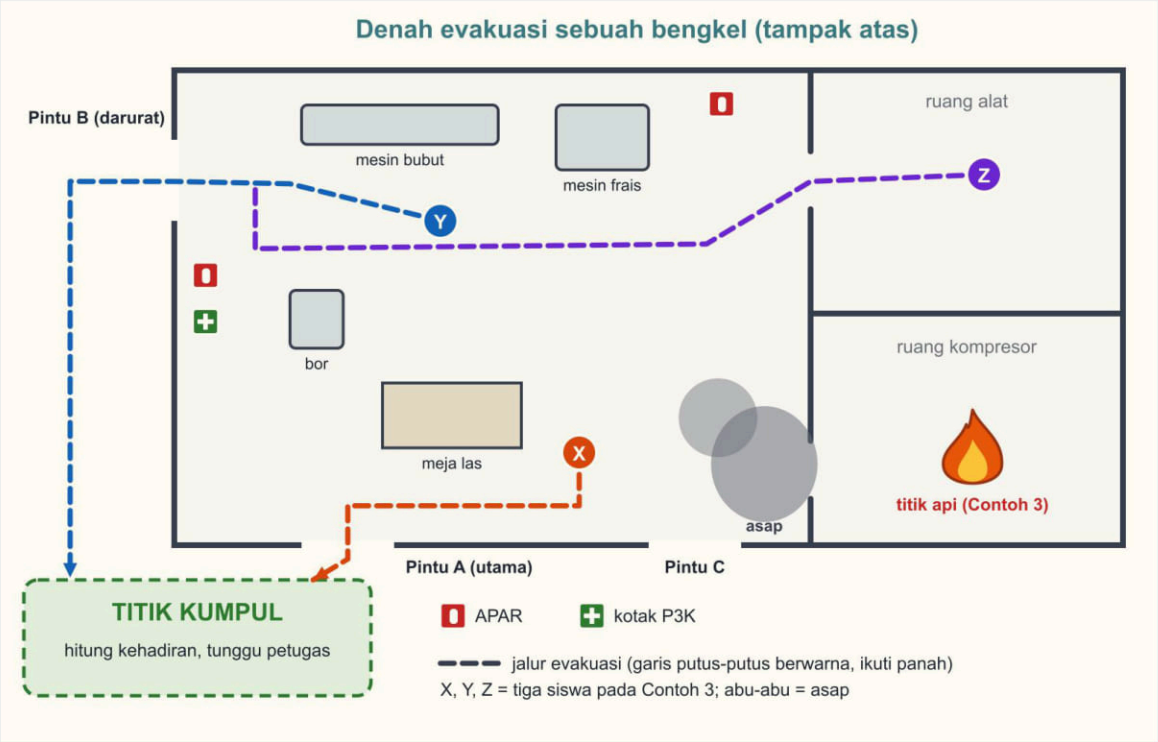
Tujuan evakuasi satu: semua orang keluar hidup dan terhitung. Urutan standarnya:

1. **Dengar alarm atau teriakan, hentikan pekerjaan.** Bila dapat dilakukan dalam hitungan detik dan tanpa bahaya, matikan mesin dan api las, lalu pergi. Jangan merapikan meja.
2. **Tinggalkan barang pribadi.** Tas dan telepon dapat diganti; nyawa tidak. Mengambil barang memperlambat diri sendiri dan orang di belakangmu.
3. **Ikuti jalur dan rambu hijau menuju pintu yang aman.** Berjalan cepat, tidak berlari, tidak mendorong. Pilih jalur yang **menjauhi api dan asap**; jalur terdekat belum tentu yang terbaik.
4. **Gunakan tangga, jangan lift.** Lift dapat berhenti saat listrik padam atau berhenti di lantai yang terbakar.
5. **Bila ada asap, merunduklah.** Udara paling bersih berada dekat lantai. Sentuh pintu dengan punggung tangan sebelum membukanya; bila panas, jangan dibuka dan cari jalur lain. Tutup pintu di belakangmu (tanpa mengunci) untuk menahan api dan asap.
6. **Menuju titik kumpul dan lapor kehadiran** kepada guru atau petugas. Titik kumpul berada jauh dari gedung dan tidak menghalangi jalan petugas pemadam.
7. **Jangan kembali** ke gedung sebelum petugas menyatakan aman, walau ada barang atau teman yang tertinggal. Laporkan teman yang belum terlihat kepada petugas, yang akan mencarinya dengan perlengkapan yang tepat.

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

Bantuan dipanggil melalui nomor darurat. Pemadam kebakaran dapat dihubungi di 113, dan nomor darurat nasional 112. Sebutkan lokasi, jenis kejadian, dan nomor telepon yang dapat dihubungi.

Setiap bengkel memiliki **denah evakuasi** yang terpasang dekat pintu. Gambar 1.15 memperlihatkan contohnya, lengkap dengan pintu, jalur, titik kumpul, APAR, dan kotak P3K. Biasakan membaca denah itu sebelum ada keadaan darurat: temukan pintu terdekat, pintu cadangan, dan titik kumpul dari tempat kamu biasa bekerja.



Gambar 1.15 Denah evakuasi sebuah bengkel dengan pintu A, B, dan C, titik kumpul, dan tiga siswa X, Y, Z yang dipakai pada Contoh 3. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

5. Pertolongan pertama (P3K)

Pertolongan pertama pada kecelakaan (P3K) adalah bantuan sementara yang diberikan sebelum tenaga kesehatan tiba. Tujuannya menyelamatkan nyawa, mencegah keadaan memburuk, dan mempercepat pemulihan. Penolong tidak menggantikan dokter; ia memberikan tindakan sederhana yang benar, dan segera meminta bantuan.

Urutan umum bagi penolong:

1. **Aman diri, aman lingkungan, aman korban.** Pastikan tempat tidak berbahaya bagimu (listrik sudah putus, api padam, mesin berhenti). Kamu tidak boleh menjadi korban kedua.
2. **Periksa kesadaran dan napas korban.**
3. **Minta bantuan** petugas P3K, guru, dan nomor darurat bila perlu.
4. **Berikan pertolongan** sesuai jenis cedera. Pakai sarung tangan sekali pakai bila ada darah.
5. **Dampingi korban** sampai tenaga kesehatan datang, dan catat kejadiannya.

Kotak P3K di bengkel berisi bahan seperti kasa steril, plester, perban, kain segitiga, cairan antiseptik, larutan garam fisiologis untuk membilas mata, gunting, pinset, dan sarung tangan. Isinya diperiksa berkala dan bahan yang kedaluwarsa diganti. Gambar 1.16 merangkum pertolongan untuk empat kejadian yang paling sering terjadi di bengkel.



Gambar 1.16 Pertolongan pertama pada luka bakar ringan, perdarahan, serpihan di mata, dan sengatan listrik. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Luka bakar ringan. Luka bakar derajat satu ditandai kulit merah dan perih tanpa lepuh; derajat dua ditandai lepuh. Dinginkan segera dengan **air bersih yang mengalir** selama sekitar 10 sampai 20 menit. Lepas cincin atau jam sebelum bagian itu membengkak. Tutup longgar dengan kasa steril atau bahan bersih yang tidak berbulu. Jangan mengoles pasta gigi, mentega, atau

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

kecap, jangan memakai es langsung, dan jangan memecahkan lepuh. Luka bakar luas, dalam, di wajah, tangan, atau sendi, serta luka bakar listrik dan kimia, harus dibawa ke fasilitas kesehatan. Pada luka kimia, bilas dengan banyak air mengalir.

Perdarahan dari luka. Pakai sarung tangan. **Tekan langsung** luka dengan kasa atau kain bersih dan pertahankan tekanannya tanpa melepas. Bila kain basah oleh darah, tambahkan lapisan baru di atasnya, jangan mengangkat yang lama. Tinggikan bagian luka bila tidak ada patah tulang. Balut dengan perban setelah perdarahan berkurang. Benda yang menancap tidak dicabut; tekanan diberikan di sekitarnya dan korban segera dibawa ke tenaga kesehatan. Pengikat (tourniquet) hanya pilihan terakhir pada perdarahan hebat di tangan atau kaki yang tidak berhenti dengan tekanan langsung, dan dilakukan oleh penolong yang terlatih.

Benda asing di mata. Jangan mengucek atau mencongkel. Bilas dengan air bersih atau larutan garam fisiologis yang mengalir, dari sisi hidung ke arah luar, sambil mata berkedip. Serpihan yang menancap tidak dicabut. Tutup mata dengan pelindung bersih dan bawa korban ke petugas kesehatan. Percikan bahan kimia dibilas lama (sekitar 15 menit atau lebih) sebelum dibawa.

Sengatan listrik. Putuskan sumber listrik lebih dulu (MCB atau steker). Bila tidak mungkin, jauhkan korban dengan benda kering yang tidak menghantarkan listrik, misalnya kayu kering. Jangan menyentuh korban selama ia masih teraliri listrik. Periksa kesadaran dan napas, panggil bantuan, dan bila korban tidak bernapas serta penolong terlatih, mulai pijat jantung dengan menekan dada keras dan cepat (sekitar 100 sampai 120 kali per menit). Semua korban sengatan listrik, walau tampak baik, perlu diperiksa tenaga kesehatan, karena arus dapat mengganggu irama jantung dan melukai bagian dalam tubuh.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Menentukan kelas kebakaran dan pemadamnya

Empat kebakaran kecil terjadi pada hari yang berbeda di sebuah bengkel. Tentukan kelas kebakaran, pemadam yang cocok, dan pemadam yang tidak boleh dipakai.

- **(a)** Tumpukan kain lap kering di keranjang sampah terbakar karena percikan gerinda.
- **(b)** Bensin dalam jerigen kecil di dekat generator tumpah dan menyala.
- **(c)** Kabel perpanjangan yang korslet menyala, masih tersambung ke stop kontak.
- **(d)** Serutan magnesium hasil pemesinan di sebuah industri menyala.

Langkah:

1. Tanyakan: apa yang terbakar? Itu menentukan kelas (Gambar 1.13).
2. (a) kain adalah bahan padat biasa: **kelas A**. Cocok: air atau APAR serbuk ABC atau busa. CO_2 hanya untuk api yang masih sangat kecil.
3. (b) bensin adalah cairan mudah terbakar: **kelas B**. Cocok: busa atau serbuk. **Air tidak boleh,** karena bensin lebih ringan dari air dan api menyebar.
4. (c) kabel bertegangan: **kelas C**. Putus listrik dulu bila aman (cabut steker atau matikan MCB), lalu pakai CO_2 atau serbuk. **Air dan busa tidak boleh** karena menghantarkan listrik.

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

5. (d) logam mudah terbakar: **kelas D**. Cocok: serbuk khusus logam atau pasir kering. **Air, busa, dan CO_2 tidak boleh,** sebab dapat bereaksi dengan logam yang terbakar dan memperburuk api.

Jawaban: (a) A; (b) B; (c) C; (d) D, dengan pemadam yang dilarang seperti pada langkah 2 sampai 5.

Contoh 2: Pertolongan pada luka sayat yang berdarah

Tepi pelat potongan menggores telapak tangan Dewa sepanjang sekitar 4 cm. Darah menetes cukup deras. Lina, teman Dewa yang terlatih P3K, mendampinginya; kotak P3K tersedia. Lina menimbang enam tindakan: (1) memakai sarung tangan sekali pakai; (2) menekan luka langsung dengan kasa; (3) mengikat pergelangan tangan sekencang mungkin dengan tali; (4) mengangkat kasa tiap beberapa detik untuk melihat apakah darah sudah berhenti; (5) meninggikan tangan Dewa; (6) membawa Dewa ke petugas kesehatan. Tindakan mana yang tepat, dan bagaimana urutannya?

Langkah:

1. Utamakan keamanan penolong: (1) benar, karena darah dapat menularkan penyakit.
2. Hentikan perdarahan dengan **tekanan langsung**: (2) benar.
3. Bantu dengan meninggikan bagian luka di atas jantung bila tidak ada patah tulang: (5) benar.
4. Tekanan tidak boleh sering dilepas: (4) **salah**, sebab bekuan darah yang baru terbentuk akan terlepas dan darah mengalir lagi.
5. Ikatan kencang di pergelangan: (3) **tidak dianjurkan** untuk luka ini. Pengikat hanya pilihan terakhir pada perdarahan hebat anggota gerak yang tidak berhenti oleh tekanan langsung, dan dilakukan oleh yang terlatih.
6. Setelah perdarahan terkendali, luka sepanjang itu perlu diperiksa tenaga kesehatan: (6) benar.

Jawaban: tindakan tepat adalah (1), (2), (5), dan (6), dengan urutan 1 → 2 → 5 → 6. Tindakan (3) dan (4) tidak tepat.

Contoh 3: Memilih jalur evakuasi pada denah

Pada Gambar 1.15, api muncul di ruang kompresor dan asap menyebar ke bagian kanan bawah bengkel, di sekitar pintu C. Tiga siswa berada di tiga tempat: X di dekat meja las, Y di dekat mesin bubut, dan Z di ruang alat. Tentukan pintu yang dipakai tiap siswa dan hal lain yang harus dilakukan.

Langkah:

1. Cari letak api dan asap: ruang kompresor di kanan bawah dan asap di sekitar pintu C. Jalur yang melewati daerah itu dicoret.
2. **X:** pintu C tampak paling dekat, tetapi berada di dalam daerah asap, jadi tidak dipakai. Pintu A (utama) lebih jauh, tetapi aman. X mematikan api las bila sempat, lalu keluar lewat pintu A.
3. **Y:** pintu B (darurat) paling dekat dan menjauhi asap. Y keluar lewat pintu B.

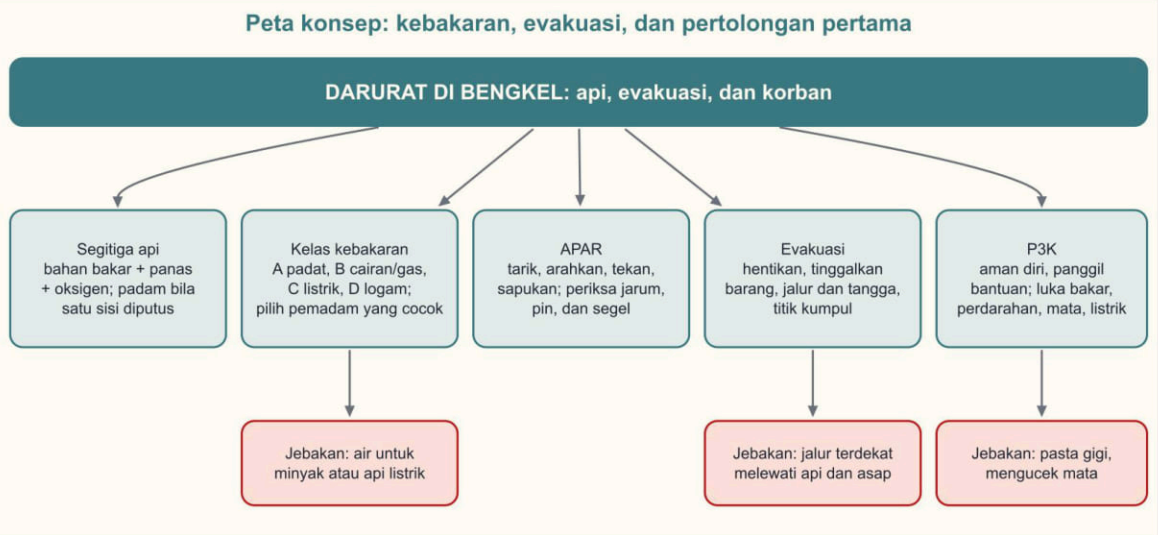
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

4. **Z:** Z berada di ruang alat. Jalur tercepat bukan melewati ruang kompresor. Z keluar melalui pintu ruang alat ke bengkel, menyusuri sisi atas yang menjauhi asap, lalu keluar lewat pintu B.
5. Ketiganya tidak membawa barang dan tidak memakai lift (tidak ada lift di denah ini). Tutup pintu di belakang tanpa mengunci.
6. Ketiganya menuju **titik kumpul** dan melapor kepada guru. Bila ada teman yang belum terlihat, mereka menyampaikannya kepada guru atau petugas. Tidak ada yang kembali ke dalam gedung.

Jawaban: X lewat pintu A, Y lewat pintu B, Z lewat pintu B dengan menyusuri sisi atas, semuanya berkumpul di titik kumpul. Pintu terdekat tidak selalu pintu terbaik: pintu C tidak dipilih karena berada dekat asap.

❖ PETA KONSEP

Ringkasan sub bab ini dapat dilihat pada Gambar 1.17.



Gambar 1.17 Peta konsep sub bab 1.3. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- Api = bahan bakar + panas + oksigen; api padam bila satu sisi diputus (pendinginan, penyelimutan, pemisahan).
- Kelas A padat (air, busa, serbuk ABC); B cairan dan gas (busa, serbuk, CO_2, bukan air); C listrik (CO_2 atau serbuk, putus listrik, bukan air atau busa); D logam (serbuk khusus).
- APAR siap pakai: jarum hijau, pin dan segel utuh, selang baik, belum kedaluwarsa. Cara pakai: tarik, arahkan ke pangkal api, tekan, sapukan.
- Evakuasi: hentikan, tinggalkan barang, ikuti jalur yang menjauhi api, pakai tangga, ke titik kumpul, lapor, jangan kembali.
- P3K: aman diri dulu; luka bakar didinginkan air mengalir; perdarahan ditekan langsung; mata dibilas, tidak dikucek; sengatan listrik, putuskan listrik dulu.

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

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Soal darurat hampir selalu berbentuk kasus. Gunakan langkah berikut.

1. **Tentukan jenis keadaan:** kebakaran (apa yang terbakar?), evakuasi (di mana api dan jalur keluar?), atau korban (apa cederanya?).
2. **Untuk kebakaran:** tentukan kelas, lalu coret semua pemadam yang tidak cocok. Pada api listrik, cari langkah memutus listrik.
3. **Untuk evakuasi:** tandai letak api dan asap, coret jalur yang melewatinya, lalu pilih pintu aman yang menuju titik kumpul.
4. **Untuk P3K:** pastikan penolong aman dulu, lalu pilih tindakan paling sederhana dan benar. Waspadai tindakan "tradisional" yang justru berbahaya.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Air untuk semua api.** Air murah dan mudah didapat, tetapi berbahaya untuk cairan mudah terbakar, api listrik, dan logam.
- **Mengambil barang dulu.** Telepon dan tas terasa penting, tetapi mengambilnya memperlambat evakuasi.
- **APAR yang tampak ada dianggap siap.** Jarum merah, segel putus, atau tanggal lewat membuat APAR tidak boleh dianggap berfungsi.
- **Pintu terdekat dianggap pintu terbaik.** Jalur yang melewati api atau asap lebih berbahaya walau lebih pendek.
- **Memadamkan api besar sendirian.** Api yang sudah besar bukan urusan siswa; bunyikan alarm dan evakuasi.

> Contoh salah tafsir: pada soal tentang minyak pelumas yang menyala di bak penampung, seorang siswa memilih "siram dengan air karena air paling cepat dingin". Padahal oli lebih ringan dari air sehingga terapung dan menyebar, dan oli panas dapat menyembur. Jawaban yang benar memakai busa atau serbuk, atau menutup wadahnya agar kehabisan oksigen.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut bercerita tentang api yang muncul pada sebuah mesin listrik di bengkel, dengan beberapa jenis pemadam tersedia, dan meminta tindakan yang sesuai prosedur. Jawabannya lebih dari satu. Cara berpikirnya: tentukan dulu kelas kebakaran, lalu tanyakan dua hal. Pemadam mana yang boleh dipakai pada keadaan itu? Tindakan lain apa yang perlu menyertai, baik untuk keselamatan penolong maupun orang di sekitarnya? Nilai tiap pernyataan satu per satu; pernyataan yang tampak masuk akal bisa gugur karena menambah bahaya.

►. Saat praktik, kotak terminal motor listrik mesin gerinda duduk di bengkel mengeluarkan asap dan nyala api kecil (2027). Saklar mesin masih menyala dan panel listrik bengkel berada 5 meter dari mesin. Di dekat mesin tersedia APAR CO_2, APAR busa (foam), dan ember berisi air. Wulan adalah siswa yang paling dekat dengan mesin dan sudah dilatih

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

memakai APAR.

(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. Menyiram api dengan air dari ember karena apinya masih kecil dan mudah dijangkau.

☐ B. Mematikan aliran listrik ke mesin di panel lalu memadamkan api memakai APAR CO_2.

☐ C. Memakai APAR busa terlebih dahulu karena busa menutup permukaan dan mendinginkan motor.

☐ D. Berteriak memberi tahu guru dan teman di sekitar mesin agar menjauh sebelum mulai memadamkan api.

☐ E. Membuka tutup kotak terminal lebih dulu agar sumber api terlihat sebelum mesin dimatikan.

Pembahasan **Kunci: B, D**

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

Konsep: Kebakaran pada peralatan listrik (kelas C) ditangani dengan memutus sumber listrik dan memakai pemadam yang tidak menghantarkan listrik, misalnya APAR CO_2 atau serbuk kering. Air dan busa tidak dipakai selama peralatan masih bertegangan.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Air menghantarkan listrik; menyiram peralatan yang masih bertegangan berisiko tersengat.

• **Pernyataan 2** ✓ Kebakaran peralatan listrik: putuskan sumber listrik lalu pakai APAR CO_2 yang tidak menghantarkan listrik dan tidak meninggalkan sisa.

• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: busa cocok untuk cairan mudah terbakar, tetapi busa mengandung air sehingga dapat menghantarkan listrik.

• **Pernyataan 4** ✓ Peringatan termasuk prosedur darurat agar orang lain aman dan guru dapat membantu atau membunyikan alarm bila api membesar.

• **Pernyataan 5** ✗ Membuka kotak terminal yang masih bertegangan mendekatkan tangan ke bagian beraliran listrik dan memberi tambahan udara bagi api.

Jawaban: pernyataan 2, 4.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk tiap soal, tulis dulu urutan tindakan yang kamu pikir benar, lalu cocokkan dengan pilihan yang tersedia.

1. Saat Tia sedang membubut di lantai dua gedung bengkel, alarm kebakaran berbunyi dan petugas mengumumkan evakuasi (2027). Tas dan telepon genggam Tia tersimpan di loker ujung ruangan, berlawanan arah dengan pintu keluar darurat. Gedung itu memiliki lift barang dan tangga darurat.

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.

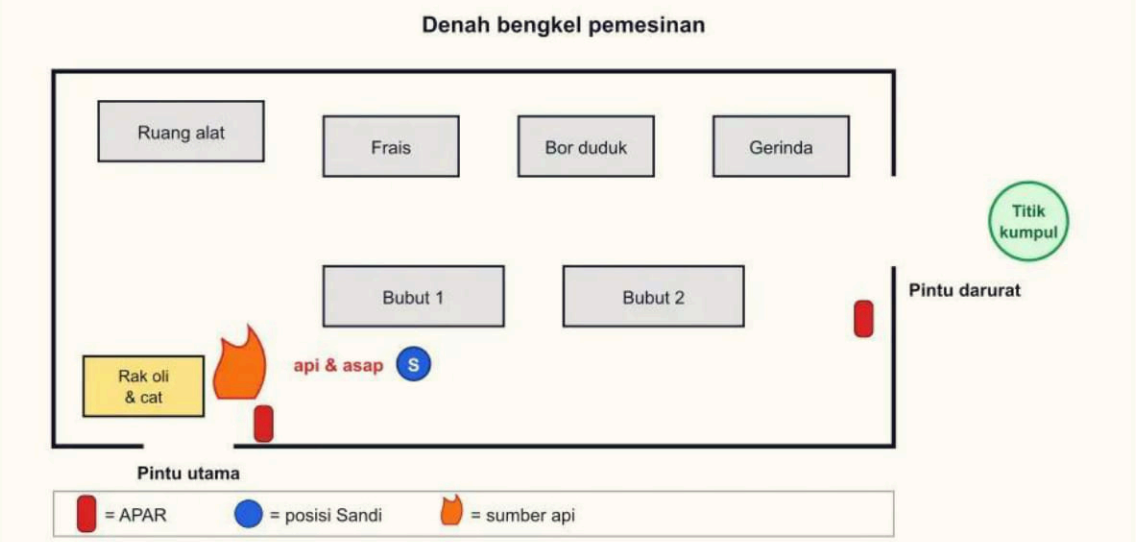
Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Tia sebaiknya mengambil tas di loker lebih dulu karena telepon diperlukan untuk menghubungi keluarga.	○	○
Tia mematikan mesin bubut dengan tombol berhenti, lalu keluar lewat tangga darurat menuju titik kumpul.	○	○
Lift barang boleh dipakai supaya evakuasi dari lantai dua lebih cepat.	○	○

2. Gambar memperlihatkan denah bengkel pemesinan sekolah saat terjadi kebakaran di rak oli dan cat (2027). Api sudah setinggi lebih dari satu meter dan asapnya mulai menyebar, sehingga guru memerintahkan semua siswa keluar. Sandi (S) sedang mengoperasikan mesin Bubut 1.

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

Tindakan Sandi yang paling tepat adalah ....



A. Keluar lewat pintu utama karena paling dekat, lalu menuju titik kumpul
B. Mengambil APAR di dekat pintu utama, lalu memadamkan api lebih dulu
C. Masuk ke ruang alat yang tertutup sampai asap di bengkel menipis
D. Mematikan mesin, keluar lewat pintu darurat, lalu menuju titik kumpul
E. Keluar lewat pintu darurat, lalu menunggu tepat di depan pintu itu

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

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

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menjelaskan, memakai segitiga api, mengapa air tidak cocok untuk api pada bensin tetapi cocok untuk api pada kayu?
- Jika sebuah APAR memiliki jarum di zona hijau tetapi segelnya putus, mengapa ia tidak boleh dianggap siap pakai?
- **Yang harus kuingat:** kelas kebakaran dan pemadamnya, empat langkah memakai APAR, urutan evakuasi, dan pertolongan pertama pada luka bakar, perdarahan, mata, dan sengatan listrik.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 1.3: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

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

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Sub bab 1.4 · Budaya kerja industri

SMKTM-1.4

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi menempatkan **budaya kerja** bersama K3 dalam elemen pertama, karena industri tidak hanya mencari lulusan yang terampil mengoperasikan mesin, tetapi juga yang bekerja dengan cara yang dapat dipercaya. Soal pada subtopik ini umumnya berupa kasus sehari-hari di bengkel sekolah, unit produksi (teaching factory), atau tempat praktik kerja lapangan (PKL). Kamu diminta menilai sikap dan tindakan: mana yang sesuai tanggung jawab, kejujuran, dan prosedur, dan mana yang tampak praktis tetapi merugikan orang lain. Tidak ada rumus; yang diuji adalah penalaran tentang cara bekerja.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan nilai-nilai budaya kerja industri dan perilakunya di bengkel;
- menjelaskan lima langkah 5R dan memilah tindakan yang termasuk tiap langkah;
- menjelaskan prosedur peminjaman dan serah terima alat serta tanggung jawab atas kerusakan;
- menjelaskan fungsi SOP dan dokumen kerja, serta sikap terhadap penyimpangan dan produk di luar toleransi;
- menerapkan etika dan komunikasi kerja yang aman.

◆ KONSEP INTI

Dua bengkel dapat memiliki mesin yang sama, tetapi mutu produknya berbeda jauh. Selisihnya sering bukan terletak pada mesin, melainkan pada kebiasaan orang-orangnya: apakah alat dikembalikan ke tempatnya, apakah ukuran dicatat apa adanya, apakah kerusakan dilaporkan, apakah jadwal ditepati. Kumpulan kebiasaan, nilai, dan cara kerja yang disepakati dan dijalankan bersama setiap hari itulah yang disebut **budaya kerja**. Di SMK, budaya itu dilatih di bengkel sekolah, unit produksi yang mengerjakan pesanan nyata (teaching factory), dan PKL di dunia usaha dan dunia industri.

1. Nilai-nilai budaya kerja industri

Nilai	Artinya di bengkel	Contoh perilaku
Disiplin	menaati waktu, aturan, dan prosedur	hadir tepat waktu, memakai APD tanpa disuruh
Tanggung jawab	menyelesaikan tugas dan menanggung akibatnya	merawat alat, melapor bila alat rusak
Kejujuran	menyampaikan keadaan apa adanya	mencatat ukuran sesuai hasil ukur, mengakui kesalahan

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

Ketelitian dan mutu	bekerja sesuai spesifikasi dan toleransi	memeriksa ukuran sebelum menyerahkan produk
Kerja sama	saling membantu mencapai tujuan bersama	berbagi tugas, saling mengingatkan keselamatan
Kepedulian keselamatan dan lingkungan	menjaga diri, orang lain, dan tempat kerja	melaporkan bahaya, memilah limbah

Nilai-nilai itu saling menopang. Seseorang yang jujur tetapi tidak disiplin tetap menyulitkan tim; seseorang yang cekatan tetapi tidak jujur membuat hasil kerjanya tidak bisa dipercaya.

2. 5R: menata tempat kerja

5R adalah cara menata tempat kerja dalam lima langkah yang berasal dari praktik industri di Jepang (dikenal sebagai 5S). Gambar 1.18 memperlihatkan lima langkah itu sebagai siklus yang diulang, dengan contoh gudang bahan pelat dan profil baja.



Gambar 1.18 Siklus 5R: ringkas, rapi, resik, rawat, rajin. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **Ringkas** (seiri) berarti memilah. Pisahkan barang yang diperlukan dari yang tidak. Barang yang tidak diperlukan dan tidak berguna disingkirkan atau dibuang sesuai aturan. Barang yang masih dibutuhkan tetapi jarang dipakai, misalnya sisa pelat yang masih bermanfaat, **disimpan di tempat yang lebih jauh, tidak dibuang**. Barang yang diragukan diberi label dan ditinjau lagi.
2. **Rapi** (seiton) berarti menata. Setiap barang memiliki tempat tetap dengan label atau tanda yang jelas, sehingga siapa pun dapat menemukan dan mengembalikannya. Barang yang sering dipakai diletakkan paling dekat dengan tempat kerja. Garis di lantai, rak berlabel, dan papan bayangan membantu langkah ini.
3. **Resik** (seiso) berarti membersihkan **sambil memeriksa**. Membersihkan mesin juga berarti melihat kebocoran oli, kabel yang terkelupas, dan baut yang kendur. Lalu cari sumber kotor,

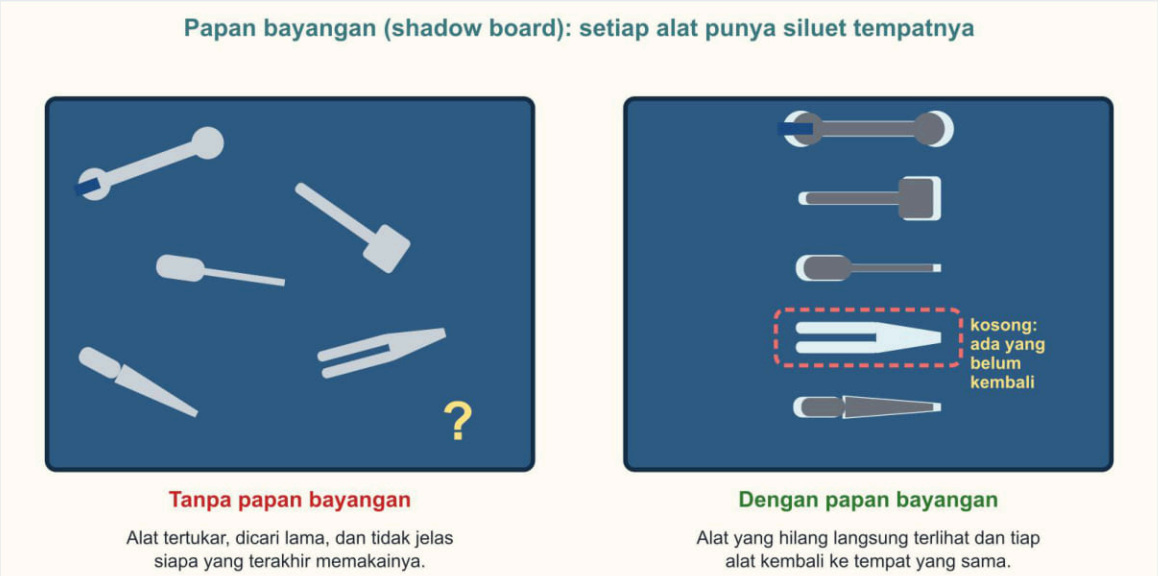
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

misalnya tetesan oli dari sambungan yang longgar, dan perbaiki, bukan hanya mengepel berulang kali.

4. **Rawat** (seiketsu) berarti membakukan. Kondisi yang sudah baik dijadikan standar: foto kondisi yang benar ditempel, dibuat daftar periksa, dan jadwal piket ditetapkan.
5. **Rajin** (shitsuke) berarti membiasakan. Empat langkah sebelumnya dilakukan tanpa disuruh, diperiksa berkala (audit), dan saling diingatkan.

Perhatikan bahwa 5R **bukan sekadar bersih-bersih**. Langkah pertamanya adalah memilah, dan langkah ketiganya mencakup pemeriksaan. Manfaatnya nyata: lantai yang bersih mengurangi bahaya terpeleset, alat yang tertata menghemat waktu mencari, dan mesin yang diperiksa tiap hari lebih jarang mogok.

Salah satu alat rapi yang sering dipakai adalah **papan bayangan** (shadow board), yaitu papan tempat setiap alat memiliki siluet tempatnya (Gambar 1.19). Alat yang tidak ada di papan langsung terlihat, sehingga tidak perlu mencari lama dan mudah diketahui siapa yang belum mengembalikan.



Gambar 1.19 Papan bayangan: tanpa siluet alat tertukar dan sulit dilacak (kiri); dengan siluet, alat yang belum kembali langsung terlihat (kanan). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

3. Disiplin waktu dan tanggung jawab atas alat

Disiplin waktu bukan hanya datang tepat waktu. Di industri, pekerjaan satu orang terhubung dengan pekerjaan orang lain: bila satu orang terlambat, mesin berikutnya menganggur dan pesanan mundur. Karena itu, disiplin waktu mencakup merencanakan pekerjaan terhadap tenggat, mengabari penyelia **secepat mungkin** bila terlambat atau berhalangan, dan segera melaporkan hambatan, bukan menunggu sampai tenggat lewat. Pelaporan dini memberi atasan kesempatan mengatur ulang pekerjaan.

Tanggung jawab atas alat diwujudkan lewat prosedur peminjaman. Alat milik bengkel bukan milik pribadi; ia dipakai bergantian oleh banyak orang. Gambar 1.20 menunjukkan alurnya.



Gambar 1.20 Alur peminjaman dan pengembalian alat ruang alat, termasuk bila ditemukan kerusakan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Pinjam dengan izin dan catatan** pada buku atau kartu peminjaman yang dikelola petugas ruang alat (sering disebut toolman). Niat mengembalikan tidak menggantikan izin.
- **Periksa kondisi alat saat menerima.** Alat ukur dicek nolnya; alat potong dicek ketajamannya. Cacat yang ditemukan segera dilaporkan agar tidak dianggap kesalahanmu.
- **Pakai sesuai fungsi dan SOP.** Jangan memakai kunci pas sebagai palu, dan jangan meminjamkan alat kepada orang lain tanpa sepengetahuan petugas.
- **Kembalikan dalam keadaan bersih dan serahkan langsung** kepada petugas untuk diperiksa dan dicatat.
- **Laporkan kerusakan atau kehilangan segera dan jujur,** walaupun alat tampak baik-baik saja. Alat ukur yang pernah jatuh dapat bergeser tanpa terlihat. Alat yang rusak diberi label "RUSAK" agar tidak dipakai orang lain. Menyembunyikan kerusakan membuat orang berikutnya bekerja dengan alat yang salah.
- **Perbaikan alat bukan wewenang siswa.** Memperbaiki sendiri tanpa izin dapat memperparah kerusakan dan menghilangkan jejak penyebabnya.

Prinsip yang sama berlaku pada **serah terima mesin atau area kerja** antar kelompok atau

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

antar giliran kerja. Lembar serah terima mencatat kondisi apa adanya. Kerusakan ditulis dan dilaporkan kepada penanggung jawab; kolom tidak diisi "baik" hanya agar cepat selesai.

4. SOP, dokumen kerja, dan mutu

SOP (*Standard Operating Procedure*, prosedur operasi baku) adalah langkah kerja tertulis yang sudah teruji aman dan menghasilkan mutu yang diinginkan. Di bengkel kamu menemui dokumen kerja lain: **job sheet** (lembar kerja), **gambar kerja** (bentuk dan ukuran benda), **daftar periksa** (checklist), dan **lembar inspeksi** (hasil pengukuran). Semuanya mengikat pekerjaan pada urutan dan ukuran yang disepakati, sehingga hasil kerja orang yang berbeda tetap seragam.

Sikap terhadap dokumen dan prosedur:

- **Ikuti urutan SOP.** Jalan pintas yang tampak menghemat waktu sering menghabiskan lebih banyak waktu kemudian, misalnya ketika produk yang sudah dikerjakan banyak ternyata salah ukuran.
- **Penyimpangan dilaporkan dan disetujui,** tidak dilakukan diam-diam. Bila menurutmu ada langkah yang tidak cocok, sampaikan kepada penyelia. Hanya orang yang berwenang yang boleh mengubah prosedur, dan perubahannya dicatat.
- **Catat apa adanya.** Hasil ukur 24,93 mm ditulis 24,93 mm, bukan dibulatkan agar masuk toleransi. Data yang dipalsukan lebih berbahaya daripada produk yang ditolak, sebab keputusan berikutnya dibuat dari data itu.
- **Produk di luar toleransi tidak dikirim dan tidak dicampur** dengan produk yang lolos, walaupun selisihnya kecil. Produk itu dipisahkan, diberi tanda, dan ditangani menurut prosedur (diperbaiki bila mungkin, atau dibuat ulang).
- **Periksa sampel pertama** sebelum produksi jumlah banyak. Bila ukuran sudah benar pada benda pertama, sisanya lebih aman; bila salah, kerugiannya baru satu benda, bukan seratus.
- **Jaga kerahasiaan.** Gambar kerja dan spesifikasi pesanan pelanggan adalah milik pelanggan. Di tempat PKL, jangan memotret, menyalin, atau menyebarkannya tanpa izin.

Pada **teaching factory**, siswa mengerjakan pesanan nyata menurut standar dan tenggat industri. Pada **PKL**, siswa menjadi tamu di perusahaan lain: ia mengikuti aturan perusahaan itu, bertanya bila belum paham, dan menjaga nama baik sekolah.

5. Etika dan komunikasi kerja

Bengkel penuh suara mesin dan orang yang sibuk, sehingga pesan mudah salah dengar atau salah paham. Salah paham mengenai ukuran, jumlah, atau urutan kerja dapat menyebabkan bahan terbuang atau celaka. Gambar 1.21 menunjukkan siklus komunikasi yang aman.

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



Gambar 1.21 Siklus instruksi, baca-ulang, konfirmasi, pengerjaan, dan laporan, serta jalur pelaporan dan hak menghentikan pekerjaan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Instruksi yang lengkap** menyebut apa yang dikerjakan, berapa banyak, ukuran dengan satuannya, kapan selesai, dan kepada siapa dilaporkan. Instruksi tanpa satuan ("potong seratus") bisa berarti milimeter atau sentimeter.
- **Baca-ulang** berarti penerima mengulang instruksi dengan kata-katanya sendiri, lalu pemberi tugas membenarkan atau mengoreksi. Langkah singkat ini menangkap salah paham sebelum menjadi kerugian.
- **Bertanya bila ragu** adalah tanda tanggung jawab, bukan kelemahan. Bekerja dengan menebak adalah yang berbahaya.
- **Lapor secara berjenjang.** Hambatan dan kerusakan disampaikan kepada guru pembimbing atau penyelia, bukan hanya kepada teman. Pelaporan mencakup kejadian nyaris celaka (lihat sub bab 1.1).
- **Hak menghentikan pekerjaan.** Siapa pun yang melihat kondisi tidak aman boleh meminta pekerjaan dihentikan sampai kondisinya diperiksa.
- **Kerja sama tanpa saling menyalahkan.** Bila terjadi kesalahan di antara kelompok, yang dicari adalah penyebab dan perbaikannya, bukan siapa yang paling bersalah. Menuduh kelompok lain tidak memperbaiki mesin dan merusak kerja sama.
- **Sopan dan menghargai.** Menyapa, meminta izin sebelum memakai alat atau ruang orang lain, mendengar kritik, dan tidak sibuk dengan ponsel saat bekerja.

6. Lingkungan dan limbah bengkel

Budaya kerja yang baik mencakup tanggung jawab terhadap lingkungan. Limbah bengkel dipilah menurut jenisnya. Tatal logam bersih ditampung untuk didaur ulang. **Oli bekas, kain lap berminyak, kaleng cat dan pelarut, cairan pendingin bekas, serta tatal yang tercemar oli** termasuk limbah bahan berbahaya dan beracun (B3). Limbah B3 ditampung dalam wadah tertutup dan berlabel, tidak dicampur dengan sampah biasa, dan diserahkan kepada pengelola limbah yang berizin. Oli tidak dibuang ke selokan atau tanah karena mencemari air tanah.

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

> Mematikan mesin dan lampu yang tidak dipakai serta memakai bahan secukupnya juga bagian dari kebiasaan yang baik.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Menata gudang bahan dengan 5R

Gudang bahan sebuah unit produksi sekolah berantakan: profil baja berbagai ukuran bercampur dalam satu tumpukan, sisa pelat teronggok di lantai, kaleng cat yang sudah mengering menempati rak, lantai berminyak karena sebuah mesin potong menetes, dan tidak jelas siapa yang bertugas merapikan. Ketua kelompok mengusulkan enam tindakan. Golongkan tiap tindakan ke dalam salah satu R, atau tentukan bahwa tindakan itu bukan bagian 5R.

1. Memisahkan sisa pelat yang masih berguna dari potongan yang tidak bisa dipakai, dan menyerahkan kaleng cat kering ke tempat limbah.
2. Membuat rak berlabel menurut jenis dan ukuran profil, serta garis batas di lantai.
3. Mengepel lantai berminyak sekaligus menelusuri dan memperbaiki penyebab tetesan pada mesin.
4. Membuat daftar periksa mingguan, jadwal piket, dan foto kondisi standar yang ditempel di dinding.
5. Ketua kelompok memeriksa dan memberi contoh sehingga semua anggota melakukan langkah di atas tanpa disuruh.
6. Mengecat dinding gudang agar tampak indah.

Langkah: tanyakan, tindakan ini memilah, menata, membersihkan sambil memeriksa, membakukan, atau membiasakan?

1. Memilah yang berguna dari yang tidak: **Ringkas**.
2. Memberi tempat tetap dan label: **Rapi**.
3. Membersihkan dan mencari penyebab kotor: **Resik**.
4. Menjadikan kondisi baik sebagai standar dengan daftar periksa dan jadwal: **Rawat**.
5. Membiasakan lewat pemeriksaan dan teladan: **Rajin**.
6. Mengecat tidak memilah, menata, memeriksa, membakukan, maupun membiasakan; ia hanya mempercantik. **Bukan bagian 5R.**

Jawaban: 1 = Ringkas, 2 = Rapi, 3 = Resik, 4 = Rawat, 5 = Rajin, 6 = bukan 5R. Perhatikan bahwa sisa pelat yang masih berguna di tindakan 1 tidak dibuang, melainkan dipisahkan.

Contoh 2: Menangkap salah paham pada instruksi lisan

Di bengkel produksi tempat PKL, Pak Joko berjalan melewati Rani dan berkata, "Potong pipa itu seratus dua puluh, yang banyak, taruh di rak." Rani tidak yakin ia mengerti, tetapi Pak Joko sudah pergi. Apa yang sebaiknya Rani lakukan sebelum memotong?

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

Langkah:

1. Cari bagian instruksi yang tidak lengkap: pipa yang mana (bahan dan ukuran), "seratus dua puluh" apa (milimeter atau sentimeter), "yang banyak" berapa batang, dan "rak" yang mana. Tidak ada tenggat.
2. Bila Rani menebak, ia dapat memotong 120 cm padahal yang dimaksud 120 mm. Bahan terbuang dan pesanan tertunda.
3. Rani menemui Pak Joko dan mengulang: "Pak, pipa baja Ø25 di meja dua, saya potong 120 milimeter, jumlahnya 30 batang, lalu saya taruh di rak biru. Apakah benar?"
4. Pak Joko membenarkan atau mengoreksi. Rani menuliskan instruksi final di buku kerjanya.
5. Setelah itu baru ia mengerjakan, dan melapor ke Pak Joko begitu selesai.

Jawaban: Rani harus bertanya dan membaca-ulang instruksi, yang mencakup bahan dan ukuran, satuan, jumlah, dan tempat penyimpanan, sebelum memotong. Bekerja dengan menebak adalah sikap yang salah.

Contoh 3: Menyikapi ajakan melewati SOP

Pada hari kedua PKL di sebuah bengkel komponen, Bang Sapto, operator senior yang bukan penyelia, berkata kepada Rani, "Langsung jalankan 200 bushing saja, benda pertama tidak usah diperiksa, nanti saja diperiksa di akhir biar cepat." SOP bengkel itu mewajibkan pemeriksaan benda pertama terhadap gambar kerja yang memuat toleransi. Rani memikirkan empat sikap: (a) menurut saja agar tidak dianggap membantah; (b) memeriksa benda pertama diam-diam sambil produksi tanpa memberi tahu siapa pun; (c) menyampaikan dengan sopan bahwa SOP mewajibkan pemeriksaan benda pertama, menjelaskan risikonya, dan meminta penyelia memastikan; (d) bercerita kepada sesama peserta PKL bahwa Bang Sapto ceroboh. Sikap mana yang tepat?

Langkah:

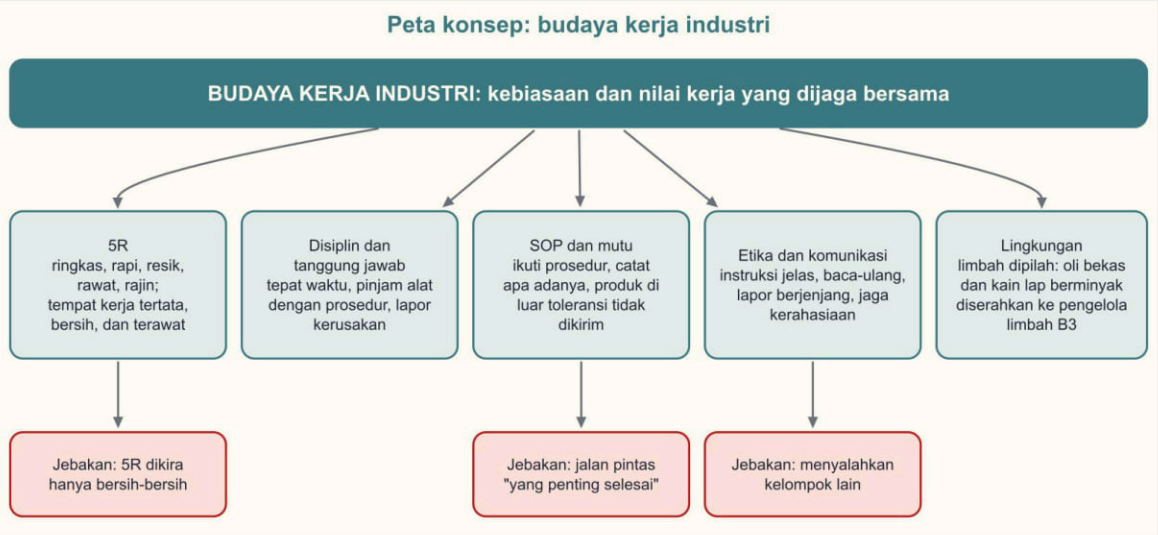
1. Apa yang dipertaruhkan? Bila ukuran benda pertama salah, 200 bushing akan salah semua: bahan dan waktu terbuang.
2. Siapa yang berwenang mengubah SOP? Penyelia, bukan operator senior. Ajakan Bang Sapto tidak mengubah kewajiban.
3. (a) menurut saja berarti menerima risiko tanpa alasan. Tidak tepat.
4. (b) memeriksa diam-diam memang berniat baik, tetapi tidak transparan dan menyisakan perselisihan bila hasilnya berbeda. Tidak tepat.
5. (c) sopan, berdasar alasan, dan melibatkan orang yang berwenang. Tepat.
6. (d) menyebarkan keluhan menyalahkan orang dan tidak memperbaiki apa pun. Tidak tepat.

Jawaban: sikap **(c)**. Rani menyampaikan alasan dengan sopan dan melibatkan penyelia, tanpa menyalahkan siapa pun.

❖ PETA KONSEP

Ringkasan sub bab ini dapat dilihat 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:

- Nilai budaya kerja: disiplin, tanggung jawab, kejujuran, ketelitian dan mutu, kerja sama, kepedulian keselamatan dan lingkungan.
- 5R: ringkas (memilah), rapi (menata), resik (membersihkan sambil memeriksa), rawat (membakukan), rajin (membiasakan).
- Alat dipinjam dengan izin dan catatan, diperiksa saat diterima dan dikembalikan; kerusakan dilaporkan jujur dan segera.
- SOP diikuti; penyimpangan dilaporkan dan disetujui; hasil dicatat apa adanya; produk di luar toleransi tidak dikirim; dokumen pelanggan dirahasiakan.
- Komunikasi: instruksi lengkap, baca-ulang, bertanya bila ragu, lapor berjenjang, tanpa saling menyalahkan.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Soal budaya kerja menguji pertimbangan, jadi jawabannya jarang satu kata. Gunakan langkah berikut.

1. **Tentukan nilai yang diuji** pada tiap pernyataan: tanggung jawab, kejujuran, disiplin, mutu, atau keselamatan.
2. **Tanyakan tiga hal:** apakah sesuai prosedur dan wewenang? Apakah jujur? Apa akibatnya bagi orang yang menggunakan alat atau hasil kerja ini sesudah saya?
3. **Pilih tindakan yang terbuka dan tercatat,** yaitu melapor, bertanya, atau menuliskan, bukan yang diam-diam.
4. **Perhatikan niat baik yang melangkahi prosedur.** Niat baik tidak menggantikan izin dan wewenang.

Jebakan yang sering dipasang:

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

- **Membenarkan jalan pintas "yang penting selesai".** Pekerjaan yang selesai dengan cara yang salah masih harus diulang.
- **Menyalahkan kelompok lain.** Kalimat tentang siapa yang bersalah tidak pernah menjadi pilihan terbaik.
- **Mengira 5R hanya bersih-bersih.** Memilah, menata, membakukan, dan membiasakan sama pentingnya.
- **Menutupi kesalahan karena "kecil".** Selisih kecil dan kerusakan ringan tetap dilaporkan, sebab pemakai berikutnya tidak tahu.
- **Menganggap lisan cukup.** Bila menyangkut kerusakan, serah terima, atau perubahan prosedur, pemberitahuan lisan tanpa catatan tidak cukup.

> Contoh salah tafsir: pada soal tentang mesin gerinda duduk yang batunya mulai aus dan sering dipakai bergiliran antar kelompok, seorang siswa memilih "perbaiki sendiri agar kelompok berikutnya tidak kesulitan" karena menurutnya itu tanda tanggung jawab. Padahal mengganti atau memperbaiki batu gerinda bukan wewenang siswa, dan kerusakannya perlu dicatat dan dilaporkan agar penanggung jawab dapat memeriksa. Tanggung jawab diwujudkan melalui pelaporan dan prosedur, bukan tindakan sepihak.

BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut berbentuk Benar atau Salah. Ia bercerita tentang seorang siswa yang meminjam alat ukur dari ruang alat; terjadi sesuatu pada alat itu ketika dipakai, padahal petugas sedang tidak berada di tempat. Nilai tiap pernyataan sendiri-sendiri dengan tiga pertanyaan. Apakah sesuai prosedur peminjaman? Apakah jujur kepada pihak yang berwenang? Apa akibatnya bagi siswa yang memakai alat itu sesudahnya? Waspadai pernyataan yang kelihatan bertanggung jawab tetapi melangkahi prosedur atau wewenang.

►. Sinta meminjam jangka sorong dari ruang alat dan mencatatnya di buku peminjaman (2027). Saat praktik, jangka sorong itu jatuh sehingga rahangnya sedikit bengkok dan tidak lagi menunjuk nol saat dirapatkan. Ketika Sinta hendak mengembalikannya, petugas ruang alat sedang keluar. Temannya menyarankan agar jangka sorong itu dimasukkan saja ke lemari supaya tidak ketahuan.
(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
Sinta sebaiknya menunggu petugas atau menemui guru untuk melaporkan kerusakan dan menuliskannya di buku peminjaman.	○	○
Sinta boleh meluruskan rahang dengan palu dulu, lalu mengembalikannya tanpa catatan bila angka nol sudah tepat.	○	○
Saran teman dapat diterima karena kerusakannya kecil dan alat itu masih bisa dipakai untuk mengukur kasar.	○	○

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

Pembahasan **Kunci: 1B 2S 3S**

Konsep: Tanggung jawab dan etika kerja di bengkel mencakup kejujuran tentang kerusakan alat, mengikuti prosedur peminjaman, dan menjaga agar alat ukur yang tidak akurat tidak dipakai orang lain.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** Pelaporan jujur mencegah alat rusak dipakai orang lain dan memperlihatkan tanggung jawab.

• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: rahang yang dipukul belum tentu sejajar walaupun nol tampak tepat; perbaikan alat ukur bukan wewenang siswa dan kerusakan tetap harus dilaporkan.

• **Pernyataan 3 → Salah.** Alat ukur yang nolnya bergeser menghasilkan ukuran salah bagi pemakai berikutnya; menyembunyikan kerusakan melanggar etika kerja.

Jawaban: Benar, Salah, Salah.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk tiap soal, tulis dulu nilai budaya kerja atau langkah 5R yang diuji, lalu nilai setiap pilihan.

1. Di ruang alat bengkel pemesinan sekolah, kunci-kunci sering tertukar tempat dan beberapa mata bor tumpul tercampur dengan yang masih tajam (2027). Rak juga penuh dengan alat rusak dan alat yang hanya dipakai setahun sekali. Ketua kelas mengusulkan beberapa perbaikan berdasarkan 5R.

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

Usulan yang sesuai dengan 5R adalah ....

(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Membuang semua alat yang jarang dipakai, termasuk yang masih dibutuhkan sekali setahun.

☐ B. Membuat papan bayangan berbentuk siluet setiap kunci agar alat kembali ke tempat yang sama.

☐ C. Memisahkan mata bor tumpul ke kotak berlabel "perlu diasah" agar tidak terpakai.

☐ D. Menyimpan alat yang paling sering dipakai di lemari terjauh agar meja kerja tetap kosong.

☐ E. Membersihkan mesin setiap selesai praktik sambil memeriksa kebocoran oli dan baut kendur.

2. Reza melaksanakan PKL di bengkel bubut milik CV Presisi Jaya (2027). Bengkel itu mengerjakan komponen pesanan pabrik lain dengan gambar kerja yang tidak boleh disebarluaskan. Pada hari Senin, Reza terlambat 30 menit karena bannya bocor, dan pada hari Rabu ia diminta menyelesaikan 10 poros sebelum pukul 15.00.

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
Reza segera mengabari pembimbing PKL ketika tahu akan terlambat dan menjelaskan alasannya setelah tiba.	○	○
Reza boleh memotret gambar kerja pesanan dan mengunggahnya ke media sosial sebagai bukti kegiatan PKL.	○	○
Bila sampai pukul 14.00 baru 7 poros yang selesai, Reza sebaiknya melaporkannya kepada pembimbing sebelum batas waktu.	○	○

Kunci singkat: 1. B, C, E 2. 1B 2S 3B

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menjelaskan perbedaan Ringkas dan Rapi dengan contoh dari ruang alat atau gudang bahan?
- Mengapa melaporkan alat ukur yang pernah jatuh, walau tampak baik-baik saja, termasuk tanggung jawab dan bukan hanya aturan?
- **Yang harus kuingat:** nilai budaya kerja, lima langkah 5R, prosedur peminjaman dan serah terima, sikap terhadap SOP dan produk di luar toleransi, serta komunikasi yang lengkap dan jujur.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 1.4: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktm&node=SMKTM-1.4

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

Kuis Akhir Bab 1

SMKTM-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-smktm&node=SMKTM-KB1

1. Unit produksi (teaching factory) sebuah SMK membubut puluhan poros baja setiap hari (2027). Serpihan logam panas sering terlempar ke arah operator, dan dua murid pernah terkena serpihan di wajah. Mesin bubut itu belum memiliki penutup serpihan. Tim K3 siswa mengusulkan lima pengendalian.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pengendalian yang berada **paling tinggi** pada hierarki pengendalian bahaya (paling efektif menjauhkan bahaya dari pekerja) adalah ....

A. Memberi pelatihan singkat tentang posisi berdiri yang aman di samping mesin
B. Menempel poster "Awas serpihan panas" di dinding dekat setiap mesin bubut
C. Memasang pelindung transparan di depan area pemotongan agar serpihan tertahan
D. Mewajibkan semua operator memakai pelindung wajah dan kacamata selama membubut
E. Membatasi setiap murid maksimal 20 menit berturut-turut di depan mesin

2. Tim K3 mencatat beberapa temuan saat memeriksa bengkel pemesinan sekolah (2027) dan mengelompokkannya menurut jenis bahaya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pasangan temuan dan jenis bahaya manakah yang **tepat**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Stop kontak bercabang yang menampung tiga mesin sekaligus: bahaya listrik
☐ B. Ragum yang terlalu rendah sehingga murid membungkuk berjam-jam: bahaya mekanis
☐ C. Uap pelarut pembersih yang menyengat di ruang tertutup: bahaya kimia
☐ D. Tumpukan poros baja di rak tinggi tanpa pengaman: bahaya benda jatuh
☐ E. Percikan gerinda tangan dekat tumpukan kardus: bahaya kimia

3. Unit produksi sekolah akan mengecat 20 rangka kursi besi memakai spray gun di ruang pengecatan berventilasi sederhana (2027). Cat yang dipakai mengandung pelarut organik

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

berbau menyengat dan menghasilkan kabut cat halus. Label pada empat alat pelindung pernapasan yang tersedia adalah sebagai berikut.

Alat	Menurut label
Masker kain tiga lapis	menahan debu kasar dan percikan
Masker bedah	menahan percikan cairan
Respirator setengah wajah, filter partikel saja	menahan debu dan kabut halus, tidak menahan uap
Respirator setengah wajah, filter uap organik dan partikel	menahan uap pelarut organik, debu, dan kabut halus

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Alat pelindung pernapasan yang paling tepat untuk pekerjaan itu adalah ....

A. Respirator setengah wajah dengan filter uap organik dan partikel
B. Respirator setengah wajah dengan filter partikel saja
C. Masker kain tiga lapis yang dicuci dan diganti setiap hari
D. Masker bedah yang diganti setiap satu jam selama mengecat
E. Dua masker kain yang ditumpuk agar lapisannya menjadi lebih tebal

4. Santi bekerja tiga jam setiap hari di dekat mesin gergaji pemotong besi di bengkel fabrikasi sekolah (2027). Suara mesin sangat keras setiap kali memotong. Setelah beberapa minggu, telinganya sering berdenging sepulang praktik, padahal ia tidak pernah terluka oleh mesin itu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Bahaya utama yang dialami Santi termasuk jenis bahaya ....

A. mekanis, karena bilah gergaji mesin bergerak dengan cepat dan kuat
B. listrik, karena motor mesin menyala terus-menerus selama bekerja
C. kimia, karena pelumas mesin menguap dan terhirup oleh pekerja
D. ergonomi, karena Santi harus berdiri lama saat memotong besi
E. fisik, karena suara keras mengenai telinga berulang kali tiap hari

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

5. Pada simulasi tanggap darurat di sebuah bengkel SMK (2027), alarm kebakaran berbunyi dan 30 murid kelas XI keluar dari gedung bengkel. Titik kumpul berada di lapangan upacara, 40 meter dari gedung. Guru pendamping membawa daftar hadir dan petugas darurat sedang menuju lokasi.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan manakah yang **benar** setelah murid tiba di titik kumpul? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Murid yang merasa aman boleh langsung pulang agar tidak berdesakan
☐ B. Murid berkumpul per kelas dan menunggu penghitungan oleh guru pendamping
☐ C. Murid kembali ke bengkel sebentar untuk mengambil tas sambil menunggu
☐ D. Bila ada murid yang belum terhitung, guru melapor kepada petugas darurat dan tidak masuk sendiri ke gedung
☐ E. Murid menunggu instruksi resmi sebelum kembali ke gedung

6. Tangan Eko tergores tepi pelat baja yang tajam saat praktik di bengkel (2027). Luka sayat sepanjang sekitar 4 cm itu berdarah cukup deras, tetapi Eko tetap sadar. Ketua kelompok yang terlatih P3K segera membuka kotak P3K yang berisi kasa steril, perban, plester, dan kain bersih.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan pertolongan pertama manakah yang **tepat**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Menekan luka langsung memakai kasa atau kain bersih
☐ B. Mengikat pergelangan tangan sangat kencang dengan tali sampai darah berhenti total
☐ C. Meninggikan tangan yang terluka lebih tinggi dari jantung sambil tetap menekan luka
☐ D. Mengangkat kasa setiap satu menit untuk memeriksa apakah darah sudah berhenti
☐ E. Menambahkan lapisan kasa di atas kasa yang sudah basah tanpa membuka lapisan pertama

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

7. Di bengkel sebuah SMK (2027), ada genangan oli di dua tempat: lorong utama yang dilalui sekitar 200 murid setiap hari, dan sudut gudang yang hanya dimasuki petugas seminggu sekali. Keparahan terpeleset di kedua tempat dianggap sama. Tim K3 membahas mana yang harus dibersihkan lebih dulu.
(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
Genangan di lorong utama berisiko lebih tinggi karena kemungkinan orang terpeleset lebih besar.	○	○
Karena sama-sama genangan oli, kedua bahaya itu otomatis memiliki risiko yang sama.	○	○
Genangan di lorong utama belum perlu dibersihkan karena belum pernah ada yang terpeleset.	○	○

8. Dewi akan membuat empat lubang Ø6 mm pada pelat baja lunak berukuran 100 × 60 × 2 mm memakai mesin bor duduk di bengkel sekolah (2027). Rambutnya panjang dan ia memakai wearpack. Di meja tersedia ragum mesin, klem, kacamata pelindung, kuas pembersih, serta sarung tangan kulit tebal.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan manakah yang **aman** untuk Dewi lakukan? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Memakai sarung tangan kulit tebal agar tangan terlindung dari tepi pelat yang tajam
☐ B. Menjepit pelat pada ragum mesin, lalu ragum diklem ke meja mesin bor
☐ C. Mengikat rambut ke belakang dan memastikan tidak ada bagian pakaian yang menjuntai
☐ D. Menahan pelat dengan tangan karena pelat terlalu tipis untuk dijepit
☐ E. Menunggu mesin berhenti berputar total, lalu membersihkan serpihan dengan kuas

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

9. Rido akan membersihkan serpihan logam dari meja mesin frais di bengkel sekolah memakai pistol penyemprot udara dari kompresor (2027). Regulator kompresor masih diatur pada tekanan kerja mesin pneumatik, serpihan mudah beterbangan, dan beberapa temannya bekerja di dekat situ.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan manakah yang **aman** untuk Rido lakukan? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Memakai kacamata pelindung dan memastikan tidak ada orang di arah semburan
☐ B. Menurunkan tekanan pada regulator sampai sesuai SOP pembersihan sebelum menyemprot
☐ C. Menyemprot pakaian sendiri dengan udara agar serpihan yang menempel terlepas
☐ D. Menguji kekuatan semburan dengan menempelkan ujung pistol ke punggung tangan
☐ E. Menyapu serpihan besar dengan kuas lebih dulu, lalu menyemprot hanya celah yang sempit

10. Pada hari pertama praktik di bengkel pemesinan, Lia datang memakai sandal jepit karena sepatunya basah (2027). Di lantai bengkel ada serpihan logam kecil, dan murid lain sering membawa poros baja berat.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan Lia yang paling tepat adalah ....

A. tetap bekerja, tetapi berjalan pelan-pelan di antara mesin dan murid lain
B. memakai kaus kaki tebal di dalam sandal jepit agar kaki terlindungi
C. memakai sepatu keselamatan tertutup yang dipinjam sebelum masuk bengkel
D. hanya mengerjakan tugas yang bisa dilakukan sambil duduk di meja
E. memakai sepatu sekolah yang basah karena tetap menutup seluruh kaki

11. Kelompok Maya di bengkel sekolah melepas penutup sabuk dan puli di bagian atas mesin bor duduk agar penggantian posisi sabuk untuk mengatur kecepatan putaran lebih cepat (2027). Guru mengingatkan mereka tentang fungsi pelindung mesin.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan manakah yang **benar** tentang pelindung (guard) mesin? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Pelindung dipasang kembali dan dipastikan kokoh sebelum mesin dinyalakan
☐ B. Pelindung boleh dibiarkan terbuka bila mesin hanya dinyalakan sebentar
☐ C. Pelindung hanya diperlukan pada mesin baru yang sabuknya masih kaku
☐ D. Mesin dimatikan dan dicabut dari sumber listrik sebelum penutup dibuka untuk mengatur sabuk
☐ E. Pelindung mencegah tangan dan pakaian terjerat sabuk dan puli yang berputar

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

12. Rina tersengat listrik saat memegang bodi bor tangan yang kabelnya terkelupas di bengkel sekolah (2027). Tubuhnya kaku dan tangannya menempel pada bor. Stop kontak berada sekitar satu meter dari Rina, dan teman-temannya panik.
(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
Teman Rina sebaiknya langsung menarik tubuh Rina dengan tangan telanjang agar lepas dari bor.	○	○
Teman Rina sebaiknya menyiram wajah Rina dengan air agar ia segera sadar.	○	○
Bila aman dijangkau, sumber listrik lebih dulu diputus dengan mematikan sakelar atau mencabut steker.	○	○

13. Di bengkel fabrikasi sekolah, tumpahan solar di lantai samping mesin gergaji tiba-tiba terbakar (2027). Api masih kecil, setinggi sekitar 30 cm, dan jalur keluar berada di belakang Anto. Sebuah APAR serbuk kering tergantung 4 meter dari tempat itu, dan Anto pernah mengikuti pelatihan memakainya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Urutan tindakan Anto yang paling tepat adalah ....

A. Ambil APAR, arahkan ke puncak api, tarik pin, tekan tuas, lalu panggil bantuan
B. Tarik pin APAR, panggil bantuan, arahkan ke puncak api, lalu tekan tuas dan sapukan
C. Siram api dengan seember air; bila membesar ambil APAR, tarik pin, lalu sapukan
D. Minta bantuan, ambil APAR, tarik pin, arahkan ke pangkal api, tekan dan sapukan
E. Ambil APAR, tarik pin, tekan tuas sebentar untuk menguji, lalu arahkan ke pangkal api

14. Tim K3 sebuah SMK menemukan bahwa gudang kecil bengkel menyimpan kaleng cat semprot dan jerigen pelarut di rak terbuka yang menempel pada dinding yang sama dengan meja las (2027). Percikan las kadang terlihat mengenai rak itu. Tim diminta mengusulkan penyimpanan yang paling tepat untuk mencegah kebakaran.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Usulan yang paling tepat adalah ....

A. menutup rak dengan kain tebal agar percikan las tidak mengenai kaleng
B. menempel rambu "Dilarang mengelas" pada dinding di dekat rak tersebut
C. memindahkan semua kaleng ke rak tertinggi agar tidak terjangkau murid
D. memindahkan bahan itu ke lemari logam tertutup yang jauh dari meja las
E. menyemprot kaleng dengan air secara berkala supaya suhunya tetap dingin

15. Unit produksi sekolah membersihkan komponen berminyak dengan pelarut yang berbau tajam dan mudah menyala (2027). Beberapa murid mengeluh pusing. Menghilangkan

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

pekerjaan pembersihan tidak mungkin karena komponen harus bersih sebelum dicat.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Di antara pengendalian berikut, yang berada **paling tinggi** pada hierarki pengendalian adalah ....

A. Memasang penghisap udara tepat di atas meja pembersihan komponen
B. Mengganti pelarut dengan pembersih berbasis air yang tidak mudah menyala
C. Mewajibkan semua murid memakai respirator selama membersihkan komponen
D. Membuat jadwal agar tiap murid membersihkan komponen maksimal 15 menit
E. Menempel rambu "Awas mudah menyala" di dinding ruang pembersihan

16. Bengkel pemesinan sebuah SMK sedang melengkapi rambu keselamatan sebelum akreditasi (2027). Empat rambu pada gambar sudah tersedia, dan tim K3 siswa harus menempatkan tiga di antaranya: di dinding panel listrik utama untuk memperingatkan adanya bahaya listrik, di pintu gudang oli untuk melarang api terbuka, dan di dekat pintu keluar darurat untuk menunjukkan jalan keluar.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penempatan rambu yang benar sesuai gambar adalah ....



A. Rambu 1 di panel listrik, rambu 3 di gudang oli, rambu 4 di pintu keluar darurat
B. Rambu 2 di panel listrik, rambu 3 di gudang oli, rambu 4 di pintu keluar darurat
C. Rambu 2 di panel listrik, rambu 1 di gudang oli, rambu 3 di pintu keluar darurat
D. Rambu 3 di panel listrik, rambu 2 di gudang oli, rambu 4 di pintu keluar darurat
E. Rambu 2 di panel listrik, rambu 4 di gudang oli, rambu 3 di pintu keluar darurat

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

17. Tono mengencangkan benda kerja pada cekam rahang tiga mesin bubut memakai kunci cekam. Karena waktu praktik hampir habis, ia langsung menekan tombol start tanpa mencabut kunci dari lubang cekam (2027).
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Akibat paling berbahaya dari tindakan itu dan tindakan pencegahan yang benar adalah ....

A. Kunci ikut berputar bersama cekam, jadi cukup dilepas setelah benda kerja selesai dibubut
B. Cekam menjadi tidak seimbang, jadi cukup diputar dengan arah sebaliknya sebelum membubut
C. Benda kerja terlepas lebih dulu, jadi kunci boleh dibiarkan terpasang sebagai pengaman
D. Kunci macet di lubang cekam, jadi bila macet cukup dipukul pelan memakai palu
E. Kunci terlempar saat cekam berputar, jadi kunci dilepas dan disimpan sebelum menekan start

18. Tim K3 sebuah SMK menilai empat bahaya di bengkel pemesinan sebelum dan sesudah pengendalian dipasang (2027). Skala kemungkinan dan keparahan masing-masing 1–3, dan risiko = kemungkinan × keparahan.

Bahaya	Pengendalian yang dipasang	Kemungkinan (sebelum → sesudah)	Keparahan (sebelum → sesudah)
P. Serpihan dari gerinda duduk	pelindung baru dan penyangga benda kerja diatur ulang	3 → 1	3 → 3
Q. Cairan pendingin bocor ke lantai	bak penampung di bawah mesin	3 → 1	2 → 2
R. Kabel bor tangan di lantai	penggulung kabel di dinding	2 → 1	2 → 2
S. Majun berminyak di dekat meja las	rambu "Awas api" di dinding	2 → 2	3 → 3

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Setelah semua pengendalian dipasang, bahaya yang harus ditangani lebih dulu karena risikonya paling tinggi adalah ....

A. Bahaya S, majun berminyak yang berada di dekat meja las
B. Bahaya P, serpihan yang terlempar dari gerinda duduk
C. Bahaya Q, cairan pendingin yang bocor ke lantai bengkel
D. Bahaya R, kabel bor tangan yang melintang di lantai
E. Bahaya P dan S, karena risikonya sama-sama paling tinggi

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

19. Tim audit sekolah menilai penerapan 5R di tiga area bengkel pemesinan dengan skor 1–5 (5 = terbaik) pada akhir semester (2027). Aturan tim: skor terendah di seluruh tabel menunjukkan kelemahan yang harus dibenahi lebih dulu.

Area	Ringkas	Rapi	Resik	Rawat	Rajin
Mesin bubut	4	2	4	3	4
Mesin las	3	3	2	4	3
Ruang alat	5	4	4	3	1

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kelemahan yang harus dibenahi paling dulu adalah ....

A. Mesin las, karena rata-rata skornya paling rendah di antara ketiga area
B. Mesin bubut, pada Rapi, karena skornya paling rendah di area itu
C. Mesin las, pada Resik, karena skornya paling rendah di area itu
D. Ruang alat, pada Rajin, karena skor 1 adalah yang terendah di seluruh tabel
E. Ruang alat, pada Rawat, karena skornya lebih rendah daripada skor lain di area itu

20. Saat praktik mengelas, Bima menolak memakai sarung tangan las dan kap las dengan alasan panas dan merepotkan. Sebagai ketua kelompok, Gita melihat hal itu (2027).
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Sikap Gita yang paling tepat adalah ....

A. mengingatkan Bima dan memintanya berhenti bekerja sampai APD lengkap dipakai
B. membiarkan Bima karena risiko pekerjaannya hanya ditanggung dirinya sendiri
C. ikut melepas APD supaya seluruh kelompok terlihat kompak dan sama-sama nyaman
D. memberi tahu guru nanti sesudah praktik selesai dan seluruh pekerjaan rampung
E. meminjamkan sarung tangan saja kepada Bima tanpa mempersoalkan kap las

21. Saat praktik di bengkel pemesinan sekolah (2027), Ardi hampir tersandung kabel bor tangan yang melintang di lorong. Tidak ada yang terluka. Bengkel memiliki buku laporan kejadian untuk setiap kejadian nyaris celaka. Ardi menimbang apa yang harus ia lakukan.
(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
Karena tidak ada yang terluka, kejadian itu tidak perlu dicatat dan hanya menyita waktu praktik.	○	○
Kejadian nyaris celaka tetap dicatat dan dilaporkan agar penyebabnya diperbaiki sebelum ada yang terluka.	○	○
Memberi tahu teman sebangku sudah cukup, sehingga laporan tertulis kepada guru tidak diperlukan.	○	○

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

22. Dina salah membaca gambar kerja, sehingga empat dari sepuluh pelat dudukan yang ia potong ternyata terlalu pendek 5 mm. Pesanan akan diambil mitra besok pagi. Dina takut dimarahi, dan tidak ada orang lain yang melihat pelat itu (2027).
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan Dina yang paling bertanggung jawab adalah ....

A. menyembunyikan empat pelat itu dan menyerahkan enam pelat yang benar sebagai hasil akhir
B. menyambung empat pelat itu dengan las supaya ukurannya tampak sesuai dengan gambar kerja
C. mencampur empat pelat itu ke dalam tumpukan yang benar tanpa memberi tanda apa pun
D. membuang empat pelat itu dan tidak menyebutkan berapa banyak pelat yang dihasilkan
E. melapor kepada guru, memisahkan empat pelat itu, lalu memotong ulang bila waktu cukup

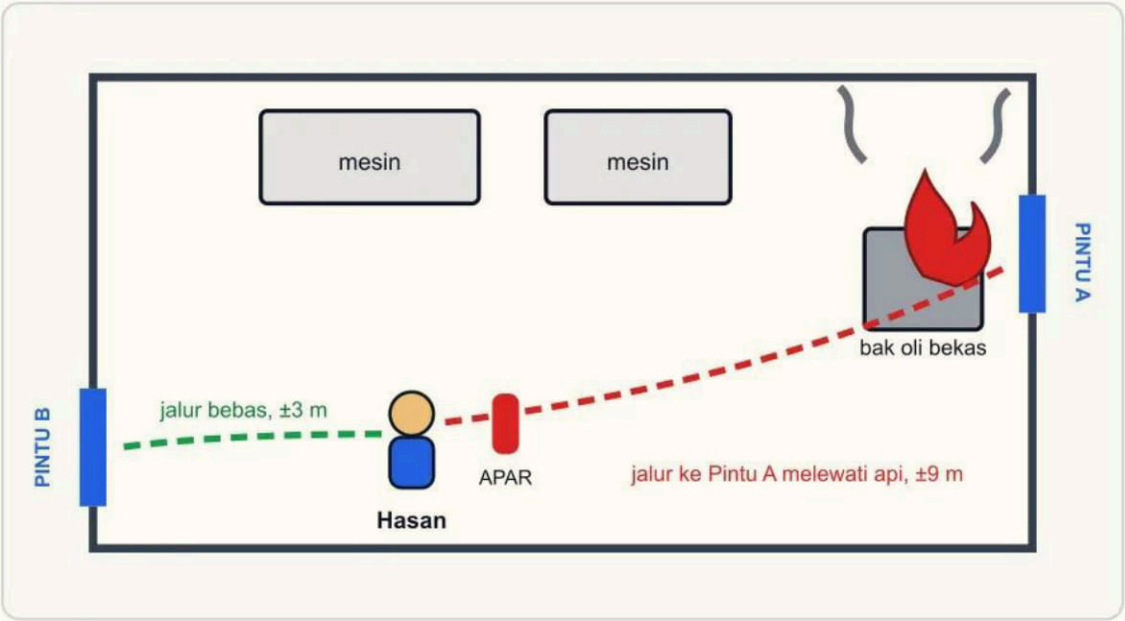
23. Praktik di bengkel pemesinan sekolah hampir selesai (2027). Kelompok Aldi harus meninggalkan bengkel dalam 10 menit, dan kelompok berikutnya sudah menunggu di luar. Di mesin bubut masih ada kunci cekam, di lantai ada serpihan logam, dan salah satu mata bor ternyata patah.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan manakah yang **sesuai** dengan budaya kerja yang baik (termasuk 5R dan tanggung jawab)? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Meninggalkan kunci cekam terpasang agar kelompok berikutnya bisa langsung mulai
☐ B. Membersihkan mesin dan menyapu serpihan sebelum meninggalkan bengkel
☐ C. Mengembalikan semua alat ke tempat yang sudah ditandai di rak atau papan alat
☐ D. Menandai mata bor yang patah dan melaporkannya kepada petugas ruang alat
☐ E. Menunda pembersihan kepada kelompok berikutnya karena waktu hampir habis

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

24. Gambar memperlihatkan denah ruang mesin sebuah bengkel sekolah saat bak penampung oli bekas terbakar (2027). Api awalnya kecil, tetapi saat Hasan mengambil APAR serbuk 3 kg dan menyemprot sekali, api sudah menjalar ke dinding dan asap hitam mulai memenuhi separuh ruangan. Isi APAR hampir habis.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Keputusan terbaik Hasan adalah ....



A. mengambil APAR kedua dan melanjutkan menyemprot dari jarak lebih dekat ke api
B. berhenti memadamkan, keluar lewat Pintu B, membunyikan alarm, dan meminta bantuan
C. berlari melewati Pintu A karena letaknya lebih dekat ke sumber air di luar ruangan
D. menyiram api memakai seember air karena api sudah menjalar ke dinding
E. menutup diri di sudut ruangan dan menunggu petugas datang memadamkan api

25. Kelas XI TM mulai praktik pukul 07.30. SOP bengkel mengharuskan setiap murid memakai APD, memeriksa alat, dan membaca lembar kerja lebih dulu; persiapan itu memerlukan sekitar 10 menit. Reno tiba di bengkel pukul 07.45 dan teman-temannya sudah mulai bekerja (2027).
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Sikap Reno yang paling sesuai dengan disiplin waktu dan keselamatan kerja adalah ....

A. langsung menyalakan mesin bubut agar tidak tertinggal dari teman-temannya
B. memakai APD sambil berjalan lalu menyalakan mesin tanpa membaca lembar kerja
C. menyelesaikan persiapan sesuai SOP, lalu meminta maaf dan melapor kepada guru
D. menunggu sampai semua teman selesai bekerja agar keterlambatannya tidak diketahui
E. mengerjakan persiapan seadanya dan melewatkan pemeriksaan alat supaya cepat

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 · Bahaya kerja dan penilaian risiko	1, 2, 4, 7, 15, 16, 18	___ / 7	Ulangi hlm. 8
Sub bab 1.2 · Praktik kerja aman dan APD	3, 8, 9, 10, 11, 17	___ / 6	Ulangi hlm. 21
Sub bab 1.3 · Kebakaran, evakuasi, dan pertolongan pertama	5, 6, 12, 13, 14, 24	___ / 6	Ulangi hlm. 37
Sub bab 1.4 · Budaya kerja industri	19, 20, 21, 22, 23, 25	___ / 6	Ulangi hlm. 53

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 · Teknik Dasar Proses Produksi Manufaktur Mesin

SMKTM-B2

Setelah mempelajari bab ini, kamu dapat:

- membedakan proses cutting dan non-cutting serta memilih proses dan urutan kerja yang tepat
- menggunakan jangka sorong, mikrometer, dan mistar baja serta menilai hasil ukur terhadap toleransi
- menerapkan perkakas tangan dan perkakas bertenaga secara benar dan aman
- menentukan parameter pemotongan, mengevaluasi hasil bubut dan frais, dan memperbaiki penyebabnya
- menerapkan pengelasan SMAW dasar dan mendiagnosis cacat las dari parameter kerjanya

Peta bab

Sub bab	Judul
2.1	Teknologi cutting: bor, bubut, frais, gerinda
2.2	Teknologi non-cutting: menekuk, mengerol, membentuk
2.3	Alat ukur: jangka sorong, mikrometer, mistar baja
2.4	Perkakas tangan
2.5	Perkakas bertenaga: bor tangan dan gerinda tangan
2.6	Pemesinan dasar: parameter pemotongan dan evaluasi hasil
2.7	Pengelasan SMAW dasar

Bab 2 di LMS

Buka seluruh latihan bab ini di LMS.

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

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

Sub bab 2.1 · Teknologi cutting: bor, bubut, frais, gerinda

SMKTM-2.1

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu memahami **teknologi cutting**, yaitu proses membentuk benda kerja dengan memotong sebagian bahannya. Pada sub bab ini ada empat mesin yang harus kamu kenal: mesin bor, mesin bubut, mesin frais, dan mesin gerinda. Soal tidak menanyakan nama bagian secara mentah. Soal berupa kasus bengkel: seorang siswa harus membuat lubang, alur, atau permukaan rata, lalu kamu diminta memilih alat, urutan kerja, atau penyebab hasil yang menyimpang. Kamu perlu mengerti *mengapa* sebuah langkah dilakukan, bukan hanya apa langkahnya.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- membedakan proses cutting dan non-cutting, serta menjelaskan gerak potong dan gerak makan;
- menyebut bagian mata bor beserta fungsinya, dan menjelaskan akibat asahan yang tidak simetris;
- menyusun urutan mengebor lubang besar dengan benar;
- menjelaskan cara kerja mesin bubut, mesin frais, dan mesin gerinda, serta memilih pisau frais yang sesuai;
- menjelaskan mengapa tinggi ujung pahat harus sama dengan sumbu benda kerja saat membubut muka.

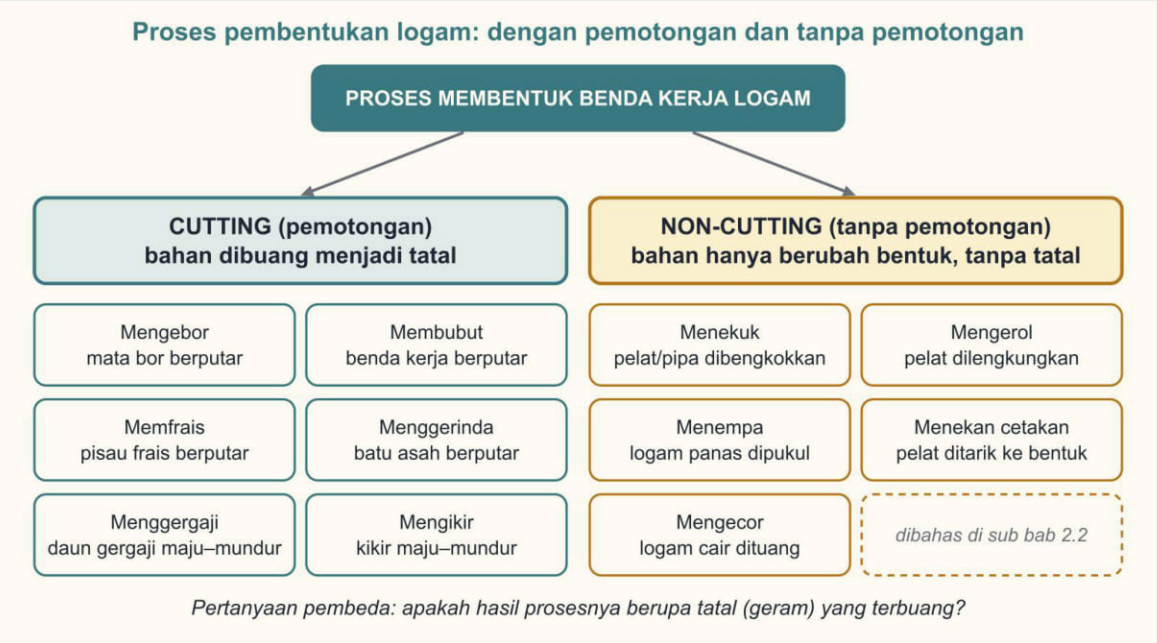
◆ KONSEP INTI

Hampir semua benda logam di sekitarmu, seperti poros motor, roda gigi, dan bushing, dimulai dari bahan mentah yang bentuknya belum sesuai. Salah satu cara paling umum membentuknya adalah **memotong** bahan yang berlebih sampai tersisa bentuk yang diinginkan. Bahan yang terbuang berbentuk serpihan yang disebut **tatal** (disebut juga geram atau beram). Proses semacam ini dinamakan **cutting** atau pemesinan. Di SMK, kamu akan banyak bertemu empat mesin dasarnya: bor, bubut, frais, dan gerinda.

1. Cutting dan non-cutting

Gambar 2.1 membagi proses pembentukan logam menjadi dua kelompok.

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



Gambar 2.1 Proses cutting menghasilkan tatal, sedangkan proses non-cutting hanya mengubah bentuk bahan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Pada proses **cutting**, ada bahan yang dibuang. Mengebor, membubut, memfrais, menggerinda, menggergaji, dan mengikir termasuk kelompok ini. Pada proses **non-cutting**, bahan tidak dibuang. Logam hanya dibengkokkan, dilengkungkan, ditempa, ditekan ke cetakan, atau dituang dalam keadaan cair. Kelompok kedua dibahas di sub bab 2.2. Cara mudah membedakannya: lihat lantai di dekat mesin. Jika ada tatal, itu cutting.

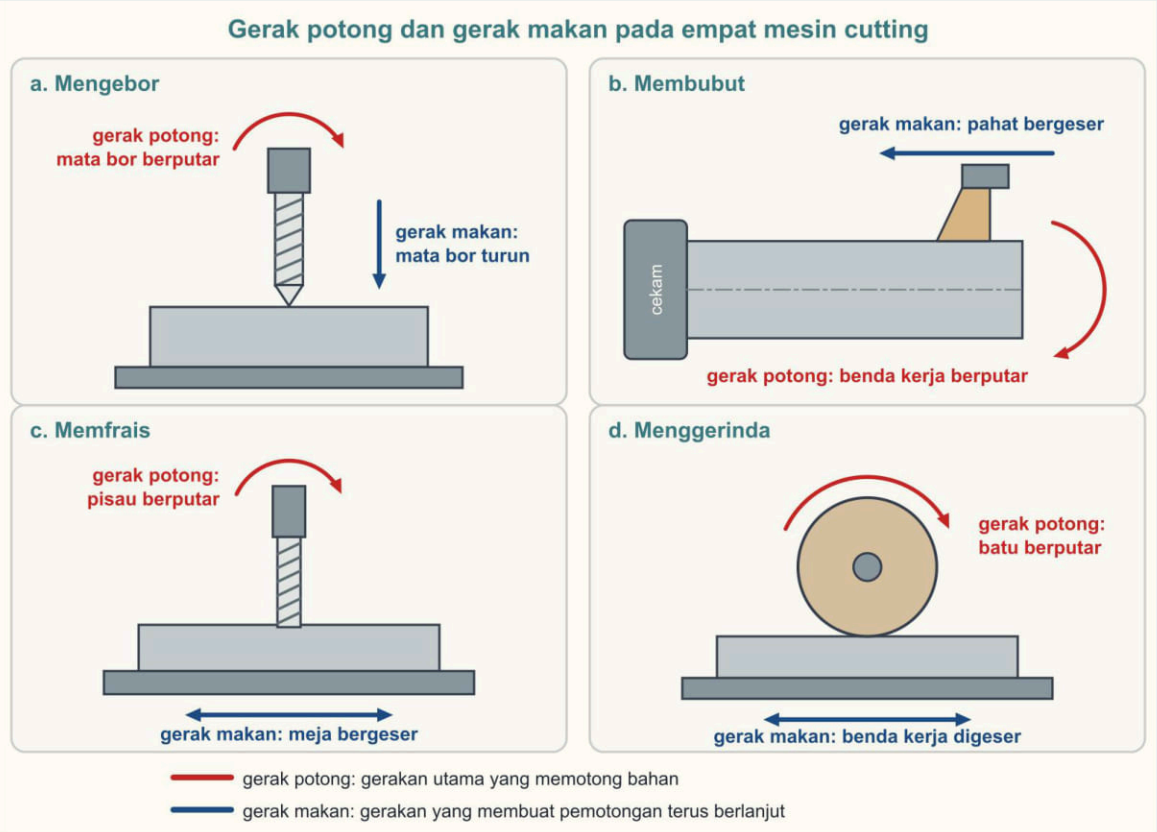
2. Dua gerak dasar: gerak potong dan gerak makan

Setiap mesin cutting bekerja dengan dua gerakan yang dibagi tugasnya.

- **Gerak potong** adalah gerakan utama yang membuat tepi potong menyayat bahan. Gerakan ini cepat dan biasanya berputar. Cepat atau lambatnya gerak potong dinyatakan sebagai *kecepatan potong*, dibahas di sub bab 2.6.
- **Gerak makan** adalah gerakan yang membuat pemotongan *terus berlanjut* ke bagian bahan yang baru. Gerakan ini lebih lambat. Jika gerak makan berhenti, pemotongan juga berhenti di tempat yang sama.

Gambar 2.2 memperlihatkan pembagian tugas itu pada keempat mesin.

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



Gambar 2.2 Gerak potong (merah) dan gerak makan (biru) pada mesin bor, bubut, frais, dan gerinda. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Perhatikan bahwa yang berputar tidak selalu sama. Pada mesin bor dan mesin frais, *alat potongnya* yang berputar. Pada mesin bubut, *benda kerjanya* yang berputar, sedangkan pahat hanya bergeser. Menghafal "siapa yang berputar" pada tiap mesin akan menolongmu menentukan gerak potongnya.

3. Mesin bor dan mata bor

Mesin bor membuat lubang bulat. Di bengkel sekolah, jenis yang paling umum adalah mesin bor duduk (diletakkan di meja) atau bor tiang. Mata bor dijepit pada cekam bor di ujung poros utama. Poros itu berputar (gerak potong) dan dapat diturunkan dengan tuas (gerak makan). Kecepatan putaran diubah dengan memindahkan sabuk pada puli bertingkat atau dengan pengatur putaran. Benda kerja dijepit pada ragum mesin atau dijepit pada meja, tidak boleh dipegang tangan.

Alat potongnya adalah **mata bor spiral** (twist drill), yang umumnya terbuat dari baja kecepatan tinggi (HSS, *high speed steel*). Gambar 2.3 menunjukkan bagiannya.

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



Gambar 2.3 Bagian-bagian mata bor spiral dan akibat asahan bibir potong yang tidak sama panjang. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Bagian	Fungsi
Tangkai	bagian yang dijepit di cekam bor; bor besar punya tangkai tirus agar kuat dipasang di mesin
Alur spiral (flute)	jalan keluar tatal dan jalan masuk cairan pendingin
Tepi pemandu (margin)	pita sempit di sepanjang tepi alur yang menjaga lubang tetap bulat dan lurus
Bibir potong (ada dua)	tepi tajam di ujung bor yang menyayat bahan
Tepi lintang	bagian kecil di pusat ujung bor; tidak memotong, melainkan menekan bahan, sehingga ujung bor mudah melantur

Sudut antara kedua bibir potong disebut **sudut ujung**. Untuk baja lunak, nilai yang umum adalah sekitar 118°. Bahan yang lebih keras biasanya memakai sudut ujung yang lebih besar. Ada dua syarat asahan: kedua bibir potong harus **sama panjang** dan **bersudut sama** terhadap sumbu bor. Bila bibir yang satu lebih panjang, bibir itu mengambil hampir seluruh beban, ujung bor bergeser dari sumbu, dan lubang menjadi **lebih besar** daripada diameter bor. Mata bor ikut bergetar. Itulah sebabnya mata bor diasah dengan bantuan mal sudut.

Bor memiliki kelemahan: tepi lintangnya tidak memotong, sehingga ujung bor mudah bergeser di permukaan yang rata. Dua kebiasaan menolongnya:

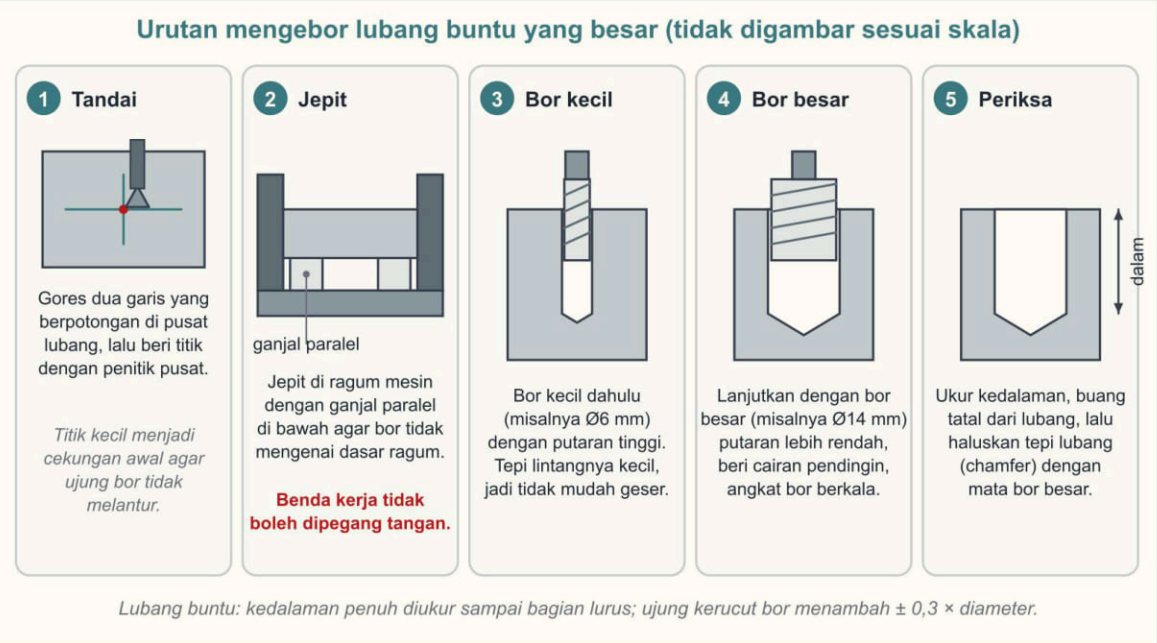
- **Menitik pusat.** Titik pada perpotongan garis memberi cekungan kecil yang menahan ujung bor.
- **Bor pendahulu.** Untuk lubang besar, bor lebih dahulu dengan mata bor kecil (kira-kira sepertiga sampai setengah diameter akhir) agar tepi lintang bor besar tidak lagi bekerja di bahan penuh. Setelah itu baru dilanjutkan dengan bor ukuran akhir.

Putaran mata bor dipilih menurut dua hal: bahan benda kerja dan diameter bor. Makin besar diameter bor, makin *rendah* putarannya. Alasannya, tepi bor yang paling luar bergerak lebih cepat bila diameternya lebih besar; bila putarannya dipertahankan, ujungnya cepat panas dan tumpul. Bahan yang lebih keras juga memerlukan putaran lebih rendah. Cairan pendingin ikut dipakai pada baja. Hitungan putaran dari kecepatan potong dibahas di sub bab 2.6.

Beberapa lubang membutuhkan hasil yang halus dan tepat ukurannya, misalnya lubang untuk pin pemandu. Untuk itu, lubang dibor sedikit lebih kecil, lalu dilebarkan dengan **reamer**, yaitu alat dengan banyak bibir potong lurus yang menghaluskan dinding lubang. Reamer hanya diputar ke satu arah (arah maju, tidak pernah dibalik) dan diberi pendingin.

Gambar 2.4 menunjukkan urutan kerja mengebor lubang buntu yang besar. Lubang buntu adalah lubang yang tidak menembus bahan.

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



Gambar 2.4 Lima langkah mengebor lubang buntu: tandai, jepit, bor pendahulu, bor akhir, periksa. Gambar tidak sesuai skala. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Ujung mata bor berbentuk kerucut. Karena itu, ketika kamu menentukan kedalaman lubang buntu, ujung kerucut harus ikut dihitung. Untuk sudut ujung 118°, tinggi kerucut sekitar 0,3 kali diameter bor. Pada bor Ø10, kerucutnya kira-kira 3 mm. Jika lubang harus *penuh* sampai kedalaman tertentu, mata bor dimasukkan lebih dalam sebesar tinggi kerucut itu.

Keselamatan saat mengebor: ikat rambut dan lepaskan perhiasan; jangan memakai sarung tangan di dekat mata bor yang berputar; pakai kacamata pelindung; lepaskan kunci cekam sebelum mesin dihidupkan; jepit benda kerja kuat-kuat; singkirkan tatal dengan kuas atau kait, bukan dengan tangan; kurangi tekanan saat bor hampir menembus agar benda kerja tidak terangkat dan berputar.

4. Mesin bubut

Mesin bubut membentuk benda yang bulat, seperti poros, bushing, dan baut khusus. Benda kerja dijepit pada **cekam** di ujung poros utama, lalu diputar. Pahat dijepit di **dudukan pahat** pada eretan dan digeser mendekati serta menyusuri benda kerja. Dengan demikian, gerak potong dilakukan oleh benda kerja yang berputar, sedangkan gerak makan dilakukan oleh pahat yang bergeser.

Bagian utama mesin bubut:

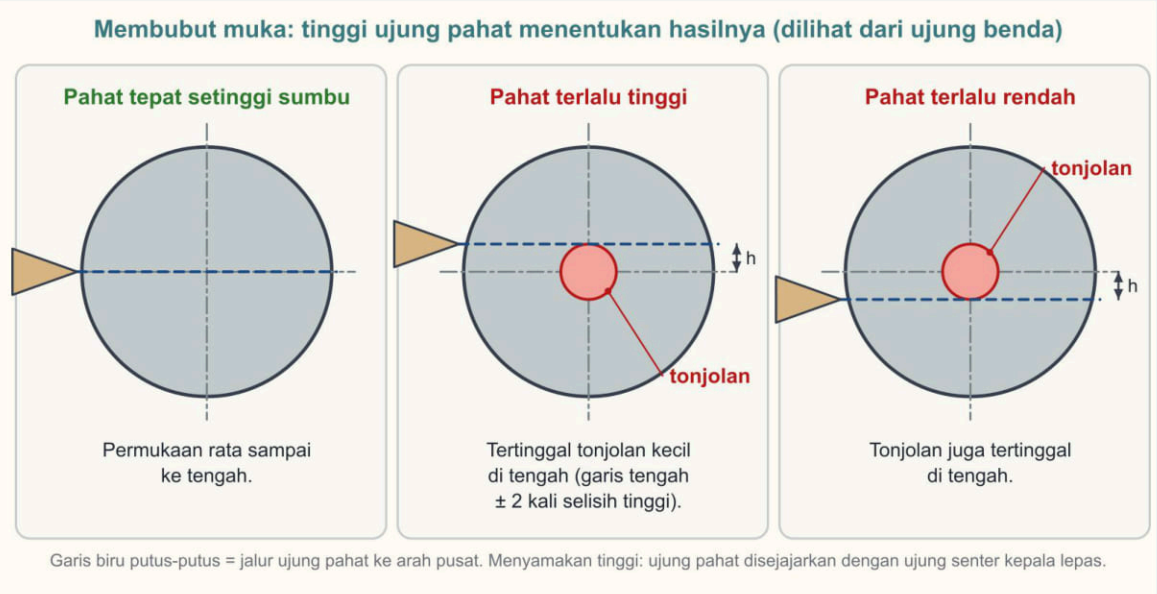
- **Kepala tetap**, yaitu rumah poros utama yang memutar cekam;
- **Cekam**, biasanya berahang tiga yang memusatkan benda bulat sendiri, atau berahang empat yang tiap rahangnya diatur sendiri untuk benda tidak bulat;
- **Eretan**, tempat pahat; eretan memanjang bergerak sejajar sumbu, eretan melintang bergerak tegak lurus sumbu, dan eretan atas dapat diputar untuk bubut tirus;
- **Kepala lepas**, yang dapat dipasangi senter atau mata bor untuk menopang ujung benda panjang atau mengebor di sumbu benda;

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

- **Alas mesin** (bed), rel yang menjadi landasan seluruh bagian itu.

Dengan mesin bubut kamu dapat melakukan beberapa pekerjaan: bubut lurus untuk mengecilkan diameter, bubut muka untuk meratakan ujung benda, bubut tirus, membuat alur, membuat ulir, dan mengebor dari kepala lepas. Pahat bubut adalah baja HSS atau pahat sisipan karbida. Pahat yang baik memiliki **sudut bebas** (supaya sisi pahat tidak menggesek benda), **sudut buang** (supaya tatal mengalir dan terlepas), dan **sudut potong** yang menyisakan cukup bahan agar ujung tidak patah.

Pekerjaan paling dasar yang sering dinilai adalah **bubut muka** (facing), yaitu meratakan ujung benda kerja yang tegak lurus sumbu. Pahat bergerak melintang menuju pusat atau dari pusat ke luar. Syarat utamanya: **ujung pahat harus setinggi sumbu benda kerja**. Gambar 2.5 menjelaskan alasannya.



Gambar 2.5 Ujung benda kerja dilihat dari depan. Jika jalur ujung pahat tidak melewati titik pusat, bagian pusat berjari-jari h tidak terjangkau dan tertinggal sebagai tonjolan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Bayangkan benda kerja diputar dan ujung pahat bergerak menuju pusat pada garis yang berjarak h dari sumbu. Titik-titik yang lebih dekat ke sumbu daripada h tidak pernah tersentuh pahat. Hasilnya adalah **tonjolan** kecil berbentuk kerucut di tengah permukaan, dengan garis tengah kira-kira dua kali selisih tinggi. Hal itu terjadi baik bila pahat terlalu tinggi maupun terlalu rendah. Bila ketinggian sudah tepat, tonjolan hilang dan permukaan rata sampai pusat. Cara menyamakannya: ujung pahat disejajarkan dengan ujung senter kepala lepas, atau pahat diganjal dengan pelat tipis sampai tingginya tepat.

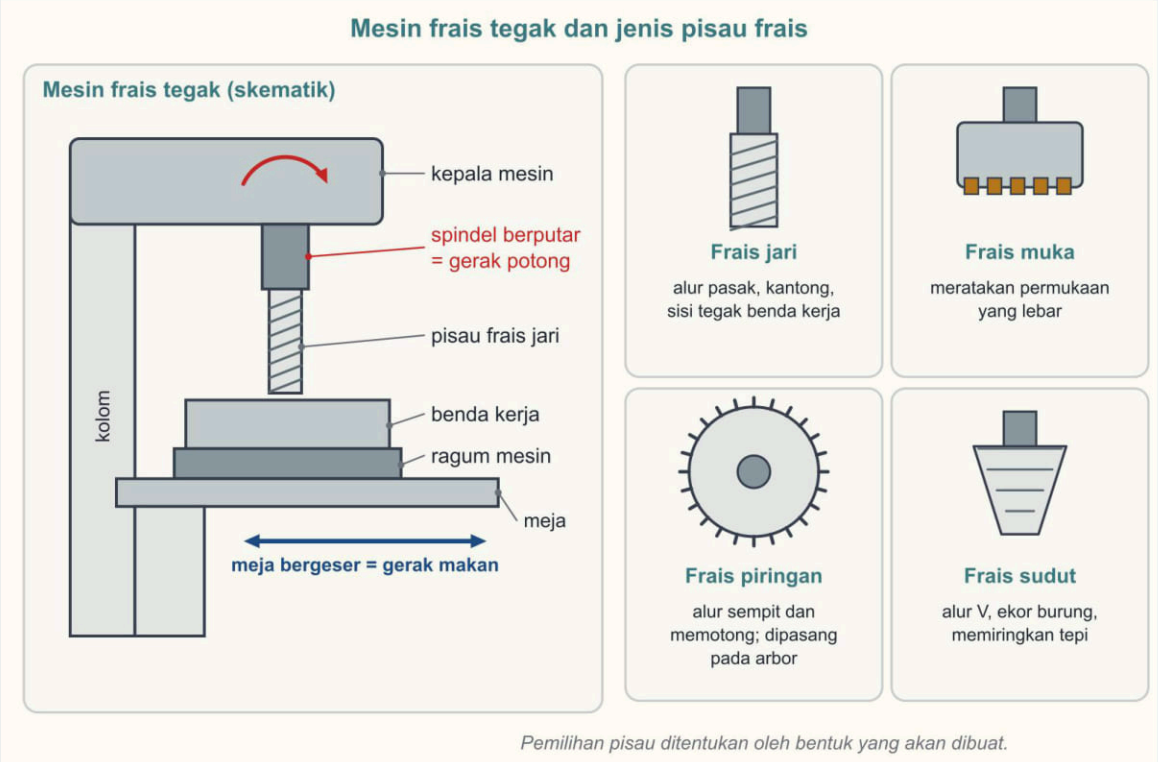
Keselamatan saat membubut: jangan memakai sarung tangan, jam tangan, atau lengan baju longgar; jangan menyentuh benda kerja atau cekam yang berputar; lepaskan kunci cekam sebelum menghidupkan mesin; jangan mengukur atau mengelap benda kerja yang sedang berputar; tatal yang panjang dan tajam disingkirkan dengan kait setelah mesin berhenti total.

5. Mesin frais

Mesin frais membuat bidang rata, alur, kantong, dan bentuk yang tidak bulat. Alat potongnya,

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

pisau frais, berputar dengan beberapa bibir potong, dan benda kerja yang dijepit di ragum pada meja digeser menyentuh pisau. Pada mesin frais tegak (vertikal), poros pisau tegak lurus meja. Pada mesin frais datar (horizontal), poros pisau sejajar meja. Gambar 2.6 memperlihatkan mesin frais tegak dan empat jenis pisau yang paling umum.



Gambar 2.6 Mesin frais tegak dan empat jenis pisau frais beserta kegunaannya. 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

Pisau	Bentuk singkat	Kegunaan
Frais jari (end mill)	silinder dengan alur spiral, memotong di ujung dan di sisi	alur pasak, kantong, sisi tegak, bidang kecil
Frais muka (face mill)	piringan lebar dengan pelat potong di tepinya	meratakan permukaan yang luas dengan cepat
Frais piringan	roda tipis bergigi, dipasang pada arbor	alur sempit atau memotong benda
Frais sudut	berbentuk kerucut	alur V, ekor burung, memiringkan tepi

Satu hal yang perlu kamu perhatikan pada frais jari: ada yang bisa memotong lurus ke bawah seperti mata bor (biasanya yang bermata dua) dan ada yang hanya memotong ke samping. Untuk alur yang tertutup dan berujung bulat, kita memilih frais jari yang dapat menembus ke bawah, dengan garis tengah mengikuti lebar alur. Untuk alur yang ujungnya terbuka dan menembus sisi benda, pilihannya lebih luas.

Keselamatan saat memfrais: pisau frais tajam dan berputar kuat; jangan meraih benda kerja saat pisau berputar, pasang pelindung, dan jangan membersihkan tatal dengan tangan.

6. Mesin gerinda

Mesin gerinda memotong dengan **batu asah**, yaitu butiran abrasif sangat keras yang disatukan dengan pengikat. Tiap butirnya adalah pisau kecil yang menyayat serpihan halus, sehingga hasilnya permukaan yang halus dan ukuran yang teliti. Ada beberapa jenis:

- **Gerinda duduk** (pedestal), dua batu di sisi poros motor; dipakai mengasah pahat, mata bor, dan merapikan tepi benda;
- **Gerinda permukaan**, yang meratakan permukaan dengan teliti; benda kerja digeser maju-mundur di bawah batu;
- **Gerinda silindris**, untuk menghaluskan diameter benda bulat;
- **Gerinda tangan**, yang dibahas di sub bab 2.5.

Karena batu asah berputar sangat cepat dan getas, batu yang pecah bisa terlempar dengan tenaga besar. Aturan dasarnya: pakai pelindung batu, atur penyangga benda (tool rest) sangat dekat dengan batu (kira-kira 2 sampai 3 mm), berdiri di samping bidang putar batu (bukan di depannya), pakai kacamata atau pelindung wajah, jangan menggunakan batu yang retak atau gompal, dan pakai batu pada permukaan yang dirancang untuk mengasah.

Saat mengasah mata bor atau pahat HSS, benda cepat panas. Celupkan sering ke air agar ujungnya tidak terbakar (berubah warna kebiruan dan lunak), dan jangan menekan terlalu keras.

7. Ringkasan

Peta konsep pada Gambar 2.7 merangkum seluruh materi ini.

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

▣ CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Mengebor lubang buntu Ø14 mm sedalam 30 mm

Sebuah balok baja tebal 50 mm harus diberi lubang buntu Ø14 mm. Bagian lubang yang berdiameter penuh harus sedalam 30 mm. Kamu memakai mesin bor duduk dengan ragum mesin dan mata bor Ø6 mm serta Ø14 mm.

Langkah:

1. **Tandai dan titik.** Gores dua garis berpotongan di pusat lubang, lalu titik pusat dengan penitik. Alasannya: cekungan kecil menahan ujung bor sehingga tidak melantur.
2. **Jepit.** Pasang balok di ragum mesin kuat-kuat. Lubang buntu tidak menembus, jadi ganjal paralel tidak wajib di bawah lubang, tetapi balok tetap tidak boleh dipegang tangan.
3. **Hitung kedalaman bor.** Tinggi kerucut ujung bor Ø14 kira-kira 0,3 × 14 = 4,2 mm. Agar bagian lurus penuh sedalam 30 mm, mata bor harus turun sedalam 30 + 4,2 = 34,2 mm, dibulatkan sekitar 34 mm. Atur batas kedalaman mesin pada nilai itu.
4. **Bor pendahulu Ø6 mm** sedalam sekitar 30 mm dengan putaran lebih tinggi. Bor kecil menuntun bor besar.
5. **Bor akhir Ø14 mm** dengan putaran lebih rendah dan cairan pendingin. Angkat bor beberapa kali agar tatal keluar dari lubang yang dalam, bukan menyumbat alur.
6. **Periksa.** Ukur kedalaman dengan batang ukur kedalaman, bersihkan tatal dengan kuas, lalu haluskan tepi lubang.

Jawaban: urutannya tandai, titik, jepit, bor Ø6 mm, bor Ø14 mm sedalam sekitar 34 mm dengan putaran lebih rendah, lalu periksa.

Contoh 2: Memilih mesin dan mengenali geraknya

Seorang siswa menerima empat pekerjaan. Tentukan mesin dan gerak potong serta gerak makannya.

Pekerjaan	Mesin	Gerak potong	Gerak makan
a. Membuat lubang Ø9 mm untuk baut pada pelat	bor	mata bor berputar	mata bor turun
b. Meratakan permukaan atas balok 120 × 80 mm	frais (pisau frais muka)	pisau berputar	meja bergeser
c. Mengecilkan poros dari Ø30 mm menjadi Ø28 mm	bubut	benda kerja berputar	pahat bergeser sejajar sumbu
d. Menajamkan pahat bubut yang tumpul	gerinda duduk	batu berputar	pahat ditekankan dan digeser pada batu

Alasan pemilihan: lubang bulat dibuat dengan bor; bidang rata yang lebar paling cepat dengan pisau frais muka; benda bulat yang diperkecil garis tengahnya dengan bubut; mengasah alat dengan gerinda. Kunci untuk mengenali gerak potong adalah siapa yang berputar paling cepat.

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

Contoh 3: Membaca gejala pada hasil pengeboran

Dua siswa mengebor baja. Siswa A melihat mata bornya cepat tumpul, tatalnya berwarna biru, dan bor mengeluarkan asap tipis. Siswa B mulai mengebor langsung dengan mata bor besar pada permukaan pelat yang rata, dan ujung bor selalu bergeser dari tempat yang ditandai sehingga lubang menyimpang. Tentukan penyebab dan tindakannya.

Gejala	Kemungkinan penyebab	Tindakan
Siswa A: tatal biru, bor cepat tumpul, asap	putaran terlalu tinggi untuk diameter itu, atau tanpa pendingin	turunkan putaran, beri cairan pendingin, kurangi tekanan
Siswa B: lubang membesar dan bor bergetar	bibir potong tidak sama panjang atau sudutnya tidak sama	asah ulang dengan mal sudut agar kedua bibir simetris
Ujung bor melantur dari titik	titik pusat tidak dibuat atau langsung memakai bor besar	titik dengan penitik dan pakai bor pendahulu
Bor patah di lubang yang dalam	tatal menyumbat alur karena bor tidak diangkat	angkat bor berkala, beri pendingin

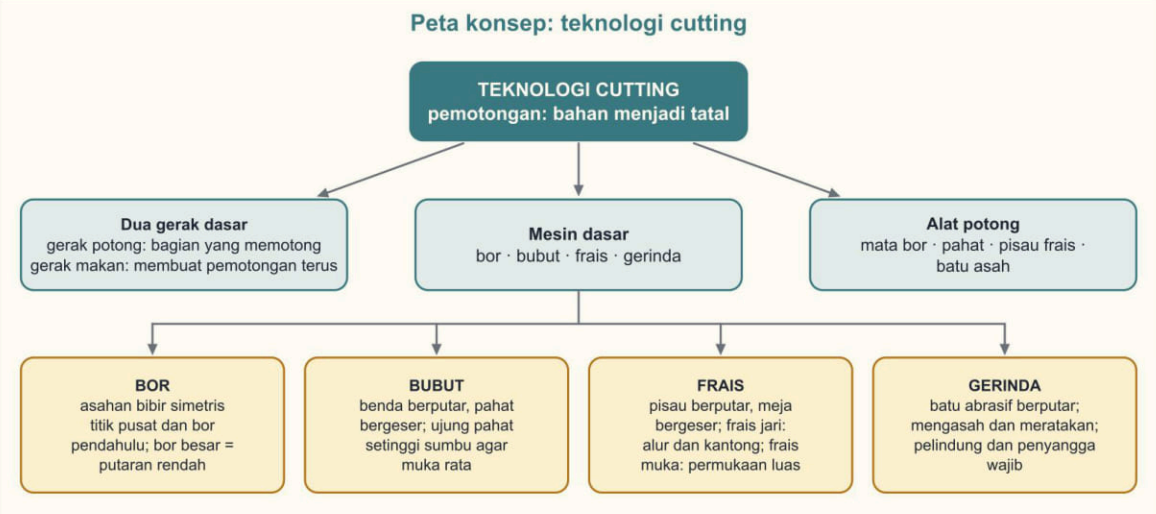
Langkah:

1. Siswa A: tatal biru menunjukkan panas berlebih, yang berasal dari kecepatan potong terlalu tinggi dan kurang pendingin.
2. Siswa B: tepi lintang bor besar lebar dan tidak memotong, sehingga ujung bor tidak menemukan pegangan di permukaan rata. Penyebabnya adalah tidak ada cekungan titik pusat dan tidak ada bor pendahulu.

Jawaban: Siswa A menurunkan putaran dan memakai pendingin; siswa B menitik pusat lubang dengan penitik, mengebor dengan bor kecil lebih dulu, lalu melanjutkan dengan bor besar.

❖ PETA KONSEP

Gambar 2.7 memuat hubungan antarkonsep pada sub bab ini.



Gambar 2.7 Peta konsep sub bab 2.1. 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:

- Cutting membuang bahan sebagai tatal; non-cutting tidak. Gerak potong memotong, gerak makan membuat pemotongan berlanjut.
- Bor: tangkai, alur spiral, tepi pemandu, dua bibir potong, tepi lintang; kedua bibir harus sama panjang dan sama sudut.
- Lubang besar: titik pusat, bor pendahulu, lalu bor akhir dengan putaran lebih rendah; kedalaman lubang buntu memperhitungkan ujung kerucut (± 0,3 × diameter).
- Bubut: benda kerja berputar, pahat bergeser; ujung pahat harus setinggi sumbu, kalau tidak, tertinggal tonjolan di tengah saat bubut muka.
- Frais: pisau berputar, benda kerja bergeser; frais jari untuk alur dan kantong, frais muka untuk permukaan luas.
- Gerinda: batu abrasif; pelindung dan penyangga dekat batu adalah kewajiban.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Soal tentang mesin cutting hampir selalu berupa langkah kerja. Gunakan alur berikut.

1. **Tentukan hasil akhirnya.** Lubang, alur, permukaan rata, atau diameter yang lebih kecil? Hasil akhir menunjuk mesinnya.
2. **Cari kendala yang disebut di soal.** Kalimat seperti "ujung mata bor mudah bergeser" atau "toleransi sangat kecil" adalah petunjuk untuk langkah tambahan (bor pendahulu, reamer).
3. **Susun langkah dari persiapan ke penyelesaian:** tandai, jepit, pilih alat, atur putaran, kerjakan, periksa.
4. **Bandingkan opsi per bagian.** Bila tiga opsi memuat langkah yang sama, bedakan pada bagian yang berbeda saja.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Putaran sama untuk bor kecil dan bor besar.** Padahal bor besar perlu putaran lebih rendah.
- **Langsung memakai bor besar.** Tepi lintang yang lebar membuat ujung bor melantur; bor pendahulu menyelesaikannya.
- **Menyalahkan putaran padahal asahan tidak simetris.** Lubang yang membesar dan bor yang bergetar menunjuk bibir potong.
- **Pahat dianggap boleh sedikit di atas atau di bawah sumbu.** Selisih sekecil apa pun meninggalkan tonjolan.
- **Memilih pisau yang paling besar atau paling lebar.** Pisau harus sesuai bentuk lubang atau alur yang dibuat.

> Contoh salah tafsir: pada soal tentang lubang yang hasilnya lebih besar daripada mata bor, seorang siswa memilih "turunkan putaran" karena mengira putaran tinggi membuat lubang melebar. Padahal gejala lubang membesar disertai getaran adalah ciri bibir potong yang tidak sama panjang, sehingga

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

> solusinya mengasah ulang mata bor.

BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut memuat urutan kerja membuat lubang besar. Cara berpikirnya: tentukan dulu apa yang diminta pada setiap bagian langkah (menitik, bor pendahulu, putaran, cara menjepit), nilai bagian itu satu per satu, lalu bandingkan opsi hanya pada bagian yang berbeda.

►. Dodi harus membuat lubang tembus Ø20 mm pada pelat baja lunak berukuran 150 × 80 × 10 mm memakai mesin bor duduk (2027). Putaran mesin dapat diubah di antara dua tahap pengeboran. Tersedia penitik, mata bor Ø8 mm dan Ø20 mm, ragum mesin yang dasarnya rata tanpa celah, dan sepasang ganjal paralel. Guru mengingatkan bahwa ujung mata bor besar lebar sehingga mudah bergeser dari titik pusat.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Urutan kerja yang paling tepat adalah ....

A. Menitik, bor Ø8 lalu Ø20 pada putaran lebih rendah, pelat diragum langsung di dasar ragum
B. Menitik, bor Ø18 lalu Ø20 pada putaran sama, pelat diragum di atas ganjal paralel
C. Menitik, langsung bor Ø20 pada putaran rendah, pelat diragum di atas ganjal paralel
D. Menitik, bor Ø8 lalu Ø20 pada putaran lebih rendah, pelat diragum di atas ganjal paralel
E. Menitik, bor Ø8 lalu Ø20 pada putaran sama, pelat diragum di atas ganjal paralel

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

Pembahasan **Kunci: D**

Konsep: Lubang besar dibuat bertahap: titik pusat ditandai penitik, dibuat lubang pendahulu (pilot) seukuran inti mata bor besar, lalu mata bor besar dipakai dengan putaran lebih rendah. Benda dijepit ragum dan diganjal paralel agar mata bor yang menembus tidak mengenai dasar ragum.

Langkah:

1. Penitikan → mata bor pendahulu tepat di pusat.
2. Bor pendahulu Ø8 → ujung lebar mata bor Ø20 tidak bergeser dan gaya potong lebih ringan.
3. Diameter besar → putaran diturunkan.
4. Lubang tembus pada ragum berdasar rata → pelat diganjal paralel.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: urutan dan putarannya benar, tetapi ragum berdasar rata tanpa celah; mata bor yang menembus akan mengebor dasar ragum.
• **B.** ✗ Bor pendahulu Ø18 terlalu besar sehingga mata bor Ø20 hanya memotong tipis dan mudah bergetar; putaran Ø20 juga tidak diturunkan.
• **C.** ✗ Jebakan: putaran dan ganjalnya benar, tetapi tanpa bor pendahulu ujung mata bor Ø20 yang lebar mudah bergeser dari pusat.
• **D.** ✓ Semua syarat terpenuhi: penitikan, bor pendahulu, putaran lebih rendah, dan ganjal paralel.
• **E.** ✗ Putaran untuk Ø20 harus lebih rendah daripada untuk Ø8 agar mata bor tidak cepat panas dan tumpul.

Jawaban: D.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk tiap soal, tulis dulu mesin atau alat yang dipakai, lalu hal apa yang membedakan antaropsi.

1. Siswa harus membuat alur pasak selebar 8 mm, panjang 40 mm, dan dalam 4 mm di tengah poros Ø30 mm memakai mesin frais tegak (2027). Kedua ujung alur tertutup dan berbentuk setengah lingkaran agar sesuai dengan pasak berujung bulat. Di ruang alat tersedia beberapa jenis pisau frais.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pisau frais yang paling tepat adalah ....

A. Pisau frais muka (face mill) Ø63 mm untuk meratakan permukaan
B. Pisau frais alur bergigi sisi tebal 8 mm yang dipasang pada arbor
C. Pisau frais jari Ø10 mm dua mata potong yang dapat memotong ke bawah
D. Pisau frais jari Ø8 mm dua mata potong yang dapat memotong ke bawah
E. Pisau frais sudut 45° untuk membuat ekor burung pada benda kerja

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

2. Fitri akan membuat lubang Ø16 mm pada pelat baja lunak dengan mesin bor duduk; ia mengebor dulu dengan mata bor pendahulu Ø5 mm (2027). Mesin bor itu memiliki putaran 300, 450, 700, 1.000, dan 1.500 rpm. Aturan bengkel: pilih putaran tersedia terdekat yang tidak melebihi putaran anjuran.

Diameter mata bor HSS	Putaran anjuran untuk baja lunak
5 mm	1.500 rpm
10 mm	750 rpm
16 mm	470 rpm
20 mm	375 rpm

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

Putaran untuk mata bor Ø5 mm dan Ø16 mm berturut-turut adalah ....

A. 1.500 rpm dan 450 rpm
B. 1.500 rpm dan 700 rpm
C. 450 rpm dan 1.500 rpm
D. 1.000 rpm dan 300 rpm
E. 700 rpm dan 450 rpm

3. Mata bor Ø10 mm milik bengkel tumpul, lalu Vina mengasahnya dengan gerinda duduk (2027). Setelah diasah, sudut mata bor sekitar 118°, tetapi panjang bibir potong kiri tampak lebih panjang daripada bibir kanan. Saat dicoba, lubang yang dihasilkan berdiameter 10,4 mm dan mata bor bergetar.

(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
Lubang menjadi lebih besar karena sudut mata bor 118° terlalu tumpul untuk baja lunak.	○	○
Bibir potong yang tidak sama panjang membuat ujung mata bor tidak tepat di sumbu sehingga lubang membesar.	○	○
Mata bor perlu diasah ulang dan diperiksa dengan mal sudut mata bor sampai kedua bibir sama panjang.	○	○

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

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

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menjelaskan mengapa lubang menjadi lebih besar bila kedua bibir potong mata bor tidak sama panjang?
- Dapatkah kamu menggambar sketsa sederhana yang menunjukkan mengapa pahat yang terlalu tinggi meninggalkan tonjolan di tengah saat bubut muka?
- **Yang harus kuingat:** cutting = ada tatal; gerak potong dan gerak makan; bor pendahulu sebelum bor besar; ujung pahat setinggi sumbu; frais jari untuk alur dan frais muka untuk permukaan luas.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 2.1: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

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

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Sub bab 2.2 · Teknologi non-cutting: menekuk, mengerol, membentuk

SMKTM-2.2

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu memahami **teknologi non-cutting**, yaitu cara membentuk logam *tanpa* membuang bahannya. Di sekolah dan bengkel kecil, wujud yang paling sering kamu temui adalah menekuk pelat dan pipa, mengerol pelat menjadi tabung, serta membentuk dengan palu. Soal berupa kasus: sebuah benda mengalami cacat (sudutnya meleset, bagian luarnya retak, pipanya gepeng), lalu kamu diminta menemukan penyebab dan perbaikan yang tepat. Karena itu, kamu perlu mengerti *apa yang terjadi di dalam logam* saat ia dilengkungkan.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- membedakan proses non-cutting dari proses cutting dan menyebut contohnya;
- menjelaskan sisi tarik, sisi tekan, dan garis netral pada tekukan, serta pegas balik (springback) dan cara mengatasinya;
- menentukan radius dan arah garis tekuk yang aman agar pelat tidak retak;
- menjelaskan cara menekuk pipa dan mengerol pelat dengan benar, termasuk cara mencegah cacat;
- menghitung panjang bahan sederhana untuk tabung dan bengkokan pipa.

◆ KONSEP INTI

Di sub bab 2.1 kamu belajar bahwa proses cutting menghasilkan tatal. Cara kedua untuk membentuk logam adalah **non-cutting**: logam diubah bentuknya dengan gaya, panas, atau cetakan, tanpa ada bagian yang terbuang. Hasilnya lebih hemat bahan dan, pada banyak kasus, lebih kuat karena serat logam tidak terpotong. Bengkel pembuat atap, tangki, rangka kursi, dan bodi kendaraan sangat bergantung pada cara ini.

1. Macam-macam proses non-cutting

Gambar 2.8 merangkum lima proses non-cutting beserta contoh hasilnya.

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



Gambar 2.8 Lima proses non-cutting dan contoh benda yang dihasilkan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Menekuk:** pelat atau pipa dibengkokkan pada garis tertentu, misalnya untuk braket siku atau rangka pipa.
- **Mengerol:** pelat dilengkungkan terus-menerus di antara rol sehingga membentuk tabung atau lengkungan, misalnya cerobong dan tangki.
- **Menempa:** logam dipanaskan sampai merah dan lunak, lalu dipukul atau ditekan sampai berbentuk, misalnya pahat dan engsel.
- **Menekan dengan cetakan (menarik dalam):** pelat ditekan masuk ke cetakan sehingga berbentuk mangkuk atau bodi, misalnya panci dan wastafel.
- **Mengecor:** logam cair dituang ke cetakan, misalnya rumah pompa dan blok mesin.

Pada sub bab ini kita menyoroti tiga yang paling sering dikerjakan di bengkel sekolah: menekuk, mengerol, dan membentuk dengan alat tangan.

2. Mengapa logam bisa diubah bentuknya: elastis dan plastis

Logam punya dua macam perilaku ketika ditekan atau ditarik.

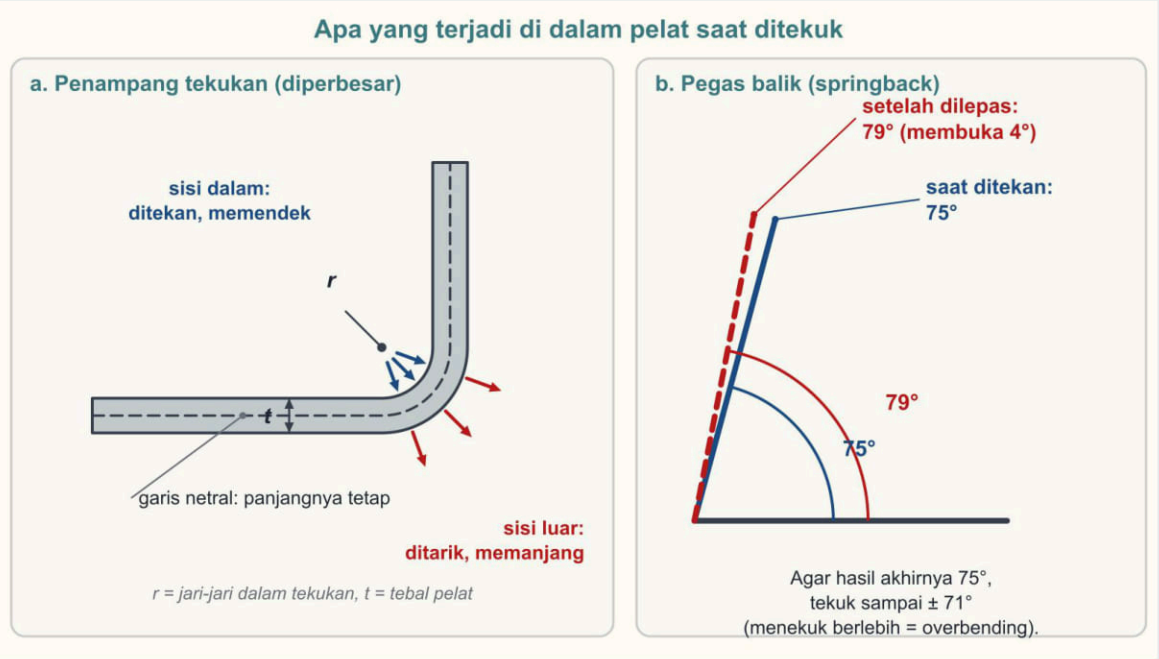
- **Elastis:** bila gayanya kecil, logam berubah bentuk sedikit dan kembali ke bentuk semula saat gaya dilepas, seperti pegas.
- **Plastis:** bila gayanya cukup besar, logam berubah bentuk *tetap*. Bentuk baru inilah yang kita inginkan pada proses non-cutting.

Penting dipahami: ketika logam dibengkokkan sampai plastis, di dalamnya masih tersisa sebagian perubahan yang bersifat elastis. Begitu gaya dilepas, bagian elastis itu "bangkit" kembali. Itulah asal dari **pegas balik**, yang dibahas di bawah.

3. Menekuk pelat

Menekuk pelat berarti memberi gaya pada sebuah garis sehingga pelat melipat di garis itu. Gambar 2.9 menunjukkan apa yang terjadi di dalam pelat.

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



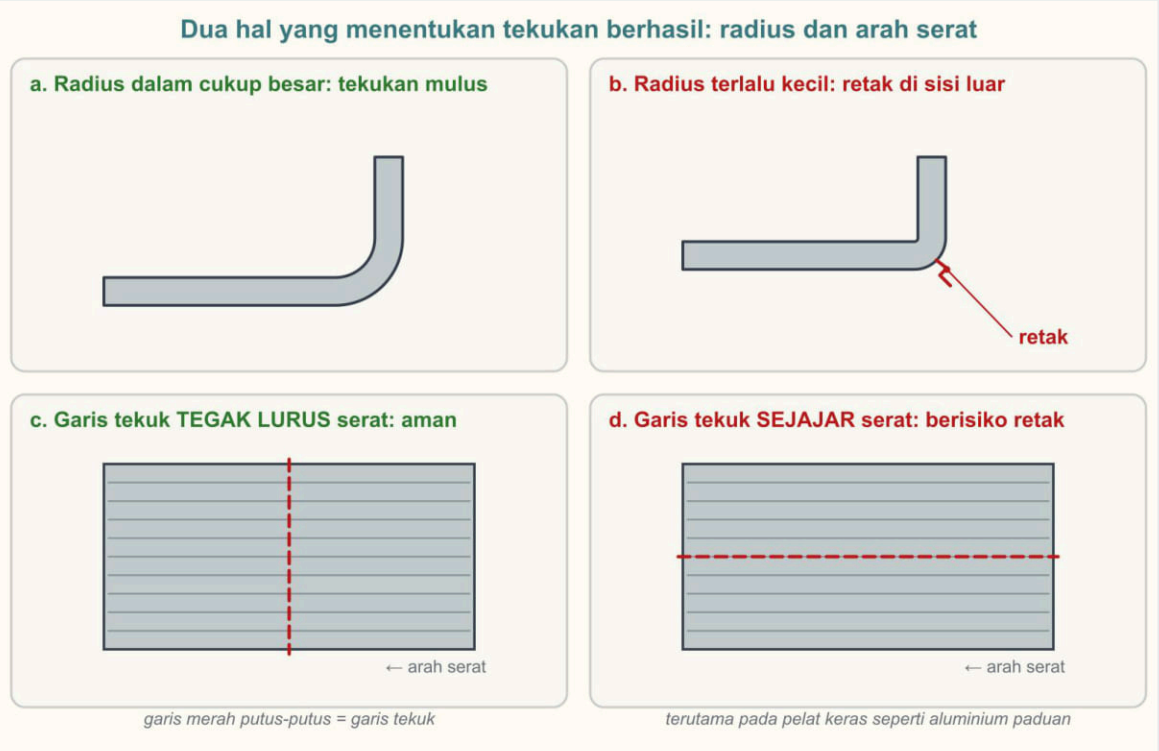
Gambar 2.9 (a) Sisi luar tekukan ditarik, sisi dalam ditekan, dan garis netral panjangnya tetap. (b) Pegas balik: sudut membuka setelah gaya dilepas. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Sisi tarik, sisi tekan, dan garis netral. Pada tekukan, bagian pelat yang berada di luar lengkungan harus menempuh lintasan lebih panjang, sehingga ia **ditarik dan memanjang**. Bagian di dalam lengkungan menempuh lintasan lebih pendek, sehingga ia **ditekan dan memendek**. Di antara keduanya ada lapisan yang panjangnya tidak berubah, yaitu **garis netral**. Semakin tebal pelat atau semakin kecil jari-jari tekukan, semakin besar perpanjangan di sisi luar.

Jari-jari tekukan (radius). Jari-jari dalam tekukan diberi lambang r, tebal pelat t. Bila r terlalu kecil dibandingkan t, sisi luar teregang melampaui batas kemampuan bahan, lalu **retak** (Gambar 2.10b). Pelat lunak seperti baja karbon rendah dapat ditekuk dengan radius yang kecil, kira-kira sebesar tebalnya. Bahan yang lebih keras, misalnya aluminium paduan keras atau baja tahan karat, memerlukan radius yang lebih besar, sering beberapa kali tebal pelat. Daftar anjuran radius minimum biasanya dari pemasok pelat; di bengkel, selalu coba satu benda uji lebih dulu.

Arah serat. Pelat yang dihasilkan pabrik dengan cara digilas memiliki *serat* memanjang searah gilasan. Garis tekuk yang **tegak lurus serat** lebih aman daripada garis tekuk yang **sejajar serat**, yang mudah retak di sisi luar, terutama pada pelat keras (Gambar 2.10c dan 2.10d).

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



Gambar 2.10 Radius dalam yang cukup besar dan garis tekuk tegak lurus serat menghindarkan retak. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Goresan penanda. Garis tekuk perlu ditandai. Goresan tajam yang dalam di sisi luar tekukan dapat menjadi titik awal retak, jadi pelat keras sebaiknya ditandai dengan spidol atau goresan sangat tipis.

Pegas balik dan tekuk berlebih. Setelah gaya dilepas, pelat membuka sedikit (Gambar 2.9b). Besar pegas balik bergantung pada bahan dan radius: bahan yang lebih keras dan radius yang lebih besar memberi pegas balik lebih besar. Pada semua pelat, pegas balik tetap ada, termasuk pada pelat yang tebal. Cara mengatasinya adalah **menekuk berlebih** (overbending): pelat ditekuk sedikit lebih dari sudut yang diinginkan sebesar pegas balik, sehingga setelah membuka sudutnya pas. Besarnya ditentukan dari benda uji: tekuk satu potong, lepaskan, ukur sudut akhirnya, lalu setel selisihnya.

Kerja dingin. Setiap kali logam dibengkokkan pada suhu biasa, ia menjadi lebih keras dan lebih getas pada bagian itu. Menekuk lalu meluruskan, lalu menekuk lagi pada garis yang sama, akan membuat pelat retak atau patah. Karena itu, tekukan dikerjakan sekali dengan benar.

Alat untuk menekuk pelat:

- **Ragum dan palu:** untuk pelat dan strip tipis. Garis tekuk ditempatkan sejajar tepi rahang, pelat dijepit kuat, lalu dipukul dekat garis tekuk dengan palu yang permukaannya dilindungi (misalnya palu lunak atau alas pukul dari bahan yang lebih lunak daripada pelat) agar permukaan tidak penyok.
- **Mesin tekuk (mesin lipat):** pelat dijepit di antara dua bilah, lalu bilah ditekuk ke atas. Cocok untuk pelat tipis yang lebar.

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

- **Mesin press brake:** pelat ditekan oleh bilah ke dalam cetakan berbentuk V; sudut ditentukan kedalaman tekan.

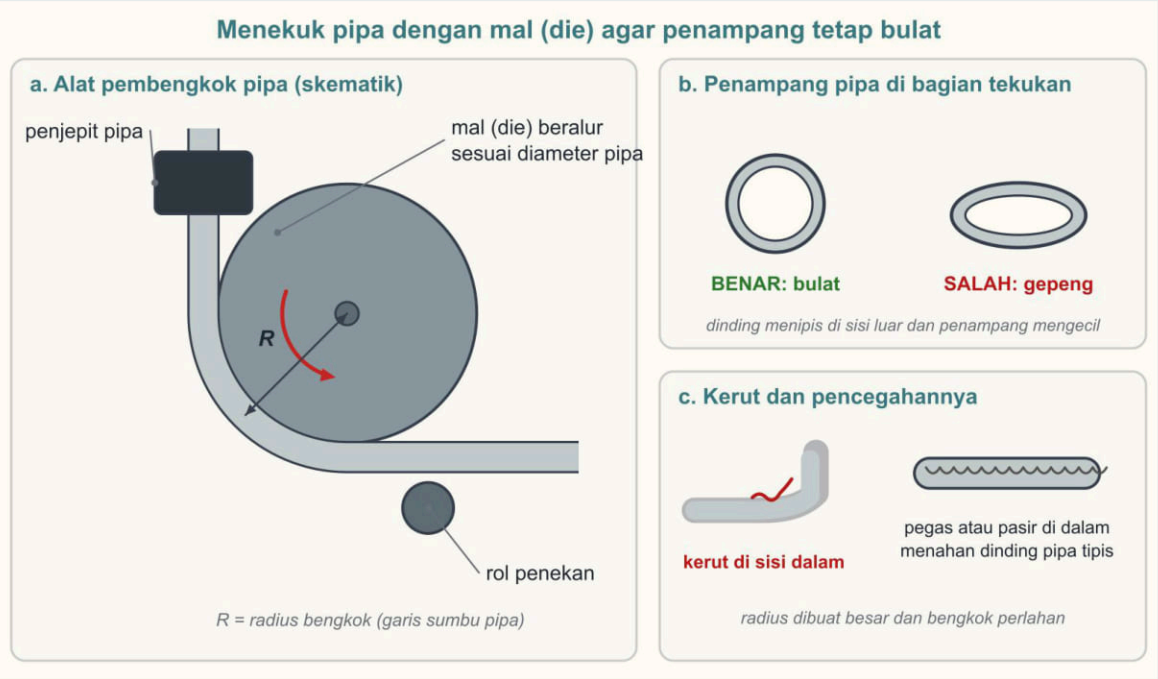
Langkah menekuk pelat (di ragum atau mesin tekuk):

1. Ukur dan gambar bentangan pelat, lalu potong sesuai ukuran.
2. Tandai garis tekuk dengan penggores atau spidol, pastikan tegak lurus serat bila bahan keras.
3. Jepit pelat dengan garis tekuk tepat di tepi rahang atau bilah.
4. Tekuk sedikit demi sedikit, periksa sudutnya dengan busur atau mal sudut.
5. Lakukan tekuk berlebih sesuai hasil benda uji; periksa hasil akhir.

Keselamatan: jauhkan jari dari celah antara bilah dan pelat, pakai sarung tangan saat memegang pelat bertepi tajam (tetapi lepas sarung tangan di dekat bagian mesin yang berputar), dan jangan memanaskan baja berlapis seng tanpa ventilasi karena menghasilkan asap berbahaya.

4. Menekuk pipa

Menekuk pipa lebih sulit daripada menekuk pelat karena penampangnya berongga. Jika pipa dibengkokkan tanpa penopang, sisi luar menipis dan tertarik, sedangkan sisi dalam tertekan. Hasilnya penampang menjadi **gepeng** (oval) dan sisi dalam **berkerut**. Pipa yang gepeng dan berkerut lebih lemah, alirannya tersumbat, dan sambungannya jelek (lihat Gambar 2.11).



Gambar 2.11 Alat pembengkok pipa dengan mal beralur, serta cacat gepeng dan kerut yang perlu dicegah. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Cara yang benar memakai **alat pembengkok pipa**: pipa dijepit pada satu ujung, lalu ditarik mengelilingi **mal (die)** yang berbentuk roda dengan alur sesuai diameter pipa. Alur itu menahan dinding pipa sehingga penampang tetap hampir bulat. Roller penekan menjaga pipa tetap menempel pada mal. Radius lengkung ditetapkan oleh mal. Pedoman umumnya,

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

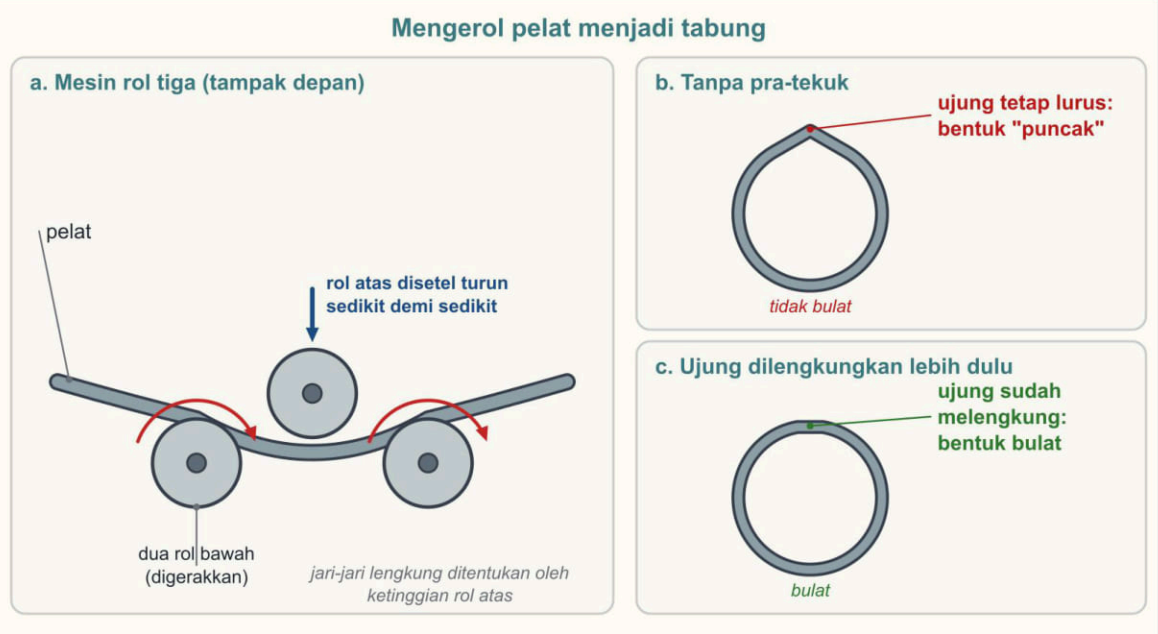
pipa dibengkokkan dengan radius beberapa kali diameter (sekitar tiga sampai lima kali pada pipa tanpa pengisi); radius yang terlalu kecil mendorong gepeng dan kerut.

Untuk pipa berdinding tipis atau radius kecil, bagian dalam pipa dapat diberi **pegas penopang** atau **diisi pasir kering** (ujung ditutup) agar dindingnya tidak runtuh. Pipa tebal kadang dibengkokkan dalam keadaan panas, tetapi ini pekerjaan khusus yang dilakukan dengan pengawasan.

Pipa tidak dibengkokkan dengan cara menekuknya pada tiang atau sudut meja, sebab tumpuan yang sempit membuat pipa melipat di satu titik. Kecepatan menekuk juga tidak perlu dihentak: tarik perlahan dan rata.

5. Mengerol pelat

Mengerol membuat pelat melengkung sepanjang bidang. Dengan mesin rol tiga, pelat melewati tiga rol: dua rol bawah yang menyangga dan digerakkan, dan satu rol atas yang dapat disetel naik-turun (Gambar 2.12a). Makin rendah rol atas, makin kecil jari-jari lengkungnya.



Gambar 2.12 (a) Mesin rol tiga; (b) tanpa pra-tekuk ujung pelat tetap lurus; (c) dengan pra-tekuk bentuk menjadi bulat. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Ada satu kelemahan khas: kedua **ujung** pelat tidak tersentuh rol dengan baik, sehingga tetap lurus. Setelah dirol menjadi tabung, ujung yang lurus itu membuat sambungan berbentuk "puncak" (Gambar 2.12b). Cara mencegahnya adalah **pra-tekuk** (melengkungkan ujung terlebih dulu) di mesin atau di ragum sebelum seluruh pelat dirol (Gambar 2.12c).

Langkah mengerol:

1. Hitung panjang bentangan pelat (lihat contoh di bawah).
2. Pra-tekuk kedua ujung pelat.
3. Masukkan pelat ke mesin, setel rol atas **sedikit demi sedikit**, bukan sekali sampai rapat.

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

4. Gulirkan pelat bolak-balik beberapa kali setiap penyetelan.
5. Periksa dengan **mal radius** atau template di beberapa titik, lalu lanjutkan sampai radius tercapai.
6. Rapatkan ujung, lalu sambung (biasanya dilas).

Keselamatan: jari tidak boleh ada di dekat celah rol; jangan menuntun pelat dengan tangan terlalu dekat dengan rol; jauhkan pakaian longgar.

6. Membentuk, menempa, dan proses lain

Membentuk dengan palu dan landasan dipakai untuk membuat bentuk melengkung yang tidak mungkin dibuat mesin sederhana, misalnya cekungan atau kubah dari pelat. Pelat dipukul sedikit demi sedikit di atas landasan atau bantalan pasir. **Menempa** memakai logam yang dipanaskan sampai berwarna merah-oranye supaya lunak; palu atau mesin tempa membentuknya, dan serat logam mengikuti bentuk benda sehingga kuat. **Menekan cetakan** dipakai pabrik untuk membuat barang secara massal, dan **pengecoran** untuk bentuk yang rumit seperti blok mesin. Pengerjaan panas (menempa) dilakukan dengan alat pelindung lengkap dan pengawasan.

7. Ringkasan

Peta konsep pada Gambar 2.13 menyusun seluruh materi di atas.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Menentukan setelan tekuk dengan pegas balik

Sebuah dudukan harus bersudut **75°** (sudut antara dua sisi). Bengkel menekuk satu benda uji sampai busur menunjukkan 75° saat masih ditekan. Setelah dilepas dari mesin, sudutnya terukur **79°**. Bagaimana setelan untuk benda berikutnya?

Langkah:

1. Hitung pegas balik: 79° − 75° = 4°. Pelat membuka 4° saat dilepas.
2. Agar hasil akhir 75°, pelat harus ditekuk lebih sempit sebesar 4°: 75° − 4° = 71°.
3. Setel mesin sampai sudut tertekan 71°, tekuk satu benda uji lagi, lepas, dan ukur.
4. Jika hasil akhirnya 75°, produksi dapat dilanjutkan. Jika masih meleset, ubah setelan sesuai selisih yang baru.

Jawaban: tekuk sampai sekitar 71°. Setelan tidak boleh langsung dipakai untuk bahan lain, karena pegas balik berbeda pada bahan yang lebih keras.

Contoh 2: Panjang pelat untuk tabung

Seorang siswa akan membuat selongsong silinder berdiameter luar 200 mm dari pelat tebal 2 mm. Berapa panjang pelat yang harus disiapkan (tanpa sambungan las yang menambah)?

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

Langkah:

1. Selama dilengkungkan, panjang garis netral di tengah tebal tidak berubah. Maka panjang pelat sama dengan keliling lingkaran garis netral.
2. Diameter garis netral = diameter luar dikurangi satu kali tebal: 200 − 2 = 198 mm.
3. Panjang pelat = π × diameter = 3,1416 × 198 ≈ 622 mm.
4. Lebar pelat sama dengan panjang tabung yang diinginkan.

Jawaban: sekitar **622 mm**. Jika kamu memakai diameter luar (200 mm), hasilnya 628 mm, sehingga tabung akan kekurangan atau kelebihan sekitar 6 mm.

Contoh 3: Panjang bahan untuk bengkokan pipa

Sebuah pegangan dibuat dari pipa Ø20 mm. Dua bagian lurusnya 300 mm dan 250 mm, dihubungkan bengkokan 90° dengan radius sumbu 100 mm. Berapa panjang pipa yang dipotong?

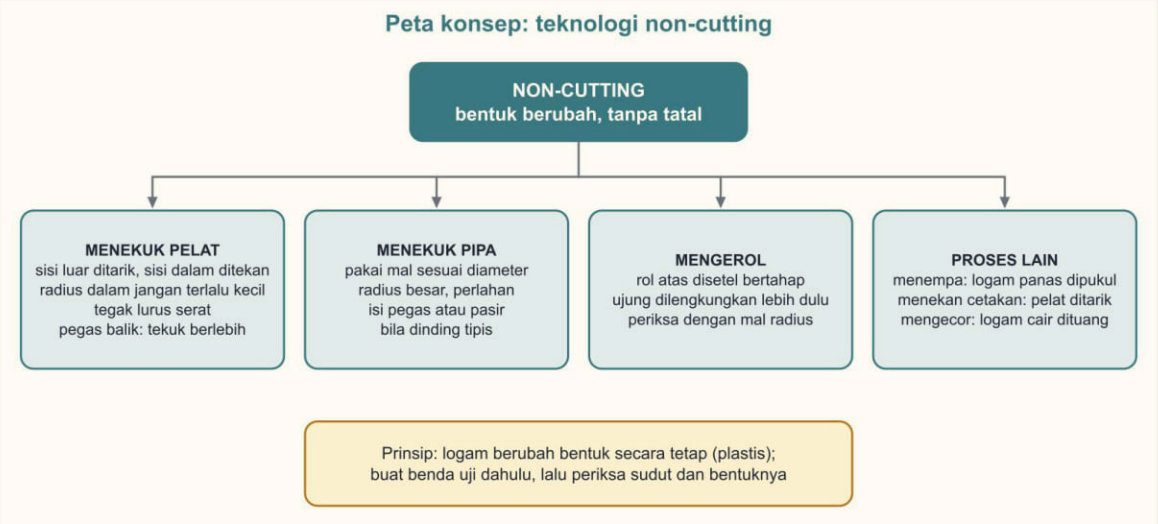
Langkah:

1. Periksa radius: 100 mm = 5 × diameter pipa, wajar untuk bengkokan tanpa pengisi.
2. Panjang busur bengkokan 90° = seperempat keliling lingkaran berjari-jari 100 mm: (1/4) × 2 × π × 100 = 157 mm.
3. Jumlahkan: 300 + 250 + 157 = 707 mm.
4. Tambahkan sedikit panjang cadangan bila ujung pipa perlu dijepit di alat.

Jawaban: sekitar **707 mm**. Panjang bagian lurus di sini diukur dari ujung pipa sampai awal bengkokan, bukan sampai titik sudut khayal pertemuan kedua sumbu.

❖ PETA KONSEP

Hubungan antarkonsep pada sub bab ini ditunjukkan Gambar 2.13.



Gambar 2.13 Peta konsep sub bab 2.2. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- Non-cutting mengubah bentuk logam tanpa membuang bahan: menekuk, mengerol, menempa, menekan cetakan, mengecor.

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

- Pada tekukan, sisi luar ditarik, sisi dalam ditekan, garis netral tidak berubah panjang.
- Radius dalam yang terlalu kecil membuat sisi luar retak; garis tekuk sebaiknya tegak lurus serat.
- Pegas balik selalu ada; atasi dengan menekuk berlebih sebesar pegas balik hasil benda uji.
- Pipa ditekuk dengan mal beralur dan radius cukup besar; pipa tipis diisi pegas atau pasir.
- Pelat dirol bertahap; ujungnya dilengkungkan lebih dulu agar hasilnya bulat.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Soal non-cutting umumnya menunjukkan sebuah cacat. Gunakan langkah berikut.

1. **Sebutkan cacatnya dengan kata sendiri.** Retak, sudut meleset, gepeng, kerut, atau bentuk "puncak" masing-masing punya penyebab khas.
2. **Cocokkan cacat dengan penyebabnya:** retak di sisi luar menunjuk radius terlalu kecil, goresan tajam, atau arah serat; sudut membuka menunjuk pegas balik; gepeng dan kerut menunjuk tumpuan pipa yang tidak sesuai atau radius terlalu kecil; "puncak" menunjuk ujung pelat yang tidak dilengkungkan lebih dulu.
3. **Pilih perbaikan yang menyerang penyebabnya,** bukan yang hanya menutupi gejalanya.
4. **Coba satu benda uji dulu** sebelum seluruh benda dikerjakan.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Pelat tebal dianggap tidak mengalami pegas balik.** Semua pelat mengalaminya.
- **Memanaskan pelat atau pipa sembarang** sebagai jalan keluar, padahal bahan atau pekerjaan tidak mengizinkannya.
- **Memperbaiki sudut dengan memukul tekukan sampai tepat.** Pukulan menambah kerja dingin dan merusak permukaan; setel tekukan berlebih.
- **Mengganti ketebalan sebagai satu-satunya solusi retak.** Yang menentukan adalah perbandingan radius dan tebal, bukan tebal saja.
- **Mengerol langsung sampai radius akhir dalam satu kali lewat.** Tekanan besar sekaligus menimbulkan cacat; lakukan bertahap.

> Contoh salah tafsir: pada soal tentang dudukan yang sudutnya selalu 3° lebih besar daripada setelan mesin, seorang siswa memilih "ganti ke pelat yang lebih tebal agar tidak membuka". Padahal pegas balik terjadi pada semua pelat; penyelesaian yang tepat adalah menekuk berlebih sebesar 3° setelah diuji pada satu benda.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut mengaitkan sebuah hasil tekukan yang meleset dengan beberapa kemungkinan penyetelan. Cara berpikirnya: tentukan dulu gejalanya (sudut bertambah setelah gaya dilepas),

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

tuliskan konsep yang menjelaskannya, lalu uji tiap opsi dengan pertanyaan "apakah ini mengatasi penyebabnya?"

►. Bengkel fabrikasi sekolah membuat 30 braket siku 90° dari pelat baja lunak tebal 2 mm memakai mesin tekuk manual (2027). Pada braket percobaan, setelah tuas mesin dilepas sudutnya terukur 92°, padahal saat ditekan bilah mesin sudah tepat 90°. Garis tekuk sudah berada tepat di ujung bilah penekan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penyetelan yang paling tepat untuk braket berikutnya adalah ....

A. Menekuk pelat sedikit melewati 90°, sekitar 88°, agar setelah dilepas kembali 90°
B. Memanaskan garis tekuk dengan brander sebelum ditekuk agar pelat tidak membalik
C. Menggeser garis tekuk 2 mm dari bilah penekan agar sudutnya ikut berubah
D. Menekuk sampai 90°, lalu memukul sudutnya dengan palu sampai busur menunjukkan 90°
E. Mengganti pelat dengan tebal 3 mm karena pelat tebal tidak mengalami pegas balik

Pembahasan **Kunci: A**

Konsep: Setelah gaya tekuk dilepas, pelat kembali sedikit ke arah semula (pegas balik / springback). Untuk mendapat sudut akhir yang tepat, pelat ditekuk sedikit melebihi sudut yang diinginkan (overbending).

Langkah:
1. Sudut saat ditekan 90°, setelah dilepas 92° → pegas balik 2°.
2. Agar hasil akhir 90°, tekuk sampai sekitar 90° − 2° = 88°, lalu periksa braket percobaan berikutnya.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Overbending sebesar pegas balik menghasilkan sudut akhir 90° secara berulang.
• **B.** ✗ Pemanasan mengubah sifat bahan dan tidak praktis untuk 30 braket; pegas balik cukup diatasi dengan penyetelan sudut.
• **C.** ✗ Menggeser garis tekuk mengubah panjang kaki braket, bukan besar sudutnya.
• **D.** ✗ Jebakan: sudut bisa tercapai, tetapi pukulan meninggalkan bekas dan hasilnya tidak seragam untuk 30 braket.
• **E.** ✗ Pelat yang lebih tebal tetap mengalami pegas balik dan tidak sesuai gambar.

Jawaban: A.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk tiap soal, tulis dulu cacat atau tujuan pekerjaannya, lalu penyebab yang paling mungkin.

1. Bengkel sekolah membuat 20 dudukan berbentuk U dari pelat aluminium keras tebal 2 mm memakai mesin tekuk (2027). Garis tekuk ditandai dengan penggores tajam di sisi luar tekukan, dan pelat ditekuk dengan radius sekecil mungkin agar sudutnya tampak tajam. Beberapa dudukan retak memanjang di sisi luar tekukan.

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 yang tepat tentang masalah tersebut adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Mengganti pelat dengan aluminium keras tebal 3 mm agar tidak retak pada radius yang sama.
☐ B. Radius tekuk yang terlalu kecil membuat sisi luar tekukan teregang berlebihan sehingga retak.
☐ C. Retak terjadi karena pelat ditekuk terlalu pelan, sehingga tekukan perlu dilakukan sekali hentak.
☐ D. Goresan penanda di sisi luar tekukan dapat menjadi titik awal retak, jadi tanda sebaiknya dibuat dengan spidol.
☐ E. Radius yang lebih besar dicoba dulu pada satu benda uji sebelum 20 dudukan dikerjakan.

2. Siswa membuat siku penahan rak dari pelat strip baja lunak 3 mm × 25 mm dengan menekuknya 90° di ragum memakai palu (2027). Garis tekuk sudah ditandai dengan spidol. Guru meminta hasil tekukan tepat di garis tanda dan permukaannya tidak penyok.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Cara kerja yang paling tepat adalah ....

A. Garis tanda 5 mm di atas rahang, lalu pelat dipukul di dekat garis tekuk memakai palu beralas balok kayu
B. Pelat dijepit agak miring agar mudah ditekuk, lalu dipukul di dekat garis tekuk memakai palu baja
C. Garis tanda tepat di tepi rahang, lalu pelat dipukul pada ujung yang jauh dari rahang memakai palu
D. Pelat dipegang dengan tang di atas landasan, lalu dipukul sedikit demi sedikit sampai membentuk siku
E. Garis tanda tepat di tepi rahang, lalu pelat dipukul di dekat garis tekuk memakai palu beralas balok kayu

Kunci singkat: 1. B, D, E 2. E

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

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menjelaskan mengapa sisi luar tekukan yang kecil radiusnya lebih mudah retak?
- Dapatkah kamu menjelaskan mengapa pelat yang diperbaiki dengan menekuk berlebih tetap bersudut tepat tanpa dipukul-pukul?
- **Yang harus kuingat:** sisi luar ditarik, sisi dalam ditekan; radius terlalu kecil dan sejajar serat membuat retak; pegas balik selalu ada; pipa ditekuk dengan mal; pelat dirol bertahap dengan ujung dilengkungkan lebih dulu.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 2.2: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

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

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

Sub bab 2.3 · Alat ukur: jangka sorong, mikrometer, mistar baja

SMKTM-2.3

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi menyebut tiga alat ukur untuk Teknik Mesin: **mistar baja, jangka sorong, dan mikrometer**. Pada soal, kamu jarang diminta menyebut nama bagian. Yang sering muncul adalah *gambar skala* yang harus kamu baca, lalu hasilnya dibandingkan dengan gambar kerja: apakah benda diterima atau ditolak? Selain itu ada kasus yang menanyakan alat mana yang paling tepat, atau mengapa hasil ukur seorang siswa tidak dapat dipercaya (alat tidak dinolkan, mata miring, benda masih panas, mikrometer diputar terlalu keras). Soal pembacaan biasanya tergolong sulit karena satu langkah yang terlewat, misalnya lupa menambahkan setengah milimeter, membuat jawaban meleset.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan arti ketelitian alat ukur dan toleransi ukuran;
- membaca mistar baja, jangka sorong (nonius 0,05 mm dan 0,02 mm), dan mikrometer luar (0,01 mm);
- memeriksa dan mengoreksi kesalahan nol serta menghindari kesalahan umum saat mengukur;
- memilih alat yang paling tepat menurut ketelitian yang dibutuhkan;
- menilai apakah hasil ukur masih berada di dalam batas toleransi pada gambar kerja.

◆ KONSEP INTI

Bayangkan dua poros yang akan dimasukkan ke lubang bantalan. Jika garis tengah poros lebih besar 0,1 mm daripada seharusnya, poros itu tidak muat. Jika lebih kecil 0,1 mm, poros akan goyang. Di bengkel pemesinan, selisih sepersepuluh milimeter sudah menentukan benda itu layak atau tidak. Karena itu, pemesin bekerja dengan **alat ukur**, bukan dengan perkiraan mata. Sub bab ini membahas apa yang diukur, alat yang dipakai, cara membacanya, dan bagaimana menilai hasilnya.

1. Ketelitian dan toleransi

Dua istilah berikut harus dibedakan.

- **Ketelitian alat** (disebut juga kecermatan atau skala terkecil) adalah nilai terkecil yang dapat dibaca pada alat itu. Mistar baja berketelitian sekitar 0,5 mm, jangka sorong 0,05 atau 0,02 mm, dan mikrometer 0,01 mm.
- **Toleransi** adalah selisih ukuran yang *masih diizinkan* pada gambar kerja. Ukuran Ø20 ± 0,05 berarti diameter boleh berkisar dari 19,95 mm sampai 20,05 mm. Di luar batas itu, benda ditolak.

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

Alat yang dipilih harus memiliki ketelitian yang jauh lebih halus daripada rentang toleransinya. Jika rentang toleransi 0,1 mm dan kamu memakai mistar berketelitian 0,5 mm, hasilnya tidak berarti apa-apa.

2. Mistar baja

Mistar baja (penggaris baja) terbuat dari baja tahan karat yang keras dan lurus. Skalanya tertera dalam milimeter, dan biasanya ada skala setengah milimeter pada sebagian panjangnya. Panjang yang umum adalah 150, 300, 600, dan 1.000 mm. Mistar dipakai untuk mengukur panjang, lebar, dan jarak dengan ketelitian sekitar 0,5 mm, misalnya untuk menandai pelat sebelum digunting atau memeriksa panjang batang yang toleransinya longgar. Mistar baja juga dipakai sebagai penuntun saat menggores.

Cara membaca mistar adalah membaca garis terdekat. Tiga hal perlu diperhatikan:

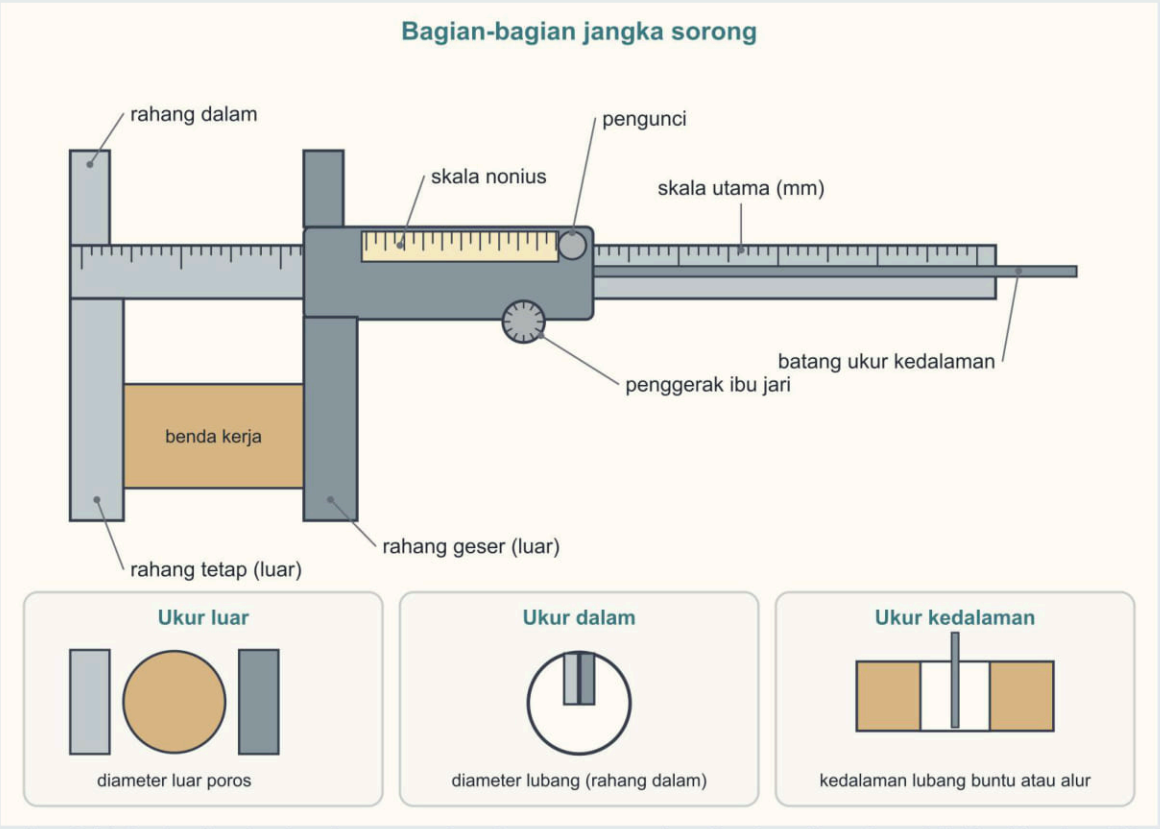
- **Letakkan ujung nol tepat pada tepi benda.** Bila ujung mistar sudah aus atau membulat, mulai dari garis 10 mm sebagai nol, lalu kurangi 10 mm dari pembacaan akhir.
- **Posisikan mata tegak lurus di atas garis yang dibaca.** Bila mata miring, garis tampak bergeser dan hasilnya meleset. Kesalahan ini disebut **paralaks** (Gambar 2.19a).
- **Letakkan mistar rata pada benda** dan tempelkan sisi skalanya sedekat mungkin dengan permukaan benda agar tidak ada celah.

3. Jangka sorong

Jangka sorong dapat mengukur diameter luar, diameter dalam, dan kedalaman dengan ketelitian 0,05 atau 0,02 mm. Alat ini paling sering dipakai di bengkel karena satu alat melakukan tiga pekerjaan. Kapasitas umumnya 150 mm, 200 mm, atau 300 mm. Gambar 2.14 menunjukkan bagiannya.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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



Gambar 2.14 Bagian-bagian jangka sorong dan tiga cara mengukur. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Bagian	Fungsi
Rahang tetap dan rahang geser (luar)	menjepit benda untuk mengukur diameter luar atau tebal
Rahang dalam	dimasukkan ke lubang lalu direnggangkan untuk mengukur diameter dalam
Batang ukur kedalaman	batang tipis di ujung belakang yang menyentuh dasar lubang buntu atau alur
Skala utama	skala tetap dalam milimeter pada balok jangka sorong
Skala nonius	skala pada bagian geser yang menyediakan angka di belakang koma
Pengunci	menahan bagian geser agar angka tidak berubah ketika alat dilepas dari benda
Penggerak ibu jari	roda kecil untuk menggeser rahang dengan halus

Prinsip nonius

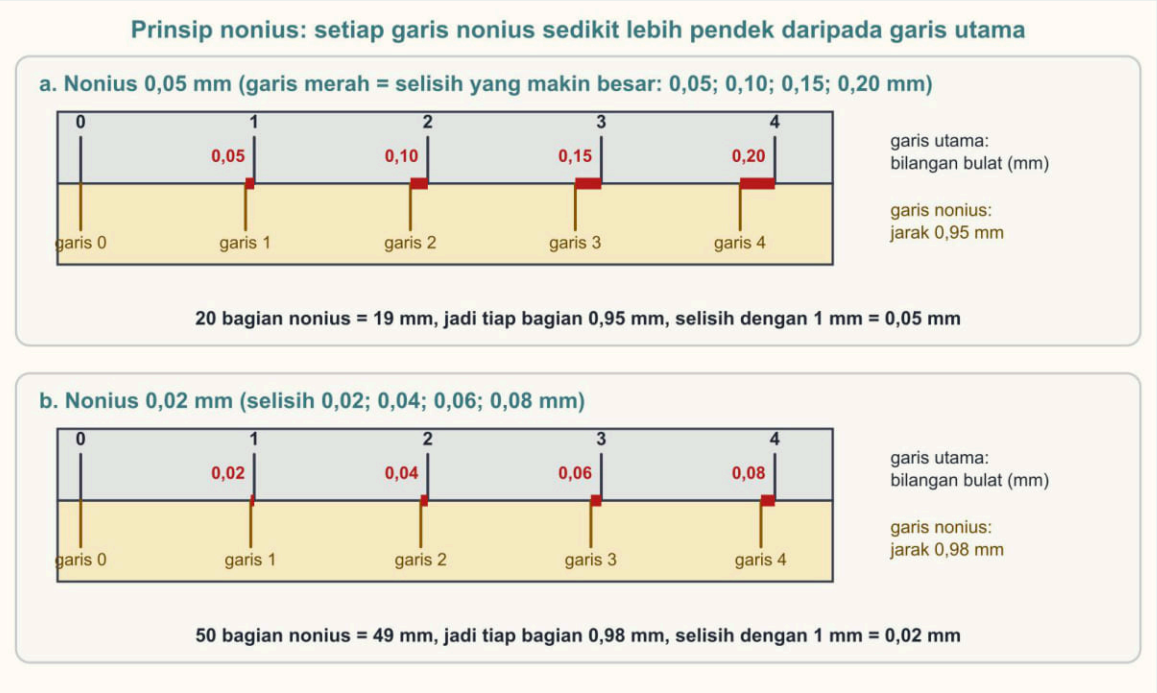
Pada skala utama, jarak antargaris adalah 1 mm. Lalu bagaimana alat dapat membaca sampai 0,05 atau 0,02 mm? Kuncinya adalah **nonius**, yaitu skala kedua yang jarak antargarisnya *sedikit lebih pendek* daripada 1 mm.

- Pada **nonius 0,05 mm**, ada 20 bagian yang panjang seluruhnya 19 mm. Jadi tiap bagian 0,95 mm, lebih pendek 0,05 mm dari 1 mm.
- Pada **nonius 0,02 mm**, ada 50 bagian yang panjang seluruhnya 49 mm. Jadi tiap bagian 0,98 mm, lebih pendek 0,02 mm dari 1 mm.

Gambar 2.15 memperlihatkan bagaimana selisih itu menumpuk: garis nonius ke-1 lebih pendek sedikit daripada garis utama ke-1, garis ke-2 lebih pendek dua kali selisih, dan seterusnya.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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



Gambar 2.15 Garis nonius ke-j lebih pendek j kali ketelitian daripada garis utama ke-j. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

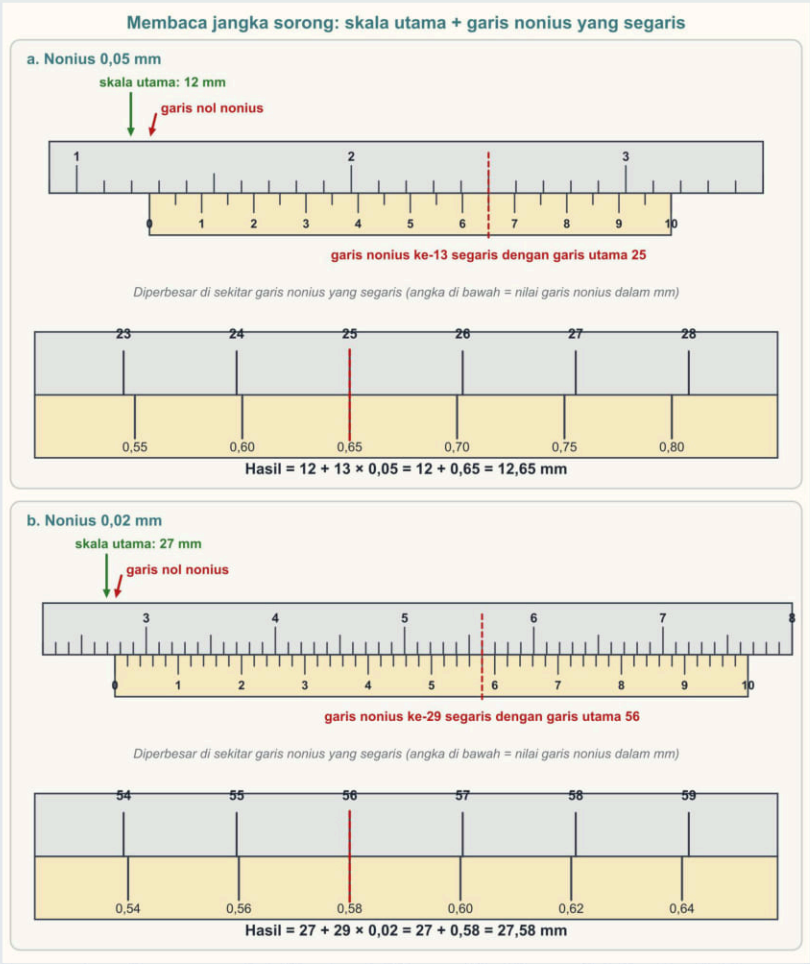
Akibatnya, ketika garis nol nonius bergeser sejauh *x* ke kanan dari garis utama, hanya satu garis nonius yang akan tepat segaris dengan sebuah garis utama, dan nomor garis itu memberi tahu berapa x. Jika garis nonius ke-13 yang segaris pada nonius 0,05 mm, maka x = 13 × 0,05 = 0,65 mm.

Cara membaca jangka sorong

1. **Baca skala utama:** lihat garis nol nonius, lalu baca angka milimeter utuh yang berada *tepat di kiri* garis nol itu.
2. **Cari garis nonius yang segaris** dengan salah satu garis skala utama; catat nomornya (angka pada nonius, atau hitung garisnya).
3. **Kalikan** nomor itu dengan ketelitian alat (0,05 atau 0,02 mm).
4. **Jumlahkan** keduanya. Hasil = skala utama + (nomor garis × ketelitian).

Gambar 2.16 memuat dua contoh pembacaan yang digambar dari skala sebenarnya, sehingga posisi garisnya benar. Bagian atas gambar adalah tampak keseluruhan, bagian bawah adalah pembesaran di sekitar garis yang segaris.

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



Gambar 2.16 Pembacaan jangka sorong. (a) Nonius 0,05 mm: 12,65 mm. (b) Nonius 0,02 mm: 27,58 mm. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Perhatikan satu hal pada nonius 0,02 mm: angka di belakang koma selalu genap pada tempat perseratus (…,02; …,04; …,06). Bila kamu mendapat hasil seperti 27,57 pada alat 0,02 mm, ada yang salah dalam pembacaanmu. Pada nonius 0,05 mm, angka di belakang koma selalu berakhir dengan 0 atau 5.

Jangka sorong digital menampilkan angka langsung, tetapi prinsipnya tetap sama: ia perlu dinolkan sebelum dipakai, dan pengguna tetap harus memastikan rahang tegak lurus dan benda dijepit dengan benar. Ketelitiannya biasanya 0,01 mm.

Kesalahan nol

Sebelum mengukur, **rapatkan kedua rahang** yang bersih. Pada alat yang baik, garis nol nonius tepat segaris dengan garis nol skala utama dan pembacaannya 0,00 mm. Bila tidak, alat memiliki **kesalahan nol**. Contoh: rahang rapat, tetapi alat menunjukkan 0,06 mm. Berarti setiap hasil ukur kelebihan 0,06 mm, sehingga:

hasil sebenarnya = pembacaan − kesalahan nol.

Jika alat menunjukkan angka negatif saat rapat (misalnya −0,04 mm), kesalahan nol bernilai negatif, sehingga pembacaan *ditambah* 0,04 mm. Kesalahan nol lazim terjadi karena rahang aus atau ada debu tipis. Bila kesalahannya besar, serahkan alat untuk dikalibrasi.

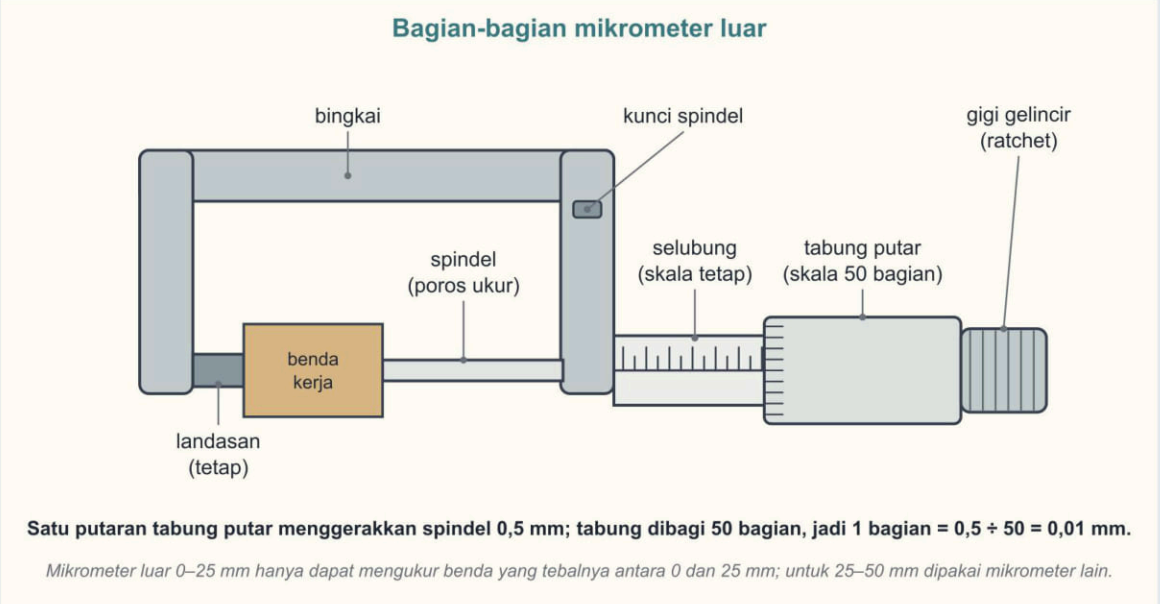
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Cara memakai jangka sorong

1. Bersihkan rahang dan benda kerja dari debu, minyak, dan tatal. Periksa kesalahan nol.
2. Buka rahang sedikit lebih lebar daripada benda.
3. Jepitkan benda **tegak lurus** terhadap rahang dan sedekat mungkin dengan **pangkal rahang**, bukan ujungnya. Ujung rahang yang terbuka dapat melengkung sedikit saat ditekan sehingga hasilnya salah.
4. Geser rahang geser sampai menyentuh benda dengan tekanan ringan. Jangan menekan atau memutar benda di antara rahang.
5. Kunci jika perlu, lalu baca sambil memandang tegak lurus ke skala.
6. Untuk diameter dalam, masukkan rahang dalam ke lubang, regangkan, lalu baca (pada jangka sorong modern, tebal rahang sudah diperhitungkan). Untuk kedalaman, letakkan ujung balok pada tepi lubang dan dorong batang ukur sampai menyentuh dasar.

4. Mikrometer luar

Mikrometer lebih teliti daripada jangka sorong, yaitu 0,01 mm, dan dipakai untuk benda yang toleransinya sempit seperti poros dan pin. Jenis yang umum adalah **mikrometer luar** (untuk diameter luar dan tebal). Setiap mikrometer hanya mencakup rentang 25 mm: yang 0–25 mm, 25–50 mm, 50–75 mm, dan seterusnya. Gambar 2.17 menunjukkan bagiannya.



Gambar 2.17 Bagian-bagian mikrometer luar. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Bagian	Fungsi
Bingkai	rangka berbentuk huruf C yang kuat dan kaku
Landasan	permukaan tetap tempat benda bersandar
Spindel	poros ukur yang bergerak maju-mundur ketika tabung putar diputar
Selubung	silinder tetap bergaris skala dalam milimeter dan setengah milimeter
Tabung putar	silinder yang diputar; tepinya bergaris 50 bagian
Gigi gelincir (ratchet)	kenop kecil yang "tergelincir" bila tekanan sudah cukup sehingga tekanan ukur selalu sama
Kunci spindel	menahan spindel agar angka tidak berubah saat alat dilepas

Dari mana angka 0,01 mm berasal

Ulir pada spindel dibuat dengan kisar 0,5 mm. Artinya, satu putaran penuh tabung putar menggerakkan spindel sejauh 0,5 mm. Tepi tabung putar dibagi menjadi **50 bagian** yang sama. Memutarnya satu bagian menggeser spindel 0,5 mm ÷ 50 = **0,01 mm**.

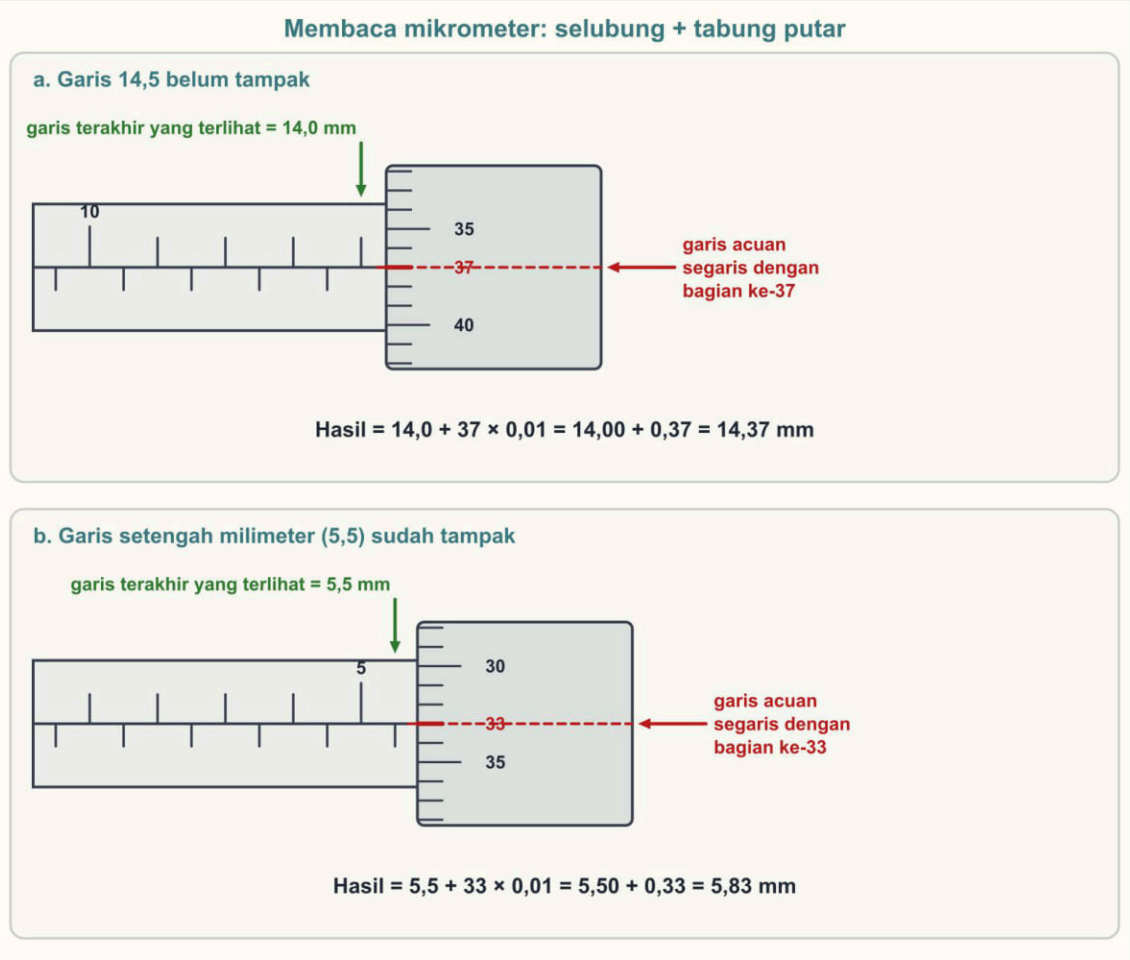
Pada selubung, garis **di atas** garis acuan menunjukkan milimeter utuh (diberi angka tiap 5 mm), dan garis **di bawah** garis acuan menunjukkan setengah milimeter (0,5; 1,5; 2,5; dan seterusnya). Dua deretan ini membuat jarak antargaris 0,5 mm.

Cara membaca mikrometer

1. **Baca selubung:** cari garis terakhir (di atas atau di bawah garis acuan) yang masih terlihat di sebelah kiri tepi tabung putar. Itu bagian pertama hasil.
2. **Baca tabung putar:** lihat angka pada tabung putar yang segaris dengan garis acuan selubung. Kalikan dengan 0,01 mm.
3. **Jumlahkan.** Hasil = pembacaan selubung + (angka tabung putar × 0,01 mm).

Jangan lupa: bila garis setengah milimeter (garis di bawah) sudah tampak, tambahkan 0,5 mm pada bagian milimeter. Gambar 2.18 menunjukkan dua pembacaan yang digambar dari skala sebenarnya. Pada panel (a), garis 14,5 belum tampak sehingga selubung terbaca 14,0 mm. Pada panel (b), garis 5,5 sudah tampak sehingga selubung terbaca 5,5 mm. Tabung putar pada gambar dibentangkan datar agar mudah dibaca.

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



Gambar 2.18 Pembacaan mikrometer. (a) 14,37 mm; (b) 5,83 mm. Tabung putar digambar dibentangkan datar. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Pada mikrometer 25–50 mm, hasil bacaan sudah termasuk angka dasar 25 mm; alat itu dicek nolnya dengan batang standar 25 mm, bukan dengan merapatkan spindel.

Cara memakai mikrometer

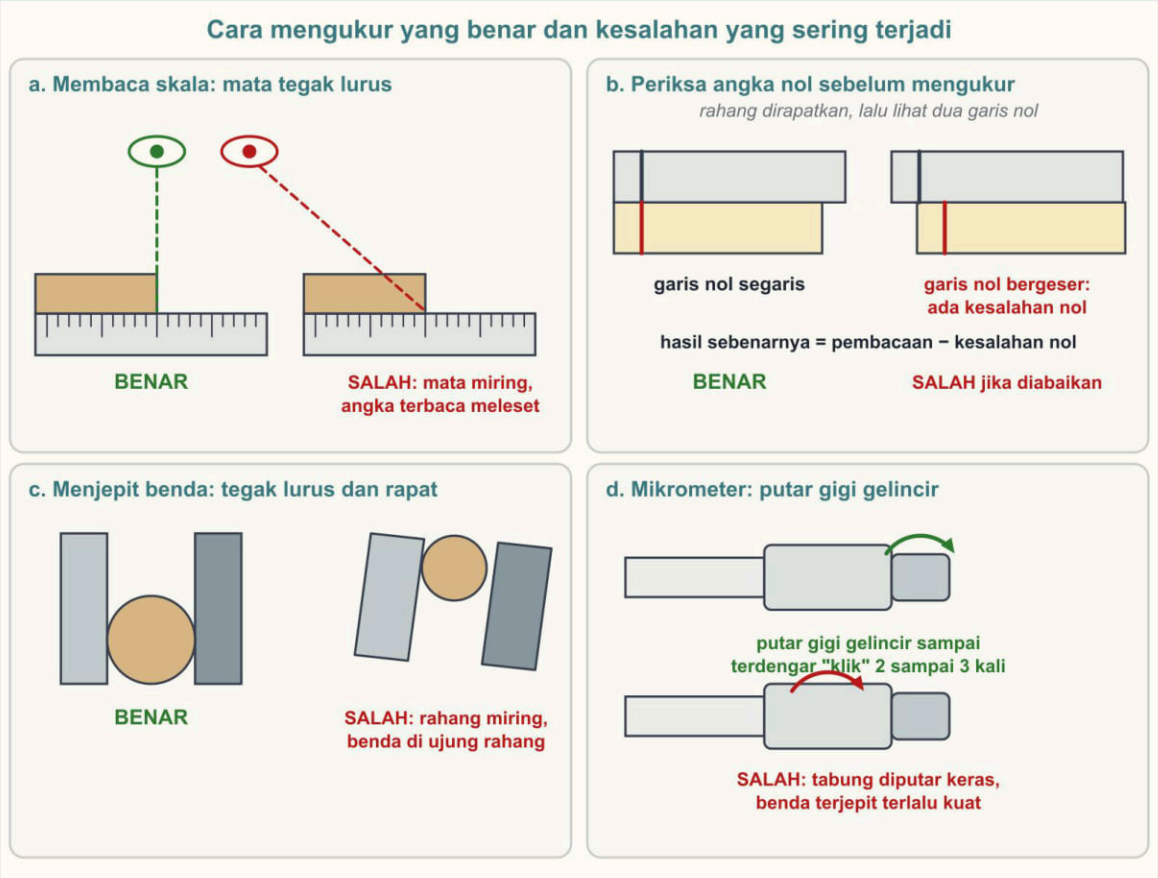
1. Bersihkan landasan dan muka spindel. Periksa nol: putar spindel sampai menyentuh landasan (pakai gigi gelincir) dan lihat apakah menunjukkan 0,00. Jika tidak, catat kesalahan nol dengan aturan yang sama seperti pada jangka sorong.
2. Pegang bingkai dengan satu tangan dan putar tabung putar dengan tangan lain sampai spindel hampir menyentuh benda.
3. Selesaikan dengan **memutar gigi gelincir** sampai terdengar bunyi "klik" dua atau tiga kali. Jangan memutar tabung putar dengan keras: benda terjepit berlebih, hasil lebih kecil, dan ulir cepat rusak.
4. Baca di tempat, atau kunci spindel lalu baca setelah alat diangkat.
5. Simpan dengan spindel dibuka sedikit (tidak terkunci rapat) di kotaknya, jangan sampai terjatuh.

Contoh kesalahan nol pada mikrometer: ketika rapat tanpa benda, alat menunjukkan −0,02 mm. Maka hasil sebenarnya = pembacaan − (−0,02) = pembacaan + 0,02 mm.

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

5. Kesalahan umum saat mengukur

Gambar 2.19 merangkum empat kesalahan yang paling sering terjadi.



Gambar 2.19 Kesalahan umum saat mengukur dan cara yang benar. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Paralaks.** Mata tidak tegak lurus pada skala sehingga garis tampak bergeser.
- **Kesalahan nol.** Alat tidak diperiksa nolnya, sehingga seluruh hasil kelebihan atau kekurangan angka tetap.
- **Posisi dan tekanan.** Benda dijepit miring, di ujung rahang, atau ditekan terlalu keras sehingga alat melentur.
- **Suhu dan kebersihan.** Benda yang baru dibubut masih panas dan memuai, sehingga diameter terbaca lebih besar daripada setelah dingin. Serpihan atau oli tipis pada muka ukur menambah angka palsu. Ukur benda setelah dingin dan bersih.

6. Toleransi dan menilai hasil ukur

Pada gambar kerja, setiap ukuran penting disertai batas yang diizinkan. Beberapa istilah dasar:

- **Ukuran nominal:** ukuran yang tertulis, misalnya Ø12.
- **Penyimpangan atas dan bawah:** selisih yang diizinkan di atas dan di bawah ukuran nominal, misalnya 0 dan −0,03.
- **Batas atas dan batas bawah:** ukuran terbesar dan terkecil yang boleh. Dari contoh tadi, batas atas = 12 + 0 = 12,00 mm dan batas bawah = 12 − 0,03 = 11,97 mm.
- **Toleransi:** selisih batas atas dan batas bawah = 12,00 − 11,97 = 0,03 mm.

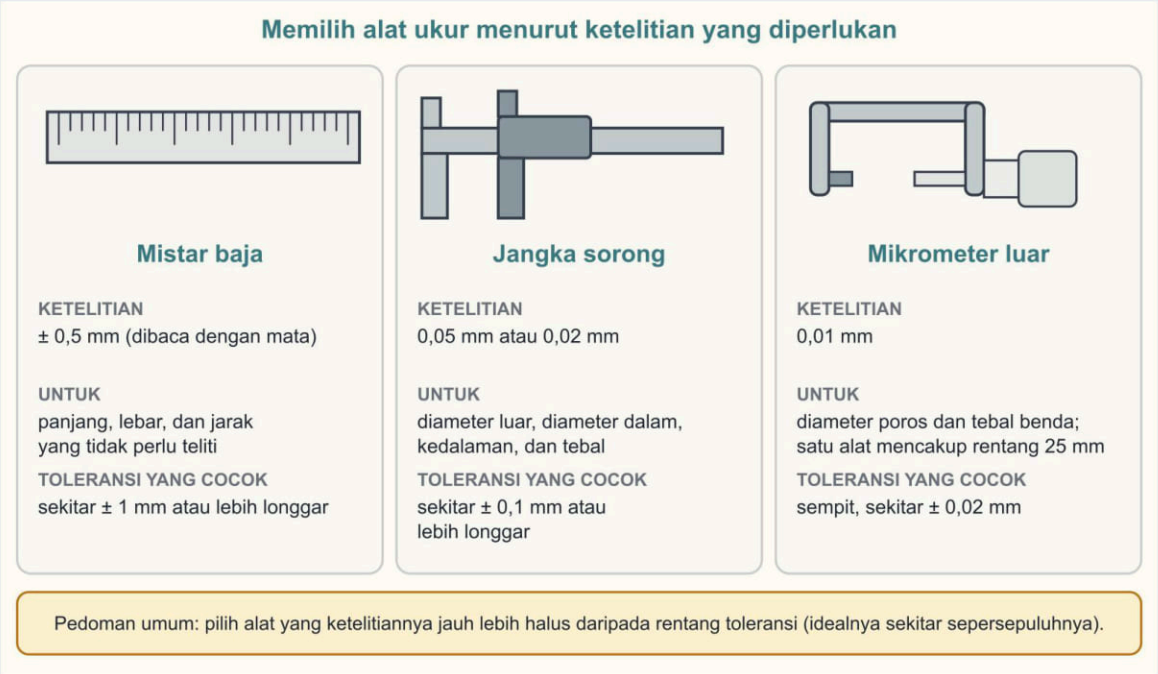
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Aturan penilaian sederhana: **hasil ukur yang berada di antara batas bawah dan batas atas (termasuk tepat di batas) diterima.** Jika di luar, benda ditolak. Setelah ditolak, nasibnya bergantung pada arah penyimpangannya:

- Poros (ukuran luar) yang terlalu **besar** biasanya dapat dikerjakan lagi (dibubut atau digerinda sedikit), sedangkan yang terlalu **kecil** tidak dapat diperbaiki dan dibuang.
- Lubang (ukuran dalam) yang terlalu **kecil** biasanya dapat diperbesar, sedangkan yang terlalu **besar** tidak dapat diperbaiki.

Aturannya mudah diingat: bahan hanya dapat dikurangi, tidak dapat ditambah.

Gambar 2.20 membantu memilih alat menurut ketelitian yang diperlukan.



Gambar 2.20 Mistar baja, jangka sorong, dan mikrometer luar: ketelitian, kegunaan, dan toleransi yang cocok (pedoman umum). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

7. Ringkasan

Gambar 2.21 merangkum seluruh materi ini dalam satu peta.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Membaca jangka sorong berketelitian 0,05 mm

Perhatikan Gambar 2.16a. Garis nol nonius berada di antara garis utama 12 dan 13. Garis nonius yang segaris dengan garis utama adalah garis ke-13 (bertepatan dengan garis utama 25).

Langkah:

1. Skala utama: garis milimeter utuh terakhir di kiri garis nol nonius = **12 mm**.
2. Garis nonius yang segaris: nomor **13**.
3. Ketelitian alat 0,05 mm, jadi bagian nonius = 13 × 0,05 = 0,65 mm.

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

4. Hasil = 12 + 0,65 = **12,65 mm**.

Pemeriksaan: angka di belakang koma berakhir 5, sesuai nonius 0,05 mm. Garis nonius ke-13 jatuh tepat pada garis utama 25: 12,65 + 13 × 0,95 = 12,65 + 12,35 = 25,00, jadi bacaan konsisten.

Contoh 2: Membaca jangka sorong berketelitian 0,02 mm

Pada Gambar 2.16b, garis nol nonius berada di antara garis utama 27 dan 28. Garis nonius ke-29 segaris dengan garis utama 56.

Langkah:

1. Skala utama = **27 mm**.
2. Garis nonius yang segaris: nomor **29**.
3. Bagian nonius = 29 × 0,02 = 0,58 mm.
4. Hasil = 27 + 0,58 = **27,58 mm**.

Pemeriksaan: angka di belakang koma genap (…58), sesuai nonius 0,02 mm. Garis nonius ke-29 jatuh pada 27,58 + 29 × 0,98 = 27,58 + 28,42 = 56,00 mm, yang memang garis utama. Bila ada alat yang memiliki kesalahan nol, hasil ini dikurangi kesalahan nol itu.

Contoh 3: Membaca mikrometer dan mengoreksi kesalahan nol

Gambar 2.18a: garis selubung terakhir yang terlihat di kiri tepi tabung putar adalah garis 14 mm di atas garis acuan; garis 14,5 mm belum tampak. Pada tabung putar, bagian ke-37 segaris dengan garis acuan.

Langkah:

1. Selubung = **14,0 mm**.
2. Tabung putar = 37 × 0,01 = 0,37 mm.
3. Hasil = 14,0 + 0,37 = **14,37 mm**.

Gambar 2.18b: garis 5,5 mm (di bawah garis acuan) sudah tampak, dan bagian ke-33 segaris dengan garis acuan. Selubung = 5,5 mm, tabung putar = 33 × 0,01 = 0,33 mm, hasil = 5,5 + 0,33 = **5,83 mm**.

Koreksi kesalahan nol: misalkan mikrometer lain menunjukkan −0,02 mm saat spindel dirapatkan, lalu mengukur sebuah pin dan terbaca 11,52 mm. Hasil sebenarnya = 11,52 − (−0,02) = **11,54 mm**.

Contoh 4: Menilai hasil ukur terhadap toleransi

Gambar kerja sebuah poros menuliskan Ø12 dengan penyimpangan atas 0 dan penyimpangan bawah −0,03. Tiga poros diukur dengan mikrometer: A = 11,99 mm; B = 11,96 mm; C = 12,02 mm. Tentukan keputusannya.

Langkah:

1. Batas atas = 12 + 0 = 12,00 mm; batas bawah = 12 − 0,03 = 11,97 mm.
2. Pilihan alat: rentang toleransi hanya 0,03 mm, jadi dipilih mikrometer (0,01 mm); jangka sorong 0,05 mm tidak cukup teliti.
3. Poros A: 11,99 berada di antara 11,97 dan 12,00, sehingga **diterima**.

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

4. Poros B: 11,96 kurang dari batas bawah 11,97, sehingga **ditolak**. Karena poros terlalu kecil, tidak dapat diperbaiki dan dibuang.
5. Poros C: 12,02 lebih dari batas atas 12,00, sehingga **ditolak**. Karena poros terlalu besar, masih dapat dibubut lagi sedikit.

Jawaban: A diterima; B ditolak dan dibuang; C ditolak tetapi dapat diperbaiki.

❖ PETA KONSEP

Gambar 2.21 menunjukkan hubungan antarkonsep pada sub bab ini.



Gambar 2.21 Peta konsep sub bab 2.3. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- Ketelitian: mistar baja ± 0,5 mm; jangka sorong 0,05 atau 0,02 mm; mikrometer 0,01 mm. Toleransi = selisih batas atas dan batas bawah.
- Jangka sorong: hasil = skala utama (kiri garis nol nonius) + nomor garis nonius yang segaris × ketelitian.
- Nonius 0,05 mm = 20 bagian (19 mm); nonius 0,02 mm = 50 bagian (49 mm).
- Mikrometer: hasil = selubung (garis terakhir, termasuk setengah milimeter) + tabung putar × 0,01 mm; 1 putaran = 0,5 mm.
- Periksa nol sebelum mengukur; hasil sebenarnya = pembacaan − kesalahan nol.
- Hasil di antara batas bawah dan batas atas (termasuk tepat di batas) diterima.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Soal alat ukur memiliki dua bentuk utama: membaca skala dan memilih atau menilai. Gunakan langkah berikut.

1. **Tulis jenis alat dan ketelitiannya** sebelum membaca. Ini menentukan pengali nonius dan menentukan apakah hasilnya masuk akal.

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

2. **Baca dalam dua bagian dan tulis terpisah:** bagian utama (skala utama atau selubung) lalu bagian halus (nonius atau tabung putar). Jumlahkan baru di akhir.
3. **Periksa kewajaran:** nonius 0,02 mm tidak mungkin menghasilkan angka perseratus yang ganjil; mikrometer tidak mungkin melebihi rentangnya.
4. **Koreksi kesalahan nol** bila disebut di soal, dengan arah yang tepat.
5. **Bandingkan dengan batas.** Hitung batas atas dan bawah lebih dulu, lalu uji hasil ukur, termasuk bila tepat di batas.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Garis setengah milimeter terlupa.** Pada mikrometer, bila garis di bawah sudah tampak, tambahkan 0,5 mm.
- **Mengira garis nol nonius sebagai pembacaan nonius.** Garis nol hanya menunjuk skala utama; bagian halus dicari pada garis yang segaris.
- **Kesalahan nol ditambah, padahal harus dikurangi** (atau sebaliknya). Pada kesalahan positif, hasil sebenarnya lebih kecil daripada pembacaan.
- **Mengabaikan batas** dan hanya melihat apakah hasilnya "dekat" ukuran nominal.
- **Memilih alat yang paling teliti** padahal toleransinya longgar, atau memilih alat kasar untuk toleransi yang sempit.

> Contoh salah tafsir: pada soal yang menunjukkan gambar skala mikrometer dengan garis 16,5 sudah tampak dan bagian ke-18 segaris, seorang siswa menulis 16,18 mm karena menganggap garis di bawah hanyalah penanda biasa. Padahal garis setengah milimeter yang sudah tampak menambah 0,5 mm, sehingga hasilnya 16,5 + 0,18 = 16,68 mm.

BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut memuat gambar pembacaan jangka sorong, lalu hasil bacanya dibandingkan dengan batas pada gambar kerja. Cara berpikirnya: baca gambar dalam dua bagian, hitung batas bawah dan batas atas dari penyimpangan yang tertulis, lalu putuskan apakah hasil diterima atau ditolak.

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

►. Galih memeriksa diameter luar bushing hasil bubut dengan jangka sorong ketelitian 0,05 mm (2027). Gambar kerja menuliskan diameter itu Ø23,5 dengan penyimpangan atas 0 dan penyimpangan bawah −0,1. Gambar memperlihatkan posisi skala saat rahang menjepit bushing; tanda panah menunjukkan garis nonius yang segaris dengan garis skala utama. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Hasil pembacaan dan keputusan yang tepat adalah ....



A. 23,90 mm; ditolak karena melebihi batas atas
B. 32,45 mm; ditolak karena jauh di atas ukuran
C. 23,45 mm; diterima karena masih dalam batas
D. 23,09 mm; ditolak karena di bawah batas bawah
E. 23,45 mm; ditolak karena lebih kecil dari 23,5

Pembahasan **Kunci: C**

Konsep: Jangka sorong 0,05 mm: pembacaan = skala utama tepat sebelum garis nol nonius + (nomor garis nonius yang segaris × 0,05 mm). Ukuran Ø23,5 (0/−0,1) berarti batas atas 23,50 mm dan batas bawah 23,40 mm.

Langkah:
1. Garis nol nonius berada sedikit setelah 23 mm → skala utama 23 mm.
2. Garis segaris adalah garis ke-9 (antara angka 4 dan 5 nonius) → 9 × 0,05 = 0,45 mm.
3. Hasil: 23 + 0,45 = 23,45 mm.
4. Batas ukuran 23,40–23,50 mm → 23,45 mm diterima.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Menghitung garis ke-9 sebagai 9 × 0,1 mm; nonius ini bernilai 0,05 mm per garis.
• **B.** ✗ Jebakan: 32 mm adalah angka skala utama yang segaris dengan garis nonius, bukan skala tepat sebelum nol nonius.
• **C.** ✓ Pembacaan 23,45 mm berada di antara 23,40 dan 23,50 mm.
• **D.** ✗ Menganggap garis ke-9 bernilai 0,09 mm.
• **E.** ✗ Jebakan: pembacaannya benar, tetapi penyimpangan bawah −0,1 mm membuat ukuran sampai 23,40 mm masih diterima.

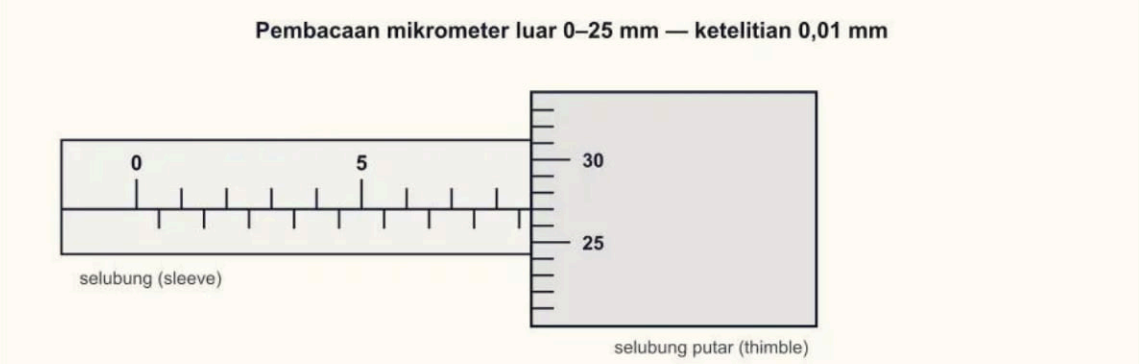
Jawaban: C.

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

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk tiap soal, tulis dulu jenis alat, ketelitiannya, dan bagian utama serta bagian halus dari hasil bacanya.

1. Wahyu memeriksa diameter pin pemandu hasil bubut dengan mikrometer luar ketelitian 0,01 mm (2027). Gambar kerja menuliskan diameter pin Ø8,8 dengan penyimpangan atas 0 dan penyimpangan bawah −0,05. Gambar memperlihatkan posisi selubung dan selubung putar saat pin dijepit; garis mendatar pada selubung adalah garis acuan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Hasil pembacaan dan keputusan yang tepat adalah ....



A. 8,27 mm; pin ditolak karena terlalu kecil
B. 8,77 mm; pin diterima karena dalam batas
C. 9,27 mm; pin ditolak karena terlalu besar
D. 8,77 mm; pin ditolak karena di bawah 8,8
E. 8,52 mm; pin ditolak karena terlalu kecil

2. Sebelum mengukur, Indah merapatkan rahang jangka sorong ketelitian 0,05 mm yang bersih dan ternyata skala menunjukkan 0,10 mm, bukan 0 (2027). Jangka sorong lain sedang dipakai semua. Ia lalu mengukur tebal pelat dan membaca 24,35 mm pada alat itu. Guru mengizinkan hasil dikoreksi sebelum alat dikirim ke petugas untuk diperbaiki.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tebal pelat sebenarnya adalah ....

A. 24,45 mm
B. 24,25 mm
C. 24,35 mm
D. 24,10 mm
E. 24,30 mm

Kunci singkat: 1. B 2. B

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

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu membaca jangka sorong 0,02 mm dan mikrometer pada gambar baru tanpa melihat langkahnya, lalu memeriksa kewajarannya?
- Dapatkah kamu menjelaskan mengapa poros yang terlalu besar masih dapat diperbaiki sedangkan yang terlalu kecil tidak?
- **Yang harus kuingat:** hasil = bagian utama + bagian halus; periksa nol; ketelitian alat harus jauh lebih halus daripada toleransi; di antara batas bawah dan batas atas berarti diterima.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 2.3: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

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

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Sub bab 2.4 · Perkakas tangan

SMKTM-2.4

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi menyebut **perkakas tangan** sebagai bagian dari teknik dasar proses produksi: alat yang digerakkan oleh tenaga tangan, bukan oleh motor. Dalam soal, perkakas tangan hampir selalu muncul sebagai kasus kerja: kamu diberi benda dan alat yang tersedia, lalu diminta memilih alat yang tepat atau urutan kerja yang benar, misalnya memilih daun gergaji, memilih kunci untuk baut yang berkarat, atau menentukan ukuran lubang sebelum membuat ulir. Pertanyaan biasanya menanyakan *mengapa* sebuah cara dianggap lebih tepat. Karena itu kamu perlu memahami fungsi tiap perkakas, aturan memakainya, dan alasan di balik aturan itu.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- mengelompokkan perkakas tangan menurut fungsinya dan memilih yang sesuai pekerjaan;
- memilih dan memasang daun gergaji besi dengan benar, serta menggergaji dan mengikir dengan cara yang tepat;
- menentukan diameter bor inti dan menyetap atau menyneikan ulir;
- membedakan kunci pas, ring, sok, dan momen, serta memakainya dengan aman;
- menyebut aturan keselamatan dan perawatan perkakas tangan.

◆ KONSEP INTI

Sebelum mesin ada, semua benda logam dibuat dengan tangan. Hingga sekarang, perkakas tangan tetap penting: tidak semua pekerjaan memerlukan mesin, dan banyak pekerjaan mesin diselesaikan dengan perkakas tangan, seperti menandai, mengikir tepi tajam, atau mengencangkan baut. Perkakas yang dipakai dengan benar menghasilkan benda yang rapi dan membuat pekerjaan aman. Perkakas yang dipakai sembarangan membuat benda rusak dan melukai orang.

1. Kelompok perkakas tangan

Gambar 2.22 membagi perkakas tangan menurut fungsinya. Mengenal kelompok membantu kamu memilih alat: pertama tanyakan *apa yang mau dikerjakan*, baru pilih alatnya.

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



Gambar 2.22 Enam kelompok perkakas tangan menurut fungsinya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

2. Alat menandai

Ukuran pada gambar kerja harus dipindahkan ke benda kerja sebelum dipotong atau dikikir. Alat yang dipakai:

- **Penggores (scriber)**: batang baja dengan ujung sangat runcing untuk menggores garis tipis. Garis dibuat sekali jalan; goresan yang dalam dan berulang-ulang merusak permukaan dan bisa menjadi awal retak.
- **Penitik pusat (center punch)**: batang baja berujung kerucut 90° yang dipukul ringan dengan palu untuk membuat cekungan kecil di pusat lubang. Cekungan menahan ujung bor.
- **Penitik garis**: penitik berujung lebih lancip untuk membuat titik-titik kecil sepanjang garis agar garis tidak hilang.
- **Penyiku**: alat untuk membuat dan memeriksa sudut siku 90°.
- **Jangka tusuk**: alat seperti jangka dengan dua ujung runcing untuk membuat lingkaran, membagi jarak, dan memindahkan ukuran.
- **Tinta penanda (cairan biru)**: lapisan tipis yang membuat goresan tampak jelas di permukaan logam.

Urutan menandai yang baik: bersihkan permukaan, olesi tinta penanda tipis, gambar garis dengan penggores dan mistar baja atau penyiku, titik perpotongan penting dengan penitik, lalu periksa jarak dengan mistar sebelum benda dikerjakan.

3. Gergaji besi

Gergaji besi (gergaji tangan untuk logam) dipakai untuk memotong batang, pipa, dan pelat. Bagiannya: rangka (bisa disetel panjangnya), pegangan, dan **daun gergaji** yang dipasang di antara dua pasak lalu ditegangkan dengan mur kupu-kupu (Gambar 2.23a).

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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



Gambar 2.23 (a) Gergaji besi dan arah gigi; (b) jumlah gigi per inci menurut bahan; (c) paling sedikit tiga gigi menyentuh tebal benda. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Arah gigi. Gigi daun gergaji dibuat miring ke satu arah. Daun gergaji besi dipasang dengan **gigi menghadap ke depan** (menjauhi pegangan), sehingga pemotongan terjadi saat gergaji **didorong**. Saat ditarik kembali, gergaji hanya digeser ringan tanpa tekanan. Bila daun dipasang terbalik, gigi tidak memotong dengan efektif dan mudah tumpul.

Tegangan daun. Daun harus kencang, tetapi tidak berlebihan. Bila terlalu kendur, gergaji menyimpang dan daun mudah patah. Bila terlalu kencang, daun juga mudah patah.

Memilih jumlah gigi per inci (TPI). Jumlah gigi dalam satu inci (25,4 mm) disebut jumlah gigi per inci. Makin banyak gigi per inci, makin halus giginya.

Gigi per inci	Jarak antargigi	Cocok untuk
14	sekitar 1,8 mm	bahan lunak dan tebal, misalnya aluminium dan tembaga
18	sekitar 1,4 mm	baja karbon rendah dan pelat sedang
24	sekitar 1,06 mm	baja keras, profil, pipa tebal
32	sekitar 0,8 mm	pipa dan pelat tipis

Alasan pemilihannya adalah **aturan tiga gigi**: pada setiap saat, paling sedikit sekitar tiga gigi harus menyentuh tebal benda. Bila gigi terlalu kasar pada benda tipis, gigi akan tersangkut di tepi benda, benda terangkat, dan daun gergaji bisa patah (Gambar 2.23c). Bila gigi terlalu halus pada benda tebal dan lunak, alur gigi cepat terisi tatal dan tersumbat. Jumlah gigi yang menyentuh benda dapat diperkirakan dengan: tebal benda ÷ jarak antargigi.

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

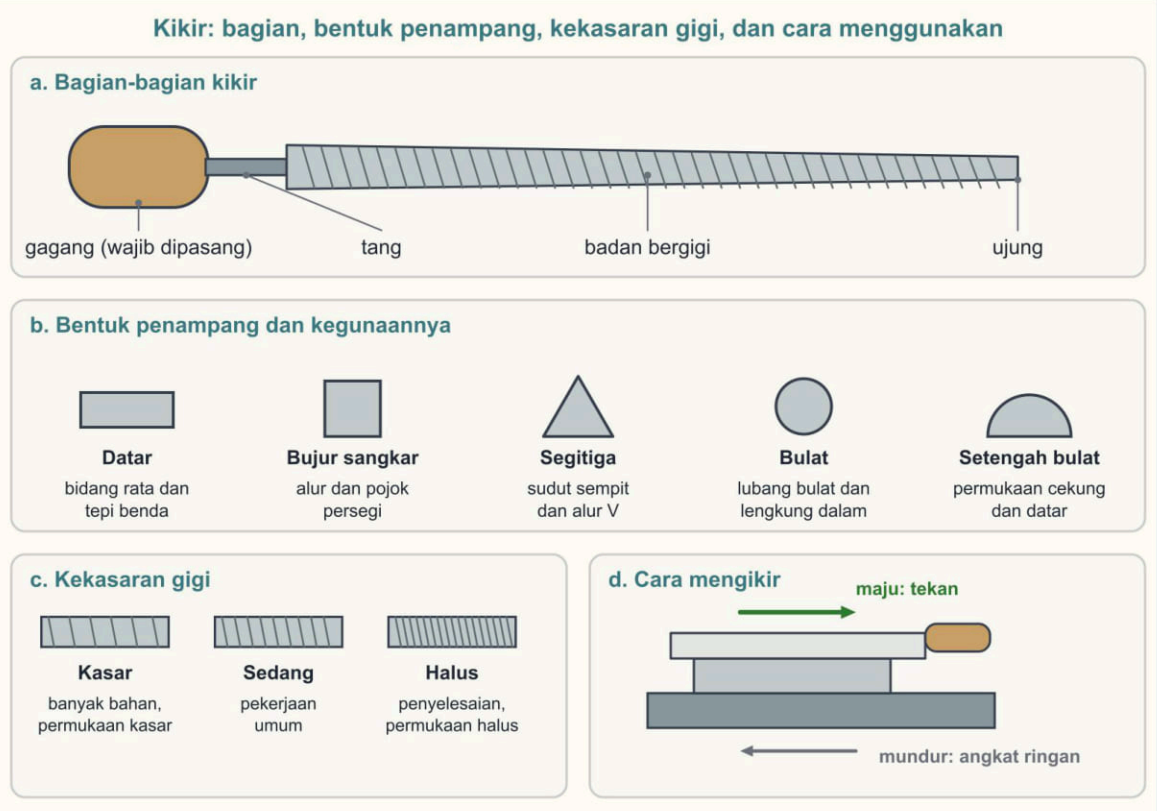
Cara menggergaji:

1. Jepit benda kuat-kuat di ragum, dengan garis potong sedekat mungkin dengan rahang ragum agar benda tidak bergetar.
2. Buat takik awal dengan kikir segitiga atau mulailah dengan sayatan ringan dan ibu jari sebagai penuntun.
3. Gergaji dengan langkah panjang dan teratur, sekitar 40 sampai 60 langkah per menit; tekan saat dorong, angkat ringan saat tarik.
4. Pakai seluruh panjang daun supaya gigi aus merata.
5. Kurangi tekanan saat benda hampir terpotong dan topang bagian yang akan jatuh.

Menggergaji pipa dan benda tipis. Gunakan daun halus (32 gigi per inci) dan jepit benda dengan pelapis rahang (aluminium atau kayu) agar tidak penyok. Putar pipa sedikit demi sedikit saat menggergaji agar gigi tidak tersangkut di dinding tipis.

4. Kikir

Kikir meratakan permukaan dan membentuk tepi dengan cara mengikis bahan lewat banyak gigi kecil. Kikir terbuat dari baja karbon tinggi yang keras, sehingga tajam tetapi getas. Bagiannya: badan bergigi, tang (bagian runcing yang masuk ke gagang), dan **gagang**. Gagang wajib dipasang karena tang yang tajam dapat menusuk telapak tangan bila kikir tersangkut (Gambar 2.24a).



Gambar 2.24 Bagian kikir, bentuk penampang, tingkat kekasaran gigi, dan cara menggunakan kikir. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Bentuk penampang. Bentuk dipilih mengikuti bentuk yang hendak dikikir (Gambar 2.24b):

Bentuk	Kegunaan
Datar	permukaan rata dan tepi benda
Bujur sangkar	alur dan pojok persegi
Segitiga	sudut sempit dan alur V
Bulat	lubang bulat dan lengkung dalam
Setengah bulat	permukaan cekung sekaligus datar

Kekasaran gigi. Kikir tersedia dalam tingkat **kasar**, **sedang**, dan **halus** (Gambar 2.24c). Gigi kasar mengikis banyak bahan dengan cepat, tetapi permukaannya kasar. Gigi halus mengikis sedikit, tetapi permukaannya halus. Urutannya: kikir kasar dahulu untuk membuang bahan, lalu kikir halus untuk penyelesaian.

Cara mengikir:

1. Jepit benda di ragum setinggi siku, dengan bagian yang dikikir menonjol sedikit di atas rahang.
2. Pegang gagang dengan satu tangan dan ujung kikir dengan tangan lain.
3. **Tekan saat mendorong, angkat ringan saat menarik** (Gambar 2.24d). Gigi kikir hanya memotong saat didorong; menekan pada langkah tarik menumpulkan gigi.
4. Jaga gerakan tetap rata supaya permukaan tidak cembung, dan periksa kerataan dengan penyiku atau penggaris tepi lurus (celah cahaya yang tidak merata menunjukkan permukaan belum rata).
5. Bersihkan gigi kikir dengan sikat kawat secara berkala.

Jangan memakai kikir sebagai pengungkit atau memukulnya dengan palu karena getas dan mudah patah. Jangan memakai kikir tanpa gagang, jangan mengikir benda yang sudah dikeraskan, dan jangan menumpuk kikir bersama sehingga giginya saling mengikis.

5. Gunting pelat dan pahat

Gunting pelat memotong pelat tipis (kira-kira sampai 1 mm untuk baja lunak). Terdapat tiga jenis: **gunting lurus** untuk garis lurus dan lengkung landai, **gunting lengkung kiri** untuk potongan yang berbelok ke arah kiri, dan **gunting lengkung kanan** untuk potongan yang berbelok ke arah kanan. Memotong lengkungan dengan gunting yang salah membuat bilah menjepit sisa pelat dan tepi menjadi bergelombang. Pelat bertepi tajam, jadi gunakan sarung tangan saat memegangnya.

Pahat dingin memotong atau memahat logam lunak dengan dipukul palu. Ujungnya dipertahankan tajam dan sudut tidak boleh mengendur. Kepala pahat yang menjamur (melebar seperti jamur) harus digerinda karena serpihannya dapat terlempar saat dipukul.

6. Tap dan snei: membuat ulir dengan tangan

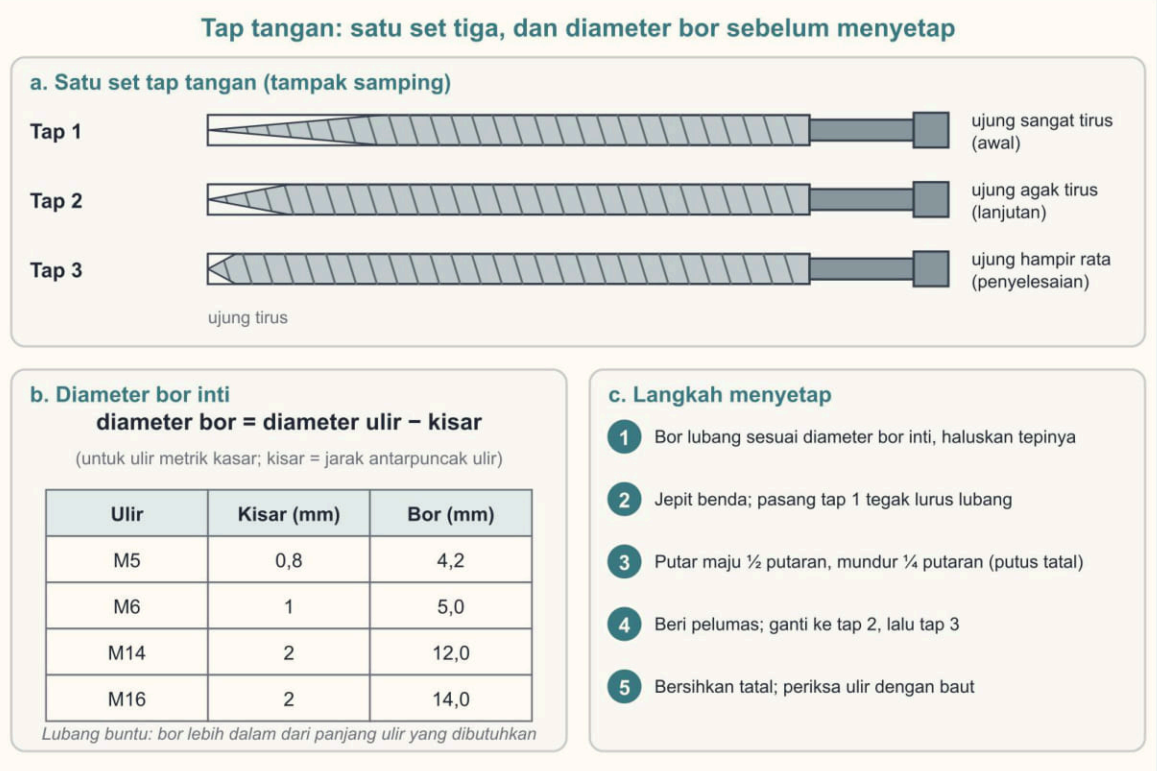
Ulir adalah alur melingkar berbentuk spiral pada baut dan lubang. **Tap** membuat **ulir dalam** (di

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

lubang); **snei** membuat **ulir luar** (di batang atau baut). Keduanya diputar dengan **tangkai tap** atau **tangkai snei**.

Satu set tap tangan terdiri atas tiga tap yang diameter ulirnya sama tetapi ujungnya berbeda (Gambar 2.25a):

- **Tap 1** punya ujung paling tirus sehingga mudah masuk dan memotong ulir sedikit demi sedikit;
- **Tap 2** punya ujung agak tirus untuk memperdalam ulir;
- **Tap 3** punya ujung hampir rata untuk menyelesaikan ulir, termasuk sampai dasar lubang buntu.



Gambar 2.25 Satu set tap tangan, aturan diameter bor inti, dan langkah menyetap. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Diameter bor inti. Sebelum menyetap, lubang dibor lebih dulu dengan diameter yang pas. Bila lubang terlalu kecil, tap seret dan mudah patah. Bila terlalu besar, ulir dangkal dan tidak kuat. Untuk **ulir metrik kasar**, pedoman yang dipakai adalah:

diameter bor = diameter ulir − kisar

Kisar adalah jarak antara dua puncak ulir yang berurutan. Misalnya M6 dengan kisar 1 mm dibor dengan mata bor 6 − 1 = 5,0 mm. Tabel resmi diameter bor inti biasanya tersedia di bengkel (lembar kerja atau buku saku), dan angkanya sesuai pedoman ini.

Lubang buntu. Pada lubang yang tidak tembus, tap 1 dan tap 2 tidak memotong penuh beberapa ulir pertamanya, dan tatal membutuhkan ruang. Karena itu bor dibuat **lebih dalam** daripada panjang ulir penuh yang dibutuhkan, kira-kira ditambah beberapa kali kisar.

Langkah menyetap (Gambar 2.25c):

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

1. Bor lubang sesuai diameter bor inti dan haluskan tepinya (chamfer) agar tap mudah masuk.
2. Jepit benda dan pasang tap 1 pada tangkai; pastikan tap **tegak lurus** terhadap lubang (periksa dengan penyiku).
3. Putar maju sekitar setengah putaran sambil menekan ringan, lalu putar **mundur** seperempat putaran untuk mematahkan tatal. Ulangi.
4. Beri pelumas potong. Setelah tap 1, lanjutkan dengan tap 2 lalu tap 3 sampai kedalaman yang dibutuhkan.
5. Bersihkan tatal (terutama pada lubang buntu) dan periksa ulir dengan baut pasangannya.

Tap bersifat getas dan, bila patah di dalam lubang, sulit dikeluarkan. Jangan memaksa tap yang terasa berat; putar balik, bersihkan, dan beri pelumas. Snei dipakai dengan cara yang sama pada batang yang ujungnya sudah di-*chamfer* (diruncingkan), diputar maju-mundur dengan pelumas.

7. Palu dan ragum

Palu konde (palu baja dengan satu sisi bulat) dipakai untuk menitik, memahat, dan membentuk logam. **Palu lunak** (kepalanya dari plastik, karet, atau tembaga) dipakai bila permukaan benda tidak boleh rusak. Syarat keselamatannya: gagang tidak retak dan kepala palu terpasang kuat; pukul dengan permukaan datar kepala palu tegak lurus pada benda; pakai kacamata pelindung.

Ragum meja menjepit benda kerja agar tangan bebas bekerja. Rahang ragum bergerigi; untuk benda halus atau lunak, pasang **pelapis rahang** dari aluminium, tembaga, atau kayu supaya permukaan tidak tergores. Tinggi ragum sebaiknya setinggi siku pemakainya agar punggung tidak membungkuk (lihat bahaya ergonomi pada sub bab 1.1).

8. Kunci pengencang dan obeng

Kunci dipakai untuk mengencangkan atau mengendurkan baut dan mur. **Ukuran kunci** menyatakan jarak antara dua sisi sejajar kepala baut dalam milimeter; kunci harus pas dengan kepala baut. Gambar 2.26 menunjukkan empat jenis yang umum.

Educational Institutions

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



Gambar 2.26 Kunci pas, ring, sok, dan momen, serta cara memakai yang benar dan salah. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Jenis	Ciri	Kapan dipakai
Kunci pas	mulut terbuka, menyentuh 2 sisi kepala baut	tempat yang masih longgar, ujung terbuka; mudah selip pada baut yang keras
Kunci ring	lingkaran tertutup bergigi 6 atau 12, mengurung seluruh sisi	baut yang kencang atau berkarat; lebih kuat dan tidak mudah selip
Kunci sok	silinder berlubang segi enam, dipasang pada gagang atau pemutar	tempat sempit dan dalam; mudah mengganti gagang
Kunci momen	memiliki skala atau pengatur; berbunyi klik saat momen tercapai	mengencangkan baut sampai momen tertentu (satuan N·m)

Pada baut yang sangat kencang atau berkarat, urutan pilihannya biasanya kunci ring atau sok (yang paling mencengkeram), baru kunci pas. Karat dapat dibantu dengan cairan pelonggar yang disemprot dan didiamkan beberapa menit.

Aturan memakai kunci:

- Pilih ukuran yang pas; kunci yang terlalu longgar membulatkan sudut kepala baut.
- **Tarik** gagang ke arah badan dengan kaki berdiri kokoh daripada mendorongnya, supaya tangan tidak terbentur bila kunci selip.
- Jangan menyambung gagang dengan pipa untuk menambah daya dan jangan memukul kunci dengan palu, kecuali kunci yang memang dibuat untuk dipukul.
- Jangan memakai kunci yang rahangnya sudah aus atau melebar.

Kunci momen dipakai untuk **mengencangkan**, bukan untuk membuka baut yang sudah kencang. Cara pakainya: setel angka momen yang diminta, pasang pada baut, lalu tarik gagang dengan gerakan rata sampai terdengar bunyi klik; **berhenti** saat bunyi klik terdengar. Setelah selesai, kunci momen jenis klik dikembalikan ke setelan terendah sebelum disimpan agar pegasnya tidak lemah.

Obeng dipakai untuk sekrup. Pilih mata obeng yang sesuai alur (lurus atau silang) dengan lebar mata yang pas; jangan dipakai sebagai pahat atau pengungkit.

9. Keselamatan dan perawatan

- Periksa kondisi sebelum dipakai: gagang tidak longgar atau retak, mata tidak aus atau menjamur.
- Pakai alat yang sesuai fungsinya; jangan memakai obeng sebagai pahat atau kunci sebagai palu.
- Jepit benda dengan kuat dan pakai kacamata pelindung bila ada serpihan.
- Bersihkan dan simpan di tempatnya (papan bayangan) setelah dipakai; olesi sedikit minyak pada alat baja agar tidak berkarat.

10. Ringkasan

Peta konsep pada Gambar 2.27 merangkum materi ini.

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

▣ CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Menentukan bor inti dan kedalaman bor untuk ulir

Pada sebuah blok baja akan dibuat ulir dalam **M14** berkisar 2 mm. Pada lubang buntu, ulir penuh harus sedalam 24 mm. Pada pelat lain akan dibuat ulir **M6** berkisar 1 mm pada lubang tembus. Tentukan diameter bor dan kedalaman bor.

Langkah:

1. Diameter bor inti = diameter ulir − kisar.
2. M14 × 2: 14 − 2 = **12,0 mm**. M6 × 1: 6 − 1 = **5,0 mm**.
3. Lubang tembus M6 tidak butuh kedalaman khusus; bor sampai tembus.
4. Lubang buntu M14: bor harus lebih dalam daripada ulir penuh. Tambahkan kira-kira tiga kali kisar (3 × 2 = 6 mm) untuk ujung tap yang tidak penuh dan ruang tatal: 24 + 6 = **30 mm**.
5. Urutan: bor Ø12 sedalam sekitar 30 mm, haluskan tepi, setap dengan tap 1, tap 2, lalu tap 3 sampai ulir penuh 24 mm.

Jawaban: M14 × 2 dibor Ø12,0 mm sedalam sekitar 30 mm; M6 × 1 dibor Ø5,0 mm.

Contoh 2: Memilih daun gergaji menurut tebal benda

Dua benda akan digergaji: (a) batang aluminium tebal 20 mm; (b) pelat baja lunak tebal 3 mm. Tersedia daun 14, 18, 24, dan 32 gigi per inci. Pilih yang tepat.

Langkah:

1. Hitung jarak antargigi: 25,4 ÷ gigi per inci. 14 → 1,81 mm; 18 → 1,41 mm; 24 → 1,06 mm; 32 → 0,79 mm.
2. Aturan tiga gigi: tebal benda ÷ jarak antargigi sebaiknya sekitar 3 atau lebih.
3. Benda (a): aluminium lunak dan tebal. Daun 14 gigi per inci memberi 20 ÷ 1,81 ≈ 11 gigi menyentuh, jauh lebih dari cukup, dan giginya yang lebar memberi ruang untuk tatal aluminium yang lunak.
4. Benda (b): daun 14 → 3 ÷ 1,81 ≈ 1,7 gigi (kurang); 18 → ≈ 2,1 (masih kurang); 24 → ≈ 2,8 (hampir 3); 32 → ≈ 3,8 (cukup). Pilih **32 gigi per inci**.

Jawaban: (a) 14 gigi per inci; (b) 32 gigi per inci (24 gigi per inci masih dapat diterima). Pada keduanya, daun dipasang dengan gigi menghadap ke depan.

Contoh 3: Urutan menandai, menggergaji, dan mengikir

Dari pelat baja lunak tebal 6 mm akan dibuat dudukan persegi panjang 80 × 50 mm yang tepinya rata dan siku. Susun urutan kerjanya.

Langkah:

1. **Menandai.** Bersihkan pelat, olesi tinta penanda tipis, gambar garis ukuran 80 × 50 mm dengan penggores, mistar baja, dan penyiku. Titik sudut dengan penitik garis agar garis tetap terlihat.
2. **Menjepit.** Jepit pelat di ragum dengan garis potong dekat rahang.

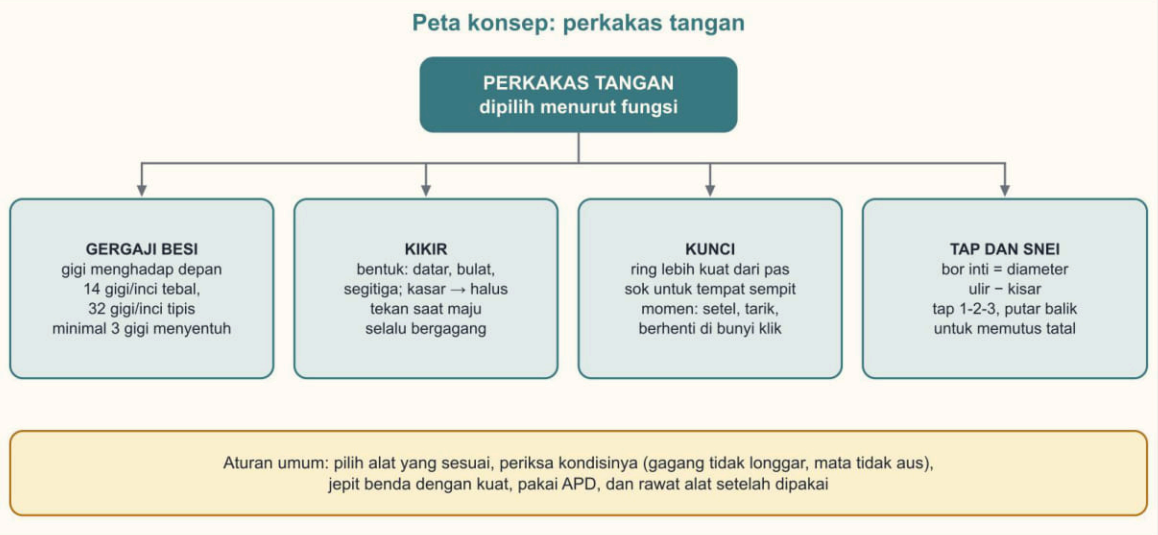
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

3. **Menggergaji.** Pakai daun 18 gigi per inci (6 ÷ 1,41 ≈ 4 gigi menyentuh). Gergaji sekitar 1 mm **di luar garis** supaya masih ada sisa untuk dikikir.
4. **Mengikir kasar** sampai mendekati garis, lalu **mengikir halus** tepat pada garis. Tekan saat dorong, angkat ringan saat tarik.
5. **Memeriksa.** Periksa kerataan dan kesikuan dengan penyiku (celah cahaya merata), lalu ukur 80 dan 50 mm dengan jangka sorong.
6. **Menghaluskan** tepi tajam dengan kikir halus agar aman dipegang.

Jawaban: tandai → jepit → gergaji di luar garis → kikir kasar → kikir halus → periksa → haluskan tepi.

❖ PETA KONSEP

Hubungan antarkonsep pada sub bab ini ditunjukkan Gambar 2.27.



Gambar 2.27 Peta konsep sub bab 2.4. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- Pilih perkakas menurut fungsi: menandai, memotong, mengikir, menjepit dan memukul, mengencangkan, membuat ulir.
- Gergaji besi: gigi menghadap ke depan; memotong saat didorong; paling sedikit sekitar tiga gigi menyentuh tebal benda (halus untuk tipis, kasar untuk tebal lunak).
- Kikir: selalu bergagang; tekan saat maju, angkat ringan saat mundur; kasar dahulu, halus kemudian.
- Bor inti ulir metrik = diameter ulir − kisar; lubang buntu dibor lebih dalam; tap 1, 2, 3 berurutan, putar balik untuk mematahkan tatal.
- Kunci ring dan sok lebih kuat daripada kunci pas; tarik gagang, jangan sambung pipa, jangan memukul; kunci momen untuk mengencangkan dan berhenti di bunyi klik.

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

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Soal perkakas tangan hampir selalu berupa pemilihan atau urutan. Gunakan langkah berikut.

1. **Tulis tujuan pekerjaannya** (memotong, meratakan, mengencangkan, membuat ulir) dan sifat benda (tipis atau tebal, lunak atau keras).
2. **Cocokkan dengan perkakas** berdasarkan fungsi, lalu cocokkan ukuran atau jenisnya (jumlah gigi, bentuk kikir, jenis kunci).
3. **Periksa arah dan cara memakai** (arah gigi, tekan saat dorong, tarik, bukan dorong).
4. **Pilih opsi yang aman dan benar secara teknik,** bukan yang tampak paling cepat.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Memukul kunci dengan palu agar cepat kendur.** Kunci rusak dan selip; solusinya kunci ring atau sok dan cairan pelonggar.
- **Menyambung gagang kunci dengan pipa.** Tenaga yang lebih besar tidak membenarkan cara yang merusak alat.
- **Memakai kikir tanpa gagang untuk pekerjaan singkat.** Tang yang tajam dapat melukai tangan.
- **Memilih daun gergaji kasar untuk benda tipis.** Gigi tersangkut dan daun patah.
- **Menyetap tanpa memutar balik.** Tatal menyumbat dan tap patah di dalam lubang.

> Contoh salah tafsir: pada soal tentang pemotongan pelat tipis, seorang siswa memilih daun gergaji 14 gigi per inci karena "gigi besar memotong lebih cepat". Padahal pada pelat tipis, gigi besar tersangkut di tepi sehingga daun mudah patah; yang tepat adalah daun halus yang membuat sedikitnya tiga gigi tetap menyentuh benda.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut meminta beberapa langkah yang benar (pilih semua yang benar) pada pekerjaan menggergaji dan mengikir benda berdinding tipis. Cara berpikirnya: nilai tiap pernyataan sendiri-sendiri. Tanyakan pada setiap pernyataan: apakah ini sesuai aturan pada perkakas itu, dan apa alasan teknisnya?

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

►. Bayu harus memotong pipa baja berdinding tipis 1,5 mm dengan gergaji tangan, lalu meratakan ujung potongannya dengan kikir (2027). Di ruang alat tersedia daun gergaji 18 gigi/inci dan 32 gigi/inci, kikir kasar dan halus, serta ragum meja dengan pelapis rahang. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Langkah kerja yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Memakai daun gergaji 32 gigi/inci agar beberapa gigi terus menyentuh dinding pipa yang tipis.
☐ B. Memasang daun gergaji dengan gigi mengarah ke pegangan agar pemotongan terjadi saat gergaji ditarik.
☐ C. Menekan kikir saat didorong dan mengangkatnya ringan saat ditarik kembali.
☐ D. Memakai kikir tanpa gagang untuk pekerjaan yang singkat karena hanya beberapa langkah.
☐ E. Menjepit pipa di ragum berpelapis dengan bagian yang digergaji dekat rahang ragum.

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

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

Konsep: Untuk benda tipis dipakai daun gergaji bergigi rapat. Daun gergaji dipasang dengan gigi mengarah ke depan dan memotong saat didorong. Kikir memotong saat didorong dan harus bergagang. Benda dijepit kuat dekat garis kerja.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✓ Pada dinding tipis, gigi rapat mencegah gigi tersangkut dan patah.
• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: gergaji tangan yang umum di bengkel memotong saat didorong, jadi gigi mengarah ke depan, menjauhi pegangan.
• **Pernyataan 3** ✓ Gigi kikir memotong saat langkah maju; menekan saat mundur hanya menumpulkan gigi.
• **Pernyataan 4** ✗ Ujung tangkai kikir yang runcing dapat menusuk telapak tangan; kikir selalu dipakai bergagang.
• **Pernyataan 5** ✓ Jepitan dekat garis potong mengurangi getaran; pelapis rahang mencegah pipa penyok.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 5.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk tiap soal, tulis dulu perkakas yang terlibat dan aturan pakai yang berlaku, lalu uji tiap opsi.

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

1. Sari harus membuat ulir dalam M10 yang penuh sedalam 20 mm pada lubang tidak tembus di blok baja dudukan (2027). Ujung tap 1 dan tap 2 berbentuk tirus sehingga beberapa ulir pertamanya tidak memotong penuh. Lembar kerja memuat tabel berikut; tersedia satu set tap tangan (tap 1, 2, 3), tangkai tap, dan pelumas potong.

Ukuran ulir	Kisar (mm)	Diameter bor sebelum tap (mm)
M8	1,25	6,8
M10	1,5	8,5
M12	1,75	10,2

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

Langkah kerja yang paling tepat adalah ....

A. Bor Ø8,5 sedalam 20 mm; tap 1–2–3 berurutan, sesekali putar balik
B. Bor Ø10 sedalam 25 mm; tap 1–2–3 berurutan, sesekali putar balik
C. Bor Ø8,5 sedalam 25 mm; tap 1–2–3 berurutan, sesekali putar balik
D. Bor Ø8,5 sedalam 25 mm; tap 1–2–3 berurutan, diputar terus tanpa balik
E. Bor Ø8,5 sedalam 25 mm; langsung tap 3 sampai dasar, sesekali putar balik

2. Dudukan pompa air di sebuah peternakan ayam diikat empat baut M12 yang berkarat dan sangat keras dibuka (2027). Siswa PKL membawa kunci pas, kunci ring, satu set kunci sok dengan gagang, palu baja, dan cairan pelonggar karat. Posisi baut sempit di dekat dinding.

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

Langkah yang tepat adalah ....

(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Menyambung gagang kunci pas dengan pipa panjang agar tenaga putarnya lebih besar.
☐ B. Memakai kunci ring atau kunci sok yang mencengkeram seluruh sisi kepala baut.
☐ C. Memukul gagang kunci pas dengan palu baja supaya baut cepat bergerak.
☐ D. Menyemprot ulir dengan cairan pelonggar karat dan menunggu beberapa menit sebelum dibuka.
☐ E. Menarik gagang kunci ke arah badan dengan posisi kaki kokoh daripada mendorongnya.

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

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

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menjelaskan mengapa daun gergaji untuk pelat tipis harus lebih halus daripada untuk batang tebal?
- Dapatkah kamu menentukan diameter bor untuk ulir M20 berkisar 2,5 mm dan menjelaskan mengapa lubang buntu dibor lebih dalam?
- **Yang harus kuingat:** pilih perkakas menurut fungsi; arah gigi gergaji ke depan; kikir bergagang; bor inti = diameter ulir − kisar; kunci ring dan sok lebih kuat; kunci momen berhenti di bunyi klik.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 2.4: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktm&node=SMKTM-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 · Perkakas bertenaga: bor tangan dan gerinda tangan

SMKTM-2.5

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi menyebut perkakas bertenaga sebagai bagian dari teknik dasar proses produksi manufaktur, dan batasnya jelas: **bor tangan dan gerinda tangan**. Yang diuji bukan merek atau tipe mesin, melainkan pemahaman kerja: bagian-bagian alatnya, memilih mata bor atau cakram yang tepat untuk bahan dan pekerjaannya, urutan memasang dan mengganti perlengkapan, serta cara kerja yang aman. Soal biasanya berbentuk kasus bengkel: seorang siswa akan mengebor atau menggerinda sesuatu, ada beberapa kondisi yang tampak di sekitarnya, lalu kamu memilih tindakan yang paling tepat. Soal tingkat sulit sering menggabungkan dua hal sekaligus, misalnya pemilihan cakram menurut label putaran dan urutan pemasangannya.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menyebut bagian bor tangan dan gerinda tangan beserta fungsinya;
- memilih mata bor, mode kerja, dan putaran yang sesuai dengan bahan;
- memilih cakram gerinda menurut jenis pekerjaan dan membaca batas putarannya;
- menyusun urutan kerja mengebor dan mengganti cakram secara aman.

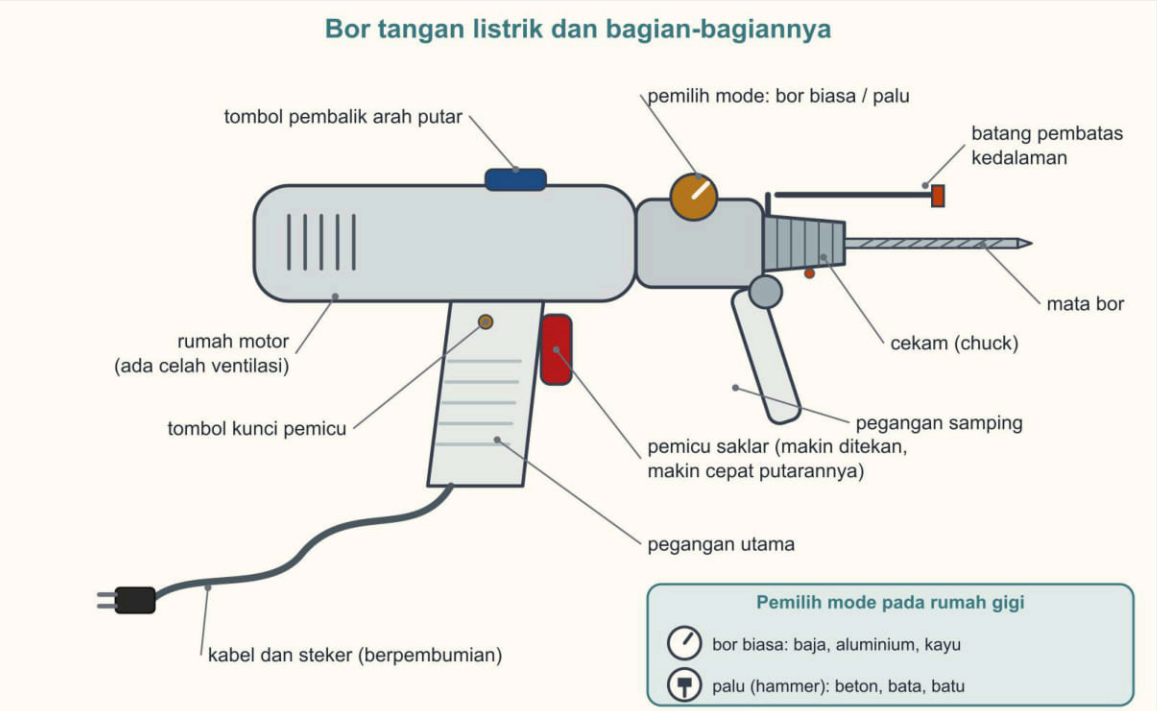
◆ KONSEP INTI

Perkakas bertenaga adalah alat yang dipegang dan diarahkan oleh tangan, tetapi gerakan potongnya dihasilkan motor. Di bengkel sekolah, di proyek konstruksi, dan di bengkel las, dua alat paling sering kamu temui adalah **bor tangan listrik** dan **gerinda tangan**. Keduanya ringan, mudah dibawa ke tempat kerja, dan menggantikan tenaga otot yang lama. Tetapi justru karena dipegang tangan, keduanya tidak memiliki ragum atau meja yang menahan benda untuk kita. Tenaga motor, mata bor atau cakram yang berputar sangat cepat, dan tangan manusia berada sangat dekat. Karena itu, di sub bab ini pengetahuan tentang alat selalu berjalan bersama kebiasaan kerja yang aman. Pengetahuan tentang putaran dan kecepatan potong yang dipakai di sini dibahas lebih rinci di sub bab 2.6; jenis proses mengebor sendiri sudah dikenalkan di sub bab 2.1.

1. Bor tangan listrik dan bagian-bagiannya

Perhatikan Gambar 2.28. Sebuah bor tangan listrik terdiri atas bagian-bagian berikut.

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



Gambar 2.28 Bor tangan listrik dengan nama bagiannya, termasuk pemilih mode bor biasa dan mode palu. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Rumah motor** menyimpan motor listrik. Celah ventilasinya harus bersih supaya motor tidak terlalu panas.
- **Cekam (chuck)** menjepit bagian pangkal mata bor. Cekam berkunci dikencangkan dengan kunci cekam yang dimasukkan ke lubang-lubang di sisinya. Cekam tanpa kunci dikencangkan dengan memutar selongsongnya dengan tangan. Kapasitas cekam yang umum adalah 10 mm atau 13 mm, artinya pangkal mata bor yang dapat dijepit paling besar sekian milimeter.
- **Pemicu saklar** dipegang dengan jari telunjuk. Makin dalam ditekan, makin cepat motor berputar. Karena itu, bor memulai lubang dengan menekan pemicu perlahan. Beberapa bor memiliki **tombol kunci pemicu** supaya mesin tetap menyala tanpa ditekan terus; fitur ini hanya dipakai bila benar-benar perlu dan tidak boleh dilupakan saat mengganti mata bor.
- **Tombol pembalik arah putar** mengubah putaran ke kanan (untuk mengebor) atau ke kiri (untuk melepaskan mata bor yang macet atau membuka baut).
- **Pegangan utama** dan **pegangan samping** memungkinkan bor dipegang dengan dua tangan. Pegangan samping sangat penting pada bor yang besar, karena saat mata bor tiba-tiba macet, badan bor menghentak berputar ke arah yang berlawanan dan dapat memuntir pergelangan tangan.
- **Batang pembatas kedalaman** diatur untuk membatasi seberapa dalam mata bor boleh masuk, misalnya untuk lubang tidak tembus.
- **Pemilih mode** terdapat pada bor yang bertuliskan "impact" atau "hammer". Pada **mode bor biasa**, mata bor hanya berputar; mode ini dipakai pada logam, kayu, dan plastik. Pada **mode palu**, selain berputar, mata bor juga dihentakkan maju-mundur sangat cepat sehingga dapat meretakkan dan menghancurkan beton, bata, atau batu. Mode palu tidak dipakai untuk

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

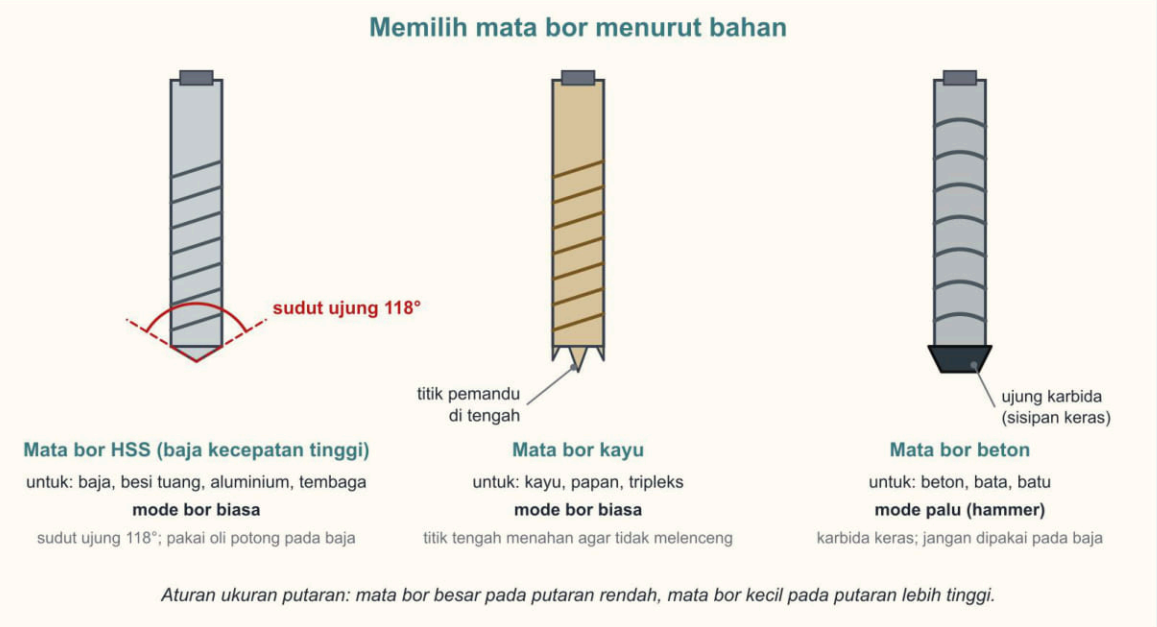
logam, karena hentakan itu tidak membantu pemotongan dan merusak ujung mata bor.

- **Kabel dan steker** harus utuh dan memakai penghantar pembumian (steker tiga kaki) atau berisolasi ganda. Bor listrik yang kabelnya terkelupas tidak dipakai.

Bor yang bertenaga baterai (bor cordless) memiliki bagian yang sama, hanya kabelnya diganti baterai yang dapat diisi ulang, ditambah cincin pengatur torsi (kekuatan putar) di belakang cekam. Cara kerjanya serupa.

2. Mata bor menurut bahan

Mata bor bukan satu jenis. Bentuk ujung dan bahannya disesuaikan dengan benda yang akan dilubangi (lihat Gambar 2.29).



Gambar 2.29 Tiga jenis mata bor yang paling umum dan bahan yang dikerjakannya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Jenis mata bor	Bahan yang dikerjakan	Mode bor	Ciri khas
HSS (baja kecepatan tinggi)	baja lunak, besi tuang, aluminium, tembaga, plastik	mode bor biasa	alur spiral, sudut ujung sekitar 118°
Kayu	kayu, papan, tripleks	mode bor biasa	ada titik pemandu di tengah dan dua pengiris tepi
Beton	beton, bata, batu	mode palu	ujung dari karbida (sisipan sangat keras) dan alur lebar untuk membuang serbuk

Mata bor HSS adalah yang paling sering dipakai di bengkel pemesinan. HSS adalah singkatan *high speed steel*, yaitu baja perkakas yang tetap keras walaupun ujungnya panas. Sudut ujungnya 118° untuk baja dan bahan umum. Pada baja, bor diberi sedikit **oli potong** supaya ujungnya tidak terlalu panas; pada besi tuang dibor kering.

Mata bor kayu memiliki titik tengah yang runcing sehingga tidak meleset dari tanda. **Mata bor beton** memiliki ujung karbida yang jauh lebih keras daripada HSS. Karena dibuat untuk menghancurkan, bukan menyayat, mata bor beton tidak cocok untuk baja.

3. Putaran bor: besar pelan, kecil lebih cepat

Setiap bahan memiliki kecepatan potong yang sesuai bagi mata bor (dibahas di sub bab 2.6). Kecepatan potong adalah kecepatan titik terluar mata bor menyayat bahan, dan putaran yang diperlukan dihitung dengan rumus $n = (1.000 \times V) \div (\pi \times d)$. Di sini V adalah kecepatan potong (m/menit), d diameter mata bor (mm), dan n putaran (putaran per menit, rpm). Untuk bor HSS, pedoman umum V adalah sekitar 25–30 m/menit pada baja lunak dan 60–90 m/menit pada aluminium. Rumus ini menjelaskan aturan yang mudah diingat: **makin besar diameter mata bor, makin rendah putarannya**. Mata bor besar yang diputar terlalu cepat cepat panas, ujungnya tumpul, dan lubang membesar. Mata bor kecil yang diputar terlalu pelan lambat dan mudah patah karena ditekan terlalu kuat.

Bor tangan memiliki putaran yang terbatas, misalnya 0–900 rpm pada gigi rendah dan 0–2.800 rpm pada gigi tinggi (angka contoh; periksa pelat nama bor). Putaran yang dihasilkan rumus adalah acuan. Bila hasil hitungan melampaui kemampuan bor, pakai putaran tertinggi yang tersedia; pemakaian putaran yang lebih rendah dari pedoman jauh lebih aman daripada melebihinya.

4. Langkah mengebor dengan bor tangan

Mengebor dengan bor tangan dilakukan dengan urutan yang tetap. Urutan ini menjaga ketepatan lubang dan keselamatan tangan.

1. **Siapkan APD:** kacamata pelindung wajib. Rambut panjang diikat; lengan baju tidak menjuntai. Jangan memakai sarung tangan kain yang longgar karena dapat terlilit mata bor.
2. **Periksa alat:** kabel dan steker utuh, mata bor tidak patah atau tumpul, kabel penyambung

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

(kabel roll) tidak melintasi lantai basah.

3. **Beri tanda** pusat lubang dengan penggores, lalu **titik** dengan penitik agar ujung mata bor tidak meleset.
4. **Jepit benda kerja** pada ragum, klem, atau blok V. Benda tidak boleh dipegang dengan tangan, apalagi pelat tipis, karena benda dapat ikut berputar dan melukai tangan.
5. **Pasang mata bor**: masukkan pangkalnya sedalam mungkin, kencangkan cekam pada tiga lubang kunci, lalu **cabut kunci cekam** sebelum mesin dinyalakan.
6. **Atur mode dan putaran** sesuai bahan (bor biasa untuk logam).
7. **Mulai mengebor** dengan putaran rendah, bor tegak lurus, dan tekanan sedang. Pegang dengan dua tangan memakai pegangan samping.
8. **Kurangi tekanan saat mata bor hampir tembus**, karena mata bor cenderung "menggigit" dan menghentak pada saat itu.
9. **Pada lubang yang dalam**, angkat mata bor sesekali untuk membuang tatal dan memberi oli.
10. **Matikan saklar, tunggu putaran berhenti**, lalu angkat bor. Cabut steker bila akan mengganti mata bor. Buang tepi tajam (gerigi) lubang dengan kikir atau bor pembulat.

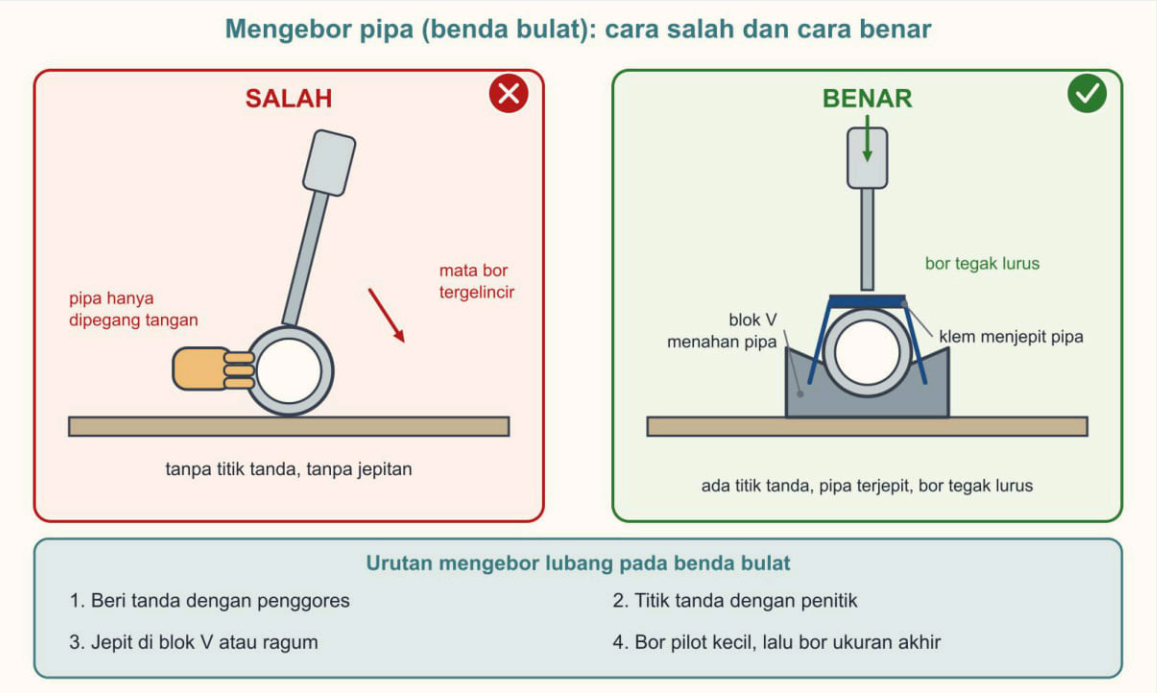
Lubang yang besar tidak langsung dibor sekali jalan. Mula-mula dibuat **lubang pilot** dengan mata bor kecil (kira-kira seukuran inti mata bor besar, misalnya 5–6 mm untuk lubang 14 mm), lalu diperbesar dengan mata bor ukuran akhir. Mata bor besar tidak mampu memotong di bagian tengahnya (ujung pahat melintang), sehingga lubang pilot meringankan kerjanya dan menjaga letak lubang.

5. Mengebor permukaan bulat

Benda bulat, seperti pipa atau poros, mudah menggelinding dan membuat ujung mata bor tergelincir (lihat Gambar 2.30).

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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



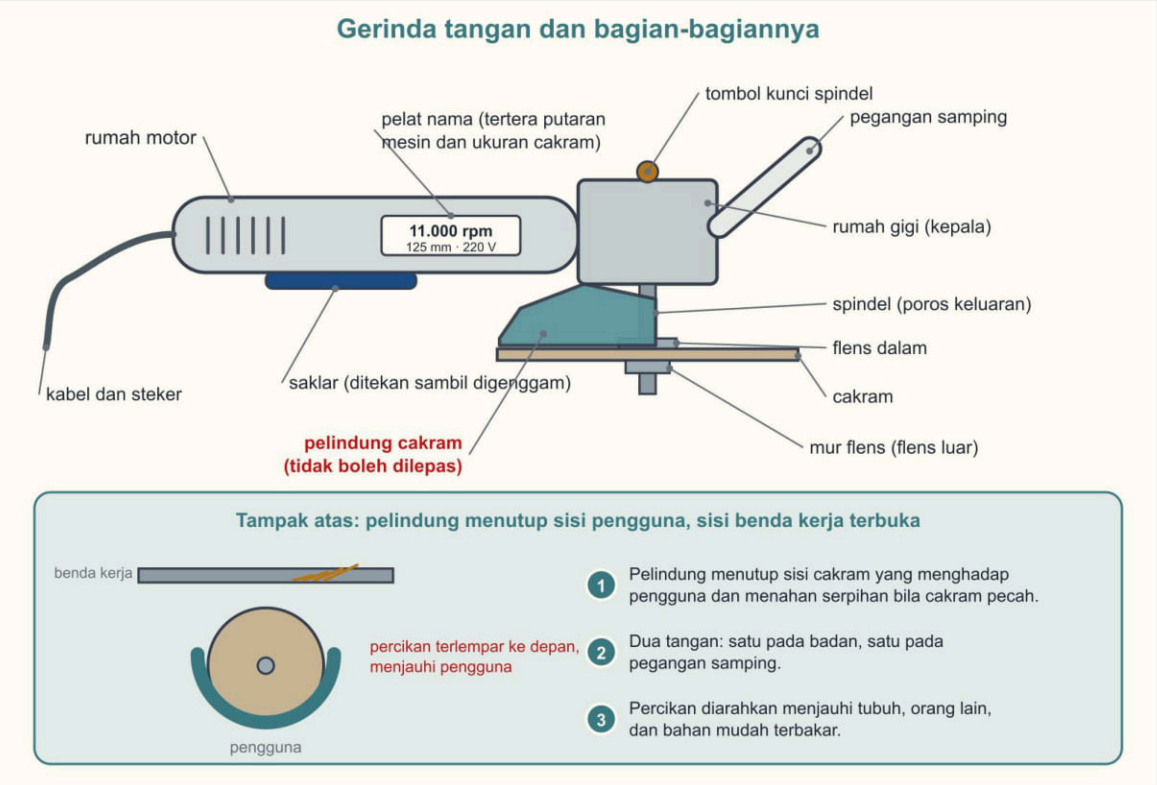
Gambar 2.30 Cara salah dan cara benar mengebor benda bulat, ditambah urutan kerjanya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Caranya adalah menahan benda dari bawah dan menjepitnya dari atas. **Blok V** adalah balok berlekuk berbentuk V yang menahan benda bulat sehingga tidak berguling. Pipa diletakkan pada blok V, dijepit dengan klem atau ragum, dan titik tanda diletakkan tepat di puncak benda. Bor kemudian dipasang tegak lurus ke tengah benda. Bila titik tanda tidak berada di puncak, lubang akan miring dan mata bor mudah meleset. Dinding pipa tipis, sehingga tekanan dikurangi ketika hampir tembus supaya mata bor tidak tersangkut.

6. Gerinda tangan dan bagian-bagiannya

Gerinda tangan (angle grinder) memutar cakram dengan kecepatan sangat tinggi, sekitar 6.000 sampai 12.000 putaran per menit, tergantung ukurannya. Ukuran gerinda disebut menurut diameter cakram terbesar yang dapat dipasang: 4 inci (sekitar 100 mm), 4,5 inci (115 mm), 5 inci (125 mm), 7 inci (180 mm), dan 9 inci (230 mm). Makin besar cakram, makin rendah putaran maksimum mesinnya. Gambar 2.31 menunjukkan bagian-bagiannya.

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



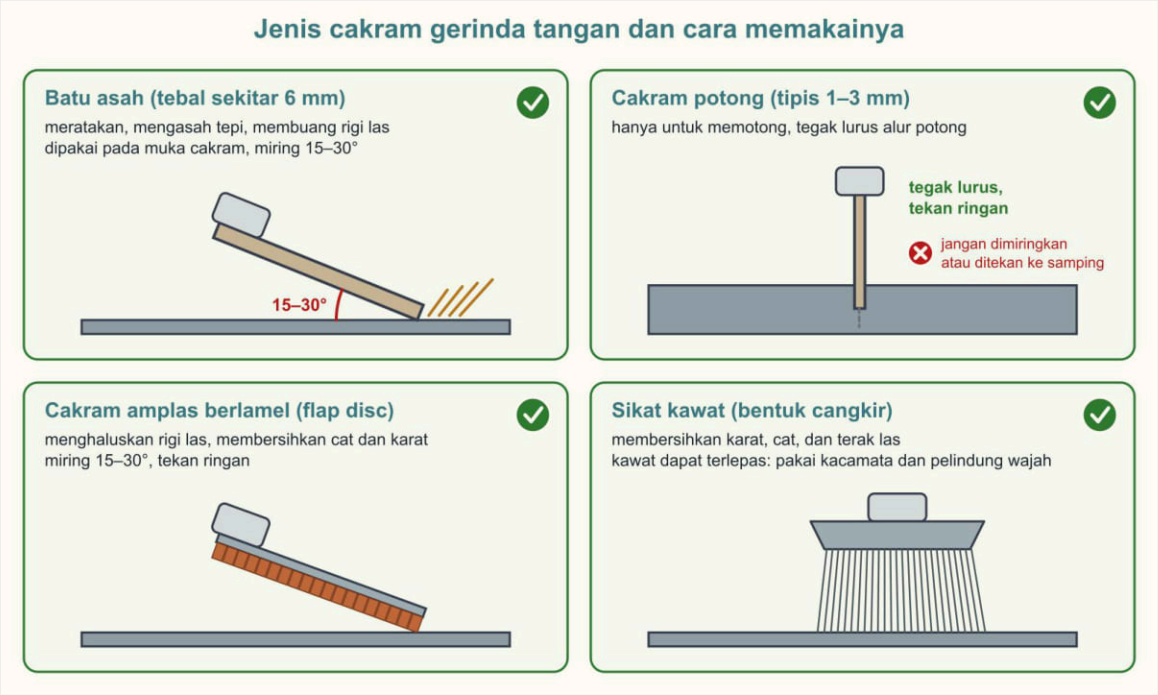
Gambar 2.31 Gerinda tangan dengan nama bagiannya, serta tampak atas yang menunjukkan letak pelindung dan arah percikan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Rumah motor dan pelat nama.** Pelat nama memuat putaran mesin (rpm), ukuran cakram terbesar, dan tegangan listrik. Informasi ini wajib dibaca sebelum memasang cakram.
- **Saklar.** Banyak gerinda memakai saklar yang harus ditekan terus sambil digenggam; begitu dilepas, mesin mati. Ini pengaman penting, karena gerinda yang terlepas dari tangan tidak terus menyala.
- **Rumah gigi (kepala).** Di dalamnya terdapat sepasang roda gigi kerucut yang membelokkan putaran motor 90° menuju spindel.
- **Spindel** adalah poros keluaran yang bagian ujungnya berulir untuk mur flens.
- **Flens dalam dan mur flens (flens luar)** menjepit cakram dari kedua sisi. Jepitan inilah yang menahan cakram, bukan lubang di tengah cakram saja.
- **Tombol kunci spindel** menahan spindel supaya tidak berputar sehingga mur flens dapat dilepas atau dikencangkan. Tombol ini hanya ditekan saat mesin berhenti total.
- **Pelindung cakram** menutup sisi cakram yang menghadap pengguna dan menangkap serpihan atau pecahan cakram. Pelindung tidak boleh dilepas.
- **Pegangan samping** memungkinkan gerinda dipegang dua tangan.

7. Jenis cakram dan cara memakainya

Gambar 2.32 merangkum empat perlengkapan yang paling sering dipasang pada gerinda tangan.

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



Gambar 2.32 Batu asah, cakram potong, cakram amplas berlamel, dan sikat kawat beserta cara pemakaian yang benar. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Batu asah (cakram gerinda)** berbentuk tebal, sekitar 6 mm, dengan bagian tengah sedikit cekung. Dipakai untuk meratakan rigi las, mengasah tepi, dan membuang bahan. Cakram dipakai pada **mukanya** dengan posisi miring kira-kira 15–30° terhadap benda, dan digerakkan maju-mundur.
- **Cakram potong** sangat tipis, sekitar 1–3 mm. Bahannya dirancang menahan gaya sepanjang bidang cakram, bukan gaya dari samping. Karena itu, cakram potong hanya dipakai untuk **memotong**, dengan posisi tegak lurus terhadap alur potong. Menekan, memiringkan, atau memutarnya ke samping, atau mengasah dengan sisinya, dapat membuat cakram pecah atau terjepit. Cakram yang terjepit membuat gerinda melompat ke arah pengguna (disebut sentakan balik atau *kickback*).
- **Cakram amplas berlamel (flap disc)** tersusun atas lembaran amplas yang bertumpuk seperti kipas. Dipakai untuk menghaluskan rigi las, membersihkan cat dan karat dengan sedikit membuang logam. Posisinya miring 15–30° dengan tekanan ringan.
- **Sikat kawat** (bentuk cangkir atau cakram) membersihkan karat, cat, dan terak las. Kawatnya dapat terlepas dan terlempar, sehingga kacamata dan pelindung wajah wajib dipakai.

Batas putaran cakram. Setiap cakram memiliki label: ukuran, ketebalan, dan **putaran maksimum yang diizinkan (rpm)**. Aturan terpenting: **putaran maksimum pada label tidak boleh lebih kecil daripada putaran mesin pada pelat nama**. Alasannya: cakram dapat pecah bila diputar melampaui batasnya. Pecahan cakram yang terlempar dapat melukai berat. Batas itu ditetapkan dari **kecepatan keliling** tepi cakram, yang dihitung dengan $v = (\pi \times d \times n) \div 60.000$ dengan d dalam mm, n dalam rpm, dan v dalam m/s. Cakram umum untuk gerinda tangan dirancang untuk kecepatan keliling paling besar 80 m/s. Bila diameter dan putaran maksimum

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

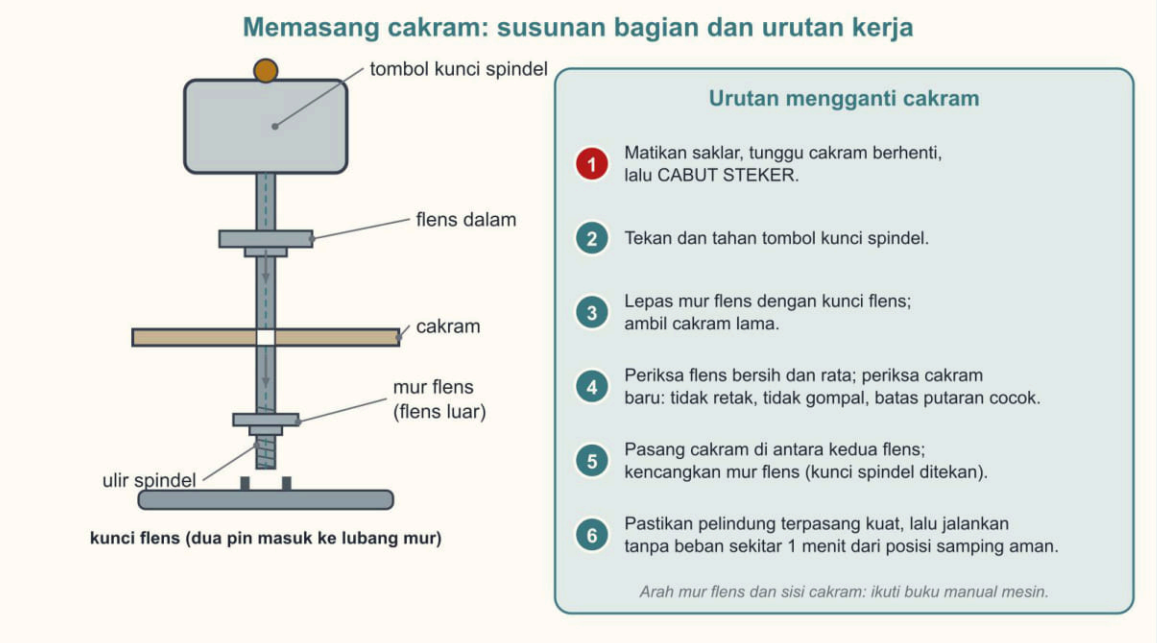
cakram dimasukkan ke rumus itu, hasilnya sekitar 80 m/s, misalnya cakram 125 mm dengan label 12.200 rpm. Sebaliknya cakram dengan diameter lebih besar harus diputar lebih pelan; itulah sebabnya cakram 180 mm tidak boleh dipasang pada gerinda 125 mm yang berputar 11.000 rpm, bahkan bila lubang tengahnya cocok.

Selain putaran, ada beberapa hal yang menentukan cakram boleh dipakai.

- **Ukuran dan lubang tengah** harus sesuai dengan mesin (diameter cakram tidak melebihi ukuran pelindung; lubang tengah sesuai spindel).
- **Kondisi fisik:** tidak retak, tidak gompal, tidak basah atau lembap, dan belum melewati tanggal kedaluwarsa yang tercetak pada cakram resin.
- **Penyimpanan:** disimpan kering, datar atau tergantung rapi, jauh dari pelarut dan benturan.

8. Memasang dan mengganti cakram

Mengganti cakram adalah pekerjaan yang paling sering dikerjakan dan paling sering salah. Gambar 2.33 memperlihatkan susunan bagiannya.



Gambar 2.33 Susunan flens, cakram, dan mur flens pada spindel serta urutan mengganti cakram. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **Matikan mesin, tunggu cakram berhenti, lalu cabut steker.** Ini langkah pertama dan tidak boleh dilewati, karena gerinda dapat menyala bila saklar tersentuh saat steker masih terpasang.
2. **Tekan dan tahan tombol kunci spindel** sehingga spindel tidak berputar.
3. **Lepaskan mur flens** dengan **kunci flens** (kunci dengan dua pin yang masuk ke lubang mur). Jangan memukul kunci itu dengan palu, dan jangan memakai tang atau obeng sebagai pengganti.
4. **Periksa:** flens dan spindel bersih, rata, dan tidak cacat; cakram baru tidak retak atau gompal; tulisan putaran maksimum tidak lebih rendah daripada putaran mesin.
5. **Pasang cakram** di antara flens dalam dan mur flens. Pasang sisi mur sesuai petunjuk di

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

buku manual mesin, sebab cakram tebal dan cakram tipis dijepit dengan sisi flens yang berbeda. Kencangkan mur flens dengan kunci flens sambil menahan kunci spindel.

6. **Pastikan pelindung terpasang** dan terkunci kuat pada posisi yang benar.
7. **Uji tanpa beban:** jalankan mesin sekitar satu menit dengan cakram diarahkan ke tempat aman, sementara kamu dan orang lain berdiri di samping, tidak segaris dengan bidang cakram. Bila ada getaran atau bunyi aneh, matikan dan periksa ulang.

Pada batu keramik gerinda duduk, uji dengar sering dipakai untuk mengetahui retak: batu digantung dan diketuk ringan dengan gagang kayu; bunyi nyaring berarti utuh, bunyi pecah atau sumbang berarti retak. Cakram resin gerinda tangan tidak seandal itu diuji dengan bunyi, sehingga andalan utamanya adalah pemeriksaan mata, tanggal kedaluwarsa, dan pengujian tanpa beban.

9. Keselamatan kerja dengan perkakas bertenaga

Keselamatan bukan tambahan di akhir; ia bagian dari setiap langkah di atas. Hal-hal berikut berlaku untuk keduanya.

- **Benda kerja dijepit.** Pelat kecil, pipa, atau batang tidak dipegang dengan tangan atau dipegangi teman.
- **Cabut steker sebelum mengganti mata bor atau cakram,** dan sebelum membersihkan atau memperbaiki mesin.
- **APD sesuai pekerjaan:** kacamata pelindung (pelindung wajah untuk gerinda), pelindung telinga pada gerinda yang bising, masker debu, sepatu keselamatan, baju lengan panjang dari katun (bukan bahan sintetis yang mudah meleleh oleh percikan). Pada bor, hindari sarung tangan kain yang longgar; pada gerinda, sarung tangan kulit yang pas boleh dipakai untuk melindungi dari panas dan tepi tajam.
- **Kabel:** periksa isolasi, jangan menarik kabel untuk memindahkan mesin, jangan menyeret kabel melewati lantai basah atau tatal panas. Tangan yang basah dilarang memegang steker.
- **Percikan gerinda** diarahkan menjauhi tubuh, orang lain, dan bahan mudah terbakar seperti bensin, cat, kain, dan kardus. Bahan itu dipindahkan atau dilindungi sebelum bekerja (praktik industri menyebut jarak aman sekitar 10 meter atau memakai penahan percikan).
- **Setelah mati, cakram dan mata bor masih berputar beberapa saat.** Mesin diletakkan hanya sesudah benar-benar berhenti.
- **Tatal dan serbuk panas** tidak disapu dengan tangan, tetapi dengan kuas atau sikat.

10. Perawatan singkat

Bersihkan lubang ventilasi dari debu supaya motor tidak panas berlebihan. Periksa **sikat karbon** di dalam motor; sikat yang aus ditandai bunga api besar pada motor atau mesin tersendat. Simpan bor dan gerinda dalam kotaknya, kering, dengan kabel digulung longgar. Mata bor dan cakram disimpan terpisah dari perkakas lain agar tidak tergores atau retak.

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

▣ CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Memilih cakram dari labelnya

Bengkel memiliki gerinda tangan 5 inci (cakram 125 mm) dengan putaran mesin 11.000 rpm. Pelindung dan flensnya sudah terpasang untuk cakram 125 mm. Tersedia tiga cakram.

Cakram	Diameter	Putaran maksimum pada label
1	125 mm	12.200 rpm
2	125 mm	9.800 rpm
3	180 mm	8.500 rpm

Langkah:

1. Hitung kecepatan keliling pada mesin: v = (π × 125 × 11.000) ÷ 60.000 ≈ 72 m/s.
2. Bandingkan dengan cakram 1: putaran maksimum 12.200 rpm, lebih tinggi daripada 11.000 rpm. Kecepatan keliling batasnya (π × 125 × 12.200) ÷ 60.000 ≈ 79,8 m/s. Aman.
3. Cakram 2: label 9.800 rpm, lebih rendah daripada putaran mesin. Cakram ini akan berputar melampaui batasnya (kecepatan batas hanya sekitar 64 m/s). Ditolak.
4. Cakram 3: diameter 180 mm lebih besar daripada ukuran pelindung. Seandainya dipasang pada 11.000 rpm, kecepatan kelilingnya sekitar 104 m/s, melebihi batas 80 m/s. Ditolak.

Jawaban: pakai **cakram 1**. Aturannya: diameter sesuai pelindung dan putaran maksimum label tidak lebih kecil daripada putaran mesin.

Contoh 2: Menentukan putaran bor

Sebuah bor tangan memiliki dua gigi: gigi rendah 0–900 rpm dan gigi tinggi 0–2.800 rpm. Pelat baja lunak tebal 10 mm akan dilubangi Ø14 mm dengan mata bor HSS. Pedoman V = 25 m/menit (π = 3,14). Mula-mula dibuat lubang pilot Ø6 mm. Lalu, di pekerjaan lain, lubang Ø6 mm dibor pada pelat aluminium dengan V = 60 m/menit.

Langkah:

1. Putaran lubang pilot Ø6 mm pada baja: n = (1.000 × 25) ÷ (3,14 × 6) ≈ 1.327 rpm. Nilai ini di atas batas gigi rendah, jadi pakai **gigi tinggi** dan tekan pemicu kira-kira separuh.
2. Putaran lubang Ø14 mm pada baja: n = (1.000 × 25) ÷ (3,14 × 14) ≈ 569 rpm. Nilai ini ada di dalam rentang gigi rendah, jadi pakai **gigi rendah** dengan pemicu cukup dalam (kira-kira 60 % dari 900 rpm).
3. Putaran Ø6 mm pada aluminium: n = (1.000 × 60) ÷ (3,14 × 6) ≈ 3.185 rpm. Nilai ini melampaui bor (maksimum 2.800 rpm). Pakai putaran tertinggi yang tersedia, yaitu gigi tinggi; hasilnya masih aman karena lebih rendah daripada acuan.

Jawaban: pilot Ø6 pada baja ≈ 1.327 rpm (gigi tinggi), lubang Ø14 pada baja ≈ 569 rpm (gigi rendah), Ø6 pada aluminium = tertinggi yang tersedia (≈ 2.800 rpm, gigi tinggi). Terlihat bahwa diameter besar memerlukan putaran lebih rendah.

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

Contoh 3: Menyusun urutan mengganti cakram

Urutan berikut diacak. Susunlah menjadi urutan mengganti cakram potong yang aman.

- (a) Jalankan mesin tanpa beban sekitar satu menit dari posisi samping.
- (b) Kencangkan mur flens dengan kunci flens.
- (c) Cabut steker.
- (d) Tekan kunci spindel, lepaskan mur flens, dan ambil cakram lama.
- (e) Pastikan pelindung terpasang kuat.
- (f) Periksa cakram baru dan flens, lalu pasang cakram di antara flens.

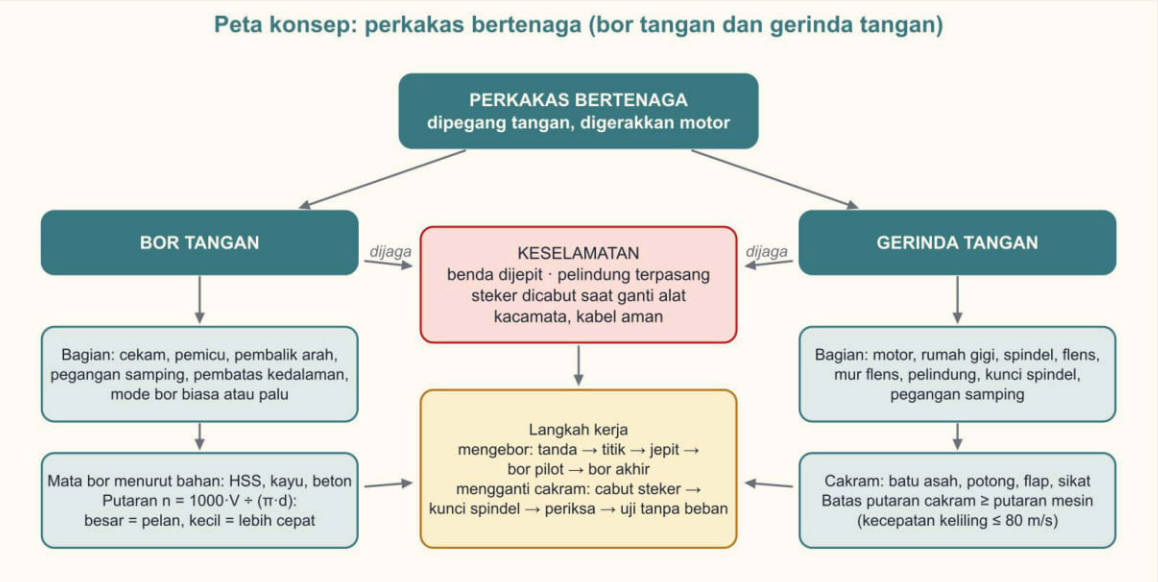
Langkah:

1. Langkah pertama selalu memutus sumber tenaga: (c).
2. Spindel harus ditahan sebelum mur dilepas: (d).
3. Sebelum memasang, benda yang akan dipasang diperiksa dahulu: (f).
4. Mur dikencangkan setelah cakram terpasang: (b).
5. Pelindung dipastikan terpasang sebelum mesin dinyalakan: (e).
6. Uji tanpa beban terakhir: (a).

Jawaban: c → d → f → b → e → a.

❖ PETA KONSEP

Ringkasan seluruh sub bab ini dapat dilihat pada Gambar 2.34.



Gambar 2.34 Peta konsep sub bab 2.5. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- Bor tangan: cekam, pemicu, pembalik arah, pegangan samping, pembatas kedalaman, pemilih mode (bor biasa untuk logam dan kayu, palu untuk beton).
- Mata bor: HSS untuk logam (118°), kayu dengan titik pemandu, beton berujung karbida;

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

diameter besar berarti putaran rendah, dihitung dengan $n = 1.000 \cdot V \div (\pi \cdot d)$.

- Mengebor: tanda, titik, jepit benda, bor pilot untuk lubang besar, kurangi tekanan saat tembus, cabut kunci cekam.
- Gerinda tangan: pelindung, flens, kunci spindel; batu asah dipakai pada muka, cakram potong hanya untuk memotong tegak lurus.
- Putaran maksimum label cakram tidak boleh lebih kecil daripada putaran mesin.
- Ganti cakram: cabut steker lebih dulu, uji tanpa beban sesudahnya.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Soal perkakas bertenaga hampir selalu kasus tindakan. Gunakan langkah berikut.

1. **Tandai pekerjaan dan bahannya:** mengebor atau menggerinda, logam atau beton, benda bulat atau pelat.
2. **Cocokkan perlengkapan dengan pekerjaan:** jenis mata bor atau cakram, mode, dan putaran.
3. **Periksa angka label** bila ada: putaran maksimum cakram dibandingkan dengan putaran mesin.
4. **Susun urutan keselamatan:** apakah steker sudah dicabut, benda sudah dijepit, pelindung terpasang?
5. **Bandingkan pilihan** dengan membuang yang memuat satu hal berbahaya; pilihan benar biasanya memuat semua hal yang aman.

Jebakan yang sering dipasang:

- **"Lebih tebal berarti lebih aman."** Ketebalan cakram tidak menggantikan batas putaran pada label.
- **Menukar fungsi cakram.** Cakram potong dipakai mengasah dari samping karena "sudah terpasang"; sebenarnya itu justru cara yang membuatnya pecah.
- **Pelindung dilepas agar lebih leluasa.** Alasan kemudahan tidak pernah membenarkan melepas pelindung.
- **Mematikan saklar dianggap cukup.** Mengganti perlengkapan tanpa mencabut steker tetap berbahaya.
- **Sarung tangan dipakai di semua pekerjaan.** Pada bor, sarung tangan kain longgar berbahaya; pada gerinda, sarung tangan yang pas boleh. Kalimat soal biasanya menyebut jenis dan keadaannya.

> Contoh salah tafsir: seorang siswa menjawab soal pemasangan cakram dengan memilih "mematikan saklar lalu mengganti cakram", karena merasa mesin sudah berhenti. Padahal saklar yang tidak sengaja tersentuh saat steker masih terpasang menyalakan cakram yang sedang dilepas. Pilihan yang benar selalu memuat pencabutan steker.

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

BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menggambarkan seorang siswa yang akan menghaluskan rigi las memakai gerinda tangan. Ada beberapa data di dalam kasus: putaran mesin, jenis cakram yang terpasang, dan dua cakram lain dengan label berbeda. Cara berpikirnya: tentukan dulu cakram yang cocok untuk pekerjaan menghaluskan, bandingkan label putarannya dengan putaran mesin, lalu periksa urutan tindakan keselamatan pada tiap pilihan.

►. Eko akan menghaluskan rigi-rigi hasil las pada rangka meja memakai gerinda tangan 4 inci yang putarannya 12.000 rpm (2027). Mesin masih terpasang batu potong tipis. Di laci tersedia batu gerinda asah tebal 6 mm dengan tulisan "maks. 10.000 rpm" dan batu gerinda asah tebal 6 mm dengan tulisan "maks. 13.300 rpm".
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang paling tepat adalah ....

A. Tetap memakai batu potong dengan menekan sisi samping batu ke rigi-rigi las
B. Mematikan saklar, mengganti dengan batu 10.000 rpm karena lebih tebal, memasang pelindung
C. Mencabut steker, mengganti dengan batu 13.300 rpm, lalu melepas pelindung agar leluasa
D. Mematikan saklar tanpa mencabut steker, lalu mengganti dengan batu 13.300 rpm
E. Mencabut steker, mengganti dengan batu 13.300 rpm, lalu memastikan pelindung terpasang

Pembahasan **Kunci: E**

Konsep: Batu potong tipis tidak boleh dipakai menggerinda dengan sisinya karena mudah pecah. Batas putaran batu harus sama dengan atau lebih tinggi dari putaran mesin. Saat mengganti batu, steker dicabut agar mesin tidak menyala tanpa sengaja, dan pelindung batu tetap dipasang.

Langkah:
1. Pekerjaan menghaluskan → batu asah, bukan batu potong.
2. Putaran mesin 12.000 rpm → pilih batu maks. 13.300 rpm.
3. Ganti batu dengan steker dicabut; pasang kembali pelindung.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Sisi batu potong tipis tidak tahan tekanan samping dan dapat pecah.
• **B.** ✗ Batu 10.000 rpm akan berputar melebihi batasnya pada mesin 12.000 rpm sehingga dapat pecah.
• **C.** ✗ Jebakan: batunya sudah tepat, tetapi pelindung yang dilepas membuat pecahan batu langsung mengenai operator.
• **D.** ✗ Jebakan: batunya tepat, tetapi saklar yang tersenggol dapat menyalakan mesin selama tangan memegang batu.
• **E.** ✓ Batu sesuai pekerjaan dan batas putarannya, steker dicabut, dan pelindung terpasang.

Jawaban: E.

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

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk setiap soal, tulis dulu pekerjaannya, perlengkapan yang cocok, dan langkah keselamatan yang tidak boleh dilewati.

1. Joko memasang rak pipa di bengkel dan harus mengebor 12 lubang Ø10 mm pada pelat siku baja tebal 5 mm memakai bor tangan listrik (2027). Pelat siku itu berukuran kecil dan mudah bergeser di meja. Kabel bor tangan disambung dengan kabel roll yang melintasi lantai yang agak basah.

(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. Memegang pelat siku dengan satu tangan dan bor dengan tangan lain agar posisi lubang lebih terkendali.
- ☐ B. Menjepit pelat siku pada ragum atau dengan klem ke meja sebelum mengebor.
- ☐ C. Memegang bor dengan dua tangan memakai pegangan samping dan mengurangi tekanan saat mata bor hampir tembus.
- ☐ D. Memakai sarung tangan kain yang agak longgar agar tangan tidak licin oleh oli saat memegang bor.
- ☐ E. Memindahkan kabel roll dari lantai basah dan memeriksa kabel tidak terkelupas sebelum dipakai.

2. Agus harus memotong 10 batang pipa baja Ø2 inci untuk tiang pagar memakai gerinda tangan di halaman bengkel (2027). Di dekatnya ada jeriken bensin dan dua teman yang mengecat. Tersedia batu potong dan batu asah yang sesuai putaran mesin, ragum pipa, serta klem.

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

Cara kerja yang paling tepat adalah ....

A. Batu asah tebal agar tidak pecah, pipa diragum, pelindung terpasang, percikan diarahkan menjauh

B. Batu potong, pipa dipegangi teman agar tidak bergerak, pelindung terpasang, percikan menjauh

C. Batu potong, pipa diragum, pelindung dilepas agar garis potong terlihat, percikan menjauh

D. Batu potong, pipa diragum, pelindung terpasang, percikan diarahkan menjauhi orang dan bensin

E. Batu potong, pipa diragum, pelindung terpasang, batu dimiringkan untuk melebarkan alur saat seret

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

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

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menjelaskan mengapa mata bor besar diputar lebih pelan, dan menghitung putaran suatu mata bor dari kecepatan potong?
- Dapatkah kamu menjelaskan mengapa putaran maksimum pada label cakram tidak boleh lebih rendah daripada putaran mesin?
- Dapatkah kamu menuliskan urutan mengganti cakram gerinda tangan, mulai dari langkah pertama?
- **Yang harus kuingat:** benda dijepit; steker dicabut sebelum ganti perlengkapan; pelindung tetap terpasang; label cakram dicocokkan dengan putaran mesin.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 2.5: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktm&node=SMKTM-2.5

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

Sub bab 2.6 · Pemesinan dasar: parameter pemotongan dan evaluasi hasil

SMKTM-2.6

◎ APA YANG DIUJI

Di sub bab 2.1 kamu sudah mengenal mesin bor, bubut, dan frais serta gerak potong dan gerak makannya. Sub bab ini menjawab pertanyaan berikutnya: **seberapa cepat mesin diputar, seberapa banyak pahat maju, seberapa dalam bahan dibuang**, dan **bagaimana menilai hasilnya** bila ukuran atau permukaannya tidak sesuai. Kisi-kisi resmi menuntut kamu menerapkan dan mengevaluasi proses dasar bubut dan frais. Dalam soal, hal ini muncul sebagai hitungan sederhana (putaran dari kecepatan potong dan diameter, waktu pemesinan, sudut tirus) dan sebagai kasus bengkel yang meminta kamu membaca gejala: ukuran melebar bertahap, permukaan bergelombang, poros bertingkat yang oleng, atau benda frais yang tebalnya tidak sama. Hitungannya hanya aritmetika bengkel, tanpa teknik lanjut.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan arti kecepatan potong, putaran, pemakanan, kedalaman potong, dan menghitung putaran serta waktu pemesinan;
- memilih putaran yang tersedia di mesin dan membedakan setelan bubut kasar dari penyelesaian;
- menghitung setelan sudut bubut tirus dan menyebut dua cara membuatnya;
- mengevaluasi hasil bubut dan frais, menelusuri penyebabnya, dan memilih perbaikan yang tepat.

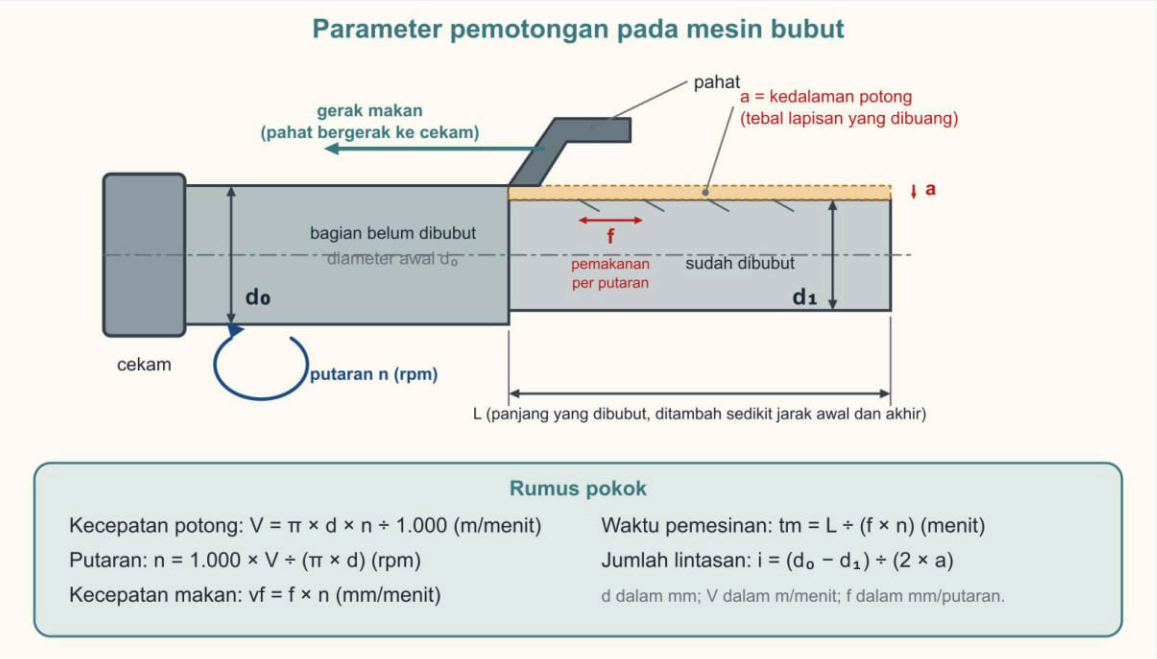
◆ KONSEP INTI

Dua operator memakai mesin bubut yang sama, bahan yang sama, dan pahat yang sama, tetapi hasilnya berbeda: yang satu licin dan tepat ukuran, yang lain bergelombang dan pahatnya cepat tumpul. Bedanya hampir selalu ada pada **setelan** dan **pencekaman**. Setelan berarti angka-angka yang kita atur: putaran, pemakanan, dan kedalaman potong. Pencekaman berarti cara benda dan pahat dijepit. Sub bab ini menjelaskan keduanya, mulai dari arti tiap angka, rumus untuk menentukannya, sampai cara membaca hasil kerja. Pembahasan terutama memakai mesin bubut, lalu diperluas secara singkat ke mesin frais.

1. Parameter pemotongan pada bubut

Gambar 2.35 memperlihatkan sebuah batang yang sedang dibubut. Bagian kiri belum dibubut, bagian kanan sudah dibubut. Ada beberapa besaran yang harus kamu kenal.

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



Gambar 2.35 Parameter pemotongan pada mesin bubut beserta rumus pokoknya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Putaran (n)** adalah banyaknya putaran benda kerja dalam satu menit, satuannya rpm (putaran per menit). Pada mesin bubut, benda kerjalah yang berputar.
- **Kecepatan potong (V atau Vc)** adalah kecepatan permukaan benda kerja melewati ujung pahat, dinyatakan dalam **meter per menit**. Bayangkan sebuah titik pada permukaan batang: dalam satu putaran titik itu menempuh satu keliling lingkaran, dan dalam satu menit menempuh keliling itu sebanyak n kali. Inilah ukuran seberapa cepat pahat "menggosok" bahan.
- **Pemakanan (f)** adalah jarak yang ditempuh pahat sepanjang sumbu untuk setiap satu putaran benda, satuannya **mm per putaran**. Jarak antara dua jejak pahat pada permukaan sama dengan f.
- **Kecepatan makan (vf)** adalah kecepatan pahat bergerak sepanjang sumbu dalam mm per menit: vf = f × n.
- **Kedalaman potong (a)** adalah tebal lapisan bahan yang dibuang pada satu lintasan, diukur tegak lurus sumbu. Karena yang dikurangi adalah jari-jari, **diameter berkurang dua kali kedalaman potong**. Satu lintasan dengan a = 1,5 mm mengurangi diameter 3 mm. Periksa juga jenis skala pada eretan melintang mesinmu: ada yang menunjukkan pengurangan jari-jari, ada yang menunjukkan pengurangan diameter.
- **Panjang pemakanan (L)** adalah jarak yang ditempuh pahat dalam satu lintasan: panjang bagian yang dibubut ditambah sedikit jarak awal dan akhir.

2. Kecepatan potong dan putaran

Dari penjelasan di atas, kecepatan potong dapat dituliskan dengan rumus. Dalam satu putaran, titik pada permukaan menempuh π × d milimeter. Dalam n putaran, titik itu menempuh π × d × n milimeter per menit. Karena satuan kecepatan potong adalah meter, hasilnya dibagi 1.000.

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

V = (π × d × n) ÷ 1.000 dengan V dalam m/menit, d dalam mm, dan n dalam rpm.

Dalam praktik, V justru yang diketahui dari tabel pedoman, sedangkan yang harus diatur pada mesin adalah n. Maka rumusnya dibalik:

n = (1.000 × V) ÷ (π × d)

Nilai π dipakai 3,14 pada hitungan bengkel. Perhatikan tiga hal.

1. **d adalah diameter benda kerja yang sedang dipotong.** Untuk pembubutan kasar dipakai diameter awal batang. Pada bubut muka, diameter terus mengecil ke arah tengah sehingga kecepatan potong turun hingga mendekati nol di pusat; ini sebabnya permukaan dekat pusat sering kasar dan tonjolan kecil mudah tertinggal.
2. **Makin besar diameter, makin rendah putaran** untuk kecepatan potong yang sama. Poros besar diputar lebih pelan daripada poros kecil.
3. **Satuan harus dijaga:** V dalam meter per menit, tetapi d dalam milimeter. Itulah fungsi angka 1.000 pada rumus.

Nilai V yang dipakai bergantung pada bahan benda kerja dan bahan pahat. Pahat HSS (baja kecepatan tinggi) lebih lunak terhadap panas daripada pahat karbida, sehingga V-nya jauh lebih rendah. Gambar 2.36 memuat pedoman umum.

Pedoman kecepatan potong untuk pembubutan (m/menit)

Bahan benda kerja	Pahat HSS	Pahat karbida
Aluminium	60–90	200–400
Kuningan dan perunggu	40–60	150–250
Baja lunak	25–35	100–200
Baja karbon sedang	18–25	80–150
Besi tuang	18–25	70–120

Angka adalah pedoman umum. Pakai batas bawah untuk pembubutan kasar, batas atas untuk penyelesaian, dan selalu utamakan lembar kerja serta katalog pahat yang dipakai.

Contoh n untuk V = 25 m/menit

- d = 20 mm ≈ **398 rpm**
- d = 30 mm ≈ **265 rpm**
- d = 40 mm ≈ **199 rpm**
- d = 60 mm ≈ **133 rpm**

diameter besar, putaran rendah

Gambar 2.36 Pedoman umum kecepatan potong pembubutan untuk pahat HSS dan karbida, beserta contoh putaran untuk berbagai diameter. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Angka pada tabel adalah **pedoman umum**. Katalog pahat dan lembar kerja dari gurumu selalu didahulukan. Pada bahan lunak seperti aluminium V dapat tinggi; pada baja dan besi tuang V lebih rendah; pada pembubutan kasar dipakai batas bawah rentang, pada penyelesaian batas atas.

Mengapa tidak diputar secepat-cepatnya agar cepat selesai? Panas pemotongan sebagian besar terbawa tatal dan sebagian masuk ke pahat. Bila V terlalu tinggi, ujung pahat memanas, kehilangan kekerasannya, dan cepat tumpul. Gejalanya: tatal berwarna gelap atau kebiruan, permukaan makin kasar, dan ukuran bergeser. Sebaliknya, V terlalu rendah membuat pemotongan lambat, permukaan sobek (terutama pada bahan lunak), dan pahat bisa mengalami tepi tertumpuk bahan.

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

3. Memilih putaran yang tersedia pada mesin

Mesin bubut tidak memiliki semua putaran. Pelat petunjuk di mesin mencantumkan deretan putaran yang tersedia, misalnya 70, 110, 180, 280, 450, 710, dan 1.120 rpm. Hasil hitungan jarang persis sama dengan salah satunya, sehingga harus dipilih. Aturan yang lazim di bengkel: **pilih putaran tersedia yang tidak melebihi hasil hitungan** (yang terdekat di bawah hasil). Alasannya sederhana: memutar sedikit lebih pelan hanya menambah waktu, sedangkan memutar lebih cepat memanaskan pahat. Pada penyelesaian, bila selisihnya kecil dan masih berada dalam rentang pedoman, guru kadang membolehkan putaran terdekat di atasnya; ikuti lembar kerja.

Setelah memilih, kecepatan potong sebenarnya dapat diperiksa lagi dengan rumus V di atas. Ini kebiasaan baik agar kamu tahu seberapa jauh setelan kamu dari pedoman.

4. Pemakanan, kedalaman potong, dan waktu pemesinan

Pemakanan (f) diatur dengan tuas atau tombol pada kotak gerak makan. Pemakanan besar membuang bahan lebih cepat, tetapi permukaan kasar dan beban pahat naik. Pedoman umum pada bubut: pembubutan kasar memakai pemakanan sekitar 0,2–0,5 mm/putaran, penyelesaian sekitar 0,05–0,2 mm/putaran. **Kedalaman potong (a)** pada mesin bubut sekolah umumnya 1–2 mm untuk pembubutan kasar dan 0,1–0,5 mm untuk penyelesaian. Mesin kecil dan benda kerja ramping memerlukan nilai yang lebih kecil.

Jumlah lintasan dihitung dari pengurangan diameter total: i = (d awal − d akhir) ÷ (2 × a). Hasilnya dibulatkan ke atas; lintasan terakhir diperkecil menjadi lintasan penyelesaian.

Waktu pemesinan satu lintasan adalah panjang lintasan dibagi kecepatan makan: tm = L ÷ vf = L ÷ (f × n), dengan hasil dalam menit. Bila lintasan lebih dari satu, waktu totalnya dikalikan jumlah lintasan. Waktu ini penting untuk menaksir biaya dan jadwal pekerjaan, misalnya menghitung berapa lama sebuah pesanan 40 poros akan selesai.

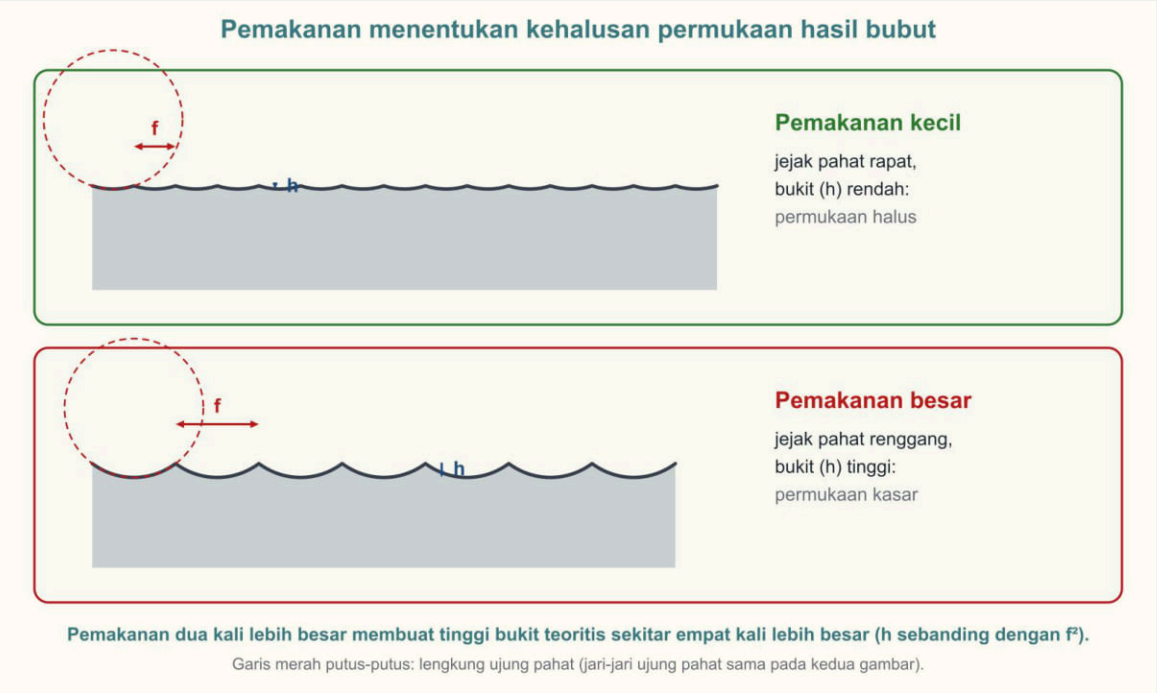
5. Bubut kasar dan bubut halus

Pekerjaan bubut hampir selalu dibagi dua tahap.

- **Bubut kasar (roughing)** bertujuan membuang bahan secepat mungkin. Setelannya: kedalaman potong dan pemakanan besar, putaran lebih rendah. Ukuran sengaja disisakan sekitar 0,3–0,5 mm pada diameter.
- **Bubut halus atau penyelesaian (finishing)** bertujuan mendapatkan ukuran akhir dan permukaan halus. Setelannya: kedalaman potong kecil, pemakanan kecil, putaran lebih tinggi, dan pahat yang tajam.

Mengapa pemakanan kecil menghasilkan permukaan halus? Ujung pahat memiliki lengkung kecil (jari-jari ujung). Setiap putaran, pahat meninggalkan alur berbentuk lengkung, dan di antara dua alur tertinggal "bukit" kecil. Lihat Gambar 2.37.

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



Gambar 2.37 Jejak pahat pada pemakanan kecil dan besar dengan ujung pahat yang sama. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Jarak antar alur sama dengan f. Bila f diperbesar, alur menjadi renggang dan bukit makin tinggi; bila f diperkecil, bukit makin rendah. Pada pemakanan yang masih kecil dibandingkan jari-jari ujung pahat, tinggi bukit teoritis sebanding dengan kuadrat pemakanan: pemakanan dua kali lebih besar membuat bukit sekitar empat kali lebih tinggi. Karena itu, untuk mendapatkan kekasaran yang diminta gambar kerja, kamu memilih pemakanan yang cukup kecil, lalu memilih yang **paling besar di antara yang memenuhi syarat** agar pekerjaan tidak lebih lama dari perlu. Pahat yang tumpul atau getaran juga menambah kekasaran, sehingga pemakanan kecil saja tidak cukup.

> **Pengayaan.** Dengan jari-jari ujung pahat r (mm) dan pemakanan f (mm/putaran), tinggi bukit teoritis $h = f^2 \div (8 \times r)$, dan kekasaran rata-rata $Ra \approx f^2 \div (32 \times r)$. Untuk r = 0,4 mm, f = 0,1 mm/putaran memberi Ra sekitar 0,78 mikrometer, sedangkan f = 0,2 mm/putaran memberi Ra sekitar 3,1 mikrometer. Nilai ini teoritis; hasil nyata dipengaruhi pahat, getaran, dan bahan. Soal TKA tidak menuntut rumus ini.

6. Pencekaman benda dan pahat

Banyak hasil buruk berasal dari pencekaman, bukan dari mesin atau angka setelan.

Pencekaman benda. Cekam rahang tiga memusatkan sendiri benda bulat dan nyaman dipakai, tetapi ketika benda dibalik atau dicekam ulang, sumbunya sedikit bergeser sehingga bagian baru tidak persis sesumbu dengan bagian lama. Benda yang panjang dan ramping tidak boleh dicekam di satu ujung saja. Sebagai pedoman, benda yang menonjol dari cekam lebih dari sekitar tiga sampai empat kali diameternya perlu ditopang ujungnya dengan **senter putar** pada kepala lepas. Benda yang sangat panjang memerlukan **penyangga tetap (steady rest)**. Tanpa

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

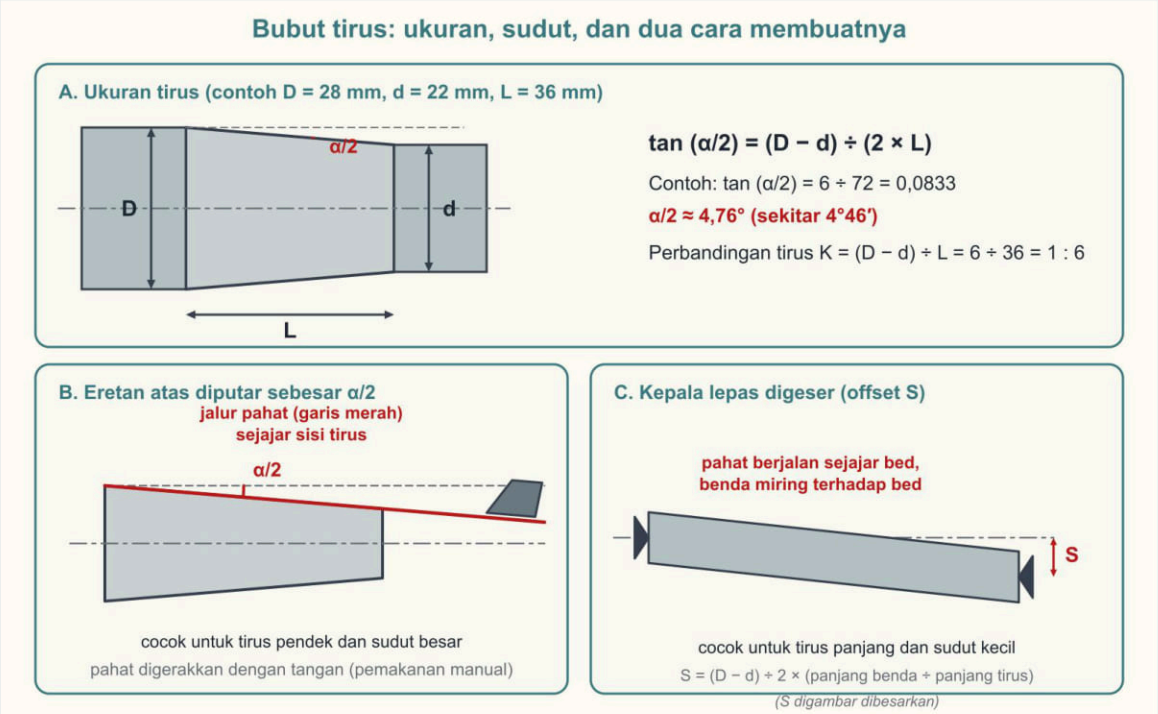
penopang, pahat mendorong benda sehingga ujung bebas melentur menjauhi pahat: bagian itu terpotong lebih sedikit sehingga diameternya lebih besar dan permukaan bergetar.

Pencekaman pahat. Beberapa aturan yang harus diingat:

- **Tonjolan pahat sependek mungkin.** Pahat yang menonjol panjang dari rumah pahat melentur dan bergetar; pedoman umum menyebut tonjolan tidak lebih dari sekitar satu setengah kali tebal tangkai pahat.
- **Ujung pahat setinggi sumbu benda** (titik tengah). Penyetelan dapat diperiksa dengan membandingkannya dengan ujung senter kepala lepas. Bila pahat terlalu tinggi, sudut bebas pahat berkurang dan pahat menggosok; bila terlalu rendah, pahat cenderung mendorong dan "menggigit". Pada bubut muka, pahat yang tidak setinggi sumbu menyisakan tonjolan kecil di tengah (pusat) benda.
- **Pahat dikencangkan kuat** dengan baut rumah pahat, minimal dua baut.
- **Benda kerja dikencangkan sebelum mesin dinyalakan, dan kunci cekam dicabut.**

7. Bubut tirus

Tirus (taper) adalah bentuk kerucut terpotong: diameter berubah beraturan sepanjang panjang tertentu. Kamu menemukannya pada tangkai mata bor, senter mesin, dan pasak runcing. Gambar 2.38 menunjukkan ukuran dan dua cara membuatnya.



Gambar 2.38 Ukuran tirus (D, d, L), sudut setengah α/2, serta dua cara membuat tirus: memutar eretan atas dan menggeser kepala lepas. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Ukuran tirus dinyatakan dengan **diameter besar D**, **diameter kecil d**, dan **panjang tirus L**.

- **Perbandingan tirus** K = (D − d) ÷ L, sering ditulis 1 : n.
- **Sudut setengah** α/2, yaitu sudut antara sisi miring dan sumbu, dihitung dari tan (α/2) = (D − d) ÷ (2 × L). Sudut yang dipakai untuk setelan bubut adalah sudut setengah ini, bukan

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

sudut penuh.

Dua cara membuat tirus pada mesin bubut:

1. **Memutar eretan atas.** Eretan atas dimiringkan sebesar α/2 terhadap sumbu mesin, lalu pahat digerakkan dengan tangan sepanjang lintasan miring. Cara ini cocok untuk **tirus pendek dan sudut besar**. Pemakanannya manual, sehingga permukaannya bergantung pada kestabilan tangan.
2. **Menggeser kepala lepas (offset).** Benda dipasang di antara dua senter, dan kepala lepas digeser menyamping sejauh S sehingga sumbu benda miring terhadap lintasan pahat. Pahat berjalan sejajar bed dengan pemakanan otomatis. Cara ini cocok untuk **tirus panjang dan sudut kecil**. Besarnya pergeseran dihitung dengan S = (D − d) ÷ 2 × (panjang benda ÷ panjang tirus). Bila tirus sepanjang seluruh benda, S = (D − d) ÷ 2.

Pelajaran penting: tirus yang tidak diinginkan sering muncul karena kepala lepas yang tidak sebaris dengan kepala tetap. Pada benda di antara dua senter, penyimpangan kecil saja membuat diameter berubah lurus dari satu ujung ke ujung lainnya.

8. Parameter pada mesin frais

Pada mesin frais, yang berputar adalah **pisau**, bukan benda. Rumus putaran sama dengan bubut, dengan d diganti diameter pisau D: n = (1.000 × V) ÷ (π × D). Pemakanan dinyatakan per gigi pisau, yaitu **pemakanan per gigi (fz)**, sehingga **kecepatan makan meja** adalah vf = fz × z × n, dengan z jumlah gigi pisau. Contoh: pisau HSS berdiameter 63 mm dengan 6 gigi memotong baja lunak pada V = 25 m/menit memerlukan n ≈ 126 rpm. Dengan fz = 0,08 mm, meja bergerak vf = 0,08 × 6 × 126 ≈ 60,5 mm/menit.

Pada frais muka, hasil yang dinilai adalah **kerataan** permukaan dan **kesejajaran** dua sisi (tebal sama di semua sudut). Benda diletakkan di ragum dengan dasar yang bersih (tidak ada tatal di bawahnya) dan, bila perlu, dengan pelat paralel. Setelah ragum dikencangkan, benda diketuk ringan dengan **palu lunak** agar duduk rata pada dasarnya, karena rahang bergerak ragum cenderung mengangkat benda.

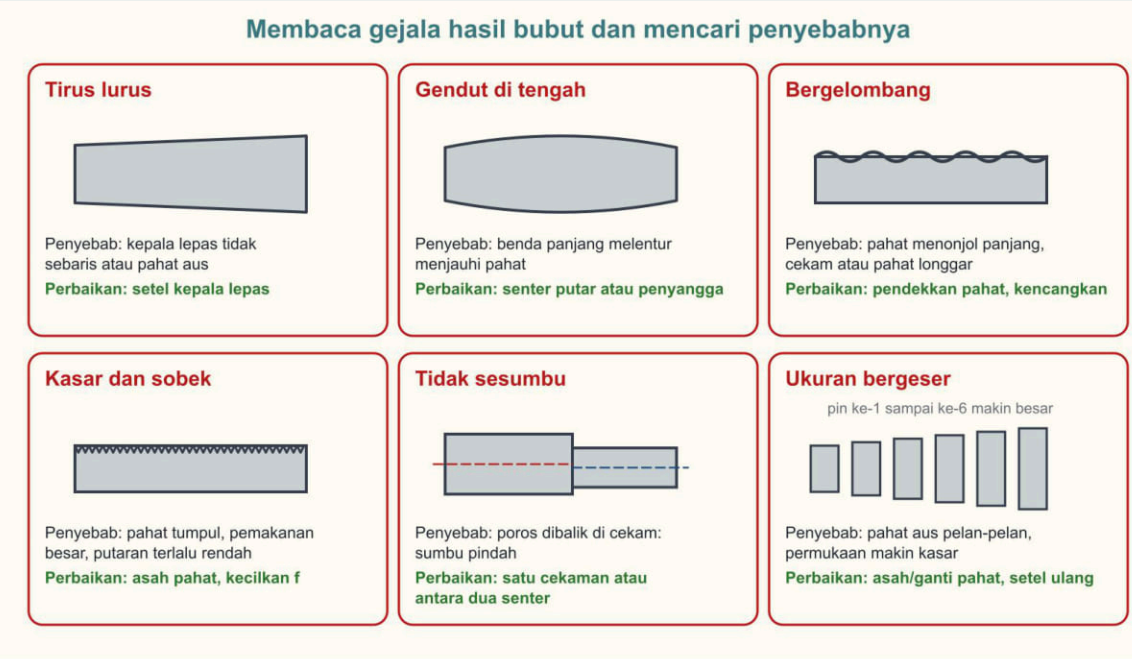
9. Mengevaluasi hasil pemesinan

Evaluasi artinya membandingkan hasil dengan gambar kerja, lalu menelusuri penyebab bila ada selisih. Urutannya:

1. **Ukur di beberapa titik** dengan alat ukur yang tepat (lihat sub bab 2.3). Satu titik tidak cukup: poros diukur di dekat cekam, tengah, dan ujung; benda frais diukur di keempat sudut.
2. **Bandingkan dengan toleransi.** Ukuran harus berada di antara batas bawah dan batas atas.
3. **Baca polanya.** Selisih yang acak berbeda dari selisih yang teratur. Ukuran yang makin besar secara bertahap ke satu arah menunjukkan penyebab yang berbeda dari ukuran yang membesar di tengah.
4. **Telusuri penyebab, lalu perbaiki penyebabnya**, bukan sekadar menyetel ulang angka.

Gambar 2.39 merangkum enam gejala yang paling sering muncul pada bubut.

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



Gambar 2.39 Enam gejala hasil bubut yang lazim, penyebab utamanya, dan perbaikannya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

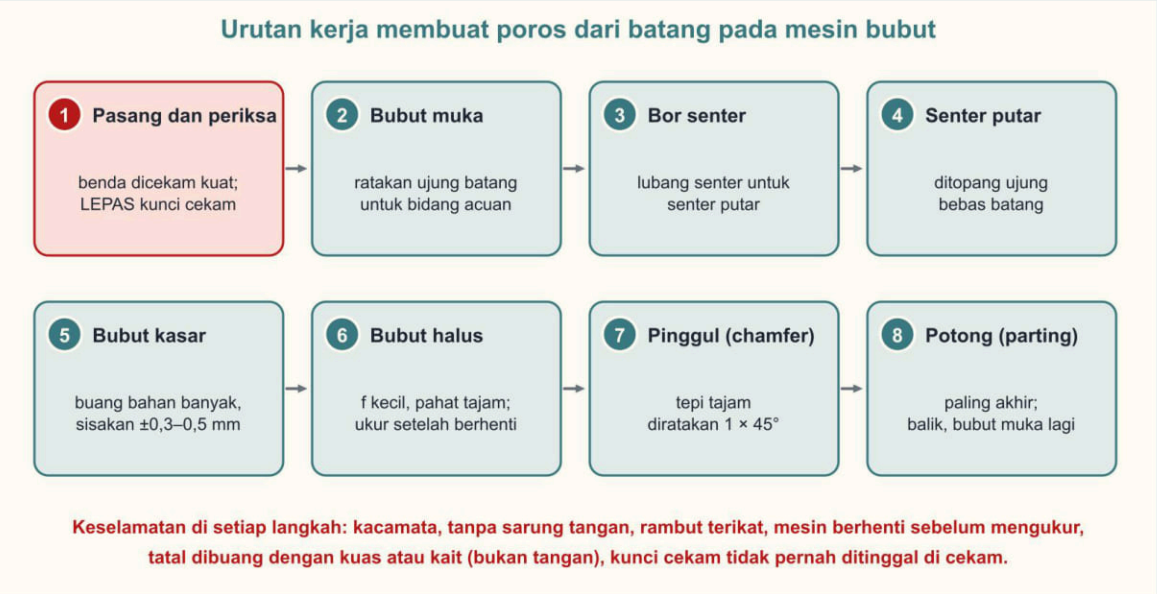
Gejala	Penyebab yang paling mungkin	Perbaikan
Tirus lurus (diameter berubah dari satu ujung ke ujung lain, benda di antara senter)	kepala lepas tidak sebaris dengan kepala tetap	setel kepala lepas, uji ulang pada benda percobaan
Gendut di tengah, atau melebar ke ujung bebas	benda panjang melentur karena didorong pahat	senter putar, penyangga tetap, pemakanan lebih kecil
Permukaan bergelombang dan terdengar berdenging	pahat menonjol terlalu panjang, pencekaman longgar, benda ramping tanpa penopang	pendekkan tonjolan pahat, kencangkan, tambah penopang
Permukaan kasar dan sobek	pahat tumpul, pemakanan terlalu besar, putaran terlalu rendah, pahat tidak setinggi sumbu	asah pahat, perkecil pemakanan, naikkan putaran sesuai pedoman
Poros bertingkat tidak sesumbu	benda dibalik atau dicekam ulang di tengah pekerjaan	bubut dalam satu cekaman atau di antara dua senter
Ukuran bergeser bertahap pada benda berurutan, permukaan makin kasar, tatal makin gelap	pahat aus	asah atau ganti pahat, lalu setel ukuran ulang

Dua hal perlu ditekankan. Pertama, **bahan** juga berpengaruh: aluminium lunak mudah terbawa pahat dan membuat permukaan sobek, sehingga memerlukan pahat tajam dan V tinggi. Kedua, setiap gejala memiliki penyebab yang paling mungkin, tetapi **informasi di kasus** menentukan mana yang benar. Bila kasus menyebut pahat masih tajam atau baru diasah, keausan pahat dapat disingkirkan. Bila disebut benda sudah ditopang di kedua ujungnya, lenturan benda kecil kemungkinannya. Penyebab yang tersisa itulah yang dipilih.

10. Urutan kerja membuat poros

Menyusun urutan kerja adalah bagian dari evaluasi: urutan yang salah menghasilkan benda yang salah. Gambar 2.40 memperlihatkan urutan membuat poros dari batang.

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



Gambar 2.40 Delapan langkah membuat poros dari batang, ditambah catatan keselamatan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **Pasang dan periksa.** Cekam benda kuat dengan tonjolan secukupnya; lepaskan kunci cekam.
2. **Bubut muka** ujung batang untuk mendapatkan bidang acuan yang rata.
3. **Bor senter** pada ujung itu untuk membuat lubang kerucut kecil tempat senter.
4. **Pasang senter putar** pada kepala lepas untuk menopang ujung bebas benda yang panjang.
5. **Bubut kasar** dengan kedalaman dan pemakanan besar, sisakan sekitar 0,3–0,5 mm pada diameter.
6. **Bubut halus** dengan pemakanan kecil dan pahat tajam. Ukur setelah mesin berhenti.
7. **Pinggul (chamfer)**, yaitu meratakan tepi tajam, misalnya 1 × 45°, supaya tidak melukai dan memudahkan pemasangan.
8. **Potong (parting)** benda dari batang pada langkah **paling akhir**, lalu balik dan bubut muka sisi lainnya bila perlu.

Mengapa pemotongan dari batang paling akhir? Selama benda masih menyambung dengan batang panjang, benda kokoh dan semua langkah dikerjakan dalam satu cekaman sehingga sumbunya tetap sama. Bila dipotong lebih dulu, setiap langkah memerlukan pencekaman baru yang kurang akurat.

Keselamatan pada setiap langkah: kacamata pelindung; tanpa sarung tangan, cincin, dan jam tangan; rambut terikat dan baju tidak menjuntai; kunci cekam tidak ditinggalkan; mesin berhenti sebelum mengukur atau membersihkan; tatal dibuang dengan kuas atau pengait, bukan tangan, karena tatal panas dan tajam.

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

▣ CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Menentukan putaran bubut

Sebuah poros baja karbon sedang berdiameter 48 mm akan dibubut kasar dengan pahat HSS. Pedoman V = 20 m/menit. Putaran yang tersedia pada mesin: 70, 110, 180, 280, 450, 710, dan 1.120 rpm. Gunakan π = 3,14.

Langkah:

1. Hitung n = (1.000 × 20) ÷ (3,14 × 48) = 20.000 ÷ 150,72 ≈ 132,7 rpm.
2. Pilih putaran tersedia yang tidak melebihi 132,7: dari deretan, 110 rpm (180 rpm sudah melebihi).
3. Periksa kecepatan potong sebenarnya: V = (3,14 × 48 × 110) ÷ 1.000 ≈ 16,6 m/menit. Nilai ini sedikit di bawah pedoman, jadi pahat aman.

Jawaban: pilih **110 rpm**. Kecepatan potong sebenarnya sekitar 16,6 m/menit.

Contoh 2: Menghitung waktu pemesinan

Pada mesin yang sama, sebuah poros baja lunak berdiameter 36 mm dibubut kasar menjadi 30 mm sepanjang 75 mm dengan pahat HSS. Pedoman V = 25 m/menit, kedalaman potong 1,5 mm per lintasan, pemakanan 0,25 mm/putaran. Panjang lintasan dihitung 75 mm ditambah 5 mm jarak awal dan akhir. Berapa waktu pemesinan total?

Langkah:

1. Putaran: n = (1.000 × 25) ÷ (3,14 × 36) ≈ 221,2 rpm. Putaran tersedia yang tidak melebihi: 180 rpm.
2. Jumlah lintasan: pengurangan diameter 36 − 30 = 6 mm; tiap lintasan mengurangi 2 × 1,5 = 3 mm; i = 6 ÷ 3 = 2 lintasan.
3. Panjang lintasan: L = 75 + 5 = 80 mm.
4. Kecepatan makan: vf = 0,25 × 180 = 45 mm/menit.
5. Waktu satu lintasan: tm = 80 ÷ 45 ≈ 1,78 menit.
6. Waktu total: 2 × 1,78 ≈ 3,56 menit, yaitu sekitar 3 menit 33 detik.

Jawaban: sekitar **3,6 menit** (3 menit 33 detik) untuk dua lintasan, belum termasuk waktu memasang dan mengukur.

Contoh 3: Menghitung setelan bubut tirus

Sebuah pasak runcing harus berdiameter besar 28 mm dan diameter kecil 22 mm sepanjang 36 mm. Berapa sudut setelan eretan atas dan berapa perbandingan tirusnya?

Langkah:

1. Selisih diameter: D − d = 28 − 22 = 6 mm.
2. tan (α/2) = 6 ÷ (2 × 36) = 6 ÷ 72 = 0,0833.
3. α/2 = arc tan 0,0833 ≈ 4,76°, yaitu sekitar 4°46′.
4. Perbandingan tirus: K = 6 ÷ 36 = 1 : 6.

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

5. Karena tirusnya pendek dan bersudut cukup besar, eretan atas diputar 4,76° (bukan sudut penuh 9,53°).

Jawaban: setel eretan atas sekitar **4°46′**; perbandingan tirus **1 : 6**.

Contoh 4: Membaca hasil frais

Sebuah balok aluminium harus setebal 30,00 ± 0,10 mm. Setelah frais muka, tebal yang diukur dengan mikrometer di empat sudut adalah 30,18; 30,20; 30,19; dan 30,21 mm.

Langkah:

1. Kesejajaran: selisih terbesar dan terkecil 30,21 − 30,18 = 0,03 mm. Kecil, sehingga sisi-sisinya sudah sejajar baik.
2. Ukuran: semua tebal berada di atas batas atas 30,10 mm; bahan masih berlebih sekitar 0,19–0,21 mm.
3. Rencana: buang sekitar 0,20 mm dengan dua pemakanan 0,10 mm di posisi yang sama, lalu ukur ulang di empat sudut.

Jawaban: benda **sejajar tetapi terlalu tebal**; perbaikannya memfrais ulang sebesar 0,20 mm, bukan membongkar pencekaman.

Contoh 5: Menelusuri penyebab diameter melebar

Sebuah batang baja Ø20 mm sepanjang 200 mm dibubut hanya dicekam di satu ujung tanpa senter. Hasil ukur diameter di tiga titik: dekat cekam 20,00 mm; tengah 20,06 mm; ujung bebas 20,15 mm. Pahat baru, tonjolan pahat pendek.

Langkah:

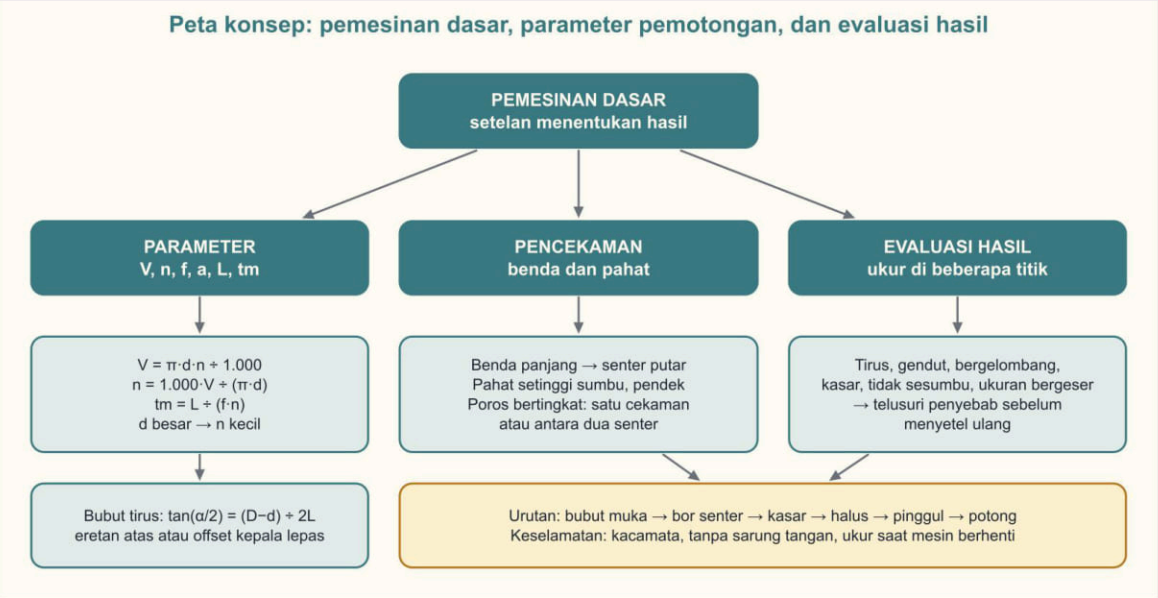
1. Pola: diameter makin besar ke arah ujung bebas, secara bertahap.
2. Cek penyebab dengan informasi kasus: pahat baru (bukan aus); kepala lepas tidak dipakai (bukan kepala lepas bergeser); benda ramping (perbandingan panjang dan diameter 10) tanpa penopang.
3. Penyebab: ujung bebas benda melentur menjauhi pahat sehingga terpotong lebih sedikit.
4. Perbaikan: pasang senter putar (setelah membuat lubang senter) dan perkecil pemakanan pada lintasan penyelesaian.

Jawaban: benda melentur; **pasang penopang berupa senter putar**.

❖ PETA KONSEP

Ringkasan seluruh sub bab ini dapat dilihat pada Gambar 2.41.

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



Gambar 2.41 Peta konsep sub bab 2.6. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- V = π × d × n ÷ 1.000 (m/menit); n = 1.000 × V ÷ (π × d); diameter besar berarti putaran rendah.
- vf = f × n; tm = L ÷ (f × n); diameter berkurang 2 × a setiap lintasan.
- Pilih putaran tersedia yang tidak melebihi hasil hitung; bubut kasar dengan f besar, penyelesaian dengan f kecil dan pahat tajam.
- Tirus: tan (α/2) = (D − d) ÷ (2L); eretan atas untuk tirus pendek, offset kepala lepas untuk tirus panjang.
- Pencekaman: benda panjang ditopang senter putar, pahat setinggi sumbu dan pendek, poros bertingkat dalam satu cekaman atau di antara dua senter.
- Evaluasi: ukur di beberapa titik, baca pola, telusuri penyebab, perbaiki penyebabnya.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Soal pemesinan ada dua macam: hitungan dan kasus gejala.

Untuk soal hitungan:

1. Tulis yang diketahui beserta satuannya (V dalam m/menit, d dalam mm).
2. Pilih rumus: putaran, kecepatan makan, waktu, atau sudut tirus.
3. Hitung, lalu cocokkan dengan aturan pilihan (misalnya putaran tersedia yang tidak melebihi).
4. Periksa kewajaran: diameter besar harus memberi putaran rendah.

Untuk soal kasus:

1. Tulis pola ukurannya (membesar bertahap, membesar di tengah, acak).

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

2. Coret penyebab yang disingkirkan oleh informasi di kasus (pahat baru, ditopang kedua ujung).
3. Pilih perbaikan yang menyasar penyebab yang tersisa.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Satuan tidak serasi.** Memasukkan d dalam meter atau lupa membagi 1.000 menghasilkan angka yang meleset sepuluh atau seribu kali.
- **Mengurangi diameter dengan kedalaman potong.** Diameter berkurang dua kali kedalaman potong.
- **Sudut penuh dipakai sebagai setelan.** Setelan eretan atas memakai sudut setengah.
- **Menyalahkan pahat padahal pencekaman.** Pahat aus sering menjadi jawaban yang menggoda; periksa dulu apakah kasus menyebut pahat baru.
- **"Naikkan putaran" sebagai obat semua gejala.** Putaran yang lebih tinggi tidak memperbaiki getaran akibat tonjolan pahat yang panjang.
- **Pemotongan benda dari batang di awal.** Pemotongan dikerjakan paling akhir.

> Contoh salah tafsir: pada soal yang meminta putaran bubut untuk poros Ø60 mm dengan kecepatan potong 24 m/menit, seorang siswa memilih jawaban sekitar 1.274 rpm. Angka itu muncul karena ia memasukkan diameter 6 (dalam sentimeter) ke rumus yang meminta milimeter. Hitungan yang benar, n = (1.000 × 24) ÷ (3,14 × 60), memberi sekitar 127 rpm. Poros sebesar itu memang harus diputar pelan; jawaban ribuan rpm seharusnya sudah membuatnya curiga.

BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut meminta putaran bubut dari kecepatan potong dan diameter, dengan tabel kecepatan potong dan deretan putaran mesin. Cara berpikirnya: ambil kecepatan potong yang sesuai dengan bahan benda dan pahatnya dari tabel, masukkan ke rumus putaran dengan satuan yang benar, lalu terapkan aturan bengkel yang disebut di soal untuk memilih satu putaran dari deretan yang tersedia. Periksa terakhir apakah putaran yang kamu pilih wajar untuk diameter sebesar itu.

►. Nadia akan membubut rata poros baja lunak Ø32 mm dengan pahat HSS (2027). Pelat petunjuk mesin bubut mencantumkan putaran yang tersedia: 115, 185, 300, 480, 750, dan 1.200 rpm. Aturan bengkel: pilih putaran tersedia terdekat yang tidak melebihi hasil hitungan, dengan n = 1000·Vc / (π·d) dan π = 3,14.

Bahan benda kerja	Kecepatan potong Vc pahat HSS (m/menit)
Besi tuang	18
Baja lunak	25
Aluminium	75

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

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

Putaran yang dipilih Nadia adalah ....

A. 300 rpm
B. 185 rpm
C. 480 rpm
D. 750 rpm
E. 115 rpm

Pembahasan **Kunci: B**

Konsep: Putaran spindel dihitung dari kecepatan potong bahan: n = 1000·Vc / (π·d), dengan d dalam mm. Agar pahat tidak terlalu cepat aus, dipilih putaran tersedia yang tidak melebihi hasil hitungan.

Langkah:

1. Baja lunak → Vc = 25 m/menit.
2. n = 1000 × 25 / (3,14 × 32) = 25.000 / 100,48 ≈ 249 rpm.
3. Putaran tersedia terdekat yang tidak melebihi 249 rpm adalah 185 rpm.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: 300 rpm memang paling dekat dengan 249 rpm, tetapi melebihi hasil hitungan sehingga melanggar aturan bengkel.
- **B.** ✓ Putaran tersedia terdekat di bawah 249 rpm.
- **C.** ✗ Memakai jari-jari 16 mm sebagai d: 25.000 / (3,14 × 16) ≈ 498 rpm → 480 rpm.
- **D.** ✗ Memakai Vc aluminium 75 m/menit (≈ 746 rpm) lalu membulatkan ke putaran terdekat 750 rpm.
- **E.** ✗ Memakai Vc besi tuang 18 m/menit: ≈ 179 rpm → 115 rpm.

Jawaban: B.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk setiap soal, tulis dulu pola atau angka yang diketahui, rumus atau penyebab yang kamu pakai, dan hasil sementaranya.

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

1. Pada praktik bubut, permukaan poros aluminium hasil kerja Andi tampak bergelombang dan terdengar getaran berdenging selama pemotongan (2027). Guru memeriksa mesin dan menemukan pahat menonjol sekitar 60 mm dari rumah pahat, ujung pahat sedikit di atas sumbu benda kerja, dan pemakanan memanjang sudah sesuai lembar kerja.
(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
Karena pemakanan sudah sesuai lembar kerja, cara terbaik memperhalus permukaan adalah menaikkan putaran setinggi-tingginya.	○	○
Tonjolan pahat sejauh 60 mm dapat membuat pahat melentur dan bergetar sehingga permukaan bergelombang.	○	○
Ujung pahat perlu disetel tepat setinggi sumbu benda kerja, misalnya dengan bantuan senter kepala lepas.	○	○

2. Poros baja Ø30 mm sepanjang 200 mm dibubut di antara cekam dan senter putar kepala lepas (2027). Hasil ukur diameter di tiga titik ditunjukkan tabel. Pahat baru diasah dan masih tajam setelah pemotongan; percobaan ulang dengan pahat lain menghasilkan pola ukuran yang sama. Kedalaman potong dan pemakanan tidak diubah selama pembubutan.

Jarak dari cekam	10 mm	100 mm	190 mm
Diameter terukur	30,00 mm	30,06 mm	30,12 mm

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

A. Pahat aus selama pemotongan; pahat diganti setiap separuh panjang benda
B. Benda melentur karena panjang; dipasang penyangga tetap lalu dibubut ulang
C. Cekam kurang kencang; rahang cekam dikencangkan lalu dibubut ulang
D. Pemakanan terlalu besar; pemakanan diperkecil agar ukuran lebih seragam
E. Kepala lepas tidak sesumbu; posisi kepala lepas disetel lalu diuji ulang

3. Blok baja hasil frais muka harus tebal 20,00 ± 0,05 mm dengan kedua permukaan sejajar (2027). Hasil ukur mikrometer di empat sudut blok:

Sudut blok	Kiri depan	Kanan depan	Kiri belakang	Kanan belakang
Tebal (mm)	20,00	20,14	20,01	20,15

Saat diperiksa, di bawah blok pada sisi kiri ragum tertinggal tatal, dan blok tidak dipukul dengan palu lunak setelah ragum dikencangkan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

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

Pernyataan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Blok masih dapat diterima karena selisih antara tebal terbesar dan terkecil masih di bawah 0,2 mm.

☐ B. Blok dapat langsung difrais ulang di posisi yang sama untuk meratakan sisi kanan tanpa melepas blok dari ragum.

☐ C. Sisi kiri blok terangkat oleh tatal sehingga terpotong lebih banyak dan menjadi lebih tipis dari sisi kanan.

☐ D. Perbedaan tebal depan–belakang sangat kecil, sehingga blok tidak miring ke arah depan–belakang.

☐ E. Sebelum memfrais ulang, dasar ragum dibersihkan dan blok diketuk dengan palu lunak di atas pelat paralel.

Kunci singkat: 1. 1S 2B 3B 2. E 3. C, D, E

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menurunkan rumus V = π × d × n ÷ 1.000 dari keliling lingkaran, dan menjelaskan mengapa pembaginya 1.000?
- Dapatkah kamu menjelaskan perbedaan tirus yang disengaja dan tirus yang tidak diinginkan, beserta cara memperbaiki masing-masing?
- Dapatkah kamu membedakan gejala pahat aus, benda melentur, dan pencekaman longgar dari pola ukuran dan permukaannya?
- **Yang harus kuingat:** satuan harus serasi; putaran dipilih yang tersedia dan tidak melebihi hasil; baca pola ukuran sebelum menyalahkan alat.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 2.6: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktm&node=SMKTM-2.6

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

Sub bab 2.7 · Pengelasan SMAW dasar

SMKTM-2.7

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi membatasi pengelasan pada **SMAW posisi datar**. SMAW adalah singkatan *shielded metal arc welding*, yaitu las busur listrik dengan elektroda terbungkus, yang di bengkel sehari-hari disebut las listrik. Yang diuji bukan keterampilan tangan, melainkan pemahamanmu: peralatan apa yang terpasang dan mengapa, arti kode elektroda, arus yang dipilih menurut diameter elektroda, bagaimana busur dinyalakan dan diakhiri, cacat las apa yang terlihat pada hasil dan penyebabnya, serta cara bekerja yang aman. Soal berbentuk kasus: seorang siswa mengelas pelat baja, hasilnya cacat, dan kamu memilih perbaikan yang menyasar penyebabnya. Banyak soal menyertakan tabel arus menurut diameter elektroda, sehingga membaca angka dengan teliti juga diuji.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan prinsip las busur listrik dan menyebut peralatan SMAW beserta fungsinya;
- membaca kode elektroda E6013 dan memilih diameter serta arus menurut tabel;
- menjelaskan cara menyalakan, menjalankan, mengakhiri, dan menyambung jalur las pada posisi datar;
- mengenali cacat las dari bentuknya, menelusuri penyebabnya, dan menyebut perbaikannya.

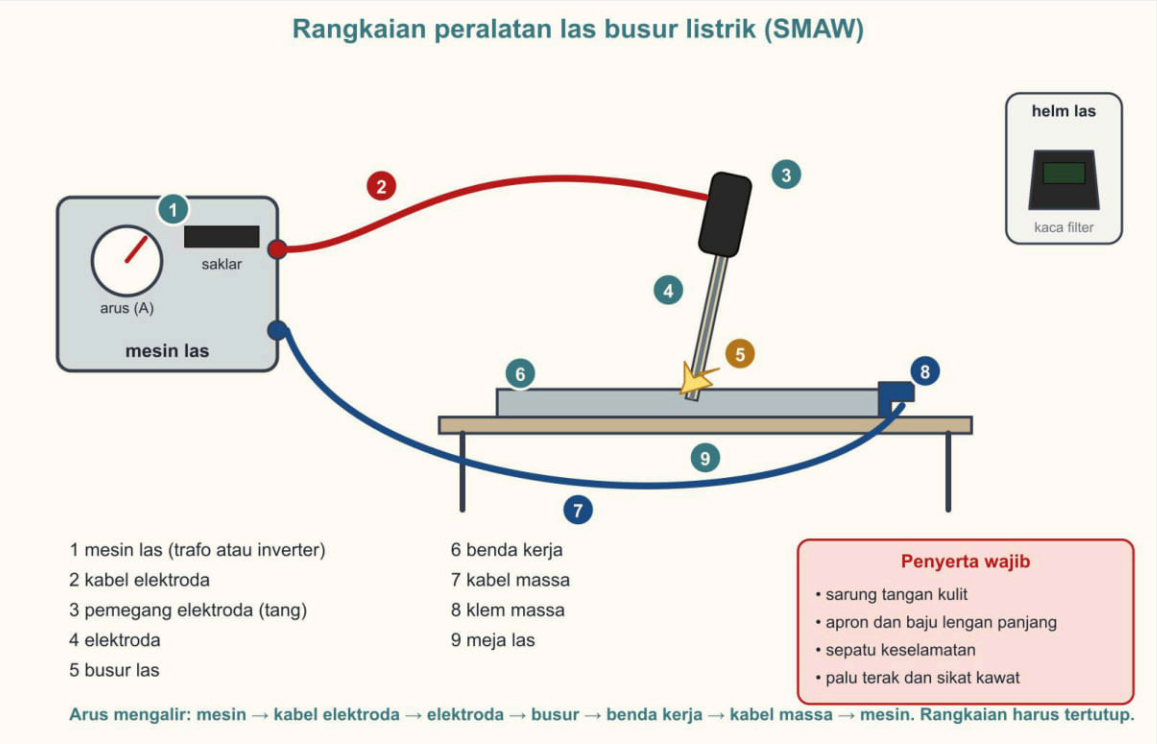
◆ KONSEP INTI

Bayangkan menyambung dua batang baja tanpa baut, tanpa paku keling, dan tanpa perekat: kedua tepinya dilelehkan sampai bercampur, lalu didinginkan menjadi satu. Itulah las. Pada las busur listrik, panas untuk melelehkan baja berasal dari **busur listrik**, yaitu lompatan arus yang sangat panas di celah sempit antara ujung elektroda dan benda kerja. Suhu pusat busur mencapai beberapa ribu derajat Celsius, jauh di atas titik lebur baja yang sekitar 1.500 °C. Karena itu, las memerlukan perlindungan yang sungguh-sungguh: cahaya busur melukai mata dan kulit, percikan membakar, dan asapnya tidak sehat. Sub bab ini membahas peralatan, elektroda, setelan arus dan busur, teknik menjalankan elektroda, cacat las, dan keselamatan kerja. Sambungan las sebagai jenis sambungan akan kamu temui lagi di sub bab 4.1, dan simbol las pada gambar kerja di sub bab 5.3.

1. Prinsip kerja dan peralatan SMAW

Gambar 2.42 memperlihatkan rangkaian peralatan las busur listrik.

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



Gambar 2.42 Rangkaian peralatan las busur listrik beserta perlengkapan penyerta yang wajib. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Mesin las** mengubah listrik jaringan (tegangan tinggi, arus kecil) menjadi arus las (tegangan rendah, arus besar). Jenisnya antara lain mesin trafo (arus bolak-balik, AC) dan mesin inverter atau rectifier (arus searah, DC). Besar arus diatur dengan tombol atau tuas yang bertanda ampere (A).
- **Kabel elektroda** menyalurkan arus dari mesin ke pemegang elektroda.
- **Pemegang elektroda (tang elektroda)** menjepit elektroda dan diisolasi supaya tangan tidak tersengat.
- **Elektroda** adalah batang logam terbungkus yang meleleh dan menjadi bahan pengisi las.
- **Kabel massa dan klem massa** menutup rangkaian: klem massa dijepitkan pada benda kerja atau meja las, dan kabel massa membawa arus kembali ke mesin.
- **Benda kerja dan meja las** menghantarkan arus; permukaan jepitan klem harus bersih dari karat dan cat supaya hubungan listriknya baik.

Arus mengalir dalam rangkaian tertutup: dari mesin melewati kabel elektroda, elektroda, busur, benda kerja, dan kabel massa, kembali ke mesin. Bila klem massa dijepit di tempat berkarat atau jauh dari benda, hantarannya buruk, busur tidak stabil, dan bagian rangkaian yang tidak seharusnya, seperti kaki meja atau kabel yang kurang baik, dapat menjadi panas.

Perlengkapan penyerta yang tidak boleh ketinggalan adalah **helm las (kap las)** dengan **kaca filter** yang gelap, sarung tangan kulit lengan panjang, apron kulit atau baju lengan panjang dari katun, sepatu keselamatan, **palu terak** dan **sikat kawat** untuk membersihkan terak, serta kacamata bening untuk dipakai di bawah helm saat membersihkan terak. Kaca filter pada SMAW lazim bernomor sekitar 10 sampai 12; makin besar nomornya, makin gelap.

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

2. Elektroda terbungkus dan kode E6013

Perhatikan Gambar 2.43. Elektroda SMAW terdiri atas **kawat inti** (logam yang menjadi bahan las) dan **selaput fluks** yang membungkusnya. Saat busur menyala, kawat inti dan benda kerja meleleh membentuk **kawah las** (genangan logam cair), sedangkan fluks terbakar dan berubah menjadi gas serta cairan.



Gambar 2.43 Penampang elektroda, busur, dan kawah las, serta arti kode E6013. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Fluks memiliki empat fungsi:

1. **Menghasilkan gas pelindung** yang menyelimuti logam cair sehingga tidak bersentuhan dengan udara. Tanpa perlindungan itu, oksigen dan nitrogen masuk ke logam cair dan menimbulkan lubang-lubang gas (porositas).
2. **Membentuk terak (slag)** yang mengapung, menutupi manik las, dan memperlambat pendinginan sehingga hasilnya lebih rata dan tidak mudah getas.
3. **Memantapkan busur** supaya mudah menyala dan tidak sering padam.
4. **Menambah unsur** pembersih dan penguat pada logam las.

Terak yang sudah dingin dilepas dengan palu terak dan disikat sebelum jalur berikutnya.

Kode elektroda pada baja karbon mengikuti pola E XX Y Z (standar AWS A5.1 yang lazim dipakai):

- **E** berarti elektroda las busur listrik;
- **dua angka pertama (60 atau 70)** menyatakan kekuatan tarik minimum logam las dalam ribuan psi: 60 berarti 60.000 psi, kira-kira 414 MPa atau sekitar 42 kgf/mm^2;
- **angka ketiga** menyatakan posisi pengelasan yang boleh: 1 berarti semua posisi (datar, horizontal, tegak, atas kepala);
- **angka keempat** bersama angka ketiga menyatakan jenis selaput dan arus yang dapat dipakai. Untuk **E6013** selaputnya rutil-kalium: busur halus, percikan sedikit, terak mudah dilepas, penetrasi sedang, dapat dipakai pada arus AC atau DC. Karena mudah dikendalikan, E6013 cocok untuk pemula, pelat tipis sampai sedang, dan pekerjaan umum bengkel.

Elektroda lain yang sering ditemui adalah **E7018**, dengan kekuatan tarik minimum 70.000 psi dan selaput berhidrogen rendah. Hasilnya kuat dan ulet untuk konstruksi penting, tetapi selaputnya **sangat peka terhadap lembap**. Elektroda ini dikeringkan di oven pengering sesuai petunjuk pabrik dan disimpan dalam wadah yang kering. Elektroda yang lembap menimbulkan porositas dan percikan. Kotak elektroda apa pun disimpan tertutup di tempat kering.

Diameter elektroda adalah diameter kawat intinya, tanpa selaput. Ukuran yang umum di bengkel adalah 2,6; 3,2; 4,0; dan 5,0 mm. Pedoman memilih diameter: pelat tipis memakai elektroda kecil (diameter tidak lebih besar daripada tebal pelat), pelat tebal dan sambungan banyak jalur memakai elektroda lebih besar; elektroda kecil juga dipakai untuk jalur akar pada celah sempit. Makin besar diameter, makin besar arus yang diperlukan.

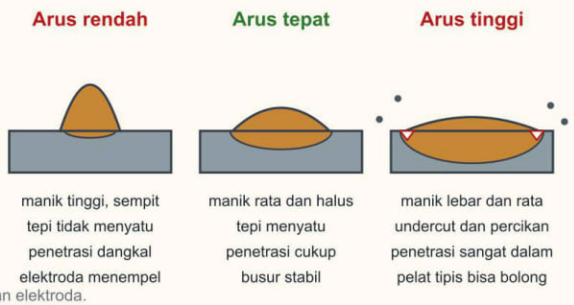
3. Arus, panjang busur, dan kecepatan jalan

Hasil las ditentukan oleh tiga setelan utama: **arus**, **panjang busur**, dan **kecepatan jalan**. Tiga hal itu saling memengaruhi, sehingga cacat sering bisa ditelusuri ke salah satunya. Lihat Gambar 2.44.

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

Arus las menurut diameter elektroda dan akibat arus tidak tepat

Diameter kawat inti	Arus E6013
2,6 mm	60–90 A
3,2 mm	90–130 A
4,0 mm	130–180 A
5,0 mm	180–240 A



Pedoman umum untuk elektroda E6013; selalu baca anjuran pada kemasan elektroda.

Pelat tipis dan posisi sulit memakai arus di batas bawah; pelat tebal di batas atas.

Dua pengaturan lain dengan akibat yang mirip

Busur terlalu panjang

- percikan banyak, undercut, lubang gas (porositas)
- manik lebar tidak rata, penetrasi dangkal
- perbaikan: dekatkan, sekitar satu diameter kawat inti

Busur terlalu pendek

- elektroda menempel, busur padam
- manik tinggi, terak terperangkap
- perbaikan: renggangkan, angkat sedikit saat menyala

Kecepatan jalan terlalu cepat: manik sempit, tipis, kurang menyatu. Terlalu lambat: manik lebar dan tebal, menumpuk, distorsi besar.

Kecepatan tepat: riak manik halus dan teratur, lebar manik kira-kira 2–3 kali diameter kawat inti.

Gambar 2.44 Rentang arus elektroda E6013 menurut diameter dan bentuk manik pada arus rendah, tepat, dan tinggi. 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

Arus menurut diameter. Setiap kemasan elektroda mencantumkan rentang arus. Pedoman umum untuk E6013 adalah sebagai berikut (selalu utamakan anjuran pada kemasan):

Diameter kawat inti	Rentang arus anjuran
2,6 mm	60–90 A
3,2 mm	90–130 A
4,0 mm	130–180 A
5,0 mm	180–240 A

Di dalam rentang itu, pelat tipis dan posisi sulit memakai arus yang lebih rendah, pelat tebal memakai arus yang lebih tinggi.

Arus terlalu rendah: busur tidak stabil dan elektroda sering menempel pada pelat; logam menumpuk membentuk manik tinggi dan sempit; tepi tidak melebur menyatu dengan pelat; penetrasi (kedalaman peleburan) dangkal; terak sulit keluar.

Arus terlalu tinggi: elektroda cepat memanas dan selaputnya terbakar lebih cepat; manik lebar dan rata; tepi berceruk (undercut); percikan banyak; penetrasi terlalu dalam sehingga pelat tipis dapat bolong; distorsi lebih besar.

Panjang busur adalah jarak ujung elektroda ke kawah las. Pedoman: kira-kira sama dengan diameter kawat inti elektroda (sekitar 2–4 mm untuk elektroda 2,6–4,0 mm).

- *Terlalu panjang:* busur bergoyang, percikan banyak, lubang gas, penetrasi dangkal, manik lebar dan tidak rata, dan gas pelindung tidak lagi menutup kawah dengan baik.
- *Terlalu pendek:* elektroda menempel dan busur padam, manik tinggi, terak mudah terperangkap.

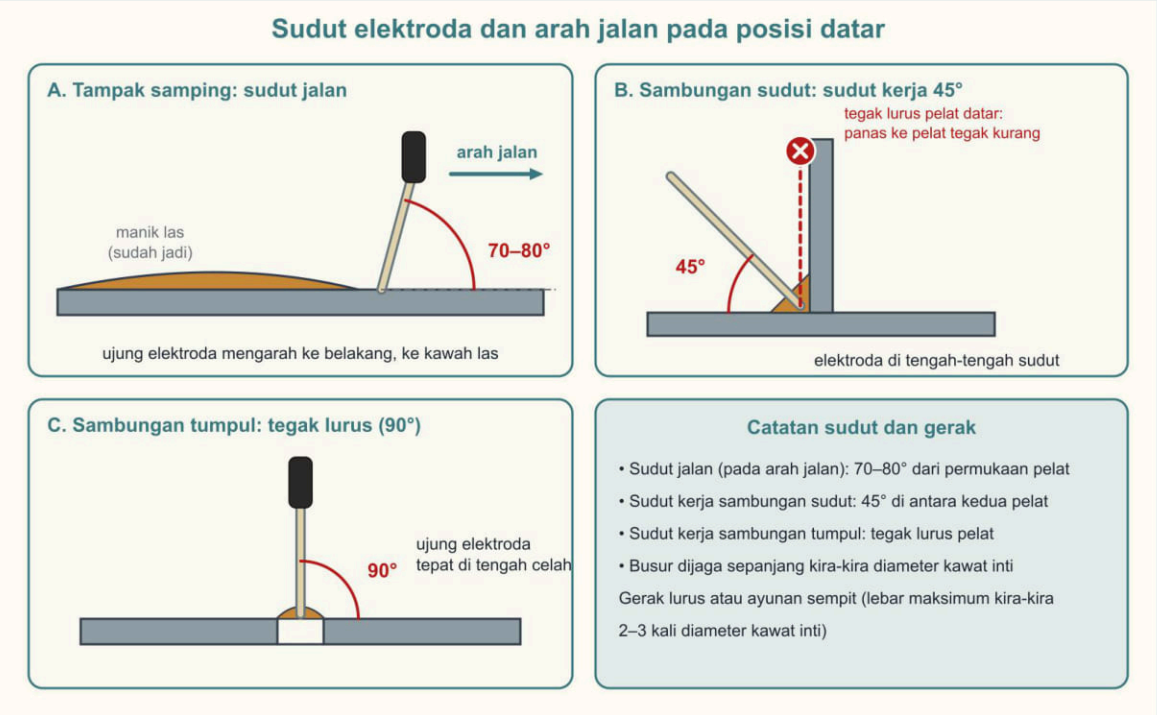
Kecepatan jalan adalah laju elektroda bergerak sepanjang sambungan. *Terlalu cepat:* manik sempit dan tipis dengan riak runcing, tepi kurang menyatu, penetrasi kurang. *Terlalu lambat:* manik lebar dan tebal, logam menumpuk (overlap), panas berlebih sehingga distorsi besar, dan terak mudah mendahului kawah lalu terperangkap. *Tepat:* riak manik halus dan teratur, lebar manik kira-kira dua sampai tiga kali diameter kawat inti. Elektroda boleh digerakkan lurus atau diayun sempit, lebar ayunan tidak lebih dari sekitar tiga kali diameter kawat inti.

4. Posisi datar, sudut elektroda, dan sambungan

Posisi datar artinya benda kerja terletak mendatar dan las dikerjakan dari atas. Ini posisi paling mudah karena logam cair tertahan oleh gaya berat di tempatnya, dan karena itulah kisi-kisi membatasi diri pada posisi ini. Jenis sambungan yang dikerjakan antara lain **sambungan tumpul** (dua pelat bertemu ujung ke ujung), **sambungan sudut atau T** (dua pelat membentuk sudut, las berada di sudut), dan **sambungan tumpang** (dua pelat bertumpuk).

Gambar 2.45 menunjukkan sudut elektroda yang benar.

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



Gambar 2.45 Sudut jalan (tampak samping) serta sudut kerja pada sambungan sudut dan sambungan tumpul. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Sudut jalan:** elektroda condong sekitar 70–80° terhadap permukaan pelat pada arah jalan, artinya pangkal elektroda berada di depan dan ujungnya mengarah ke belakang, ke kawah las. Posisi ini mengarahkan panas ke kawah dan membuat terak mengikuti di belakang.
- **Sudut kerja pada sambungan tumpul:** elektroda tegak lurus (90°) terhadap permukaan pelat, tepat di tengah celah.
- **Sudut kerja pada sambungan sudut:** elektroda berada di tengah-tengah sudut, yaitu sekitar 45° terhadap kedua pelat. Bila elektroda dipegang tegak lurus terhadap pelat datar, pelat yang berdiri hanya terkena panas sedikit sehingga logam las hanya menempel di permukaannya.

Persiapan sambungan. Karat, cat, minyak, dan lembap dibersihkan dari tepi sambungan karena menjadi sumber porositas. Pelat tipis (sampai sekitar 3 mm) umumnya dilas tanpa kampuh; pelat yang lebih tebal diberi **kampuh**, yaitu tepi yang dimiringkan (misalnya kampuh V dengan sudut sekitar 60° dan celah akar sekitar 2 mm) agar logam las dapat menembus sampai akar sambungan. Celah akar yang terlalu sempit atau nol menyebabkan akar tidak tersambung. Sebelum pengelasan utama, kedua pelat diikat dengan **las titik (tack weld)**, yaitu las pendek yang dipasang pada jarak teratur sehingga celah dan kedudukan pelat tidak berubah.

5. Teknik memulai, menjalankan, mengakhiri, dan menyambung

Gambar 2.46 merangkum urutan mengelas satu jalur.

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



Gambar 2.46 Urutan mengelas satu jalur, dari persiapan sampai menyambung jalur berikutnya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

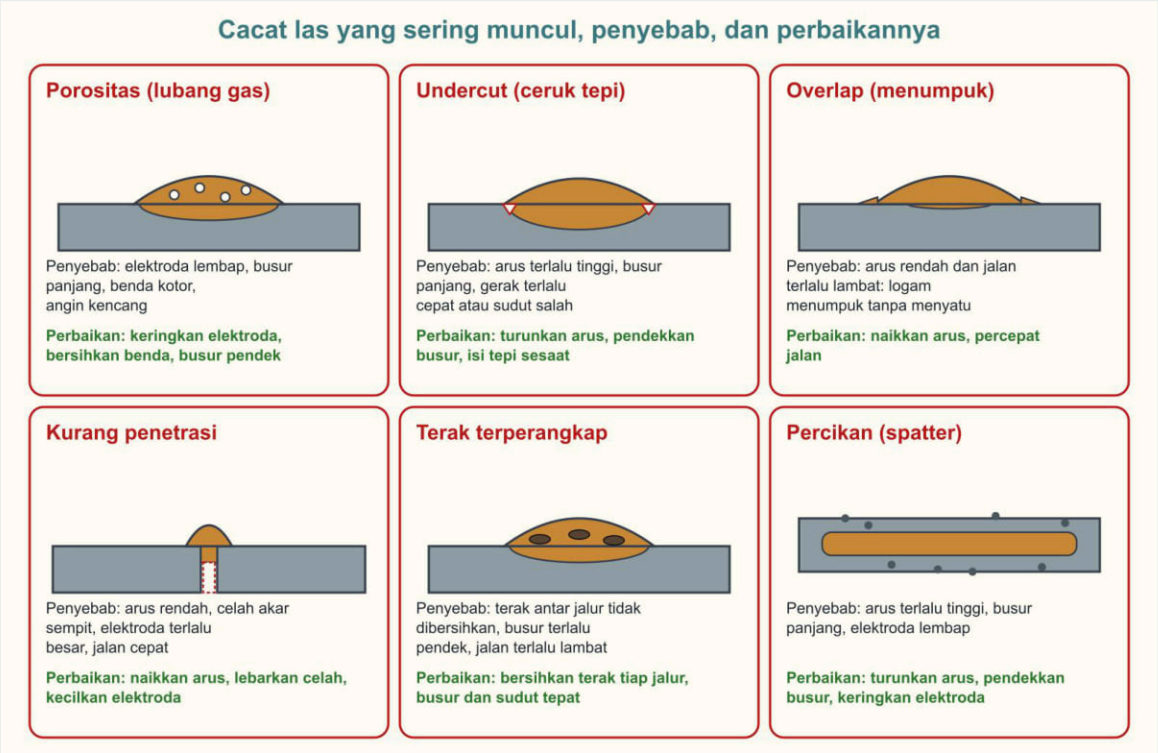
1. **Persiapan.** Singkirkan atau tutup bahan mudah terbakar, pastikan ventilasi baik, kenakan seluruh APD, bersihkan benda kerja, jepit klem massa pada tempat yang bersih dan dekat sambungan, lalu atur arus sesuai tabel.
2. **Menyalakan busur.** Turunkan helm dulu, baru menyalakan. Ada dua cara: **menggores** (ujung elektroda digoreskan pada pelat seperti menyalakan korek api) atau **mengetuk** (ujung elektroda diketukkan pada pelat). Begitu busur menyala, elektroda langsung diangkat sekitar 2–3 mm. Bila elektroda menempel, goyangkan sedikit untuk melepaskannya; bila tetap menempel, lepaskan elektroda dari tang atau matikan mesin, jangan ditarik paksa dengan tangan telanjang.
3. **Menjaga busur.** Jarak ujung elektroda ke kawah dijaga kira-kira sama dengan diameter kawat inti. Karena elektroda memendek saat meleleh, tangan harus terus menurunkannya perlahan.
4. **Menjalankan.** Pertahankan kecepatan dan sudut yang tetap, ikuti garis sambungan, dan amati kawah las, bukan ujung elektroda.
5. **Mengakhiri jalur.** Di ujung jalur, kawah las berbentuk cekungan. Cekungan itu diisi dengan menahan elektroda sebentar atau menggerakkannya mundur sedikit sebelum busur diangkat. Bila langsung ditarik menjauh, kawah dibiarkan kosong dan mudah retak.
6. **Mendinginkan.** Benda dibiarkan dingin sendiri; menyiram air dapat membuat las getas dan retak. Benda yang baru dilas diberi tanda "panas" karena rupanya sama dengan benda dingin.
7. **Membersihkan terak** dengan palu terak dan sikat kawat. Pakai kacamata bening karena terak yang terlepas dapat terlempar ke mata.
8. **Menyambung jalur.** Bila jalur harus diteruskan (misalnya karena elektroda habis), bersihkan terak di ujung jalur, nyalakan busur sedikit di depan kawah, bawa busur mundur ke kawah, lalu maju kembali. Cara ini menutup kawah dan menyambung tanpa cekungan

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

atau tonjolan.

6. Cacat las dan penyebabnya

Cacat las adalah bagian hasil las yang menyimpang dari yang disyaratkan. Gambar 2.47 menunjukkan enam cacat yang paling sering muncul.



Gambar 2.47 Enam cacat las: porositas, undercut, overlap, kurang penetrasi, terak terperangkap, dan percikan. 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

Cacat	Ciri	Penyebab yang paling mungkin	Perbaikan
Porositas	lubang-lubang kecil di manik atau permukaannya	elektroda lembap, busur terlalu panjang, benda kotor atau berminyak, angin kencang menerpa busur	keringkan elektroda, bersihkan benda, pendekkan busur, lindungi dari angin
Undercut	ceruk di tepi manik pada pelat	arus terlalu tinggi, busur terlalu panjang, gerakan terlalu cepat, sudut salah	turunkan arus, pendekkan busur, tahan sesaat di tepi
Overlap	logam menumpuk di atas pelat tanpa menyatu	arus terlalu rendah atau jalan terlalu lambat	naikkan arus, percepat jalan
Kurang penetrasi atau tidak menyatu	akar sambungan tidak tersambung, tepi tidak melebur	arus rendah, celah akar sempit, elektroda terlalu besar, jalan terlalu cepat	naikkan arus (dalam rentang), lebarkan celah akar, pilih elektroda lebih kecil
Terak terperangkap	sisa terak di dalam atau antar jalur	terak tidak dibersihkan, busur terlalu pendek, jalan terlalu lambat	bersihkan terak setiap jalur, busur dan sudut tepat
Percikan (spatter)	butiran logam menempel di sekitar jalur	arus terlalu tinggi, busur terlalu panjang, elektroda lembap	turunkan arus, pendekkan busur, keringkan elektroda

Hal yang perlu kamu perhatikan: satu setelan yang salah dapat menimbulkan beberapa cacat sekaligus (arus terlalu tinggi bersama busur panjang menghasilkan undercut dan percikan), dan satu cacat dapat disebabkan lebih dari satu hal. Karena itu, perbaikan yang tepat adalah yang **menyasar penyebab yang disebut di kasus**, bukan menaikkan atau menurunkan arus tanpa dasar.

Distorsi adalah perubahan bentuk (melengkung, menyudut, menyempit) akibat pemanasan dan pendinginan tidak merata. Logam memuai saat dipanaskan dan menyusut saat dingin; karena panas terpusat di jalur las, penyusutan menarik benda ke satu arah. Distorsi dikurangi dengan: **las titik** yang rapat sebelum pengelasan utama; **menjepit benda dengan klem** pada meja selama pengelasan dan pendinginan; **urutan las berselang atau mundur bertahap (backstep)**, yaitu mengelas ruas-ruas pendek bergantian atau dari arah yang berlawanan dengan arah maju keseluruhan sehingga panas tidak menumpuk di satu tempat; mengelas sambungan secara simetris; dan menghindari arus yang terlalu tinggi atau jalan yang terlalu lambat. Menyiram air untuk mendinginkan tidak dibenarkan karena dapat menimbulkan retak.

> **Pengayaan.** Besarnya panas yang masuk ke sambungan per milimeter panjang las dinyatakan dengan masukan panas H = (V × I × 60) ÷ (kecepatan jalan dalam mm/menit × 1.000) dalam kJ/mm, dengan V tegangan busur (volt) dan I arus (ampere). Misalnya V = 24 volt, I = 100 A, kecepatan jalan 150 mm/menit memberi H = 0,96 kJ/mm. Makin besar masukan panas, makin besar kecenderungan distorsi. Selain itu, pada mesin DC dikenal polaritas lurus (elektroda negatif) dan polaritas balik

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

(elektroda positif) yang memengaruhi kedalaman penetrasi. Keduanya tidak menjadi dasar soal TKA.

7. Keselamatan kerja las

Las memiliki bahaya yang berbeda dari mesin berputar. Uraian berikut menjelaskan bahaya dan pengendaliannya.

- **Sinar busur.** Cahaya busur mengandung sinar yang melukai mata dalam beberapa detik; gejalanya "mata las", yaitu mata perih dan berair beberapa jam kemudian. Kulit juga dapat terbakar seperti kena matahari. Pakai helm las dengan kaca filter, turunkan helm sebelum menyalakan busur, dan lindungi orang di sekitar dengan **tirai las** atau penyekat; orang yang melihat dari dekat tanpa pelindung mata berisiko terkena.
- **Percikan dan terak panas.** Dapat membakar baju, kulit, dan bahan mudah terbakar. Pakai sarung tangan kulit, apron, baju lengan panjang berbahan katun (bukan sintetis), dan sepatu tertutup. Singkirkan bensin, cat, kain, kardus, dan sampah dari sekitar tempat las; siapkan APAR yang sesuai di dekat tempat kerja. Wadah bekas bahan mudah terbakar tidak boleh dilas sebelum dibersihkan dengan prosedur yang benar.
- **Asap dan gas.** Asap las mengandung partikel logam dan gas yang berbahaya bila terhirup terus-menerus. Bekerjalah di tempat berventilasi baik dan gunakan penghisap asap. Lapisan seng (galvanis), cat, dan pelumas pada permukaan menghasilkan asap yang lebih berbahaya, sehingga lapisan itu dibersihkan dari bagian yang akan dilas.
- **Listrik.** Meskipun tegangan kerja busur rendah (sekitar 20–30 volt), mesin las tersambung ke listrik jaringan dan arus lasnya besar. Kabel yang terkelupas, tang elektroda yang rusak, lantai atau tangan yang basah, dan sarung tangan yang lembap meningkatkan bahaya. Periksa kabel dan steker, keringkan tangan dan sarung tangan, dan jangan mengganti elektroda dengan tangan telanjang. Matikan mesin bila meninggalkan tempat kerja.
- **Benda panas.** Benda yang baru dilas tampak sama dengan benda dingin. Beri tanda dan gunakan penjepit.
- **Lain-lain.** Puntung elektroda dikumpulkan di wadah (bukan dibiarkan di lantai karena dapat membuat terpeleset), kabel ditata agar tidak menghalangi jalan, dan setelah selesai mesin dimatikan serta area dibersihkan.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Memilih elektroda dan arus

Rina harus mengelas rangka rak dari pelat baja 3 mm pada posisi datar dengan mesin las kecil yang arus maksimumnya 140 A. Tersedia tiga elektroda: E6013 Ø2,6 mm; E6013 Ø4,0 mm; dan E7018 Ø3,2 mm dari kotak yang sudah terbuka beberapa minggu di ruang lembap. Gunakan tabel arus E6013 pada Gambar 2.44.

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

Langkah:

1. Baca kode: E6013 berarti elektroda dengan kekuatan tarik minimum 60.000 psi, semua posisi, selaput rutil-kalium (busur halus, mudah dikendalikan). E7018 berarti 70.000 psi, selaput hidrogen rendah yang peka lembap.
2. Periksa diameter terhadap tebal pelat: pelat 3 mm cocok dengan elektroda kecil. Ø4,0 mm memerlukan 130–180 A sehingga terlalu besar untuk pelat tipis (risiko bolong) dan melampaui kemampuan mesin pada bagian atas rentang.
3. Periksa E7018: kotaknya terbuka lama di tempat lembap, sehingga harus dikeringkan di oven lebih dulu; bukan pilihan praktis untuk pekerjaan rangka rak sederhana.
4. Pilih arus untuk E6013 Ø2,6 mm: rentang 60–90 A; karena pelat tipis, mulai di sekitar 65–75 A, lalu sesuaikan pada pelat percobaan.

Jawaban: pakai **E6013 Ø2,6 mm** dengan arus sekitar **60–90 A** (mulai di batas bawah karena pelat tipis).

Contoh 2: Memperbaiki parameter dari cacat

Dua pelat baja 6 mm dilas tumpul pada posisi datar dengan E6013 Ø3,2 mm pada arus 110 A. Kedua pelat dirapatkan tanpa celah dan tepinya tidak dimiringkan. Hasilnya: manik tipis dan sempit dengan riak runcing, penetrasi dangkal, dan bagian akar sambungan tidak tersambung. Siswa merasa elektrodanya digerakkan cepat.

Langkah:

1. Periksa arus: 110 A berada di dalam rentang 90–130 A untuk Ø3,2 mm, sehingga arus bukan penyebab utama.
2. Baca ciri: manik tipis, sempit, riak runcing menunjukkan **jalan terlalu cepat**; akar tidak tersambung menunjukkan **celah akar tidak ada**.
3. Analisis: pelat 6 mm dirapatkan tanpa celah dan tanpa kampuh sehingga logam las tidak dapat menembus ke akar.
4. Perbaikan: miringkan tepi pelat membentuk kampuh V (sekitar 60°), beri celah akar sekitar 2 mm, ikat dengan las titik, lalu jalankan elektroda lebih lambat dengan arus tetap dalam rentang.

Jawaban: penyebabnya **celah akar dan kampuh tidak ada serta jalan terlalu cepat**; perbaikan: kampuh V + celah akar sekitar 2 mm + jalan lebih lambat. Bukan menaikkan arus ke luar rentang.

Contoh 3: Menyusun urutan sebelum menyalakan busur

Urutan berikut diacak. Susunlah menjadi urutan yang benar sebelum busur pertama dinyalakan pada pelat baru.

- (a) Atur arus sesuai tabel dan pasang elektroda pada tang.
- (b) Singkirkan bahan mudah terbakar dan periksa ventilasi.
- (c) Turunkan helm las.
- (d) Kenakan APD: sarung tangan kulit, apron, sepatu, dan pegang helm.

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

- (e) Bersihkan karat pada benda dan jepit klem massa di tempat yang bersih.
- (f) Gores atau ketukkan elektroda lalu angkat 2–3 mm.

Langkah:

1. Keselamatan area lebih dulu: (b).
2. Pelindung badan dipakai sebelum bekerja dengan mesin: (d).
3. Benda disiapkan dan rangkaian ditutup: (e).
4. Mesin diatur dan elektroda dipasang: (a).
5. Mata dilindungi sebelum busur muncul: (c).
6. Terakhir, busur dinyalakan: (f).

Jawaban: b → d → e → a → c → f.

Contoh 4: Mengatur las titik dan urutan las pada pelat panjang

Dua pelat baja 4 mm panjang 600 mm akan dilas tumpul dengan elektroda E6013 Ø2,6 mm. Sambungan sepanjang 600 mm itu dibagi ruas 100 mm untuk mengurangi distorsi. Bagaimana pengaturannya?

Langkah:

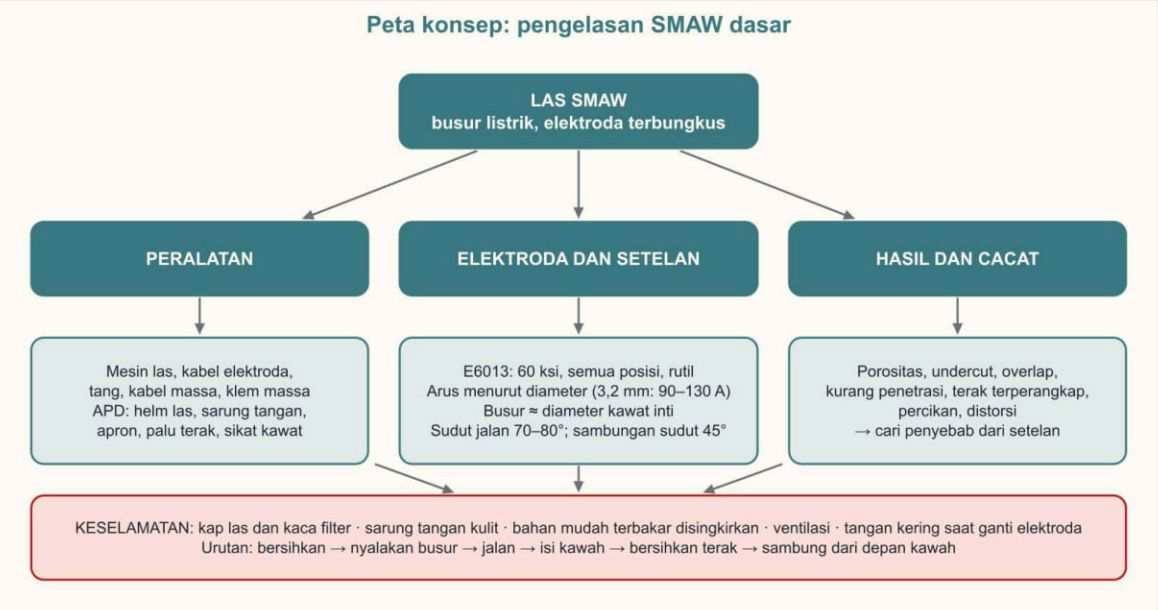
1. Las titik: pasang las titik pendek (kira-kira 10–15 mm) pada kedua ujung dan setiap sekitar 100 mm, yaitu pada jarak 0, 100, 200, 300, 400, 500, dan 600 mm dari ujung (7 titik). Selanjutnya jepit pelat dengan klem pada meja.
2. Banyaknya ruas: 600 ÷ 100 = 6 ruas.
3. Urutan berselang: kerjakan ruas 1 (0–100 mm) lalu ruas 4 (300–400 mm), kemudian ruas 2, ruas 5, ruas 3, dan ruas 6 sehingga panas tidak menumpuk di satu tempat. Pada cara mundur bertahap, tiap ruas dilas dari ujung depannya menuju ujung belakangnya (arah berlawanan dengan arah maju keseluruhan).
4. Setiap ruas dibersihkan terak sebelum ruas yang bersebelahan dilas, dan benda dibiarkan dingin sebelum klem dilepas.

Jawaban: 7 las titik, 6 ruas 100 mm, dilas berselang (1, 4, 2, 5, 3, 6) dengan klem terpasang; tidak didinginkan dengan air.

❖ PETA KONSEP

Ringkasan seluruh sub bab ini dapat dilihat pada Gambar 2.48.

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



Gambar 2.48 Peta konsep sub bab 2.7. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- SMAW: busur listrik antara elektroda terbungkus dan benda kerja; rangkaian tertutup lewat kabel massa.
- E6013: 60.000 psi, semua posisi, rutil-kalium, AC atau DC, mudah dikendalikan. Diameter = diameter kawat inti.
- Arus menurut diameter (pedoman E6013): 2,6 mm 60–90 A; 3,2 mm 90–130 A; 4,0 mm 130–180 A; 5,0 mm 180–240 A.
- Busur kira-kira satu diameter kawat inti; sudut jalan 70–80°; sambungan sudut 45°; isi kawah di akhir jalur.
- Arus rendah: menempel, manik tinggi sempit, tidak menyatu. Arus tinggi atau busur panjang: undercut dan percikan.
- Distorsi dikurangi dengan las titik, klem, dan urutan las berselang.
- Keselamatan: helm las, sarung tangan kulit, bahan mudah terbakar disingkirkan, ventilasi, tangan kering.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Soal pengelasan hampir selalu kasus: ada parameter, ada hasil, kamu memilih perbaikan.

1. **Baca angka parameter dengan tabel.** Bandingkan arus, diameter, dan rentang yang tertulis: apakah arus berada di dalam rentang, di bawah, atau di atas?
2. **Cocokkan gejala dengan pola cacat.** Manik tinggi dan sempit menunjuk arus rendah; undercut dan percikan menunjuk arus tinggi atau busur panjang; lubang gas menunjuk lembap atau kotor.
3. **Coret penyebab yang disingkirkan** oleh informasi di kasus (arus sudah dalam rentang,

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

elektroda baru dari oven).

4. **Pilih perbaikan yang menyasar penyebab tersisa**, termasuk yang menjaga keselamatan, dan **jangan melanggar kendala** yang disebut kasus (misalnya elektroda tidak boleh diganti).

Jebakan yang sering dipasang:

- **Arus rendah dan tinggi tertukar.** Elektroda menempel dan manik tinggi sempit tidak berarti arus terlalu tinggi.
- **Memperpanjang busur agar tidak menempel.** Busur panjang menimbulkan percikan, undercut, dan lubang gas; cara yang tepat untuk elektroda menempel adalah menaikkan arus ke dalam rentang atau mengubah cara menyalakan busur.
- **Menyambung jalur tanpa membersihkan terak.** Terak yang tertinggal terperangkap di dalam jalur berikutnya.
- **Menyalakan busur sebelum menurunkan helm,** atau menatap busur tanpa kaca filter.
- **Menyiram air agar cepat dingin.** Pendinginan mendadak membuat las getas dan retak.
- **Mengganti elektroda dengan tangan basah atau sarung tangan lembap.**

> Contoh salah tafsir: pada soal sambungan pelat yang memperlihatkan lubang-lubang kecil di manik, seorang siswa memilih "naikkan arus agar logam lebih cair dan gelembung keluar", karena ia mengira lubang disebabkan arus kurang panas. Padahal lubang gas disebabkan perlindungan gas yang terganggu, yaitu elektroda lembap, benda kotor, busur terlalu panjang, atau angin. Menaikkan arus justru menambah percikan dan tidak menghilangkan sumber gasnya.

BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menggambarkan seorang siswa mengelas sambungan sudut dengan arus yang ditetapkan lembar kerja. Hasilnya menunjukkan dua cacat sekaligus, dan ada tabel rentang arus menurut diameter elektroda serta kendala bahwa elektroda tidak boleh diganti. Cara berpikirnya: bandingkan arus yang dipakai dengan rentang di tabel, cocokkan kedua cacat dengan akibat setelan yang dipakai, lalu pilih perbaikan yang menyasar penyebabnya tanpa melanggar kendala.

►. Rudi mengelas sambungan sudut pelat baja tebal 5 mm posisi datar dengan elektroda E6013 Ø2,6 mm sesuai lembar kerja dari guru, yang tidak boleh diganti (2027). Mesin diatur 120 A dan Rudi menjaga busur cukup panjang agar elektroda tidak lengket. Hasilnya: tepi las berceruk (undercut) dan banyak percikan di sekitar jalur las.

Diameter elektroda E6013	Rentang arus anjuran
2,6 mm	60–90 A
3,2 mm	90–130 A

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

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

Perbaikan yang paling tepat adalah ....

A. Menurunkan arus menjadi sekitar 80 A dan memperpendek busur
B. Mengganti elektroda menjadi Ø3,2 mm dengan arus tetap 120 A
C. Menurunkan arus menjadi sekitar 80 A dengan busur tetap panjang
D. Mempertahankan 120 A dan mempercepat gerakan elektroda
E. Menaikkan arus menjadi 130 A dan memperpendek busur las

Pembahasan **Kunci: A**

Konsep: Undercut dan percikan berlebih umumnya disebabkan arus terlalu besar dan busur terlalu panjang. Arus diatur sesuai diameter elektroda, dan panjang busur dijaga kira-kira sama dengan diameter elektroda.

Langkah:

1. Elektroda Ø2,6 mm → arus anjuran 60–90 A; 120 A terlalu besar.
2. Busur panjang juga menambah percikan dan undercut.
3. Perbaikan: arus sekitar 80 A dan busur dipendekkan.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Kedua penyebab (arus terlalu besar dan busur panjang) diperbaiki.
- **B.** ✗ Jebakan: 120 A sesuai untuk Ø3,2 mm, tetapi lembar kerja mewajibkan elektroda Ø2,6 mm.
- **C.** ✗ Jebakan: arusnya sudah benar, tetapi busur yang tetap panjang masih menimbulkan percikan dan undercut.
- **D.** ✗ Arus tetap terlalu besar; gerakan lebih cepat justru dapat menambah undercut.
- **E.** ✗ Arus makin jauh di atas anjuran untuk Ø2,6 mm.

Jawaban: A.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk setiap soal, tulis dulu cacat atau masalahnya, penyebab yang paling mungkin, dan setelan yang akan kamu ubah.

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

1. Hasil las sambungan tumpul pelat baja 8 mm posisi datar milik Ilham menunjukkan banyak lubang kecil (porositas) dan terak yang terperangkap di antara jalur las (2027). Elektroda E7018 yang dipakai diambil dari kotak yang terbuka selama seminggu di bengkel yang lembap. Kabel massa dijepitkan ke kaki meja las yang berkarat, jauh dari benda kerja. *(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. Elektroda E7018 yang lembap dapat menimbulkan porositas, sehingga harus dikeringkan di oven sesuai anjuran pabrik.
☐ B. Elektroda yang lembap dapat dikeringkan dengan dijemur di bawah sinar matahari selama satu jam sebelum dipakai.
☐ C. Kabel massa sebaiknya dijepit pada benda kerja atau meja yang bersih di dekat sambungan.
☐ D. Terak terperangkap terjadi karena busur terlalu pendek, sehingga busur perlu dibuat sepanjang mungkin.
☐ E. Terak pada setiap jalur las dibersihkan dengan palu terak dan sikat kawat sebelum jalur berikutnya.

2. Mira akan mengelas jalur lurus pada pelat baja 6 mm posisi datar dengan elektroda E6013 Ø3,2 mm pada arus 100 A, sesuai anjuran kemasan 90–130 A (2027). Teman di sebelahnya sedang memperhatikan dari jarak dua meter tanpa pelindung mata. Saat mencoba menyalakan busur, elektroda Mira beberapa kali menempel ke pelat. *(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 menyalakan busur, Mira sebaiknya meminta temannya menjauh atau memasang tirai las.	○	○
Busur dinyalakan dengan menggoreskan ujung elektroda pada pelat seperti menyalakan korek api, lalu diangkat sekitar 3 mm.	○	○
Karena elektroda sering menempel, arus sebaiknya dinaikkan menjadi 160 A agar busur mudah menyala.	○	○

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

3. Yanti mengelas jalur lurus posisi datar pada pelat baja 6 mm dengan elektroda E6013 Ø3,2 mm (2027). Anjuran arus pada kemasan elektroda adalah 90–130 A, tetapi mesin diatur 70 A. Hasilnya: manik las tinggi dan sempit, tepinya tidak menyatu dengan pelat, dan elektroda sering menempel saat busur dinyalakan. Kecepatan dan sudut elektroda sudah sesuai lembar kerja.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Perbaikan yang paling tepat adalah ....

A. Memperlambat gerakan elektroda agar manik sempat melebar ke tepi pelat
B. Memperpanjang busur agar elektroda tidak lagi menempel pada pelat
C. Menaikkan arus menjadi sekitar 110 A dengan kecepatan dan sudut tetap
D. Mengganti elektroda menjadi Ø4 mm dengan arus tetap 70 A
E. Menaikkan arus menjadi 150 A agar penyatuan tepi lebih terjamin

Kunci singkat: 1. A, C, E 2. 1B 2B 3S 3. C

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menjelaskan arti setiap bagian kode E6013 dan mengapa diameter elektroda diukur pada kawat intinya?
- Dapatkah kamu menyebut tiga cacat las beserta penyebab yang paling mungkin dan perbaikannya?
- Dapatkah kamu menuliskan urutan memulai, menjalankan, mengakhiri, dan menyambung satu jalur las?
- **Yang harus kuingat:** arus mengikuti tabel diameter; busur kira-kira satu diameter kawat inti; terak dibersihkan tiap jalur; helm turun sebelum busur menyala.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 2.7: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktm&node=SMKTM-2.7

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

Kuis Akhir Bab 2

SMKTM-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-smktm&node=SMKTM-KB2

1. Sebuah UMKM pembuat gantungan pakaian memesan 100 pengait berbentuk U dari batang baja Ø6 mm ke bengkel sekolah (2027). Bentuk akhir tidak memerlukan pengurangan ukuran batang, hanya perubahan bentuk dari lurus menjadi U.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Proses yang paling sesuai untuk pesanan itu adalah ....

A. membubut batang sampai tepinya berbentuk U
B. memfrais batang sehingga terbentuk alur berbentuk U
C. menggerinda batang pada satu sisi sampai melengkung
D. mengebor batang pada dua titik lalu memotong bagian tengahnya
E. menekuk batang pada cetakan atau pemandu berbentuk U

2. Dua siswa menyiapkan mesin tekuk manual berbilah panjang di bengkel fabrikasi sekolah untuk menekuk pelat baja tebal 1,5 mm sepanjang 1 meter (2027). Kapasitas mesin tertulis pada pelat nama: pelat baja lunak maksimal tebal 2 mm.
(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
Tangan dijauhkan dari celah antara bilah dan meja selama tuas ditekan.	○	○
Pelat yang lebih tebal dari kapasitas mesin boleh ditekuk bila tuas ditekan dengan bantuan pipa penyambung.	○	○
Mesin boleh ditinggalkan dalam keadaan bilah menekan pelat selama istirahat agar bentuk tekukan tidak berubah.	○	○

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

3. Tim produksi sebuah SMK menerima lima pekerjaan dan menuliskan daftar pekerjaannya sebelum menentukan mesin (2027).

No	Pekerjaan	Keterangan
1	Membuat alur pasak selebar 6 mm pada permukaan poros	alur tertutup dengan ujung bulat
2	Memotong lurus pelat baja 3 mm sepanjang 1 meter	untuk lembaran penutup
3	Mengurangi diameter poros dari Ø30 menjadi Ø26 sepanjang 80 mm	permukaan bulat dan sesumbu
4	Membuat lubang tembus Ø8 mm pada pelat tebal 6 mm	posisi lubang sudah ditandai
5	Menghaluskan tepi tajam poros tanpa mengubah ukuran	hanya menghilangkan gerigi

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

Pasangan pekerjaan dan mesin manakah yang **tepat**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Pekerjaan 1 dikerjakan dengan mesin frais memakai pisau jari
☐ B. Pekerjaan 2 dikerjakan dengan mesin bubut karena pelatnya rata
☐ C. Pekerjaan 3 dikerjakan dengan mesin bubut karena benda kerja berputar
☐ D. Pekerjaan 4 dikerjakan dengan mesin bor duduk memakai mata bor Ø8 mm
☐ E. Pekerjaan 5 dikerjakan dengan mesin frais karena tepinya perlu dipotong

4. Kelompok A dan B di bengkel fabrikasi sekolah sama-sama menekuk pelat tebal 2 mm sebesar 90° memakai bilah yang sama (2027). Hasil kelompok A (baja lunak) kembali ke sudut 91° setelah tuas dilepas, sedangkan hasil kelompok B (baja pegas yang lebih keras) kembali ke sudut 96°. Guru meminta mereka menyimpulkan faktor yang memengaruhi pegas balik.

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

Pernyataan manakah yang **benar** tentang pegas balik pada penekukan? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Pegas balik hanya terjadi bila sudut tekukan yang dibuat lebih dari 90°
☐ B. Bahan yang lebih keras cenderung memiliki pegas balik yang lebih besar pula
☐ C. Radius tekuk yang besar terhadap tebal pelat cenderung menambah pegas balik
☐ D. Pegas balik hilang sepenuhnya bila penekanan dilakukan lebih lambat dan merata
☐ E. Pelat yang dilunakkan lebih dulu cenderung memiliki pegas balik lebih kecil

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

5. Siswa mengebor lubang Ø10 mm sedalam 25 mm pada blok baja karbon sedang memakai mesin bor duduk tanpa cairan pendingin (2027). Setelah tiga lubang, mata bor berubah warna menjadi kebiruan dan berasap, dan lubang berikutnya terasa makin berat dikebor. Guru menyiapkan cairan pendingin pemotongan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Alasan utama memakai cairan pendingin pada kasus itu adalah ....

A. menambah kecepatan potong sehingga pengeboran selesai jauh lebih cepat
B. menggantikan penitik pusat sehingga mata bor tidak tergelincir saat mulai
C. menurunkan panas dan gesekan sehingga mata bor awet dan tatal mudah keluar
D. melunakkan baja secara permanen sehingga lebih mudah dipotong mata bor
E. mencegah baja berkarat sesudah dibor sehingga lubang lebih tahan korosi

6. Bengkel sekolah memiliki lembar pedoman radius tekuk minimum dari ujung bilah penekan, dinyatakan dalam kelipatan tebal pelat (pedoman bengkel, 2027).

Bahan pelat	Radius tekuk minimum
Baja lunak	1,0 × tebal
Aluminium lunak	1,0 × tebal
Kuningan keras	2,0 × tebal
Aluminium paduan keras	3,0 × tebal

Rani akan menekuk pelat aluminium paduan keras tebal 3 mm sebesar 90°. Bilah penekan yang tersedia memiliki radius ujung 3 mm, 6 mm, 8 mm, 10 mm, dan 15 mm.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Bilah dengan radius paling kecil yang masih memenuhi pedoman adalah ....

A. radius 3 mm
B. radius 6 mm
C. radius 8 mm
D. radius 10 mm
E. radius 15 mm

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

7. Dalam sesi pengenalan mesin di bengkel sekolah (2027), guru menjelaskan bahwa setiap proses pemotongan memiliki gerak potong dan gerak makan. Rani mencatat contohnya pada mesin bubut yang sedang membubut sebuah poros baja.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Catatan Rani yang benar adalah ....

A. poros berputar sebagai gerak potong dan pahat maju sepanjang poros sebagai gerak makan
B. poros diam sebagai gerak potong dan pahat berputar sebagai gerak makan di sepanjang poros
C. pahat berputar sebagai gerak potong dan poros bergeser sepanjang bangku sebagai gerak makan
D. poros dan pahat sama-sama berputar sehingga gerak makan dihasilkan oleh cekam mesin
E. poros berputar sebagai gerak makan dan pahat bergerak lurus sebagai gerak potong

8. Rani memeriksa tebal sebuah blok baja dengan jangka sorong ketelitian 0,02 mm di bengkel sekolah (2027). Gambar memperlihatkan bagian skala utama dan skala nonius setelah rahang menjepit blok dengan pas.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Hasil pengukuran yang terbaca pada gambar adalah ....



A. 24,14 mm
B. 24,28 mm
C. 24,30 mm
D. 25,28 mm
E. 38,28 mm

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

9. Joko akan memakai bor tangan listrik untuk membuat lubang pada rak di bengkel sekolah (2027). Sebelum menyalakannya, ia memeriksa alat dan melihat beberapa hal.
(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 chuck boleh dibiarkan terpasang pada chuck karena sudah terpasang kencang.	○	○
Kabel dan steker yang sedikit terkelupas masih boleh dipakai bila dilapisi isolasi sementara.	○	○
Mata bor harus terpasang kencang dan lurus di chuck sebelum bor dinyalakan.	○	○

10. Di akhir praktik, Wawan merapikan alat ukur yang dipakai kelompoknya: sebuah jangka sorong dan sebuah mikrometer luar. Alat-alat itu akan dipakai kelompok lain besok pagi (2027).
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan manakah yang **tepat** untuk merawat alat ukur? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Membersihkan alat dari tatal dan oli, lalu mengelapnya dengan kain bersih
☐ B. Menyimpan jangka sorong dengan rahang dirapatkan sekuat-kuatnya agar skala tidak bergeser
☐ C. Memakai ujung rahang jangka sorong untuk menggores garis pada pelat bila penggores habis
☐ D. Menyimpan mikrometer dengan landasan dan batang ukur sedikit renggang
☐ E. Memeriksa titik nol secara berkala dan melaporkan alat yang rusak atau jatuh

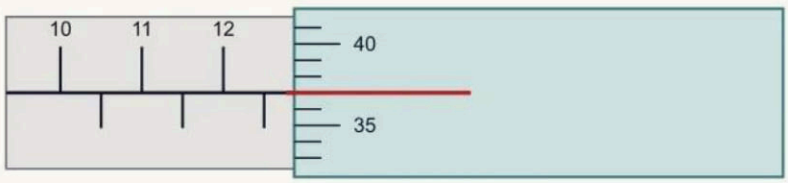
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

11. Dita membuat ulir luar M8 sepanjang 20 mm pada batang baja Ø8 mm memakai snei dan pemegang snei (2027). Pada percobaan pertama, ulir yang terbentuk miring dan awal ulirnya robek. Ia mengingat bahwa ujung batang masih rata dan tajam, snei diputar terus tanpa berhenti, dan tidak ada pelumas.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Perbaikan yang paling tepat untuk percobaan berikutnya adalah ....

A. memperbesar diameter batang menjadi Ø9 mm agar ulir yang terbentuk lebih kuat dan lebih dalam
B. membuat chamfer di ujung batang, menjepit batang tegak, memberi pelumas, dan memutar maju-mundur
C. memanaskan batang sampai berwarna merah agar baja menjadi lunak dan ulir mudah dibentuk oleh snei
D. mengganti snei dengan tap karena menurut Dita tap lebih mudah dipakai untuk membuat ulir luar
E. menekan snei sekuat tenaga dari atas tanpa memutar balik supaya ulir langsung terbentuk dalam

12. Dedi mengukur diameter sebuah pin hasil bubut dengan mikrometer luar ketelitian 0,01 mm (2027). Gambar memperlihatkan selubung dan tabung putar setelah benda terjepit dengan pas; garis datum selubung berwarna merah pada tabung putar.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Hasil pengukuran yang terbaca pada gambar adalah ....

Mikrometer luar ketelitian 0,01 mm: selubung dan tabung putar (digambar mendatar)



selubung: garis atas tiap 1 mm, garis bawah di tengahnya (0,5 mm)
tabung putar: 50 bagian, 1 bagian = 0,01 mm; garis datum selubung berwarna merah

A. 12,87 mm
B. 12,37 mm
C. 12,57 mm
D. 12,77 mm
E. 13,37 mm

13. Rama mengikir tepi pelat baja yang dijepit di ragum dengan kikir datar kasar (2027). Pada percobaan pertama, ia menekan kikir kuat-kuat pada langkah maju dan langkah mundur, sehingga gigi kikir cepat tumpul dan permukaannya tidak rata.

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

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Cara mengikir yang benar adalah ....

A. menekan pada langkah maju dan mundur agar bahan terbuang lebih cepat
B. menggerakkan kikir memutar di satu titik agar permukaan lebih halus
C. menekan pada langkah maju dan meringankan kikir pada langkah mundur
D. memukul ujung kikir dengan palu supaya gigi kikir menggigit lebih dalam
E. menekan hanya pada langkah mundur karena langkah maju sudah memotong

14. Siswa harus memeriksa kedalaman lubang buta Ø10 mm pada blok dudukan yang gambar kerjanya meminta kedalaman 18 mm dengan penyimpangan ±0,1 mm (2027). Tersedia mistar baja (ketelitian 0,5 mm), jangka sorong 150 mm lengkap dengan batang ukur kedalaman (ketelitian 0,05 mm), mikrometer luar 0–25 mm, dan mistar siku.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Cara pengukuran yang paling tepat adalah ....

A. mistar baja dimasukkan tegak lurus ke dalam lubang lalu dibaca dari mulut lubang
B. rahang ukur luar jangka sorong dimasukkan ke lubang untuk menjepit dasar lubang
C. mikrometer luar dimasukkan sampai batang ukurnya menyentuh dasar lubang
D. batang ukur kedalaman jangka sorong, dengan ujung rahang dirapatkan di permukaan blok
E. mistar siku diletakkan di dasar lubang lalu jaraknya diperkirakan dengan mata

15. Dalam praktik perakitan di bengkel sekolah (2027), seorang murid baru diberi tugas membuka sebuah panel dan mengencangkan beberapa pengikat memakai obeng, tang, dan palu. Guru memperhatikan cara kerjanya dan mengingatkan beberapa kebiasaan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kebiasaan manakah yang **benar** dalam memakai perkakas tangan? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Memilih ujung obeng yang pas dengan alur atau kepala sekrup
☐ B. Memakai obeng sebagai pahat untuk mencongkel tutup kaleng cat
☐ C. Memeriksa kepala palu tidak longgar dan memegang gagang di dekat ujungnya
☐ D. Memakai tang untuk memutar baut kepala segi enam yang macet
☐ E. Menjepit benda kecil pada ragum sebelum dikikir atau dipukul

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

16. Kelompok percobaan di bengkel sekolah membubut empat poros baja lunak yang sama dengan variasi putaran dan pemakanan, lalu mencatat kekasaran permukaan dan kondisi pahat setelah 20 menit (2027).

Percobaan	Putaran (rpm)	Pemakanan (mm/putaran)	Kekasaran Ra (µm)	Pahat setelah 20 menit
P1	250	0,30	6,3	aus ringan
P2	250	0,10	1,6	aus ringan
P3	750	0,10	1,6	aus berat, tatal kebiruan
P4	750	0,30	6,3	aus berat, tatal kebiruan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kesimpulan manakah yang **sesuai** dengan data pada tabel? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Menaikkan putaran dari 250 menjadi 750 rpm memperbaiki kekasaran permukaan
☐ B. Mengurangi pemakanan dari 0,30 menjadi 0,10 mm/putaran membuat permukaan lebih halus
☐ C. Putaran yang lebih tinggi mempercepat keausan pahat pada pemakanan yang sama
☐ D. Untuk Ra 1,6 µm dengan pahat paling awet, kombinasi P2 lebih baik daripada P3
☐ E. Kekasaran lebih dipengaruhi oleh putaran daripada oleh pemakanan

17. Bengkel las sekolah memajang pedoman pemilihan elektroda E6013 untuk pengelasan SMAW posisi datar (pedoman umum bengkel, 2027).

Tebal pelat baja	Diameter elektroda	Rentang arus
sampai 3 mm	Ø2,6 mm	60–90 A
4–8 mm	Ø3,2 mm	90–130 A
lebih dari 8 mm	Ø4,0 mm	130–180 A

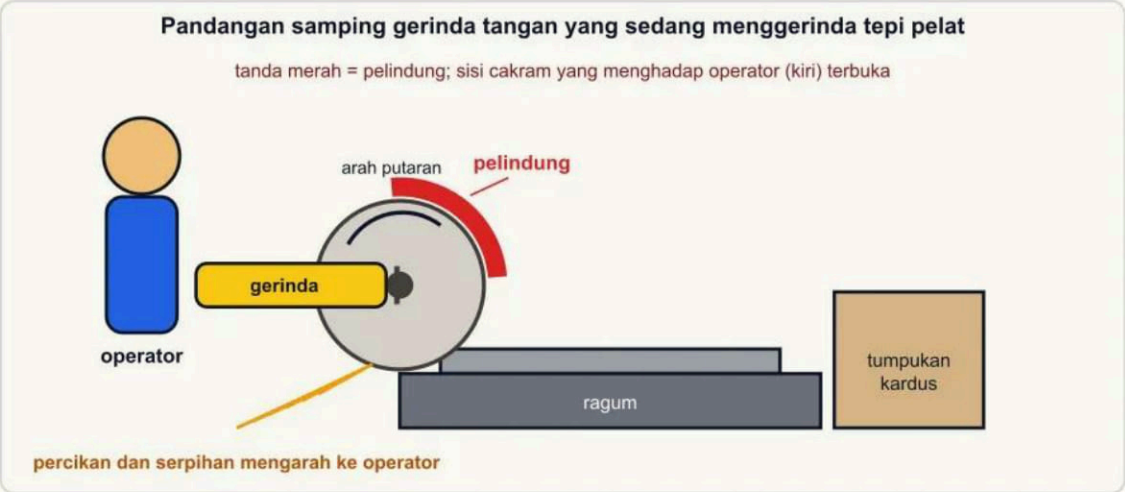
Dewi akan mengelas dua pelat baja tebal 2 mm pada posisi datar dan ingin memakai arus di dekat tengah rentang yang dianjurkan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pilihan elektroda dan arus yang paling sesuai adalah ....

A. elektroda Ø3,2 mm pada arus 110 A
B. elektroda Ø4,0 mm pada arus 150 A
C. elektroda Ø2,6 mm pada arus 40 A
D. elektroda Ø2,6 mm pada arus 120 A
E. elektroda Ø2,6 mm pada arus 75 A

18. Gambar memperlihatkan Danu yang akan menggerinda tepi sebuah pelat baja yang dijepit di ragum memakai gerinda tangan (2027). Pelindung cakram terpasang pada sisi yang

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

menjauhi Danu, percikan dan serpihan mengarah ke Danu, dan sekitar 1,5 meter di kanan ragum ada tumpukan kardus bekas.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Perbaikan yang paling tepat sebelum Danu mulai menggerinda adalah ....



A. melepas pelindung agar cakram terlihat jelas dan tepi pelat lebih mudah diikuti
B. tetap memakai pelindung seperti pada gambar dan memakai kacamata biasa saat bekerja
C. memindahkan ragum lebih dekat ke kardus agar serpihan langsung jatuh ke kardus
D. berdiri sejajar dengan bidang cakram dan memegang gerinda dengan satu tangan saja
E. memutar pelindung ke sisi menghadap Danu dan menjauhkan kardus dari arah percikan

19. Sebuah poros dibubut sepanjang 90 mm dengan putaran 300 rpm dan pemakanan 0,15 mm per putaran. Untuk mencapai ukuran akhir diperlukan tiga kali pemakanan dengan putaran dan pemakanan yang sama (2027). Waktu pemesinan satu kali pemakanan dihitung dengan t = L ÷ (f × n), dengan L = panjang pembubutan (mm), f = pemakanan (mm/putaran), dan n = putaran (rpm). Waktu kembali pahat ke awal tidak dihitung.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Waktu pemesinan seluruh pembubutan adalah ....

A. 2 menit
B. 6 menit
C. 12 menit
D. 18 menit
E. 0,67 menit

20. Dewi selesai menggerinda rigi las pada rangka meja di bengkel sekolah memakai gerinda tangan (2027). Waktu praktik hampir habis dan kelompok berikutnya sudah menunggu. Di sekitar tempat kerja ada tumpukan majun dan kardus bekas.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

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

Tindakan manakah yang **benar** sesudah pekerjaan menggerinda selesai? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Meletakkan gerinda di meja saat cakram masih berputar agar cepat selesai
☐ B. Menunggu cakram berhenti berputar total sebelum meletakkan gerinda
☐ C. Membiarkan steker tetap terpasang supaya gerinda siap dipakai lagi
☐ D. Mencabut steker dan memeriksa cakram dari retak atau aus sebelum disimpan
☐ E. Menyapu percikan dan memastikan tidak ada bara pada majun atau kardus di sekitar tempat kerja

21. Poros baja Ø32 mm dibubut menjadi Ø30 mm dalam dua kali pemakanan yang besarnya sama (2027). Siswa memutar eretan melintang untuk mengatur kedalaman potong, yaitu tebal lapisan yang dibuang pada sisi poros pada satu pemakanan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kedalaman potong pada setiap pemakanan adalah ....

A. 2,0 mm
B. 1,0 mm
C. 0,25 mm
D. 0,5 mm
E. 4,0 mm

22. Kelompok Bagas akan mengelas rangka meja dari pipa kotak baja di bengkel las sekolah dengan SMAW (2027). Pipa masih berkarat dan berminyak di bagian sambungan, dan tidak jauh dari meja las ada tumpukan kardus bekas serta jeriken kosong bekas pelarut.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Persiapan manakah yang **benar** sebelum mengelas? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Membersihkan karat dan oli pada tepi sambungan
☐ B. Menjauhkan atau menutup kardus dan jeriken dari sekitar meja las
☐ C. Memakai kacamata biasa sebagai pengganti kap las bila mengelas hanya sebentar
☐ D. Mengelas di lantai yang basah karena percikan lebih cepat padam
☐ E. Memastikan penjepit kabel massa terpasang pada benda kerja dengan kontak yang bersih

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

23. Yoga mengelas dua pelat baja tebal 2 mm pada posisi datar memakai elektroda E6013 Ø3,2 mm pada arus 120 A, sambil menggerakkan elektroda dengan lambat (2027). Hasilnya, pelat bolong pada beberapa tempat dan manik las cekung. Lembar kerja menganjurkan elektroda Ø2,6 mm pada 60–90 A untuk pelat sampai 3 mm.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Perbaikan yang paling tepat adalah ....

A. menaikkan arus ke 140 A supaya logam las lebih banyak mengisi lubang pada pelat
B. memperlambat gerak elektroda lagi supaya logam las menumpuk lebih banyak di tempat
C. memakai elektroda Ø2,6 mm, arus lebih rendah, dan gerak elektroda lebih cepat
D. mengganti ke elektroda Ø4,0 mm supaya logam las lebih banyak mengisi sambungan
E. menambah panjang busur supaya panas tersebar lebih merata ke seluruh pelat

24. Pak Wawan, pemilik bengkel bubut kecil, meminta siswa PKL menyetel mesin bubut untuk membubut poros baja lunak Ø25 mm (2027). Lembar kerja menetapkan kecepatan potong 30 m/menit untuk pahat HSS. Gunakan rumus n = (1.000 × V) ÷ (π × d), dengan V dalam m/menit, d dalam mm, dan π = 3,14.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Putaran mesin hasil perhitungan adalah ....

A. 382 rpm
B. 764 rpm
C. 1.200 rpm
D. 191 rpm
E. 3.820 rpm

25. Setelah selesai mengelas jalur lurus pada pelat baja di bengkel las sekolah (2027), Hendra melihat lapisan terak (slag) menutupi manik las, dan pelat yang baru dilas sudah tampak tidak merah lagi.
(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
Terak tidak perlu dibersihkan karena akan terkelupas sendiri saat benda dipakai.	○	○
Terak dibersihkan dengan palu terak dan sikat kawat sambil memakai kacamata pelindung.	○	○
Pelat yang tidak merah lagi sudah aman dipegang tangan telanjang setelah satu menit.	○	○

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 · Teknologi cutting: bor, bubut, frais, gerinda	3, 5, 7	___ / 3	Ulangi hlm. 78
Sub bab 2.2 · Teknologi non-cutting: menekuk, mengerol, membentuk	1, 2, 4, 6	___ / 4	Ulangi hlm. 94
Sub bab 2.3 · Alat ukur: jangka sorong, mikrometer, mistar baja	8, 10, 12, 14	___ / 4	Ulangi hlm. 106
Sub bab 2.4 · Perkakas tangan	11, 13, 15	___ / 3	Ulangi hlm. 123
Sub bab 2.5 · Perkakas bertenaga: bor tangan dan gerinda tangan	9, 18, 20	___ / 3	Ulangi hlm. 139
Sub bab 2.6 · Pemesinan dasar: parameter pemotongan dan evaluasi hasil	16, 19, 21, 24	___ / 4	Ulangi hlm. 155
Sub bab 2.7 · Pengelasan SMAW dasar	17, 22, 23, 25	___ / 4	Ulangi hlm. 172

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 · Pengetahuan Bahan

SMKTM-B3

Setelah mempelajari bab ini, kamu dapat:

- mengelompokkan bahan teknik (logam ferrous, non-ferrous, non-logam, komposit) dan menyebut kegunaannya
- membedakan sifat fisik, mekanik, dan kimia bahan serta menilainya dari uji sederhana
- memilih bahan dan perlakuan untuk komponen berdasarkan beberapa syarat kondisi kerja

Peta bab

Sub bab	Judul
3.1	Logam ferrous dan non-ferrous
3.2	Bahan non-logam dan komposit
3.3	Sifat-sifat bahan
3.4	Memilih bahan komponen

Bab 3 di LMS

Buka seluruh latihan bab ini di LMS.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktm&node=SMKTM-B3

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

Sub bab 3.1 · Logam ferrous dan non-ferrous

SMKTM-3.1

◎ APA YANG DIUJI

Bab 3 kisi-kisi resmi TKA Teknik Mesin menguji **pengetahuan bahan**: jenis bahan teknik umum, sifat-sifatnya, dan cara memilihnya untuk sebuah komponen. Sub bab ini membahas bagian pertama, yaitu **logam**. Soal-soal di bagian ini biasanya berbentuk kasus bengkel: sebuah pekerjaan, beberapa syarat, lalu beberapa pilihan logam. Kamu diminta mengenali logam yang cocok beserta alasannya. Karena itu, kamu perlu tahu bukan hanya nama logam, tetapi juga ciri, kelebihan, kelemahan, dan pemakaian umumnya.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- membedakan logam ferrous dan non-ferrous serta menyebut contohnya;
- menjelaskan pengaruh kadar karbon terhadap sifat dan pemakaian baja, serta membedakannya dari besi tuang;
- menyebut sifat dan pemakaian aluminium, tembaga, kuningan, dan perunggu;
- mengenali jenis logam dengan uji sederhana (magnet, percikan, warna, berat, bunyi);
- memilih logam yang tepat untuk sebuah pekerjaan bengkel dengan alasan yang benar.

◆ KONSEP INTI

Hampir semua mesin yang kamu lihat di bengkel terbuat dari logam: rangka, poros, roda gigi, baut, bahkan pahat yang dipakai untuk memotong logam lain. Namun logam bukan satu bahan. Ada puluhan jenis, dan masing-masing punya kekuatan serta kelemahan. Poros yang terbuat dari logam yang salah bisa patah, pipa air yang salah pilih cepat bocor karena berkarat, dan kabel yang salah bahan akan panas. Mengenal golongan logam adalah langkah pertama dalam memilih bahan yang tepat. Di bagian berikutnya (sub bab 3.3 dan 3.4) kamu akan memakai pengetahuan ini untuk membahas sifat dan pemilihan bahan secara lebih lengkap.

1. Logam murni, paduan, dan dua golongan besar

Logam yang kita pakai sehari-hari jarang berupa logam murni. Umumnya logam teknik adalah **paduan** (alloy), yaitu logam yang dicampur dengan unsur lain agar sifatnya lebih baik. Baja adalah paduan besi dengan sedikit karbon. Kuningan adalah paduan tembaga dengan seng. Tembaga murni sendiri terlalu lunak untuk banyak keperluan struktur, sedangkan campurannya menjadi lebih keras dan lebih mudah dikerjakan.

Logam teknik dibagi menjadi dua golongan besar menurut kandungan besinya (lihat Gambar 3.1).

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



Gambar 3.1 Klasifikasi logam teknik: ferrous (besi sebagai unsur utama) dan non-ferrous (tanpa besi sebagai unsur utama) beserta contoh-contohnya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

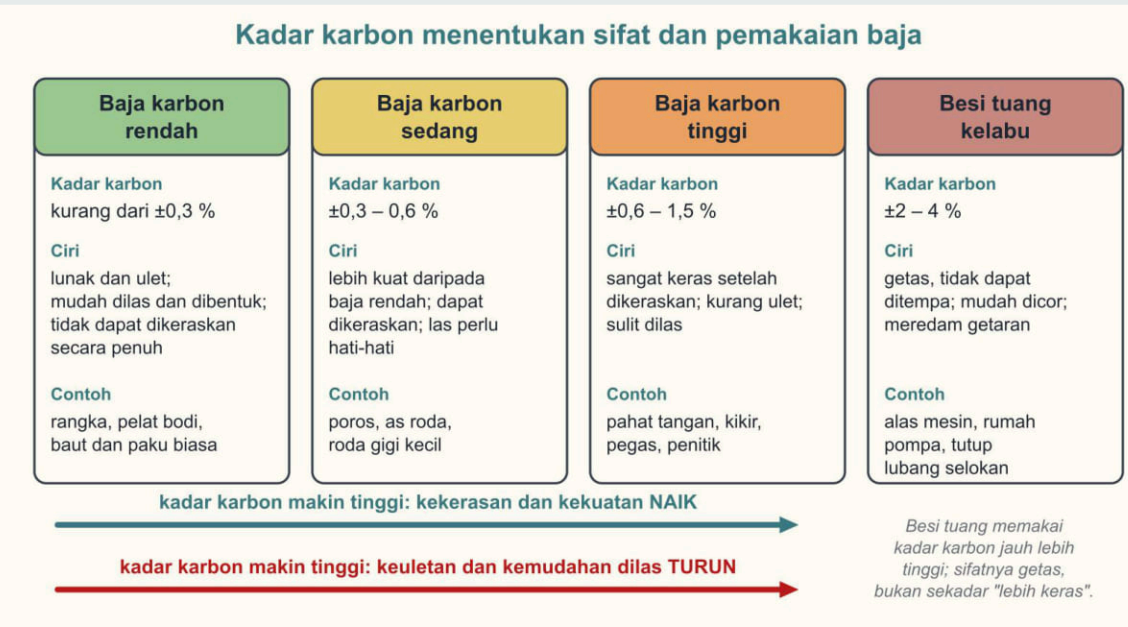
- **Logam ferrous** adalah logam yang unsur utamanya besi. Nama ini berasal dari kata Latin *ferrum* yang berarti besi. Yang termasuk golongan ini adalah besi tuang dan semua jenis baja. Umumnya logam ferrous tertarik oleh magnet dan mudah berkarat (kecuali jenis tahan karat).
- **Logam non-ferrous** adalah logam yang unsur utamanya bukan besi, misalnya aluminium, tembaga, kuningan, perunggu, seng, dan timah. Umumnya tidak tertarik magnet dan tidak berkarat seperti besi, sebab itulah banyak dipilih untuk lingkungan lembap.

Satu catatan penting: **baja galvanis** (misalnya pipa air galvanis) adalah baja yang dilapisi seng. Isinya tetap baja, jadi ia tetap tergolong ferrous. Seng hanyalah pelindung di permukaannya.

2. Logam ferrous: besi tuang dan baja

Bahan dasar semua logam ferrous adalah besi yang diolah dari bijih besi di pabrik peleburan. Besi murni sangat lunak. Yang membuatnya berguna adalah **karbon** yang ditambahkan dalam jumlah kecil. Kadar karbon sedikit saja sudah mengubah sifat besi secara besar. Gambar 3.2 merangkum hubungan antara kadar karbon, sifat, dan pemakaian.

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



Gambar 3.2 Pengaruh kadar karbon pada baja karbon rendah, sedang, tinggi, dan pada besi tuang kelabu. Angka kadar karbon adalah pedoman umum. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Besi tuang memiliki kadar karbon sekitar 2 sampai 4 persen. Karbonnya banyak, sebagian berbentuk serpihan grafit di dalam logam. Hasilnya:

- titik leburnya lebih rendah daripada baja, sehingga mudah dilebur dan **dicor** menjadi bentuk yang rumit;
- **getas**: bila dipukul keras atau dibebani sentakan, ia patah tiba-tiba tanpa melengkung lebih dulu, dan tidak dapat ditempa atau ditekuk;
- sangat baik menahan beban tekan dan **meredam getaran**, karena serpihan grafit menyerap getaran;
- relatif murah.

Karena sifat itu, besi tuang kelabu dipakai untuk benda yang berbentuk rumit, berat, dan lebih banyak menerima beban tekan atau getaran daripada sentakan, seperti alas mesin, rumah pompa, dan penutup lubang selokan. Ada juga **besi tuang nodular** yang grafitnya berbentuk bola kecil sehingga lebih ulet dan lebih tahan sentakan daripada besi tuang kelabu.

Baja memiliki kadar karbon kurang dari sekitar 2 persen. Baja dibagi menjadi baja karbon dan baja paduan. **Baja karbon** hanya mengandung besi dan karbon (dengan sedikit unsur pengotor yang tak terhindarkan), dan dikelompokkan menurut kadar karbonnya:

1. **Baja karbon rendah** (kurang dari sekitar 0,3 persen karbon), sering disebut baja lunak. Ia ulet, mudah ditekuk, dibentuk, dan **mudah dilas**. Kekuatannya sedang. Dipakai untuk rangka, pelat, baut dan paku biasa, serta pipa. Ia tidak dapat dikeraskan penuh dengan pemanasan dan pendinginan cepat karena karbonnya terlalu sedikit.
2. **Baja karbon sedang** (sekitar 0,3 sampai 0,6 persen). Lebih kuat daripada baja karbon rendah dan dapat dikeraskan. Dipakai untuk poros, as roda, dan roda gigi kecil. Pengelasannya perlu lebih hati-hati karena lebih mudah retak.
3. **Baja karbon tinggi** (sekitar 0,6 sampai 1,5 persen). Setelah dikeraskan, baja ini menjadi sangat keras sehingga dipakai untuk pahat tangan, kikir, penitik, dan pegas. Imbalan dari kekerasan itu: ia kurang ulet, sulit dilas, dan getas bila perlakuannya salah.

Pola yang perlu kamu ingat sederhana: **semakin tinggi kadar karbon, semakin keras dan kuat bajanya, tetapi semakin kurang ulet dan semakin sulit dilas.** Pola ini dipakai terus di sub bab-sub bab berikutnya.

Baja paduan adalah baja yang diberi tambahan unsur lain di samping karbon agar sifat tertentu meningkat. Nikel menambah ketangguhan, mangan menambah tahan aus, kromium menambah kekerasan dan ketahanan, molibdenum menambah kekuatan pada suhu tinggi. Baja paduan dipakai untuk komponen yang dibebani berat, misalnya poros utama mesin, roda gigi yang berat, dan bantalan. **Baja kecepatan tinggi** (HSS, *high speed steel*) adalah baja paduan khusus yang tetap keras walau mata pahatnya memanas ketika memotong, karena itu ia dipakai untuk pahat bubut dan mata bor.

Baja tahan karat (stainless steel) adalah baja paduan yang mengandung kromium paling sedikit sekitar 10,5 persen. Kromium membentuk lapisan oksida yang sangat tipis, tak

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

tampak, dan melindungi permukaan dari karat. Lapisan ini bisa memulihkan diri bila tergores selama ada udara. Baja tahan karat dipakai untuk peralatan dapur, tangki, dan komponen yang sering basah. Kelemahannya: harganya jauh lebih mahal dan lebih sulit dimesin. Sebagian jenisnya **tidak tertarik magnet**, sehingga uji magnet saja tidak cukup untuk mengenalinya.

Kelemahan umum logam ferrous (selain baja tahan karat) adalah **berkarat** bila lembap. Karena itu ia dilindungi dengan cat, minyak, lapisan seng (galvanis), atau lapisan krom.

3. Logam non-ferrous

Logam non-ferrous penting karena sifat khusus yang tidak dimiliki baja: ringan, penghantar listrik yang baik, tahan karat, atau mudah dicor dan dimesin. Berikut yang paling sering ditemui di bengkel.

- **Aluminium.** Massa jenisnya sekitar 2,7 gram per sentimeter kubik, jadi kira-kira sepertiga massa baja (sekitar 7,85). Aluminium tahan karat karena permukaannya cepat membentuk lapisan oksida tipis. Ia menghantarkan panas dan listrik dengan baik, mudah dimesin dan dibentuk, tetapi lebih lunak dan lebih lemah daripada baja. Titik leburnya rendah (sekitar 660 derajat Celsius), dan karena itu aluminium sulit dilas dengan las busur listrik biasa (SMAW): diperlukan jenis las khusus. Paduan aluminium dipakai untuk velg, kusen, kepala silinder, dan panci.
- **Tembaga.** Warnanya merah kecokelatan, berat (sekitar 8,9 gram per sentimeter kubik), sangat ulet, dan merupakan **penghantar listrik dan panas yang sangat baik**. Ia mudah dibentuk dan dililit tanpa retak, dapat disolder, dan tahan korosi. Karena itu ia dipakai untuk kabel, belitan motor listrik, dan pipa penukar panas atau pendingin. Kelemahannya: mahal dan lunak.
- **Kuningan** adalah paduan **tembaga dengan seng** (seng umumnya sekitar sepertiga). Warnanya kuning keemasan. Kuningan mudah dimesin dan dicor, tahan karat air, dan hasil bubutnya halus. Ia dipakai untuk keran, fitting pipa, dan bushing ringan.
- **Perunggu** adalah paduan **tembaga dengan timah putih** (timah umumnya sekitar 5 sampai 12 persen). Warnanya cokelat kekuningan gelap. Perunggu tahan aus, tahan korosi termasuk air laut, dan licin terhadap baja. Ia dipakai untuk bushing, roda gigi cacing, dan baling-baling kapal.

Agar tidak tertukar, ingat pasangan ini: **kuningan = tembaga + seng; perunggu = tembaga + timah putih.** Dua-duanya berbasis tembaga.

Logam non-ferrous lain yang perlu kamu kenal namanya: **seng**, yang dipakai sebagai lapisan pelindung baja (galvanis); **timah putih**, bagian dari solder; **timah hitam** (timbal), logam yang berat, sangat lunak, dan beracun sehingga penggunaannya dibatasi; serta **titanium** dan **magnesium**, logam yang sangat ringan, dipakai untuk komponen khusus dan umumnya mahal.

4. Mengenali logam dengan uji sederhana

Di bengkel dan di gudang bahan, kamu kadang menemukan batang atau pelat tanpa label.

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

Ada beberapa uji sederhana untuk menduga jenisnya. Uji ini tidak seteliti pengujian di laboratorium, jadi hasilnya berupa dugaan. Gabungkan beberapa uji sekaligus.

1. **Uji magnet.** Dekatkan magnet. Bila tertarik, kemungkinan besi atau baja. Bila tidak, kemungkinan non-ferrous, atau baja tahan karat jenis tertentu.
2. **Uji percikan.** Gesekkan logam ke batu gerinda dan amati percikannya (Gambar 3.3). Baja karbon rendah memberi percikan panjang berwarna kuning-oranye dengan sedikit cabang. Makin tinggi karbonnya, makin banyak cabang berbentuk bintang dan makin terang. Besi tuang kelabu memberi percikan pendek, merah tua, dan sedikit cabang. Logam non-ferrous seperti aluminium, tembaga, dan kuningan tidak memberi percikan.
3. **Uji warna.** Aluminium putih keperakan. Tembaga merah kecokelatan. Kuningan kuning keemasan. Perunggu cokelat kekuningan gelap. Baja dan besi tuang abu-abu gelap.
4. **Uji berat.** Bandingkan benda berukuran sama di kedua tangan: aluminium terasa jauh lebih ringan daripada baja atau tembaga.
5. **Uji bunyi.** Ketuk dengan palu kecil atau batang baja: baja berdenting, besi tuang kelabu terdengar pekak (tumpul).



Gambar 3.3 Skema bentuk percikan pada gerinda untuk baja karbon rendah, sedang, tinggi, besi tuang kelabu, dan logam non-ferrous (tanpa percikan). Gambar ini skema, bukan foto. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Keselamatan saat uji percikan: pakai kacamata atau pelindung wajah, tekan benda dengan ringan, arahkan percikan menjauh dari orang dan bahan mudah terbakar, dan jangan menggerinda logam lunak seperti aluminium pada batu yang dipakai untuk baja karena logam lunak menyumbat batu. Bandingkan juga dengan potongan yang sudah kamu ketahui jenisnya (sampel pembanding) agar dugaanmu lebih tepat.

Gambar 3.4 menyatukan semua uji tadi dalam sebuah alur sederhana: mulai dari magnet, lalu percikan (untuk yang tertarik), atau warna dan berat (untuk yang tidak tertarik).

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



Gambar 3.4 Alur mengenali logam dengan uji sederhana. Satu uji saja tidak cukup; hasilnya selalu berupa dugaan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

5. Ringkasan: logam yang paling sering ditemui di bengkel

Gambar 3.5 merangkum cara mengenali, sifat utama, dan contoh pemakaian logam yang sudah dibahas. Pelajari tabel ini sebagai gambaran besar. Jangan menghafal angkanya, tetapi pahami alasan di balik pemakaiannya: karena sifat tertentulah sebuah logam dipilih untuk tugas tertentu, bukan sebaliknya.

Ringkasan logam yang paling sering ditemui di bengkel

Logam	Cara mengenali	Sifat utama	Contoh pemakaian
Baja karbon rendah	abu-abu gelap; tertarik magnet; percikan panjang	kuat, ulet, murah, mudah dilas; mudah berkarat	rangka, pelat, baut, pipa
Baja karbon tinggi	abu-abu gelap; tertarik magnet; percikan banyak bintang	sangat keras setelah dikeraskan; getas bila salah perlakuan	pahat tangan, kikir, pegas
Besi tuang kelabu	abu-abu kusam; ketukan pekak; percikan pendek merah	getas, meredam getaran, mudah dicor	alas dan rumah mesin
Baja tahan karat	mengilap, tidak berkarat; magnet bergantung jenis	tahan karat, kuat; sulit dimesin; mahal	peralatan dapur, tangki, baut tahan karat
Aluminium	putih keperakan; sangat ringan; tidak tertarik magnet	ringan, tahan karat, daya hantar panas baik; lebih lunak	velg, kusen, panci, kepala silinder
Tembaga	merah kecokelatan; berat; tidak tertarik magnet	penghantar listrik dan panas sangat baik; lunak, ulet	kabel, belitan motor, pipa pendingin
Kuningan	kuning keemasan; tidak tertarik magnet	mudah dimesin dan dicor; tahan karat air; tidak berpercikan	keran, fitting, bushing
Perunggu	cokelat kekuningan gelap; tidak tertarik magnet	tahan aus dan tahan korosi; licin terhadap baja	bushing, roda gigi cacing, baling-baling kapal

Warna bulat hanya perkiraan warna permukaan yang baru dibersihkan.

Gambar 3.5 Ringkasan cara mengenali, sifat utama, dan contoh pemakaian logam bengkel. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Satu pelajaran lagi dari gambar itu: **tidak ada satu logam yang terbaik untuk semua**

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

keperluan. Rumah pompa dibuat dari besi tuang karena murah dan mudah dicor, sedangkan poros yang menerima puntiran dibuat dari baja karena kuat dan ulet. Kabel dibuat dari tembaga karena menghantarkan listrik, dan velg dibuat dari paduan aluminium karena ringan. Memilih logam berarti mencocokkan **sifat logam** dengan **tuntutan pekerjaan**, hal yang akan kamu latih terus di sub bab 3.4.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Menggolongkan benda sehari-hari

Golongkan enam benda berikut sebagai ferrous atau non-ferrous, lalu beri alasan: (a) paku baja biasa, (b) kabel listrik rumah, (c) pipa air galvanis, (d) kaleng minuman, (e) keran air bengkel berwarna kuning, (f) lonceng sekolah berwarna cokelat kekuningan.

Langkah:

1. Untuk tiap benda, tanyakan: unsur utamanya besi atau bukan?
2. (a) Paku baja: baja adalah paduan besi, jadi **ferrous**.
3. (b) Kawat kabel: logam yang paling lazim dipakai untuk kabel listrik adalah tembaga, jadi **non-ferrous**.
4. (c) Pipa galvanis: bagian dalamnya baja yang dilapisi seng. Intinya baja, jadi **ferrous** (seng hanya pelindung).
5. (d) Kaleng minuman ringan: umumnya aluminium, jadi **non-ferrous**.
6. (e) Keran kuning: umumnya kuningan (tembaga + seng), jadi **non-ferrous**.
7. (f) Lonceng cokelat kekuningan: umumnya perunggu (tembaga + timah putih), jadi **non-ferrous**.

Jawaban: ferrous: (a) dan (c); non-ferrous: (b), (d), (e), dan (f). Jebakan yang perlu kamu waspadai ada pada (c): seng pada pipa galvanis tidak mengubah golongan pipa itu.

Contoh 2: Mengenali empat potongan logam tanpa label

Di gudang bahan ditemukan empat potongan logam. Hasil ujinya dicatat sebagai berikut.

Potongan	Tertarik magnet	Warna	Percikan saat digerinda	Catatan lain
1	tidak	kuning keemasan	tidak ada	berat sedang
2	ya	abu-abu kusam	pendek, merah tua	ketukan pekak
3	tidak	merah kecokelatan	tidak ada	berat, lunak
4	ya	abu-abu gelap, permukaan mulus	panjang, kuning-oranye, hampir tanpa cabang	mudah ditekuk dingin

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

Langkah:

1. Pisahkan dulu dengan uji magnet. Potongan 2 dan 4 tertarik, jadi kemungkinan ferrous. Potongan 1 dan 3 tidak tertarik, jadi kemungkinan non-ferrous.
2. Potongan 2 dan 4 dibedakan dengan percikan dan bunyi. Potongan 2 memberi percikan pendek dan merah tua, ketukannya pekak: ciri **besi tuang kelabu**. Potongan 4 memberi percikan panjang dengan hampir tanpa cabang dan mudah ditekuk: ciri **baja karbon rendah**.
3. Potongan 1 dan 3 dibedakan dengan warna. Kuning keemasan: **kuningan**. Merah kecokelatan, berat, dan lunak: **tembaga**.
4. Periksa kembali kecocokan tiap ciri. Misalnya, bila potongan 1 berwarna kuning tetapi tertarik magnet, itu berarti kemungkinan baja yang berlapis kuningan dan kamu perlu menguji lebih jauh.

Jawaban: 1 = kuningan, 2 = besi tuang kelabu, 3 = tembaga, 4 = baja karbon rendah. Semuanya hanya dugaan yang kuat, bukan kepastian.

Contoh 3: Memilih logam untuk fitting keran

Sebuah bengkel kecil akan membuat sepuluh fitting penyambung selang untuk keran air di tempat cuci. Syaratnya: tidak berkarat oleh air, mudah dibubut dan diberi ulir, kuat menahan tekanan air biasa, dan harga wajar. Kandidat: baja karbon rendah, aluminium, kuningan, dan besi tuang kelabu.

Langkah:

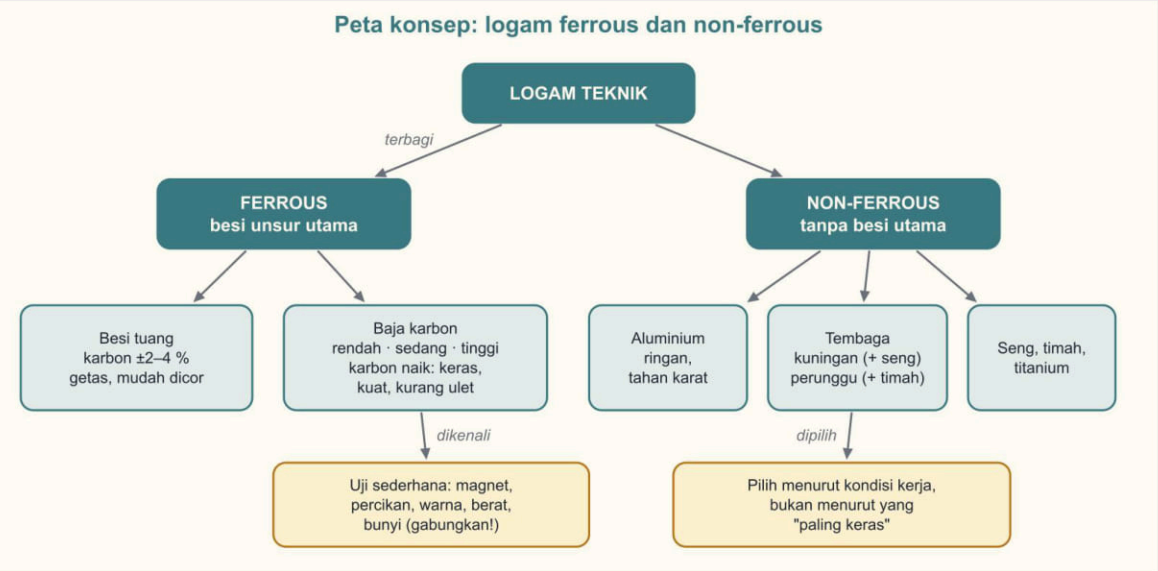
1. Pisahkan syarat wajib dan pelengkap. Wajib: tahan karat oleh air, mudah diulir. Pelengkap: harga wajar.
2. Baja karbon rendah: mudah dimesin tetapi berkarat bila terus basah, jadi gugur pada syarat tahan karat kecuali dilapisi.
3. Besi tuang kelabu: berkarat dan getas, ulirnya mudah gompal, jadi gugur.
4. Aluminium: tahan karat, tetapi ulirnya lunak dan mudah aus bila sering dibuka-tutup, jadi kurang cocok.
5. Kuningan: tahan karat air, sangat mudah dibubut, ulirnya halus dan cukup kuat. Harganya lebih mahal daripada baja, tetapi masih wajar untuk komponen kecil.

Jawaban: kuningan. Kuningan dipilih karena memenuhi dua syarat wajib sekaligus dan harganya masih diterima.

❖ PETA KONSEP

Ringkasan seluruh sub bab ini dapat dilihat pada Gambar 3.6.

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



Gambar 3.6 Peta konsep sub bab 3.1. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- Ferrous = besi sebagai unsur utama (besi tuang, baja); non-ferrous = tanpa besi sebagai unsur utama (aluminium, tembaga, kuningan, perunggu, seng, dan lain-lain).
- Kadar karbon naik pada baja: lebih keras dan kuat, kurang ulet, makin sulit dilas. Besi tuang kelabu: karbon sekitar 2–4 persen, getas, mudah dicor, meredam getaran.
- Baja tahan karat mengandung kromium; baja paduan mengandung unsur tambahan untuk sifat tertentu.
- Aluminium ringan dan tahan karat; tembaga menghantarkan listrik dan panas sangat baik; kuningan = tembaga + seng; perunggu = tembaga + timah putih.
- Mengenali logam: magnet, percikan, warna, berat, bunyi. Gabungkan beberapa uji; hasilnya hanya dugaan.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Soal pemilihan logam biasanya berupa kasus. Gunakan langkah berikut.

1. **Tulis syarat dari kasusnya** (beban, lingkungan, proses yang tersedia, harga). Garis bawahi syarat yang wajib.
2. **Coret pilihan yang gagal pada satu syarat wajib**, sekalipun alasan pilihan itu terdengar bagus.
3. **Periksa alasan pada tiap opsi.** Banyak pengecoh memakai logam yang benar dengan alasan yang salah.
4. **Bandingkan sisa opsi dengan syarat pelengkap.**

Jebakan yang sering dipasang:

- **Aluminium dianggap tidak berkarat sehingga tidak perlu dicat.** Aluminium memang

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

tidak berkarat seperti besi, tetapi pernyataan itu tidak menjawab syarat lain seperti kekuatan dan cara pengelasan.

- **Baja karbon tinggi dianggap selalu paling baik karena paling keras.** Kekerasan yang tinggi membuatnya getas dan sulit dilas.
- **Kuningan dan perunggu tertukar.** Ingat: kuningan memakai seng, perunggu memakai timah.
- **Besi tuang dianggap ulet.** Besi tuang kelabu getas dan tidak tahan sentakan.
- **"Tertarik magnet" dianggap pasti baja keras.** Magnet hanya menunjukkan logam itu berbasis besi, bukan tingkat kekerasannya. Sebaliknya, tidak tertarik magnet belum pasti non-ferrous.

> Contoh salah tafsir: pada kasus tentang dudukan mesin penggiling yang harus meredam getaran dan berbentuk rumit, seorang siswa memilih baja karbon tinggi karena "paling kuat dan paling keras". Padahal syarat utamanya adalah meredam getaran dan dicor menjadi bentuk rumit, dua keunggulan besi tuang kelabu. Kekuatan tertinggi bukan syarat yang diminta.

BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menggambarkan sebuah bengkel las kecil yang menerima pesanan dengan peralatan terbatas dan beberapa syarat sekaligus. Dua pilihan bahan diajukan, lalu lima kombinasi bahan dan alasan ditawarkan. Cara berpikirnya: tulis dulu semua syarat dan peralatan yang tersedia, nilai setiap bahan terhadap syarat itu, lalu periksa apakah **alasan** pada tiap opsi benar secara teknis. Opsi yang salah sering memasangkan bahan yang tampak masuk akal dengan alasan yang keliru.

►. Pak Darto, pemilik bengkel las kecil, menerima pesanan 10 rangka gerobak dorong untuk pedagang sayur (2027). Bengkelnya hanya memiliki mesin las SMAW, gerinda tangan, dan bor. Rangka harus kuat menahan beban sekitar 100 kg, harganya terjangkau, dan dicat agar tidak berkarat. Tersedia pipa kotak baja karbon rendah dan pipa kotak aluminium dengan ukuran yang sama.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pilihan bahan dan alasan yang paling tepat adalah ....

A. Aluminium, karena lebih ringan sehingga gerobak mudah didorong
B. Aluminium, karena tidak berkarat sehingga tidak perlu dicat lagi
C. Baja karbon rendah, karena tahan karat walaupun tanpa dicat
D. Baja karbon rendah, karena kuat, murah, dan mudah dilas SMAW
E. Baja karbon tinggi, karena lebih keras sehingga rangka tidak aus

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

Pembahasan **Kunci: D**

Konsep: Baja karbon rendah (logam ferrous) kuat, murah, dan mudah dilas dengan SMAW; karena mudah berkarat, perlu dicat. Aluminium (non-ferrous) ringan dan tahan korosi tetapi sulit dilas dengan SMAW dan lebih mahal.

Langkah:

1. Syarat: kuat, murah, dapat dikerjakan dengan alat yang ada (SMAW).
2. Baja karbon rendah memenuhi semuanya; karatnya dicegah dengan cat.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: aluminium memang ringan, tetapi tidak dapat dilas dengan baik memakai SMAW yang dimiliki bengkel.
- **B.** ✗ Aluminium tahan korosi, tetapi masalah utamanya proses las yang tidak tersedia.
- **C.** ✗ Baja karbon rendah justru mudah berkarat; karena itu rangka dicat.
- **D.** ✓ Kuat, murah, dan dapat dilas dengan peralatan yang ada.
- **E.** ✗ Baja karbon tinggi lebih getas dan sulit dilas; ketahanan aus tidak dibutuhkan pada rangka.

Jawaban: D.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk setiap soal, tulis dulu syarat wajib dan sifat logam yang dibutuhkan, lalu coret kandidat yang gagal.

1. Siswa membuat koil pendingin untuk dispenser air minum dari pipa kecil yang dililit membentuk spiral (2027). Pipa harus menghantarkan panas dengan baik, tidak berkarat oleh air minum, mudah dililit tanpa retak, dan ujungnya akan disambung dengan solder perak memakai alat yang dimiliki bengkel. Tersedia pipa tembaga, aluminium, baja galvanis, dan baja tahan karat tebal.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pilihan pipa yang paling tepat adalah ....

A. Tembaga, karena penghantar panas baik, tahan karat, mudah dililit
B. Baja galvanis, karena lapisan seng membuatnya tahan karat dan murah
C. Baja tahan karat tebal, karena paling kuat dan tidak berkarat di air
D. Aluminium, karena ringan, menghantarkan panas, dan mudah dililit
E. Tembaga, karena paling kuat menahan tekanan air dibanding pipa lain

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

2. Saat mempelajari mesin bubut di bengkel (2027), Bimo melihat label komponen: alas mesin (bed) yang berbentuk rumit dan berat terbuat dari besi tuang, sedangkan poros utama (spindel) terbuat dari baja paduan. Bimo bertanya mengapa kedua komponen itu tidak dibuat dari bahan yang sama.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penjelasan yang paling tepat adalah ....

A. Besi tuang mudah dicor rumit dan meredam getaran; baja kuat menahan puntir
B. Besi tuang lebih ulet daripada baja sehingga cocok untuk bagian yang dipukul
C. Baja lebih murah dari besi tuang sehingga hanya dipakai untuk bagian kecil
D. Besi tuang tahan karat sehingga dipakai pada bagian yang terkena pendingin
E. Baja tidak dapat dibentuk rumit sehingga hanya dipakai untuk poros lurus

Kunci singkat: 1. A 2. A

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menjelaskan mengapa baja karbon rendah dipilih untuk rangka yang akan dilas, sedangkan baja karbon tinggi dipilih untuk pahat tangan?
- Dapatkah kamu membedakan kuningan dan perunggu dari unsur paduannya, dan menyebut satu contoh pemakaian masing-masing?
- Bila kamu hanya punya magnet dan batu gerinda, bagaimana kamu memisahkan baja karbon rendah, baja karbon tinggi, besi tuang, dan aluminium?
- **Yang harus kuingat:** ferrous dan non-ferrous dibedakan dari besinya; kadar karbon menentukan kekerasan dan keuletan baja; logam dipilih menurut sifat yang dibutuhkan pekerjaan.



Latihan interaktif di LMS

Sub bab 3.1: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktm&node=SMKTM-3.1

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

Sub bab 3.2 · Bahan non-logam dan komposit

SMKTM-3.2

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi TKA Teknik Mesin meminta kamu mengenal **bahan teknik umum**, bukan hanya logam. Di bengkel dan industri, banyak komponen terbuat dari plastik, karet, keramik, kaca, kayu, atau bahan gabungan (komposit). Soal bagian ini biasanya berupa kasus: sebuah komponen dengan syarat tertentu (tahan oli, tembus pandang, meredam getaran, tidak menghantarkan listrik, tahan panas), lalu kamu diminta memilih bahan non-logam yang cocok atau menilai pernyataan tentang sifat bahan itu.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- membedakan termoplastik dan termoset berdasarkan perilakunya terhadap panas, serta menyebut contoh keduanya;
- menyebut sifat dan pemakaian nilon, PTFE, PVC, akrilik, polikarbonat, dan beberapa jenis karet;
- menjelaskan sifat keramik, kaca, dan kayu serta batasan pemakaiannya;
- menjelaskan apa itu komposit dan mengapa sifatnya bergantung pada arah serat;
- memilih bahan non-logam menurut fungsi dan kondisi kerja komponen.

◆ KONSEP INTI

Logam sangat berguna, tetapi tidak selalu pilihan terbaik. Logam berat, berkarat, menghantarkan listrik, dan berisik saat bergesekan. Untuk keperluan tertentu, bahan non-logam justru lebih tepat: roda gigi plastik berjalan lebih senyap, paking karet menutup celah rapat, penutup bening melindungi mata dari serpihan, dan bodi perahu fiberglass ringan serta tidak berkarat oleh air laut. Pada sub bab ini kamu mengenal golongan bahan non-logam (Gambar 3.7), lalu cara memilihnya menurut fungsi.

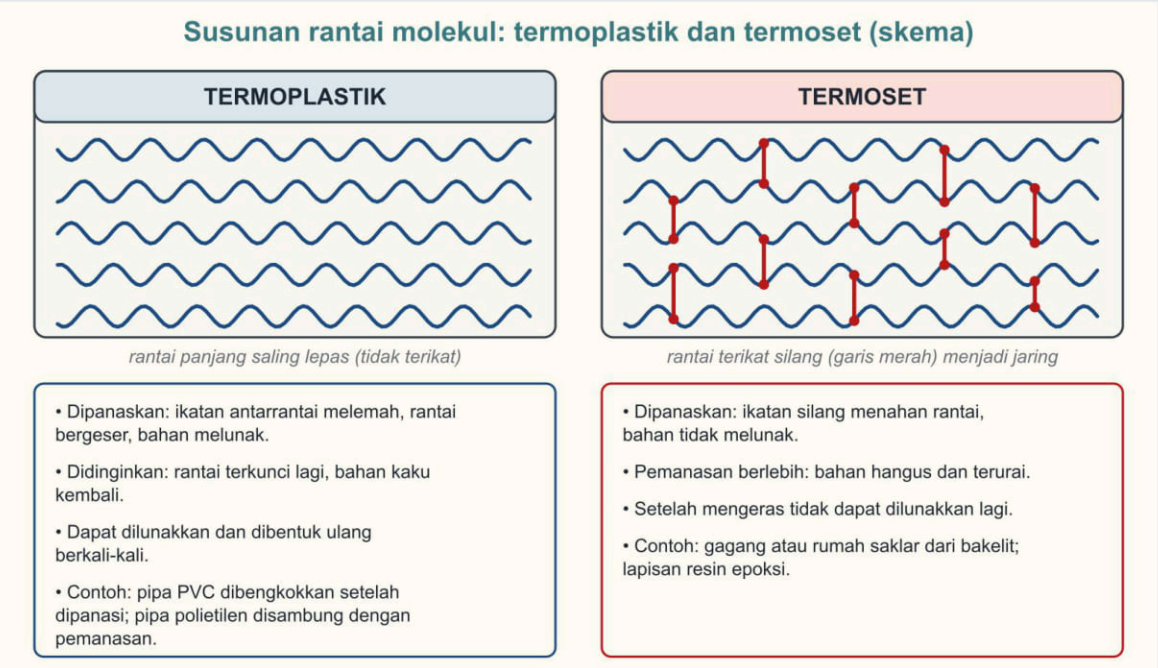
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 3.7 Pengelompokan bahan non-logam dan komposit: plastik (termoplastik dan termoset), karet, keramik dan kaca, kayu, serta komposit. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. Plastik: termoplastik dan termoset

Plastik tersusun dari **rantai molekul yang sangat panjang** (polimer). Sifat plastik bergantung pada bagaimana rantai-rantai itu tersusun, dan dari situ plastik dibagi dua (Gambar 3.8).



Gambar 3.8 Skema susunan rantai molekul pada termoplastik (rantai saling lepas) dan termoset (rantai terikat silang menjadi jaring). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Termoplastik** (thermo = panas, plastic = dapat dibentuk): rantainya saling lepas. Bila dipanaskan, ikatan antarrantai melemah, rantai bergeser, dan bahan **melunak**. Setelah dingin, bahan kaku kembali. Proses ini dapat diulang, jadi termoplastik dapat **dibentuk**

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

ulang dan didaur ulang. Contohnya: polietilen (PE) untuk ember dan pipa, polivinil klorida (PVC) untuk pipa air, nilon, akrilik, polikarbonat, dan PTFE.

- **Termoset** (thermo = panas, set = mengeras): rantainya terikat silang menjadi jaring tiga dimensi. Setelah mengeras lewat reaksi kimia, bahan **tidak melunak lagi** bila dipanaskan. Bila terlalu panas, ia hangus dan terurai. Termoset tidak dapat dilebur atau dibentuk ulang. Contohnya: bakelit (fenolik) untuk rumah saklar dan gagang alat panas, melamin untuk piring dan papan laminasi, serta epoksi untuk perekat dan pelapis.

Sifat umum plastik: ringan, tidak berkarat, penyekat listrik yang baik, mudah dibentuk, dan murah. Kelemahannya: kekuatan dan kekakuannya lebih rendah daripada logam, tidak tahan panas tinggi, dapat melar bila dibebani lama, dan sebagian rusak oleh sinar matahari atau pelarut tertentu. Berikut beberapa plastik teknik yang perlu kamu kenal (ringkasannya ada pada Gambar 3.10).

- **Nilon** (poliamida): kuat, licin, aus rendah, dan geraknya senyap. Dipakai untuk bushing, roda gigi beban ringan, dan roda kecil. Nilon dapat menyerap sedikit air sehingga ukurannya bisa berubah.
- **PTFE**: gesekannya sangat rendah, tahan panas dan hampir semua bahan kimia, tetapi lunak dan mudah melar bila ditekan lama. Dipakai sebagai lapis bushing, seal, dan pita ulir pipa.
- **PVC**: tahan korosi, murah, mudah dipasang. Dipakai untuk pipa air dan selang. Bila dipanaskan berlebihan, PVC hangus dan mengeluarkan asap yang berbahaya, sehingga pemanasannya harus terkendali dan ruangannya berventilasi.
- **Akrilik**: bening, kaku, mudah dibentuk dengan panas. Namun getas: ia mudah retak bila dibor terlalu cepat atau ditekan terlalu kuat. Dipakai untuk penutup alat ukur dan papan nama.
- **Polikarbonat**: bening dan jauh lebih tahan benturan daripada akrilik. Dipakai untuk pelindung wajah dan pelindung mesin yang tembus pandang.

Saat dimesin, plastik cepat memanas dan melunak. Karena itu dipakai pahat yang tajam, penekanan ringan, dan pendingin udara.

2. Karet

Karet adalah bahan yang **sangat elastis**: dapat diregangkan banyak lalu kembali. Karet alam berasal dari getah pohon karet, yang banyak ditanam di Indonesia, lalu diolah (divulkanisasi, yaitu dipanaskan dengan belerang) agar lenturnya stabil. Ada pula **karet sintetis** yang dibuat dari bahan minyak bumi. Fungsi karet di mesin ada empat: **menutup celah** (paking, seal, cincin O), **meredam getaran** (ganjal peredam), **menyalurkan fluida** (selang), dan **meneruskan gerak** (sabuk, kopling karet, ban).

Jenis karet menentukan ketahanannya:

- **Karet alam**: sangat lentur dan meredam getaran dengan baik, tetapi **lemah terhadap oli dan bahan bakar** karena mengembang dan lunak bila terkena minyak.
- **Karet nitril**: tahan oli dan bahan bakar. Karena itu ia bahan umum untuk seal oli, cincin

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

O, dan selang oli.

- **Karet silikon**: tahan suhu tinggi (sekitar 200 derajat Celsius) dan suhu rendah, tetapi kekuatan sobeknya rendah.
- **Neoprena**: tahan cuaca, sinar matahari, dan oli sedang.

Karet menua: bila lama terkena panas, oli, atau sinar matahari ia mengeras dan retak. Jadi paking dan seal perlu diganti secara berkala.

3. Keramik, kaca, dan kayu

Keramik teknik dibuat dari serbuk bahan tanah (misalnya alumina) yang dibentuk lalu dibakar pada suhu sangat tinggi. Keramik **sangat keras, tahan panas, tahan aus, dan penyekat listrik**, tetapi **getas**: ia pecah bila dibenturkan atau dibebani sentakan. Contoh pemakaiannya: batu gerinda (butir pengikis seperti aluminium oksida atau silikon karbida yang diikat perekat keramik), isolator busi, dan pahat keramik.

Kaca bening, keras, tahan kimia, dan penyekat listrik, tetapi getas. Kaca biasa dapat retak karena perubahan suhu yang mendadak. Kaca yang dikeraskan secara khusus (kaca tempered) lebih kuat dan pecah menjadi butiran kecil, bukan pecahan tajam. Dalam mesin, kaca dipakai untuk kaca pengintip dan penutup alat ukur.

Kayu adalah bahan alami berserat. Kekuatannya sangat bergantung pada **arah serat** (kuat bila gaya searah serat, lemah bila melintang) dan **kadar air**. Kayu ringan, mudah dikerjakan, dan penghantar panas yang buruk (karena itu gagang kayu tidak panas), tetapi mudah terbakar, menyerap air dan oli, serta dimakan jamur dan serangga bila tidak diawetkan. Di bengkel, kayu dipakai untuk model cetakan pengecoran, landasan, dan gagang perkakas.

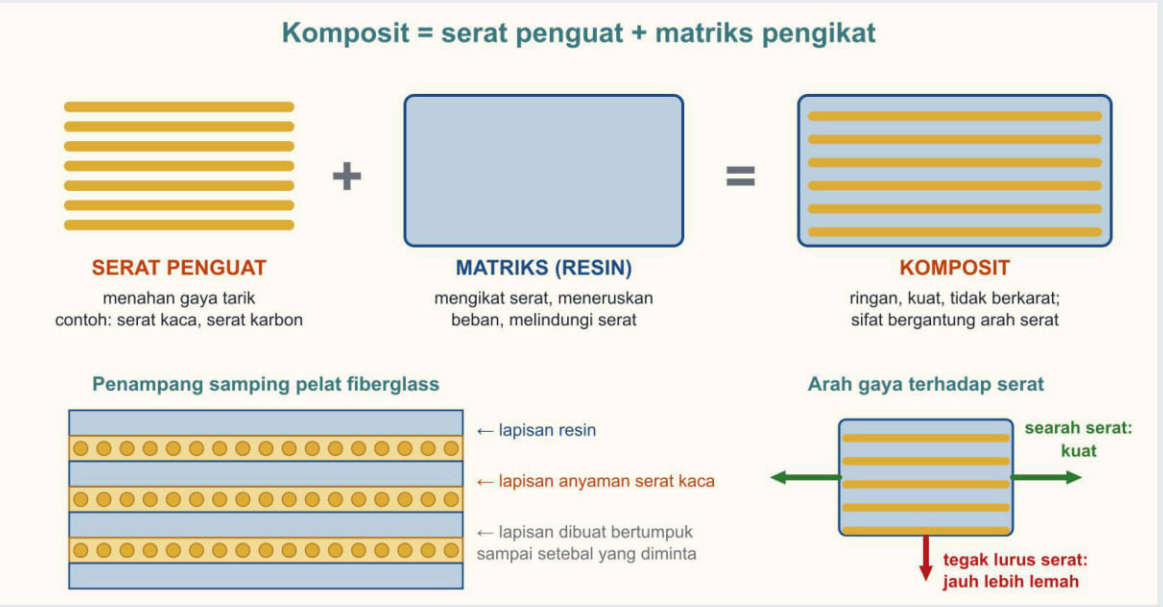
4. Komposit: serat penguat dan matriks pengikat

Komposit adalah gabungan dua bahan atau lebih yang tidak larut satu sama lain, sehingga sifat gabungannya lebih baik daripada sifat masing-masing penyusun. Komposit tersusun dari dua bagian (Gambar 3.9):

- **serat penguat** (misalnya serat kaca atau serat karbon) yang menahan gaya tarik;
- **matriks** (misalnya resin poliester atau epoksi, bahan termoset) yang mengikat serat, meneruskan beban ke serat, dan melindunginya.

Contoh yang sudah kamu kenal: **fiberglass** (serat kaca dan resin) untuk bodi perahu dan penutup mesin; **serat karbon dengan epoksi** yang sangat ringan dan kuat tetapi mahal; **kayu lapis** (lembar kayu tipis yang dilekatkan bersilang); serta **kampas rem** dan **batu gerinda** yang terdiri dari butiran dan perekat. Beton bertulang juga komposit sederhana: semen dan kerikil menahan tekan, baja tulangan menahan tarik.

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



Gambar 3.9 Komposit terdiri dari serat penguat dan matriks pengikat. Pelat fiberglass dibuat berlapis; gaya searah serat ditahan dengan baik, gaya tegak lurus serat jauh lebih lemah. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Sifat utama komposit: **ringan, kuat, tidak berkarat, dan mudah dicetak** menjadi bentuk lengkung. Beberapa hal yang perlu diingat:

1. Kekuatannya **bergantung arah serat**: kuat searah serat, jauh lebih lemah melintang serat. Untuk menyiasatinya, serat disusun berlapis dalam beberapa arah.
2. Komposit **tidak dapat dilas** seperti logam. Bagian yang retak diperbaiki dengan tambalan resin dan serat baru.
3. Ketahanan panasnya ditentukan oleh matriksnya. Fiberglass dengan resin biasa tidak boleh didekatkan pada sumber panas tinggi, misalnya saluran buang mesin.
4. Debu serat saat dipotong atau diamplas menyebabkan gatal dan mengiritasi kulit dan pernapasan. Pakailah masker, kacamata, dan sarung tangan serta kerjakan di tempat berventilasi.
5. Fiberglass tidak menghantarkan listrik, sedangkan serat karbon menghantarkan listrik.

5. Komponen mesin dan sifat yang dimanfaatkan

Gambar 3.10 menghimpun contoh bahan non-logam pada komponen mesin dan alat bengkel. Perhatikan pola umumnya: bahan dipilih karena satu atau dua sifat andalannya, bukan karena "serba bisa".

Contoh bahan non-logam pada komponen mesin dan alat bengkel

Bahan (golongan)	Sifat yang dimanfaatkan	Contoh pemakaian
Nilon (termoplastik)	kuat, licin, aus rendah, bunyi halus	bushing, roda gigi beban ringan, roda kecil
PTFE (termoplastik)	gesekan sangat rendah, tahan panas dan bahan kimia	lapis bushing, seal, pita ulir pipa
PVC (termoplastik)	tahan korosi, murah, mudah dipasang	pipa air, selang, rumah kabel
Akrilik (termoplastik)	bening, kaku, tetapi getas	penutup alat ukur, kaca pengintip, papan nama
Polikarbonat (termoplastik)	bening dan sangat tahan benturan	pelindung wajah, pelindung mesin transparan
Karet nitril	lentur, tahan oli dan bahan bakar	paking, cincin O, seal oli, selang oli
Karet alam	sangat lentur, meredam getaran; lemah terhadap oli	ganjal peredam, ban, sabuk, selang air
Bakelit (termoset)	keras, tahan panas sedang, penyekat listrik	rumah saklar, gagang alat panas
Fiberglass (komposit)	ringan, kuat, tidak berkarat, mudah dicetak	bodi perahu, penutup mesin, tangki kecil
Keramik	sangat keras, tahan panas, getas	batu gerinda, isolator, pahat keramik

Gambar 3.10 Contoh bahan non-logam, sifat yang dimanfaatkan, dan pemakaiannya pada komponen mesin dan alat bengkel. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

6. Memilih bahan non-logam menurut fungsi

Setiap bahan kuat pada satu sifat dan lemah pada sifat lain. Gambar 3.11 membandingkan beberapa bahan pada enam sifat yang sering dituntut komponen: gesekan rendah, tahan oli, tahan panas tinggi, tembus pandang, peredam getaran, dan tahan benturan. Bacalah sebagai perbandingan kasar antargolongan bahan, bukan sebagai angka pasti.

Membandingkan sifat bahan non-logam (pedoman umum)

Bahan	Gesekan rendah	Tahan oli	Tahan panas tinggi	Tembus pandang	Peredam getaran	Tahan benturan
Nilon	●	●	○	○	◑	●
PTFE	●	●	●	○	○	◑
PVC	○	◑	○	○	◑	◑
Akrilik	○	◑	○	●	○	○
Polikarbonat	○	◑	○	●	○	●
Karet alam	○	○	○	○	●	●
Karet nitril	○	●	○	○	●	●
Karet silikon	○	◑	●	○	●	●
Bakelit	○	●	◑	○	○	○
Fiberglass	○	●	◑	○	◑	●
Kaca	○	●	●	●	○	○

● menonjol ◑ sedang ○ lemah atau tidak

Semua nilai bersifat perbandingan kasar antargolongan; sifat jenis tertentu dapat berbeda, periksa lembar data bahan bila ada.

Gambar 3.11 Perbandingan kasar sifat bahan non-logam (pedoman umum). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Langkah memilih bahan menurut fungsi: (1) tulis fungsi komponen; (2) tulis kondisi kerjanya (suhu, oli atau bahan kimia, beban, listrik, cuaca); (3) tentukan sifat yang **wajib**; (4) coret bahan yang gagal pada sifat wajib itu; (5) pilih yang paling cocok dari yang tersisa. Dua hal yang sering menjadi syarat tersembunyi adalah **suhu kerja** (apakah bahan melunak pada suhu itu?) dan **bahan kimia yang bersentuhan** (apakah oli atau pelarut merusaknya?).

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Penanganan tiga barang plastik rusak

Tiga barang diserahkan ke bengkel: (a) pipa polietilen yang ujungnya harus disambung, (b) tutup stop kontak dari melamin yang hangus terkena panas solder, dan (c) lembar akrilik yang akan dibengkokkan menjadi penutup lengkung. Tentukan golongan plastik masing-masing dan apa yang dapat dilakukan dengan pemanasan.

Langkah:

1. Tanyakan: bila dipanaskan, bahan melunak (termoplastik) atau tidak (termoset)?

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

2. Pipa polietilen adalah termoplastik. Ujung pipa dapat dilunakkan dengan pemanasan terkendali lalu disambung (sambungan panas), dan pipa dapat didaur ulang.
3. Melamin adalah termoset. Ia tidak melunak, jadi tutup yang hangus tidak dapat diperbaiki dengan memanaskannya kembali. Tutup itu harus diganti.
4. Akrilik adalah termoplastik. Dengan pemanasan merata, lembar akrilik dapat dibengkokkan, tetapi ia getas dan mudah retak bila dipanasi tidak merata atau dibengkokkan saat dingin.
5. Keselamatan: lakukan pemanasan di tempat berventilasi dan jaga suhu agar plastik tidak hangus.

Jawaban: (a) termoplastik, dapat disambung dengan pemanasan; (b) termoset, tidak dapat dilunakkan lagi sehingga diganti; (c) termoplastik, dapat dibengkokkan dengan pemanasan merata dan hati-hati.

Contoh 2: Memilih bahan tangki cairan pendingin portabel

Sebuah bengkel membutuhkan tangki kecil untuk cairan pendingin pemotongan yang bisa dipindahkan ke berbagai mesin. Syarat wajib: tidak berkarat oleh cairan, ringan agar mudah dijinjing, tahan benturan ringan dan tidak mudah pecah, serta tahan cairan pendingin. Syarat pelengkap: murah. Kandidat: baja karbon rendah, kaca, akrilik, fiberglass, dan polietilen.

Langkah:

1. Baja karbon rendah berkarat dan berat, kecuali dicat atau dilapisi, jadi gagal pada syarat wajib pertama dan kedua.
2. Kaca dan akrilik getas. Tangki yang dijinjing dan kadang terbentur akan retak atau pecah, jadi gagal.
3. Fiberglass ringan, tahan korosi, dan tahan cairan. Namun pembuatannya rumit dan lebih mahal untuk tangki sederhana. Ia memenuhi syarat wajib tetapi kalah pada syarat pelengkap.
4. Polietilen (termoplastik) ringan, tidak berkarat, tahan banyak bahan kimia, ulet sehingga tidak mudah pecah, dan murah. Tangki dapat dicetak atau dibeli jadi.

Jawaban: polietilen. Bahan ini memenuhi semua syarat wajib dan juga murah.

Contoh 3: Memperbaiki bodi perahu fiberglass yang retak

Perahu nelayan memiliki retakan sepanjang 20 sentimeter di bodinya yang terbuat dari fiberglass. Tentukan urutan perbaikan dan langkah keselamatannya.

Langkah:

1. Siapkan alat pelindung: masker, kacamata, dan sarung tangan. Pilih tempat berventilasi baik, jauh dari api, karena uap resin berbahaya dan mudah terbakar.
2. Amplas tepi retakan hingga membentuk cekungan landai, lalu bersihkan debu dan minyak. Permukaan yang bersih membuat resin melekat.
3. Campur resin dengan pengeras (katalis) sesuai takaran pabrik. Takaran berlebih membuat resin panas dan cepat mengeras sebelum rata.
4. Letakkan lembar serat kaca pada cekungan, lalu basahi dengan resin memakai kuas. Tekan agar gelembung udara keluar.

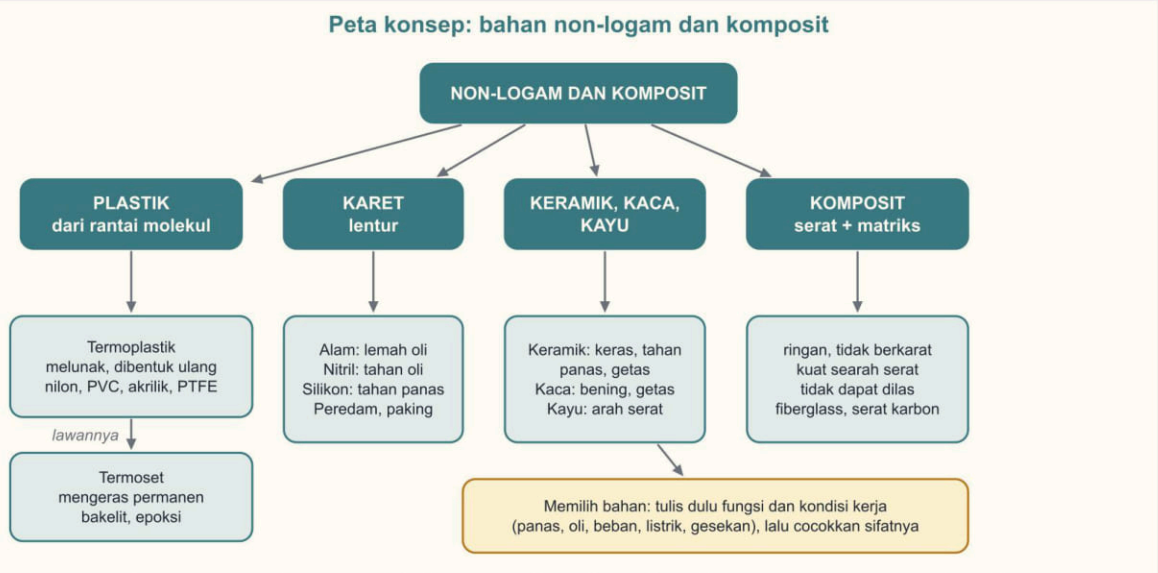
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

5. Biarkan resin mengeras, lalu amplas halus dan dicat.

Jawaban: perbaikan komposit dilakukan dengan menambahkan serat dan resin baru (bukan dilas), disertai masker, kacamata, sarung tangan, dan ventilasi. Perbaikan ini memakai prinsip yang sama dengan pembuatan awal: serat sebagai penguat, resin sebagai pengikat.

❖ PETA KONSEP

Ringkasan seluruh sub bab ini dapat dilihat pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12 Peta konsep sub bab 3.2. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- Termoplastik melunak bila dipanaskan dan dapat dibentuk ulang (PE, PVC, nilon, akrilik, polikarbonat, PTFE). Termoset mengeras permanen dan tidak melunak lagi (bakelit, melamin, epoksi).
- Nilon licin dan senyap; PTFE bergesekan sangat rendah; akrilik bening tetapi getas; polikarbonat bening dan tahan benturan; PVC murah dan tahan korosi tetapi berbahaya bila hangus.
- Karet alam lentur tetapi lemah terhadap oli; karet nitril tahan oli; silikon tahan panas. Karet dipakai untuk paking, seal, selang, dan peredam getaran.
- Keramik dan kaca keras, tahan panas, penyekat listrik, tetapi getas; kayu sangat bergantung pada arah serat.
- Komposit = serat penguat + matriks pengikat; ringan, kuat, tidak berkarat, kuat searah serat, tidak dapat dilas, dan debu seratnya perlu diwaspadai.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Soal bahan non-logam hampir selalu meminta pilihan menurut fungsi atau penilaian beberapa

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

pernyataan. Gunakan langkah berikut.

1. **Tulis fungsi dan kondisi kerja** (suhu, oli, listrik, benturan, getaran).
2. **Beri label golongan** tiap bahan di opsi: termoplastik, termoset, karet, keramik, komposit.
3. **Periksa tiap pernyataan satu per satu** terhadap sifat yang kamu ketahui, terutama pada soal yang meminta lebih dari satu jawaban.
4. **Perhatikan kata pembatas** seperti "tanpa pelumas", "tahan oli", "tembus pandang", dan "suhu".

Jebakan yang sering dipasang:

- **Termoset dikira dapat dilebur ulang.** Termoset tidak melunak; hanya termoplastik yang dapat dibentuk ulang dengan panas.
- **Dua bahan bening dianggap sama.** Akrilik dan polikarbonat sama-sama bening, tetapi akrilik getas, polikarbonat tahan benturan.
- **Karet dianggap cocok untuk semua cairan.** Karet alam rusak oleh oli; untuk oli dipilih karet sintetis tertentu.
- **Plastik dianggap selalu lebih lemah dan tidak berguna untuk beban.** Plastik teknik seperti nilon dipakai untuk komponen yang menahan beban ringan.
- **Komposit dikira campuran logam.** Komposit adalah serat penguat dalam matriks pengikat, bukan paduan logam, dan tidak dapat dilas.

> Contoh salah tafsir: pada kasus tentang penutup lampu bengkel yang dipasang sangat dekat dengan lampu sehingga suhunya tinggi, seorang siswa memilih PVC "karena murah dan tidak berkarat". Padahal syarat tersembunyinya adalah suhu kerja: PVC melunak dan dapat hangus pada panas tinggi.

BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menggambarkan sebuah mesin dengan tiga bagian yang masing-masing punya kebutuhan bahan berbeda. Soal bentuk pilih-semua-yang-benar ini menuntut kamu menilai setiap opsi sendiri-sendiri. Caranya: untuk tiap bagian, tulis dulu fungsinya dan sifat yang wajib; lalu tanyakan pada tiap opsi, apakah sifat bahan yang disebut benar, dan apakah alasannya sesuai kebutuhan bagian itu. Waspadai opsi yang menyamakan dua bahan yang sebenarnya berbeda sifatnya.

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

►. Siswa kelas XII memodifikasi mesin pengupas kelapa milik UMKM (2027). Mereka membutuhkan: (a) penutup pelindung tembus pandang di depan pisau, yang mungkin terkena serpihan batok; (b) roda gigi kecil penggerak tutup corong dengan beban ringan, yang diharapkan tidak berisik; (c) bantalan peredam getaran di bawah kaki mesin. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Pilihan bahan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Penutup (a) dari polikarbonat karena tembus pandang dan tahan benturan.
☐ B. Penutup (a) dari kaca biasa karena paling bening dan tahan gores.
☐ C. Roda gigi (b) dari nilon karena lebih senyap dan cukup kuat untuk beban ringan.
☐ D. Penutup (a) dari akrilik karena sama beningnya dan sama tahan benturan dengan polikarbonat, tetapi lebih murah.
☐ E. Bantalan (c) dari karet yang cukup tebal agar getaran kaki mesin teredam.

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

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

Konsep: Bahan non logam dipilih menurut sifatnya: polikarbonat (bening, liat), akrilik (bening tetapi lebih getas), nilon (senyap, gesekan rendah, beban ringan), karet (lentur, peredam getaran), kaca (bening tetapi getas).

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✓ Polikarbonat bening dan liat sehingga tidak mudah pecah terkena serpihan.
• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: kaca memang bening, tetapi mudah pecah menjadi serpihan tajam bila terkena benturan.
• **Pernyataan 3** ✓ Nilon ringan, meredam bunyi, dan gesekannya rendah.
• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: akrilik memang bening dan lebih murah, tetapi lebih getas sehingga dapat retak terkena serpihan batok.
• **Pernyataan 5** ✓ Karet lentur dan menyerap getaran.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 5.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk setiap soal, tulis dulu kondisi kerja dan sifat bahan yang wajib, lalu coret opsi yang gagal.

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

1. Tutup kotak roda gigi (gearbox) mesin pengaduk semen di toko bangunan merembeskan oli setelah dibuka untuk diperiksa (2027). Paking lamanya robek. Mekanik bengkel menawarkan beberapa bahan pengganti yang dapat dipotong sendiri sesuai bentuk tutup. Gearbox bekerja pada suhu sedang dan selalu terendam oli roda gigi.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Bahan paking pengganti yang paling tepat adalah ....

A. Potongan karet ban dalam bekas karena lentur dan mudah dipotong
B. Lembaran plastik PVC tipis karena kedap air dan murah harganya
C. Lembaran karet busa (spons) karena paling lentur menutup celah
D. Lembaran karet sintetis tahan oli dengan tebal sesuai paking lama
E. Lembaran aluminium tipis karena kuat dan tahan terhadap oli

2. Bengkel sekolah diminta membuat penutup lengkung untuk mesin pompa air yang dipasang di luar ruangan, serta tutup kotak panel listrik pompa itu (2027). Siswa mengusulkan bahan fiberglass (serat kaca dengan resin) karena dapat dicetak sesuai bentuk.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat tentang pilihan bahan tersebut adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Fiberglass ringan dan tidak berkarat sehingga cocok untuk penutup di luar ruangan.
☐ B. Fiberglass tahan suhu tinggi seperti baja sehingga aman dipasang menempel pada knalpot mesin.
☐ C. Fiberglass tidak menghantarkan listrik sehingga cocok untuk tutup kotak panel.
☐ D. Bila retak, fiberglass dapat disambung dengan las SMAW seperti pelat baja.
☐ E. Saat dipotong atau diamplas, fiberglass menimbulkan debu serat yang gatal sehingga perlu masker dan sarung tangan.

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

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

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menjelaskan, dengan gambar rantai, mengapa termoplastik dapat dilunakkan lagi sedangkan termoset tidak?
- Mengapa karet nitril lebih cocok daripada karet alam untuk seal yang terkena oli?
- Apa dua kelebihan dan dua kelemahan komposit fiberglass dibandingkan baja?
- **Yang harus kuingat:** termoplastik dapat dibentuk ulang, termoset tidak; setiap bahan non-logam dipilih karena sifat andalannya; komposit = serat + matriks dan kuat searah serat.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 3.2: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktm&node=SMKTM-3.2

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Sub bab 3.3 · Sifat-sifat bahan

SMKTM-3.3

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu memahami **sifat-sifat bahan teknik** dan menghubungkannya dengan pemakaian. Kata "sifat" di sini punya makna yang tepat: kekuatan, kekerasan, keuletan, kegetasan, kelentingan, ketangguhan, dan seterusnya adalah **sifat yang berbeda-beda**. Soal sering menguji apakah kamu bisa membedakannya dari sebuah kasus bengkel: sebuah benda patah, melengkung, tergores, atau berubah ukuran, lalu kamu diminta menyimpulkan sifat apa yang sedang terlihat. Contoh resmi Pusmendik juga memuat pernyataan benar–salah tentang sifat keras dan getas, jadi kamu perlu paham bedanya, bukan sekadar mengenal istilahnya.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- mengelompokkan sifat bahan menjadi sifat fisik, mekanik, kimia, dan teknologi;
- membedakan kuat, keras, ulet, getas, tangguh, lentur (elastis), dan kelelahan, serta menjelaskan hubungannya;
- menjelaskan daerah elastis dan plastis serta membaca kurva tegangan–regangan secara konsep;
- menjelaskan pengaruh pemuaian, titik lebur, dan daya hantar panas dan listrik pada pemakaian bahan;
- menjelaskan prinsip uji tarik, uji kekerasan, uji impak, dan uji kikir.

◆ KONSEP INTI

Ketika memilih bahan untuk sebuah komponen, kita tidak memilih berdasarkan nama bahan, tetapi berdasarkan **sifatnya**. Sifat bahan adalah cara bahan itu "bereaksi" terhadap gaya, panas, listrik, lingkungan, dan proses pengerjaan. Dua bilah yang tampak sama bisa berperilaku sangat berbeda: yang satu melengkung lalu kembali, yang lain patah mendadak. Memahami sifat-sifat ini membuat kamu mampu menjelaskan mengapa pahat dikeraskan, mengapa kabel dibuat dari tembaga, dan mengapa rel kereta diberi celah. Sifat bahan dibagi menjadi empat kelompok: **fisik, mekanik, kimia, dan teknologi** (lihat peta konsep di akhir sub bab).

1. Sifat fisik

Sifat fisik adalah sifat yang tampak tanpa mengubah bahan secara kimia. Yang paling sering dipakai di bengkel ada empat.

a. Massa jenis adalah massa bahan per satuan volume, biasanya dalam gram per sentimeter kubik (g/cm3). Bahan yang massa jenisnya kecil terasa ringan pada ukuran yang sama. Massa jenis penting saat berat komponen berpengaruh, misalnya pada bagian yang berputar cepat atau

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

bagian yang harus diangkat.

b. Titik lebur adalah suhu saat padat berubah menjadi cair. Titik lebur menentukan apakah bahan dapat dicor dengan mudah dan apakah ia tahan panas dalam pemakaian. Tabel berikut memuat pedoman umum.

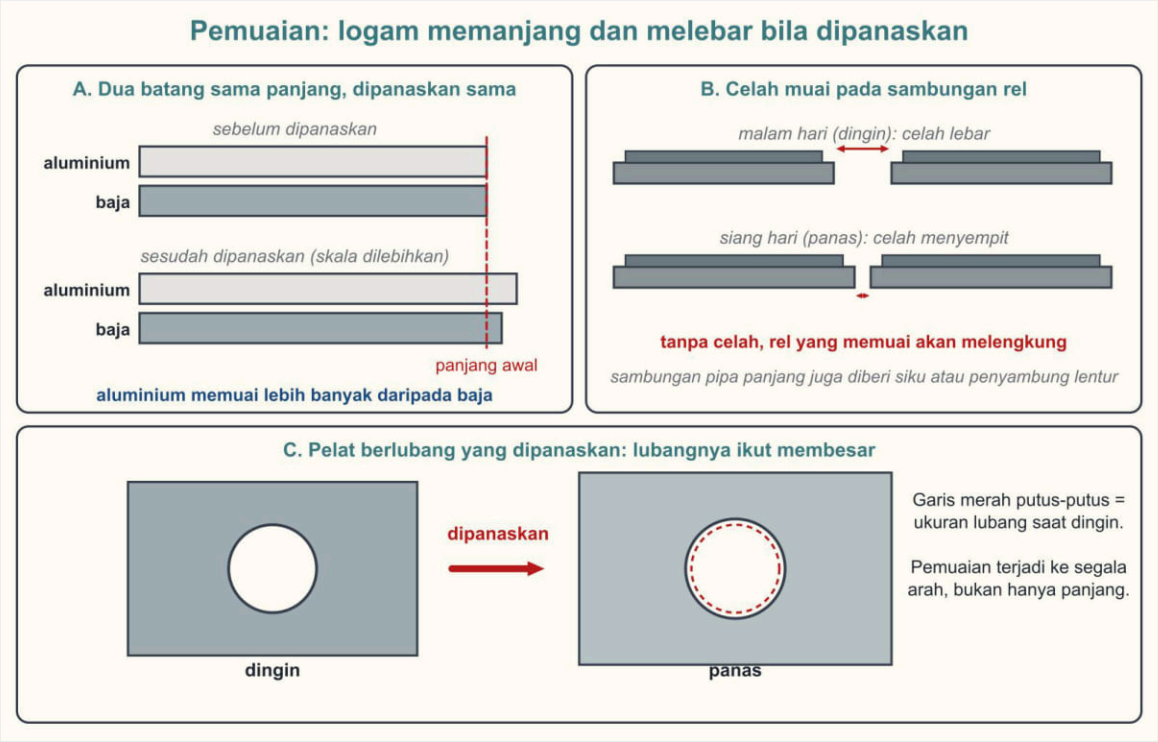
Bahan	Massa jenis (g/cm3)	Titik lebur (derajat Celsius)
Aluminium	sekitar 2,7	sekitar 660
Baja	sekitar 7,85	sekitar 1.400–1.500
Besi tuang kelabu	sekitar 7,2	sekitar 1.150–1.250
Tembaga	sekitar 8,9	sekitar 1.085
Seng	sekitar 7,1	sekitar 420
Timah putih	sekitar 7,3	sekitar 232
Timah hitam (timbal)	sekitar 11,3	sekitar 327

Dari tabel terlihat bahwa timah putih dan timah hitam melebur pada suhu yang rendah dibanding baja, sehingga cocok dilebur dalam wadah sederhana. Aluminium melebur jauh di bawah baja. Wadah logam yang titik leburnya lebih tinggi daripada logam yang dicairkan tidak ikut melebur. Keselamatan: bahan yang dicairkan sangat berbahaya. Cetakan dan perkakas harus kering, karena air yang menyentuh logam cair berubah menjadi uap sangat cepat dan membuat logam cair memercik.

c. Daya hantar panas dan listrik. Logam umumnya menghantarkan panas dan listrik dengan baik. **Tembaga** dan **aluminium** sangat baik, baja kurang baik, dan baja tahan karat lebih rendah lagi. Plastik, kayu, keramik, dan kaca hampir tidak menghantarkan, sehingga dipakai sebagai **penyekat** (isolator): gagang obeng dari plastik, pegangan alat panas dari kayu, dan isolator busi dari keramik. Tembaga lebih baik menghantarkan listrik daripada aluminium. Karena itu penghantar aluminium yang dipakai untuk arus yang sama harus berpenampang lebih besar, tetapi tetap sering dipilih karena jauh lebih ringan.

d. Pemuaian. Hampir semua bahan memanjang dan melebar bila dipanaskan, serta menyusut bila didinginkan. Misalnya, batang baja sepanjang 1 meter yang suhunya naik 100 derajat Celsius memanjang kira-kira 1 milimeter. Aluminium memuai kira-kira dua kali lipat baja. Pemuaian terjadi ke segala arah. Benda berlubang yang dipanaskan akan memuai, dan **lubangnya ikut membesar**, seperti sebuah foto yang diperbesar sehingga semua bagiannya, termasuk lubang, ikut membesar (Gambar 3.13). Akibatnya, rel kereta, jembatan, dan pipa panjang diberi **celah atau sambungan muai** supaya tidak melengkung saat panas. Dalam bengkel, pemuaian dimanfaatkan dalam teknik pemasangan sesak, dan harus diperhitungkan saat mengukur benda yang baru dipotong atau digerinda karena masih panas.

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



Gambar 3.13 Pemuaian: dua batang sama panjang yang dipanaskan sama, celah muai pada sambungan rel, dan lubang pada pelat yang ikut membesar saat dipanaskan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

2. Sifat mekanik: respons bahan terhadap gaya

Sifat mekanik menjelaskan bagaimana bahan **berperilaku saat dikenai gaya**. Inilah kelompok sifat yang paling sering diuji, dan juga yang paling sering tertukar. Gambar 3.14 membandingkan enam sifat yang penting.



Gambar 3.14 Kuat, keras, ulet, getas, tangguh, dan kelelahan dengan gambaran sederhana. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **Kuat** (kekuatan): kemampuan menahan gaya tanpa patah atau berubah bentuk berlebihan. Menurut jenis gayanya ada kekuatan tarik, tekan, geser, puntir, dan lentur.
2. **Keras** (kekerasan): kemampuan menahan **goresan, penekanan, dan keausan pada permukaan**. Kikir lebih keras daripada benda yang dikikir.
3. **Ulet** (keuletan): kemampuan berubah bentuk banyak (memanjang, melengkung, menyempit) sebelum putus. Tembaga dan baja karbon rendah sangat ulet.
4. **Getas** (kegetasan): kebalikan ulet. Bahan getas patah tiba-tiba hampir tanpa berubah bentuk lebih dulu. Contoh: besi tuang kelabu, kaca, keramik, dan baja yang dikeraskan tanpa perlakuan lanjutan.
5. **Tangguh** (ketangguhan): kemampuan **menyerap banyak energi**, seperti pukulan atau sentakan, sebelum patah. Bahan tangguh umumnya ulet dan cukup kuat.
6. **Kelelahan**: kerusakan akibat beban yang **berulang-ulang**, walaupun tiap bebannya jauh di bawah kekuatan bahan. Sebuah kawat yang ditekuk bolak-balik akhirnya patah di tempat tekukan, padahal sekali tekukan tidak memutuskannya.

Dua sifat lain yang perlu kamu tahu: **kelentingan** (elastisitas): kemampuan kembali ke bentuk semula setelah gaya dilepas; dan **kekakuan**: ketahanan terhadap melengkung (baja jauh lebih kaku daripada karet dan lebih kaku daripada aluminium dengan ukuran sama).

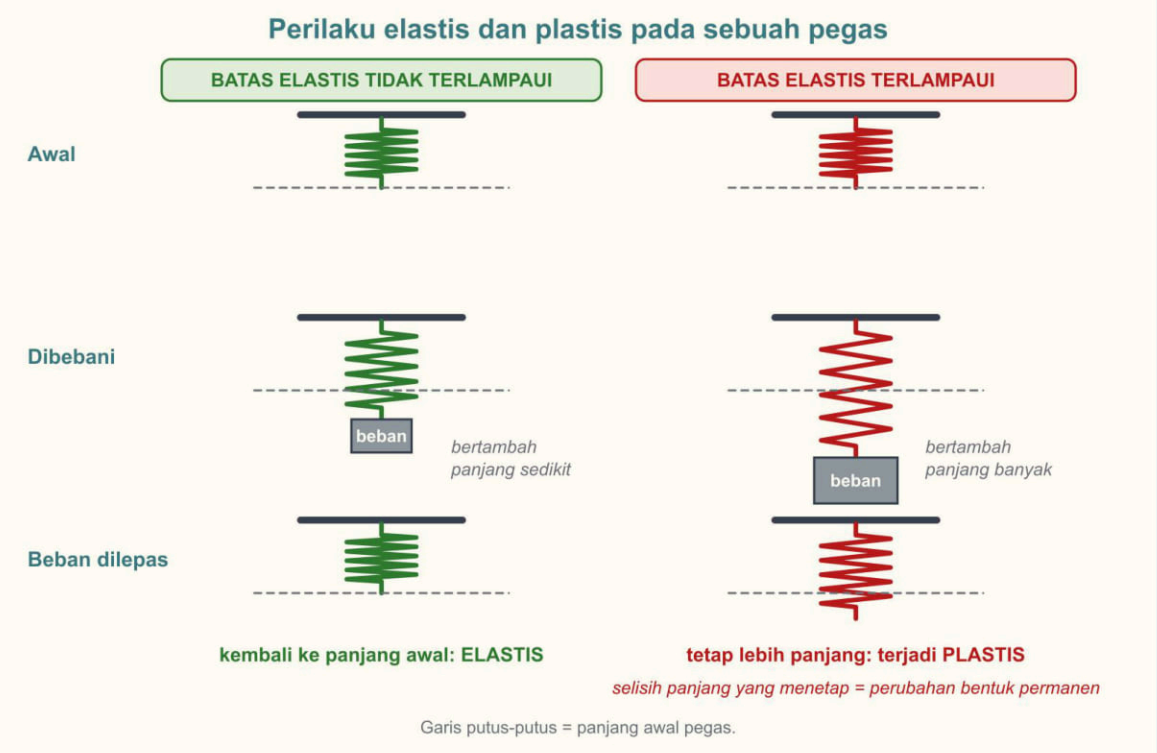
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Hubungan penting yang sering menjadi dasar soal:

- **Keras tidak sama dengan kuat.** Kaca sangat keras tetapi mudah pecah.
- **Getas tidak sama dengan lemah.** Besi tuang getas tetapi sangat kuat menahan tekan.
- **Keras dan ulet cenderung berlawanan.** Baja yang dikeraskan penuh menjadi sangat keras sekaligus getas. Baja karbon rendah ulet tetapi tidak keras.
- **Tangguh perlu kombinasi kuat dan ulet.** Itu sebabnya bagian yang menerima sentakan dipilih dari bahan yang tidak terlalu keras.
- **Gejala di lapangan memberi petunjuk:** mata alat yang **gompal atau retak** menandakan bahan terlalu keras dan getas pada bagian itu, sedangkan bagian yang **melebar atau melengkung tanpa retak** menandakan bahan yang liat (ulet) atau lunak.

3. Elastis dan plastis: apa yang terjadi saat dibebani

Ketika sebuah bahan diberi gaya, perubahan bentuknya melewati dua daerah (Gambar 3.15).



Gambar 3.15 Pegas yang dibebani kecil kembali ke panjang semula (elastis); pegas yang dibebani melewati batas elastisnya tetap lebih panjang (plastis). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

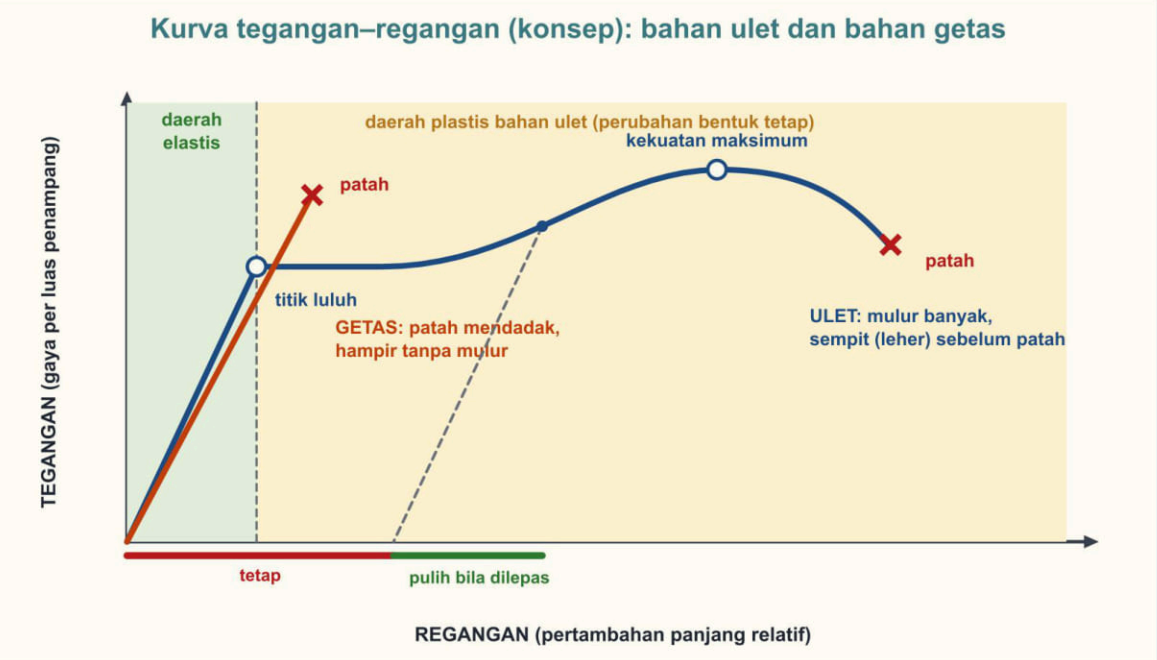
- **Daerah elastis**: bila gaya dilepas, bahan **kembali ke bentuk semula**. Pegas yang ditarik pelan lalu dilepas contohnya.
- **Daerah plastis**: bila gaya dilepas, bahan **tidak kembali sepenuhnya** dan terjadi **perubahan bentuk tetap**. Pegas yang ditarik terlalu keras akan tetap lebih panjang. Perubahan bentuk plastis tidak dapat dipulihkan hanya dengan menekannya kembali ke ukuran semula.

Batas elastis adalah batas antara dua daerah itu. Melewatinya berarti bahan sudah cacat tetap. Karena itu komponen yang harus kembali ke bentuk semula, seperti pegas, harus dipakai di bawah batas elastisnya. Sebaliknya, proses menekuk pelat dan menempa memang **sengaja**

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

melewati batas elastis agar bentuk berubah tetap.

Perilaku ini digambarkan oleh **kurva tegangan–regangan** (Gambar 3.16). Dua istilah dasarnya sederhana. **Tegangan** adalah gaya yang bekerja dibagi luas penampang bahan: ukuran seberapa "berat" gaya yang dipikul tiap bagian penampang. **Regangan** adalah pertambahan panjang dibagi panjang awal: ukuran seberapa jauh bahan memanjang. Pada uji tarik, batang uji ditarik perlahan, sementara gaya dan perpanjangan dicatat lalu digambar.



Gambar 3.16 Kurva tegangan–regangan secara konsep. Bahan ulet memanjang banyak dan membentuk leher sebelum patah; bahan getas patah mendadak pada regangan kecil. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Cara membaca kurva bahan ulet pada Gambar 3.16:

1. **Garis lurus awal** adalah daerah elastis: makin besar gaya, makin panjang bahan, dan bila dilepas bahan kembali.
2. **Titik luluh** adalah titik awal bahan mulai berubah bentuk tetap. Setelah titik ini, bahan memasuki daerah plastis.
3. Di **daerah plastis**, bahan terus memanjang. Kurva naik sampai **kekuatan maksimum**, yaitu gaya terbesar yang sanggup ditahan bahan.
4. Setelah itu penampang batang menyempit di satu tempat (membentuk **leher**), gaya menurun, dan bahan **patah**.
5. Bila gaya dilepas di daerah plastis (garis putus-putus), bagian yang pulih kembali adalah bagian elastis, sedangkan sisanya menjadi perpanjangan tetap.

Bahan getas (garis jingga) hampir tidak memiliki daerah plastis: kurvanya naik lalu berhenti mendadak pada regangan kecil, tanpa leher. Luas daerah di bawah kurva menggambarkan banyaknya energi yang diserap sebelum patah, jadi bahan ulet umumnya lebih tangguh.

4. Sifat kimia: korosi

Sifat kimia bahan yang paling sering kamu hadapi adalah ketahanannya terhadap **korosi**. Korosi pada besi dan baja kita kenal sebagai **karat**: besi bereaksi dengan oksigen dan air menjadi senyawa oksida besi yang rapuh dan mengelupas. Karena lapisan karat tidak melindungi, logam di bawahnya terus berkarat sampai habis. Logam lain berbeda: **aluminium** langsung membentuk lapisan oksida tipis yang rapat sehingga berhenti berkorosi lebih dalam.

Cara mencegah karat pada baja: menjaga tetap kering dan bersih, memberi **minyak** atau **cat**, melapisi **seng (galvanis)** atau krom, atau memilih **baja tahan karat**. Seng melindungi baja bahkan ketika lapisannya tergores, karena seng lebih dulu terkorosi daripada baja. Perhatikan pula bahwa dua logam berbeda yang bersentuhan di tempat basah dapat mempercepat korosi salah satunya, sehingga baut dan pelat dipilih dari bahan yang kompatibel. Plastik tidak berkarat, tetapi sebagian plastik rusak oleh pelarut atau sinar matahari.

5. Sifat teknologi: kemudahan diproses

Sifat teknologi menyatakan **seberapa mudah bahan diproses** di bengkel. Dua bahan yang sifat mekaniknya cocok belum tentu sama-sama mudah dikerjakan. Beberapa istilah penting:

- **Mampu las** (weldability): kemudahan disambung dengan las tanpa retak.
- **Mampu mesin** (machinability): kemudahan dipotong dengan mesin bubut, frais, atau bor dengan hasil permukaan baik.
- **Mampu cor** (castability): kemudahan dicor ke dalam cetakan.
- **Mampu tempa dan mampu bentuk**: kemudahan ditempa, ditekuk, atau dirol tanpa retak.
- **Mampu keras** (hardenability): kemudahan dikeraskan dengan perlakuan panas.

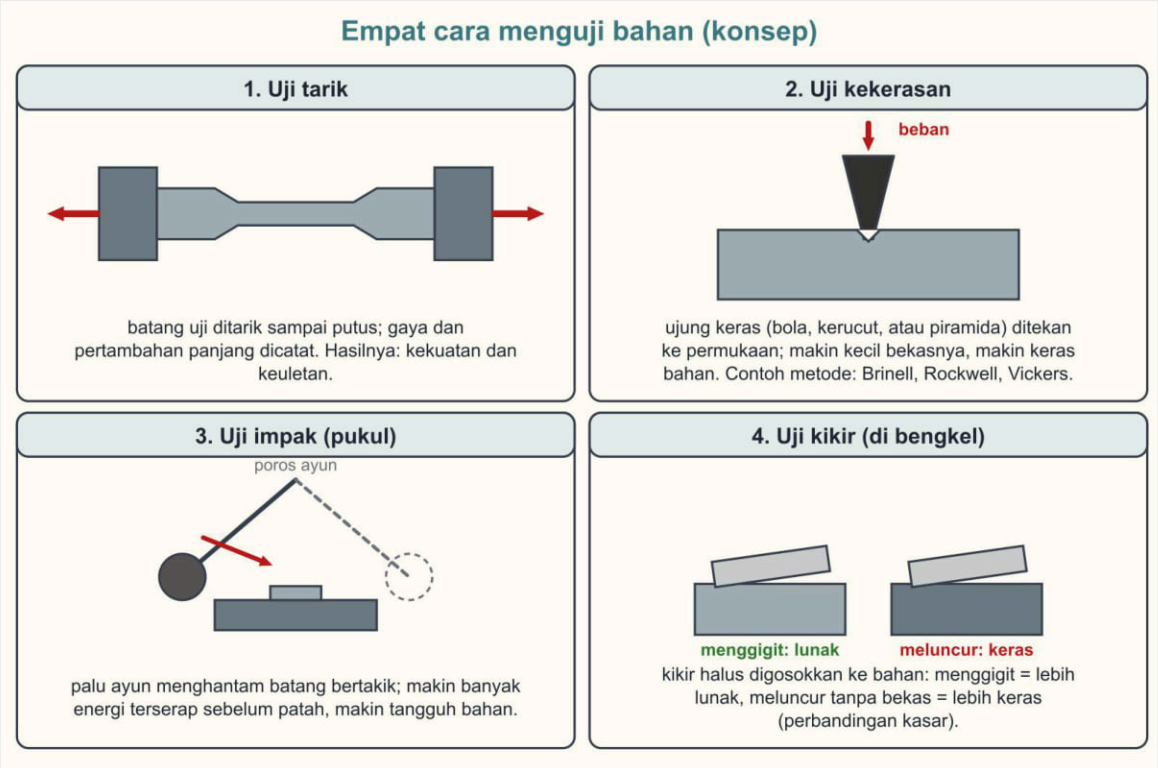
Bahan	Mampu las	Mampu mesin	Catatan
Baja karbon rendah	baik	baik	mudah ditekuk dan dibentuk

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

Baja karbon tinggi	sulit	cukup (lebih mudah setelah dilunakkan)	dapat dikeraskan
Besi tuang kelabu	sulit	baik, serpihan pendek	sangat baik dicor; tidak dapat ditempa
Aluminium	perlu cara las khusus	baik	ringan dan mudah dibentuk
Kuningan	cukup	sangat baik	cocok untuk bubutan kecil
Baja tahan karat	cukup	sulit	mahal

6. Menguji sifat bahan

Untuk mengetahui sifat sesungguhnya, bahan diuji (Gambar 3.17).



Gambar 3.17 Uji tarik, uji kekerasan, uji impak, dan uji kikir secara konsep. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Uji tarik**: batang uji ditarik sampai putus; gaya dan perpanjangan dicatat. Dari sini diperoleh kekuatan dan keuletan, serta kurva tegangan–regangan.
- **Uji kekerasan**: ujung keras berbentuk bola, kerucut, atau piramida ditekan ke permukaan dengan beban tertentu; bekasnya diukur. Makin kecil bekas, makin keras bahan. Nama metodenya antara lain Brinell, Rockwell, dan Vickers.
- **Uji impak**: palu berbentuk bandul dilepas dari ketinggian dan menghantam batang uji yang bertakik. Dari seberapa jauh bandul masih berayun, diketahui banyaknya energi yang diserap sebelum patah, yaitu ketangguhan.

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

- **Uji kikir** (di bengkel): kikir halus **yang masih baik** digosokkan pada permukaan. Bila kikir menggigit dan meninggalkan goresan, bahan lebih lunak daripada kikir. Bila kikir meluncur tanpa meninggalkan bekas, bahan lebih keras. Uji ini hanya perbandingan kasar, tetapi cepat dan murah. Gunakan kikir bergagang dan jepit benda dengan kuat.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Menilai kekerasan dari uji kikir

Seorang siswa menguji tiga pelat tanpa label dengan kikir halus yang baru. Pada pelat P, kikir menggigit dalam dan menghasilkan banyak serbuk. Pada pelat Q, kikir menggigit sedikit dan meninggalkan goresan tipis. Pada pelat R, kikir meluncur tanpa bekas. Urutkan kekerasannya dan simpulkan pelat mana yang paling sulit dikerjakan dengan pahat bubut.

Langkah:

1. Ingat prinsipnya: semakin dalam kikir menggigit, semakin lunak bahannya.
2. P paling lunak, Q lebih keras daripada P, dan R paling keras (lebih keras daripada kikir).
3. Pelat yang lebih keras lebih sulit dipotong, sehingga pelat R paling sulit dikerjakan.
4. Catat batasannya: uji kikir hanya membandingkan, tidak memberi angka kekerasan.

Jawaban: urutan dari paling lunak ke paling keras: P, Q, R. Pelat R paling sulit dikerjakan. Untuk angka yang pasti diperlukan uji kekerasan.

Contoh 2: Mencocokkan sifat dengan komponen

Pasangkan komponen berikut dengan sifat yang paling dituntut dari masing-masing: (1) pegas pengembali tuas, (2) kikir, (3) kunci pas yang sering dipakai membuka mur berkarat, (4) kawat pengikat yang dililit dan diputar. Pilihan sifat: A. keras, B. lentur (elastis) dan tahan kelelahan, C. ulet, D. kuat dan tangguh.

Langkah:

1. Pegas harus kembali ke bentuk semula berkali-kali: **B** (elastis dan tahan kelelahan).
2. Kikir harus menggores bahan lain tanpa mudah aus: **A** (keras).
3. Kunci pas menerima gaya putar besar dan kadang sentakan, namun tidak boleh patah atau melengkung permanen: **D** (kuat dan tangguh).
4. Kawat pengikat harus dilekuk dan dililit tanpa putus: **C** (ulet).

Jawaban: (1) B, (2) A, (3) D, (4) C.

Contoh 3: Membaca dua hasil uji tarik

Dua batang uji, X dan Y, diuji tarik dengan hasil sebagai berikut.

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

Besaran	Batang X	Batang Y
Gaya maksimum yang ditahan	tinggi	sedang
Perpanjangan saat patah	sangat kecil	besar
Bentuk patahan	rata, tanpa leher	ada leher

Tentukan batang yang ulet dan yang getas, lalu pilih batang yang lebih cocok untuk rangka yang mungkin mengalami sentakan.

Langkah:

1. Batang X patah dengan perpanjangan sangat kecil dan tanpa leher: ciri bahan **getas** (seperti kurva jingga pada Gambar 3.16).
2. Batang Y memanjang besar dan membentuk leher sebelum patah: ciri bahan **ulet**.
3. X menahan gaya maksimum lebih tinggi, jadi X lebih kuat. Namun kuat tidak berarti tangguh.
4. Untuk rangka yang mungkin disentak, dibutuhkan bahan yang menyerap energi sebelum patah, yaitu yang ulet.

Jawaban: X getas, Y ulet. Untuk rangka yang mungkin disentak dipilih bahan seperti Y, karena memberi tanda berupa perubahan bentuk sebelum patah.

❖ PETA KONSEP

Ringkasan seluruh sub bab ini dapat dilihat pada Gambar 3.18.



Gambar 3.18 Peta konsep sub bab 3.3. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- Empat kelompok sifat: fisik (massa jenis, titik lebur, daya hantar, pemuaian), mekanik, kimia (korosi), dan teknologi (mampu las, mesin, cor, bentuk).
- Kuat ≠ keras ≠ tangguh; getas ≠ lemah. Keras dan ulet cenderung berlawanan; tangguh

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

membutuhkan kuat dan ulet.

- Elastis: kembali ke bentuk semula; plastis: berubah bentuk tetap. Melewati batas elastis (titik luluh) berarti bahan cacat tetap.
- Kurva tegangan–regangan: bahan ulet memanjang banyak dan berleher; bahan getas patah mendadak.
- Pemuaian terjadi ke segala arah, lubang ikut membesar; aluminium memuai lebih banyak daripada baja.
- Uji kikir hanya membandingkan kekerasan secara kasar; uji tarik, kekerasan, dan impak memberi data yang lebih tepat.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Soal sifat bahan biasanya menyajikan gejala, lalu meminta sifat atau pernyataan yang benar. Gunakan langkah berikut.

1. **Ubah gejala menjadi sifat**: gompal atau patah mendadak = getas; melengkung tanpa patah = ulet; tergores = lunak; kembali ke bentuk semula = elastis; tetap berubah = plastis.
2. **Periksa tiap pernyataan satu per satu** pada soal benar–salah; satu pernyataan bisa benar walau yang lain salah.
3. **Cocokkan sifat dengan kebutuhan komponen**, bukan dengan sifat "paling hebat".

Jebakan yang sering dipasang:

- **Keras dianggap kuat dan tangguh.** Bahan yang sangat keras sering getas.
- **Getas dianggap lemah.** Besi tuang getas, tetapi kuat menahan tekan.
- **Pemuaian dianggap hanya soal panjang.** Lubang ikut membesar saat dipanaskan.
- **Perubahan bentuk tetap dianggap bisa dipulihkan dengan menekan kembali.** Perubahan itu adalah plastis dan bahannya sudah melewati batas elastis.
- **Daya hantar listrik aluminium dianggap sama dengan tembaga.** Aluminium lebih ringan, tetapi daya hantarnya lebih rendah.

> Contoh salah tafsir: pada soal tentang sebuah poros yang diukur setelah baru digerinda, seorang siswa menyimpulkan ukurannya "sudah pasti benar" tanpa menunggu poros itu dingin. Padahal benda yang panas memuai, sehingga ukuran yang terbaca lebih besar daripada ukuran sebenarnya saat dingin.

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menggambarkan dua buah pahat tangan dengan perlakuan yang berbeda dan gejala yang berbeda saat dipakai. Soal berbentuk benar–salah ini melatih langkah 1 dan 2 di atas: ubah setiap gejala (gompal, retak, melebar) menjadi sifat bahan, lalu nilai pernyataan satu per satu. Pikirkan lebih dulu apa arti mata pahat yang gompal dan apa arti kepala pahat yang melebar tanpa retak.

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

►. Bengkel sekolah membuat pahat tangan dari baja karbon (2027). Pahat P dikeraskan seluruhnya; saat dipakai memahat pelat, mata pahatnya cepat gompal dan kepala pahatnya retak ketika dipukul palu. Pahat Q hanya dikeraskan pada bagian mata, sedangkan kepalanya dibiarkan lunak; matanya tetap tajam setelah dipakai, tetapi lama-kelamaan kepalanya melebar seperti jamur.
(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
Mata pahat P gompal karena mata itu kurang keras, sehingga pahat P perlu dikeraskan sekali lagi.	○	○
Kepala pahat Q yang melebar menunjukkan bahan di bagian itu liat sehingga berubah bentuk tanpa retak.	○	○
Kepala pahat Q yang melebar boleh dibiarkan karena bagian lunak itu justru membuat pahat lebih aman dipukul.	○	○

Pembahasan **Kunci: 1S 2B 3S**

Konsep: Kekerasan membuat ujung pahat tahan aus dan tetap tajam, sedangkan keuletan/ketangguhan membuat bagian kepala tahan beban kejut. Bahan yang terlalu keras menjadi getas. Kepala pahat yang melebar harus dirapikan.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: gompal sering dikira tanda kurang keras, padahal pahat P sudah dikeraskan seluruhnya; mata yang terlalu keras menjadi getas dan gompal saat menerima pukulan. Pengerasan ulang justru menambah getas.
• **Pernyataan 2 → Benar.** Bahan liat menyerap pukulan dengan berubah bentuk, bukan pecah.
• **Pernyataan 3 → Salah.** Jebakan: bagian lunak memang tidak retak, tetapi pinggiran "jamur" dapat pecah dan terlontar saat dipukul sehingga harus digerinda rapi.

Jawaban: Salah, Benar, Salah.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk setiap soal, tulis dulu gejala atau perubahan yang terjadi, lalu sifat bahan yang menjelaskannya.

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

1. Bantalan bola dengan lubang Ø40 mm harus dipasang pada poros Ø40 mm yang suaiannya sesak, sehingga tidak dapat dimasukkan dengan tangan (2027). Teknisi bengkel perawatan pabrik pakan ternak memanaskan bantalan itu dalam pemanas khusus sampai sekitar 90 °C, lalu memasukkannya ke poros dalam keadaan panas.
(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
Bantalan yang dipanaskan memuai sehingga lubangnya sedikit membesar dan mudah dimasukkan ke poros.	○	○
Setelah dipanaskan, bantalan sebaiknya dibiarkan mendingin dulu di meja agar aman dipegang, baru dimasukkan ke poros.	○	○
Mendinginkan poros sebelum pemasangan juga membantu karena poros menyusut sedikit.	○	○

2. Siswa merakit panel kendali untuk tiga mesin bubut di bengkel sekolah (2027). Batang penghantar arus besar (busbar) di dalam panel dapat dibuat dari tembaga, aluminium, atau baja tahan karat. Guru meminta siswa menilai pendapat teman-temannya sebelum memesan bahan.
(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 arus yang sama, busbar tembaga dapat berpenampang lebih kecil daripada busbar aluminium karena daya hantarnya lebih baik.	○	○
Baja tahan karat paling cocok untuk busbar karena kuat dan tidak berkarat di dalam panel.	○	○
Busbar aluminium lebih ringan daripada busbar tembaga walaupun ukurannya harus lebih besar.	○	○

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

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

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menjelaskan, dengan contoh bengkel, mengapa keras tidak sama dengan kuat dan mengapa getas tidak sama dengan lemah?
- Bila sebuah pegas tetap lebih panjang setelah beban dilepas, apa yang telah terjadi pada pegas itu?
- Mengapa benda berlubang yang dipanaskan lubangnya ikut membesar?
- **Yang harus kuingat:** sifat mekanik diuji dengan gejala; elastis kembali, plastis tetap; keras, kuat, dan tangguh adalah tiga sifat yang berbeda.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 3.3: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktm&node=SMKTM-3.3

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Sub bab 3.4 · Memilih bahan komponen

SMKTM-3.4

◎ APA YANG DIUJI

Dua sub bab sebelumnya mengenalkan jenis dan sifat bahan. Sub bab ini mempertemukan keduanya: **memilih bahan untuk sebuah komponen**. Pada kisi-kisi resmi TKA Teknik Mesin, kemampuan ini ada di tingkat penalaran: kamu diberi sebuah kondisi kerja, kadang disertai tabel perbandingan beberapa bahan, lalu diminta menentukan bahan (dan kadang perlakuannya) yang paling tepat beserta alasannya. Soalnya jarang menanyakan "apa itu baja karbon", tetapi menanyakan "bahan mana yang paling cocok untuk komponen ini dan mengapa".

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menerjemahkan kondisi kerja sebuah komponen menjadi syarat sifat bahan, dan memisahkan syarat wajib dari syarat pelengkap;
- memakai matriks keputusan untuk membandingkan beberapa bahan;
- menjelaskan tujuan pengerasan, penemperan, dan anil pada baja, serta mengenali pengerasan permukaan;
- memilih bahan dan perlakuan yang tepat untuk komponen yang menerima sentakan, aus, korosi, atau suhu tertentu.

◆ KONSEP INTI

Tidak ada bahan yang terbaik untuk segala keperluan. Baja karbon tinggi yang sangat keras cocok untuk mata potong tetapi buruk untuk bagian yang disentak. Tembaga menghantarkan listrik sangat baik tetapi terlalu lunak untuk rangka. Baja tahan karat tidak berkarat tetapi mahal. Memilih bahan berarti **mencocokkan sifat bahan dengan tuntutan komponen**, sambil mempertimbangkan cara membuatnya dan harganya. Kemampuan ini adalah ujung dari seluruh Bab 3: jenis bahan (3.1 dan 3.2) dan sifat bahan (3.3) dipakai di sini sebagai bekal.

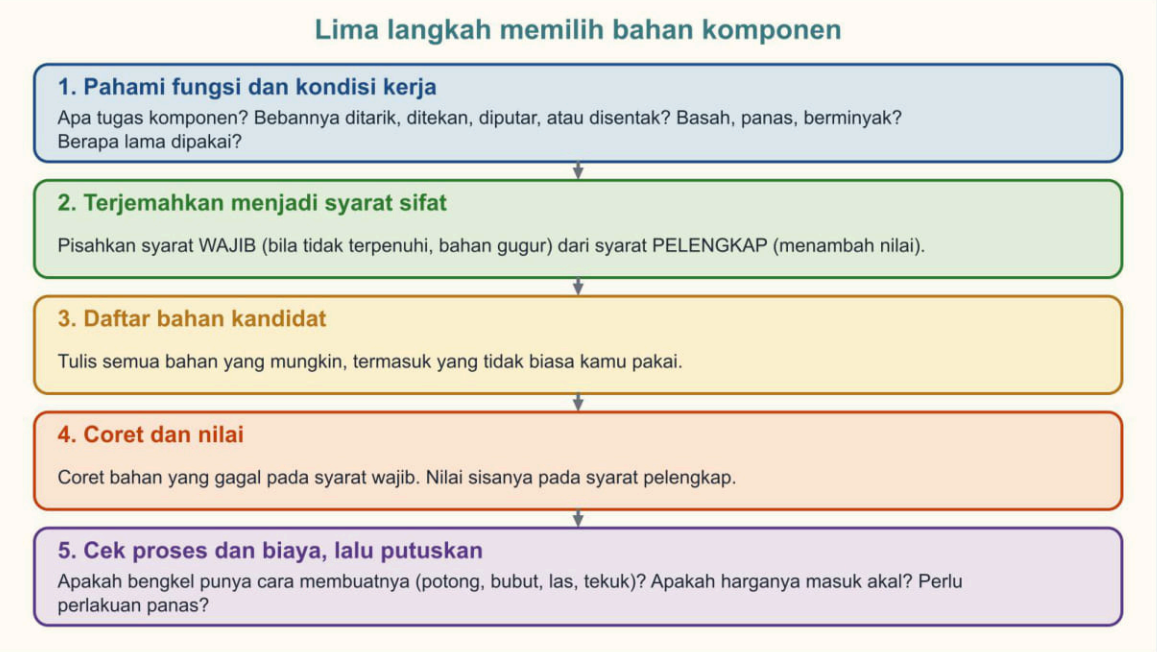
1. Dari kondisi kerja ke syarat sifat

Mulailah dari komponennya, bukan dari bahannya. Tanyakan hal-hal berikut, lalu terjemahkan jawabannya menjadi sifat yang dibutuhkan (Gambar 3.19).

- **Beban:** ditarik, ditekan, diputar (puntir), atau dilentur? Besarnya tetap atau berubah-ubah? Ada **sentakan**? Beban berulang menuntut tahan kelelahan, sentakan menuntut ketangguhan, gesekan menuntut kekerasan permukaan.
- **Lingkungan:** basah, dekat laut, berminyak, berbahan kimia, panas, atau kena sinar matahari? Lingkungan basah menuntut tahan karat; panas menuntut bahan yang tidak melunak.

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

- **Fungsi khusus:** harus ringan, menyekat listrik, tembus pandang, meredam getaran, tahan makanan, atau licin?
- **Cara pembuatan:** bengkel mampu mengelas, membubut, mengecor, atau menekuk bahan itu? Bahan yang sifatnya ideal tetapi tidak dapat dikerjakan bengkel tetap tidak berguna.
- **Ekonomi dan keselamatan:** harga, ketersediaan, dan keamanan bagi pemakai (misalnya bahan yang bersentuhan dengan makanan).



Gambar 3.19 Lima langkah memilih bahan komponen: pahami kondisi, terjemahkan jadi syarat, daftar kandidat, coret dan nilai, lalu cek proses dan biaya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Setelah syarat terkumpul, **pisahkan syarat wajib dari syarat pelengkap**. Syarat wajib adalah syarat yang bila tidak terpenuhi membuat bahan gugur, seperti "tidak boleh berkarat" untuk komponen yang selalu basah. Syarat pelengkap menambah nilai tetapi bisa dikompromikan, seperti "lebih murah". Banyak kasus menyembunyikan syarat wajib di tengah cerita, misalnya "sering dicuci", "dipakai di luar ruangan", "kadang disentak", atau "tidak boleh menetes ke makanan". Karena itu cerita kasus harus dibaca teliti.

2. Pola umum: sifat apa yang diutamakan

Walaupun setiap kasus unik, ada pola berpikir yang berulang (Gambar 3.20). Kolom tengah menunjukkan sifat yang diutamakan, sedangkan kolom kanan memuat pertanyaan yang harus kamu jawab dari kasusnya sebelum memutuskan.

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

Pola berpikir: dari kondisi kerja ke sifat yang diutamakan

Jenis komponen (pola umum)	Sifat yang diutamakan	Pertanyaan penentu
Poros penerus putaran	kuat terhadap puntir dan lentur, tangguh, tahan kelelahan	Basah atau bersentuhan dengan makanan? Dipasang dengan bantalan atau roda gigi?
Mata potong yang bisa terbentur benda keras	keras di bagian tepi DAN tangguh di badan	Apakah ada risiko membentur batu atau paku yang tak terduga?
Alat angkat yang sering disentak	kuat dan ulet (patah didahului melengkung)	Perlu memberi tanda bahaya sebelum gagal? Adakah sentakan?
Roda penahan beban di lantai	kuat menahan tekan, tahan aus, tahan oli, tidak merusak lantai	Berapa beban per roda? Lantainya keras atau lunak? Ada oli?
Bilah berputar yang ringan	massa jenis rendah, kaku pada suhu kerja, tahan lembap	Berapa suhu ruangnya? Apakah bahan melunak pada suhu itu?
Kotak atau penutup yang dijinjing	ringan, tahan karat, cukup kuat menahan benturan ringan	Dipakai di luar ruangan atau dekat laut? Seberapa sering dijinjing?

Kolom tengah adalah pola umum, bukan jawaban tetap: bahan akhir ditentukan setelah semua syarat dan batasan bengkel dibandingkan.

Gambar 3.20 Pola berpikir: dari jenis komponen dan kondisi kerja ke sifat yang diutamakan dan pertanyaan penentu. 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

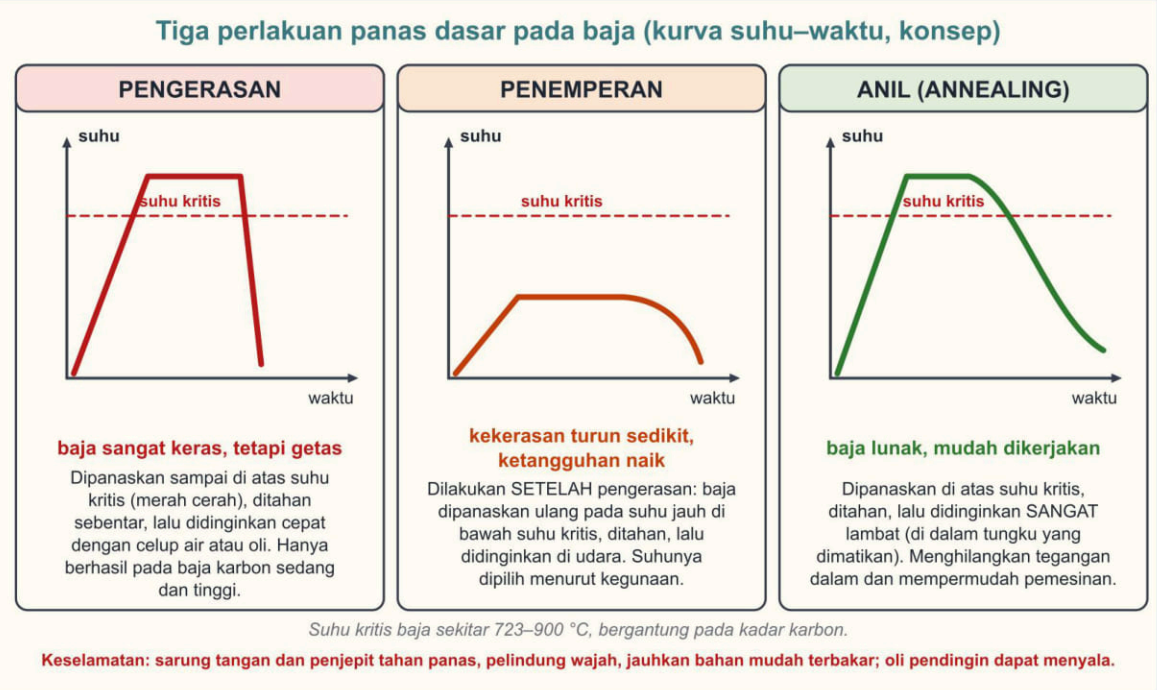
Beberapa prinsip yang mendasari tabel itu:

- **Komponen yang menerima sentakan** membutuhkan **ketangguhan dan keuletan**, bukan kekerasan tertinggi. Bahan yang sangat keras biasanya getas dan patah mendadak. Bahan yang ulet melengkung dulu sehingga memberi tanda bahaya sebelum gagal.
- **Mata potong** menghadapi dua tuntutan yang berlawanan: tepinya harus **keras** agar tajam dan tahan aus, tetapi badannya harus **tangguh** agar tidak patah. Satu bahan seragam tidak dapat sekaligus sangat keras dan sangat ulet, sehingga dipakai **perlakuan panas** atau pengerasan sebagian, yang dibahas berikut ini.
- **Komponen yang bergesekan** membutuhkan permukaan keras dan tahan aus, sedangkan bagian dalamnya cukup kuat.
- **Komponen yang basah atau di dekat laut** membutuhkan bahan tahan karat atau dilapisi pelindung.
- **Komponen yang bergerak atau diangkat sering** membutuhkan bahan ringan, asalkan cukup kuat dan kaku pada suhu kerjanya.

Hal yang harus selalu dicek adalah apakah ada **dua syarat yang saling bertabrakan**. Bila ada, pilih bahan atau perlakuan yang memenuhi syarat wajib, lalu kompromikan syarat pelengkap.

3. Perlakuan panas dasar pada baja

Sifat baja tidak hanya ditentukan oleh kadar karbonnya, tetapi juga oleh **pemanasan dan pendinginan** yang dialaminya. Pemanasan dan pendinginan terkendali untuk mengubah sifat bahan disebut **perlakuan panas**. Tiga perlakuan dasar yang perlu kamu kenal ada pada Gambar 3.21. Perlakuan panas yang membuat baja keras hanya berhasil pada baja karbon sedang dan tinggi, karena baja karbon rendah mengandung terlalu sedikit karbon.



Gambar 3.21 Kurva suhu terhadap waktu untuk pengerasan, penemperan, dan anil (konsep). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Pada ketiga perlakuan itu dipakai istilah **suhu kritis**: suhu (sekitar 723 sampai 900 derajat Celsius, bergantung kadar karbon) di mana struktur dalam baja berubah sehingga baja dapat dikeraskan. Pada suhu itu baja berwarna merah cerah.

a. Pengerasan. Tujuannya membuat baja **sangat keras**.

1. Panaskan baja sampai di atas suhu kritis secara merata.
2. Tahan sebentar pada suhu itu agar panasnya merata sampai bagian dalam.
3. **Dinginkan dengan cepat** (celup ke air atau oli). Air mendinginkan paling cepat tetapi lebih berisiko retak. Oli lebih lambat dan lebih aman dari retak, tetapi dapat menyala.

Hasilnya: baja sangat keras, tetapi **getas** dan menyimpan tegangan dalam yang membuatnya mudah retak. Baja yang baru dikeraskan belum siap dipakai.

b. Penemperan (tempering). Tujuannya mengurangi kegetasan hasil pengerasan. Baja yang sudah dikeraskan dipanaskan **ulang pada suhu jauh di bawah suhu kritis** (kira-kira 200 sampai 600 derajat Celsius), ditahan, lalu didinginkan di udara. Makin tinggi suhu temper, makin turun kekerasan dan makin naik ketangguhan. Karena itu suhunya dipilih menurut kegunaan: perkakas potong ditemper pada suhu rendah agar tetap keras (warna permukaan sekitar kuning jerami, kira-kira 230 derajat Celsius), sedangkan pegas ditemper lebih tinggi agar lentur dan tangguh (warna biru, kira-kira 300 derajat Celsius). Penemperan **selalu** dilakukan setelah pengerasan, dan sebaiknya segera.

c. Anil (annealing). Tujuannya **melunakkan** baja, menghilangkan tegangan dalam, dan mempermudah pemesinan atau pembentukan. Baja dipanaskan hingga di atas suhu kritis, ditahan, lalu didinginkan **sangat lambat**, misalnya dibiarkan dalam tungku yang dimatikan. Hasilnya baja lunak dan ulet.

Ringkasan tiga perlakuan itu:

Perlakuan	Pemanasan	Pendinginan	Hasil utama
Pengerasan	di atas suhu kritis	cepat (air atau oli)	sangat keras, getas
Penemperan	di bawah suhu kritis, setelah pengerasan	di udara	keras berkurang, tangguh naik
Anil	di atas suhu kritis	sangat lambat dalam tungku	lunak, mudah dikerjakan

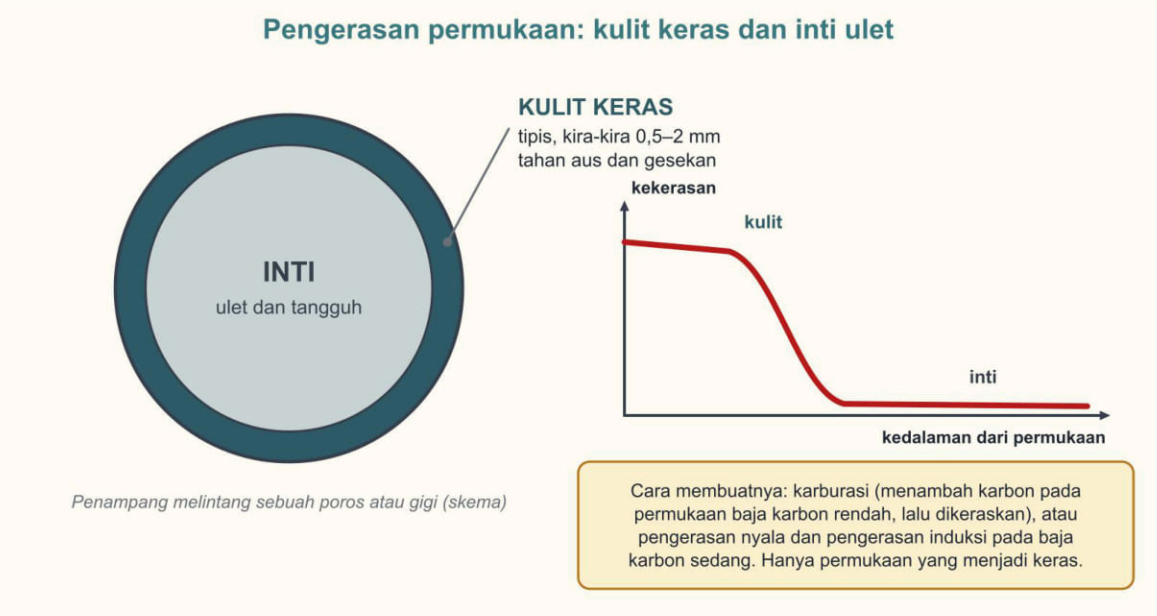
Keselamatan perlakuan panas: pakai pelindung wajah, sarung tangan dan penjepit tahan panas; jauhkan bahan mudah terbakar dan air dari tempat pemanasan; siapkan APAR; dan ingat bahwa oli pendingin yang panas dapat menyala.

4. Pengerasan permukaan: kulit keras, inti ulet

Beberapa komponen membutuhkan permukaan yang sangat keras (tahan aus) sekaligus bagian dalam yang ulet (tahan sentakan). Contohnya gigi roda gigi dan sproket, serta poros yang berputar dalam bantalan. Bila seluruh komponen dikeraskan, seluruhnya menjadi getas dan mudah patah. Solusinya adalah **pengerasan permukaan**: hanya lapisan luar yang dikeraskan,

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

sedangkan **inti tetap ulet** (Gambar 3.22).



Gambar 3.22 Penampang komponen yang dikeraskan permukaannya (skema): kulit keras yang tipis, inti ulet, dan grafik kekerasan terhadap kedalaman. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Beberapa caranya:

- **Karburasi**: baja karbon rendah dipanaskan sekitar 900 derajat Celsius dalam lingkungan kaya karbon sehingga karbon meresap ke permukaan, lalu dikeraskan. Permukaan menjadi berkarbon tinggi dan keras, sedangkan inti tetap berkarbon rendah dan ulet.
- **Pengerasan nyala**: permukaan baja karbon sedang dipanaskan dengan api las, lalu didinginkan cepat.
- **Pengerasan induksi**: permukaan dipanaskan dengan arus listrik, lalu didinginkan cepat.

Tebal kulit keras biasanya hanya sekitar 0,5 sampai 2 milimeter. Setelah permukaan dikeraskan, memotongnya dengan pahat biasa menjadi sangat sulit. Karena itu pembentukan dan pemesinan dilakukan **sebelum** pengerasan, dan setelahnya hanya penyelesaian akhir dengan gerinda.

5. Matriks keputusan

Bila kandidat bahan lebih dari dua, gunakan **matriks keputusan**: tulis syarat di baris, bahan di kolom, lalu beri tanda tiap sel (memenuhi, cukup, atau tidak memenuhi). Caranya:

1. Tulis semua syarat dan tandai mana yang wajib.
2. Isi tiap sel berdasarkan sifat bahan yang kamu ketahui.
3. **Coret** bahan yang gagal pada satu syarat wajib.
4. Dari bahan yang tersisa, bandingkan syarat pelengkapnya, lalu pilih yang terbaik.

Contoh lengkapnya ada pada Contoh 1 di bawah (Gambar 3.23). Matriks membantu kamu terhindar dari kesalahan umum: memilih bahan hanya karena satu sifat yang menarik.

6. Kebutuhan dan arah golongan bahan

Tabel berikut merangkum arah umum pilihan. Pakai sebagai titik awal, bukan sebagai jawaban tetap: setiap kasus tetap harus diperiksa terhadap semua syaratnya.

Kebutuhan utama	Arah golongan bahan
kuat, murah, mudah dilas dan dibentuk	baja karbon rendah
kuat dan tangguh untuk bagian yang berputar atau menahan beban	baja karbon sedang atau baja paduan
sangat keras dan tahan aus pada tepi atau permukaan	baja karbon tinggi dikeraskan lalu ditemper, atau baja yang dikeraskan permukaannya
bentuk rumit, murah, meredam getaran, tanpa sentakan	besi tuang
tahan karat	baja tahan karat, aluminium, kuningan, plastik
ringan	aluminium, plastik, komposit
menyekat listrik atau panas	plastik, karet, keramik, kayu
tahan oli dan bahan bakar	karet nitril, beberapa plastik, logam
sangat tahan panas	keramik, baja khusus, PTFE, karet silikon

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

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Memilih bahan bak penampung tatal

Bengkel sekolah akan membuat bak penampung tatal (serpihan logam hasil bubut) yang diletakkan di bawah mesin bubut. Syarat wajib: kuat dan tidak tembus oleh tatal yang panas dan tajam; tahan oli dan cairan pendingin; mudah dibuat dengan gunting pelat, penekuk, dan las yang tersedia. Syarat pelengkap: harga murah. Kandidat: baja karbon rendah, baja tahan karat, aluminium, dan plastik HDPE. Gunakan matriks keputusan (Gambar 3.23).

Matriks keputusan: bak penampung tatal mesin bubut (Contoh 1)

Syarat	Baja karbon rendah	Baja tahan karat	Aluminium	Plastik HDPE
S1 (wajib): kuat, tidak tembus oleh tatal panas dan tajam	✓	✓	◑	✗
S2 (wajib): tahan oli dan cairan pendingin	◑	✓	✓	✓
S3 (wajib): mudah dibuat dengan gunting, tekuk, dan las yang ada	✓	◑	◑	✗
S4 (pelengkap): harga murah	✓	✗	◑	✓
Keputusan	dipilih (dicat)	kalah nilai: jauh lebih mahal	kalah nilai: lunak, las sulit	gugur: meleleh oleh tatal

✓ memenuhi ◑ cukup atau dengan syarat ✗ tidak memenuhi

Gambar 3.23 Matriks keputusan untuk Contoh 1. Centang hijau berarti memenuhi, setengah kuning berarti cukup atau dengan syarat, silang merah berarti tidak memenuhi. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Langkah:

1. Isi matriks. Baja karbon rendah: kuat (memenuhi), oli dan cairan pendingin menyebabkan karat bila tidak dilindungi (cukup, dan diatasi dengan cat), mudah digunting dan dilas (memenuhi), murah (memenuhi).
2. Baja tahan karat: memenuhi syarat kekuatan dan ketahanan, tetapi lebih sulit dipotong dan dikerjakan, dan jauh lebih mahal.
3. Aluminium: lunak sehingga tatal tajam mudah menggores atau menusuknya, dan pengelasan memerlukan cara khusus.
4. Plastik HDPE: tahan cairan, tetapi tatal panas melelehkan dan menembusnya, sehingga **gagal pada syarat wajib pertama**, begitu pula pembuatannya (tidak bisa dilas SMAW).
5. HDPE gugur. Di antara bahan yang tersisa, baja karbon rendah memenuhi semua syarat wajib dengan catatan dicat, dan paling murah.

Jawaban: baja karbon rendah (dicat atau dilapisi agar tidak berkarat). Plastik HDPE gugur karena meleleh; baja tahan karat dan aluminium kalah nilai.

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

Contoh 2: Memilih bahan dan perlakuan untuk sproket penggerak rantai

Sebuah mesin pemeras tebu memakai sproket yang menggerakkan rantai. Gigi sproket harus tahan aus oleh gesekan rantai yang terus-menerus, sedangkan badan sproket harus tangguh karena batang tebu sering masuk tiba-tiba sehingga memberi sentakan. Pilihan: (A) baja karbon tinggi dikeraskan penuh tanpa penemperan; (B) besi tuang kelabu; (C) baja karbon rendah yang dikeraskan permukaannya (karburasi); (D) paduan aluminium; (E) baja karbon rendah tanpa perlakuan panas.

Langkah:

1. Tulis syarat. Wajib: permukaan gigi keras (tahan aus) dan badan tangguh (tahan sentakan). Dua syarat ini seperti tabrakan: keras biasanya getas.
2. (A) Dikeraskan penuh tanpa temper: seluruh sproket sangat keras tetapi getas, jadi gigi dapat patah oleh sentakan. Gugur.
3. (B) Besi tuang kelabu: getas dan tidak tahan sentakan. Gugur.
4. (D) Aluminium: lunak sehingga gigi cepat aus. Gugur.
5. (E) Baja karbon rendah tanpa perlakuan: ulet, tetapi permukaan gigi lunak dan aus cepat. Gugur pada syarat tahan aus.
6. (C) Baja karbon rendah dengan karburasi: kulit gigi keras tahan aus, inti tetap ulet tahan sentakan. Memenuhi kedua syarat.

Jawaban: (C). Pengerasan permukaan menjawab dua syarat yang berlawanan: keras di luar, tangguh di dalam.

Contoh 3: Memilih bahan linggis dengan syarat yang bertabrakan

Sebuah bengkel menempa linggis untuk membongkar pasangan batu. Syarat wajib: tidak melengkung tetap saat dipakai mengungkit, tidak patah mendadak bila ujungnya terbentur batu, dan ujung tidak cepat tumpul. Syarat pelengkap: harga terjangkau dan bahan mudah ditempa. Kandidat: besi tuang kelabu, baja karbon rendah, baja karbon sedang, dan aluminium.

Langkah:

1. Terjemahkan syarat: tidak melengkung tetap berarti batas elastis yang tinggi (kuat); tidak patah mendadak berarti tangguh dan ulet; ujung awet berarti cukup keras.
2. Besi tuang kelabu getas dan tidak dapat ditempa. Gugur.
3. Aluminium lunak: mudah melengkung tetap dan ujungnya cepat tumpul. Gugur.
4. Baja karbon rendah ulet dan mudah ditempa, tetapi relatif lunak: mudah melengkung tetap dan ujung cepat tumpul. Kalah.
5. Baja karbon sedang lebih kuat daripada baja karbon rendah, masih cukup ulet, dan dapat ditempa. Ujungnya dapat dikeraskan lalu ditemper agar awet tetapi tidak getas, sedangkan badannya tetap tangguh.

Jawaban: baja karbon sedang yang ditempa, dengan ujung dikeraskan dan ditemper. Tidak dipilih bahan paling keras, sebab keras berlebihan membuat ujung gompal oleh batu.

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

❖ PETA KONSEP

Ringkasan seluruh sub bab ini dapat dilihat pada Gambar 3.24.



Gambar 3.24 Peta konsep sub bab 3.4. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- Mulai dari kondisi kerja: beban, lingkungan, fungsi khusus, proses pembuatan, harga. Terjemahkan menjadi syarat sifat; pisahkan syarat wajib dari pelengkap.
- Satu syarat wajib yang gagal menggugurkan bahan. Syarat tersembunyi sering ada di tengah cerita kasus.
- Komponen yang disentak butuh ketangguhan dan keuletan, bukan kekerasan tertinggi.
- Pengerasan = panaskan di atas suhu kritis lalu dinginkan cepat (keras, getas). Penemperan = dipanaskan ulang di bawah suhu kritis (tangguh naik). Anil = dinginkan sangat lambat (lunak).
- Pengerasan permukaan menghasilkan kulit keras dan inti ulet.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Soal pemilihan bahan hampir selalu berupa kasus dengan beberapa syarat. Gunakan langkah berikut.

1. **Tulis syarat satu per satu dari cerita kasus** dan tandai yang wajib, terutama syarat yang tersembunyi (sering dicuci, kena sentakan, suhu ruang).
2. **Bila ada tabel, centang setiap sel** terhadap syarat itu. Jangan hanya melihat baris yang tampak paling cocok.
3. **Coret bahan yang gagal pada syarat wajib**, sekalipun murah atau mudah dikerjakan.
4. **Periksa kembali alasan pada opsi terakhir**: bahan benar dengan alasan salah tetap pengecoh.

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

Jebakan yang sering dipasang:

- **Memilih bahan paling keras untuk komponen yang disentak.** Keras sering berarti getas.
- **Mengabaikan syarat kedua atau ketiga.** Opsi yang memenuhi satu syarat menarik, tetapi gagal pada syarat lain.
- **Syarat dicampur dengan kemudahan.** "Mudah dibubut" atau "murah" adalah syarat pelengkap yang tidak boleh mengalahkan syarat wajib.
- **Pengerasan tanpa penemperan.** Baja yang dikeraskan lalu tidak ditemper sangat getas.
- **Perlakuan panas pada baja yang salah.** Baja karbon rendah tidak dapat dikeraskan penuh dengan cara biasa; ia dikeraskan permukaannya lewat karburasi.

> Contoh salah tafsir: pada kasus tentang pegangan rem tangan pada alat pembersih yang sering dipukul dengan palu, seorang siswa memilih besi tuang karena "paling keras dan murah". Padahal pegangan itu menerima pukulan sehingga membutuhkan ketangguhan; besi tuang getas dan patah mendadak.

BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menyajikan tabel data empat bahan dan tiga syarat sekaligus. Langkah berpikirnya: tulis dulu ketiga syarat dan tandai mana yang wajib; lalu centang setiap sel tabel terhadap syarat itu, dan coret bahan yang gagal pada syarat wajib; terakhir, periksa **alasan** tiap opsi. Perhatikan bahwa beberapa opsi memuat alasan yang tampak masuk akal (murah, mudah dikerjakan) tetapi tidak menjawab seluruh syarat.

►. Siswa merancang poros pengaduk untuk tangki adonan kue di UMKM roti (2027). Syarat poros: tidak berkarat karena terus bersentuhan dengan adonan dan sering dicuci, kekuatannya cukup untuk beban sedang, dan mudah dibubut di bengkel sekolah. Guru memberi data bahan yang tersedia:

Bahan	Tahan karat	Kekuatan	Mudah dibubut	Harga
Baja karbon rendah	rendah	sedang	mudah	murah
Baja tahan karat (stainless)	tinggi	sedang–tinggi	cukup	mahal
Aluminium	tinggi	rendah	sangat mudah	sedang
Kuningan	tinggi	rendah	sangat mudah	mahal

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

Bahan yang paling tepat adalah ....

A. Baja karbon rendah yang dicat, karena murah dan mudah dibubut
B. Aluminium, karena tahan karat dan paling mudah untuk dibubut
C. Kuningan, karena tahan karat dan lebih mudah dibubut dari stainless
D. Baja karbon rendah tanpa lapisan, karena kekuatannya cukup sedang
E. Baja tahan karat, karena tahan karat dan kekuatannya mencukupi

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

Pembahasan **Kunci: E**

Konsep: Pemilihan bahan dimulai dari syarat yang wajib (tahan karat, kekuatan cukup), baru kemudian kemudahan proses dan harga. Bahan yang gagal pada satu syarat wajib dicoret walaupun murah atau mudah dikerjakan.

Langkah:
1. Syarat tahan karat → baja karbon rendah gugur.
2. Syarat kekuatan sedang → aluminium dan kuningan (keduanya rendah) kurang aman.
3. Tersisa baja tahan karat: tahan karat, kuat, dan masih dapat dibubut.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Cat mudah terkelupas karena pengadukan dan pencucian, sehingga poros berkarat dan mengotori adonan.
• **B.** ✗ Jebakan: aluminium tahan karat dan mudah dibubut, tetapi kekuatannya rendah untuk poros beban sedang.
• **C.** ✗ Jebakan: kuningan tahan karat dan lebih mudah dibubut, tetapi kekuatannya rendah untuk poros beban sedang.
• **D.** ✗ Kekuatannya cukup, tetapi poros akan berkarat.
• **E.** ✓ Memenuhi syarat wajib: tahan karat dan kekuatan cukup; masih dapat dibubut.

Jawaban: E.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk setiap soal, tulis dulu syarat wajib dan sifat bahan yang dituntut, lalu coret opsi yang gagal.

1. UMKM pakan ternak memesan pisau pengganti untuk mesin pencacah rumput (2027). Pisau lama dari baja karbon rendah cepat tumpul, sedangkan pisau dari bengkel lain sangat keras tetapi patah ketika terkena batu kecil yang terbawa rumput. Pemilik ingin pisau yang tetap tajam lama dan tidak mudah patah.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Bahan dan perlakuan yang paling tepat adalah ....

A. Baja karbon tinggi yang dikeraskan tanpa ditemper agar sekeras-kerasnya
B. Baja karbon tinggi yang dikeraskan lalu ditemper agar keras dan tangguh
C. Besi tuang kelabu yang dicor sesuai bentuk pisau agar murah dan tahan aus
D. Baja karbon rendah yang lebih tebal agar tidak patah ketika terkena batu
E. Aluminium paduan yang dikeraskan agar pisau ringan dan tidak berkarat

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

2. Bengkel membuat kait (hook) pengganti untuk katrol pengangkat karung gabah di sebuah penggilingan padi (2027). Kait itu kadang terkena sentakan ketika karung terangkat tiba-tiba. Pemilik ingin bila kait kelebihan beban, kait itu memperlihatkan tanda bahaya terlebih dahulu sebelum gagal, bukan langsung patah.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Bahan yang paling tepat untuk kait tersebut adalah ....

A. Besi tuang kelabu yang dicor tebal, karena kaku dan bentuk kaitnya mudah dibuat
B. Baja karbon tinggi yang dikeraskan penuh, karena paling keras dan kaku
C. Kuningan tebal, karena tidak berkarat dan mudah dibentuk menjadi kait
D. Aluminium paduan, karena ringan sehingga katrol tidak terlalu terbebani
E. Baja karbon rendah-menengah tempa, karena kuat dan ulet saat kelebihan

Kunci singkat: 1. B 2. E

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menjelaskan mengapa komponen yang menerima sentakan tidak dipilih dari bahan yang paling keras?
- Apa urutan dan tujuan pengerasan lalu penemperan pada baja?
- Mengapa pengerasan permukaan cocok untuk komponen yang harus tahan aus sekaligus tahan sentakan?
- **Yang harus kuingat:** terjemahkan kondisi kerja menjadi syarat; coret bahan yang gagal pada syarat wajib; perlakuan panas mengubah sifat baja; ulet dan tangguh untuk sentakan.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 3.4: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktm&node=SMKTM-3.4

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

Kuis Akhir Bab 3

SMKTM-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-smktm&node=SMKTM-KB3

1. Kaki penyangga meja mesin gergaji kayu di sebuah UMKM mebel (2027) terbuat dari besi tuang dan patah dua saat kayu tebal tersangkut sehingga mesin tersentak keras. Pemilik meminta bengkel sekolah menyambung patahan itu dengan las SMAW memakai elektroda baja biasa. Bengkel itu memiliki mesin las SMAW, mesin bubut, gunting pelat, penekuk pelat, dan persediaan pelat baja karbon rendah.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Keputusan terbaik bengkel adalah ....

A. menyambung patahan dengan las SMAW karena besi tuang dan baja sama-sama berbasis besi
B. membuat kaki baru dari pelat aluminium tipis karena ringan dan tidak berkarat
C. membuat kaki baru dari pelat baja karbon rendah yang ditekuk dan dilas karena ulet
D. menyambung patahan dengan baut dan pelat tipis karena besi tuang tidak perlu dilas
E. memanaskan patahan lalu mendinginkannya cepat agar lebih kuat dari semula

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

2. Bengkel pandai besi sebuah UMKM (2027) menerima sumbangan landasan berat dari pabrik tua. Landasan itu masih utuh dan permukaannya halus, tetapi belum pernah dipakai di bengkel sekolah, dan terbuat dari besi tuang kelabu. Pemilik ingin memakainya untuk menempa besi panas dengan palu godam, dan seorang siswa magang diminta menilai pendapat 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
Besi tuang kelabu lebih ulet daripada baja karbon rendah, sehingga aman dipukul berulang dengan palu godam.	○	○
Landasan besi tuang dapat retak atau pecah mendadak oleh pukulan keras karena besi tuang bersifat getas.	○	○
Besi tuang kelabu dapat dipanaskan lalu ditempa menjadi bentuk baru seperti baja karbon rendah.	○	○

3. Gudang bahan teaching factory (2027) menerima empat kubus logam percobaan tanpa label. Dina mengukur sisi tiap kubus dengan jangka sorong dan menimbang massanya. Massa jenis = massa dibagi volume (volume kubus = sisi × sisi × sisi). Pedoman massa jenis dalam g/cm^3: aluminium 2,7; besi tuang kelabu 7,2; baja 7,85; tembaga 8,9.

Kubus	Sisi (cm)	Massa (g)
K1	6	1.555
K2	3	240
K3	5	981
K4	4	173

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Dugaan jenis bahan K1, K2, dan K3 yang paling tepat adalah ....

A. K1 tembaga, K2 besi tuang kelabu, K3 baja
B. K1 baja, K2 tembaga, K3 besi tuang kelabu
C. K1 tembaga, K2 aluminium, K3 besi tuang
D. K1 besi tuang kelabu, K2 tembaga, K3 baja
E. K1 besi tuang kelabu, K2 baja, K3 tembaga

4. Mesin press panas sablon kaus di unit produksi sekolah (2027) memakai pemandu berlapis plastik agar pelat pemanas dapat bergeser. Suhu pemandu sekitar 150 derajat Celsius. Pelumas oli menguap dan berasap pada suhu itu, sehingga pemandu dipakai kering, tetapi gesekannya harus kecil. Suhu kerja maksimum bahan: PTFE 260; nilon 100; polietilen 80; PVC 60 (derajat Celsius).

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

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

A. PTFE, karena gesekannya sangat rendah dan tahan suhu 150 derajat Celsius
B. nilon, karena licin dan senyap sehingga tidak perlu pelumas pada suhu itu
C. polietilen, karena murah dan tidak berkarat walaupun dipakai tanpa pelumas
D. PVC, karena tahan korosi dan mudah dipasang pada rumah pemandu logam
E. nilon yang diberi oli, karena oli menurunkan gesekan pada suhu tinggi

5. Pintu oven pengering cat serbuk di unit produksi sekolah (2027) memakai gasket karet yang sudah mengeras dan retak karena suhu ruang oven sekitar 180 derajat Celsius. Murid kelas XII diminta mencari gasket pengganti dari karet. Gasket harus tetap lentur pada suhu itu agar pintu tertutup rapat, dan tidak akan terkena oli.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Bahan gasket yang paling tepat adalah ....

A. karet alam yang tebal, karena paling lentur dan murah di antara semua karet
B. karet nitril, karena paling tahan terhadap oli dan bahan bakar
C. karet alam yang dicat anti panas, karena cat melindungi karet dari suhu tinggi
D. karet neoprena, karena tahan cuaca dan sinar matahari di luar ruangan
E. karet silikon, karena tetap lentur pada suhu sekitar 200 derajat Celsius

6. Kelompok Ega di bengkel sekolah (2027) membuat kotak penutup rangkaian kontrol dari pelat aluminium setebal 1,5 mm. Bengkel memiliki gunting pelat, bor, paku keling pop, mesin las SMAW dengan elektroda baja, dan gerinda duduk yang batunya dipakai untuk baja. Kelompok berdiskusi tentang cara mengerjakan aluminium yang tepat agar kotak rapi dan alat tidak rusak.
(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. Menghaluskan tepi potongan pada batu gerinda baja karena aluminium keras dan tahan panas
☐ B. Menyambung sudut kotak dengan paku keling pop karena aluminium sulit dilas dengan SMAW biasa
☐ C. Mengelas sambungan dengan elektroda baja karena titik lebur aluminium lebih rendah daripada baja
☐ D. Melapisi rahang ragum dengan kayu agar pelat aluminium yang lunak tidak tergores saat dijepit
☐ E. Menggunting dan mengebor pelat dengan alat yang tajam karena aluminium mudah dibentuk dan dimesin

7. Bengkel teaching factory (2027) mengumpulkan empat potongan plastik tanpa label dari limbah untuk didaur ulang. Rita memanaskan tiap potongan dengan pistol udara panas

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

pada suhu yang sama dan mencatat hasilnya. Hanya plastik yang dapat dilunakkan lalu dibentuk ulang yang boleh dimasukkan ke mesin pencacah daur ulang.

Potongan	Saat dipanaskan	Setelah dingin
P	melunak dan mudah dibengkokkan	kaku kembali, dapat dibentuk lagi
Q	tidak melunak, mulai menghitam	tetap keras, bagian hangus rapuh
R	melunak lalu meleleh perlahan	mengeras kembali sebagai bentuk baru
S	tidak melunak, permukaan retak dan berasap	tetap keras, tidak dapat dibentuk lagi

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Potongan yang boleh didaur ulang adalah ....

A. Q dan S, karena keduanya tetap keras dan kuat setelah dipanaskan
B. P dan Q, karena keduanya berubah bentuk atau warna saat dipanaskan
C. R dan S, karena keduanya dapat dibentuk ketika sedang dipanaskan
D. P dan R, karena melunak saat panas lalu mengeras kembali
E. Hanya P, karena satu-satunya potongan yang mudah dibengkokkan saat panas

8. Bank sampah logam teaching factory (2027) memilah skrap sebelum dijual. Rafi memakai magnet kuat: kaleng minuman dan kabel tidak tertarik, sedangkan pelat berkarat dan beberapa baut tertarik. Sebuah pelat berkilap dari dapur kantin juga tidak tertarik magnet, dan seorang teman berkata pelat itu pasti aluminium. Pelat itu terasa berat untuk ukurannya dan berwarna abu-abu keperakan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan manakah yang **tepat**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Benda yang tertarik magnet umumnya berbasis besi, yaitu baja atau besi tuang
☐ B. Pelat berkilap yang tidak tertarik magnet adalah aluminium, sehingga boleh masuk bak aluminium
☐ C. Pelat berkilap itu dapat berupa baja tahan karat jenis tertentu sehingga perlu uji tambahan
☐ D. Pelat yang berat untuk ukurannya lebih mungkin baja tahan karat daripada aluminium
☐ E. Baut yang tertarik magnet berarti terbuat dari baja yang sangat keras dan kuat

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

9. Saat membersihkan bengkel (2027), Dewi menyenggol sebuah batu gerinda cadangan sehingga jatuh dari rak ke lantai beton. Batu itu tampak utuh, tetapi ia melihat garis retak halus di dekat lubang tengahnya. Batu tersebut terbuat dari butiran pengikis yang diikat bahan keramik, dan rencananya akan dipasang pada gerinda duduk minggu depan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Keputusan Dewi yang paling tepat adalah ....

A. tetap memasangnya karena keramik keras sehingga retak halus tidak memengaruhi kekuatan batu
B. menyisihkannya dan tidak memakainya karena keramik getas, sehingga batu retak dapat pecah
C. merekatkan retakannya dengan lem epoksi lalu memakainya pada putaran yang lebih rendah
D. memakainya hanya untuk benda lunak karena beban ringan tidak membuat batu retak pecah
E. memanaskannya dengan api las agar retaknya menutup kembali sebelum batu dipasang

10. Nadia baru mulai praktik di bengkel fabrikasi sekolah (2027). Ia memperhatikan pagar besi di depan bengkel yang sudah dua tahun terkena hujan: rangka pagarnya berkarat dan catnya mengelupas, sedangkan engsel gerbang yang berwarna kuning keemasan masih mengilap dan tidak berkarat sama sekali. Nadia bertanya kepada gurunya mengapa kedua bagian itu bisa berbeda.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penjelasan yang paling tepat adalah ....

A. Rangka pagar berkarat karena bajanya lunak, sedangkan engsel tidak berkarat karena lebih keras daripada baja
B. Rangka pagar dari baja yang berkarat bila lembap, sedangkan engsel dari kuningan yang tahan karat air
C. Rangka pagar berkarat karena panas matahari, sedangkan engsel terlindung dari panas karena berwarna kuning
D. Rangka pagar berkarat karena kadar karbonnya tinggi, sedangkan engsel tidak mengandung karbon sama sekali
E. Rangka pagar dari tembaga yang teroksidasi, sedangkan engsel dari baja yang dilapisi seng tipis

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

11. Tegar membubut poros baja karbon sedang di teaching factory (2027) dengan putaran tinggi karena pesanan harus selesai hari itu. Pahat yang ia asah dari batang baja karbon tinggi cepat tumpul: setelah beberapa menit ujungnya berwarna biru dan tidak lagi memotong, padahal batang pahat itu sangat keras sebelum dipakai. Target waktu membuat putaran mesin tidak boleh diturunkan, sehingga guru menyuruh Tegar mencari bahan pahat pengganti.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Bahan pahat pengganti yang paling tepat adalah ....

A. baja kecepatan tinggi (HSS), karena tetap keras walau ujungnya panas
B. baja karbon rendah, karena lebih ulet sehingga ujung pahat tidak cepat tumpul
C. baja tahan karat, karena tidak berkarat oleh cairan pendingin yang dipakai
D. besi tuang kelabu, karena meredam getaran sehingga hasil bubutan lebih halus
E. baja karbon tinggi yang dikeraskan ulang, karena makin keras makin awet

12. Rafi menemukan batang baja bekas pegas daun di gudang barang bekas bengkel (2027) dan ingin membubutnya menjadi poros kecil. Pahat bubut hampir tidak memotong dan cepat tumpul, padahal pahat itu baru diasah. Hasil uji kikir menunjukkan batang tersebut sangat keras. Guru menyarankan perlakuan panas pada batang itu sebelum dibubut.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Perlakuan panas yang paling tepat adalah ....

A. dikeraskan dengan dipanaskan lalu didinginkan cepat agar pahat tidak cepat tumpul
B. ditemper pada suhu rendah agar kekerasannya naik dan permukaannya lebih halus
C. dikarburasi agar permukaannya semakin keras dan tahan terhadap aus
D. dianil, yaitu dipanaskan lalu didinginkan sangat lambat agar melunak
E. dicelup ke oli panas sebentar agar permukaannya licin dan mudah dipotong pahat

13. Rangka kanopi parkir sepeda sebuah SMK (2027) dirakit dari balok baja dan aluminium yang ujungnya masuk ke dinding beton. Agar balok tidak melengkung, tiap balok diberi celah muai sebesar pertambahan panjangnya saat siang hari. Pedoman: baja memanjang sekitar 1 mm tiap 1 m panjang bila suhunya naik 100 derajat Celsius, dan aluminium sekitar 2 mm.

Balok	Bahan	Panjang	Kenaikan suhu
A	baja	6 m	50 derajat Celsius
B	aluminium	4 m	60 derajat Celsius
C	baja	10 m	40 derajat Celsius

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

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Balok yang memerlukan celah muai terbesar dan besarnya adalah ....

A. Balok C, sekitar 4,0 mm
B. Balok A, sekitar 3,0 mm
C. Balok B, sekitar 2,4 mm
D. Balok B, sekitar 9,6 mm
E. Balok B, sekitar 4,8 mm

14. Pandai besi UMKM (2027) membuat dua perkakas dari baja karbon tinggi yang sudah dikeraskan: penggores untuk menandai pelat baja, yang ujungnya harus tetap sangat keras dan tajam, dan klip pegas penahan tutup wadah, yang harus lentur serta tidak patah saat dibuka-tutup. Keduanya kemudian ditemper. Pedoman: makin tinggi suhu penemperan, kekerasan makin turun dan ketangguhan makin naik; warna kuning jerami menandai suhu sekitar 230 derajat Celsius, dan warna biru sekitar 300.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penemperan yang paling tepat untuk penggores dan klip pegas berturut-turut adalah ....

A. keduanya sampai kuning jerami, karena keduanya dibuat dari baja yang sama
B. penggores biru dan klip kuning jerami, karena suhu tinggi menajamkan ujung
C. penggores kuning jerami dan klip biru, karena suhu tinggi menaikkan ketangguhan
D. keduanya tanpa temper, karena kekerasan penuh paling cocok untuk perkakas kecil
E. penggores tanpa temper dan klip biru, karena ujung penggores harus sekeras mungkin

15. Kelompok Beni di bengkel sekolah (2027) mengganti gagang palu ayun yang patah. Mereka memilih sepotong kayu keras yang baru ditebang, lalu membuat gagang baru dengan pahat kayu dan ketam di bengkel kayu sekolah dan memasang kepala palu di ujungnya. Gagang itu akan dipakai bergantian oleh banyak murid, dan kepala palu sering terasa hangat setelah dipakai lama.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan manakah yang **tepat**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Serat kayu dibuat memanjang searah gagang agar kuat menahan gaya saat memukul
☐ B. Kayu yang masih basah boleh dipakai langsung karena kadar air tidak memengaruhi kekuatan kayu
☐ C. Kayu sebaiknya dikeringkan lebih dulu karena kadar air memengaruhi kekuatan dan ukuran gagang
☐ D. Gagang aman dipakai dekat nyala las karena kayu tahan panas dan tidak mudah terbakar
☐ E. Tangan tidak terasa panas walau kepala palu hangat karena kayu menghantarkan panas dengan buruk

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

16. Bengkel perawatan di pabrik kerupuk (2027) mengumpulkan tiga komponen mesin yang patah dan memeriksa bekas patahnya. Poros P memanjang dan menyempit di dekat patahan, dengan permukaan patah berserabut. Baut Q patah rata tanpa penyempitan sama sekali, tepat saat dikencangkan. Pegas R patah pada lekukan setelah dipakai ribuan kali, walaupun beban tiap pemakaian ringan. Tim teknisi menarik kesimpulan tentang sifat bahan dan penyebab patah.
(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. Poros P bersifat getas karena pada akhirnya tetap patah menjadi dua bagian
☐ B. Poros P berperilaku ulet karena berubah bentuk banyak sebelum putus
☐ C. Baut Q lebih lemah daripada poros P karena patah lebih mudah
☐ D. Baut Q bersifat getas karena patah mendadak hampir tanpa berubah bentuk
☐ E. Pegas R patah karena kelelahan akibat beban berulang, bukan beban besar

17. UMKM tahu di dekat sekolah (2027) meminta teaching factory membuat pengepres tahu manual dengan tiga bagian: (a) wadah cetakan yang selalu basah, bersentuhan dengan pangan, dan sering dicuci; (b) rangka penekan yang menanggung beban tekan besar, dikerjakan dengan las SMAW, dan harus berharga terjangkau; (c) batang berulir penekan yang menerima puntiran dan beban berulang serta aus pada ulirnya. Siswa mengusulkan bahan beserta alasannya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Usulan manakah yang **tepat**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Wadah dari baja karbon rendah tanpa lapisan, karena murah dan mudah dibentuk
☐ B. Rangka dari baja karbon tinggi, karena paling keras sehingga paling kuat menahan tekan
☐ C. Wadah dari baja tahan karat, karena tidak berkarat dan aman bersentuhan dengan pangan
☐ D. Rangka dari baja karbon rendah yang dicat, karena kuat, murah, dan mudah dilas
☐ E. Batang berulir dari baja karbon sedang, karena kuat dan tangguh menahan puntir dan beban berulang

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

18. Tim PKL di galangan perahu nelayan (2027) memeriksa dermaga kecil. Baut baja pada pelat aluminium penyangga lampu dermaga berkarat parah, dan permukaan pelat di sekitar baut tampak keropos dengan serbuk putih, sedangkan bagian pelat yang jauh dari baut masih mulus. Baut dan pelat itu bersentuhan langsung dan selalu basah oleh percikan air laut.

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

Pernyataan manakah yang **tepat**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Lapisan karat pada baut melindungi baja di bawahnya sehingga karat berhenti sendiri

☐ B. Karat pada baut terjadi karena besi pada baja bereaksi dengan oksigen dan air

☐ C. Dua logam berbeda yang bersentuhan di tempat basah dapat mempercepat korosi salah satunya

☐ D. Pelat aluminium tidak mungkin keropos karena aluminium tidak pernah mengalami korosi

☐ E. Menjaga sambungan tetap kering dan memberi cat pelindung membantu mengurangi korosi

19. Unit produksi sekolah (2027) membeli rangka drone latih dari serat karbon dengan matriks epoksi, yaitu bahan termoset. Setelah jatuh, salah satu lengan rangka retak halus. Lengan itu disusun dari serat searah panjang lengan. Seorang murid mengusulkan menyambung retak dengan las SMAW seperti pada rangka baja, dan murid lain membandingkannya dengan komposit fiberglass.

(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
Serat karbon menghantarkan listrik, berbeda dari fiberglass yang menyekat listrik, sehingga kabel bocor yang menyentuh rangka perlu diwaspadai.	○	○
Retak pada lengan komposit dapat disambung dengan las SMAW karena epoksi dan serat karbon melebur seperti baja.	○	○
Lengan lebih kuat menahan gaya searah serat daripada gaya yang tegak lurus serat.	○	○

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

20. Unit produksi sekolah (2027) membuat dua puluh pin engsel dari baja karbon rendah untuk bak trailer. Permukaan pin harus keras agar tahan aus oleh gesekan, tetapi intinya harus tetap ulet. Pin dikeraskan permukaannya lewat karburasi di tungku mitra industri. Pengerasan dapat sedikit mengubah ukuran dan bentuk pin, sedangkan ukuran akhirnya harus akurat. Tim menyusun urutan pengerjaan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Urutan pengerjaan yang paling tepat adalah ....

A. karburasi dan pengerasan, lalu dibubut sampai ukuran akhir dengan pahat HSS
B. dibubut sampai ukuran akhir, lalu karburasi dan pengerasan, kemudian dipasang
C. dikeraskan lebih dulu, lalu dibubut mendekati ukuran dan digerinda akhir
D. dibubut mendekati ukuran, lalu karburasi tanpa pengerasan, kemudian digerinda
E. dibubut mendekati ukuran, karburasi dan pengerasan, lalu digerinda ke ukuran akhir

21. Rahang jepit ragum bengkel sekolah (2027) yang aus akan diganti dengan pelat baru. Rahang harus keras agar tidak mudah tergores benda kerja, dan tangguh agar tidak gompal bila dijepit kuat. Bengkel hanya memiliki tungku untuk pengerasan dan penemperan, tanpa peralatan karburasi. Skor 1 (rendah) sampai 5 (tinggi) berasal dari pemasok. Syarat wajib: skor kekerasan dan ketangguhan minimal 3.

Bahan dan perlakuan	Kekerasan	Ketangguhan	Dapat dikerjakan bengkel
Baja karbon rendah, tanpa perlakuan	1	5	ya
Baja karbon sedang, dikeraskan lalu ditemper	4	4	ya
Baja karbon tinggi, dikeraskan tanpa temper	5	1	ya
Besi tuang kelabu	3	1	ya
Baja karbon rendah, dikarburasi	4	4	tidak

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

A. Baja karbon sedang dikeraskan lalu ditemper, karena memenuhi semua syarat
B. Baja karbon rendah yang dikarburasi, karena kulitnya keras dan intinya ulet
C. Baja karbon tinggi dikeraskan tanpa temper, karena kekerasannya paling tinggi
D. Baja karbon rendah tanpa perlakuan, karena ketangguhannya paling tinggi
E. Besi tuang kelabu, karena kekerasannya cukup dan mudah dicor menjadi bentuk

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

22. Teaching factory (2027) menerima pesanan memperbaiki lima belas mata cangkul dari koperasi tani. Mata cangkul yang tumpul diasah ulang, dipanaskan sampai merah cerah di tungku bengkel, dicelup cepat ke bak oli untuk pengerasan, lalu ditemper. Tungku berada di sudut bengkel dekat tumpukan kardus dan rak pelumas, dan murid bergantian bertugas. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Tindakan manakah yang **tepat**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

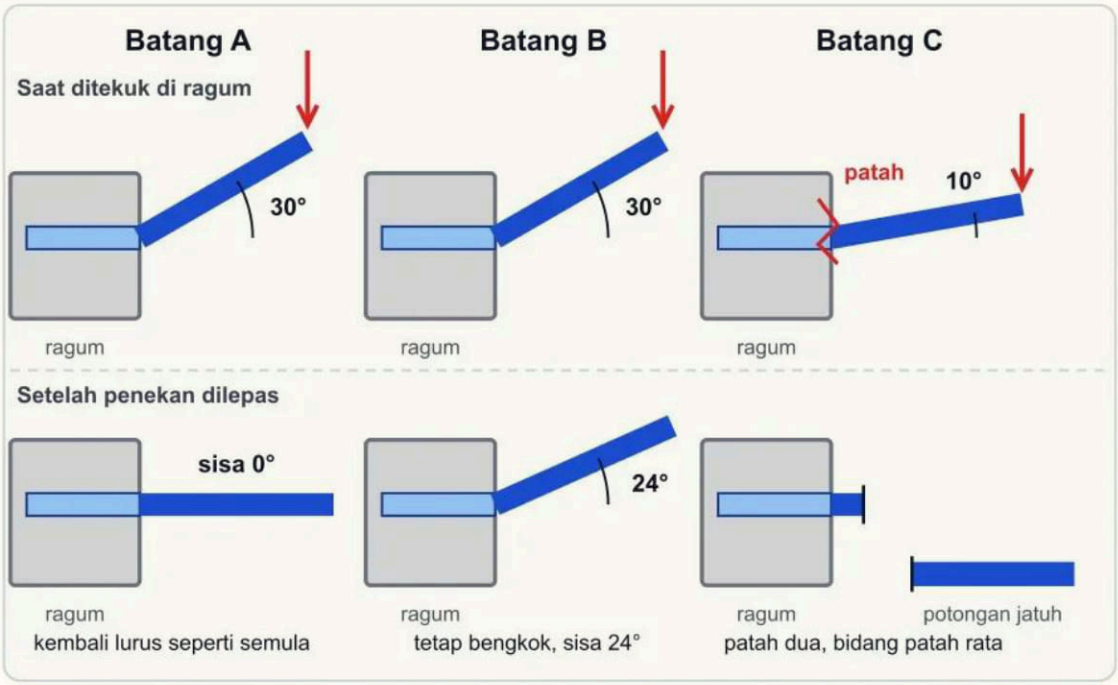
Pilih semua jawaban yang benar.

- ☐ A. Memakai pelindung wajah, sarung tangan tahan panas, dan penjepit panjang saat memindahkan benda kerja
- ☐ B. Memindahkan kardus dan pelumas menjauh dari tungku, dan menyiapkan APAR di dekat tempat pemanasan
- ☐ C. Menuang air ke bak oli agar pendinginan lebih cepat dan oli yang panas tidak menyala
- ☐ D. Langsung memakai mata cangkul sesudah dicelup karena baja yang keras pasti sudah siap
- ☐ E. Menempernya setelah pengerasan agar kegetasannya berkurang dan mata cangkul tidak mudah patah

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

23. Tim teaching factory (2027) menguji tiga batang uji dari bahan berbeda dengan menekuknya di ragum, lalu melepas penekan dan mencatat hasilnya (lihat gambar). Mereka mencari bahan untuk dua komponen: (1) pegas pengembali tuas, yang harus kembali lurus setiap kali dilepas, dan (2) tiang penyangga rak, yang bila kelebihan beban harus melengkung lebih dulu sebagai tanda bahaya sebelum patah.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Batang yang paling tepat untuk komponen (1) dan (2) berturut-turut adalah ....



A. (1) batang B, karena tetap bengkok; (2) batang A, karena kembali lurus
B. (1) batang A, karena kembali lurus; (2) batang B, karena melengkung dahulu
C. (1) batang A, karena kembali lurus; (2) batang C, karena patah rata
D. (1) batang C, karena tidak melengkung; (2) batang B, karena melengkung dahulu
E. (1) batang B, karena tetap bengkok; (2) batang C, karena tidak melengkung

24. Tuas pompa tangan di sumur bengkel sekolah (2027) patah di dekat tumpuannya setelah dipakai sekitar dua tahun. Murid hanya memompa air untuk menyiram tanaman, jadi tuas tidak pernah dibebani berat dan tidak pernah dibengkokkan paksa. Ukuran tuas dan caranya dipakai sama sejak awal. Guru bertanya sifat atau gejala bahan apa yang paling tepat menjelaskan patahnya tuas itu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penjelasan yang paling tepat adalah ....

A. Kegetasan, karena tuas terlalu keras sehingga mudah pecah
B. Kekerasan, karena permukaan tuas tidak tergores selama dipakai
C. Kelelahan, karena beban kecil yang berulang lama merusak tuas
D. Keuletan, karena tuas dapat melengkung banyak sebelum patah
E. Pemuaian, karena tuas memuai oleh panas siang dan menyusut malam

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

25. Dua batang baja bertakik, P dan Q, diuji impak di laboratorium bengkel sekolah (2027). Bandul dilepas dari ketinggian yang sama dan menghantam batang uji dari belakang takik. Setelah menghantam batang P, bandul hanya berayun sampai ketinggian rendah. Setelah menghantam batang Q, bandul berayun hampir setinggi ketinggian awalnya. Batang P patah dengan patahan berserabut, dan batang Q patah dengan patahan rata. *(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
Batang P lebih tangguh daripada batang Q.	○	○
Bandul yang naik lebih rendah setelah menghantam P menunjukkan bahwa P menyerap energi lebih sedikit daripada Q.	○	○
Batang Q lebih cocok untuk komponen yang sering menerima sentakan karena patahannya rata.	○	○

Tabel skor dan anjuran

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 3.1 · Logam ferrous dan non-ferrous	1, 2, 3, 6, 8, 10, 11	___ / 7	Ulangi hlm. 203
Sub bab 3.2 · Bahan non-logam dan komposit	4, 5, 7, 9, 15, 19	___ / 6	Ulangi hlm. 216
Sub bab 3.3 · Sifat-sifat bahan	13, 16, 18, 23, 24, 25	___ / 6	Ulangi hlm. 229
Sub bab 3.4 · Memilih bahan komponen	12, 14, 17, 20, 21, 22	___ / 6	Ulangi hlm. 243

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 · Dasar Sistem Mekanik

SMKTM-B4

Setelah mempelajari bab ini, kamu dapat:

- memilih sambungan tetap (paku keling, las) dan tidak tetap (baut, pasak) yang sesuai kebutuhan
- membedakan bushing dan bantalan gelinding serta mendiagnosis kerusakan tumpuan
- menghitung putaran dan arah pada transmisi roda gigi, sabuk-puli, dan rantai

Peta bab

Sub bab	Judul
4.1	Sambungan tetap: paku keling dan las
4.2	Sambungan baut dan pasak
4.3	Tumpuan: bushing dan bearing
4.4	Transmisi roda gigi
4.5	Transmisi sabuk-puli dan rantai

Bab 4 di LMS

Buka seluruh latihan bab ini di LMS.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktm&node=SMKTM-B4

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

Sub bab 4.1 · Sambungan tetap: paku keling dan las

SMKTM-4.1

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi untuk elemen dasar sistem mekanik meminta kamu **mengenali jenis sambungan dan memilih sambungan yang sesuai** untuk sebuah pekerjaan. Pada sub bab ini, fokusnya adalah sambungan tetap: paku keling dan las. Soal biasanya berupa cerita pekerjaan bengkel. Dalam cerita itu ada kendala, misalnya bagian dalam yang tidak dapat dijangkau, pelat yang sangat tipis, sambungan yang harus kedap, atau lembar kerja yang menetapkan jarak antarlubang. Tugasmu adalah menimbang kendala tersebut, lalu menunjuk sambungan atau ukuran yang paling tepat. Tidak ada hitungan beban atau kekuatan; yang ada hanyalah aritmetika sederhana untuk jarak lubang.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- membedakan sambungan tetap dan sambungan tidak tetap, serta menyebut contoh keduanya;
- menjelaskan bagian, jenis kepala, dan langkah pemasangan paku keling pejal dan paku keling pop;
- menghitung jarak minimum pusat paku ke tepi pelat dan jarak antarpaku menurut pedoman lembar kerja;
- mengenali lima jenis sambungan las dan alasan pelat tebal diberi kampuh;
- membandingkan paku keling dan las, lalu memilih yang cocok untuk kondisi tertentu.

◆ KONSEP INTI

Hampir semua benda buatan bengkel terdiri dari beberapa bagian yang harus dipersatukan: rangka gerobak, kap mesin, bak penampung, braket penyangga. Cara mempersatukan bagian-bagian itu disebut **sambungan**, dan memilih sambungan yang salah dapat membuat benda cepat kendur, bocor, atau sobek. Di Indonesia, bengkel kecil sampai karoseri memakai paku keling dan las setiap hari, sehingga keduanya wajib kamu kuasai dasarnya. Bagian ini menjelaskan jenis sambungan, cara kerja paku keling, aturan jaraknya, lima bentuk sambungan las, dan cara membandingkan keduanya.

1. Sambungan tetap dan sambungan tidak tetap

Sambungan dibagi dua menurut nasibnya bila suatu saat harus dibongkar.

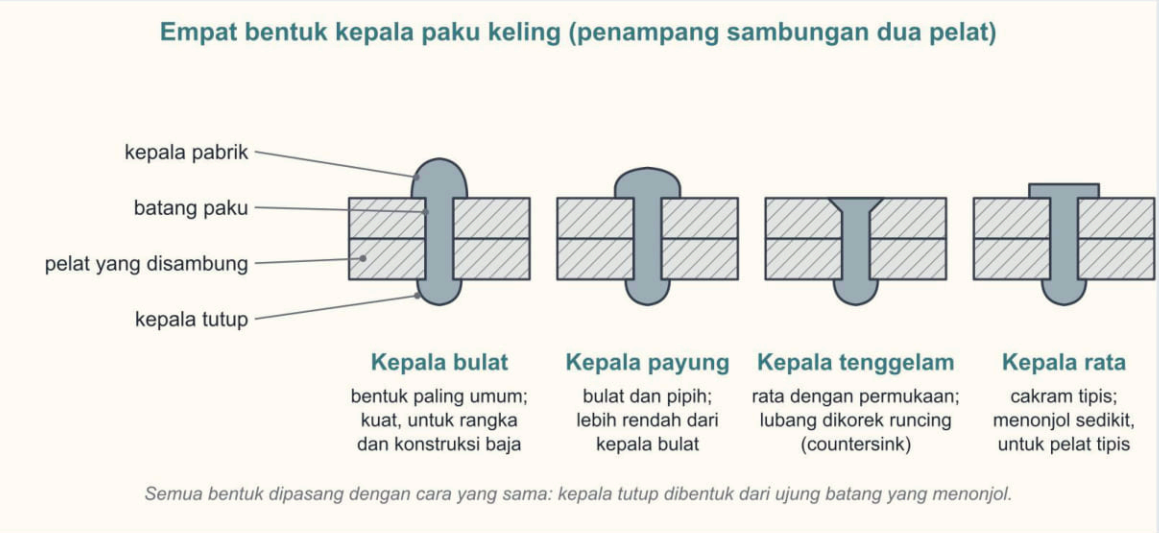
- **Sambungan tetap** tidak dapat dibongkar tanpa merusak sambungan itu sendiri atau bagian yang disambung. Contohnya paku keling dan las. Perekat (lem logam), solder, dan patri keras juga termasuk, tetapi tidak dibahas di sini.
- **Sambungan tidak tetap** dapat dibongkar dan dipasang berulang kali tanpa merusak.

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

Contohnya baut dengan mur, pasak, dan pen. Sambungan ini dibahas di sub bab 4.2. Pertanyaan pertama yang diajukan seorang juru bengkel selalu sama: "Bagian ini nanti dibongkar atau tidak?" Bila jawabannya ya, misalnya untuk perawatan atau penggantian, jangan pakai sambungan tetap. Bila jawabannya tidak, sambungan tetap biasanya lebih ringkas, lebih murah, dan lebih tahan getaran.

2. Paku keling: bagian dan jenis kepala

Paku keling (rivet) adalah batang logam pendek dengan kepala di salah satu ujungnya. Paku dimasukkan ke lubang yang menembus kedua pelat, lalu ujung batangnya dibentuk menjadi kepala kedua sehingga pelat terjepit di antara dua kepala. Lihat Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Bagian paku keling dan empat bentuk kepalanya: bulat, payung, tenggelam, dan rata. 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

Ada tiga bagian yang harus kamu kenal:

- **kepala pabrik**, yaitu kepala yang sudah ada sejak paku dibeli;
- **batang paku** (badan), bagian yang berada di dalam lubang;
- **kepala tutup**, kepala kedua yang baru dibentuk saat memasang.

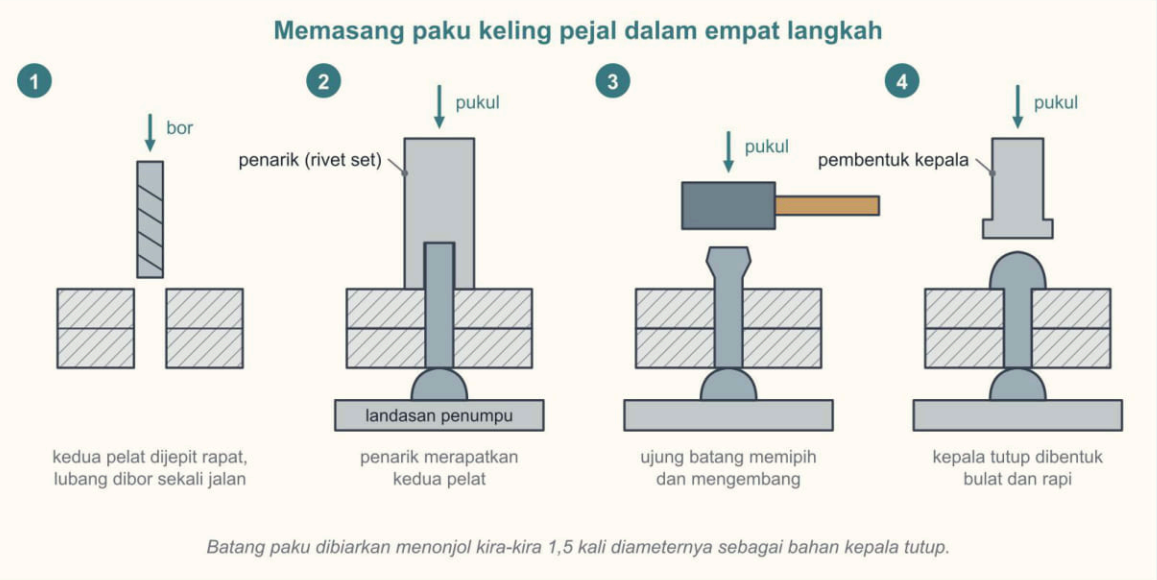
Bentuk kepala dipilih menurut kebutuhan permukaan:

Kepala	Ciri	Dipakai untuk
Bulat	tinggi, paling umum	rangka dan konstruksi baja yang tidak terganggu bila kepala menonjol
Payung	bulat tetapi lebih rendah	pelat tipis dan badan kotak
Tenggelam	rata dengan permukaan pelat; lubang dikorek runcing (countersink)	permukaan yang tidak boleh menonjol, misalnya yang bersinggungan dengan benda lain
Rata	cakram tipis	pelat tipis yang menonjol sedikit tidak masalah

Menurut bahannya, paku keling dibuat dari baja lunak, aluminium, atau tembaga. **Pilih bahan paku yang sejenis dengan pelat.** Pelat aluminium sebaiknya dipaku dengan paku aluminium, sebab dua logam yang berbeda jenis dan basah akan saling menggerogoti (korosi). Menurut cara pemasangannya, paku keling dibedakan menjadi **pejal** dan **pop**.

3. Paku keling pejal: cara memasang

Paku keling pejal adalah batang padat dengan satu kepala pabrik. Ia dipasang dari satu sisi sambil sisi lainnya ditahan, sehingga kedua sisi sambungan harus dapat dijangkau. Langkahnya terlihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Empat langkah memasang paku keling pejal: bor, masukkan dan rapatkan, pukul ujung batang, bentuk kepala tutup. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **Jepit dan bor.** Pelat dijepit rapat dan dibor sekaligus agar lubang keduanya segaris. Lubang dibuat sedikit lebih besar daripada batang paku, selisihnya kecil saja, dan tepinya dihaluskan

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

dari serpihan (gerinda ringan atau bor besar secukupnya).

2. **Masukkan paku dan rapatkan pelat.** Paku dimasukkan, kepala pabriknya diletakkan pada landasan penumpu, lalu penarik (rivet set) dipukul agar kedua pelat merapat tanpa celah.
3. **Pukul ujung batang.** Ujung batang yang menonjol, kira-kira 1,5 kali diameter paku, dipukul dengan palu sampai memipih dan mengembang sehingga lubang terisi penuh.
4. **Bentuk kepala tutup.** Pembentuk kepala (snap) diletakkan pada ujung batang lalu dipukul sampai kepala tutup bulat dan rapi.

Paku baja berdiameter besar pada konstruksi berat sering dipasang dalam keadaan panas. Setelah dingin, paku menyusut dan menarik kedua pelat semakin rapat. Di bengkel sekolah, paku kecil dari aluminium atau baja lunak dipasang dalam keadaan dingin seperti pada gambar.

Akibat bila salah: lubang terlalu besar membuat paku tidak mengisi lubang sehingga sambungan longgar; batang terlalu pendek membuat kepala tutup tidak terbentuk penuh; batang terlalu panjang membuat paku menekuk saat dipukul.

4. Paku keling pop

Paku keling pop (blind rivet, disebut juga paku keling tarik) lahir dari satu masalah: bagaimana menyambung bila hanya satu sisi yang dapat dijangkau? Paku ini terdiri dari **badan** berongga berkepala pipih, biasanya dari aluminium, dan **mandrel**, yaitu batang baja tipis berkepala kecil di ujungnya yang tembus di dalam badan. Cara memasang terlihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Memasang paku keling pop dalam empat langkah: bor, masukkan paku, tarik mandrel, mandrel putus. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **Bor lubang** kedua pelat dengan diameter yang sama (atau hanya sekitar 0,1 mm lebih besar) dengan diameter badan paku. Lubang yang jauh lebih besar tidak boleh dipakai, sebab badan paku tidak dapat mengembang cukup untuk menjepit.
2. **Masukkan paku** ke lubang dari sisi yang dapat dijangkau, lalu pasang mulut tang pada batang mandrel yang menonjol.
3. **Tarik mandrel** dengan menekan tang. Kepala mandrel tertarik ke dalam badan dan menggembungkan ujung badan di sisi buta, sehingga terbentuk kepala kedua yang menjepit

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

pelat.

4. **Mandrel putus** sendiri di titik patah ketika jepitan sudah cukup kuat. Bagian yang putus dibuang; sisanya tetap di dalam badan.

Pemilihan paku pop memperhatikan **panjang** (disesuaikan dengan tebal total pelat) dan diameter. Paku yang terlalu pendek tidak dapat menjepit; yang terlalu panjang membuat badan menekuk. Keselamatan: pakai kacamata, karena mandrel yang putus dapat terlempar, dan haluskan tepi lubang agar tidak melukai tangan.

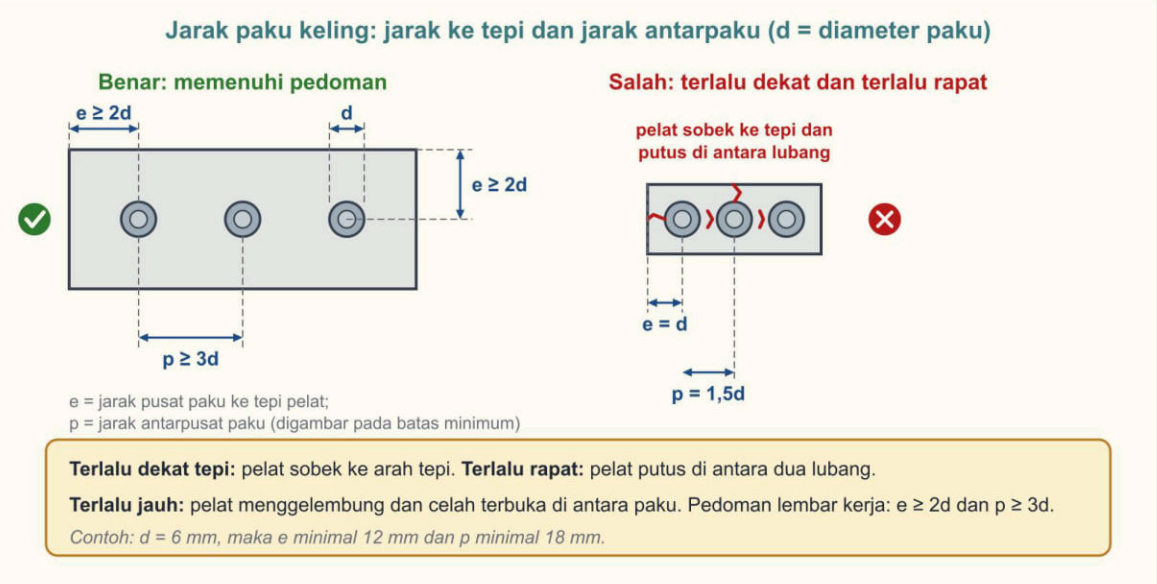
Paku keling pop tidak sekuat paku pejal. Ia cocok untuk pelat tipis dan beban ringan, seperti penutup, papan nama, dan kap, bukan untuk konstruksi yang menahan beban besar. Keunggulan utamanya: **dipasang dari satu sisi**, cepat, tanpa panas, dan tanpa listrik.

5. Jarak tepi dan jarak antarpaku

Setiap lubang paku melemahkan pelat. Karena itu, letak lubang harus diatur. Buku ini mengikuti pedoman lembar kerja bengkel berikut, dengan **d** adalah diameter paku keling:

- **jarak pusat paku ke tepi pelat (e)** minimal **2d**;
- **jarak antarpusat paku (p)** minimal **3d**.

Angka ini adalah pedoman umum untuk latihan. Buku teks lain kadang memakai 1,5d sampai 2d untuk jarak tepi; pada soal TKA, pakailah angka yang diberikan lembar kerja di dalam soal.



Gambar 4.4 Jarak e dan p pada sambungan paku keling, dengan contoh yang benar dan yang salah. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gambar 4.4 menunjukkan mengapa aturan ini ada.

- **Terlalu dekat tepi:** bagian pelat di antara lubang dan tepi terlalu sempit, sehingga mudah sobek ke arah tepi.
- **Terlalu rapat:** bagian pelat di antara dua lubang terlalu sempit, sehingga mudah putus di antara lubang.
- **Terlalu jauh:** pelat di antara paku tidak terjepit dan dapat menggelembung, dan celah terbuka (penting bila sambungan harus rapat air).

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

Cara menghitungnya sederhana: kalikan diameter paku dengan 2 untuk jarak tepi dan dengan 3 untuk jarak antarpaku. Jangan tertukar: **tepi memakai 2d, antarpaku memakai 3d**. Tepi samping, yang sejajar baris paku, juga dihitung sebagai tepi: jarak pusat paku ke tepi samping pun minimal 2d.

6. Membongkar paku keling

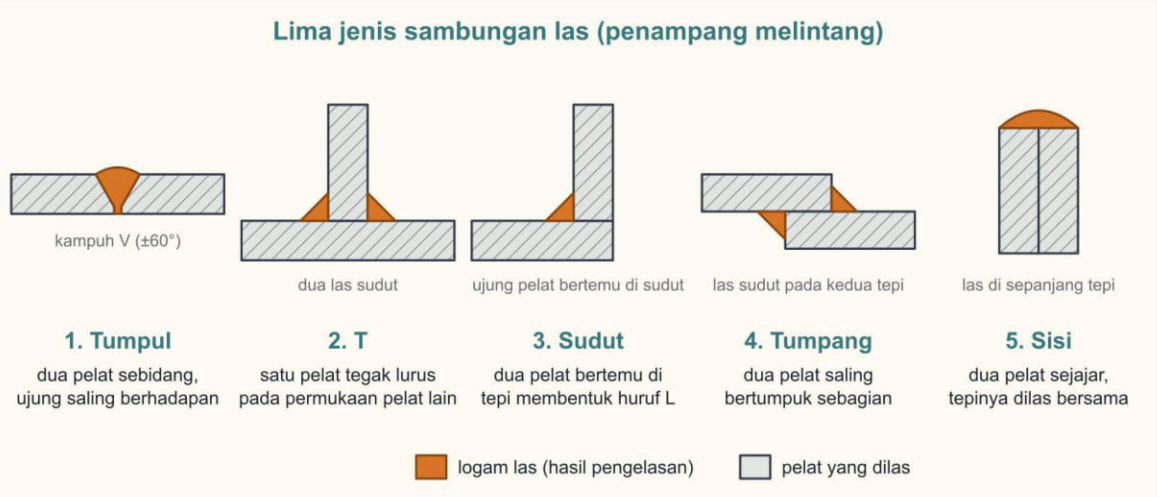
Walaupun termasuk sambungan tetap, paku keling kadang harus dibongkar, misalnya saat engsel atau braket diganti. Pelatnya harus tetap utuh bila akan dipakai lagi. Langkah yang umum:

1. **Titik pusat kepala** dengan penitik agar mata bor tidak meleset.
2. **Bor kepala** dengan mata bor yang **lebih kecil dari diameter batang paku** (satu ukuran di bawahnya), sedalam kepala saja. Mata bor sebesar batang akan memperbesar atau merusak lubang.
3. **Patahkan kepala** yang sudah tipis dengan pahat kecil dan palu, atau congkel pelan.
4. **Tumbuk batang paku keluar** memakai penumbuk pena, lalu bersihkan lubang.

Menggerinda kepala sampai rata melukai permukaan pelat dan tidak membebaskan batangnya. Memakai mata bor yang sebesar atau lebih besar daripada batang membuat lubang membesar, sehingga paku pengganti ukuran yang sama akan longgar.

7. Sambungan las: lima jenis

Las menyambung dua bagian logam dengan melelehkan bagian pinggirnya (dan kawat las) sehingga keduanya menyatu setelah dingin. Pada buku ini las yang dibahas adalah las busur listrik **SMAW** posisi datar (lihat sub bab 2.7). Sambungan las menurut letak kedua bagiannya ada lima jenis, seperti pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Lima jenis sambungan las: tumpul, T, sudut, tumpang, dan sisi. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Jenis	Letak kedua pelat	Contoh pemakaian	Bentuk las
Tumpul (butt)	sebidang, ujung berhadapan	menyambung pelat lantai, pipa	las alur (kampuh)
T	satu pelat tegak lurus di permukaan pelat lain	kaki meja pada pelat dudukan	las sudut di satu atau kedua sisi
Sudut (corner)	bertemu di tepi membentuk huruf L	pojok kotak, rangka	las sudut atau las alur
Tumpang (lap)	bertumpuk sebagian	tambalan pelat, penyambung pelat tipis	las sudut di tepi pelat
Sisi (edge)	sejajar, tepi dilas bersama	pelat tipis yang disatukan tepinya	las di sepanjang tepi

Kampuh adalah celah berbentuk alur yang dibuat pada ujung pelat sebelum dilas tumpul. Pelat tipis (kira-kira sampai 3 mm) cukup dilas tumpul dengan celah rapat tanpa kampuh. Pelat yang lebih tebal diberi kampuh agar logam las dapat menembus sampai dasar sambungan dan bukan hanya menutupi permukaan. Bentuk yang paling umum adalah **kampuh V**: kedua ujung pelat dipotong miring sehingga membentuk sudut kira-kira 60° bila dipertemukan, dengan celah akar yang kecil dan bidang akar yang sempit di dasar. Untuk pelat yang sangat tebal dan dapat dilas dari dua sisi dipakai kampuh X (V ganda). Ukuran kampuh yang tepat selalu mengikuti prosedur pengelasan bengkel.

Las sudut (segitiga logam las di sudut pelat, tampak pada jenis T, sudut, dan tumpang) tidak memerlukan kampuh, tetapi harus mengisi sudut itu sampai rapat.

Tiga hal penting dari las:

- **Kedap.** Logam las menutup seluruh celah sehingga las yang baik dapat menahan cairan dan gas. Karena itu las dipilih untuk bak air, tangki, dan pipa.
- **Panas menimbulkan distorsi.** Pelat yang dipanasi memuai lalu menyusut waktu dingin, sehingga pelat tipis mudah melengkung (distorsi). Pelat yang sangat tipis sulit dilas rapi.
- **Bahan harus cocok.** Dua logam yang titik leburnya dan sifatnya jauh berbeda, misalnya aluminium dan baja, tidak dapat dilas SMAW menjadi satu sambungan yang baik. Untuk itu dipakai paku keling atau baut.

8. Membandingkan paku keling dan las

Pertimbangan	Paku keling	Las
Panas	tanpa panas, pelat tidak melengkung	memakai panas; pelat tipis dapat melengkung
Bahan berbeda	dapat (pilih paku sejenis pelat)	sulit bila sifat dan titik lebur jauh berbeda
Kedap	tidak, kecuali diberi perapat	ya, bila lasnya baik
Lubang	melemahkan pelat dan perlu diatur jaraknya	tanpa lubang

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

Akses	pejal: dua sisi; pop: satu sisi	umumnya cukup dari sisi las
Peralatan	bor, palu, tang pop	mesin las, kap las, listrik
Dibongkar	sulit, harus dibor	sangat sulit, harus dipotong atau digerinda

Tidak ada sambungan yang selalu terbaik. Pilihannya bergantung pada bahan, tebal, tuntutan kedap, akses, dan alat yang tersedia.

9. Keselamatan kerja

- **Las:** pakai kap las dengan kaca penyaring, sarung tangan kulit, apron, dan sepatu tertutup; singkirkan bahan mudah terbakar dari sekitar tempat las. **Jangan mengelas wadah bekas bahan bakar atau minyak** sebelum dibersihkan dan dibebaskan dari uapnya, sebab uap dapat meledak.
- **Bor:** jepit pelat dengan ragum atau klem, jangan dipegang dengan tangan; pakai kacamata pelindung.
- **Paku keling:** pegang palu pada tangkainya dengan benar, pakai kacamata saat memukul dan saat memasang paku pop.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Panjang minimum baris paku keling

Kelompok PKL membuat penutup bak air dari pelat baja 2 mm. Pelat disambung dengan paku keling pejal Ø4 mm dalam satu baris sepanjang tepi, berisi empat paku. Berapa panjang pelat sepanjang baris itu minimal, dan berapa lebarnya, menurut pedoman 2d dan 3d?

Langkah:

1. d = 4 mm. Jarak ke tepi minimal 2d = 2 × 4 = 8 mm. Jarak antarpaku minimal 3d = 3 × 4 = 12 mm.
2. Empat paku sebaris memiliki **tiga** jarak antarpaku: 3 × 12 = 36 mm.
3. Di kedua ujung baris ada jarak ke tepi: 2 × 8 = 16 mm.
4. Panjang minimal = 36 + 16 = 52 mm.
5. Untuk lebar, pusat paku harus 8 mm dari kedua tepi samping: 2 × 8 = 16 mm.

Jawaban: panjang minimal 52 mm dan lebar minimal 16 mm.

Contoh 2: Memeriksa gambar rencana

Gambar kerja sebuah braket menetapkan paku keling Ø3 mm, jarak pusat paku ke tepi pelat 5 mm, dan jarak antarpaku 10 mm. Apakah gambar itu memenuhi pedoman? Bila tidak, bagaimana memperbaikinya?

Langkah:

1. d = 3 mm. Batas jarak tepi: 2d = 6 mm. Batas jarak antarpaku: 3d = 9 mm.
2. Bandingkan jarak tepi: 5 mm kurang dari 6 mm, sehingga **tidak memenuhi**.

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

3. Bandingkan jarak antarpaku: 10 mm lebih dari 9 mm, sehingga **memenuhi**.
4. Perbaikan: geser lubang ke tepi sehingga jaraknya minimal 6 mm (misalnya 7 mm) dan lebarkan pelat bila perlu; jarak antarpaku tidak perlu diubah.

Jawaban: tidak memenuhi karena jarak ke tepi terlalu kecil. Perbaiki dengan menggeser lubang menjauhi tepi sampai minimal 6 mm.

Contoh 3: Memilih sambungan untuk tiga pekerjaan

Sebuah bengkel mendapat tiga pekerjaan. Tentukan sambungan yang paling tepat dan alasannya.

- **A.** Memasang papan nama dari pelat aluminium 1 mm pada tiang pipa baja bulat berongga; hanya sisi luar yang dapat dijangkau.
- **B.** Membuat bak penampung air hujan dari pelat baja 4 mm yang tidak boleh bocor.
- **C.** Menyambung pelat aluminium 2 mm dengan pelat baja 3 mm pada pelindung sabuk; kedua sisi mudah dijangkau.

Langkah:

1. A: akses satu sisi, bahan aluminium tipis (mudah melengkung oleh panas), beban ringan, sehingga **paku keling pop**.
2. B: tuntutannya kedap dan bahannya baja satu jenis, sehingga **las** (dengan kampuh atau las sudut sesuai bentuk sambungan).
3. C: bahan berbeda (aluminium dan baja), kedua sisi dapat dijangkau, beban ringan sampai sedang. Las tidak cocok untuk logam berbeda, sehingga **paku keling pejal** dari aluminium (sejenis pelat tipis) atau paku pop.

Jawaban: A paku keling pop; B las; C paku keling pejal (paku pop juga dapat diterima untuk beban ringan).

Contoh 4: Mengenali jenis sambungan las

Seorang siswa membuat meja kerja las. Tentukan jenis sambungan lasnya.

- **a.** Dua pelat tebal 6 mm dirapatkan ujung ke ujung membentuk satu permukaan datar.
- **b.** Kaki dari pipa persegi berdiri tegak di tengah permukaan pelat dudukan.
- **c.** Dua pelat pengaku bertemu di tepi luar pojok membentuk huruf L.
- **d.** Pelat tab kecil ditumpuk di atas pelat dan dilas pada tepinya.

Langkah:

1. (a) sebidang, ujung berhadapan: **sambungan tumpul**. Tebal 6 mm lebih dari sekitar 3 mm, sehingga perlu **kampuh V** agar logam las menembus sampai dasar.
2. (b) berdiri tegak di tengah permukaan: **sambungan T** dengan las sudut di sekelilingnya.
3. (c) bertemu di tepi membentuk L: **sambungan sudut**.
4. (d) bertumpuk: **sambungan tumpang** dengan las sudut di tepi.

Jawaban: (a) tumpul dengan kampuh V, (b) T, (c) sudut, (d) tumpang.

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

❖ PETA KONSEP

Ringkasan seluruh sub bab ini dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Peta konsep sub bab 4.1. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- Sambungan tetap (paku keling, las) tidak dapat dibongkar tanpa merusak; sambungan tidak tetap (baut, pasak) dapat dibongkar.
- Paku keling pejal perlu dua sisi; paku keling pop cukup satu sisi dan cocok untuk pelat tipis dengan beban ringan.
- Pedoman jarak: ke tepi minimal 2d, antarpaku minimal 3d (d = diameter paku).
- Lima jenis sambungan las: tumpul, T, sudut, tumpang, sisi; pelat tebal sebidang diberi kampuh V.
- Las kedap dan tanpa lubang tetapi memakai panas dan tidak cocok untuk bahan yang sifatnya jauh berbeda.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

1. **Tulis kendala dalam cerita:** akses satu sisi atau dua sisi, tebal pelat, kedap atau tidak, bahan sama atau berbeda, akan dibongkar atau tidak.
2. **Cocokkan kendala dengan sifat sambungan** (tabel perbandingan) lalu coret pilihan yang melanggar satu kendala saja.
3. **Untuk soal jarak,** tulis d, hitung 2d dan 3d, lalu periksa setiap angka pada pilihan terhadap batasnya satu per satu.

Jebakan yang sering dipasang:

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

- **Jarak tepi dan jarak antarpaku tertukar,** atau pakai 2d untuk keduanya.
- **Las dianggap selalu paling kuat,** padahal bahan beda jenis atau pelat tipis membuat las bermasalah.
- **Paku pop dianggap sekuat paku pejal.** Paku pop cocok beban ringan.
- **Lubang dibuat jauh lebih besar agar paku mudah masuk,** padahal badan paku harus mengisi lubang.
- **Kampuh dianggap perlu pada semua las,** padahal las sudut dan pelat tipis tidak memerlukannya.

> Contoh salah tafsir: pada soal tentang pelat aluminium tipis yang harus disambung ke rangka dan bagian dalamnya tidak dapat dijangkau, seorang siswa memilih las karena "las paling kuat". Padahal dua kendala di soal itu, panas yang melengkungkan pelat tipis dan akses satu sisi, justru membuat las dan paku pejal bermasalah.

BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut meminta kamu memilih sambungan untuk pekerjaan dengan beberapa kendala sekaligus: akses, tebal bahan, dan panas. Cara berpikirnya: tulis setiap kendala di sebuah daftar, nilai tiap pilihan terhadap kendala itu satu per satu, dan eliminasi pilihan yang melanggar satu kendala pun. Pilihan yang tersisa itu adalah jawabannya.

►. Bengkel sekolah membuat kotak panel dari rangka pipa kotak aluminium yang tertutup rapat dan pelat aluminium tebal 1,5 mm (2027). Pelat harus dipasang permanen ke rangka, tetapi bagian dalam pipa tidak dapat dijangkau tangan maupun alat. Pelat juga tipis sehingga mudah melengkung bila terkena panas.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Sambungan yang paling tepat adalah ....

A. Paku keling pejal yang dipukul dari dua sisi dengan penumpu
B. Las SMAW titik-titik pendek agar panas tidak menumpuk
C. Paku keling tarik aluminium dengan lubang sesuai diameternya
D. Baut dan mur kecil yang dikencangkan dari dalam pipa
E. Paku keling tarik dengan lubang jauh lebih besar agar mudah masuk

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

Pembahasan **Kunci: C**

Konsep: Paku keling tarik (blind rivet) dipasang dan dikunci dari satu sisi sehingga cocok untuk benda berongga. Lubang dibor sedikit lebih besar dari diameter paku keling agar paku tetap rapat dan kuat; bahan paku keling sebaiknya sejenis dengan pelat.

Langkah:

1. Bagian dalam pipa tidak terjangkau → butuh sambungan dari satu sisi.
2. Pelat tipis mudah melengkung karena panas → hindari las.
3. Pilih paku keling tarik aluminium dengan lubang sesuai ukuran.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Paku keling pejal membutuhkan penumpu di sisi belakang, padahal bagian dalam pipa tidak terjangkau.
- **B.** ✗ SMAW tidak cocok untuk aluminium tipis dan panasnya membuat pelat melengkung.
- **C.** ✓ Dipasang dari satu sisi, permanen, dan bahannya sejenis.
- **D.** ✗ Mur di dalam pipa tidak dapat dipegang atau dikencangkan.
- **E.** ✗ Jebakan: jenis paku kelingnya benar, tetapi lubang yang terlalu besar membuat sambungan longgar dan mudah lepas.

Jawaban: C.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk soal pertama, tulis dulu jenis sambungan yang kamu butuhkan sebelum membaca pilihan. Untuk soal kedua, tulis dulu batas 2d dan 3d.

1. Bengkel las membuat alas tangki air dari dua lembar pelat baja tebal 8 mm yang harus disambung sebidang (2027). Permukaan atas alas harus rata tanpa tumpukan pelat, dan sambungan harus kedap air serta kuat sampai seluruh tebal pelat. Pengelasan dilakukan dengan SMAW posisi datar dari sisi atas.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Jenis sambungan yang paling tepat adalah ....

A. Sambungan tumpang, pelat ditumpuk 30 mm lalu dilas kedua tepinya
B. Sambungan T, satu pelat ditegakkan di atas pelat lainnya
C. Sambungan sudut, kedua pelat bertemu membentuk sudut 90°
D. Sambungan tumpul tanpa kampuh, kedua tepi pelat dirapatkan
E. Sambungan tumpul dengan kampuh V dan celah akar sesuai prosedur

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

2. Sambungan paku keling pejal Ø5 mm pada pelat baja tebal 3 mm untuk bak gerobak robek di bagian tepi setelah dipakai (2027). Lubang dibuat 6 mm dari tepi pelat dan jarak antarlubang 12 mm. Lembar kerja menetapkan jarak pusat paku ke tepi pelat minimal 2d dan jarak antarpaku minimal 3d, dengan d = diameter paku keling.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Perbaikan rancangan yang paling tepat adalah ....

A. Memakai paku keling Ø8 mm pada lubang yang sama setelah diperbesar
B. Jarak ke tepi minimal 10 mm dan jarak antarpaku minimal 15 mm
C. Jarak ke tepi minimal 10 mm dan jarak antarpaku tetap 12 mm
D. Menambah paku keling di antara lubang lama dengan jarak 6 mm
E. Jarak ke tepi minimal 15 mm dan jarak antarpaku minimal 10 mm

Kunci singkat: 1. E 2. B

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menjelaskan mengapa paku keling pop dipilih bila hanya satu sisi yang dapat dijangkau?
- Bila diameter paku keling 6 mm, dapatkah kamu menyebut jarak minimal ke tepi dan jarak minimal antarpaku tanpa melihat catatan?
- Mengapa pelat tebal yang dilas tumpul diberi kampuh?
- **Yang harus kuingat:** sambungan tetap tidak dibongkar; pop satu sisi, pejal dua sisi; tepi 2d, antarpaku 3d; lima jenis las.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 4.1: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktm&node=SMKTM-4.1

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

Sub bab 4.2 · Sambungan baut dan pasak

SMKTM-4.2

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu **menjelaskan dan memilih sambungan tidak tetap**, yaitu sambungan yang dapat dibongkar-pasang: baut, mur, ring, dan pasak. Soal biasanya berupa cerita perawatan atau perakitan di bengkel. Dalam cerita itu ada baut yang kendur karena getaran, panjang baut yang harus dipilih dari daftar, flens yang harus dikencangkan, atau puli yang berputar bebas di porosnya. Yang diuji adalah pemahamanmu tentang bagian-bagian sambungan, cara memilih ukuran yang tepat, cara mengamankan mur, dan urutan kerja yang benar. Hitungannya hanya penjumlahan sederhana untuk panjang baut dan persentase torsi.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menyebut bagian baut, mur, dan ring, serta membaca ukuran ulir metrik seperti M12 × 1,75;
- menghitung panjang baut yang tepat dari tebal bagian yang disambung, ring, mur, dan kelebihan ulir;
- menjelaskan empat cara mengamankan mur dan memilih cara yang cocok untuk kondisi tertentu;
- menerapkan urutan mengencangkan baut secara bertahap dan bersilang dengan kunci momen;
- menjelaskan fungsi dan pemasangan pasak pada sambungan puli, roda gigi, atau roda dengan poros.

◆ KONSEP INTI

Mesin yang bekerja akan bergetar, dan getaran adalah musuh sambungan. Baut yang kendur dapat membuat dudukan motor goyang, flens bocor, atau roda terlepas. Karena itu, sambungan baut dan pasak bukan sekadar "memutar mur sampai keras". Ada cara memilih ukuran, cara mengencangkan, dan cara mengamankan yang harus diikuti. Di Indonesia, baut dan mur dari ukuran M6 sampai M24 ada di hampir setiap bengkel. Sub bab ini menjelaskan semua bagiannya dan penggunaannya yang benar. Sambungan jenis ini disebut sambungan tidak tetap (bandingkan dengan sub bab 4.1) karena dapat dibongkar tanpa merusak.

1. Baut, mur, dan ring

Baut adalah batang berulir luar dengan kepala di salah satu ujungnya. **Mur** adalah komponen berlubang berulir dalam yang diputar pada baut. Bila baut dimasukkan ke lubang tembus lalu diikat dengan mur di sisi seberang, kedua bagian yang disambung terjepit di antara kepala dan mur. Gambar 4.7 menunjukkan bagian-bagiannya.

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



Gambar 4.7 Bagian baut (kepala, batang polos, ulir, ujung), cara membaca ukuran ulir metrik, serta ring datar, ring pegas, dan mur segi enam. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Bagian baut:

- **kepala**, tempat kunci memegang baut;
- **batang polos** (tanpa ulir), yang menahan geseran antara dua pelat;
- **ulir**, bagian bergelombang yang berpasangan dengan mur;
- **ujung baut**, yang biasanya runcing sedikit agar mur mudah masuk.

Ring (washer) adalah cincin tipis yang dipasang di bawah kepala atau di bawah mur. Ada beberapa jenis:

- **Ring datar** menyebarkan tekanan mur pada permukaan yang lebih luas, sehingga permukaan benda tidak tergores atau penyok. Ring ini juga dipakai untuk menutup lubang yang lebih besar daripada baut.
- **Ring pegas** (ring per) berbentuk cincin terbelah. Pegasnya menekan mur sehingga gesekan bertambah dan mur lebih sulit memutar balik.
- **Ring bergigi** punya gerigi yang menggigit permukaan; dipakai pada permukaan logam yang rata.

Urutan pada sambungan: kepala baut, pelat, ring datar, ring pegas (bila ada), lalu mur. Ring datar menempel pada pelat, dan ring pegas berada tepat di bawah mur.

2. Ukuran ulir metrik dan kelas baut

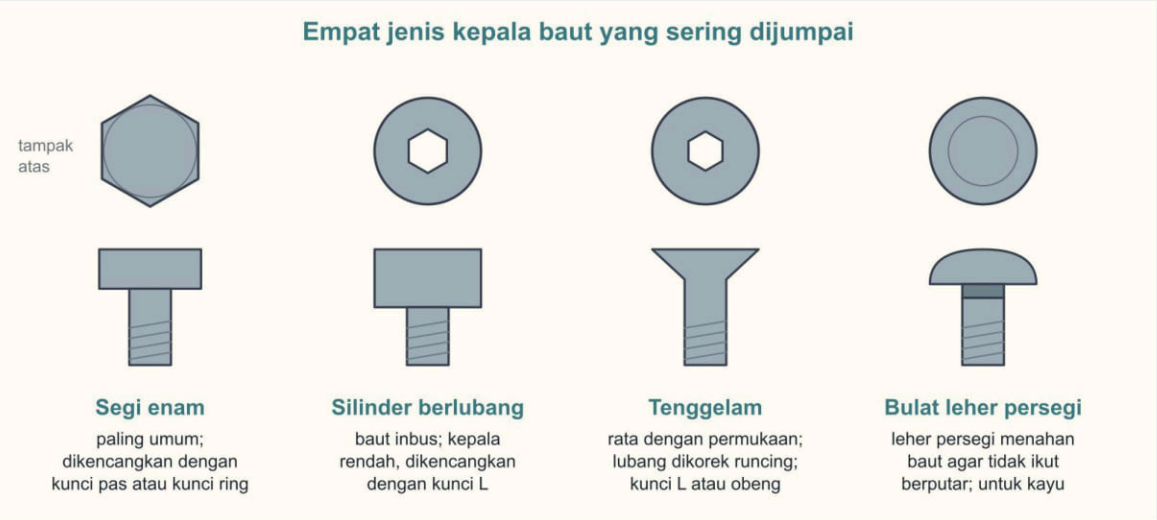
Ukuran baut dituliskan dalam kode, misalnya **M12 × 1,75** (lihat kotak pada Gambar 4.7). Huruf **M** berarti ulir metrik, angka **12** adalah diameter luar ulir 12 mm, dan **1,75** adalah **kisar**, yaitu jarak antarpuncak ulir dalam milimeter. Untuk tiap diameter ada **ulir kasar** (kisar besar, yang paling umum, mis. M12 × 1,75) dan **ulir halus** (kisar kecil, mis. M12 × 1,25). Baut hanya cocok dengan mur yang diameter dan kisarnya sama. Memaksa memasukkan mur yang kisarnya berbeda merusak ulir.

Pada kepala baut sering ada angka seperti **8.8** atau **10.9**. Itu adalah kelas kekuatan: makin besar angkanya, makin kuat bautnya. Untuk mesin yang menahan getaran atau beban, pakai baut yang kelasnya sama atau lebih tinggi daripada yang ditetapkan pabrik, bukan yang lebih rendah. Mengganti baut sembarangan dengan baut yang tidak diketahui kelasnya adalah kebiasaan berisiko.

3. Jenis kepala baut

Bentuk kepala menentukan alat yang dipakai dan ruang yang diperlukan (Gambar 4.8).

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



Gambar 4.8 Empat jenis kepala baut: segi enam, silinder berlubang segi enam (inbus), tenggelam, dan bulat berleher persegi. 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

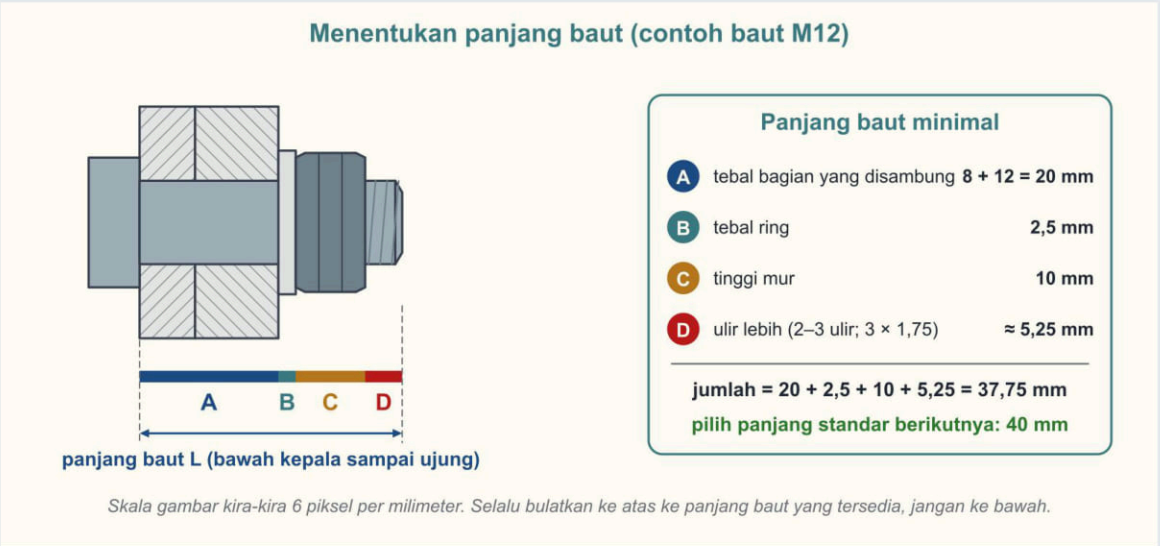
Kepala	Dikencangkan dengan	Kelebihan
Segi enam	kunci pas atau kunci ring	paling umum, dapat dikencangkan kuat
Silinder berlubang segi enam (inbus)	kunci L (kunci inbus)	kepala rendah dan dapat ditanam dalam lubang
Tenggelam	kunci L atau obeng	rata dengan permukaan, untuk permukaan yang harus licin
Bulat berleher persegi	kunci pas pada mur	leher persegi mengunci baut agar tidak ikut berputar, umum pada kayu

Selain baut dengan mur, ada **sekrup** yang ulirnya masuk langsung ke lubang berulir di benda (tanpa mur), dan **baut tanam** (stud), batang berulir kedua ujung yang tertanam di satu benda. Ketiganya sama-sama sambungan tidak tetap.

4. Menentukan panjang baut

Baut terlalu pendek tidak dapat menjepit karena mur tidak mendapat ulir cukup. Baut terlalu panjang boros, menonjol, dan dapat mengenai benda lain. Panjang baut **L** diukur dari bawah kepala sampai ujung baut (Gambar 4.9). Untuk baut berkepala segi enam, panjang yang tepat dihitung dengan menjumlahkan empat bagian:

L minimal = tebal bagian yang disambung + tebal ring + tinggi mur + kelebihan ulir



Gambar 4.9 Empat bagian yang dijumlahkan untuk menentukan panjang baut, dengan contoh M12. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **A. Tebal bagian yang disambung:** jumlah tebal semua pelat atau benda yang dijepit.
- **B. Tebal ring:** semua ring yang dipasang (datar, pegas). Ring pegas juga dihitung.
- **C. Tinggi mur:** kira-kira 0,8 kali diameter baut. Untuk ukuran umum: M8 sekitar 6,5 mm, M10 sekitar 8 mm, M12 sekitar 10 mm.
- **D. Kelebihan ulir:** ujung baut perlu menonjol sekitar **2 sampai 3 ulir** di luar mur, supaya

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

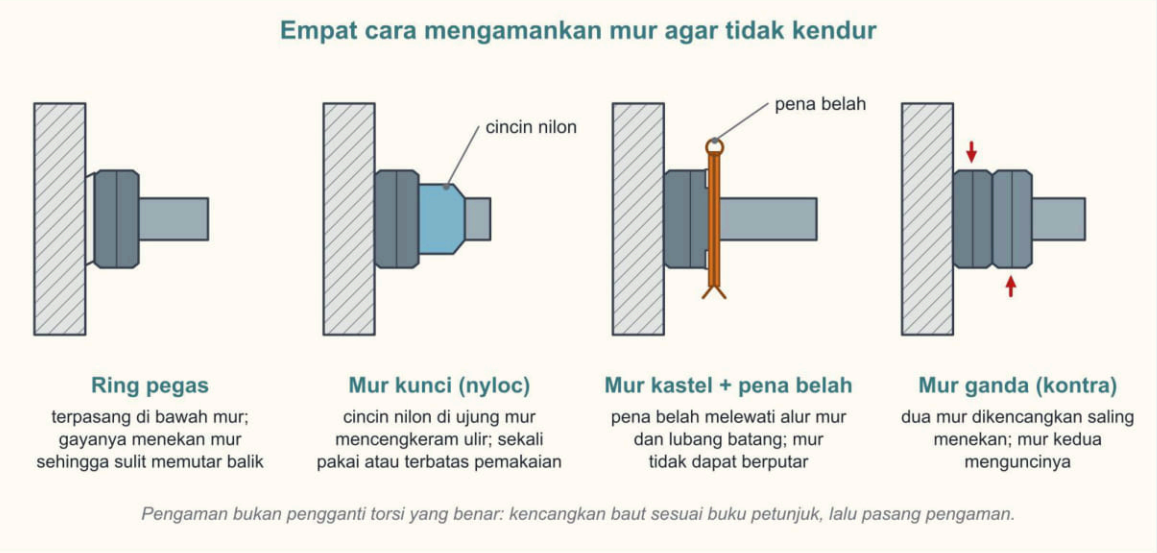
ulir mur berpegangan penuh dan baut dapat dilihat serta diperiksa. Satu ulir sama dengan satu kisar, sehingga 3 ulir pada M12 (kisar 1,75) kira-kira 5,25 mm.

Hasil penjumlahan hampir tidak pernah tepat bertemu panjang yang dijual. Baut dijual dalam panjang standar, misalnya 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50 mm. Karena itu **pilih panjang standar yang pertama kali lebih besar dari hasil hitung**, bukan yang lebih kecil. Bila hasilnya 37,75 mm, pilih 40 mm. Memilih 35 mm membuat ujung baut tidak muncul dari mur.

Akibat memilih salah: baut terlalu pendek membuat sedikit ulir mur bertemu ulir baut; saat dikencangkan, ulirnya mudah rusak atau mur lepas. Baut jauh lebih panjang membuat ulir yang menonjol dapat tersandung oleh tangan atau benda lain, dan membuat baut lebih mudah menekuk.

5. Mur kendur dan cara mengamankannya

Getaran dapat memutar mur sedikit demi sedikit ke arah longgar, sampai kendur. Ada empat cara umum mengamankan mur (Gambar 4.10).



Gambar 4.10 Empat cara mengamankan mur: ring pegas, mur kunci nilon, mur kastel dengan pena belah, dan mur ganda. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

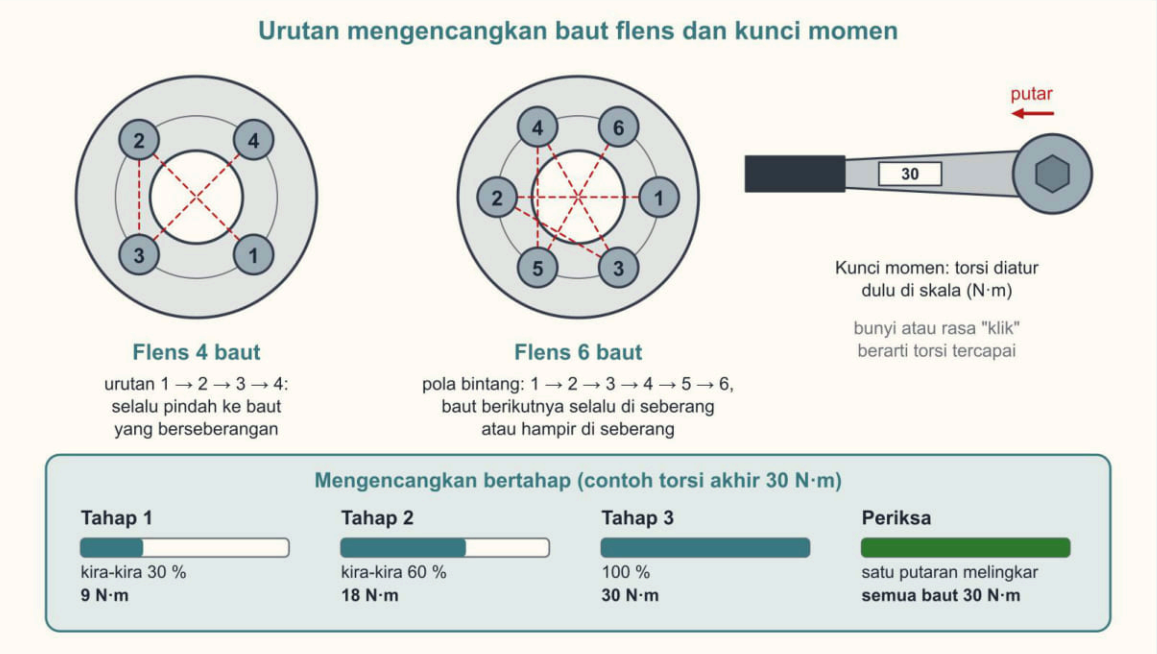
1. **Ring pegas.** Ring terbelah dipasang di bawah mur. Pegasnya terus menekan sehingga gesekan antara mur dan permukaan tetap ada walaupun bergetar. Cukup untuk beban ringan sampai sedang.
2. **Mur kunci (nyloc).** Di ujung mur ada cincin nilon yang mencengkeram ulir baut. Cocok untuk mesin yang terus bergetar. Cincin nilon aus bila mur dibuka-pasang berkali-kali, sehingga mur sebaiknya diganti bila sudah longgar saat diputar.
3. **Mur kastel dan pena belah.** Mur kastel punya alur seperti mahkota benteng. Setelah dikencangkan, pena belah (splin) dimasukkan melalui alur mur dan lubang pada batang baut. Mur tidak dapat berputar karena terhalang pena. Dipakai pada poros roda dan bagian yang kegagalannya berbahaya. Pena belah bekas diganti dengan yang baru.
4. **Mur ganda (kontra).** Dua mur dipasang berurutan; mur kedua dikencangkan melawan mur pertama sehingga keduanya saling mengunci.

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

Syarat penting: **kencangkan baut sesuai torsi dahulu, baru pasang pengaman.** Pengaman hanya mencegah mur berputar balik, tidak menggantikan kekencangan yang benar. Ring pegas juga tidak dipasang pada lubang lonjong atau lubang yang jauh lebih besar dari baut tanpa ring datar yang lebar, sebab ring pegas yang kecil akan terbenam.

6. Kunci momen dan urutan mengencangkan

Mengencangkan baut dengan "perasaan" berbahaya: terlalu kencang dapat membuat baut mulur atau putus dan merusak ulir; terlalu longgar membuat sambungan kendur atau bocor. Karena itu pabrik menetapkan **torsi pengencangan**, yaitu besar puntiran pada mur dalam satuan **newton-meter (N·m)**. Torsi itu dikencangkan dengan **kunci momen**, yaitu kunci yang berbunyi atau terasa "klik" ketika torsi yang diatur di skalanya sudah tercapai (Gambar 4.11).



Gambar 4.11 Urutan mengencangkan baut flens empat dan enam baut, kunci momen, dan tahapan torsi. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Penggunaan kunci momen yang benar:

1. **Atur** torsi pada skala sesuai buku petunjuk.
2. **Pasang** soket pada kepala baut atau mur dan tarik pelan-pelan pada pegangan, bukan menyentak.
3. **Berhenti** begitu terdengar atau terasa klik; jangan dilanjutkan.
4. **Kembalikan** skala ke angka terendah setelah selesai agar pegas dalamnya tidak melemah.
5. **Jangan** memakai kunci momen untuk melonggarkan baut dan jangan menambah pipa pada pegangannya.

Pada flens atau tutup yang memakai banyak baut, **urutan mengencangkan** sama pentingnya dengan besar torsi. Bila satu baut dikencangkan penuh dulu, flens akan miring dan paking atau permukaannya tertekan tidak merata sehingga bocor atau retak. Aturannya:

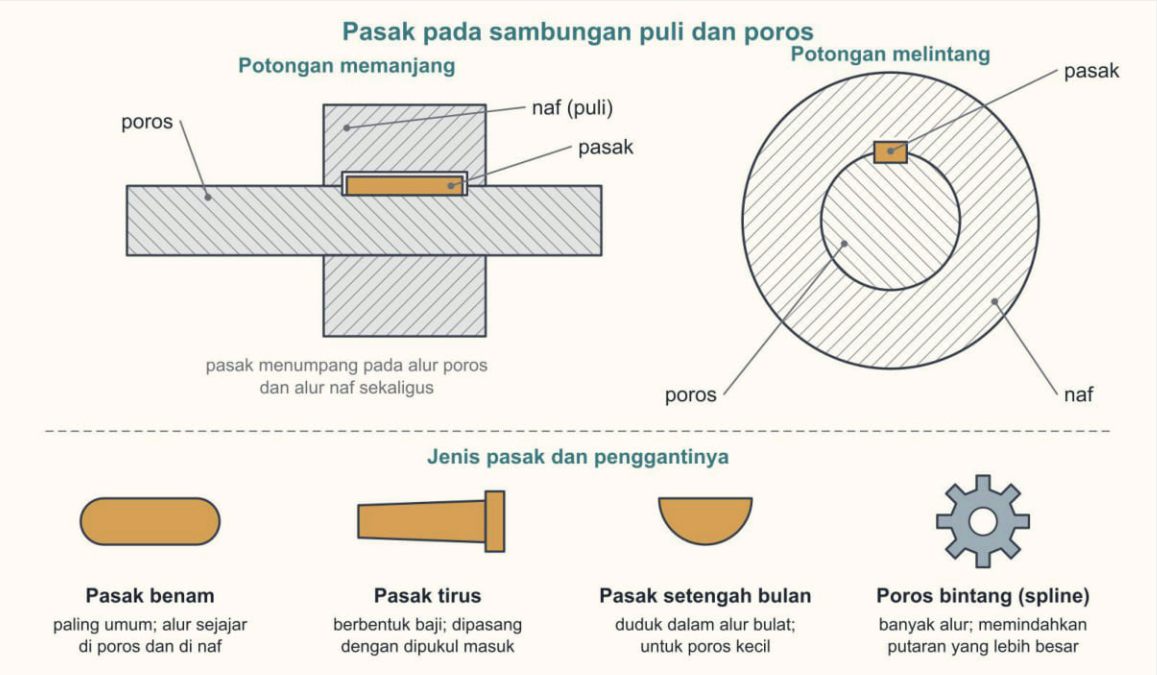
1. Pasang semua baut dan kencangkan dengan tangan sampai pas.
2. Kencangkan **secara bersilang** (pola bintang atau diagonal), pindah selalu ke baut di seberangnya, seperti pada Gambar 4.11.
3. Lakukan **bertahap**: kira-kira 30 % dari torsi akhir, lalu 60 %, lalu 100 %.
4. Lakukan satu putaran terakhir mengikuti urutan melingkar pada 100 % untuk memastikan semua baut tercapai.

Kelengkapan keselamatan: pilih kunci pas atau ring yang ukurannya tepat (kunci terlalu besar membulatkan sudut mur), tarik kunci ke arah badan, bukan mendorong. Baut yang ulirnya sudah rusak, mulur, atau bengkok diganti baru dengan diameter, kisar, dan kelas yang sama.

7. Pasak

Roda gigi, puli, atau roda yang dipasang pada poros harus ikut berputar bersama poros. Bila hanya dipasang sesak, lama-lama roda dapat selip. **Pasak** (key) adalah batang pendek yang dipasang di alur pada poros dan pada lubang pusat roda (**naf**), sehingga keduanya terkunci memutar bersama. Lihat Gambar 4.12.

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



Gambar 4.12 Pasak pada potongan memanjang dan melintang, serta empat jenis penghubung poros dan naf. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Pada potongan melintang terlihat bahwa pasak separuh duduk di **alur pasak poros** dan separuh di **alur pasak naf**. Pasak memindahkan putaran melalui sisi sampingnya. Pasak benam dibuat pas pada alur, tetapi di atasnya ada celah kecil sehingga tidak menahan di bagian atas.

Jenis yang perlu kamu kenal:

- **Pasak benam** (parallel key): batang berpenampang persegi atau persegi panjang, ujung bulat atau rata. Paling umum.
- **Pasak tirus** (taper key): berbentuk baji, biasanya berkepala; dipasang dengan dipukul masuk.
- **Pasak setengah bulan** (woodruff): berbentuk setengah cakram, duduk dalam alur bulat; untuk poros kecil.
- **Poros bintang** (spline): bukan satu pasak, melainkan banyak alur memanjang pada poros; dapat memindahkan putaran lebih besar dan memungkinkan roda bergeser sepanjang poros.

Ukuran pasak benam mengikuti diameter poros. Tabel berikut adalah pedoman umum untuk pasak benam (standar bengkel; baca tabel standar yang berlaku):

Diameter poros (mm)	Lebar × tinggi pasak (mm)
lebih dari 12 sampai 17	5 × 5
lebih dari 17 sampai 22	6 × 6
lebih dari 22 sampai 30	8 × 7
lebih dari 30 sampai 38	10 × 8
lebih dari 38 sampai 44	12 × 8

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

Cara memasang pasak: bersihkan alur, periksa pasak pas pada alur poros dan naf (tidak goyang ke samping), masukkan pasak, lalu dorong roda atau puli hingga posisinya. Pasak yang hilang atau longgar membuat roda berputar bebas di poros atau goyang ke samping; yang benar adalah memasang pasak yang ukurannya sesuai alur.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Memilih panjang baut M8

Dua pelat baja, masing-masing tebal 8 mm dan 6 mm, disambung dengan baut M8 (kisar 1,25 mm) dengan satu ring datar tebal 1,6 mm dan satu ring pegas tebal 2 mm. Tinggi mur 6,5 mm. Ujung baut harus menonjol sekitar tiga ulir. Panjang standar yang tersedia: 20, 25, 30, 35 mm. Berapa panjang baut yang dipilih?

Langkah:

1. A, tebal bagian yang disambung: 8 + 6 = 14 mm.
2. B, ring: 1,6 + 2 = 3,6 mm.
3. C, tinggi mur: 6,5 mm.
4. D, tiga ulir: 3 × 1,25 = 3,75 mm.
5. Jumlah: 14 + 3,6 + 6,5 + 3,75 = 27,85 mm.
6. Panjang standar pertama yang lebih besar dari 27,85 mm adalah 30 mm.

Jawaban: baut M8 × 30 mm. Memilih 25 mm tidak cukup karena ujung baut baru menonjol sekitar 1 mm di luar mur, kurang dari satu ulir.

Contoh 2: Memilih pengaman mur

Tentukan pengaman yang paling cocok untuk tiga kasus.

- **A.** Baut pada rangka mesin pencacah plastik yang bergetar terus selama bekerja dan sesekali dibongkar untuk pembersihan.
- **B.** Mur pada sambungan setang kemudi gokart praktik sekolah, yang kegagalannya berbahaya bagi pengemudi.
- **C.** Baut tutup panel yang tidak bergetar dan hanya dibuka setahun sekali.

Langkah:

1. A: getaran terus-menerus dan sering dibongkar, sehingga **mur kunci (nyloc)** atau ring pegas, ganti mur bila sudah longgar.
2. B: bagian yang kegagalannya berbahaya, sehingga **mur kastel dengan pena belah**, pena diganti baru setiap bongkar.
3. C: getaran tidak ada, sehingga **ring datar dan torsi yang benar** sudah cukup; pengaman khusus tidak wajib.

Jawaban: A mur nyloc (atau ring pegas), B mur kastel dengan pena belah, C cukup ring datar dan torsi benar.

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

Contoh 3: Urutan mengencangkan flens enam baut

Sebuah flens enam baut harus dikencangkan 40 N·m. Baut diberi nomor posisi 1 sampai 6 searah jarum jam. Tuliskan urutan dan torsi tiap tahap.

Langkah:

1. Kencangkan semua baut dengan tangan.
2. Pola bersilang untuk enam baut: posisi 1, 4, 2, 5, 3, 6.
3. Tahap 1: 30 % × 40 = 12 N·m, mengikuti urutan 1-4-2-5-3-6.
4. Tahap 2: 60 % × 40 = 24 N·m, dengan urutan yang sama.
5. Tahap 3: 100 % = 40 N·m, urutan yang sama.
6. Putaran periksa: 40 N·m pada keenam baut mengikuti urutan melingkar 1-2-3-4-5-6.

Jawaban: urutan 1-4-2-5-3-6, torsi 12 → 24 → 40 N·m, lalu periksa melingkar 40 N·m.

Contoh 4: Memilih pasak untuk poros

Sebuah roda gigi akan dipasang pada poros berdiameter 28 mm. Pasak benam standar apa yang dipilih menurut tabel pedoman, dan mengapa pasak harus pas pada alur?

Langkah:

1. Diameter 28 mm berada pada baris "lebih dari 22 sampai 30".
2. Ukuran pasaknya 8 × 7 mm (lebar × tinggi).
3. Pasak harus pas di sisi alur karena putaran dipindahkan melalui sisi samping; pasak longgar membuat roda goyang atau selip.

Jawaban: pasak benam 8 × 7 mm, dibuat pas pada alur poros dan alur naf.

❖ PETA KONSEP

Ringkasan seluruh sub bab ini dapat dilihat pada Gambar 4.13.

Educational Institutions

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



Gambar 4.13 Peta konsep sub bab 4.2. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- Sambungan baut dan pasak adalah sambungan tidak tetap; bagian baut: kepala, batang polos, ulir, ujung.
- M12 × 1,75 artinya ulir metrik, diameter 12 mm, kisar 1,75 mm.
- Panjang baut = tebal sambungan + ring + tinggi mur + 2–3 ulir; pilih panjang standar di atasnya.
- Pengaman mur: ring pegas, mur nyloc, mur kastel dengan pena belah, mur ganda.
- Kencangkan bertahap dan bersilang dengan kunci momen; pasak mengunci roda pada poros lewat alur.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

1. **Baca kata kerja soal:** memilih panjang, mengamankan, atau mengencangkan.
2. **Untuk panjang baut,** tulis keempat bagian satu per satu, jumlahkan, lalu pilih panjang standar yang lebih besar.
3. **Untuk mur kendur,** lihat penyebabnya (getaran, sering dibongkar, berbahaya) lalu cocokkan pengamannya.
4. **Untuk flens,** cari kata kunci bertahap dan bersilang.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Mengencangkan satu baut sampai penuh dulu,** padahal harus bertahap dan bersilang.
- **Memilih baut paling pendek yang "masih cukup".** Ulir menonjol 2–3 ulir wajib ada.
- **Mengencangkan lebih kuat daripada torsi petunjuk** karena menganggap lebih kuat lebih aman.

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

- **Ring pegas dipakai di lubang lonjong** tanpa ring datar.
- **Memakai ulang pena belah atau mur nyloc yang sudah longgar.**

> Contoh salah tafsir: pada soal tentang baut yang kendur di mesin yang bergetar, seorang siswa memilih "kencangkan lebih keras dari torsi petunjuk". Padahal torsi berlebih mulurkan baut, dan penyebab kendur adalah getaran, bukan kurang keras. Solusinya pengaman mur.

BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut meminta perbaikan untuk baut yang kendur berulang karena getaran, dengan angka torsi yang diketahui. Cara berpikirnya: tentukan dahulu penyebab (getaran), lalu nilai setiap pilihan: apakah ia mencegah mur berputar balik, apakah ia melanggar torsi petunjuk, apakah mur masih dapat dibuka untuk servis. Pilihan yang menyelesaikan penyebab tanpa menimbulkan masalah baru adalah jawabannya.

►. Baut dudukan motor listrik pada mesin pengayak pasir milik sebuah toko bangunan sering kendur setelah dua hari dipakai (2027). Mesin itu bergetar terus selama bekerja. Motor kadang perlu dilepas untuk diservis, dan buku petunjuk mencantumkan torsi pengencangan baut 25 Nm.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Perbaikan yang paling tepat adalah ....

A. Mengencangkan baut sampai 40 Nm agar lebih kuat menahan getaran
B. Memasang mur pengunci (nyloc) atau ring pegas, lalu kencangkan 25 Nm
C. Mengelas mur ke ulir baut supaya mur tidak bisa berputar kembali
D. Menambahkan ring datar yang lebih tebal di bawah mur, lalu mengencangkan
E. Mengganti baut dengan baut berdiameter lebih kecil dan berulir halus

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

Pembahasan **Kunci: B**

Konsep: Getaran dapat membuat mur berputar balik. Pengaman ulir seperti mur pengunci (nyloc), ring pegas, atau mur ganda mencegahnya, dengan tetap mengencangkan sesuai torsi spesifikasi. Sambungan baut harus tetap dapat dibongkar.

Langkah:

1. Penyebab: getaran terus-menerus → mur berputar balik.
2. Syarat: motor perlu dilepas saat servis → sambungan harus tetap dapat dibongkar.
3. Solusi: pengaman ulir + torsi 25 Nm.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Torsi berlebihan dapat meregangkan baut atau merusak ulir, dan getaran tetap dapat mengendurkannya.
- **B.** ✓ Pengaman ulir mencegah mur berputar balik; sambungan tetap dapat dibongkar.
- **C.** ✗ Jebakan: mur memang tidak akan kendur lagi, tetapi sambungan menjadi permanen sehingga motor sulit dilepas untuk servis.
- **D.** ✗ Ring datar hanya memperluas bidang tekan, tidak mengunci mur.
- **E.** ✗ Baut yang lebih kecil justru lebih lemah dan tidak mengatasi getaran.

Jawaban: B.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk setiap soal, tulis dulu masalah utamanya dan alat bantu yang kamu perlukan untuk memecahkannya.

1. Mesin penggiling jagung milik kelompok tani sering macet karena batu kecil ikut masuk (2027). Setiap kali macet, roda gigi besar yang mahal patah giginya. Roda gigi itu dipasang pada poros dengan pasak benam. Pemilik ingin bila mesin macet, yang rusak adalah komponen murah yang cepat diganti di tempat, sedangkan roda gigi tetap utuh.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Perubahan yang paling tepat adalah ....

A. Mengganti pasak benam dengan pin geser yang lebih lemah dan murah
B. Mengganti pasak benam dengan pasak yang lebih keras dan lebih panjang
C. Mengelas roda gigi ke poros agar tidak ada lagi bagian yang bergeser
D. Mengganti roda gigi dengan bahan yang lebih keras, tetap memakai pasak
E. Menambah satu pasak benam lagi di sisi poros yang berseberangan

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

2. Siswa PKL memasang kembali flens pipa keluar pompa air di sebuah hotel memakai empat baut M12, ring, dan mur (2027). Di antara flens dipasang paking karet baru. Beberapa baut lama ulirnya sudah rusak di bagian ujung, dan tersedia baut baru M12 serta baut M10 yang lebih panjang.

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

Langkah yang tepat adalah ....

(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

- ☐ A. Memakai kembali baut lama yang ulirnya rusak selama mur masih dapat diputar masuk.
- ☐ B. Mengencangkan keempat baut bertahap dengan urutan menyilang.
- ☐ C. Memakai baut M10 yang lebih panjang karena lubang flens tetap dapat dilalui.
- ☐ D. Mengencangkan satu baut sampai kencang penuh dahulu, baru beralih ke baut di sebelahnya.
- ☐ E. Memastikan ujung baut menonjol beberapa ulir di luar mur setelah dikencangkan.

Kunci singkat: 1. A 2. B, E

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menyebut empat bagian penyusun panjang baut dan satu contoh angkanya?
- Mengapa flens tidak boleh dikencangkan satu baut penuh dulu?
- Apa beda ring datar dan ring pegas?
- **Yang harus kuingat:** L = sambungan + ring + mur + 2–3 ulir; pilih ukuran standar di atasnya; kencangkan bertahap dan bersilang; pasak mengunci roda lewat alur.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 4.2: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktm&node=SMKTM-4.2

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

Sub bab 4.3 · Tumpuan: bushing dan bearing

SMKTM-4.3

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu **mengenal dan memilih tumpuan poros**, yaitu bushing dan bantalan gelinding (bearing), tanpa hitungan beban. Soal berupa cerita perawatan atau perancangan di bengkel: sebuah engsel yang oblak, poros yang berputar kencang, bantalan yang berbunyi kasar, atau proses memasang bantalan baru. Kamu diminta menunjuk jenis tumpuan yang cocok, langkah pemasangan yang benar, atau penyebab kerusakan yang paling mungkin. Pengambilan keputusannya memakai pertimbangan **arah beban, kecepatan putar, dan beban kejut**, bukan angka. Satu-satunya angka yang muncul adalah kode bantalan dan ukuran sederhana seperti diameter poros.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan fungsi tumpuan dan membedakan beban radial dan beban aksial;
- menjelaskan bagian dan cara kerja bushing serta cara memasangnya;
- menyebut bagian dan enam jenis bantalan gelinding beserta arah beban yang sesuai;
- memilih bushing atau bantalan gelinding menurut arah beban, putaran, dan kejutan;
- menjelaskan cara memasang bantalan, aturan pelumasan, dan gejala kerusakan yang lazim.

◆ KONSEP INTI

Poros yang berputar tidak dapat dibiarkan melayang. Ia harus ditopang di tempat yang tetap, dan tempat itu harus membiarkan poros berputar dengan gesekan sekecil mungkin. Komponen penopang itu disebut **tumpuan** atau **bantalan** (bearing). Tanpa tumpuan yang baik, poros menggerus rumahnya sendiri, panas, berbunyi, dan akhirnya rusak. Di Indonesia, tumpuan ada di mana-mana: kipas angin, pompa air, mesin giling, roda sepeda motor, dan engsel mesin bengkel. Ada dua kelompok besar: **bantalan luncur** (di dalam buku ini disebut bushing) dan **bantalan gelinding** (bearing).

1. Fungsi tumpuan dan arah beban

Tumpuan punya tiga tugas: **menopang** poros pada posisinya, **memperkecil gesekan** saat poros berputar, dan **menahan beban** yang bekerja pada poros. Beban pada poros dibedakan menurut arahnya terhadap garis sumbu poros:

- **beban radial:** tegak lurus sumbu, misalnya berat puli atau tarikan sabuk yang menekan poros ke samping;
- **beban aksial** (disebut juga dorong atau thrust): sejajar sumbu, misalnya dorongan roda gigi miring atau berat benda di poros tegak;

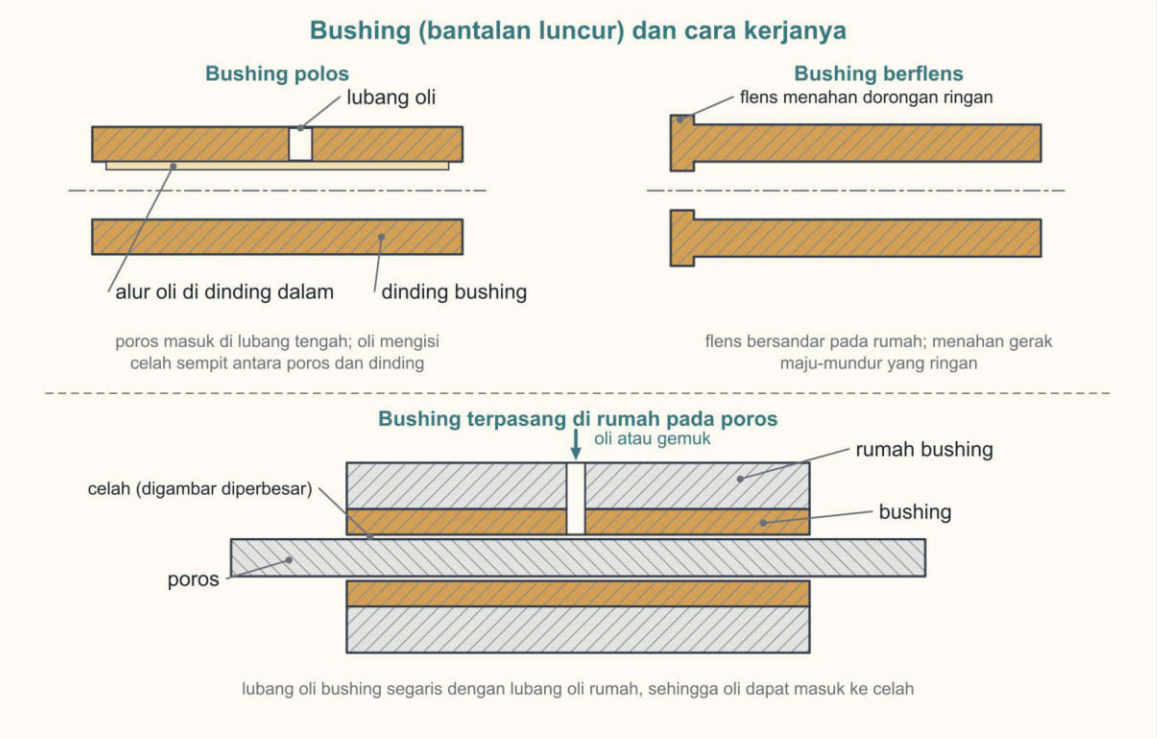
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- **beban gabungan:** gabungan keduanya.

Arah beban inilah yang terutama menentukan jenis tumpuan yang cocok, seperti nanti terlihat pada Gambar 4.17.

2. Bushing (bantalan luncur)

Bushing adalah selongsong silinder yang dipasang di lubang rumah, dan poros berputar di dalamnya. Tidak ada bola atau rol: permukaan poros **meluncur** di permukaan dalam bushing, dipisahkan oleh lapisan oli atau gemuk yang sangat tipis (Gambar 4.14).



Gambar 4.14 Bushing polos dan berflens, serta bushing yang terpasang di rumah dengan lubang oli yang segaris. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Educational Institutions

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

Bagian-bagian yang perlu kamu kenal:

- **dinding bushing**, yang bergesekan dengan poros;
- **lubang oli** pada dinding luar, tempat oli atau gemuk dimasukkan dari rumah;
- **alur oli** di dinding dalam, yang membagi oli sepanjang bushing;
- **flens** (pada bushing berflens), yang menahan dorongan sejajar poros yang ringan.

Bahannya biasanya **perunggu** (atau kuningan), kadang besi tuang atau plastik teknik seperti nilon. Bahan bushing sengaja **lebih lunak daripada baja poros**. Karena itu bila terjadi aus, yang aus lebih dahulu adalah bushing yang murah dan mudah diganti, sedangkan poros yang lebih mahal terlindungi.

Antara poros dan bushing selalu ada **celah** yang sangat kecil, kira-kira beberapa persepuluh sampai seperseratus milimeter pada poros berdiameter 20–30 mm. Celah itu terisi oli. Celah yang terlalu kecil membuat poros macet atau panas; celah yang terlalu besar karena aus membuat poros **oblak** (goyang).

Kelebihan bushing: sederhana, murah, ringkas pada arah radial, tahan beban kejut dan beban berat pada putaran lambat, bekerja senyap, dan mudah diganti. Kekurangannya: gesekan awal besar ketika mulai berputar, harus terus dilumasi, dan menjadi panas bila berputar kencang tanpa pelumas cukup. Karena itu bushing dipakai pada engsel, poros yang bergerak lambat, dan tempat yang sering terbentur.

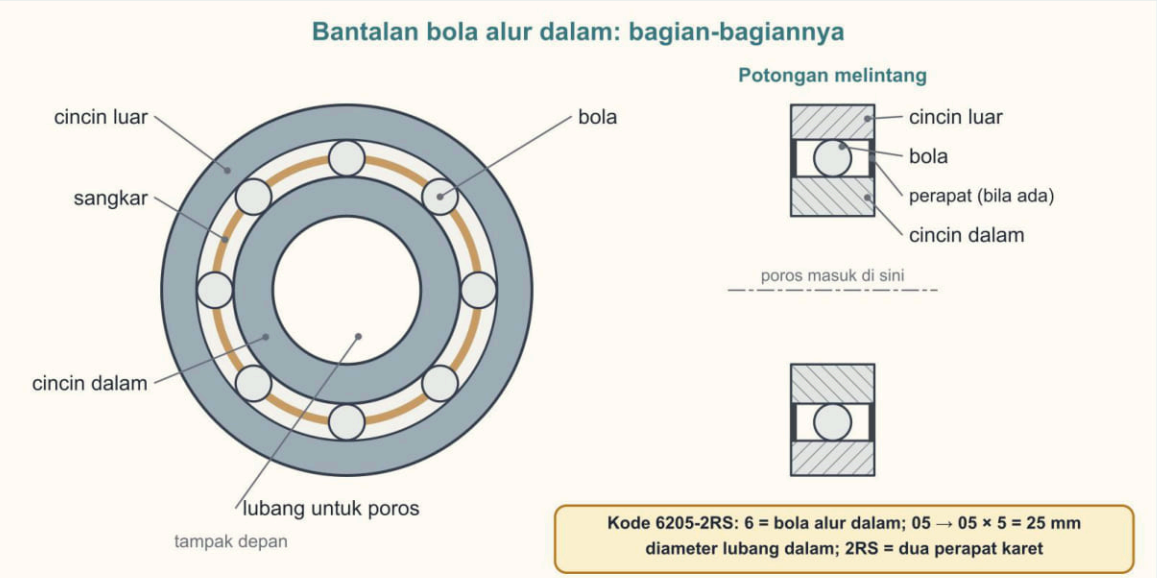
Memasang bushing yang benar:

1. **Ukur** diameter poros dan lubang bushing, dan bandingkan dengan ukuran gambar.
2. **Bersihkan** bushing dan rumah dari kotoran dan serpihan.
3. **Tekan bushing lurus** ke rumahnya dengan alat pres atau penekan yang rata. Memukul miring merusak ujung bushing dan membuatnya tidak lurus.
4. **Sejajarkan lubang oli** bushing dengan lubang oli di rumah. Bila tidak segaris, oli tidak dapat masuk.
5. **Beri oli** pada poros dan lubang sebelum poros dimasukkan, lalu putar dengan tangan untuk memeriksa tidak macet.

3. Bantalan gelinding

Bantalan gelinding mengganti gesekan luncur dengan gesekan guling: di antara dua cincin ada **bola** atau **rol** yang menggelinding. Menggelinding jauh lebih ringan daripada meluncur, sehingga bantalan gelinding cocok untuk putaran tinggi. Gambar 4.15 menunjukkan bantalan bola alur dalam, jenis yang paling umum.

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



Gambar 4.15 Bagian bantalan bola alur dalam: cincin luar, cincin dalam, bola, sangkar, dan perapat. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

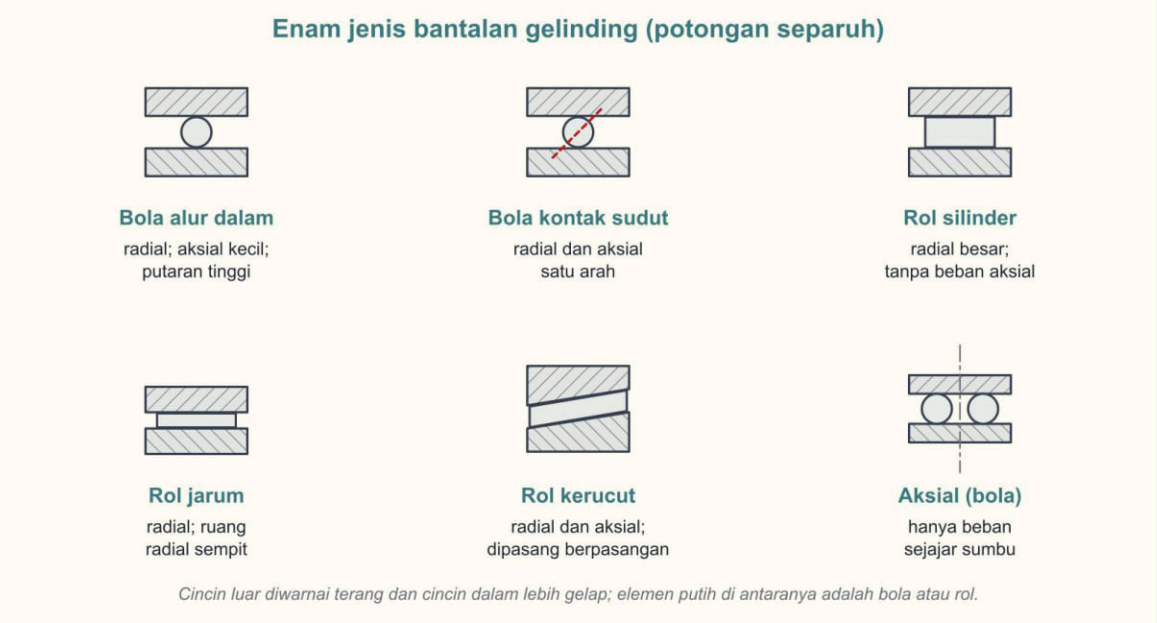
Bagian-bagiannya:

- **cincin dalam**, yang dipasang pada poros dan ikut berputar bersamanya;
- **cincin luar**, yang duduk di rumah bantalan dan diam;
- **bola atau rol**, yang menggelinding di alur antara kedua cincin;
- **sangkar** (cage), yang menjaga jarak antarbola agar tidak saling bersentuhan;
- **perapat** (seal) atau tutup logam pada sebagian bantalan, yang menahan gemuk di dalam dan kotoran di luar.

Kode bantalan ditulis di sisi cincin, misalnya **6205-2RS**. Angka pertama menunjukkan jenis (6 berarti bola alur dalam). Dua angka terakhir menunjukkan diameter lubang dalam: untuk **04 ke atas, kalikan 5**. Jadi 05 berarti 25 mm, 06 berarti 30 mm, dan 07 berarti 35 mm. Akhiran **2RS** berarti dua perapat karet; akhiran **ZZ** berarti dua tutup logam. Bantalan tertutup sudah diisi gemuk di pabrik dan umumnya tidak diisi ulang.

4. Jenis bantalan gelinding

Bentuk elemen guling dan susunan cincin menentukan arah beban yang dapat ditahan. Gambar 4.16 menunjukkan enam jenis yang sering ditemui.



Gambar 4.16 Enam jenis bantalan gelinding dalam potongan separuh. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

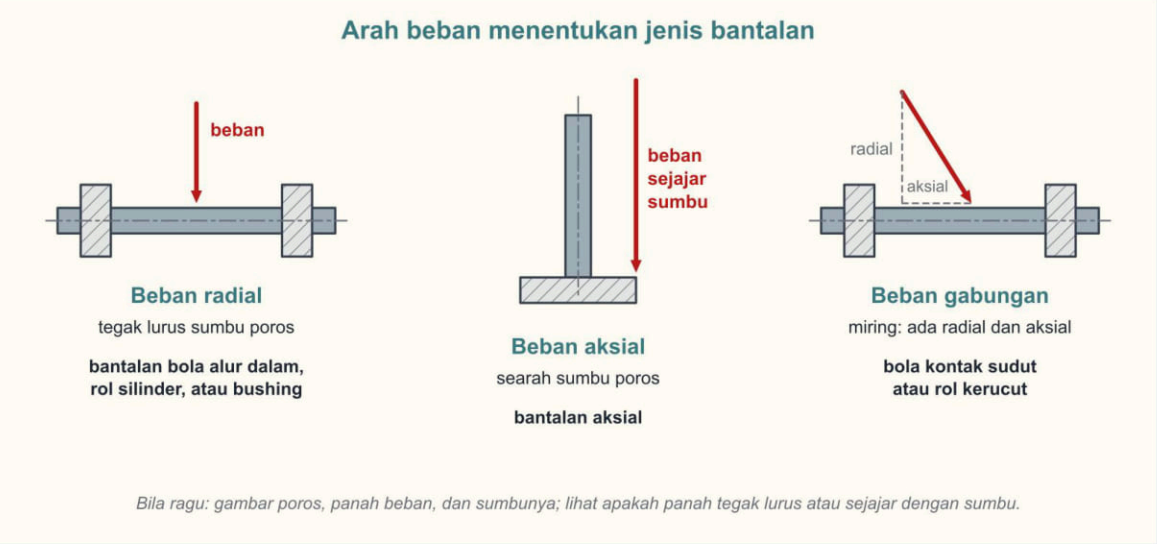
Jenis	Elemen	Beban yang cocok	Catatan
Bola alur dalam	bola	radial; aksial kecil	paling umum; putaran tinggi
Bola kontak sudut	bola	radial dan aksial satu arah	garis kontak miring; sering dipasang berpasangan
Rol silinder	rol silinder	radial besar	tidak menahan aksial
Rol jarum	rol panjang tipis	radial	ruang radial sempit
Rol kerucut	rol berbentuk kerucut	radial dan aksial	dipasang berpasangan; umum pada roda kendaraan
Aksial (bola)	bola di antara dua cincin datar	aksial saja	tidak menahan radial

Selain itu ada **bantalan berumah** (pillow block), yaitu bantalan bola yang sudah menyatu dengan rumah bantalan yang dapat dibaut ke rangka, mudah dipasang pada poros mesin pertanian dan konveyor.

5. Memilih tumpuan

Pilih tumpuan dengan tiga pertanyaan berurutan.

1. **Ke mana arah beban?** Radial, aksial, atau gabungan (Gambar 4.17).
2. **Seberapa cepat poros berputar?** Putaran tinggi cocok untuk bantalan gelinding; putaran sangat lambat tidak menuntut bantalan gelinding.
3. **Apakah ada kejutan atau benturan?** Beban kejut berat pada gerakan lambat biasanya lebih aman ditahan bushing yang lebar daripada bantalan bola yang titik kontaknya kecil.



Gambar 4.17 Beban radial, aksial, dan gabungan beserta jenis bantalan yang sesuai. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gambar 4.17 menunjukkan tiga situasi. Beban radial ditahan bantalan bola alur dalam, rol silinder, atau bushing. Beban aksial pada poros tegak, misalnya dari berat benda, membutuhkan bantalan aksial. Beban miring atau gabungan membutuhkan bantalan yang menahan dua arah,

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

seperti bola kontak sudut atau rol kerucut. **Bantalan bola radial biasa tidak dirancang untuk beban aksial yang besar.**

Perbandingan bushing dan bantalan gelinding:

Pertimbangan	Bushing	Bantalan gelinding
Gesekan awal	lebih besar	kecil
Putaran tinggi	kurang cocok	cocok
Beban kejut, gerak lambat	cocok	kurang cocok
Harga dan ukuran	murah, ringkas	lebih mahal, lebih besar secara radial
Pelumasan	harus terus dilumasi	gemuk awal tahan lama
Penggantian	mudah, bagian aus murah	perlu alat penarik dan pemasangan hati-hati

6. Memasang bantalan gelinding

Bantalan adalah komponen presisi. Pemasangan yang kasar merusaknya sebelum sempat dipakai. Gambar 4.18 menunjukkan prinsip utamanya.



Gambar 4.18 Memasang bantalan: tekan cincin yang sesak, bukan cincin yang lain. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **Siapkan dan bersihkan.** Poros dan rumah dibersihkan dan diperiksa tidak ada goresan. Bantalan baru dikeluarkan dari kemasannya hanya saat akan dipasang.
2. **Tentukan cincin yang sesak.** Pada kebanyakan poros mesin, cincin dalam dipasang **sesak** pada poros (cincin luar longgar di rumah). Pada sebagian lain cincin luar sesak di rumah.
3. **Tekan cincin yang sesak** memakai pipa penekan yang diameternya sesuai dan ujungnya rata, sehingga gaya tersalurkan merata ke cincin itu. Gaya tidak boleh melewati bola atau rol ke cincin lain, sebab alur dan bola menjadi penyok (cacat Brinell) dan bantalan menjadi berisik.

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

4. **Jangan memukul langsung** dengan palu baja pada cincin atau sangkar.
5. **Bila dipanaskan,** bantalan dipanaskan merata (pemanas khusus atau rendaman oli) sekitar 80–100 °C, tidak lebih dari kira-kira 120 °C, dan tidak dengan api langsung. Panas membuat cincin dalam memuai sehingga mudah masuk.
6. **Periksa** bahwa bantalan berputar halus dengan tangan, tidak bergoyang, dan tidak berbunyi kasar.
7. **Jangan memutar bantalan dengan semprotan angin kompresor.** Bantalan akan berputar sangat kencang tanpa pelumas dan kotoran dapat terlempar ke mata.

Membongkar bantalan juga dengan alat penarik (puller) yang menarik cincin yang sesak, bukan dengan memukul.

Pelumasan. Bantalan terbuka memerlukan gemuk atau oli. Aturan penting: isi rumah bantalan **sekitar sepertiga sampai setengah ruang bebas**, jangan penuh. Gemuk yang terlalu banyak terus teraduk-aduk oleh elemen guling, menimbulkan panas, dan dapat merusak perapat. Bantalan tertutup (2RS atau ZZ) tidak diisi ulang.

7. Gejala kerusakan dan perawatan

Bantalan yang sehat berputar halus, terasa sedikit hangat, dan nyaris tidak berbunyi. Tanda-tanda yang perlu diwaspadai:

- **panas berlebih:** terlalu panas untuk disentuh lebih dari beberapa detik;
- **bunyi kasar, mendengung, atau berderak** saat berputar;
- **oblak:** poros dapat digoyang di dalam bantalan;
- **getaran** yang meningkat;
- **gemuk bocor** atau perapat sobek.

Penyebab umum: pelumasan kurang atau berlebih, kotoran atau air masuk, pemasangan salah (dipukul, miring), poros dan rumah tidak segaris, beban melebihi kemampuan, atau usia pakai. **Mengganti bantalan tanpa memperbaiki penyebabnya** hanya menunda kerusakan berikutnya. Selalu cari tahu mengapa bantalan rusak.

Pada bushing, gejala oblak berarti celah membesar. Ukur poros dan lubang bushing: bila bushing sudah melewati batas aus sedangkan poros masih dalam ukuran gambar, **ganti bushing**, bukan porosnya. Menambah gemuk tidak mengembalikan celah yang sudah aus.

Keselamatan: matikan dan kunci mesin sebelum membongkar tumpuan, pakai kacamata saat memukul atau menggunakan angin, dan jangan memanaskan bantalan dengan api langsung.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Mendiagnosis bantalan yang panas dan berisik

Poros mesin penggiling kopi di sebuah usaha kecil memakai bantalan bola bergemuk. Teknisi melaporkan bantalan itu cepat panas dan berbunyi kasar. Saat dibuka, ditemukan perapat karet sobek, gemuk bercampur serbuk kopi halus, dan alur cincin tampak buram. Gemuk yang diisi

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

sekitar sepertiga ruang. Poros dan rumah dalam ukuran gambar. Tentukan penyebab dan tindakan.

Langkah:

1. Gejala: panas dan bunyi kasar, dengan alur buram.
2. Cek pelumasan: jumlah gemuk sepertiga ruang sudah dalam batas wajar, jadi bukan karena kurang atau berlebih.
3. Cek pemasangan dan ukuran: poros dan rumah sesuai gambar, jadi bukan karena ukuran.
4. Temuan yang menonjol: perapat sobek dan serbuk dalam gemuk, jadi penyebabnya **kotoran masuk** melalui perapat yang rusak.
5. Tindakan: ganti bantalan dan perapat, bersihkan rumah, isi gemuk baru sesuai takaran, dan lindungi dari serbuk (penutup atau perapat baru).

Jawaban: penyebabnya kotoran yang masuk karena perapat sobek; ganti bantalan dan perapat, bersihkan rumah, gemuk baru sepertiga sampai setengah ruang.

Contoh 2: Memilih tumpuan untuk tiga komponen

Pilih tumpuan yang paling tepat dan alasannya.

- **A.** Poros motor pompa kolam ikan: berputar sekitar 2.900 putaran per menit, bebannya ringan dan tegak lurus poros.
- **B.** Engsel pintu bak truk sampah: bergerak lambat dan sering terbentur.
- **C.** Poros ulir pada rak pengangkat kecil: bebannya menekan sejajar poros.

Langkah:

1. A: putaran tinggi, beban radial ringan, sehingga **bantalan bola alur dalam**.
2. B: gerak lambat dengan beban kejut, sehingga **bushing** (perunggu atau baja berpelumas gemuk).
3. C: beban sejajar sumbu, sehingga **bantalan aksial**; bantalan bola radial biasa tidak dirancang untuk beban sebesar itu.

Jawaban: A bantalan bola alur dalam, B bushing, C bantalan aksial.

Contoh 3: Membaca kode bantalan dan menentukan ukuran

Seorang siswa menemukan bantalan berkode **6307-2RS**, dan juga perlu bantalan untuk poros berdiameter 30 mm dari seri yang sama jenisnya (bola alur dalam, seri 63). Tentukan arti kode pertama dan kode bantalan kedua.

Langkah:

1. Angka pertama 6: bola alur dalam.
2. 07 × 5 = 35 mm: diameter lubang dalam bantalan pertama 35 mm.
3. 2RS: dua perapat karet; bantalan sudah berisi gemuk dan tidak diisi ulang.
4. Poros 30 mm: dua angka terakhir = 30 ÷ 5 = 06, sehingga kodenya **6306** (dengan perapat: 6306-2RS).

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

Jawaban: 6307-2RS adalah bola alur dalam berlubang 35 mm dengan dua perapat karet; bantalan untuk poros 30 mm berkode 6306.

❖ PETA KONSEP

Ringkasan seluruh sub bab ini dapat dilihat pada Gambar 4.19.



Gambar 4.19 Peta konsep sub bab 4.3. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- Tumpuan menopang poros, memperkecil gesekan, dan menahan beban; arah beban: radial (tegak lurus sumbu) atau aksial (sejajar sumbu).
- Bushing meluncur di atas oli, tahan kejut pada putaran lambat, bahan lunak (perunggu), dan diganti bila aus.
- Bantalan gelinding: cincin dalam, cincin luar, bola atau rol, sangkar; enam jenis dengan arah beban berbeda.
- Pasang dengan menekan cincin yang sesak memakai pipa rata, jangan memukul atau memutar dengan angin.
- Gemuk sepertiga sampai setengah ruang, bukan penuh; panas, bising, dan oblak adalah tanda kerusakan.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

1. **Tentukan arah beban dahulu** (radial, aksial, atau gabungan), lalu cek putaran dan kejutan.
2. **Untuk pemasangan,** tanya: cincin mana yang sesak, dan apakah gaya melewati bola?
3. **Untuk diagnosis,** cocokkan gejala (panas, bunyi, oblak) dengan penyebab dan pilih tindakan yang menyelesaikan penyebabnya.

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

Jebakan yang sering dipasang:

- **Memukul cincin yang salah** (gaya lewat bola) saat memasang.
- **Gemuk lebih banyak dianggap lebih baik.**
- **Bushing yang aus diatasi dengan mengganti poros** padahal bushing yang seharusnya diganti.
- **Bantalan bola radial dipakai untuk beban aksial besar.**
- **Bantalan berisik hanya dicuci dan dipakai lagi** tanpa mencari penyebabnya.

> Contoh salah tafsir: pada soal tentang bantalan blower yang berbunyi kasar, seorang siswa memilih memakai kembali bantalan lama setelah dicuci karena "bunyi biasanya hilang bila bersih". Padahal bunyi kasar berarti alur atau bola sudah rusak; bantalan yang rusak diganti, bukan dicuci.

BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut membandingkan dua komponen dengan kondisi kerja berbeda dan meminta kamu memilih beberapa pernyataan yang benar. Cara berpikirnya: kerjakan komponen satu per satu. Untuk masing-masing, tulis dahulu arah beban, kecepatan, dan ada tidaknya kejutan; baru nilai tiap pernyataan. Pernyataan yang menukar kondisi antarkomponen, atau menyimpang dari sifat tumpuan, tidak benar.

►. Siswa memperbaiki dua komponen di sebuah pabrik tahu (2027). Komponen pertama adalah engsel pintu gerbang besi seberat 150 kg yang hanya berputar beberapa kali sehari dan sering terbentur ketika ditutup keras. Komponen kedua adalah poros kipas pengering yang berputar 1.400 rpm sepanjang hari dengan beban ringan dan rata. Pemilik ingin komponen yang awet dan perawatannya sederhana.
(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. Engsel gerbang cocok memakai bushing perunggu yang diberi gemuk karena tahan beban kejut pada putaran lambat.
☐ B. Poros kipas cocok memakai bantalan bola (ball bearing) karena gesekannya kecil pada putaran tinggi.
☐ C. Bushing perunggu pada poros kipas tetap cocok dan awet asalkan diberi oli secukupnya sekali saat dipasang.
☐ D. Bushing lebih ringkas dan lebih murah sehingga mudah diganti saat aus di engsel gerbang.
☐ E. Engsel gerbang sebaiknya memakai bantalan bola agar daun gerbang terasa lebih ringan saat didorong.

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

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

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

Konsep: Bushing (bantalan luncur) murah, ringkas, dan tahan beban kejut pada putaran lambat, tetapi butuh pelumasan terjaga bila berputar cepat. Bearing (bantalan gelinding) bergesekan rendah dan cocok untuk putaran tinggi, tetapi lintasannya mudah rusak oleh benturan.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Bushing menahan beban pada bidang luas sehingga tahan benturan; putaran lambat tidak menimbulkan panas berlebih.

• **Pernyataan 2** ✓ Bantalan gelinding bergesekan rendah dan sesuai untuk putaran tinggi dengan beban ringan.

• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: bushing pada putaran tinggi terus-menerus membutuhkan pelumasan yang terjaga; pelumasan sekali akan cepat habis sehingga bushing panas dan aus.

• **Pernyataan 4** ✓ Bushing sederhana, murah, dan mudah diganti; cocok untuk engsel.

• **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: bantalan bola memang bergesekan rendah, tetapi bola dan lintasannya mudah penyok oleh benturan berulang saat gerbang ditutup keras.

Jawaban: pernyataan 1, 2, 4.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk setiap soal, tulis dulu langkah atau urutan kerja yang menurutmu benar, lalu cocokkan dengan pilihan.

1. Siswa PKL di bengkel perawatan pabrik kerupuk mengganti bantalan bola pada poros blower yang berbunyi kasar (2027). Cincin dalam bantalan dipasang sesak pada poros, sedangkan cincin luarnya pas longgar di rumah bantalan. Tersedia palu, pipa penekan sesuai ukuran cincin, dan kompresor angin.

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

Langkah yang tepat adalah ....

(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Mendorong bantalan ke poros dengan pipa penekan yang menekan cincin dalam secara merata.

☐ B. Memukul cincin luar dengan palu baja secara bergantian kiri dan kanan sampai masuk.

☐ C. Mengeringkan bantalan bekas dengan menyemprot angin kompresor sambil membiarkannya berputar kencang.

☐ D. Memeriksa bantalan baru berputar halus dan tidak bergoyang setelah terpasang.

☐ E. Memakai lagi bantalan lama setelah dicuci karena bunyi kasar biasanya hilang setelah dibersihkan.

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

2. Engsel lengan mesin pres pelat di bengkel karoseri terasa oblak (2027). Engsel itu memakai poros baja dan bushing perunggu, dan bekerja lambat dengan beban kejut setiap kali menekan. Hasil pengukuran:

Komponen	Ukuran gambar	Ukuran terukur
Diameter poros	Ø25,00 mm	Ø24,98 mm (rata di semua titik)
Diameter lubang bushing	Ø25,05 mm	Ø25,45 mm (lonjong)

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

A. Mengganti poros dengan poros baru Ø25,45 mm agar pas dengan bushing lama
B. Mengganti bushing dengan bantalan bola agar gerakannya lebih ringan
C. Menambah gemuk lebih banyak supaya celah di dalam bushing terisi
D. Mengganti bushing perunggu dengan yang baru, poros lama tetap dipakai
E. Mengganti poros dan bushing sekaligus karena keduanya sudah aus

Kunci singkat: 1. A, D 2. D

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menjelaskan perbedaan beban radial dan aksial dengan satu contoh masing-masing?
- Mengapa gemuk yang penuh di rumah bantalan justru berbahaya?
- Pada bantalan yang cincin dalamnya sesak di poros, cincin mana yang ditekan saat memasang, dan mengapa?
- **Yang harus kuingat:** pilih tumpuan menurut arah beban, putaran, dan kejut; tekan cincin yang sesak; gemuk sepertiga sampai setengah ruang.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 4.3: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.
next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktm&node=SMKTM-4.3

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

Sub bab 4.4 · Transmisi roda gigi

SMKTM-4.4

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi mengelompokkan **transmisi** sebagai salah satu bagian dasar sistem mekanik: kamu diminta memahami cara roda gigi, sabuk-puli, dan rantai memindahkan putaran dari satu poros ke poros lain. Sub bab ini membahas roda gigi. Soal pada kelompok ini biasanya berbentuk kasus sebuah mesin kecil, misalnya mesin pengaduk, pemotong, atau penggerak pintu, lalu bertanya tiga hal: **jenis roda gigi apa yang cocok**, **berapa putaran poros keluaran**, dan **ke arah mana poros itu berputar**. Satu dua soal juga bertanya tentang modul, yaitu ukuran gigi yang menentukan apakah dua roda gigi bisa berpasangan.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan fungsi transmisi dan membedakan lima jenis roda gigi menurut letak porosnya;
- menyebutkan bagian roda gigi lurus dan menghitung diameter jarak bagi, jarak sumbu, serta jumlah gigi dari modul;
- menghitung rasio dan putaran keluaran untuk satu pasang, rangkaian dengan roda gigi antara, dan rangkaian dua tingkat;
- menentukan arah putar poros akhir dari urutan roda gigi.

◆ KONSEP INTI

Hampir semua mesin bengkel punya motor listrik yang berputar cepat, sekitar seribu putaran per menit atau lebih. Padahal pekerjaan di ujung mesin jarang membutuhkan putaran secepat itu. Pengaduk adonan hanya perlu berputar pelan, tetapi harus kuat mendorong adonan yang berat. Roda penggerak mesin giling butuh putaran lambat dengan tenaga besar. Di antara motor dan pekerjaan itu diperlukan penghubung yang dapat **menurunkan putaran**, **membelokkan arah**, atau **memindahkan gerak ke tempat yang jauh**. Penghubung tersebut bernama **transmisi**. Roda gigi adalah transmisi yang paling kokoh dan teliti, karena giginya saling mengait sehingga tidak mungkin tergelincir. Kamu menemukannya di kotak roda gigi sepeda motor, di dalam mesin bubut, di jam dinding, sampai di mesin penggiling kopi.

1. Fungsi transmisi

Transmisi memiliki empat tugas utama.

1. **Meneruskan daya** dari poros penggerak (misalnya poros motor) ke poros yang digerakkan.
2. **Mengubah putaran.** Putaran bisa diturunkan (reduksi) atau dinaikkan.
3. **Mengubah arah putar** dan, pada jenis tertentu, arah poros.
4. **Menjangkau jarak.** Dua poros yang berjauhan dapat dihubungkan lewat rangkaian roda

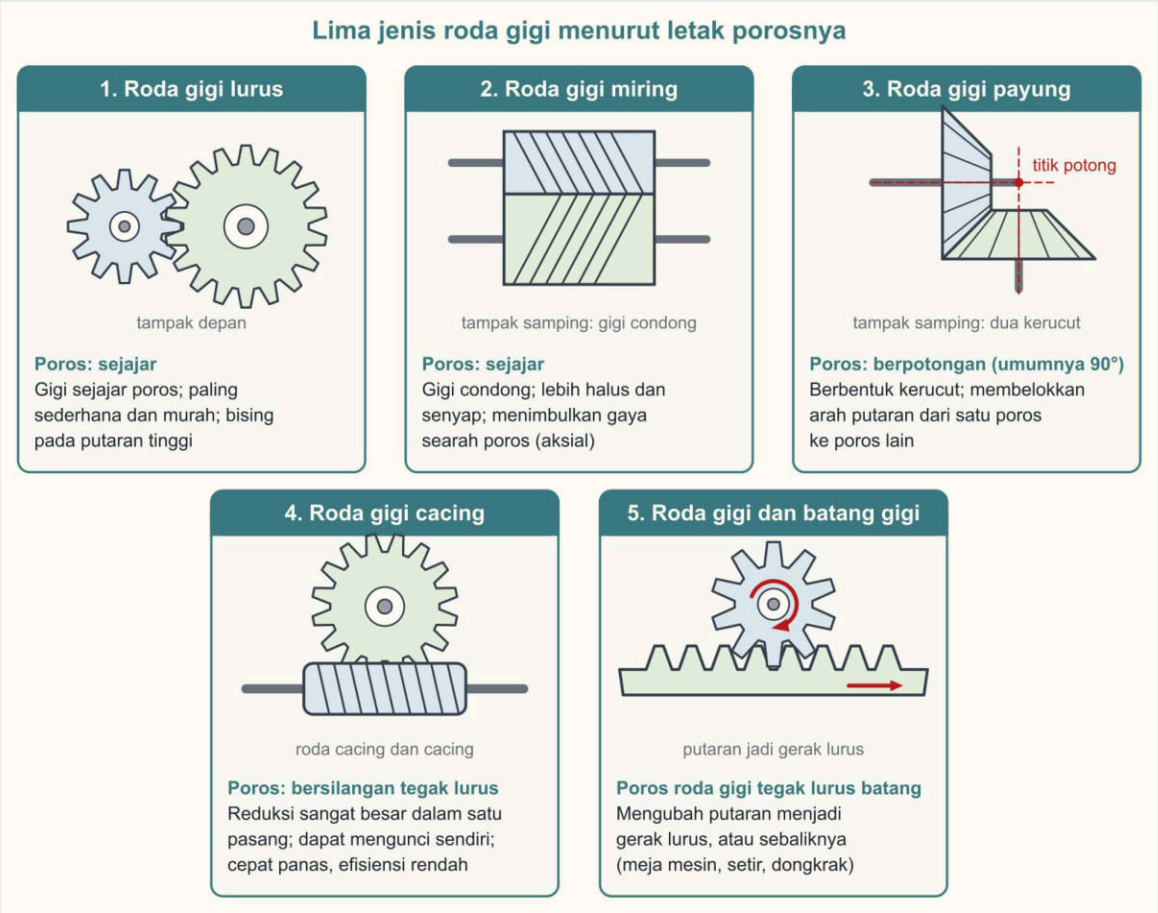
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

gigi.

Ada satu hubungan penting: daya yang masuk kira-kira sama dengan daya yang keluar, dan daya adalah hasil kali momen putar (torsi) dengan putaran. Jadi **bila putaran turun, momen putar naik**. Itulah sebabnya mesin pengaduk memakai reduksi: putaran turun, tenaga dorong naik. Kamu tidak perlu menghitung torsi pada tingkat SMK ini; cukup pahami arah hubungannya.

2. Jenis roda gigi menurut letak poros

Lima jenis roda gigi paling umum dibedakan oleh letak kedua porosnya. Gambar 4.20 merangkum kelimanya.



Gambar 4.20 Lima jenis roda gigi menurut letak porosnya: lurus, miring, payung, cacing, dan batang gigi. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Jenis	Letak poros	Ciri utama	Contoh pemakaian
Roda gigi lurus	sejajar	gigi sejajar sumbu; paling sederhana dan murah; bising pada putaran tinggi; tidak ada gaya searah poros	kotak roda gigi mesin sederhana, mesin bubut
Roda gigi miring	sejajar	gigi condong terhadap sumbu; bersinggungan bertahap sehingga halus dan senyap; muncul gaya searah poros (aksial)	kotak roda gigi (transmisi) mobil, mesin berputaran tinggi
Roda gigi payung (kerucut)	berpotongan, umumnya 90°	bentuk kerucut; membelokkan arah putaran	bor tangan sudut, pemutar roda gigi diferensial
Roda gigi cacing	bersilangan tegak lurus, tidak berpotongan	reduksi sangat besar dalam satu pasang; dapat mengunci sendiri; panas dan efisiensi rendah	pengangkat beban, penggerak yang tak boleh berputar balik
Roda gigi dan batang gigi	poros roda gigi tegak lurus batang	mengubah putaran menjadi gerak lurus, atau sebaliknya	meja mesin frais, setir mobil jenis rak

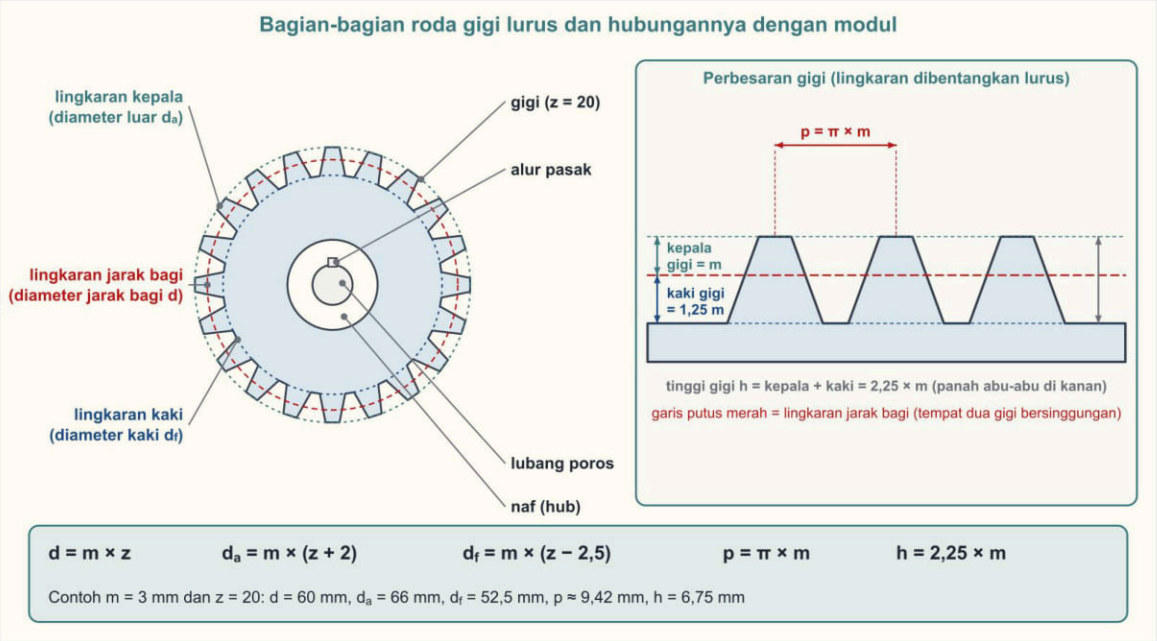
Beberapa penjelasan tambahan membantu kamu mengingat.

- **Roda gigi lurus** adalah dasar semuanya. Seluruh hitungan di sub bab ini memakai roda gigi lurus, tetapi rumus rasionya berlaku pula bagi jenis lain.
- **Roda gigi miring** lebih senyap karena giginya masuk ke lembah pasangannya sedikit demi sedikit, tidak serentak sepanjang lebar gigi. Akibatnya gigi saling mendorong ke arah **sumbu poros**. Dorongan ini disebut gaya aksial. Bantalan dan dudukan poros harus mampu menahannya, jadi poros roda gigi miring biasanya memakai bantalan yang kuat menahan beban aksial (sub bab 4.3). Sepasang roda gigi miring pada poros sejajar harus memiliki sudut kemiringan sama dan arah kemiringan berlawanan.
- **Roda gigi payung** dipakai bila dua poros bertemu di satu titik. Bor tangan bersudut memakainya agar mata bor tegak lurus terhadap motor.
- **Roda gigi cacing** terdiri atas sebuah **cacing** (batang berulir) dan **roda cacing**. Satu putaran cacing hanya memajukan roda cacing sebanyak jumlah ulir cacing, sehingga rasionya bisa belasan sampai puluhan kali dalam satu pasang. Pada rasio besar, roda cacing tidak mampu memutar cacing, sehingga beban tidak dapat menarik balik. Sifat ini disebut **mengunci sendiri**, berguna untuk alat angkat, tetapi gesekan gigi cacing besar sehingga cepat panas dan perlu pelumas yang cukup.
- **Batang gigi** adalah roda gigi yang "dibentangkan lurus". Roda gigi kecil di atasnya disebut pinion. Bila pinion berputar, batang bergerak lurus.

3. Bagian-bagian roda gigi lurus dan modul

Agar dua roda gigi dapat berpasangan, ukuran giginya harus sama. Ukuran gigi dinyatakan dengan **modul** (lambang *m*, satuan milimeter). Gambar 4.21 menunjukkan bagian-bagian roda gigi lurus berikut perbesaran giginya.

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



Gambar 4.21 Bagian-bagian roda gigi lurus (kiri) dan perbesaran tiga gigi yang dibentangkan lurus (kanan). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Nama bagian yang perlu kamu kenal:

- **Gigi:** bagian yang saling mengait. Jumlahnya dilambangkan *z*.
- **Lingkaran jarak bagi:** lingkaran bayangan tempat dua roda gigi bersinggungan dan berputar seakan-akan dua roda gesek. Diameternya disebut **diameter jarak bagi** (*d*).
- **Lingkaran kepala** (diameter luar *d*_a): lingkaran ujung gigi.
- **Lingkaran kaki** (diameter kaki *d*_f): lingkaran dasar lembah di antara gigi.
- **Kepala gigi:** bagian gigi di atas lingkaran jarak bagi, tingginya sama dengan satu modul.
- **Kaki gigi:** bagian gigi di bawah lingkaran jarak bagi, tingginya 1,25 modul. Jadi tinggi seluruh gigi 2,25 modul.
- **Jarak bagi** (*p*): jarak dari satu gigi ke gigi berikutnya diukur sepanjang lingkaran jarak bagi.
- **Naf (hub):** bagian tebal di tengah yang memegang roda gigi pada poros. **Lubang poros** dan **alur pasak** ada di dalamnya; pasak mengunci roda gigi agar tidak selip terhadap poros.

Modul didefinisikan sebagai diameter jarak bagi dibagi jumlah gigi:

m = d ÷ z, sehingga **d = m × z**

Dari definisi itu diperoleh rumus-rumus lain:

- diameter luar: d_a = m × (z + 2)
- diameter kaki: d_f = m × (z − 2,5)
- jarak bagi: p = π × m
- tinggi gigi: h = 2,25 × m

Contoh: roda gigi bermodul 3 mm dengan 20 gigi memiliki d = 3 × 20 = 60 mm, d_a = 3 × 22 = 66 mm, dan d_f = 3 × 17,5 = 52,5 mm. Nilai modul sudah dibakukan, misalnya 1; 1,25; 1,5; 2; 2,5; 3; 4; dan 5 mm. Aturan terpenting: **dua roda gigi hanya dapat berpasangan bila modulnya sama**. Dua roda gigi dengan jumlah gigi berbeda tetap bisa berpasangan asalkan modulnya sama; justru perbedaan jumlah gigi itulah yang menghasilkan perbedaan putaran. Selain modul, sudut tekan gigi juga harus sama (umumnya 20°), tetapi pada tingkat ini cukup ingat syarat modul.

Karena kedua roda bersinggungan di lingkaran jarak bagi, **jarak antara kedua poros** (jarak sumbu) adalah setengah jumlah kedua diameter jarak bagi:

$a = (d_1 + d_2) \div 2 = m \times (z_1 + z_2) \div 2$

Rumus ini berguna bila kamu harus mengganti roda gigi yang patah dan jarak poros tidak boleh berubah.

4. Rasio putaran

Bayangkan dua roda gigi sebagai dua roda gesek yang bersinggungan di lingkaran jarak bagi. Di titik singgung, kecepatan keliling kedua roda sama. Kecepatan keliling roda adalah π × d × n, sehingga

$\pi \times d_1 \times n_1 = \pi \times d_2 \times n_2$, maka $n_1 \times d_1 = n_2 \times d_2$

Karena d = m × z dan modul keduanya sama, diameter dapat diganti jumlah gigi:

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

$$n_1 \times z_1 = n_2 \times z_2$$

Roda gigi yang menggerakkan disebut **roda gigi penggerak** (indeks 1), dan yang digerakkan disebut **roda gigi yang digerakkan** (indeks 2). **Rasio putaran** (*i*) didefinisikan:

$$i = z_2 \div z_1 = n_1 \div n_2$$

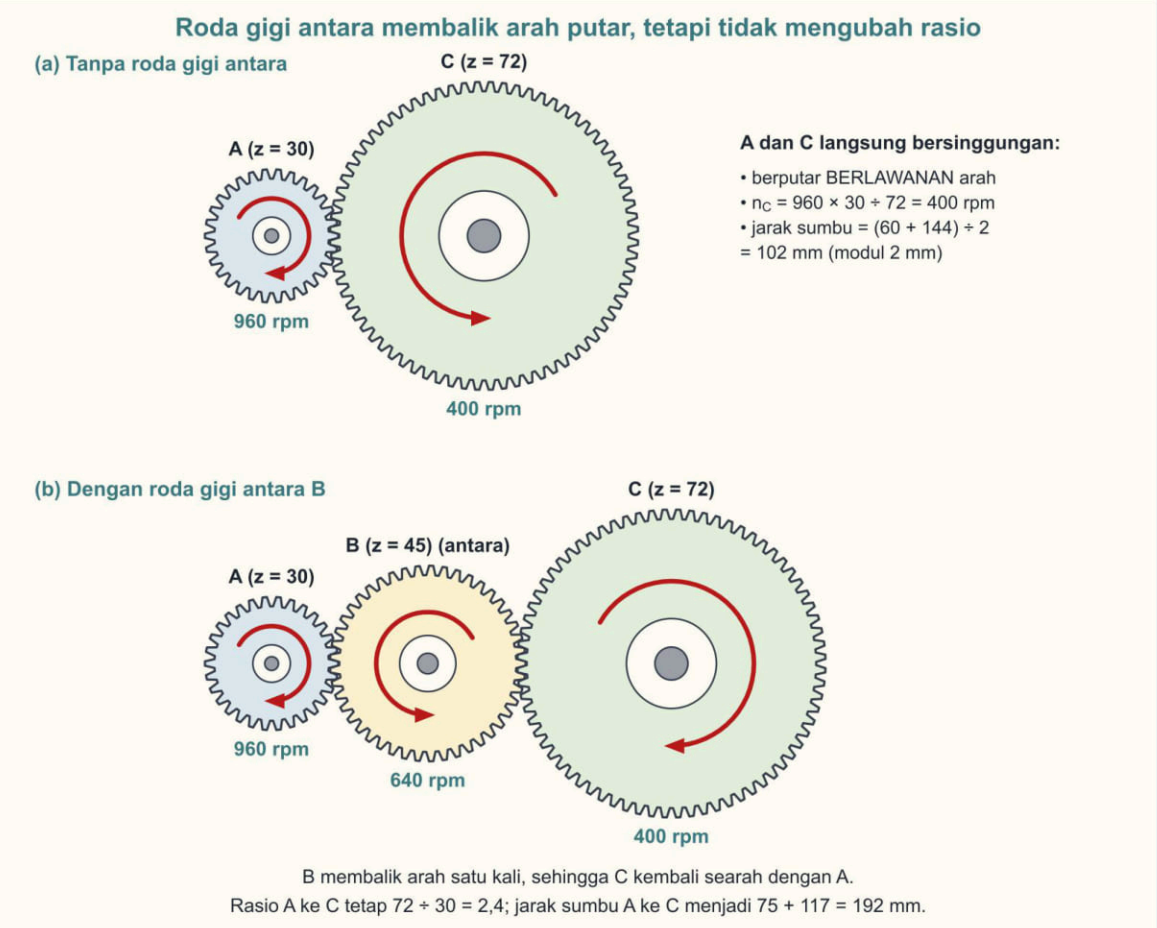
Jadi putaran keluaran:

$$n_2 = n_1 \times z_1 \div z_2 = n_1 \div i$$

Perhatikan arahnya: **roda gigi dengan gigi lebih banyak berputar lebih lambat**. Bila penggerak 20 gigi memutar roda 60 gigi, setiap 3 putaran penggerak hanya memutar roda besar 1 kali, sehingga i = 3 dan putaran turun menjadi sepertiganya. Bila i lebih dari 1, mesin disebut mereduksi (menurunkan) putaran. Bila i kurang dari 1, putaran dinaikkan, tetapi momen putar turun. Di bengkel, reduksi jauh lebih sering dipakai.

5. Arah putar dan roda gigi antara

Dua roda gigi luar yang bersinggungan selalu berputar **berlawanan arah**: bila yang satu searah jarum jam, yang lain berlawanan jarum jam. Bila arah kedua poros harus sama, kita menyisipkan sebuah roda gigi di tengah yang disebut **roda gigi antara** (idler). Gambar 4.22 membandingkan rangkaian tanpa dan dengan roda gigi antara.



Gambar 4.22 Rangkaian tiga roda gigi dengan roda gigi antara B: arah putar berbalik dua kali sehingga A dan C searah, dan rasio A ke C tidak berubah. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Mengapa roda gigi antara tidak mengubah rasio? Hitung rasio dari A ke B, lalu dari B ke C, dan kalikan:

$(z_B \div z_A) \times (z_C \div z_B) = z_C \div z_A$

Jumlah gigi B ada di pembilang dan penyebut sehingga saling meniadakan. Roda gigi antara hanya melakukan dua pekerjaan: **membalik arah** dan **menjembatani jarak** antara poros A dan C. Pada Gambar 4.22, rasio A ke C tetap 72 ÷ 30 = 2,4, tetapi jarak sumbu A ke C bertambah dari 102 mm menjadi 192 mm.

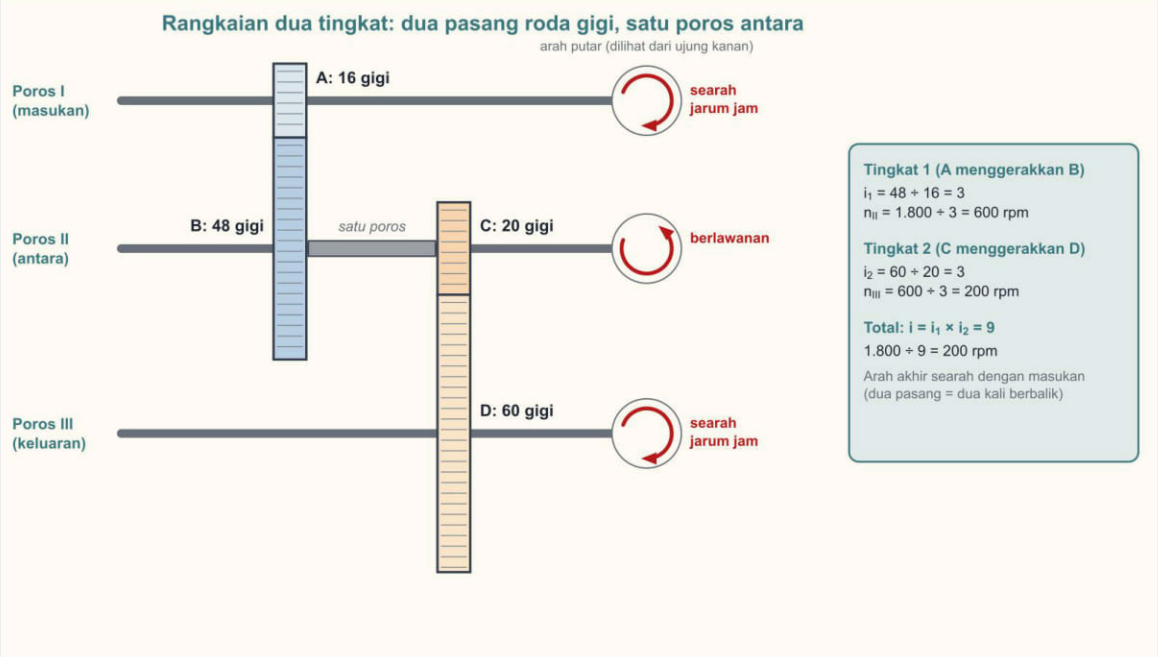
Aturan arah untuk rangkaian roda gigi luar yang masing-masing duduk pada porosnya sendiri dalam satu baris:

- jumlah roda gigi **genap** (2, 4, 6, ...): roda pertama dan terakhir berputar **berlawanan arah**;
- jumlah roda gigi **ganjil** (3, 5, ...): roda pertama dan terakhir berputar **searah**.

Cara paling aman adalah menandai arah satu per satu: A searah jarum jam, B berlawanan, C searah, dan seterusnya, seperti pada panah merah Gambar 4.22.

6. Rangkaian dua tingkat

Kadang kita butuh reduksi sangat besar, misalnya sembilan kali. Satu pasang roda gigi dengan i = 9 berarti penggerak 16 gigi memutar roda 144 gigi. Roda besar itu berdiameter sembilan kali lipat penggeraknya sehingga rumah roda gigi menjadi besar dan berat. Solusinya adalah **rangkaian dua tingkat**: dua pasang roda gigi disambung lewat **poros antara**. Gambar 4.23 menunjukkannya.



Gambar 4.23 Rangkaian dua tingkat. Roda B dan C terpasang pada satu poros sehingga putarannya sama. Panah di kanan menunjukkan arah putar bila dilihat dari ujung kanan poros. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Pada Gambar 4.23, roda A (poros I) menggerakkan roda B (poros II). Roda C duduk pada poros yang sama dengan B, maka **B dan C berputar sama cepat**. Roda C menggerakkan roda D (poros III). Langkah menghitungnya:

1. Hitung tingkat pertama: n_II = n_I × z_A ÷ z_B.
2. Putaran poros antara dipakai untuk tingkat kedua: n_III = n_II × z_C ÷ z_D.
3. Gabungan: i total = i_1 × i_2, dengan i_1 = z_B ÷ z_A dan i_2 = z_D ÷ z_C.

Yang harus dicegah: **menjumlahkan** jumlah gigi atau langsung memasangkan A dengan D. Kedua tingkat harus dikalikan, tidak dijumlahkan. Arah putar: tiap pasangan membalik arah sekali, sehingga dua pasangan membalik dua kali dan poros akhir **searah** dengan poros masukan, kecuali rangkaian memakai roda gigi antara di dalamnya.

7. Memilih dan merawat roda gigi

Pilihlah jenis roda gigi menurut tiga pertanyaan: bagaimana letak kedua poros (sejajar, berpotongan, atau bersilangan), berapa rasio yang dibutuhkan, dan apakah beban boleh memutar balik poros penggerak. Poros sejajar dan putaran tinggi: roda gigi miring. Poros berpotongan: roda gigi payung. Poros bersilangan dengan reduksi besar: cacing. Gerak lurus dari putaran: batang gigi.

Roda gigi dibuat dari baja karbon atau baja paduan yang dikeraskan untuk beban berat, besi tuang untuk beban sedang yang tidak terlalu bising, perunggu untuk roda cacing, serta nilon atau plastik teknik untuk beban ringan yang butuh senyap dan tanpa pelumas. Pelumas oli gigi wajib ada di rumah roda gigi; kekurangan pelumas membuat gigi panas, aus, bahkan patah. Perhatikan pula **celah antar-gigi (backlash)**, yaitu ruang kecil yang memang diperlukan agar gigi tidak macet; bila celah terlalu besar roda gigi berisik dan menghentak. Dari sisi keselamatan, roda gigi terbuka adalah bagian berputar yang dapat menarik jari dan pakaian. Pasang selalu pelindungnya, dan sebelum membersihkan atau memperbaiki, matikan mesin, kunci sumber daya (lihat prosedur pada sub bab 1.2), dan tunggu semua bagian berhenti.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Modul, diameter, dan putaran satu pasang

Mesin pencacah plastik memakai sepasang roda gigi lurus bermodul 3 mm. Roda penggerak 18 gigi berputar 750 rpm dan memutar roda 54 gigi. Tentukan rasio, putaran roda kedua, kedua diameter jarak bagi, dan jarak sumbu.

Langkah:

1. Rasio: i = z_2 ÷ z_1 = 54 ÷ 18 = 3.
2. Putaran roda kedua: n_2 = n_1 ÷ i = 750 ÷ 3 = 250 rpm.
3. Diameter jarak bagi: d_1 = 3 × 18 = 54 mm; d_2 = 3 × 54 = 162 mm.
4. Jarak sumbu: a = (54 + 162) ÷ 2 = 108 mm.

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

5. Pemeriksaan: $n_1 \times z_1 = 750 \times 18 = 13.500$, dan $n_2 \times z_2 = 250 \times 54 = 13.500$. Hasilnya sama, jadi hitungan benar.

Jawaban: i = 3, putaran 250 rpm, diameter 54 mm dan 162 mm, jarak sumbu 108 mm.

Contoh 2: Roda gigi antara dan arah putar

Mesin penepung bumbu digerakkan motor 960 rpm yang berputar searah jarum jam. Roda gigi A (30 gigi) di poros motor memutar roda gigi antara B (45 gigi), dan B memutar roda gigi C (72 gigi) pada poros penepung. Ketiganya modul 2 mm dan berada dalam satu baris. Tentukan putaran dan arah poros penepung, serta jarak sumbu A dan C.

Langkah:

1. Rasio memakai penggerak dan roda terakhir; roda antara diabaikan: n_C = 960 × 30 ÷ 72 = 400 rpm.
2. Sebagai pemeriksaan, putaran B = 960 × 30 ÷ 45 = 640 rpm, lalu n_C = 640 × 45 ÷ 72 = 400 rpm. Hasilnya sama, jadi B memang tidak mengubah rasio.
3. Arah: A searah jarum jam; B berlawanan; C searah jarum jam. Ada 3 roda gigi (ganjil), sehingga roda pertama dan terakhir searah.
4. Jarak sumbu: A ke B = 2 × (30 + 45) ÷ 2 = 75 mm; B ke C = 2 × (45 + 72) ÷ 2 = 117 mm. Total A ke C = 75 + 117 = 192 mm.

Jawaban: poros penepung berputar 400 rpm, searah jarum jam, dan berjarak 192 mm dari poros motor.

Contoh 3: Rangkaian dua tingkat

Sebuah kotak roda gigi dua tingkat (Gambar 4.23) menerima masukan 1.800 rpm. Roda A 16 gigi menggerakkan B 48 gigi. Roda C 20 gigi, satu poros dengan B, menggerakkan D 60 gigi. Tentukan putaran poros antara, putaran keluaran, rasio total, dan arah akhir bila masukan searah jarum jam.

Langkah:

1. Tingkat pertama: $i_1 = 48 \div 16 = 3$; n_II = 1.800 ÷ 3 = 600 rpm.
2. B dan C satu poros, jadi C juga 600 rpm. Tingkat kedua: $i_2 = 60 \div 20 = 3$; n_III = 600 ÷ 3 = 200 rpm.
3. Rasio total: i = 3 × 3 = 9. Pemeriksaan: 1.800 ÷ 9 = 200 rpm.
4. Arah: A searah jarum jam; B berlawanan; C (satu poros dengan B) berlawanan; D searah jarum jam.

Jawaban: poros antara 600 rpm, keluaran 200 rpm, i total = 9, arah keluaran searah dengan masukan. Bila memakai satu pasang saja, penggerak 16 gigi memerlukan roda 144 gigi; pada modul 2 mm roda itu berdiameter 288 mm, jauh lebih besar daripada roda terbesar dua tingkat (D = 120 mm).

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

Contoh 4: Jumlah gigi dari jarak sumbu

Roda gigi kecil 20 gigi bermodul 2,5 mm pada sebuah mesin pemintal harus berpasangan dengan roda gigi besar. Jarak kedua poros dibatasi tepat 90 mm. Berapa jumlah gigi roda besar, dan berapa putarannya bila roda kecil berputar 780 rpm?

Langkah:

1. Dari $a = m \times (z_1 + z_2) \div 2$, maka $z_1 + z_2 = 2a \div m = 2 \times 90 \div 2{,}5 = 72$.
2. Jumlah gigi roda besar: $z_2 = 72 - 20 = 52$.
3. Pemeriksaan jarak: $d_1 = 2{,}5 \times 20 = 50$ mm; $d_2 = 2{,}5 \times 52 = 130$ mm; $(50 + 130) \div 2 = 90$ mm. Cocok.
4. Rasio: $i = 52 \div 20 = 2{,}6$; $n_2 = 780 \div 2{,}6 = 300$ rpm.

Jawaban: roda besar 52 gigi, berputar 300 rpm.

Contoh 5: Memilih jenis roda gigi

Tiga kebutuhan di sebuah bengkel kayu dan logam: (a) mesin penyerut berputaran 3.000 rpm, kedua porosnya sejajar, dan harus senyap; (b) bor tangan bersudut, poros motor dan poros mata bor bertemu tegak lurus pada satu titik; (c) meja mesin harus bergerak lurus ketika engkol diputar.

Langkah:

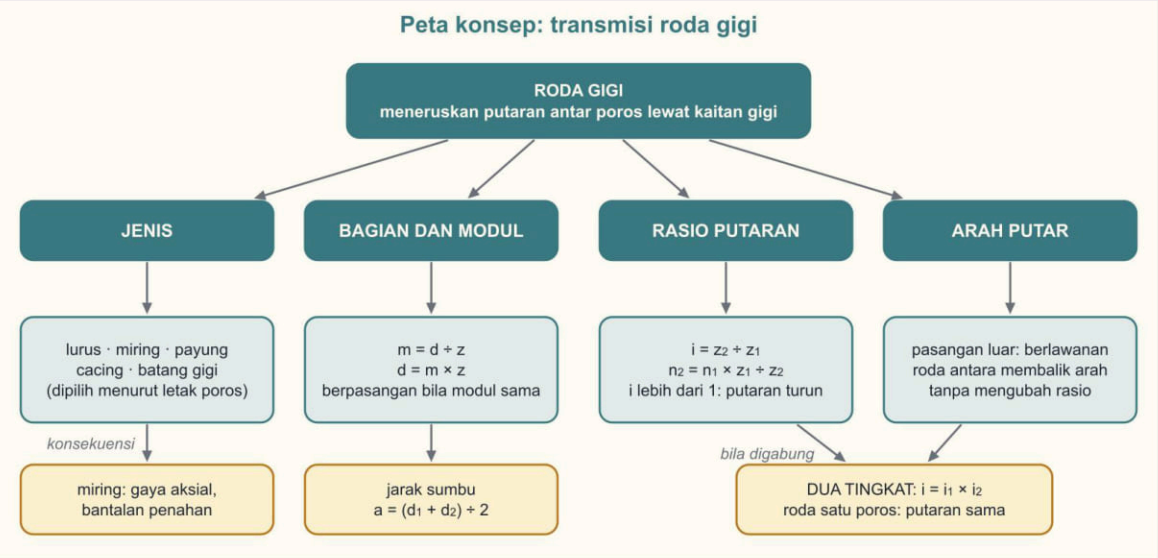
1. (a) Poros sejajar dan putaran tinggi sehingga perlu bersinggungan halus: **roda gigi miring**. Siapkan bantalan penahan beban aksial.
2. (b) Poros berpotongan 90°: **roda gigi payung**.
3. (c) Putaran menjadi gerak lurus: **roda gigi dan batang gigi**.

Jawaban: (a) miring, (b) payung, (c) batang gigi.

❖ **PETA KONSEP**

Ringkasan seluruh sub bab ini dapat dilihat pada Gambar 4.24.

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



Gambar 4.24 Peta konsep sub bab 4.4. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- Transmisi meneruskan daya, mengubah putaran, mengubah arah, dan menjangkau jarak; putaran turun berarti momen putar naik.
- Lima jenis: lurus dan miring (poros sejajar), payung (berpotongan), cacing (bersilangan tegak lurus), batang gigi (putaran menjadi gerak lurus).
- Modul $m = d \div z$; $d = m \times z$; dua roda gigi berpasangan hanya bila modulnya sama; jarak sumbu $a = (d_1 + d_2) \div 2$.
- Rasio $i = z_2 \div z_1 = n_1 \div n_2$; $n_2 = n_1 \times z_1 \div z_2$; gigi lebih banyak berarti putaran lebih lambat.
- Roda gigi antara hanya membalik arah dan menjembatani jarak; rangkaian dua tingkat: i total $= i_1 \times i_2$, roda pada satu poros berputar sama.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Soal roda gigi hampir selalu berhitung. Gunakan langkah berikut.

1. **Tulis urutan roda gigi dan jumlah giginya** sebagai daftar bernama (A, B, C, ...), lengkap dengan poros tempatnya.
2. **Tandai poros yang sama.** Roda gigi yang seporos berputar sama cepat.
3. **Hitung dari penggerak ke keluaran:** setiap pasangan n baru = n lama × gigi penggerak ÷ gigi yang digerakkan. Selesaikan satu pasangan lagi bila ada tingkat berikutnya.
4. **Periksa arah dengan menandai satu per satu**, jangan menebak dari jumlah roda.
5. **Uji kewajaran:** bila roda penggerak lebih kecil daripada yang digerakkan, putaran harus turun.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Roda gigi antara dikira mengubah rasio.** Gigi roda antara saling meniadakan; ia hanya

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

membalik arah.

- **Rasio terbalik.** Putaran sebanding dengan gigi penggerak dibagi gigi yang digerakkan, bukan sebaliknya. Roda yang lebih besar selalu lebih lambat.
- **Arah putar salah hitung.** Hitung jumlah pasangan yang bersinggungan; tiap pasangan membalik sekali. Roda seporos tidak membalik arah.
- **Dua tingkat dijumlahkan.** Rasio setiap tingkat dikalikan, bukan jumlah gigi dijumlahkan.
- **Modul dan jumlah gigi tertukar.** Dua roda dengan diameter sama belum tentu bisa berpasangan bila modulnya berbeda; dan diameter luar bukan diameter jarak bagi.

> Contoh salah tafsir: pada soal rangkaian tiga roda gigi dalam satu baris, seorang siswa menghitung n = n_motor × z_motor ÷ z_antara karena "roda yang menyentuh motor adalah yang menentukan". Padahal rasio ditentukan oleh roda penggerak dan roda terakhir; gigi roda antara saling meniadakan. Hasil salah yang sama muncul bila poros keluaran diambil dari roda antara.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menggambarkan sebuah mesin pengaduk dengan tiga roda gigi dalam satu baris. Pikirkan dulu: roda mana yang menjadi penggerak dan roda mana yang poros keluaran, apakah roda tengah mengubah rasio, dan berapa kali arah putar berbalik sepanjang rangkaian. Setelah itu hitung putaran dan putuskan arahnya. Tulis jawabanmu sebelum melihat kunci.

►. Mesin pengaduk pakan ternak di sebuah peternakan memakai motor 1.440 rpm (2027). Roda gigi penggerak 20 gigi pada poros motor memutar roda gigi antara 30 gigi, lalu roda gigi antara memutar roda gigi 60 gigi pada poros pengaduk. Ketiga roda gigi berada pada satu baris dan saling bersinggungan berurutan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Putaran poros pengaduk dan arahnya terhadap poros motor adalah ....

A. 480 rpm, searah dengan putaran poros motor
B. 480 rpm, berlawanan dengan putaran poros motor
C. 960 rpm, berlawanan dengan putaran poros motor
D. 4.320 rpm, searah dengan putaran poros motor
E. 720 rpm, searah dengan putaran poros motor

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

Pembahasan **Kunci: A**

Konsep: Pada rangkaian roda gigi lurus, n_akhir = n_awal × z_awal / z_akhir. Roda gigi antara tidak mengubah perbandingan, tetapi membalik arah satu kali, sehingga roda gigi pertama dan ketiga berputar searah.

Langkah:

1. n pengaduk = 1.440 × 20 / 60 = 480 rpm.
2. Penggerak → antara: arah berbalik; antara → pengaduk: berbalik lagi → searah dengan motor.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Perbandingan 20 : 60 dan dua kali pembalikan arah.
- **B.** ✗ Jebakan: putarannya benar, tetapi arah berbalik dua kali sehingga kembali searah.
- **C.** ✗ Hanya menghitung sampai roda gigi antara: 1.440 × 20 / 30 = 960 rpm.
- **D.** ✗ Perbandingan terbalik: 1.440 × 60 / 20.
- **E.** ✗ Salah memakai roda gigi antara sebagai penggerak: 1.440 × 30 / 60.

Jawaban: A.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Tulis dulu jenis roda gigi atau rumus yang kamu pakai, lalu hitung.

1. Siswa merancang penggerak pintu gerbang geser untuk gudang sekolah (2027). Poros motor dan poros penggerak pintu bersilangan tegak lurus tanpa berpotongan. Putaran motor harus diturunkan sangat besar, sekitar 40 kali, dalam satu pasang roda gigi. Selain itu, pintu tidak boleh dapat didorong orang ketika motor mati.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Jenis roda gigi yang paling tepat adalah ....

A. Roda gigi lurus
B. Roda gigi payung
C. Roda gigi cacing
D. Roda gigi miring
E. Roda gigi dan batang gigi

2. Roda gigi lurus 40 gigi pada mesin pengaduk adonan patah giginya (2027). Roda gigi itu berpasangan dengan roda gigi kecil modul 2. Perbandingan putaran dan jarak antara kedua poros tidak boleh berubah. Gudang suku cadang menyediakan:

Kode	Modul	Jumlah gigi
R1	2,5	40
R2	2,5	32
R3	2	40
R4	2	42

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

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Roda gigi pengganti dan diameter jarak baginya adalah ....

A. R1, diameter jarak bagi 100 mm
B. R2, diameter jarak bagi 80 mm
C. R3, diameter jarak bagi 80 mm
D. R4, diameter jarak bagi 84 mm
E. R3, diameter jarak bagi 84 mm

Kunci singkat: 1. C 2. C

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menjelaskan mengapa roda gigi antara tidak mengubah rasio putaran, tetapi tetap berguna?
- Bila roda gigi patah, jarak poros tidak boleh berubah, dan modulnya diketahui, apa saja yang harus sama pada roda gigi pengganti?
- **Yang harus kuingat:** $i = z_2 \div z_1$; $n_2 = n_1 \times z_1 \div z_2$; $d = m \times z$; dua tingkat dikalikan; arah berbalik di setiap pasangan.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 4.4: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.
next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktm&node=SMKTM-4.4

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

Sub bab 4.5 · Transmisi sabuk-puli dan rantai

SMKTM-4.5

◎ APA YANG DIUJI

Setelah roda gigi (sub bab 4.4), kisi-kisi meminta kamu memahami dua transmisi lain yang bentuknya lentur: **sabuk-puli** dan **rantai-sproket**. Soal pada sub bab ini berupa kasus mesin di bengkel atau usaha kecil, misalnya mesin bor yang sabuknya berbunyi mendecit, mesin yang rantainya meloncat, atau mesin dengan puli bertingkat. Kamu diminta mengenali jenis sabuk atau rantai yang cocok, menghitung putaran keluaran dari ukuran puli atau jumlah gigi sproket, memilih posisi sabuk pada puli bertingkat, dan menentukan tindakan perawatan atau pemasangan yang benar dan aman.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- membedakan sabuk datar, sabuk-V, sabuk gilir, dan rantai rol, termasuk kelebihan serta kekurangannya;
- menghitung rasio dan putaran keluaran dari diameter puli atau jumlah gigi sproket;
- menjelaskan penyebab slip, cara memeriksa kekencangan, dan memilih posisi sabuk pada puli bertingkat;
- menyebutkan langkah memasang sabuk-V baru dan merawat rantai dengan aman.

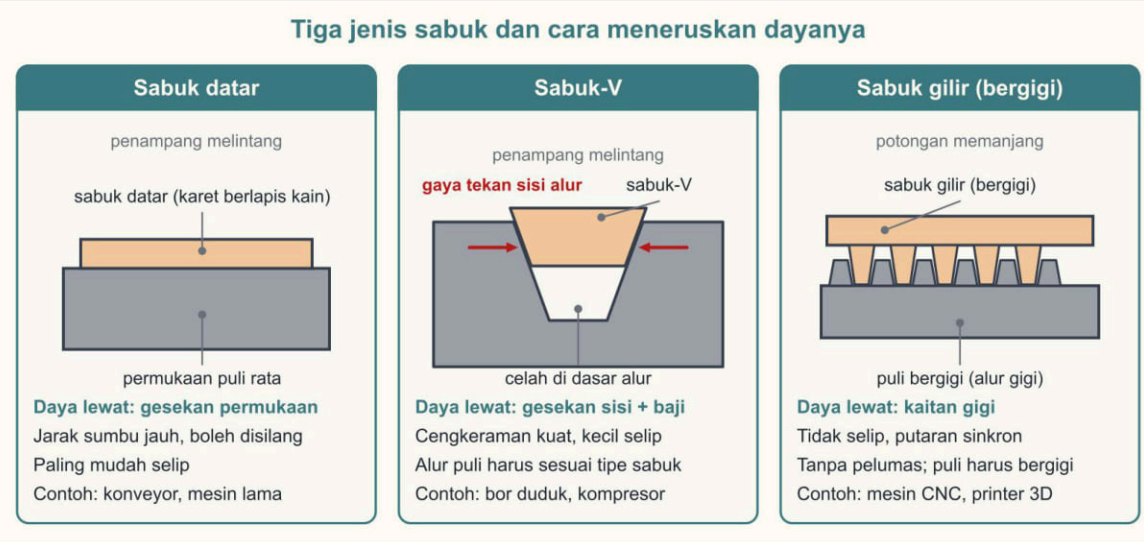
◆ KONSEP INTI

Roda gigi sangat teliti, tetapi dua roda gigi harus bersinggungan langsung. Bila kedua poros berjauhan, misalnya motor di lantai dan mesin di atas meja setinggi satu meter, roda gigi yang dibutuhkan menjadi sangat besar atau harus dirangkai banyak. Untuk jarak seperti itu, bengkel memakai **sabuk dan puli** atau **rantai dan sproket**: sebuah lingkaran lentur yang melilit dua roda dan membawa putaran dari roda penggerak ke roda yang digerakkan. Kedua transmisi ini murah, mudah dipasang, mudah dibongkar, dan dipakai hampir di semua mesin bengkel dan pertanian, dari mesin bor duduk, kompresor, pompa air, sampai mesin penggilingan, sepeda, dan sepeda motor. Sub bab ini menjelaskan jenisnya, cara menghitung putarannya, cara menjaganya tetap bekerja baik, dan cara memasangnya dengan benar.

1. Tiga jenis sabuk

Sabuk meneruskan putaran lewat **gesekan** (kecuali sabuk gilir yang memakai kaitan gigi). Gambar 4.25 menunjukkan penampang ketiga jenis sabuk yang dibahas di sini.

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



Gambar 4.25 Sabuk datar, sabuk-V, dan sabuk gilir beserta cara meneruskan dayanya. 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

Jenis	Bentuk	Cara meneruskan daya	Kelebihan	Kekurangan
Sabuk datar	pita datar dari karet berlapis kain atau kulit	gesekan di permukaan puli yang rata	jarak sumbu jauh; boleh disilang; sederhana	mudah selip; perlu tegangan besar
Sabuk-V	penampang trapesium (sudut sekitar 40°)	gesekan di kedua sisi alur, diperkuat efek baji	cengkeraman kuat, tidak mudah selip, senyap	tidak dapat disilang; alur puli harus cocok
Sabuk gilir (bergigi)	pita bergigi di sisi dalam	gigi sabuk mengait alur gigi puli	tidak selip, putaran sinkron, tanpa pelumas	puli harus bergigi dan jarak gigi harus sama

Sabuk-V adalah yang paling sering kamu jumpai. Karena penampangnya berbentuk baji, saat sabuk ditarik ke dalam alur, sisi-sisinya terjepit dan menghasilkan gesekan jauh lebih besar daripada sabuk datar. Bagian bawah sabuk justru tidak boleh menyentuh dasar alur; ada celah kecil di sana (lihat Gambar 4.25). Bila sabuk aus sehingga turun sampai dasar alur, cengkeramannya hilang dan sabuk mulai selip. Sabuk-V dibuat dalam beberapa tipe menurut lebar dan tebalnya (misalnya tipe A atau B), dan tipe serta panjangnya tercetak di punggung sabuk. **Puli harus memakai alur yang sesuai dengan tipe sabuk.**

Sabuk gilir (timing belt) dipakai bila dua poros harus berputar sinkron, misalnya pada mesin CNC kecil atau pencetak tiga dimensi. Gigi sabuk masuk ke alur puli bergigi seperti roda gigi, sehingga tidak mungkin selip.

2. Rasio putaran sabuk-puli dan arah putar

Sabuk menghubungkan dua puli dan bergerak dengan kecepatan yang sama di sepanjang bentangannya. Kecepatan sabuk adalah $\pi \times d \times n$, sehingga bila sabuk tidak selip, kecepatan keliling kedua puli sama:

$\pi \times d_1 \times n_1 = \pi \times d_2 \times n_2$, maka $\mathbf{n_1 \times d_1 = n_2 \times d_2}$

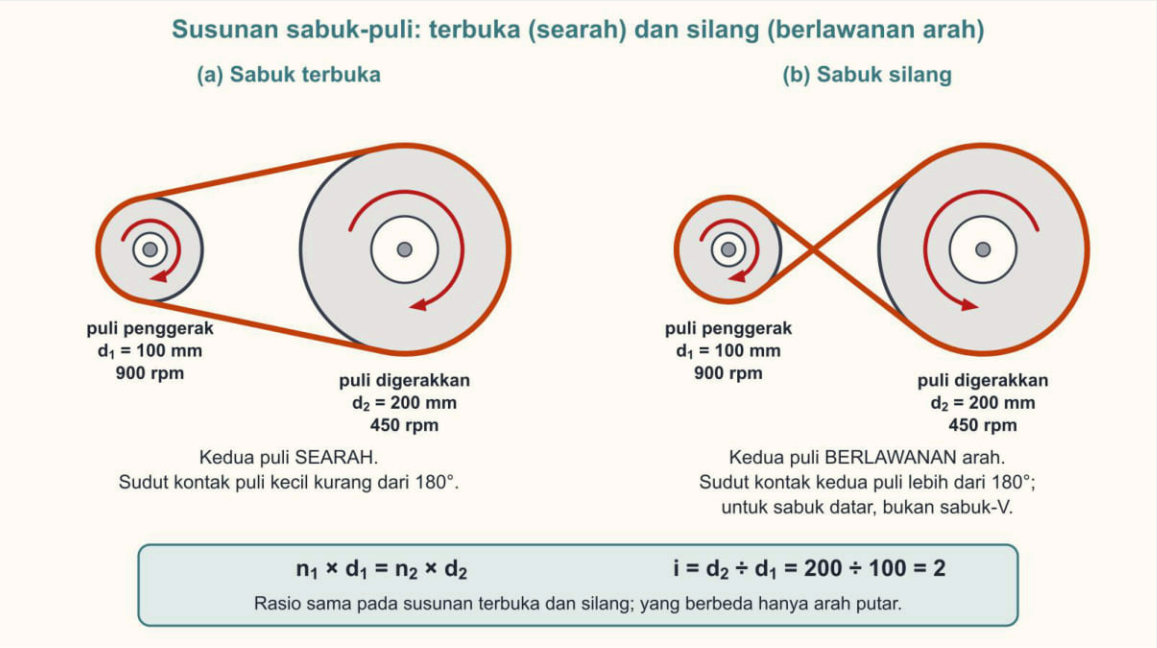
Jadi, dengan puli penggerak (indeks 1) dan puli digerakkan (indeks 2):

- **rasio putaran** $i = d_2 \div d_1 = n_1 \div n_2$
- **putaran keluaran** $n_2 = n_1 \times d_1 \div d_2$

Hubungannya sama dengan roda gigi; yang berubah hanya diameter menggantikan jumlah gigi. Aturan yang sama berlaku: **puli lebih besar berputar lebih lambat**. Diameter yang dipakai adalah **diameter jarak bagi (efektif)**, yaitu diameter pada garis tengah sabuk di dalam alur, bukan diameter luar puli. Bila soal hanya memberi satu ukuran diameter, pakailah ukuran itu.

Susunan sabuk menentukan arah putar (Gambar 4.26).

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



Gambar 4.26 Sabuk terbuka membuat kedua puli searah; sabuk silang membuat keduanya berlawanan arah. Rasio putaran sama untuk kedua susunan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Sabuk terbuka:** kedua puli berputar **searah**. Susunan ini yang paling umum.
- **Sabuk silang:** sabuk bersilangan di tengah sehingga kedua puli berputar **berlawanan arah**. Susunan ini hanya cocok untuk sabuk datar atau bulat; sabuk-V tidak disilang karena cepat aus.

Dua puli dapat juga dihubungkan lebih jauh lewat rangkaian: bila puli kedua seporos dengan puli ketiga yang menggerakkan puli keempat, hitung per pasangan lalu kalikan, sama seperti rangkaian dua tingkat pada roda gigi.

Kecepatan sabuk sendiri dapat dihitung dengan $v = \pi \times d \times n \div 60.000$ (d dalam mm, n dalam rpm, v dalam m/s). Sabuk-V umumnya bekerja baik pada kecepatan beberapa meter per detik sampai sekitar 25 m/s; angka pastinya mengikuti tabel pabrik.

3. Slip, kekencangan, dan sudut kontak

Slip adalah sabuk meluncur pada puli sehingga putaran puli digerakkan lebih rendah daripada hitungan. Tandanya: bunyi mendecit saat mulai berputar atau saat beban naik, sabuk panas, permukaan sisi sabuk mengilap, dan putaran mesin turun ketika dibebani. Penyebab utamanya:

1. **Tegangan kurang** (sabuk kendur). Sabuk memanjang setelah dipakai lama.
2. **Sabuk atau alur aus.** Sisi sabuk mengilap dan retak, atau sabuk turun sampai dasar alur.
3. **Oli atau minyak** di sabuk dan alur puli.
4. **Beban melebihi kemampuan** sabuk.
5. **Puli tidak sejajar.** Sabuk tidak masuk lurus ke alur, aus di satu sisi, dan mudah selip.

Mengatasi slip tidak dilakukan dengan mengoles sesuatu pada sabuk. Oli atau pasta justru membuat sabuk makin licin dan karetnya rusak. Sebab yang sebenarnya yang harus diperbaiki: ganti sabuk aus, bersihkan puli, luruskan puli, dan setel tegangan.

Kekencangan sabuk harus tepat. Terlalu kendur menyebabkan slip; terlalu kencang menarik

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

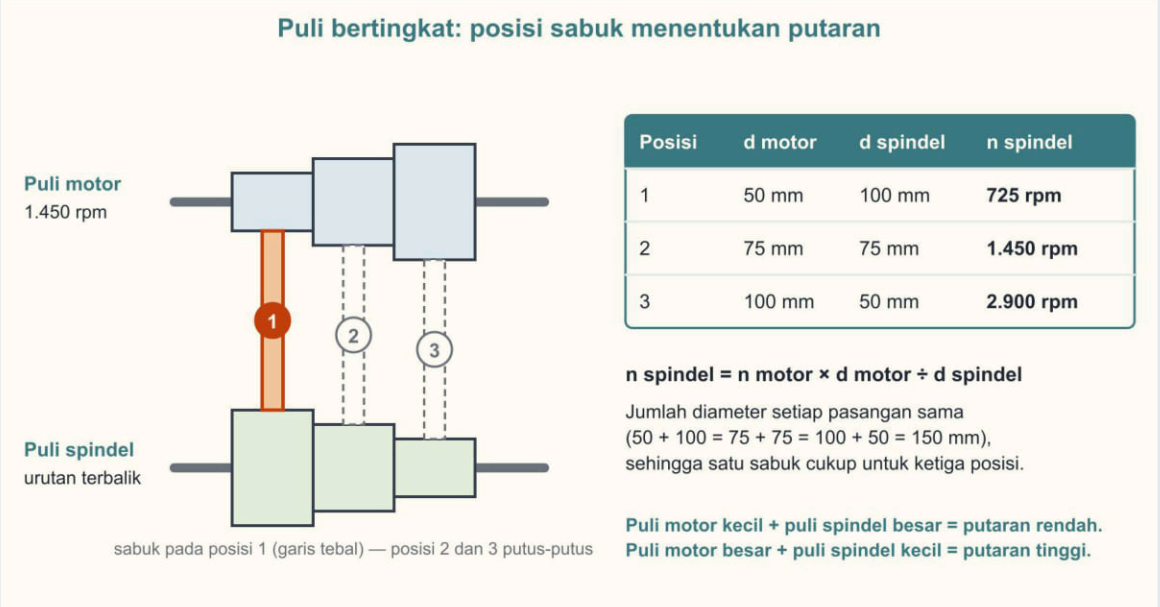
poros sehingga **bantalan cepat aus** dan sabuk memanjang lebih cepat. Cara memeriksa yang sederhana adalah menekan sabuk di tengah bentangan dengan ibu jari: lendutan harus sesuai petunjuk mesin. Sebagai gambaran umum yang sering dipakai, lendutan kira-kira satu sampai dua sentimeter untuk setiap satu meter jarak sumbu; tetapi selalu ikuti petunjuk mesin yang kamu kerjakan.

Kesejajaran puli: letakkan mistar baja yang panjang pada sisi kedua puli. Bila mistar menyentuh ke empat titik (dua tepi di setiap puli), puli sejajar.

> **Pengayaan: sudut kontak.** Sudut kontak adalah busur puli yang dilingkupi sabuk. Makin besar sudut kontak, makin kuat cengkeraman. Pada sabuk terbuka, sudut kontak puli kecil lebih kecil daripada 180°; makin besar selisih diameter dan makin pendek jarak sumbu, makin kecil sudutnya. Sebagai contoh, puli 100 mm dan 200 mm dengan jarak sumbu 300 mm memberi sudut kontak sekitar 161° pada puli kecil. Sudut yang terlalu kecil (di bawah kira-kira 120°) membuat sabuk mudah selip, sehingga pada rasio besar sabuk dipasangi puli penekan atau diganti rantai.

4. Puli bertingkat

Mesin bor duduk, mesin bubut kecil, dan mesin gerinda duduk sering punya **puli bertingkat**: puli berundak dengan beberapa alur berdiameter berbeda. Dua puli bertingkat dipasang saling terbalik: yang kecil di puli motor berpasangan dengan yang besar di puli spindel. Dengan memindahkan sabuk ke alur lain, pemakai memilih putaran spindel (Gambar 4.27).



Gambar 4.27 Puli bertingkat tiga tingkat dan tabel putaran spindel untuk motor 1.450 rpm. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Putaran spindel pada tiap posisi dihitung dengan rumus yang sama: n spindel = n motor × d motor ÷ d spindel. Pada Gambar 4.27, motor 1.450 rpm memberi 725 rpm di posisi 1 (puli motor 50 mm, spindel 100 mm), 1.450 rpm di posisi 2 (75 mm dan 75 mm), dan 2.900 rpm di posisi 3 (100 mm dan 50 mm). Ada fakta bagus yang bisa dipakai untuk memeriksa gambar: **jumlah kedua diameter selalu sama** pada setiap pasang alur (di sini 150 mm), sehingga panjang satu

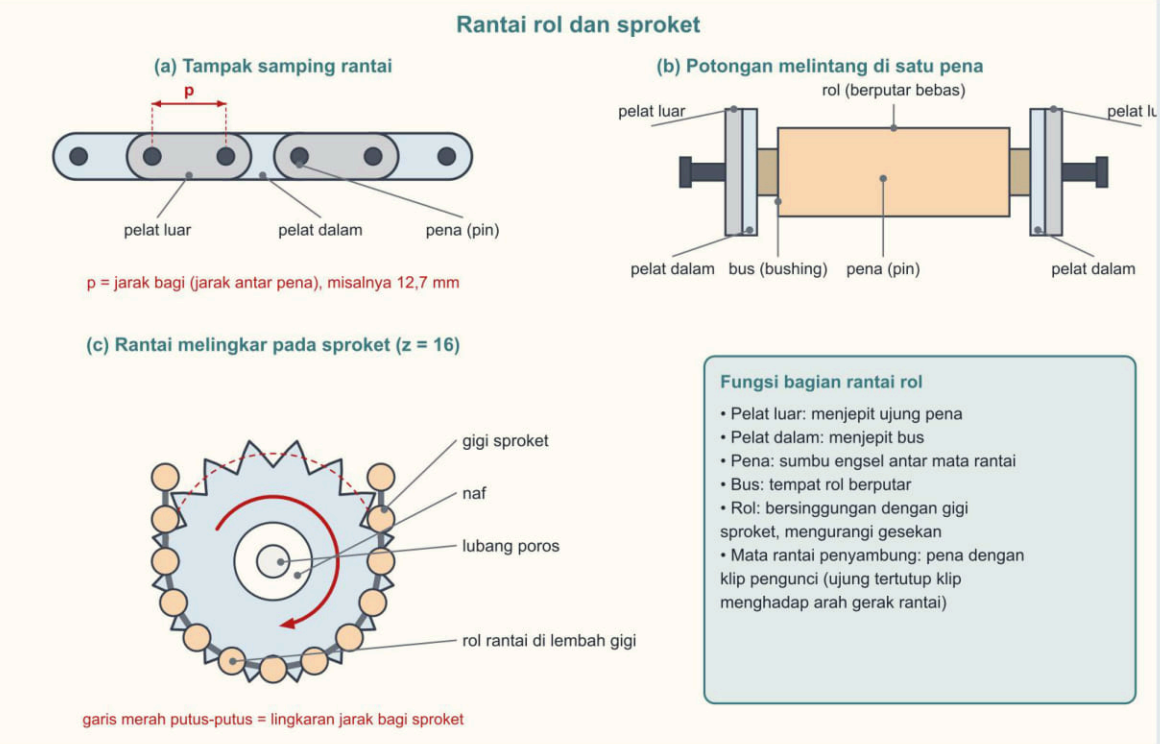
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

sabuk cukup untuk semua posisi.

Aturan memakainya, yang berlaku di bengkel mana pun: bahan keras atau benda berdiameter besar dikerjakan pada putaran rendah, sedangkan bahan lunak dan benda kecil pada putaran lebih tinggi. **Pindahkan sabuk hanya saat mesin mati dan sudah berhenti total**, setelah mengendurkan tegangan sabuk lewat tuas atau baut penyetel. Memindah sabuk sambil mesin berputar atau tanpa mengendurkannya membuat tangan terjepit dan sabuk rusak.

5. Rantai rol dan sproket

Rantai rol adalah deretan mata rantai yang disambung engsel. Ia dipasang pada **sproket**, yaitu roda bergigi yang giginya mengait rol rantai. Karena kaitannya memakai gigi, rantai **tidak selip** seperti sabuk gesek, mampu meneruskan daya besar, tahan panas, debu, dan basah, dan umurnya panjang bila dirawat. Contohnya: rantai sepeda, sepeda motor, konveyor, dan mesin pertanian. Gambar 4.28 menunjukkan bagian rantai dan cara rantai melilit sproket.



Gambar 4.28 Tampak samping rantai (a), potongan melintang di satu pena (b), dan rantai melingkar pada sproket (c). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Bagian rantai rol:

- **Pelat luar:** dua pelat yang menjepit ujung pena.
- **Pelat dalam:** dua pelat yang menjepit bus.
- **Pena (pin):** batang yang menjadi sumbu engsel antara mata rantai dalam dan luar.
- **Bus (bushing):** tabung pendek yang diikat pada pelat dalam; pena berputar di dalamnya.
- **Rol (roller):** tabung yang membungkus bus dan berputar bebas, sehingga gesekan dengan gigi sproket kecil.
- **Mata rantai penyambung:** satu mata rantai yang pelat luarnya dipegang klip pengunci, sehingga rantai dapat dibuka dan disambung.

Ukuran utama rantai adalah **jarak bagi** (p), yaitu jarak antara pusat dua pena yang berurutan. Rantai yang sama jarak baginya dapat dipasang pada sproket yang jarak baginya sama. Rantai yang umum untuk mesin kecil, misalnya, memiliki jarak bagi 12,7 mm (setengah inci).

Rasio putaran rantai dihitung seperti roda gigi, karena jumlah gigi sproket menggantikan diameter:

- $i = z_2 \div z_1 = n_1 \div n_2$
- $\mathbf{n_2 = n_1 \times z_1 \div z_2}$

Sproket dengan gigi lebih banyak berputar lebih lambat. Arah putar kedua sproket **sama** (searah) pada rantai yang melingkar biasa. Beberapa aturan praktis: sproket kecil jangan terlalu sedikit giginya (sekitar 15 sampai 17 gigi atau lebih), sebab sproket kecil membuat rantai bergerak patah-patah dan cepat aus; rasio satu pasang sebaiknya tidak lebih dari kira-kira 1 : 6 sampai 1 : 7; dan jumlah mata rantai sebaiknya **genap** agar tidak perlu mata rantai bengkok (offset) yang lebih lemah. Angka-angka itu pedoman umum; ikuti anjuran pabrik rantai bila ada.

Perawatan rantai:

1. **Lumasi secara berkala.** Rantai kering memanjang dan cepat aus karena pena dan bus bergesekan tanpa pelumas. Oleskan oli rantai pada celah antara pelat dalam dan pelat luar.
2. **Setel kekencangan.** Rantai yang baik tidak kencang seperti senar; ada sedikit lendutan yang disarankan pabrik. Rantai terlalu kendur dapat meloncat dari sproket dan menghentak; terlalu kencang membebani bantalan.
3. **Periksa kesejajaran sproket.** Kedua sproket harus berada pada bidang yang sama; letakkan mistar baja di sisi keduanya.
4. **Periksa keausan.** Rantai yang aus **memanjang** (jarak baginya membesar), sehingga tidak lagi pas dengan gigi sproket. Rantai yang memanjang berjalan di ujung gigi sproket dan menggerus gigi itu sampai runcing seperti kait. Sproket yang sudah aus akan merusak rantai baru dengan cepat, sehingga **rantai dan sproket aus diganti bersamaan**, bukan rantai saja.
5. **Pasang mata rantai penyambung dengan benar.** Ujung tertutup klip menghadap searah gerak rantai, ujung terbukanya di belakang, agar klip tidak tersangkut dan terlepas.
6. **Pasang pelindung** dan matikan mesin serta kunci sumber daya sebelum membersihkan atau menyetel.

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

6. Memilih sabuk atau rantai

Pilihan antara sabuk dan rantai bergantung pada keadaan kerja.

Kebutuhan	Sabuk-V	Sabuk gilir	Rantai rol
Putaran sinkron tepat	tidak (dapat selip)	ya	ya
Perlu pelumas	tidak	tidak	ya
Kebisingan	senyap	cukup senyap	lebih bising
Debu, air, panas	kurang tahan	kurang tahan	tahan
Beban kejut	meredam kejut; boleh selip bila macet	sedang	kuat, tetapi menghentak bila longgar
Jarak sumbu	jauh	sedang	sedang

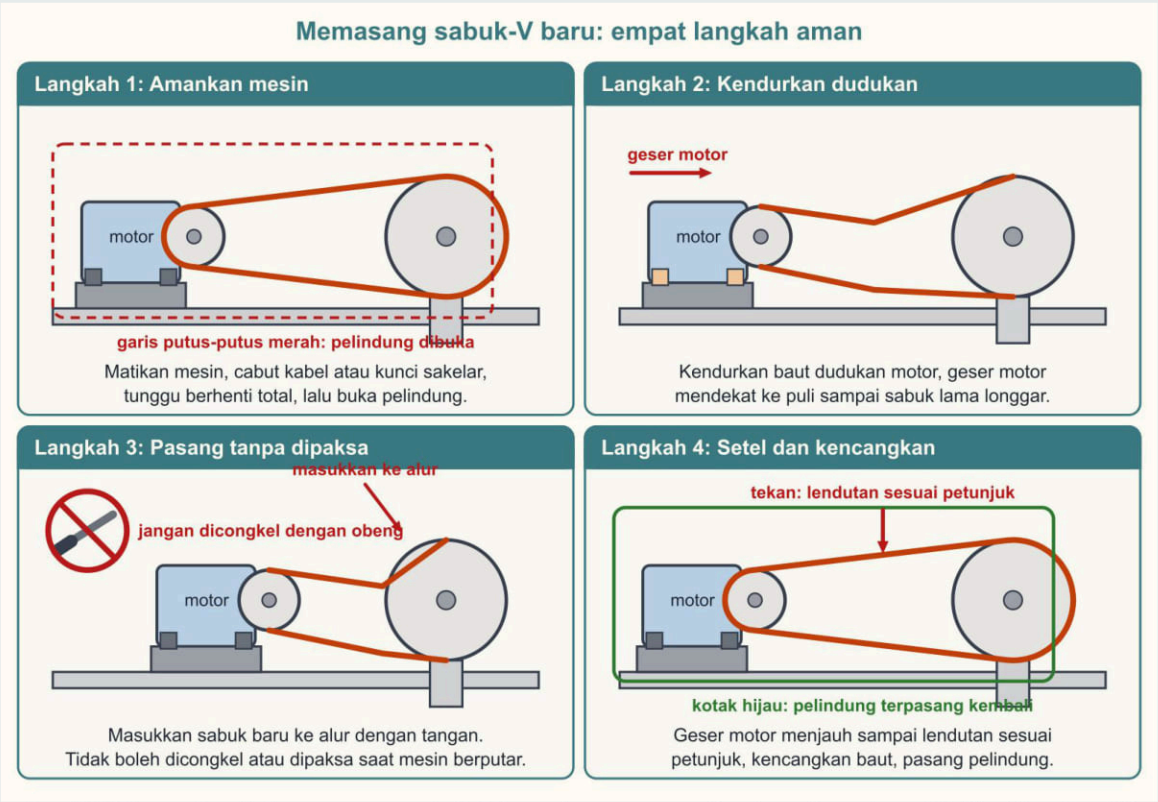
Sabuk sering dipakai di sisi putaran **cepat** (dekat motor) karena senyap dan meredam hentakan, sedangkan rantai dipakai di sisi putaran **lambat** yang berdaya besar. Bila keduanya digabung, rasio total adalah hasil kali rasio masing-masing tingkat, sama seperti rangkaian dua tingkat roda gigi.

7. Memasang sabuk-V baru

Mengganti sabuk-V terlihat mudah, tetapi caranya menentukan umur sabuk dan keselamatanmu. Gambar 4.29 merangkum empat tahap utamanya; rinciannya sebagai berikut.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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



Gambar 4.29 Empat langkah memasang sabuk-V baru dengan aman. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **Amankan mesin.** Matikan mesin, cabut kabel atau kunci sakelar, dan tunggu semua bagian berhenti. Buka pelindung sabuk.
2. **Kendurkan dudukan motor** (atau penyetel) dan **geser motor mendekat** ke puli sampai sabuk lama longgar dan dapat diangkat dengan tangan. Lepas sabuk lama.
3. **Periksa puli dan alur:** bersihkan dari kotoran dan oli; pastikan alur tidak aus berbentuk mangkuk dan kedua puli sejajar. Bila ada beberapa sabuk pada satu puli, **ganti semuanya sekaligus** dengan sabuk satu set agar panjangnya sama.
4. **Pasang sabuk baru ke alur dengan tangan** tanpa dipaksa. Sabuk yang harus dicongkel dengan obeng atau dipaksa sambil memutar puli menandakan jarak puli belum cukup dekat. Mencongkel merusak lapisan dan serat sabuk dan dapat menjepit jari.
5. **Setel tegangan:** geser motor menjauh sampai sabuk memiliki lendutan sesuai petunjuk, lalu **kencangkan baut dudukan**.
6. **Pasang kembali pelindung,** putar puli dengan tangan satu atau dua putaran untuk memeriksa, lalu nyalakan sebentar. Periksa ulang tegangan setelah beberapa jam kerja, karena sabuk baru memanjang sedikit pada awal pemakaian.

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

▣ CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Putaran, arah, dan kecepatan sabuk

Pompa air pertanian digerakkan motor 1.450 rpm. Puli motor berdiameter 90 mm dan puli pompa 225 mm, dihubungkan sabuk-V terbuka. Tentukan rasio, putaran pompa, kecepatan sabuk, dan arah putar pompa. Berapa putaran pompa bila terjadi slip 2 persen?

Langkah:

1. Rasio: $i = d_2 \div d_1 = 225 \div 90 = 2{,}5$.
2. Putaran pompa: $n_2 = n_1 \times d_1 \div d_2 = 1.450 \times 90 \div 225 = 580$ rpm.
3. Kecepatan sabuk: $v = \pi \times 90 \times 1.450 \div 60.000 \approx 6{,}83$ m/s. Pemeriksaan pada puli besar: $\pi \times 225 \times 580 \div 60.000 \approx 6{,}83$ m/s. Hasilnya sama.
4. Arah: sabuk terbuka, jadi pompa berputar **searah** dengan motor.
5. Dengan slip 2 persen, putaran turun sebesar $580 \times 0{,}02 = 11{,}6$ rpm sehingga pompa berputar sekitar 568 rpm.

Jawaban: $i = 2{,}5$; 580 rpm; sekitar 6,83 m/s; searah; sekitar 568 rpm bila ada slip 2 persen.

Contoh 2: Memilih posisi puli bertingkat

Mesin bubut kayu di sanggar kerajinan memakai puli bertingkat seperti Gambar 4.27 dengan motor 1.450 rpm. Petunjuk bengkel: tahap kasar memakai putaran terdekat yang tidak melebihi 1.000 rpm; tahap penghalusan memakai putaran terdekat yang tidak melebihi 1.500 rpm. Pada posisi mana sabuk dipasang untuk tiap tahap?

Langkah:

1. Hitung semua posisi: posisi 1 = $1.450 \times 50 \div 100 = 725$ rpm; posisi 2 = $1.450 \times 75 \div 75 = 1.450$ rpm; posisi 3 = $1.450 \times 100 \div 50 = 2.900$ rpm.
2. Tahap kasar (tidak lebih dari 1.000 rpm): hanya posisi 1 (725 rpm) yang memenuhi.
3. Tahap penghalusan (tidak lebih dari 1.500 rpm): posisi 1 dan 2 memenuhi; yang terdekat dengan 1.500 adalah posisi 2 (1.450 rpm).
4. Posisi 3 (2.900 rpm) melebihi kedua batas, sehingga tidak dipakai.

Jawaban: tahap kasar di posisi 1; penghalusan di posisi 2. Pindahkan sabuk hanya setelah mesin mati dan sabuk dikendurkan.

Contoh 3: Jumlah gigi sproket

Penggerak sebuah mesin pencetak batu bata berputar 180 rpm lewat sproket 17 gigi. Poros mesin harus berputar tepat 45 rpm dengan transmisi rantai. Berapa jumlah gigi sproket pada poros mesin? Apakah rasionya wajar?

Langkah:

1. Dari $n_1 \times z_1 = n_2 \times z_2$ diperoleh $z_2 = z_1 \times n_1 \div n_2 = 17 \times 180 \div 45 = 68$.
2. Rasio: $i = 68 \div 17 = 4$, sama dengan $180 \div 45 = 4$.
3. Pemeriksaan kewajaran: sproket kecil 17 gigi memenuhi anjuran jumlah gigi minimal, dan rasio 4 masih di bawah batas wajar satu pasang.

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

4. Arah: rantai melingkar biasa, kedua sproket searah.

Jawaban: sproket pada poros mesin berjumlah 68 gigi; rasio 4, wajar.

Contoh 4: Sabuk lalu rantai

Mesin penggiling singkong memakai dua tingkat reduksi. Motor 1.450 rpm menggerakkan puli 100 mm, yang memutar puli 250 mm lewat sabuk-V. Puli 250 mm itu seporos dengan sproket 18 gigi, yang memutar sproket 45 gigi pada poros penggiling lewat rantai. Berapa putaran penggiling dan rasio totalnya? Mengapa sabuk dipasang di sisi motor?

Langkah:

1. Tingkat sabuk: n = 1.450 × 100 ÷ 250 = 580 rpm.
2. Tingkat rantai: n = 580 × 18 ÷ 45 = 232 rpm.
3. Rasio total: (250 ÷ 100) × (45 ÷ 18) = 2,5 × 2,5 = 6,25. Pemeriksaan: 1.450 ÷ 6,25 = 232 rpm.
4. Alasan penempatan: sabuk dipasang di sisi cepat karena senyap, tanpa pelumas, dan meredam hentakan awal motor; rantai dipasang di sisi lambat yang berdaya besar karena kuat dan tidak selip.

Jawaban: penggiling berputar 232 rpm; rasio total 6,25.

Contoh 5: Memilih sabuk atau rantai

Tiga kebutuhan di bengkel dan pabrik kecil: (a) mesin pencampur beton yang berdebu, sering terkena air, dan bebannya berat; (b) kipas pendingin bengkel, jarak sumbu 1,2 m, beban ringan, dan harus senyap; (c) mesin pengukir kecil yang gerak sumbunya harus tepat mengikuti putaran motor langkah.

Langkah:

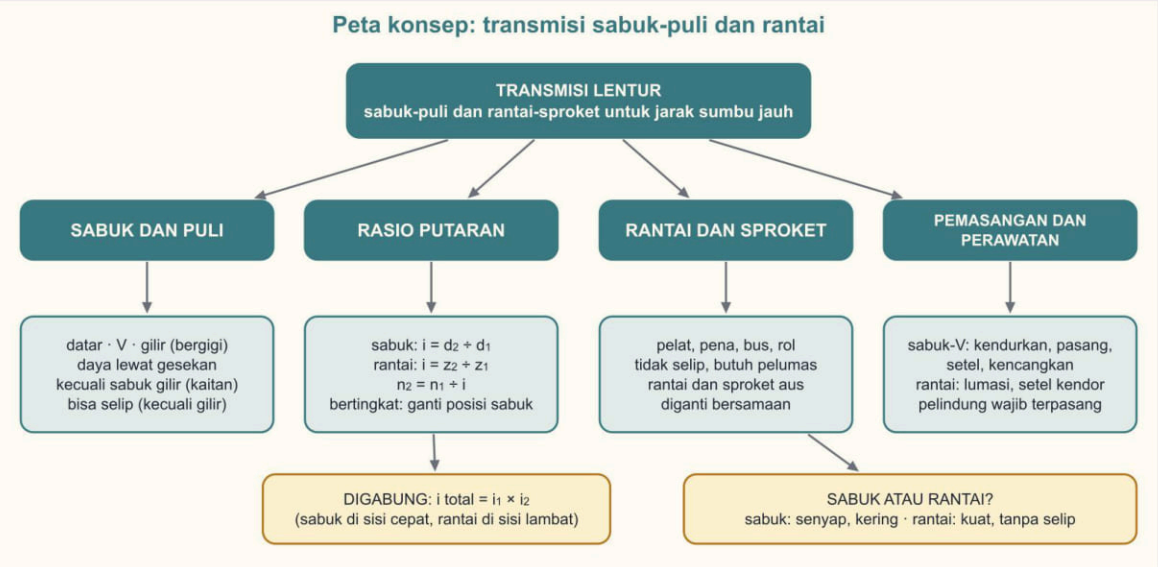
1. (a) Debu, air, dan beban berat membuat sabuk mudah selip dan rusak: **rantai rol** (dengan pelindung dan pelumasan).
2. (b) Jarak sumbu jauh, beban ringan, dan senyap: **sabuk-V**.
3. (c) Gerak harus sinkron tanpa selip dan tanpa pelumas: **sabuk gilir**.

Jawaban: (a) rantai, (b) sabuk-V, (c) sabuk gilir.

❖ PETA KONSEP

Ringkasan seluruh sub bab ini dapat dilihat pada Gambar 4.30.

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



Gambar 4.30 Peta konsep sub bab 4.5. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- Sabuk datar, sabuk-V, dan sabuk gilir; sabuk gesek dapat selip, sabuk gilir dan rantai tidak.
- Sabuk-puli: $i = d_2 \div d_1$, $n_2 = n_1 \times d_1 \div d_2$; rantai-sproket: $i = z_2 \div z_1$, $n_2 = n_1 \times z_1 \div z_2$; yang lebih besar berputar lebih lambat.
- Sabuk terbuka: searah; sabuk silang: berlawanan arah (hanya sabuk datar).
- Slip karena sabuk kendur, aus, berminyak, atau puli tidak sejajar; kekencangan diperiksa dari lendutan sesuai petunjuk; terlalu kencang merusak bantalan.
- Puli bertingkat: hitung tiap posisi, ganti posisi hanya saat mesin mati dan sabuk dikendurkan.
- Rantai: lumasi, setel kendornya, periksa kesejajaran, ganti rantai dan sproket aus bersamaan, klip menghadap searah gerak.
- Pasang sabuk-V baru: amankan mesin, dekatkan puli, pasang tanpa dicongkel, setel tegangan, kencangkan, pasang pelindung.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Soal sub bab ini ada dua jenis: berhitung (putaran, posisi puli, jumlah gigi) dan kasus perawatan (gejala lalu tindakan). Gunakan langkah berikut.

1. **Untuk berhitung:** tulis penggerak dan yang digerakkan, rumus rasio yang sesuai (diameter untuk sabuk, jumlah gigi untuk rantai), lalu selesaikan satu pasang demi satu pasang. Uji hasilnya: bila penggerak lebih kecil, putaran harus turun.
2. **Untuk puli bertingkat:** hitung semua posisi dulu, lalu pilih menurut batas yang diminta soal ("terdekat yang tidak melebihi" berarti tidak boleh lebih besar).
3. **Untuk kasus perawatan:** tulis gejala, tulis penyebab yang paling mungkin untuk tiap gejala,

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

lalu nilai setiap tindakan satu per satu apakah menghilangkan penyebab itu dan aman.

4. **Untuk memilih jenis:** cari syarat kunci (sinkron, tanpa pelumas, basah dan berdebu, jarak sumbu jauh) dan cocokkan dengan tabel pada konsep 6.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Diameter besar dianggap putaran besar.** Puli atau sproket yang lebih besar berputar lebih lambat.
- **Sabuk dipaksa dengan obeng.** Sabuk yang tidak masuk berarti puli perlu didekatkan lebih dulu, bukan dipaksa.
- **Sabuk slip diberi oli atau dikencangkan berlebihan.** Oli membuat slip lebih parah; tegangan berlebih membebani bantalan.
- **Rantai kendor "dikencangkan" saja** padahal gigi sproket sudah aus meruncing, atau hanya rantainya diganti. Rantai aus dan sproket aus diganti bersamaan.
- **Posisi sabuk pada puli bertingkat dihitung terbalik.** Puli motor kecil dan puli spindel besar memberi putaran rendah; sebaliknya putaran tinggi.

> Contoh salah tafsir: pada soal puli bertingkat, seorang siswa menghitung putaran spindel dengan n motor × d spindel ÷ d motor, sehingga posisi yang seharusnya lambat tampak cepat. Pemeriksaan sederhana menghindarinya: bila puli motor lebih kecil daripada puli spindel, putaran spindel pasti lebih rendah daripada putaran motor.

BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menggambarkan mesin bor dengan sabuk-V yang bergejala. Soal ini berbentuk pilih-semua-yang-benar, jadi nilailah setiap pernyataan sendiri-sendiri. Pikirkan: apa yang ditunjukkan sabuk yang mengilap, retak, dan lendutan yang besar; apa penyebab bunyi mendecit; lalu pernyataan mana yang menghilangkan penyebab itu tanpa menimbulkan masalah baru. Tulis dulu daftar "benar" atau "salah" untuk tiap pernyataan sebelum melihat kunci.

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

►. Mesin bor duduk di bengkel sekolah mengeluarkan bunyi mendecit saat mulai mengebor, dan putaran mata bor melambat ketika ditekan (2027). Saat diperiksa, sabuk-V tampak mengilap di kedua sisinya dan ada retakan halus. Lendutan sabuk saat ditekan di tengah bentangan terasa lebih besar dari biasanya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan perawatan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Mengganti sabuk yang sisinya mengilap dan retak dengan sabuk baru berukuran sama.
☐ B. Memeriksa kelurusan kedua puli dengan mistar baja yang ditempelkan ke sisi puli.
☐ C. Mengoleskan sedikit oli pada sabuk agar tidak mendecit saat mulai berputar.
☐ D. Menyetel sabuk lama lebih kencang dari anjuran agar sisi yang mengilap kembali mencengkeram puli.
☐ E. Menyetel tegangan sabuk baru sampai lendutannya sesuai petunjuk mesin.

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

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

Konsep: Sabuk-V slip karena tegangan kurang, sabuk aus (sisi mengilap/retak), atau puli tidak sejajar. Perawatan: ganti sabuk yang aus, luruskan puli, setel tegangan sesuai lendutan anjuran. Sabuk tidak boleh diberi oli atau dikencangkan berlebihan.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✓ Sisi sabuk yang mengilap dan retak sudah aus sehingga cengkeramannya ke alur puli berkurang.
• **Pernyataan 2** ✓ Puli yang tidak sejajar membuat sabuk aus di sisi dan mudah slip.
• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: bunyi bisa hilang sesaat, tetapi oli membuat sabuk makin licin, makin slip, dan karetnya rusak.
• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: sabuk memang slip karena kendur, tetapi sabuk yang sudah aus tetap slip, dan tegangan berlebih membebani bantalan poros.
• **Pernyataan 5** ✓ Tegangan yang tepat menjaga sabuk tidak slip tanpa membebani bantalan.

Jawaban: pernyataan 1, 2, 5.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk soal berhitung, tulis rumus dan satuannya; untuk soal kasus, tulis gejala lalu penyebabnya.

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

1. Konveyor di gudang beras digerakkan motor-reduksi yang poros keluarannya berputar 120 rpm (2027). Poros konveyor harus berputar tepat 48 rpm dengan transmisi rantai. Pabrik rantai menganjurkan sproket kecil minimal 15 gigi agar rantai berjalan halus dan tidak cepat aus. Sproket yang tersedia di gudang suku cadang:

Jumlah gigi sproket yang tersedia
12, 15, 18, 30, 36, 45

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

Pasangan sproket (pada motor – pada konveyor) yang paling tepat adalah ....

A. 12 gigi – 30 gigi
B. 45 gigi – 18 gigi
C. 15 gigi – 36 gigi
D. 18 gigi – 45 gigi
E. 30 gigi – 12 gigi

2. Rantai penggerak mesin perontok padi milik kelompok tani berbunyi berisik dan kadang meloncat dari sproket (2027). Pemeriksaan menunjukkan rantai kering dan kendur, ujung gigi sproket kecil sudah meruncing seperti kait, dan rantai dapat ditarik menjauh dari gigi sproket besar. Kedua sproket masih sebidang.

(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. Mengganti rantai sekaligus sproket yang giginya meruncing.
☐ B. Menyetel kekencangan rantai baru sesuai lendutan yang dianjurkan pabrik.
☐ C. Mengganti rantai saja karena sproket tidak ikut bergerak relatif terhadap rantai.
☐ D. Melumasi rantai secara berkala dengan pelumas rantai.
☐ E. Memasang klip sambungan rantai dengan ujung terbuka menghadap searah gerak rantai.

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

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

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menjelaskan mengapa sabuk-V tidak boleh diberi oli untuk menghilangkan bunyi mendecit, dan apa yang seharusnya dilakukan?
- Bagaimana kamu menghitung putaran spindel pada tiap posisi puli bertingkat, dan mengapa memindahkan sabuk saat mesin hidup berbahaya?
- **Yang harus kuingat:** sabuk: $i = d_2 \div d_1$; rantai: $i = z_2 \div z_1$; slip karena kendur, aus, berminyak, atau puli tidak sejajar; rantai dan sproket aus diganti bersamaan.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 4.5: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktm&node=SMKTM-4.5

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Kuis Akhir Bab 4

SMKTM-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-smktm&node=SMKTM-KB4

1. Motor penggerak pompa di rumah produksi tempe (2027) dipasang pada dudukan berlubang lonjong (oblong) agar posisinya dapat digeser untuk menyetel sabuk. Baut M10 pengikat motor memakai ring pegas kecil seukuran baut yang terbenam ke dalam lubang lonjong, dan baut itu kendur hampir tiap minggu. Motor tetap harus dapat digeser untuk penyetelan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Perbaikan yang paling tepat adalah ....

A. Memasang ring datar lebar di lubang lonjong dan ring pegas di bawah mur, lalu kencangkan sesuai torsi
B. Menumpuk tiga ring pegas kecil langsung pada lubang lonjong lalu mengencangkan sekeras-kerasnya
C. Mengganti baut dengan baut yang lebih pendek supaya mur lebih cepat menggigit ulir pada pelat
D. Mengelas kepala baut ke pelat dudukan supaya baut tidak mungkin berputar lagi atau kendur
E. Memakai ring pegas yang lebih tebal tanpa ring datar karena tebalnya tidak akan terbenam di lubang

2. Murid SMK (2027) memasang papan tempat duduk bangku taman sekolah ke rangka besi siku dengan baut yang menembus papan kayu. Mur hanya dapat dikencangkan dari sisi bawah dengan kunci pas. Sisi atas papan tidak dapat dipegang, sehingga baut biasa selalu ikut berputar ketika mur diputar.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Baut yang paling tepat dipakai adalah ....

A. Baut kepala segi enam dengan ring pegas di bawah murnya
B. Baut kepala inbus yang kepalanya ditanam di dalam papan
C. Baut kepala tenggelam yang dikencangkan rata dengan permukaan papan
D. Baut kepala segi enam berulir halus agar lebih cepat mengunci
E. Baut kepala bulat berleher persegi yang lehernya menggigit papan

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

3. Teknisi baru di sebuah UMKM minuman (2027) diminta merawat mesin pencuci botol. Poros pemutar sikatnya memakai bantalan bola berkode 6204-2RS yang berputar halus dan tidak berisik. Ia ingin membuat jadwal pelumasan bulanan seperti pada bantalan terbuka di mesin lain.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Cara memelihara pelumasan yang paling tepat untuk bantalan 6204-2RS adalah ....

A. Membuka perapat karet setiap bulan lalu mengisi gemuk sampai penuh
B. Menyuntikkan oli encer melalui celah perapat setiap mesin dibersihkan
C. Mencuci bantalan dengan bensin tiap minggu lalu mengisi gemuk baru
D. Tidak menambah pelumas; bantalan diganti utuh bila sudah rusak
E. Melepas kedua perapat agar bantalan dapat diperiksa dan dilumasi langsung

4. Murid PKL di sebuah tambak udang (2027) mengganti bantalan bola pada gearbox kincir air. Cincin luar bantalan harus dipasang sesak pada rumah bantalan dari aluminium, sedangkan cincin dalamnya longgar di poros. Tersedia palu baja, pipa penekan sesuai ukuran cincin luar, dan alat pres tangan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Cara memasang bantalan yang paling tepat adalah ....

A. Menekan cincin dalam dengan pipa penekan sampai bantalan masuk ke rumah
B. Memukul cincin luar langsung dengan palu baja secara bergantian di tepinya
C. Memanaskan bantalan dengan obor sampai merah agar memuai dan mudah masuk
D. Menekan cincin luar dengan pipa penekan yang rata sampai bantalan masuk
E. Memasukkan bantalan miring pada satu sisi, lalu memukulnya sampai lurus

5. Murid SMK (2027) menyiapkan alat peraga transmisi untuk pameran sekolah. Roda gigi A (24 gigi) dipasang pada poros motor kecil yang berputar 900 rpm searah jarum jam, dan memutar langsung roda gigi B (36 gigi) pada poros pameran. Kedua roda gigi bermodul sama dan saling bersinggungan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Putaran dan arah putar roda gigi B adalah ....

A. 600 rpm, searah jarum jam
B. 600 rpm, berlawanan arah jarum jam
C. 1.350 rpm, searah jarum jam
D. 1.350 rpm, berlawanan arah jarum jam
E. 900 rpm, berlawanan arah jarum jam

6. Kelompok nelayan membuat trailer ringan untuk menarik perahu kecil, dan murid PKL (2027) diminta memilih bantalan untuk poros roda. Poros roda mendatar dan menahan bobot trailer dari atas. Saat trailer berbelok di jalan menikung, roda juga didorong ke arah samping, yaitu sejajar sumbu poros.

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. Bantalan bola alur dalam tunggal paling tepat karena dorongan sejajar sumbu pasti kecil
☐ B. Poros roda menerima beban radial dari bobot trailer dan beban aksial saat berbelok
☐ C. Bantalan aksial saja sudah cukup karena roda hanya didorong sejajar sumbu
☐ D. Bantalan rol kerucut cocok karena dapat menahan beban radial dan aksial
☐ E. Bantalan rol kerucut dipasang berpasangan agar dorongan dari dua arah tertahan

7. Bengkel mebel besi (2027) menyambung pelat penguat ke daun pintu lemari arsip dengan paku keling pejal Ø6 mm, dipasang dalam satu baris lurus. Panjang pelat penguat 140 mm. Lembar kerja menetapkan jarak pusat paku ke tepi pelat minimal 2d dan jarak antarpusat paku minimal 3d (d = diameter paku). Bengkel ingin memasang paku sebanyak mungkin pada baris itu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Jumlah paku terbanyak yang dapat dipasang pada satu baris adalah ....

A. 6 paku
B. 7 paku
C. 8 paku
D. 9 paku
E. 10 paku

8. Bengkel sekolah (2027) membuat kap penghisap asap untuk kantin dari dua lembar pelat aluminium, masing-masing tebal 2,8 mm, yang ditumpuk lalu disambung dengan paku keling pop. Lubang sudah dibor dengan mata bor Ø4,9 mm. Daftar paku keling pop yang ada di gudang:

Kode	Bahan badan	Diameter badan (mm)	Rentang tebal jepit (mm)
R1	aluminium	4,8	3,2 – 4,8
R2	baja	4,8	4,8 – 6,4
R3	aluminium	4,8	4,8 – 6,4
R4	aluminium	3,2	4,8 – 6,4
R5	aluminium	4,8	6,4 – 8,0

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

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

A. Paku R2
B. Paku R3
C. Paku R1
D. Paku R4
E. Paku R5

9. Murid PKL di sebuah bengkel (2027) memasang braket siku pada pelat dudukan penumpu pipa dengan baut M12 × 1,75, satu ring datar, satu ring pegas, dan satu mur. Ketebalan bagian-bagiannya:

Bagian	Tebal (mm)
Pelat dudukan	12
Braket siku	8
Ring datar	3
Ring pegas	3
Mur M12 (tinggi)	10

Aturan bengkel: ujung baut harus menonjol minimal tiga ulir di luar mur (satu ulir = satu kisar). Panjang baut M12 yang tersedia: 35, 40, 45, 50, dan 55 mm.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Panjang baut yang paling tepat adalah ....

A. 35 mm
B. 40 mm
C. 45 mm
D. 50 mm
E. 55 mm

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

10. Murid teaching factory (2027) memasang puli pada poros mesin pencetak pelet ikan berdiameter Ø38 mm. Alur pasak pada poros dan pada naf puli sudah dibuat. Standar bengkel: poros lebih dari 30 sampai 38 mm memakai pasak benam 10 × 8 mm, dan poros lebih dari 38 sampai 44 mm memakai pasak benam 12 × 8 mm.
(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. Pasak 12 × 8 mm lebih aman karena 38 mm berada di batas dan pasak lebih besar lebih kuat
- ☐ B. Pasak benam 10 × 8 mm sesuai karena 38 mm termasuk baris lebih dari 30 sampai 38 mm
- ☐ C. Pasak harus pas pada sisi alur poros maupun sisi alur naf puli
- ☐ D. Pasak 8 × 7 mm cukup bila dipasang dua buah di sisi poros yang berseberangan
- ☐ E. Pasak diperiksa tidak goyang ke samping sebelum puli didorong sampai posisinya

11. Roda pengungkit pada katrol rantai di gudang sebuah toko bangunan (2027) berputar pelan dan sering mendapat sentakan saat beban terangkat. Poros roda berputar di dalam bushing perunggu yang dilumasi gemuk. Murid PKL diminta menjelaskan cara kerja dan perawatan bushing 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. Celah antara poros dan bushing yang terlalu kecil membuat poros macet atau panas
- ☐ B. Bushing aus yang membuat poros oblak diatasi dengan menambah gemuk sampai celah terisi
- ☐ C. Bushing sengaja lebih lunak daripada poros, sehingga yang aus lebih dulu bushing yang murah
- ☐ D. Bushing paling cocok untuk poros 5.000 rpm karena gesekan awalnya paling kecil
- ☐ E. Bushing cocok untuk gerak pelan dengan beban kejut selama terus dilumasi

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

12. Tim teaching factory sebuah SMK (2027) membuat landasan penempa dari dua pelat baja 12 mm yang disambung sebidang ujung ke ujung dengan las SMAW posisi datar. Sesudah itu, pelat pengaku kecil ditegakkan tegak lurus di tengah permukaan landasan lalu dilas. Pedoman bengkel: pelat tipis sampai sekitar 3 mm cukup dirapatkan, sedangkan pelat yang lebih tebal diberi kampuh sebelum dilas tumpul.
(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
Dua pelat 12 mm yang sebidang itu disambung dengan sambungan tumpang.	○	○
Ujung kedua pelat 12 mm perlu diberi kampuh agar logam las menembus sampai dasar sambungan.	○	○
Pelat pengaku yang berdiri tegak lurus di tengah permukaan landasan disebut sambungan sudut.	○	○

13. Unit produksi sebuah SMK (2027) membuat papan peluncur dari pelat aluminium 2 mm untuk memindahkan dus dari meja ke rak. Pelat disambung ke rangka dengan paku keling pejal. Dus meluncur di atas permukaan pelat, sehingga kepala paku di sisi atas tidak boleh menonjol dan menahan dus. Sisi bawah pelat mudah dijangkau penumpu dan palu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Bentuk kepala paku keling yang paling tepat untuk sisi atas adalah ....

A. Kepala bulat, karena bentuknya paling umum dan kokoh pada rangka
B. Kepala payung, karena lebih rendah daripada kepala bulat biasa
C. Kepala tenggelam, karena rata dengan permukaan setelah lubang dikorek
D. Kepala rata, karena berbentuk cakram tipis yang tidak mencolok
E. Kepala bulat, lalu bagian atasnya digerinda sampai rata dengan pelat

14. Teknisi sebuah pabrik es balok (2027) memeriksa bantalan bola pada tiga poros. Aturan bengkel: bantalan yang bunyinya masih halus dan poros tidak goyang tidak diganti; gemuk yang kering ditambah; bantalan yang kasar dan oblak diganti bersama perapatnya.

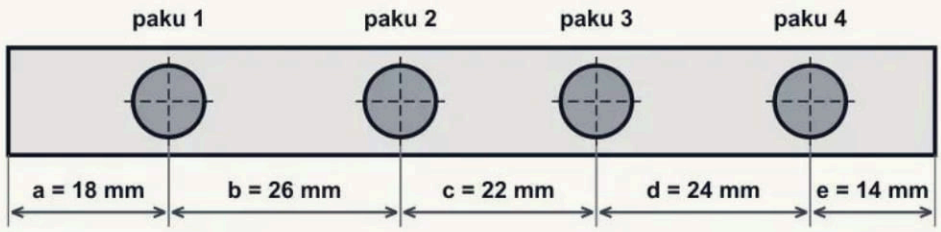
Poros	Suhu rumah bantalan	Bunyi	Poros digoyang	Kondisi gemuk
Kipas	42 °C	halus	tidak goyang	sepertiga ruang, bersih
Pompa	78 °C	desis halus	tidak goyang	hampir habis, kering
Pengaduk	55 °C	kasar dan berderak	goyang	bercampur serbuk logam halus

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 ketiga bantalan adalah ....

A. Kipas dipakai terus; pompa diganti; pengaduk diberi gemuk
B. Kipas diberi gemuk; pompa dipakai terus; pengaduk diganti
C. Kipas diganti; pompa diberi gemuk; pengaduk dipakai terus
D. Kipas dipakai terus; pompa diberi gemuk; pengaduk dibersihkan dan dipakai lagi
E. Kipas dipakai terus; pompa diberi gemuk; pengaduk diganti bersama perapatnya

15. Kelompok teaching factory (2027) menyambung dua profil rangka tenda pameran dengan pelat penyambung dan paku keling pejal Ø8 mm. Gambar memperlihatkan satu baris empat paku pada pelat penyambung beserta jarak-jaraknya. Lembar kerja menetapkan jarak pusat paku ke tepi pelat minimal 2d dan jarak antarpusat paku minimal 3d (d = diameter paku). Kelompok memeriksa gambar sebelum memotong pelat.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan manakah yang **benar** tentang jarak a sampai e pada gambar? (Jawaban benar lebih dari satu.)



Semua paku Ø8 mm; ukuran dalam milimeter; lebar pelat sudah memenuhi pedoman.

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Jarak b melanggar pedoman karena lebih besar daripada 3d
☐ B. Jarak c melanggar pedoman karena kurang dari 3d
☐ C. Jarak d melanggar pedoman karena hanya sama dengan 3d
☐ D. Jarak e melanggar pedoman karena kurang dari 2d
☐ E. Jarak a memenuhi pedoman karena lebih besar daripada 2d

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

16. Pada mesin pengemas serbuk jamu di sebuah UMKM (2027), baut M6 pengikat dudukan sensor putus ketika dikencangkan murid memakai kunci ring yang gagangnya disambung pipa. Buku petunjuk menetapkan torsi pengencangan 9 N·m untuk baut itu. Murid menemukan kunci momen dan baut cadangan baru yang ukurannya sama.
(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. Memakai kunci ring dengan pipa tambahan supaya torsi 9 N·m lebih mudah tercapai
☐ B. Mengganti baut dengan baut baru yang diameter, kisar, dan kelas kekuatannya sama
☐ C. Mengatur kunci momen pada 9 N·m dan berhenti memutar begitu terasa klik
☐ D. Mengencangkan sedikit melebihi 9 N·m karena baut baru dianggap lebih kuat
☐ E. Mengembalikan skala kunci momen ke angka terendah setelah pekerjaan selesai

17. Murid SMK (2027) memilah tiga roda gigi lurus bekas di gudang bengkel. Roda R berjumlah 30 gigi dengan diameter jarak bagi 75 mm. Roda S berjumlah 36 gigi dengan diameter jarak bagi 90 mm. Roda T berjumlah 36 gigi dengan diameter jarak bagi 108 mm. Modul dihitung sebagai diameter jarak bagi dibagi jumlah gigi.
(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 R dan roda S dapat berpasangan karena modul keduanya sama, yaitu 2,5 mm.	○	○
Roda S dan roda T dapat berpasangan karena jumlah giginya sama, yaitu 36 gigi.	○	○
Bila R dan S berpasangan, jarak kedua poros adalah 165 mm.	○	○

18. Kelompok teaching factory (2027) merancang pengerek beban manual untuk gudang. Engkol memutar roda gigi cacing yang menggerakkan drum penggulung tali. Beban tidak boleh turun sendiri ketika engkol dilepas, dan pengerek ini harus memberi reduksi putaran yang besar dalam satu pasang roda gigi.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan manakah yang **benar** tentang roda gigi cacing pada rancangan ini? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

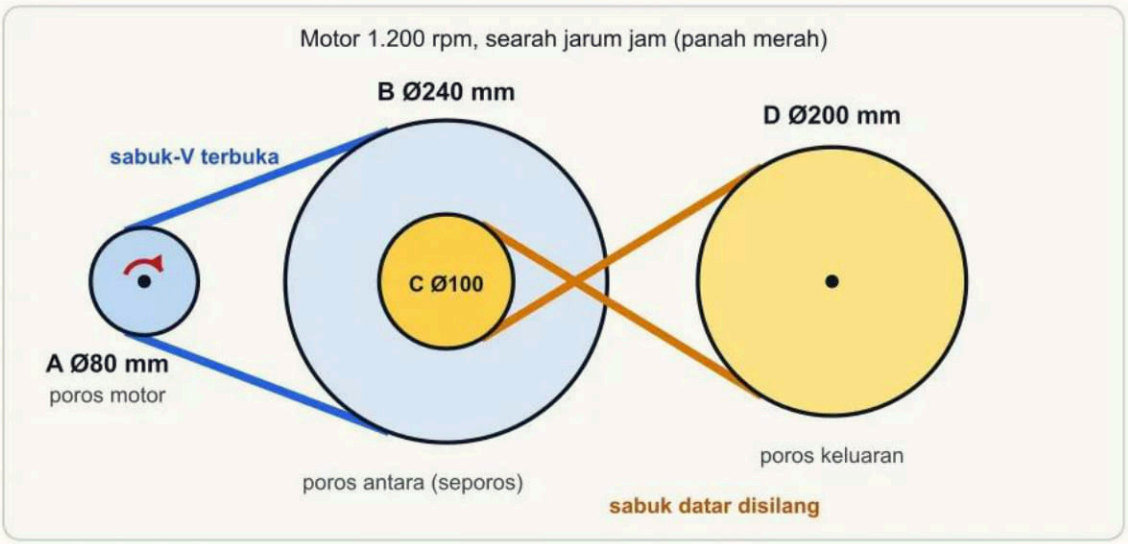
☐ A. Efisiensinya paling tinggi sehingga hampir tidak menimbulkan panas
☐ B. Satu pasang cacing dan roda cacing dapat memberi reduksi putaran yang besar
☐ C. Pada rasio besar, beban tidak dapat memutar balik cacing sehingga tidak turun sendiri
☐ D. Cocok dipakai bila kedua poros harus sejajar dan bersebelahan
☐ E. Gesekan giginya besar sehingga memerlukan pelumasan yang cukup

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

19. Mesin pengiris pisang di sebuah UMKM (2027) digerakkan motor 1.500 rpm. Puli pada motor berdiameter 90 mm dan puli pada poros pengiris 450 mm, dihubungkan sabuk-V terbuka. Sabuk yang sudah aus diperkirakan slip 3 persen, sehingga putaran puli pengiris turun 3 persen dari hitungan tanpa slip.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Putaran poros pengiris yang sebenarnya adalah ....

A. 291 rpm
B. 297 rpm
C. 300 rpm
D. 309 rpm
E. 7.275 rpm

20. Mesin pemintal tali di sebuah sanggar kerajinan (2027) memakai dua tingkat sabuk seperti pada gambar. Motor 1.200 rpm memutar puli A searah jarum jam. Puli B seporos dengan puli C, dan puli C menggerakkan puli D. Sabuk pertama berupa sabuk-V terbuka, sedangkan sabuk kedua berupa sabuk datar yang disilang. Diameter tiap puli tertera pada gambar.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Putaran dan arah putar poros keluaran (puli D) adalah ....



A. 800 rpm, berlawanan arah dengan puli A
B. 200 rpm, searah dengan puli A
C. 800 rpm, searah dengan puli A
D. 400 rpm, berlawanan arah dengan puli A
E. 200 rpm, berlawanan arah dengan puli A

21. Kompresor piston pada tempat cuci kendaraan (2027) digerakkan motor lewat dua sabuk-V yang terpasang berdampingan pada satu puli. Satu sabuk putus, sedangkan sabuk yang satu lagi masih tampak utuh meski sudah tiga tahun terpasang. Sabuk-sabuk di mesin itu

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

sering aus lebih cepat pada satu sisi. Teknisi menempelkan mistar baja ke sisi kedua puli: mistar hanya menyentuh dua titik dari empat titik.
(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. Meluruskan puli sampai mistar baja menyentuh keempat titik pada tepi kedua puli
☐ B. Mengganti hanya sabuk yang putus karena sabuk lama masih tampak utuh
☐ C. Mengencangkan sabuk sekeras mungkin supaya tidak slip dan tidak lepas
☐ D. Mengganti kedua sabuk sekaligus dengan sabuk satu set yang panjangnya sama
☐ E. Memeriksa ulang tegangan sabuk setelah beberapa jam kerja karena sabuk baru memanjang

22. Pada mesin pemeras tebu di sebuah kios minuman (2027), motor 1.500 rpm memutar puli motor berdiameter 60 mm. Puli itu menggerakkan puli mesin berdiameter 180 mm lewat sabuk-V terbuka. Teknisi mempertimbangkan beberapa hal tentang putaran mesin.
(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 sabuk mulai slip, putaran mesin menjadi lebih tinggi daripada putaran hitungan tanpa slip.	○	○
Tanpa slip, putaran puli mesin adalah 500 rpm.	○	○
Bila puli mesin diganti dengan puli 120 mm, putaran puli mesin naik menjadi 750 rpm.	○	○

23. Murid SMK (2027) memasang dua puli datar pada alat penggulung kabel di bengkel listrik sekolah. Kedua puli dihubungkan satu sabuk datar, dan poros kedua harus berputar berlawanan arah dengan poros motor. Putaran poros kedua tetap dihitung dari perbandingan diameter puli.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Susunan sabuk yang paling tepat adalah ....

A. Sabuk dipasang terbuka karena sabuk terbuka membalik arah putar
B. Sabuk dipasang terbuka, lalu puli kedua diperbesar agar arahnya berbalik
C. Sabuk disilang di tengah bentangan agar kedua puli berlawanan arah
D. Sabuk diganti sabuk-V agar arah putar berbalik tanpa mengubah susunan
E. Sabuk disilang, tetapi rasio putaran ikut berbalik menjadi kebalikannya

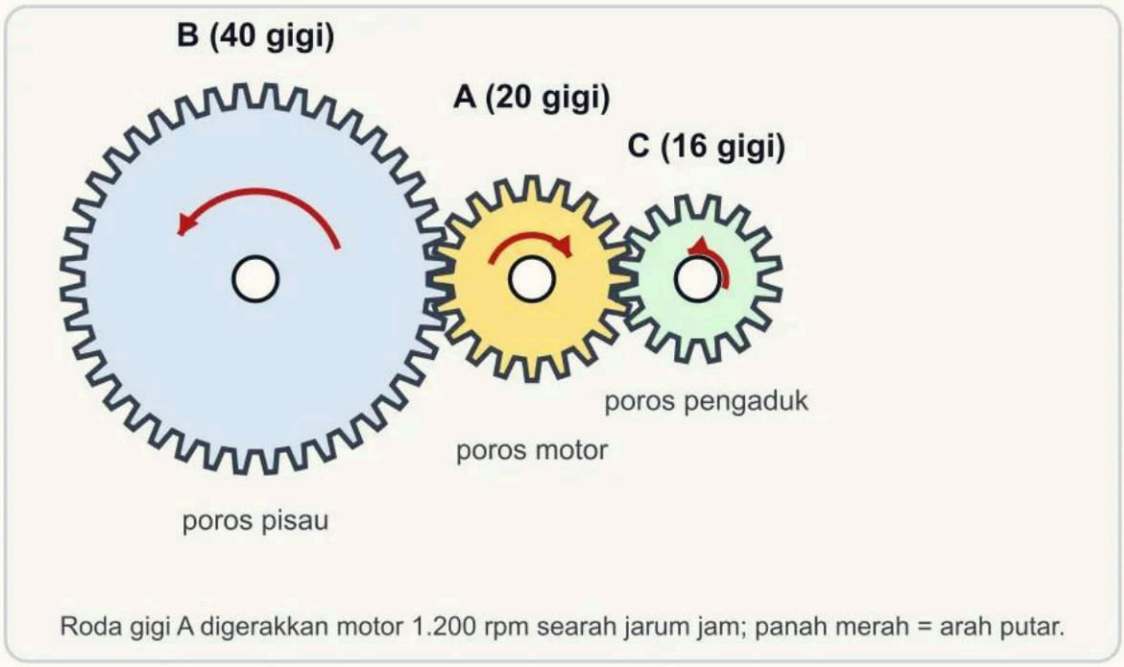
24. Kelompok tani (2027) ingin memodifikasi mesin pemipil kopi basah. Sepasang roda gigi lurus bermodul 2,5 mm menghubungkan poros motor 900 rpm dengan poros pemipil, dan putaran poros pemipil harus turun menjadi 450 rpm. Kedua poros dan rumah roda gigi

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

tidak boleh dipindah; jarak kedua poros tetap 120 mm dan modul tidak berubah. Gudang menyediakan roda gigi bermodul 2,5 mm dalam berbagai jumlah gigi.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pasangan roda gigi pengganti (penggerak dan yang digerakkan) yang tepat adalah ....

A. 32 gigi dan 64 gigi
B. 24 gigi dan 48 gigi
C. 36 gigi dan 72 gigi
D. 30 gigi dan 66 gigi
E. 36 gigi dan 60 gigi

25. Mesin penghancur es sebuah UMKM (2027) digerakkan motor 1.200 rpm yang memutar roda gigi A searah jarum jam. Seperti pada gambar, roda gigi A bersinggungan dengan dua roda gigi sekaligus: B pada poros pisau di sebelah kiri dan C pada poros pengaduk di sebelah kanan. Semua roda gigi bermodul sama dan jumlah giginya tertera pada gambar.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Putaran dan arah putar poros pisau (B) serta poros pengaduk (C) adalah ....



Roda gigi A digerakkan motor 1.200 rpm searah jarum jam; panah merah = arah putar.

A. B 2.400 rpm dan C 960 rpm, keduanya berlawanan arah jarum jam
B. B 600 rpm berlawanan arah jarum jam dan C 1.500 rpm searah jarum jam
C. B 600 rpm dan C 960 rpm, keduanya berlawanan arah jarum jam
D. B 600 rpm dan C 1.500 rpm, keduanya berlawanan arah jarum jam
E. B 600 rpm searah jarum jam dan C 1.500 rpm berlawanan arah jarum jam

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 4.1 · Sambungan tetap: paku keling dan las	7, 8, 12, 13, 15	___ / 5	Ulangi hlm. 270
Sub bab 4.2 · Sambungan baut dan pasak	1, 2, 9, 10, 16	___ / 5	Ulangi hlm. 283
Sub bab 4.3 · Tumpuan: bushing dan bearing	3, 4, 6, 11, 14	___ / 5	Ulangi hlm. 298
Sub bab 4.4 · Transmisi roda gigi	5, 17, 18, 24, 25	___ / 5	Ulangi hlm. 311
Sub bab 4.5 · Transmisi sabuk-puli dan rantai	19, 20, 21, 22, 23	___ / 5	Ulangi hlm. 325

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 5 · Gambar Teknik

SMKTM-B5

Setelah mempelajari bab ini, kamu dapat:

- [object Object]
- membaca gambar proyeksi, isometrik, dan potongan serta menentukan pandangan yang diperlukan
- membaca ukuran, toleransi, dan simbol pada gambar kerja sederhana
- memilih perintah dan koordinat CADD untuk menggambar benda sederhana

Peta bab

Sub bab	Judul
5.1	Standar gambar teknik
5.2	Gambar proyeksi, isometrik, dan potongan
5.3	Membaca gambar kerja
5.4	Menggambar dengan CADD

Bab 5 di LMS

Buka seluruh latihan bab ini di LMS.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktm&node=SMKTM-B5

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

Sub bab 5.1 · Standar gambar teknik

SMKTM-5.1

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu **memahami standar gambar teknik**: ukuran kertas, kepala gambar, skala, jenis garis, dan cara menulis ukuran. Soal-soalnya berupa kasus di bengkel gambar atau di meja kerja: seorang siswa harus memilih skala yang muat di kertas, menentukan angka ukuran yang harus ditulis, memperbaiki gambar yang melanggar aturan, atau menentukan batas ukuran dari catatan toleransi umum. Soal jarang meminta kamu menghafal nomor standar. Yang diuji adalah kemampuan memakai aturan itu pada gambar nyata.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menyebut ukuran kertas seri A dan bagian-bagian lembar gambar, termasuk etiket dan kolom revisi;
- membedakan jenis garis dan menyebut fungsinya, termasuk arsiran;
- menulis ukuran dengan benar: garis bantu, garis ukur, anak panah, angka, serta tanda Ø dan R;
- memakai skala pengecilan, 1 : 1, dan pembesaran, serta memilih skala yang muat di kertas;
- menentukan batas ukuran dari catatan toleransi umum di etiket.

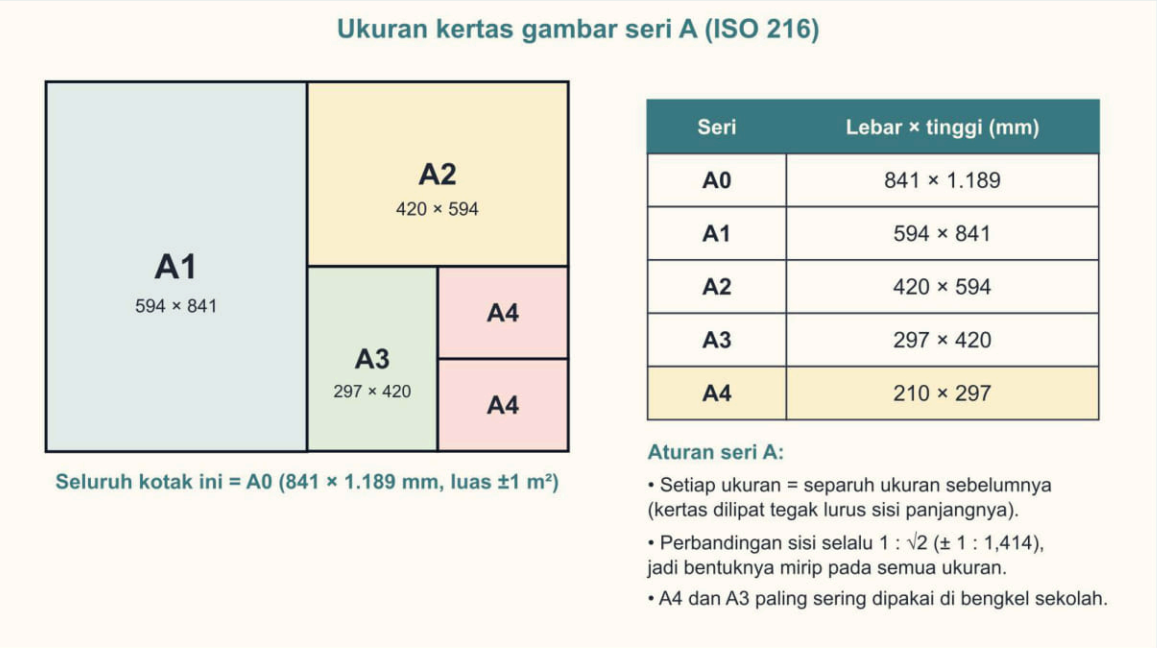
◆ KONSEP INTI

Bayangkan seorang juru gambar di sebuah bengkel di Cikarang menggambar sebuah dudukan bantalan, lalu mengirim gambarnya ke bengkel mitra di kota lain. Pekerja di sana tidak pernah bertemu dengannya, tetapi harus membuat benda yang persis sama. Hal itu hanya mungkin bila kedua pihak "berbicara" dengan bahasa yang sama. Bahasa itulah **standar gambar teknik**: aturan tentang kertas, garis, tulisan, ukuran, dan skala yang disepakati secara internasional (standar ISO) dan dipakai juga di Indonesia. Gambar teknik yang mengikuti standar bisa dibaca siapa saja yang mengenal aturannya. Gambar yang tidak mengikuti standar sering menimbulkan salah tafsir, dan salah tafsir di bengkel berarti bahan terbuang dan waktu hilang.

1. Ukuran kertas gambar seri A

Kertas gambar memakai ukuran seri A (Gambar 5.1). Ukuran terbesar adalah **A0**, seluas kira-kira 1 meter persegi (841 × 1.189 mm). Setiap ukuran berikutnya diperoleh dengan melipat dua kertas sebelumnya pada sisi panjangnya, sehingga A1 adalah separuh A0, A2 separuh A1, dan seterusnya sampai **A4** (210 × 297 mm), yaitu ukuran kertas ketik yang kamu kenal.

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



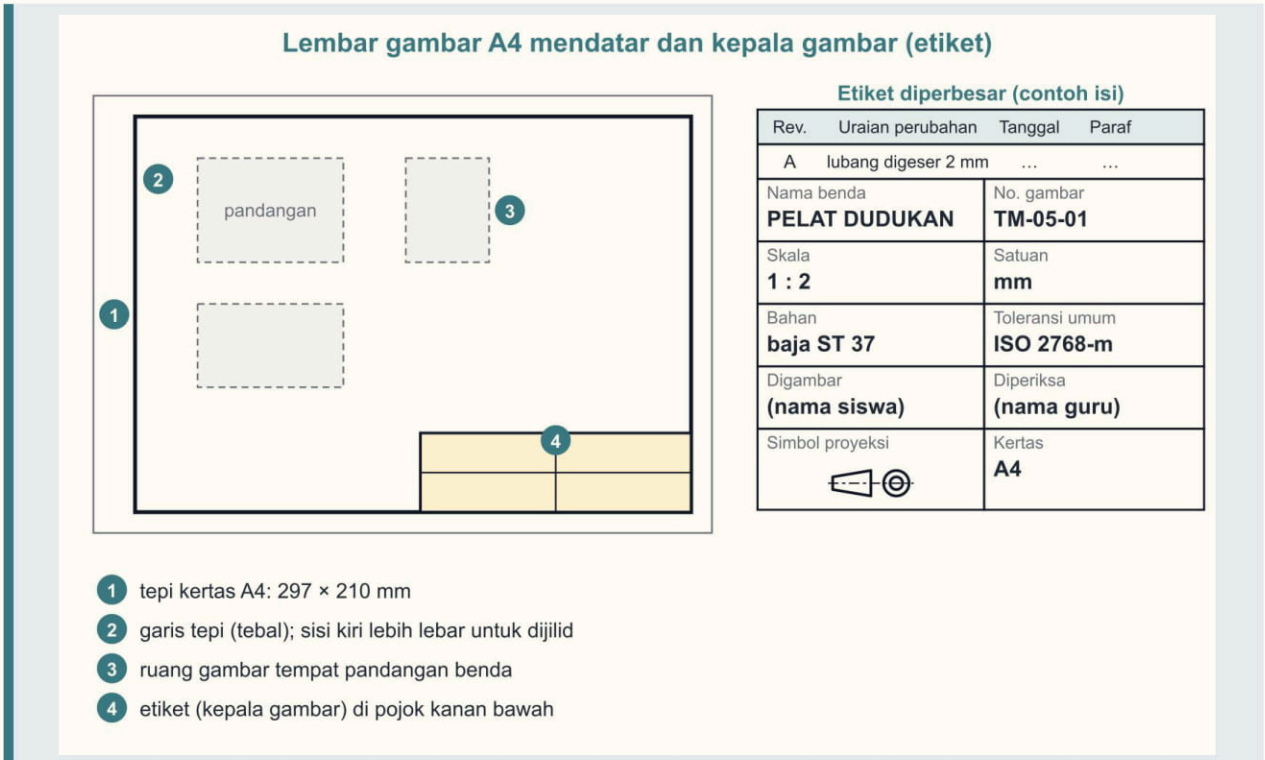
Gambar 5.1 Ukuran kertas gambar seri A dan cara melipatnya dari A0 sampai A4. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Ada dua hal yang berguna diingat dari seri ini. Pertama, setiap kertas seri A punya perbandingan sisi yang sama, kira-kira 1 : 1,414, sehingga gambar yang dikecilkan dari A3 ke A4 tetap memenuhi kertas dengan proporsi yang sama. Kedua, di bengkel sekolah yang paling sering dipakai adalah A4 dan A3: A4 untuk lembar tugas dan A3 untuk gambar rakitan atau gambar yang banyak pandangannya. Ukuran besar seperti A1 dan A0 dipakai di kantor perancangan untuk gambar mesin yang besar.

2. Lembar gambar: garis tepi dan etiket

Kertas tidak digambari sampai ke ujungnya. Lembar gambar memiliki **garis tepi** berupa garis tebal yang membentuk bingkai (Gambar 5.2). Sebagai pedoman umum, garis tepi berjarak sekitar 10 mm dari tepi kertas; pada sisi kiri jaraknya dibuat lebih lebar, sekitar 20 mm, supaya lembar bisa dilubangi dan dijilid tanpa merusak gambar. Ukuran persisnya mengikuti peraturan sekolah atau perusahaan. Di dalam bingkai itulah semua pandangan benda digambar; area ini disebut **ruang gambar**.

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



Gambar 5.2 Lembar gambar A4 mendatar dengan garis tepi, ruang gambar, dan etiket di pojok kanan bawah; di kanan, etiket diperbesar. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Di pojok kanan bawah ruang gambar terdapat **etiket**, juga disebut **kepala gambar**. Etiket adalah "kartu identitas" gambar. Isinya antara lain:

- **nama benda** dan **nomor gambar**, supaya gambar mudah dicari di arsip;
- **skala**, yaitu perbandingan antara gambar dan benda sebenarnya;
- **satuan** ukuran (umumnya milimeter, sehingga satuan tidak ditulis lagi di setiap angka);
- **bahan** benda, misalnya baja ST 37 dengan tebal tertentu;
- **toleransi umum**, yaitu batas penyimpangan ukuran yang berlaku bagi semua ukuran yang tidak diberi toleransi sendiri;
- nama dan tanggal **penggambar** serta **pemeriksa**;
- **simbol metode proyeksi** (dibahas pada sub bab 5.2);
- **kolom revisi** yang memuat nomor atau huruf revisi, uraian perubahan, tanggal, dan paraf.

Revisi adalah perubahan pada gambar yang sudah dibagikan. Misalnya sebuah lubang ternyata harus digeser. Gambar yang sudah beredar tidak boleh diubah diam-diam, sebab pekerja lain mungkin sudah memegang versi lama. Cara yang benar ada tiga langkah: ganti ukuran yang berubah, beri tanda (misalnya lingkaran atau segitiga kecil bertulisan huruf revisi) di dekat bagian yang berubah, lalu isi kolom revisi dengan uraian, tanggal, dan paraf. Dengan begitu siapa pun dapat menelusuri apa yang diubah, kapan, dan oleh siapa.

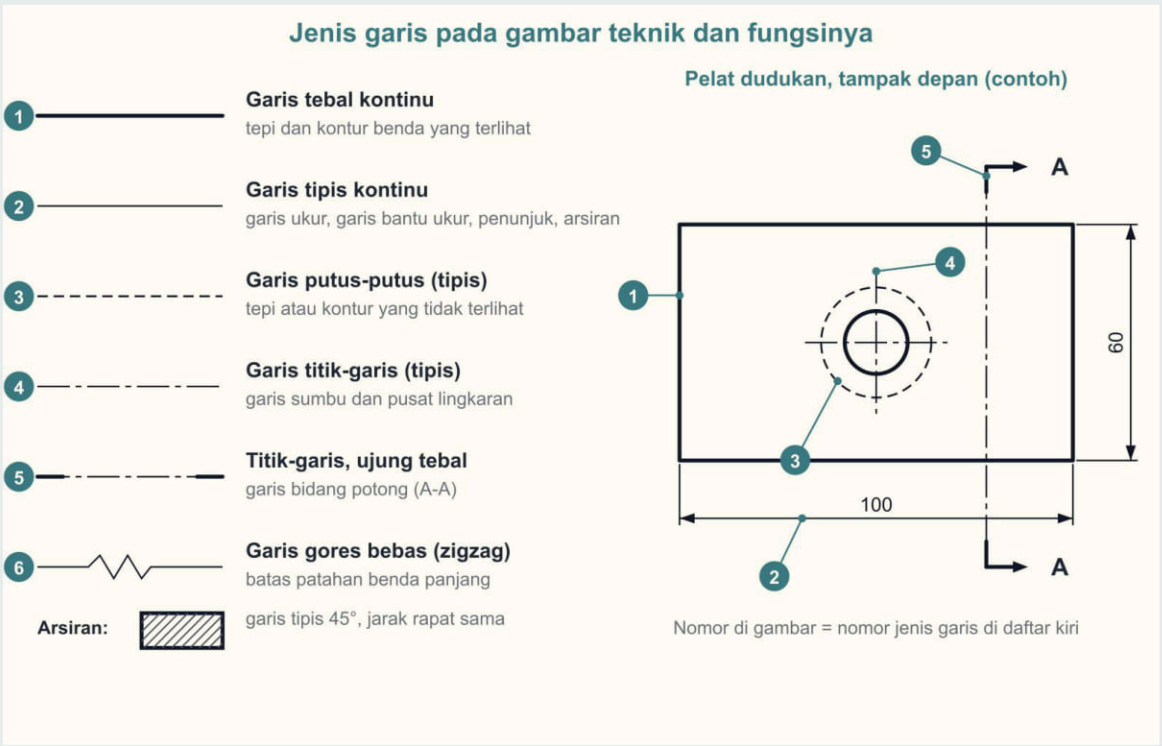
Sedikit catatan keselamatan untuk menggambar di atas kertas: gunakan pensil dan jangka yang ujungnya tidak melukai tangan, simpan jangka dengan ujung tertutup, dan jangan menaruh pisau pensil atau penghapus tajam di tepi meja.

3. Jenis dan tebal garis

Garis pada gambar teknik bukan hiasan. Setiap jenis garis punya arti, dan tebalnya pun diatur. Garis **tebal** dibuat kira-kira dua kali tebal garis **tipis**. Gambar 5.3 memuat jenis garis yang paling sering muncul.

Educational Institutions

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



Gambar 5.3 Jenis garis, fungsinya, dan contohnya pada sebuah pelat dudukan. Nomor di gambar sesuai nomor jenis garis pada daftar di kiri. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Jenis garis	Bentuk	Dipakai untuk
Garis tebal kontinu	garis penuh, tebal	tepi dan kontur benda yang **terlihat**
Garis tipis kontinu	garis penuh, tipis	garis ukur, garis bantu ukur, garis penunjuk, arsiran
Garis putus-putus	rangkaian garis pendek, tipis	tepi atau kontur yang **tidak terlihat** karena tertutup bagian lain
Garis titik-garis	garis panjang dan titik bergantian, tipis	garis sumbu, pusat lingkaran, simetri
Garis titik-garis dengan ujung tebal	seperti di atas, ujung dan tikungan dipertebal	garis bidang potong
Garis gores bebas (zigzag)	garis tipis bergelombang	batas patahan benda yang dipotong gambarnya

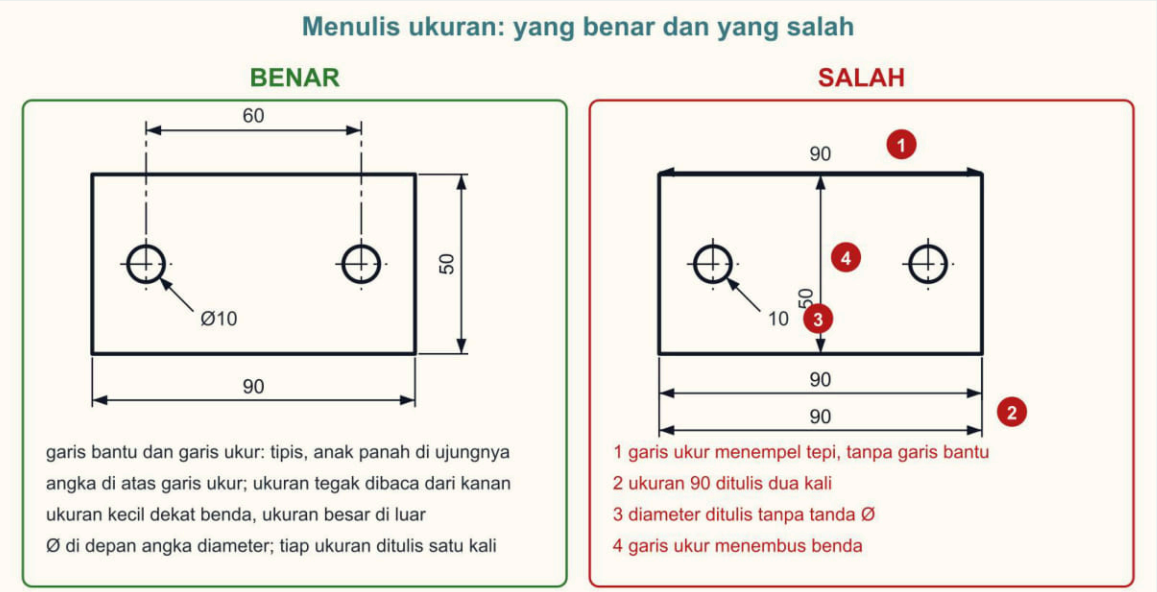
Tiga aturan kecil membuat garis tampak rapi dan benar. Garis sumbu dibuat sedikit melewati tepi benda atau lingkaran (kira-kira 2–3 mm) supaya mudah dilihat, tetapi tidak dijadikan garis tepi. Titik pertemuan dua garis sumbu pada lingkaran ditandai oleh perpotongan dua garis panjangnya, bukan oleh dua titik. Garis putus-putus dimulai dan diakhiri dengan garis (bukan celah) bila bersambung dengan garis lain.

Arsiran adalah garis-garis tipis sejajar yang diisikan pada bidang benda yang terpotong dalam gambar potongan (sub bab 5.2). Arsiran dibuat **miring 45°** terhadap garis sumbu atau garis tepi utama, dengan jarak antargaris yang sama dan rapat (sekitar 2–4 mm pada gambar ukuran biasa). Dua komponen yang berdekatan pada gambar rakitan diarsir dengan arah berlawanan atau jarak berbeda supaya batas keduanya terlihat. Arsiran tidak boleh menimpa angka ukuran; bila terpaksa, arsiran dihentikan di sekitar angka.

4. Aturan menulis ukuran

Benda baru bisa dibuat bila ukurannya jelas. Gambar 5.4 menunjukkan penulisan ukuran yang benar dan empat kesalahan yang paling sering terjadi.

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



Gambar 5.4 Penulisan ukuran yang benar (kiri) dan empat kesalahan yang sering terjadi (kanan). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Satu ukuran terdiri atas empat bagian:

1. **Garis bantu ukur**: garis tipis yang ditarik dari tepi benda ke luar, tegak lurus terhadap arah ukuran. Garis ini dimulai dengan celah kecil dari benda dan melewati garis ukur sedikit (1–2 mm).
2. **Garis ukur**: garis tipis di antara dua garis bantu, sejajar dengan sisi yang diukur.
3. **Anak panah**: kepala panah terisi di kedua ujung garis ukur, menyentuh garis bantu.
4. **Angka ukuran**: ditulis di atas garis ukur, di tengahnya. Angka pada garis ukur tegak ditulis sehingga dapat dibaca dari sisi kanan gambar.

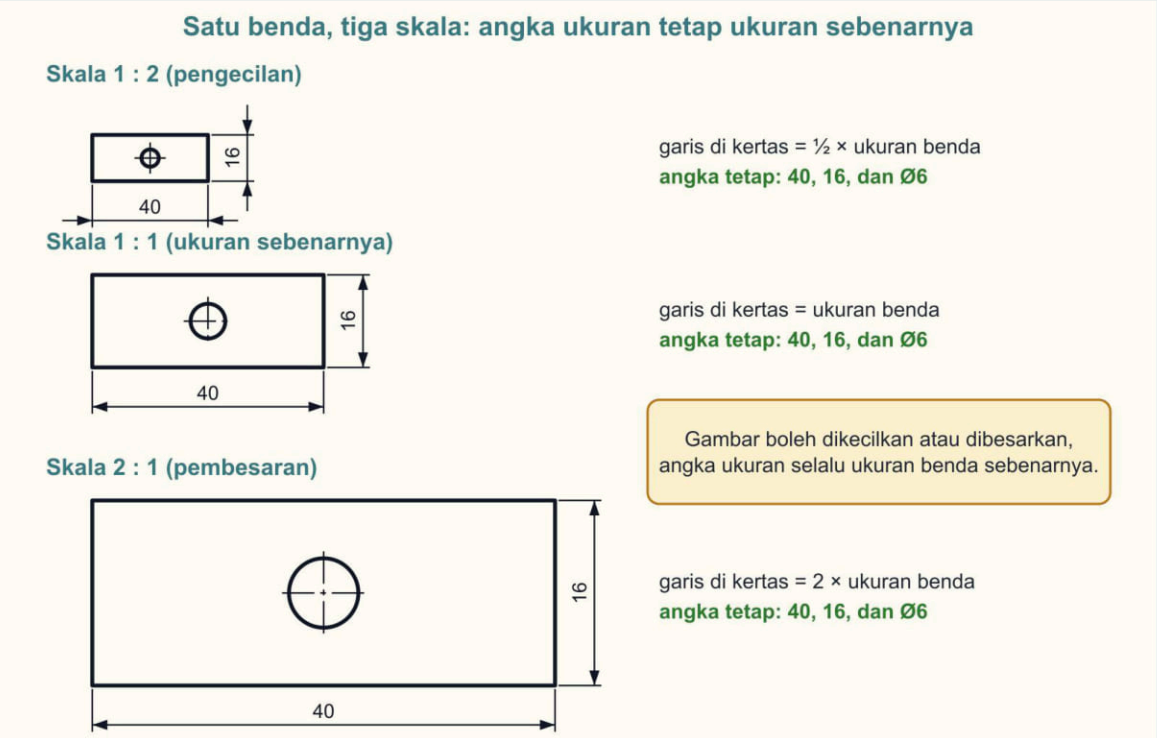
Aturan pelengkapnya:

- Garis tepi, garis sumbu, dan garis benda tidak boleh dijadikan garis ukur. Garis sumbu hanya boleh diperpanjang menjadi garis bantu ukur.
- Letakkan ukuran **kecil di dalam (dekat benda)** dan ukuran **besar di luar** supaya garis bantu dan garis ukur tidak saling berpotongan. Jarak garis ukur pertama dari tepi benda kira-kira 8–10 mm, dan jarak antargaris ukur kira-kira 6–8 mm.
- Setiap ukuran ditulis **satu kali** saja pada gambar. Menulis ukuran yang sama di dua pandangan membuka peluang salah bila nanti salah satu diubah.
- **Ukuran yang dituliskan adalah ukuran benda sebenarnya**, apa pun skala gambarnya.
- Lambang di depan angka menjelaskan bentuknya: **Ø** untuk diameter lingkaran, **R** untuk jari-jari, **M** untuk ulir metrik (misalnya M10). Lingkaran kecil biasanya diberi ukuran lewat garis penunjuk yang berujung anak panah.
- Satuan tidak ditulis di setiap angka; satuan dinyatakan sekali di etiket (umumnya mm).
- Ukuran yang tidak berlaku bagi pembuatan (hanya untuk informasi) ditulis dalam tanda kurung.

5. Skala

Benda sebesar mesin tidak mungkin digambar sebesar aslinya, sedangkan jarum kecil perlu dibesarkan supaya terlihat jelas. Karena itu gambar dibuat dengan **skala**, yaitu perbandingan antara panjang pada gambar dan panjang pada benda sebenarnya.

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



Gambar 5.5 Benda yang sama digambar dengan skala 1 : 2, 1 : 1, dan 2 : 1. Angka ukuran pada ketiganya sama. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Skala ditulis sebagai **gambar : benda**.

- **Skala 1 : 1** berarti gambar sama besar dengan benda.
- **Skala pengecilan** berangka pertama 1, misalnya 1 : 2, 1 : 5, 1 : 10. Pada skala 1 : 2, panjang di kertas hanya separuh panjang benda.
- **Skala pembesaran** berangka kedua 1, misalnya 2 : 1, 5 : 1, 10 : 1. Pada skala 2 : 1, panjang di kertas dua kali panjang benda.

Perhatikan Gambar 5.5. Ketiga gambar berbeda besar, tetapi angka ukurannya sama: 40, 16, dan Ø6. Angka ukuran memberi tahu pekerja ukuran benda yang harus dibuat, bukan ukuran garis di kertas. Itulah sebabnya pekerja tidak perlu mengukur gambar dengan mistar. Bila ada satu pandangan yang skalanya berbeda dari skala etiket, skala itu ditulis di dekat pandangan tersebut.

Memilih skala berarti memilih skala standar terbesar yang masih membuat gambar muat di ruang gambar. Skala yang dipakai dalam gambar teknik adalah skala-skala bilangan "bulat" seperti 1 : 2, 1 : 5, 1 : 10, 1 : 20, 1 : 50, dan 2 : 1, 5 : 1, 10 : 1; skala acak seperti 1 : 3 tidak dianjurkan.

6. Toleransi umum

Tidak ada benda yang bisa dibuat persis sama dengan angka di gambar sampai ke ukuran terkecil. Selalu ada selisih kecil. **Toleransi** adalah batas selisih yang masih diterima. Pada gambar sekolah, ukuran yang tidak diberi toleransi sendiri mengikuti **toleransi umum** yang tertulis di etiket. Contohnya "toleransi umum ±0,2 mm", atau menyebut standar ISO 2768 kelas medium (m). Sebagai pedoman, kelas m memberi batas sekitar ±0,1 mm untuk ukuran 0,5–6

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

mm, ±0,2 mm untuk ukuran 6–30 mm, ±0,3 mm untuk ukuran 30–120 mm, dan ±0,5 mm untuk ukuran 120–400 mm. Selalu pakai angka yang tertulis di etiket gambar; tabel di atas hanya pedoman untuk memahami cara berpikirnya. Ukuran yang punya toleransi sendiri (misalnya 12 ± 0,05) tidak mengikuti toleransi umum, melainkan mengikuti angka yang tertulis. Bagian toleransi ukuran dibahas lebih lanjut pada sub bab 5.3.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Membaca ukuran benda dari skala

Pada sebuah gambar rangka berskala **1 : 5**, panjang sisi atas rangka di kertas diukur dengan mistar dan hasilnya 84 mm. Berapa panjang sebenarnya, dan angka berapa yang harus tertulis pada garis ukurnya?

Langkah:

1. Skala 1 : 5 berarti 1 mm di kertas mewakili 5 mm pada benda.
2. Panjang benda = 84 × 5 = 420 mm.
3. Angka ukuran memakai ukuran benda, jadi yang tertulis pada garis ukur adalah 420.

Jawaban: panjang sebenarnya 420 mm; angka yang ditulis 420.

Contoh 2: Memilih skala yang muat

Sebuah rak alat berukuran 900 mm × 600 mm akan digambar pada kertas A3. Ruang gambar yang tersedia setelah dikurangi garis tepi dan etiket adalah 380 mm × 250 mm. Skala standar mana yang paling besar tetapi masih muat?

Langkah:

1. Gambar harus lebih kecil dari benda, jadi pilih skala pengecilan.
2. Coba 1 : 2: lebar gambar 900 ÷ 2 = 450 mm. Angka ini lebih besar dari 380 mm, jadi 1 : 2 tidak muat.
3. Coba 1 : 5: lebar 900 ÷ 5 = 180 mm dan tinggi 600 ÷ 5 = 120 mm. Keduanya masih di bawah 380 mm dan 250 mm, jadi muat.
4. Dalam deret skala yang dipakai di bengkel sekolah (1 : 1, 1 : 2, 1 : 5, 1 : 10, dan seterusnya) tidak ada skala di antara 1 : 2 dan 1 : 5; skala acak seperti 1 : 3 tidak dianjurkan. Maka 1 : 5 adalah yang terbesar yang muat.

Jawaban: skala **1 : 5**. Angka ukuran pada gambar tetap 900 dan 600.

Contoh 3: Menentukan batas ukuran dengan toleransi umum

Etiket sebuah gambar bertuliskan "Toleransi umum ISO 2768-m". Pelat pada gambar itu berukuran panjang 85, lebar 24, dan tebal 5, tanpa toleransi tambahan. Tentukan batas yang diterima tiap ukuran. Gunakan pedoman kelas m di bagian 6.

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

Langkah:

1. Panjang 85 berada pada kelompok 30–120 mm, toleransi ±0,3. Batas: 85 − 0,3 = 84,7 mm sampai 85 + 0,3 = 85,3 mm.
2. Lebar 24 berada pada kelompok 6–30 mm, toleransi ±0,2. Batas: 23,8 mm sampai 24,2 mm.
3. Tebal 5 berada pada kelompok 3–6 mm, toleransi ±0,1. Batas: 4,9 mm sampai 5,1 mm.

Jawaban: panjang 84,7–85,3 mm; lebar 23,8–24,2 mm; tebal 4,9–5,1 mm. Pelat yang lebarnya 24,25 mm ditolak, walaupun hanya selisih seperempat milimeter.

❖ PETA KONSEP

Ringkasan sub bab ini ada pada Gambar 5.6.



Gambar 5.6 Peta konsep sub bab 5.1. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- Kertas seri A: A4 = 210 × 297 mm; setiap ukuran separuh ukuran sebelumnya. Lembar gambar punya garis tepi, ruang gambar, dan etiket di pojok kanan bawah.
- Etiket memuat nama benda, nomor, skala, satuan, bahan, toleransi umum, penggambar, pemeriksa, simbol proyeksi, dan kolom revisi.
- Garis tebal untuk kontur terlihat; tipis untuk garis ukur, bantu, dan arsiran; putus-putus untuk yang tidak terlihat; titik-garis untuk sumbu; ujung tebal untuk bidang potong.
- Arsiran: garis tipis 45°, jarak sama; dua komponen berdekatan diarsir berlawanan arah.
- Angka ukuran selalu ukuran benda sebenarnya, apa pun skalanya; tiap ukuran ditulis satu kali; Ø untuk diameter dan R untuk jari-jari.
- Skala = gambar : benda. Pilih skala standar terbesar yang masih muat.
- Revisi gambar: ubah ukuran, beri tanda revisi, isi kolom perubahan.

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

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Soal standar gambar hampir selalu berupa kasus. Gunakan langkah berikut.

1. **Tentukan dulu apa yang ditanyakan:** skala, angka ukuran, batas toleransi, atau pelanggaran aturan.
2. **Untuk soal skala,** tulis pembagian atau perkalian secara terpisah untuk panjang dan lebar, lalu cek apakah keduanya muat.
3. **Untuk soal angka ukuran,** ingat bahwa angka yang tertulis di gambar adalah ukuran benda; abaikan angka panjang garis di kertas.
4. **Untuk soal toleransi,** tentukan dulu apakah ukuran itu punya toleransi sendiri atau mengikuti toleransi umum, lalu hitung batas bawah dan batas atasnya.
5. **Untuk soal "pelanggaran aturan",** periksa satu per satu lima pilihan dengan pertanyaan: jenis garis, tebal, tempat angka, dan jumlah penulisan. Empat pilihan benar, satu salah.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Angka ukuran diganti dengan panjang garis di kertas.** Pada skala pembesaran garis di kertas lebih panjang dari benda, tetapi angka tetap ukuran benda.
- **Skala "paling pas" yang bukan skala standar.** Hasil hitungan 1 : 3 menggoda, padahal skala yang dipakai harus skala standar.
- **Lupa membagi lebar dan tinggi sekaligus.** Skala yang muat untuk panjang belum tentu muat untuk lebar.
- **Arsiran dianggap bebas arah.** Arsiran satu komponen harus satu arah dan satu jarak.
- **Toleransi umum dipakai pada ukuran yang punya toleransi sendiri.**

> Contoh salah tafsir: pada soal tentang pin kecil yang digambar dengan skala pembesaran, seorang siswa menulis angka ukuran panjang sebesar panjang garis di kertas karena "yang diukur di gambar". Padahal angka ukuran harus memakai ukuran pin yang sebenarnya, sebab pekerja membuat benda, bukan menjiplak gambar.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut memadukan ukuran benda, ukuran ruang gambar, dan skala standar. Cara berpikirnya: hitung dulu seberapa besar gambar pada beberapa skala standar, bandingkan dengan ruang yang tersedia pada kedua arah, lalu pilih yang memenuhi syarat dan paling besar.

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

►. Siswa akan menggambar tampak depan pelat dasar mesin berukuran 500 mm × 240 mm pada kertas A4 mendatar (2027). Setelah dikurangi garis tepi dan kepala gambar (etiket), ruang gambar yang tersedia 260 mm × 170 mm. Guru meminta skala pengecilan standar yang membuat gambar sebesar mungkin.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Skala yang paling tepat adalah ....

A. 1 : 1
B. 1 : 3
C. 1 : 2
D. 1 : 5
E. 1 : 10

Pembahasan **Kunci: C**

Konsep: Skala pengecilan standar gambar teknik antara lain 1 : 2, 1 : 5, 1 : 10, 1 : 20. Skala dipilih agar gambar muat di ruang gambar dan sebesar mungkin supaya mudah dibaca. Angka ukuran tetap ditulis ukuran sebenarnya.

Langkah:
1. 1 : 1 → 500 × 240 mm, tidak muat.
2. 1 : 2 → 250 × 120 mm, muat.
3. 1 : 5 → 100 × 48 mm, muat tetapi terlalu kecil.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Ukuran gambar 500 × 240 mm melebihi ruang gambar.
• **B.** ✗ Jebakan: hasilnya muat (±167 × 80 mm), tetapi 1 : 3 bukan skala standar gambar teknik, dan gambarnya lebih kecil daripada dengan 1 : 2.
• **C.** ✓ Skala standar terbesar yang masih muat.
• **D.** ✗ Muat, tetapi gambar jauh lebih kecil daripada dengan 1 : 2.
• **E.** ✗ Gambar menjadi sangat kecil (50 × 24 mm) dan sulit dibaca.

Jawaban: C.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk setiap soal, tulis dulu aturan yang dipakai (skala, jenis garis, atau penulisan ukuran), lalu periksa pilihan satu per satu.

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

1. Guru memeriksa gambar kerja poros buatan Nanda (2027) dan menemukan lima hal berikut. Hanya satu yang termasuk pelanggaran aturan standar gambar teknik; empat lainnya sudah benar.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Hal yang termasuk pelanggaran adalah ....

A. Garis sumbu digambar tipis bergaris-titik dan sedikit melewati tepi benda
B. Diameter Ø25 ditulis di tampak depan dan ditulis lagi di tampak samping
C. Garis bantu ukur dibuat tipis dan sedikit melewati ujung anak panah ukur
D. Tepi lubang yang tidak terlihat digambar dengan garis putus-putus tipis
E. Angka ukuran ditulis di atas garis ukur dan dapat dibaca dari bawah

2. Pin pengunci kecil berdiameter 4 mm dan panjang 12 mm terlalu kecil untuk digambar dengan skala 1 : 1, sehingga Dewi menggambarnya dengan skala 5 : 1 (2027). Di kertas, garis panjang pin itu kini sepanjang 60 mm. Dewi ragu angka berapa yang harus ditulis pada ukuran panjang.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Angka ukuran panjang yang tepat ditulis adalah ....

A. 60
B. 12
C. 2,4
D. 4
E. 24

Kunci singkat: 1. B 2. B

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menjelaskan mengapa pekerja bengkel tidak perlu mengukur gambar dengan mistar untuk mengetahui ukuran benda?
- Bila dua komponen berdekatan pada satu gambar sama-sama diarsir, apa yang harus dibedakan dan mengapa?
- **Yang harus kuingat:** angka ukuran adalah ukuran benda; skala = gambar : benda; garis tebal untuk kontur terlihat, tipis untuk ukuran, putus-putus untuk yang tersembunyi, titik-garis untuk sumbu.



Latihan interaktif di LMS

Sub bab 5.1: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktm&node=SMKTM-5.1

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

Sub bab 5.2 · Gambar proyeksi, isometrik, dan potongan

SMKTM-5.2

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu **membaca gambar proyeksi, gambar isometrik, dan gambar potongan**. Soal-soalnya bertumpu pada gambar: kamu diberi dua pandangan lalu diminta memilih pandangan ketiga, diberi gambar isometrik lalu diminta memilih tampak depan, atau diberi keterangan tentang letak pandangan lalu diminta menyimpulkan metode proyeksinya. Soal potongan biasanya menanyakan bagian mana yang diarsir dan bagian mana yang tidak. Soal ini termasuk yang paling sulit pada bab gambar teknik, karena kamu harus membayangkan benda tiga dimensi dari gambar dua dimensi.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menyebut nama pandangan utama dan menjelaskan hubungan lebar, tinggi, dan kedalaman antarpandangan;
- membedakan proyeksi Eropa (sudut pertama) dan proyeksi Amerika (sudut ketiga) dari letak pandangan dan simbolnya;
- menggambar atau membaca gambar isometrik sederhana, termasuk lingkaran yang menjadi elips;
- menentukan pandangan yang hilang dan jumlah pandangan yang diperlukan;
- membaca dan membuat gambar potongan penuh dan setengah potongan dengan arsiran yang benar.

◆ KONSEP INTI

Sebuah benda tiga dimensi tidak dapat digambarkan utuh pada selembar kertas datar hanya dari satu arah. Dari depan, sebuah dudukan mungkin tampak seperti persegi panjang biasa, padahal dari atas terlihat ada parit dan lubang. Karena itu gambar teknik menyajikan benda dari beberapa arah pandang yang dipilih dan ditata menurut aturan. Pekerja yang mengenal aturan itu dapat "menyusun kembali" benda di kepalanya dari beberapa pandangan, lalu membuatnya di bengkel. Sub bab ini menjelaskan cara menyusun pandangan, dua cara menatanya (Eropa dan Amerika), gambar isometrik sebagai gambar bantu yang mudah dilihat, dan gambar potongan untuk memperlihatkan bagian dalam benda.

1. Pandangan utama dan hubungan antarpandangan

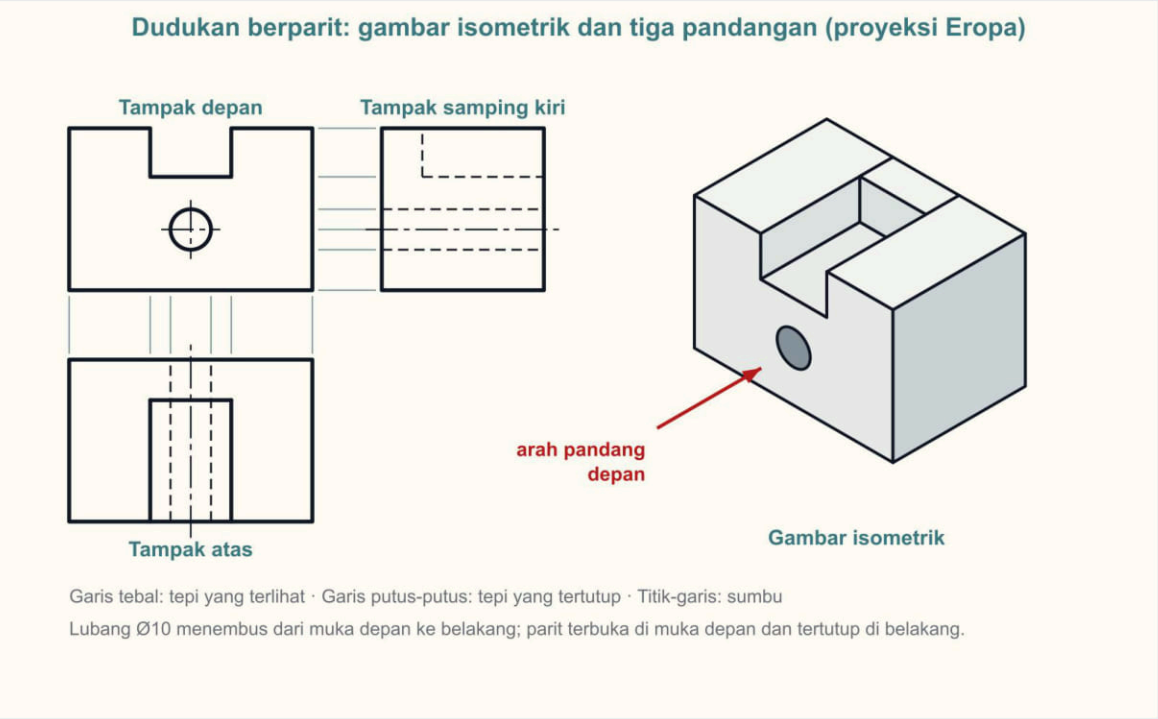
Bayangkan benda diletakkan di dalam sebuah kotak transparan. Dari tiap sisi kotak kita dapat "memotret" benda secara tegak lurus. Hasil pemotretan itu disebut **proyeksi ortogonal**, dan tiap hasilnya adalah satu **pandangan**. Ada enam arah pandang: depan, atas, bawah, samping kiri, samping kanan, dan belakang. Dalam praktik yang dipakai hanya tiga pandangan utama, yaitu **tampak depan**, **tampak atas**, dan **tampak samping** (kiri atau

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

kanan). Pandangan lain dibuat bila diperlukan.

Tampak depan dipilih sebagai pandangan yang paling banyak memperlihatkan bentuk benda, dan sebaiknya menunjukkan posisi benda ketika dipakai atau dikerjakan. Pandangan lain disusun mengelilinginya.

Gambar 5.7 menunjukkan sebuah dudukan berparit. Benda ini berbentuk balok 60 mm × 40 mm × 40 mm. Di bagian atas ada parit selebar 20 mm dengan dasar sedalam 12 mm dari permukaan atas. Parit itu terbuka di muka depan tetapi tertutup di belakang (panjang parit 30 mm dari 40 mm kedalaman balok). Lubang Ø10 menembus dari muka depan ke belakang di bawah parit. Di sebelahnya, tiga pandangannya digambar.



Gambar 5.7 Dudukan berparit: gambar isometrik dan tiga pandangan (proyeksi Eropa). Garis tipis di antara pandangan menunjukkan hubungan ukuran. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Perhatikan **hubungan antarpandangan**, yang menjadi kunci seluruh membaca gambar proyeksi:

- **Lebar** benda sama pada tampak depan dan tampak atas. Garis-garis tegak pada tampak depan sejajar dengan garis-garis tegak pada tampak atas.
- **Tinggi** benda sama pada tampak depan dan tampak samping. Garis-garis mendatar pada tampak depan sejajar dengan garis-garis mendatar pada tampak samping.
- **Kedalaman** benda sama pada tampak atas dan tampak samping.

Dengan hubungan ini, setiap bagian benda muncul di semua pandangan pada posisi yang berpasangan. Parit pada Gambar 5.7 tampak di tampak depan sebagai takik berbentuk U, di tampak atas sebagai dua garis yang tertutup di ujung belakangnya, dan di tampak samping sebagai garis putus-putus. Kalau kamu menemukan satu garis di satu pandangan tetapi tidak menemukan pasangannya di pandangan lain, hampir pasti ada yang keliru.

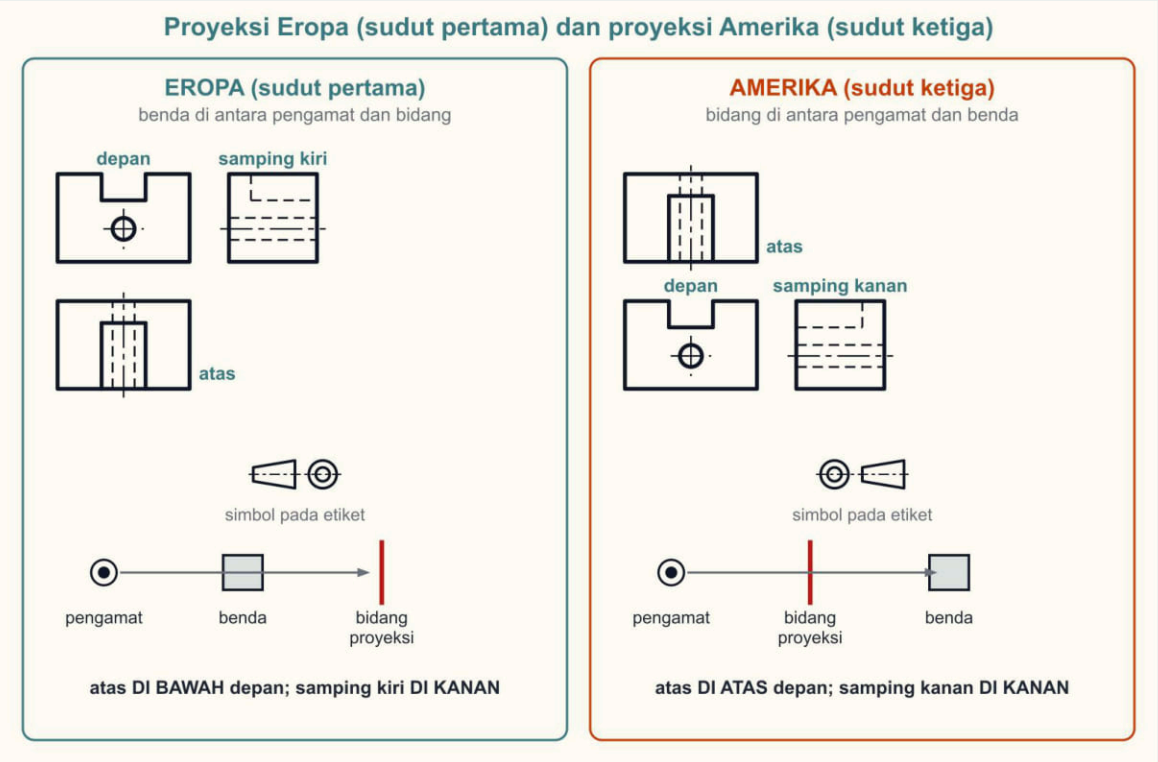
Garis tersembunyi dan sumbu. Bagian benda yang tertutup bagian lain dari arah pandang digambar dengan **garis putus-putus**. Pada Gambar 5.7, lubang Ø10 tidak terlihat dari atas maupun dari samping, sehingga tepinya tampak sebagai dua garis putus-putus sejajar, sedangkan dari depan lubang itu tampak sebagai lingkaran penuh bersilang sumbu. Bila beberapa jenis garis berimpit, yang diutamakan adalah garis tebal, lalu garis putus-putus, lalu garis sumbu.

2. Proyeksi Eropa dan proyeksi Amerika

Ada dua cara menata pandangan. Perbedaannya hanya pada letak bidang proyeksi terhadap benda (Gambar 5.8).

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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



Gambar 5.8 Benda yang sama pada proyeksi Eropa (sudut pertama) dan proyeksi Amerika (sudut ketiga), lengkap dengan simbolnya dan skema pengamat-benda-bidang. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Proyeksi Eropa (sudut pertama):** benda berada **di antara pengamat dan bidang proyeksi**. Akibatnya, pandangan "terlempar" ke sisi seberang benda: **tampak atas diletakkan di bawah tampak depan**, dan **tampak samping kiri diletakkan di kanan tampak depan**. Metode ini lazim dipakai di Indonesia, Eropa, dan banyak negara lain.
- **Proyeksi Amerika (sudut ketiga): bidang proyeksi berada di antara pengamat dan benda**, seperti kaca bening yang dipasang di depan benda. Pandangan jatuh di sisi yang sama dengan arah datangnya: **tampak atas diletakkan di atas tampak depan**, dan **tampak samping kanan diletakkan di kanan tampak depan**. Metode ini dipakai di Amerika Serikat dan oleh perusahaan yang mengikuti kebiasaan itu.

Bagaimana kamu tahu metode mana yang dipakai pada sebuah gambar? Lihat **simbol di etiket** (Gambar 5.2). Simbol itu berupa **kerucut terpancung** yang digambar dalam dua pandangan: pandangan dari samping (berbentuk trapesium) dan pandangan dari ujungnya (dua lingkaran sepusat). Pada proyeksi Eropa dua lingkaran berada di **kanan** trapesium; pada proyeksi Amerika dua lingkaran berada di **kiri**. Simbol itu mencerminkan letak pandangan samping terhadap tampak depan pada metode masing-masing.

Mengapa ini penting? Bayangkan bengkelmu menerima gambar dari mitra yang memakai proyeksi Amerika. Bila kamu membacanya dengan kebiasaan Eropa, pandangan yang kamu kira tampak atas ternyata tampak bawah, dan lubang yang kamu kira berada di sisi kiri benda ternyata di sisi kanan. Benda yang dibuat akan terbalik. Itulah sebabnya simbol proyeksi tidak boleh diabaikan walaupun gambar tampak lengkap. Satu hal yang tidak berubah di kedua metode: bentuk tiap pandangan itu sendiri sama. Yang berbeda hanya

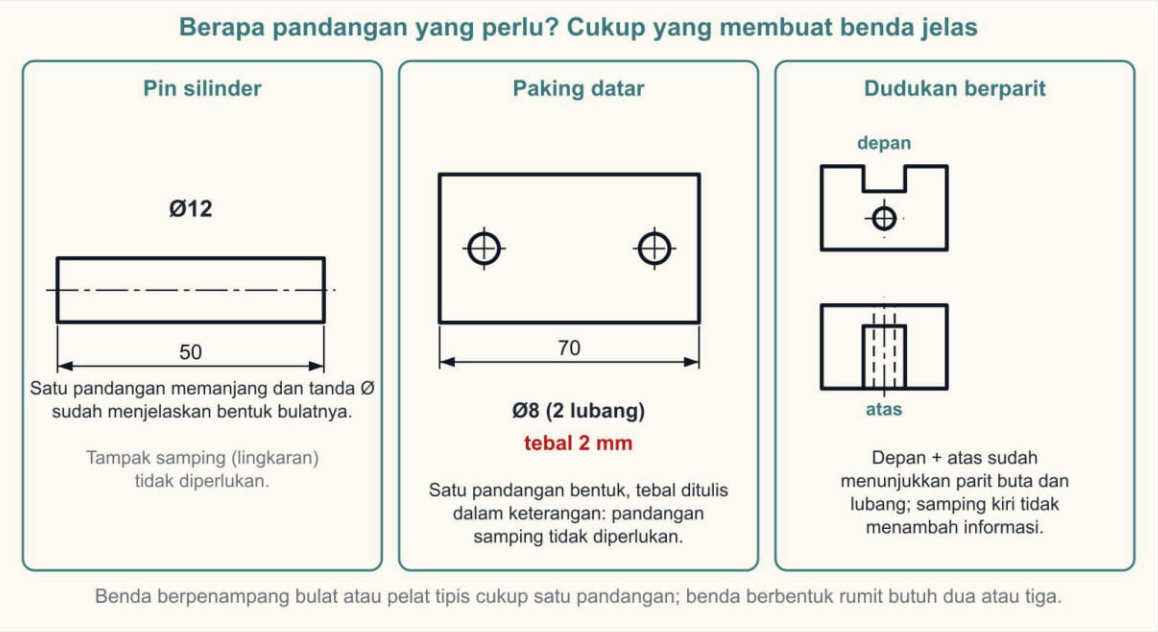
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

letaknya dan, pada tampak samping, sisi mana yang menghadap ke tampak depan.

Satu petunjuk membantu untuk membaca pandangan samping dan pandangan atas. Pada proyeksi Eropa, sisi pandangan yang **menempel pada tampak depan** adalah bagian **belakang** benda; muka depan benda berada di sisi luar, jauh dari tampak depan. Pada proyeksi Amerika berlaku sebaliknya: muka depan berada di sisi yang menghadap tampak depan. Lihat parit buta pada Gambar 5.8, yang terbuka di muka depan benda. Pada tampak atas Eropa, bukaan parit mengarah ke bawah (menjauhi tampak depan); pada tampak atas Amerika, bukaan parit mengarah ke bawah juga, yaitu menuju tampak depan yang berada di bawahnya.

3. Menentukan jumlah pandangan yang diperlukan

Tidak semua benda memerlukan tiga pandangan. Aturan umumnya: gambarlah **pandangan paling sedikit yang sudah membuat benda jelas dan tidak membingungkan**. Menambah pandangan yang tidak memberi informasi baru hanya memperbanyak pekerjaan dan membuka peluang salah.



Gambar 5.9 Tiga benda dengan jumlah pandangan yang berbeda: satu pandangan untuk pin silinder dan paking datar, dua pandangan untuk dudukan berparit. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- Benda **berpenampang bulat** seperti pin atau poros cukup satu pandangan memanjang dengan tanda **Ø** pada diameternya. Pandangan ujung yang hanya berupa lingkaran tidak menambah informasi.
- Benda **pelat tipis** dengan bentuk dan lubang yang jelas cukup satu pandangan bentuk, dengan tebal pelat ditulis sebagai keterangan, misalnya "tebal 2".
- Benda **berbentuk rumit** perlu dua atau tiga pandangan. Pada dudukan berparit (Gambar 5.9), tampak depan dan tampak atas sudah menunjukkan parit buta dan lubang tembus, sehingga tampak samping tidak perlu.

Untuk memilih, tanyakan: bagian mana dari benda yang belum jelas bentuknya bila hanya

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

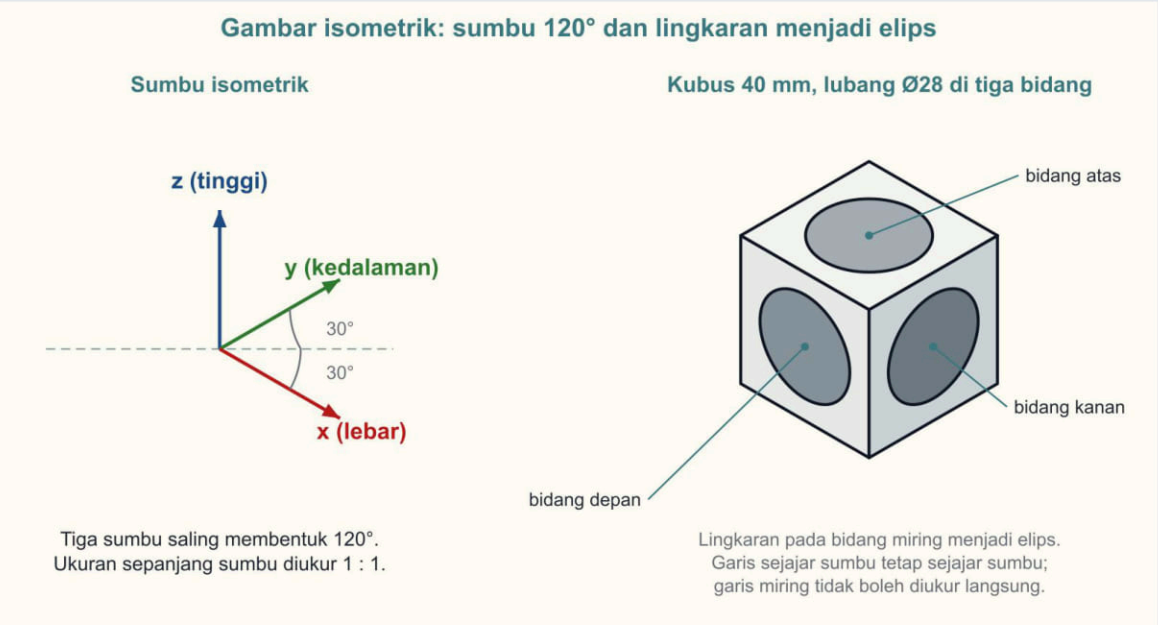
melihat pandangan yang sudah ada? Tambahkan pandangan yang menjawab pertanyaan itu.

4. Gambar isometrik

Gambar proyeksi akurat tetapi sulit dibayangkan oleh orang yang belum terlatih. **Gambar isometrik** memperlihatkan tiga sisi benda sekaligus (depan, atas, dan satu sisi) sehingga bentuk keseluruhan mudah dikenali. Gambar ini sering dipakai sebagai pelengkap pada petunjuk perakitan dan soal ujian.

Aturan menggambar isometrik (Gambar 5.10):

1. Ada tiga **sumbu**: satu tegak, dan dua lainnya membentuk **sudut 30°** terhadap garis mendatar. Ketiga sumbu itu saling membentuk sudut 120°. Pada pandangan yang dipakai buku ini, sumbu lebar (x) condong ke kanan-bawah, sumbu kedalaman (y) condong ke kanan-atas, dan sumbu tinggi (z) tegak.
2. **Ukuran diukur sepanjang sumbu dan memakai skala 1 : 1.** Panjang 60 mm digambar sepanjang 60 satuan pada sumbu x.
3. **Garis sejajar sumbu** tetap digambar sejajar sumbu. **Garis miring** (tidak sejajar sumbu) tidak boleh diukur langsung; tentukan dulu dua titik ujungnya lewat sumbu, baru dihubungkan.
4. **Lingkaran** pada bidang miring tampak sebagai **elips**. Pusat elips berada pada pusat lingkaran, dan sumbu panjang elips tegak lurus terhadap sumbu yang tegak lurus bidang lingkaran itu.
5. Garis tersembunyi biasanya **tidak** digambar pada isometrik, supaya gambar tetap bersih.



Gambar 5.10 Sumbu isometrik (kiri) dan sebuah kubus dengan lingkaran pada tiga bidangnya yang tampak sebagai elips (kanan). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Cara praktis menggambar benda berbentuk rumit adalah **membuat kotak pembungkus** (balok dengan ukuran terbesar benda), lalu "memotong" bagian yang tidak ada. Mulailah dari titik pojok, bentuk kotaknya dengan tiga sumbu, kemudian hapus bagian yang berlubang

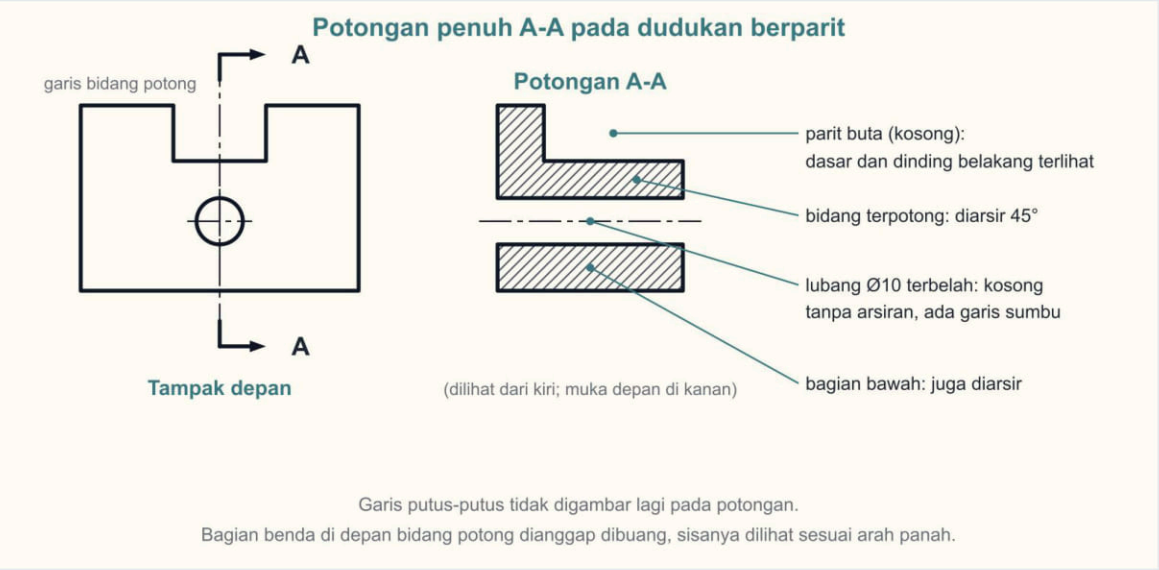
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

atau berparit satu per satu.

5. Gambar potongan

Garis putus-putus dapat membuat gambar yang rumit semakin sulit dibaca, terutama bila bagian dalam benda banyak (misalnya benda berongga atau rakitan). Untuk itu dipakai **gambar potongan**: benda dibayangkan dipotong oleh sebuah bidang, bagian yang ada di depan bidang itu dibuang, dan bagian sisanya digambar sehingga isi dalamnya tampak.

Bidang potong ditandai pada gambar dengan **garis titik-garis tipis yang berujung tebal**, dengan **anak panah** pada kedua ujungnya yang menunjuk arah pandang, serta dua huruf yang sama (misalnya A dan A). Pandangan potongan lalu diberi judul "Potongan A-A" (Gambar 5.11).



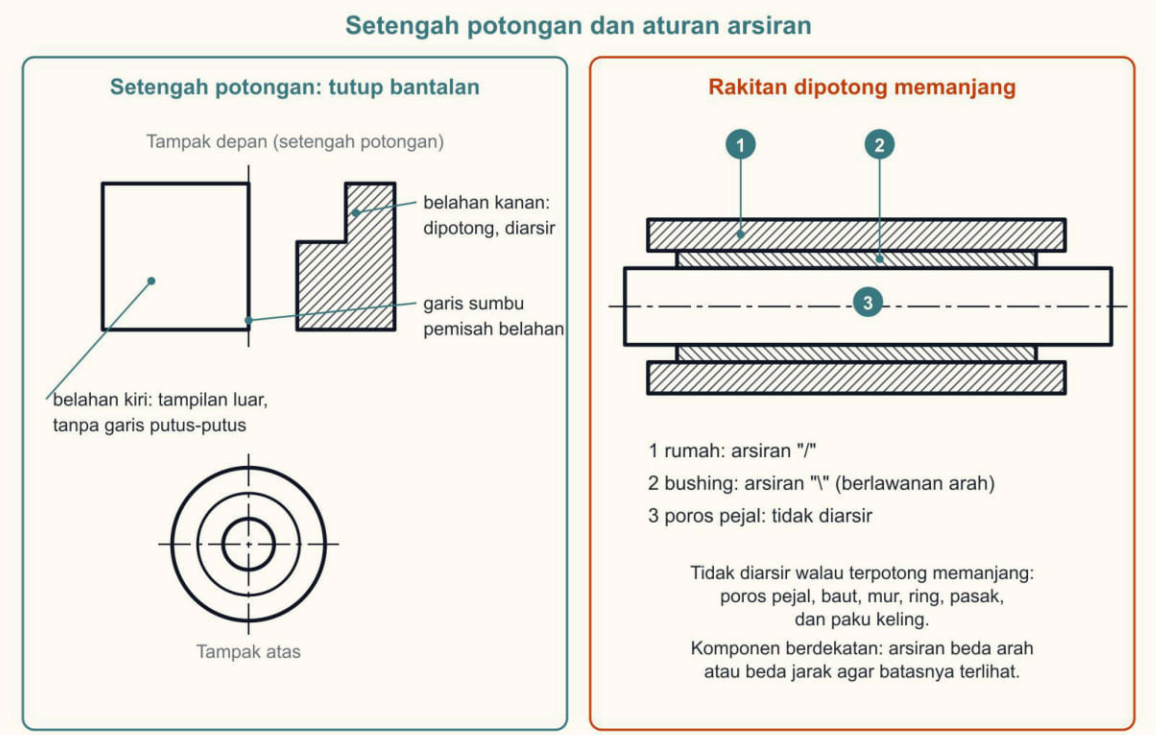
Gambar 5.11 Potongan penuh A-A pada dudukan berparit; bidang potong melalui sumbu lubang. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Aturan pada gambar potongan:

- **Bidang yang terpotong diarsir** dengan garis tipis 45°, jarak sama. Bidang yang hanya terlihat di balik bidang potong, tetapi tidak terkena potongan, tidak diarsir.
- **Rongga tidak diarsir.** Lubang, parit, atau ruang kosong tampak kosong, karena di sana tidak ada bahan yang terpotong (lihat lubang yang terbelah pada Gambar 5.11).
- **Garis putus-putus yang tadinya menunjukkan bagian dalam tidak digambar lagi**, karena sekarang bagian dalam itu terlihat langsung.
- **Garis sumbu** tetap digambar.

Potongan penuh memotong seluruh benda dengan satu bidang, seperti pada Gambar 5.11. **Setengah potongan** dipakai untuk benda yang **simetris terhadap sumbunya**, misalnya benda bulat. Separuh benda digambar dipotong (diarsir) untuk memperlihatkan bagian dalam, dan separuhnya lagi digambar tampilan luar. Garis sumbu menjadi pemisah kedua belahan. Pada Gambar 5.12 (kiri), sebuah tutup bantalan berdiameter 60 mm digambar dengan setengah potongan: belahan kanan memperlihatkan lubang tembus dan pembenaman, belahan kiri memperlihatkan bagian luarnya.



Gambar 5.12 Setengah potongan tutup bantalan (kiri) dan aturan arsiran pada rakitan yang dipotong memanjang (kanan). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

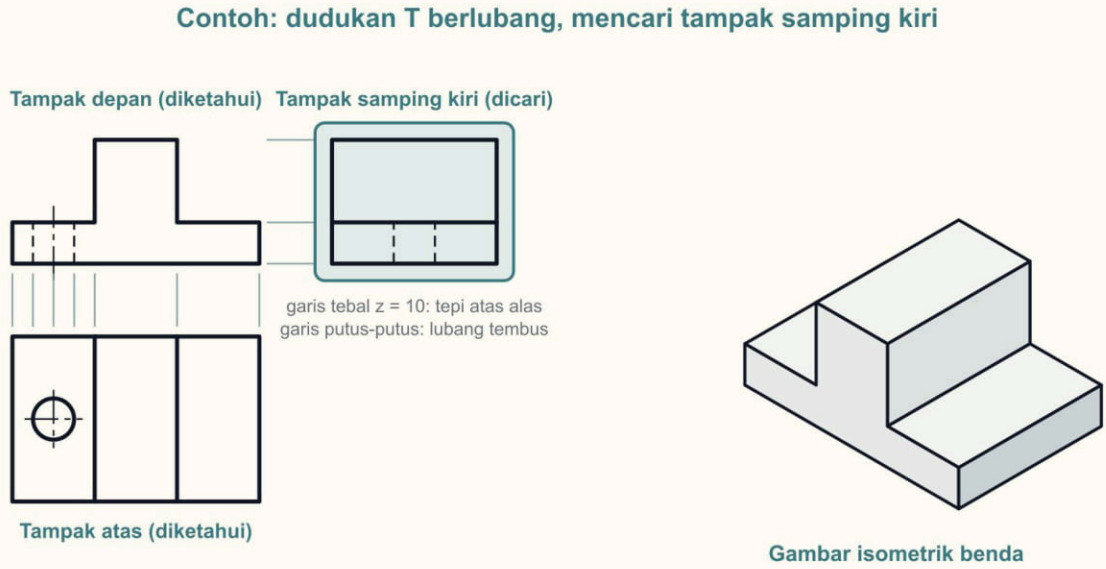
Aturan arsiran pada rakitan (Gambar 5.12, kanan):

- Komponen yang **berdekatan** diarsir dengan **arah berlawanan** atau **jarak berbeda**, supaya batas antarkomponen terlihat. Pada gambar, rumah diarsir "/" dan bushing diarsir "".
- Komponen yang sama pada satu gambar diarsir **seragam** (arah dan jarak sama).
- Beberapa komponen **tidak diarsir walaupun terpotong memanjang**, yaitu **poros pejal, baut, mur, ring, pasak, dan paku keling**. Alasannya, bagian-bagian itu padat dan pemotongan memanjangnya tidak menambah informasi, sedangkan bila diarsir justru membuat bentuknya sulit dibedakan dari bagian lain. Bila bagian-bagian itu dipotong melintang (tegak lurus sumbunya), barulah diarsir.
- Bagian **berlubang atau berongga** yang terpotong, seperti rumah atau bushing, **diarsir hanya pada bahan**, bukan pada rongganya.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Menentukan pandangan yang hilang

Sebuah dudukan T memiliki alas 60 mm × 40 mm setebal 10 mm, dengan rusuk di tengah selebar 20 mm yang memanjang sepanjang kedalaman alas dan tingginya sampai 30 mm dari dasar. Pada alas sebelah kiri ada lubang tembus vertikal Ø10 yang pusatnya 20 mm dari muka depan. Tampak depan dan tampak atas sudah diketahui (Gambar 5.13). Gambarlah **tampak samping kiri** dengan proyeksi Eropa.



Gambar 5.13 Dudukan T: tampak depan dan tampak atas diketahui, tampak samping kiri dicari (dalam kotak biru), serta gambar isometrik benda. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Langkah:

1. **Ukuran kerangka.** Tinggi benda 30 mm (dari tampak depan) dan kedalamannya 40 mm (dari tampak atas), sehingga tampak samping kiri berupa persegi panjang 40 mm × 30 mm. Letakkan di kanan tampak depan, tinggi sejajar.
2. **Garis tampak.** Pada tampak depan, alas setinggi 10 mm dan rusuk lebih tinggi. Dari kiri, kamu melihat sisi alas, dan di atasnya sisi rusuk yang berada di belakang alas. Batas keduanya adalah sebuah **garis tebal mendatar pada ketinggian 10 mm** sepanjang kedalaman benda.
3. **Garis tersembunyi.** Lubang Ø10 berada di dalam alas dan tertutup sisi alas dari arah kiri, sehingga tepinya digambar dengan **garis putus-putus tegak**, setinggi tebal alas (0 sampai 10 mm). Letaknya: pusat lubang 20 mm dari muka depan, dan kedalaman benda 40 mm, jadi pusat lubang tepat di tengah kedalaman. Kedua tepi lubang berjarak 5 mm di kiri dan kanan pusat, sehingga pada tampak samping garis putus-putus berada 15 mm dan 25 mm dari tepi kiri (letak itu tidak berubah walau muka depan berada di kanan, sebab lubangnya di tengah).
4. **Periksa:** semua garis di tampak samping punya pasangan di tampak depan (tinggi 10 dan 30) dan tampak atas (kedalaman 15, 25, dan 40).

Jawaban: persegi panjang 40 × 30 dengan garis tebal mendatar pada tinggi 10 dan dua garis putus-putus tegak setinggi 10 pada jarak 15 dan 25 dari tepi kiri.

Contoh 2: Menggambar setengah potongan dan menghitung ukuran profil

Sebuah tutup bantalan berbentuk silinder Ø60 mm dan tinggi 30 mm. Lubang tembus berdiameter 20 mm. Dari muka atas dibuat pembenaman berdiameter 40 mm sedalam 12 mm. Gambarkan profil dinding yang diarsir pada setengah potongan (Gambar 5.12 kiri) dan hitung tebal dasar serta tebal dinding pembenaman.

Langkah:

1. Gambar garis sumbu tegak. Dari sumbu, ukur jari-jari: Ø60 → 30 mm, Ø40 → 20 mm, Ø20 → 10 mm.
2. Belahan kiri digambar tampilan luar: persegi panjang 30 mm × 30 mm di sisi kiri sumbu, tanpa garis tersembunyi.
3. Belahan kanan adalah potongan. Bahan terpotong ada di dua daerah: **dasar** (dari r = 10 sampai r = 30, tinggi dari bawah sampai kedalaman pembenaman) dan **dinding** (dari r = 20 sampai r = 30, sampai ke muka atas).
4. Tinggi dasar = tinggi total − kedalaman pembenaman = 30 − 12 = 18 mm. Lebar dasar = 30 − 10 = 20 mm. Tebal dinding pembenaman = 30 − 20 = 10 mm.
5. Arsir bagian profil 45°; daerah antara sumbu dan r = 10 (lubang) tetap kosong.

Jawaban: tebal dasar 18 mm; tebal dinding pembenaman 10 mm; yang diarsir hanya profil bahan pada belahan kanan.

Contoh 3: Menggambar isometrik langkah demi langkah

Gambarlah isometrik dudukan T pada Contoh 1 (hasilnya terlihat di Gambar 5.13, kanan).

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

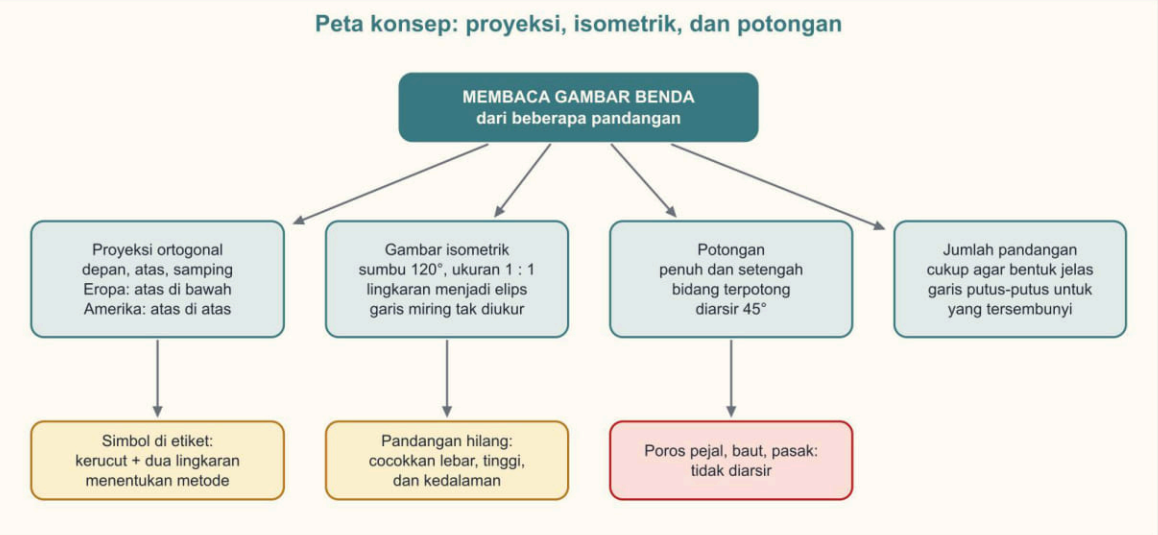
Langkah:

1. Tentukan titik O dan gambar tiga sumbu: x condong ke kanan-bawah 30°, y ke kanan-atas 30°, z tegak.
2. **Alas:** ukur 60 mm sepanjang x, 40 mm sepanjang y, dan 10 mm sepanjang z. Hasilnya balok pipih.
3. **Rusuk:** pada permukaan atas alas, mulai 20 mm dari tepi kiri sepanjang x, ukur 20 mm ke kanan (lebar rusuk), 40 mm sepanjang y (sama dengan kedalaman alas), lalu naik 20 mm sepanjang z (sehingga total tinggi 30 mm dari dasar).
4. Hapus garis bantu, tebalkan tepi yang terlihat. Garis tersembunyi tidak digambar.
5. **Lubang:** lubang Ø10 pada alas kiri berada di balik rusuk dari arah pandang ini, sehingga tidak tampak pada isometrik. Bila lubang itu ingin diperlihatkan, benda harus dilihat dari arah lain, atau dipakai gambar potongan.

Jawaban: isometrik berupa alas pipih dengan rusuk memanjang di tengah; ukuran 60, 40, 10, 20, dan 20 diukur sepanjang sumbu dengan skala 1 : 1.

❖ PETA KONSEP

Ringkasan sub bab ini ada pada Gambar 5.14.



Gambar 5.14 Peta konsep sub bab 5.2. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- Tiga pandangan utama: depan, atas, samping. Lebar sama pada depan dan atas; tinggi sama pada depan dan samping; kedalaman sama pada atas dan samping.
- **Eropa (sudut pertama):** atas di bawah depan, samping kiri di kanan depan. **Amerika (sudut ketiga):** atas di atas depan, samping kanan di kanan depan. Simbol kerucut + dua lingkaran di etiket menunjukkan metodenya.
- Garis putus-putus untuk bagian tersembunyi; urutan prioritas garis tebal, putus-putus, titik-garis.
- Jumlah pandangan: paling sedikit yang membuat benda jelas (pin dan pelat: satu

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

pandangan).

- Isometrik: tiga sumbu 120°, ukuran 1 : 1 sepanjang sumbu, lingkaran menjadi elips, garis miring tak diukur langsung.
- Potongan: bidang yang terpotong diarsir 45°; rongga kosong; garis putus-putus hilang; poros pejal, baut, mur, ring, pasak, dan paku keling tidak diarsir pada potongan memanjang.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Soal proyeksi hampir selalu berupa penalaran visual. Gunakan langkah berikut.

1. **Cari dulu simbol atau keterangan metode proyeksi.** Tanpa itu, letak pandangan bisa dibaca terbalik.
2. **Tandai ukuran yang sama antarpandangan** (lebar, tinggi, kedalaman) dengan garis bantu tipis di benakmu atau di kertas.
3. **Pilih satu fitur benda,** misalnya lubang atau takik, lalu telusuri posisinya di semua pandangan.
4. **Periksa garis putus-putus:** garis tebal berarti terlihat, putus-putus berarti tersembunyi. Pilihan jawaban yang salah sering hanya berbeda pada jenis garis.
5. **Untuk potongan,** tanyakan: bahan di mana yang terkena bidang potong? Hanya bahan itu yang diarsir.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Letak pandangan terbalik** karena tertukar Eropa dan Amerika, misalnya menganggap pandangan di atas tampak depan pasti tampak atas padahal metodenya Eropa (pandangan itu tampak bawah).
- **Garis tersembunyi dilupakan** pada pilihan jawaban yang tampak mirip.
- **Lubang tembus dan lubang buta tertukar:** lubang tembus tampak sebagai lingkaran penuh dan garis putus-putus yang berpasangan menyeberangi seluruh tebal; lubang buta garis putus-putusnya berhenti di kedalamannya.
- **Arsiran pada rongga** atau pada poros pejal dan baut yang terpotong memanjang.
- **Mengira semua benda butuh tiga pandangan.**

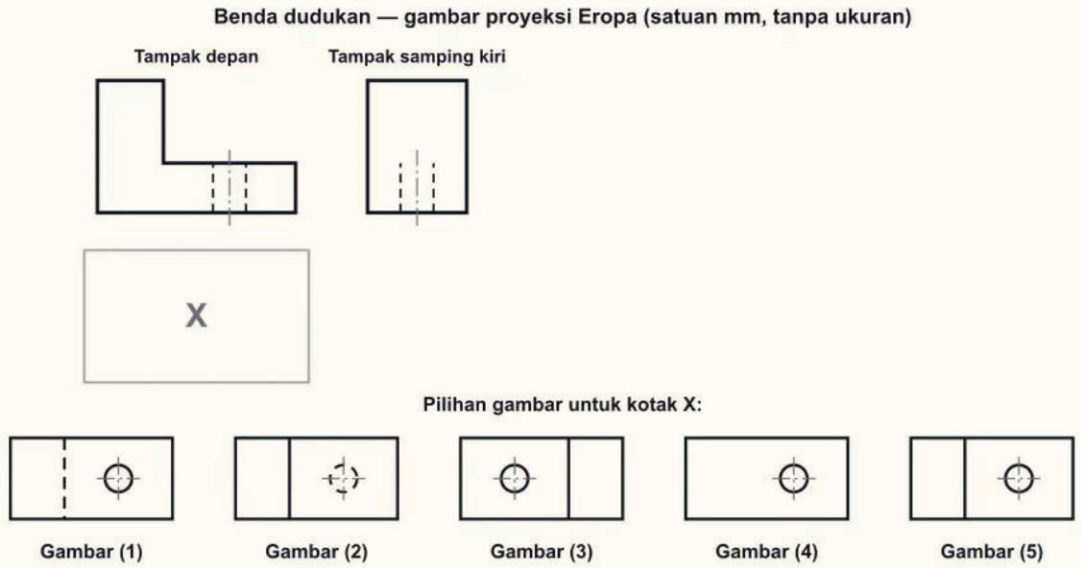
> Contoh salah tafsir: pada soal gambar rakitan puli yang dipotong memanjang, seorang siswa memilih pernyataan "semua komponen yang dilewati bidang potong diarsir" karena menganggap tanda "dipotong berarti diarsir" berlaku umum. Padahal poros pejal, baut, mur, dan pasak tidak diarsir pada potongan memanjang, sedangkan bagian berlubang seperti naf puli diarsir pada bahannya saja.

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

BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menyajikan dua pandangan sebuah benda pada proyeksi Eropa dan meminta pandangan ketiga. Cara berpikirnya: pastikan dulu metode proyeksi dan letak kotak yang diminta, cari ukuran yang sama antarpandangan, lalu telusuri satu fitur (lubang atau takik) dari pandangan yang diketahui ke pandangan yang dicari, termasuk jenis garisnya.

►. Gambar memperlihatkan tampak depan dan tampak samping kiri sebuah dudukan yang digambar dengan proyeksi Eropa (sudut pertama) (2027). Dudukan terdiri atas pelat dasar dengan satu lubang tembus vertikal dan blok tegak di sisi kiri. Siswa diminta melengkapi pandangan pada kotak X.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Gambar yang tepat untuk kotak X adalah ....



A. Gambar (1)
B. Gambar (2)
C. Gambar (3)
D. Gambar (4)
E. Gambar (5)

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Pembahasan **Kunci: E**

Konsep: Pada proyeksi Eropa, tampak atas diletakkan di bawah tampak depan dan tampak samping kiri di sebelah kanan tampak depan. Tepi yang terlihat dari arah pandang digambar garis tebal; tepi yang terhalang digambar garis putus-putus.

Langkah:

1. Kotak X di bawah tampak depan → tampak atas.
2. Dari atas, tepi blok tegak di x = 20 terlihat → garis tebal.
3. Lubang tembus vertikal terlihat dari atas → lingkaran garis tebal di x = 40.
4. Kiri–kanan sama dengan tampak depan (blok tegak di kiri) → Gambar (5).

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: ini tampak bawah (tepi blok tegak tersembunyi, garis putus-putus). Tampak bawah diletakkan di bawah tampak depan pada proyeksi Amerika, bukan Eropa.
- **B.** ✗ Lubang tembus terlihat dari atas, jadi lingkarannya garis tebal, bukan putus-putus.
- **C.** ✗ Posisi blok tegak dan lubang tertukar kiri–kanan.
- **D.** ✗ Tepi blok tegak yang terlihat dari atas tidak digambar.
- **E.** ✓ Tepi blok tegak dan lubang tembus tergambar sebagai garis tebal pada posisi yang benar.

Jawaban: E.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk setiap soal, tulis dulu metode proyeksi atau aturan arsiran yang berlaku, lalu periksa pilihan satu per satu.

1. Bengkel menerima gambar kerja dudukan motor dari pabrik mitra yang kepala gambarnya memuat simbol proyeksi sudut ketiga (Amerika) (2027). Pada gambar itu, pandangan P diletakkan di sebelah kanan tampak depan, dan pandangan Q diletakkan di atas tampak depan. Siswa yang terbiasa proyeksi Eropa diminta membuat benda itu.
(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. Pandangan P adalah tampak samping kanan benda.
☐ B. Pandangan Q adalah tampak bawah karena diletakkan di atas tampak depan.
☐ C. Lubang yang terlihat pada pandangan P terletak pada permukaan sisi kanan benda.
☐ D. Simbol proyeksi pada kepala gambar dapat diabaikan bila gambar sudah memuat tiga pandangan.
☐ E. Bila dibaca dengan aturan Eropa, lubang itu akan dikira berada di sisi kiri benda.

2. Pada gambar proyeksi sebuah komponen (2027), tampak depan berupa dua lingkaran sepusat bergaris tebal. Tampak sampingnya berupa persegi panjang dengan dua garis putus-putus mendatar yang sejajar sepanjang benda, segaris dengan lingkaran kecil pada tampak depan. Tidak ada garis lain pada kedua pandangan.

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

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Benda yang digambar adalah ....

A. Bushing silinder berlubang tembus
B. Poros pejal dengan satu tingkat
C. Cincin tipis dengan alur di luar
D. Silinder pejal dengan lubang buta
E. Kerucut terpancung berlubang tembus

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

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menjelaskan, dengan gambar sederhana, mengapa tampak atas diletakkan di bawah tampak depan pada proyeksi Eropa tetapi di atas pada proyeksi Amerika?
- Pada potongan memanjang rakitan puli, poros pejal, dan pasak, bagian mana yang diarsir dan bagian mana yang tidak? Apa alasannya?
- **Yang harus kuingat:** lebar sama pada depan dan atas, tinggi sama pada depan dan samping; simbol di etiket menentukan Eropa atau Amerika; potongan: hanya bahan terpotong yang diarsir, kecuali poros pejal, baut, mur, ring, pasak, dan paku keling.



Latihan interaktif di LMS

Sub bab 5.2: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.
next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktm&node=SMKTM-5.2

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

Sub bab 5.3 · Membaca gambar kerja

SMKTM-5.3

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu **membaca gambar kerja** sederhana: ukuran, toleransi, dan simbol dasar. Soal-soal pada sub bab ini berupa gambar atau tabel beserta kasus pekerjaan. Kamu mungkin diminta menentukan ukuran bahan baku dari gambar poros, mencari jarak yang tidak tertulis langsung pada gambar, menilai apakah hasil ukur sebuah benda masih diterima, atau mengartikan simbol las. Soal jenis ini termasuk yang sulit karena jawabannya tidak tertulis di gambar. Kamu harus menghitungnya dari ukuran lain.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- membaca ukuran total, ukuran tiap tingkat, diameter, dan jarak pada gambar kerja;
- menentukan ukuran bahan baku dengan menambahkan tambahan pemesinan;
- menentukan batas atas dan batas bawah dari toleransi, lalu menilai hasil ukur;
- membaca penulisan lubang (Ø, jumlah lubang, lingkaran jarak bagi) dan simbol kekasaran;
- membaca simbol las dasar: garis acuan, panah, segitiga, dan ukuran las.

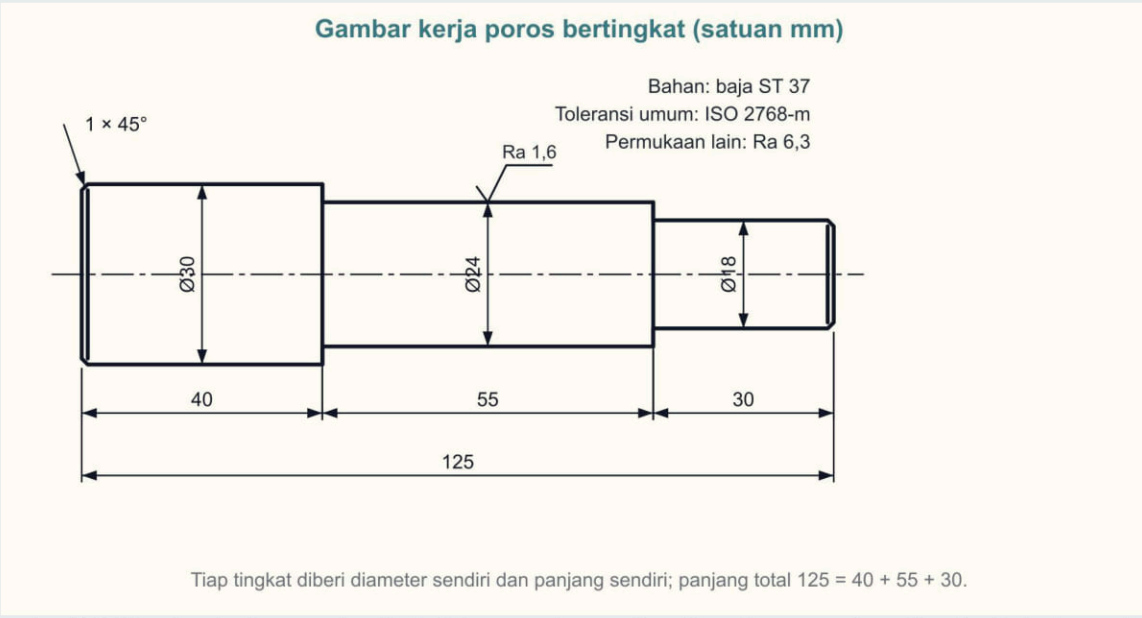
◆ KONSEP INTI

Gambar kerja adalah "perintah kerja" yang ditulis dengan garis dan angka. Dari gambar itu, operator bubut tahu harus membuat poros berdiameter berapa dan sepanjang apa; juru las tahu di sisi mana harus mengelas dan seberapa besar; petugas pemeriksa tahu batas ukuran yang masih boleh diterima. Karena itu cara membaca gambar kerja yang baik berawal dari urutan yang tetap. **Pertama,** baca etiket: nama benda, bahan, skala, satuan, dan toleransi umum. **Kedua,** lihat pandangan-pandangan yang ada dan bayangkan benda utuh. **Ketiga,** baca ukuran besar (total) lebih dulu, lalu ukuran bagian-bagiannya. **Keempat,** baca keterangan khusus: toleransi, kekasaran, dan simbol las.

1. Membaca ukuran pada gambar kerja

Gambar 5.15 menunjukkan gambar kerja sebuah poros bertingkat. Poros adalah batang berpenampang bulat; "bertingkat" berarti diameternya berbeda-beda di sepanjang batang. Poros pada gambar terdiri atas tiga tingkat: Ø30 sepanjang 40 mm, Ø24 sepanjang 55 mm, dan Ø18 sepanjang 30 mm.

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



Gambar 5.15 Gambar kerja poros bertingkat dengan ukuran diameter, ukuran panjang tiap tingkat, ukuran total, pinggul, dan simbol kekasaran. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Hal yang dapat dibaca dari gambar ini:

- **Ukuran diameter** ditulis dengan tanda Ø dan digambarkan melintang pada tingkat yang bersangkutan: Ø30, Ø24, Ø18.
- **Ukuran panjang tiap tingkat** (40, 55, 30) ada pada baris ukuran pertama di bawah gambar, dan **ukuran total** (125) pada baris di bawahnya. Kedua baris itu saling memeriksa: 40 + 55 + 30 = 125. Bila ada gambar yang jumlahnya tidak cocok, ada salah tulis dan harus ditanyakan kepada pembuat gambar sebelum pekerjaan dimulai.
- **Pinggul "1 × 45°"** pada ujung berarti tepi ujung dipotong miring selebar 1 mm dengan sudut 45°. Pinggul menghilangkan tepi tajam dan mempermudah pemasangan.
- **Simbol kekasaran** (tanda "V" dengan garis datar dan angka "Ra 1,6") menunjukkan kehalusan permukaan yang diminta pada tingkat Ø24 (dijelaskan pada bagian 5).
- **Keterangan di etiket:** bahan baja ST 37 dan toleransi umum ISO 2768-m (lihat sub bab 5.1).

Ukuran yang tidak tertulis. Gambar kerja tidak menuliskan semua ukuran, karena menulis ukuran yang bisa dihitung justru menimbulkan salah tulis. Bila kamu butuh sebuah ukuran yang tidak tertulis, hitunglah dari ukuran lain dengan **menjumlahkan** (misalnya panjang dua tingkat sekaligus, 40 + 55 = 95 mm) atau **mengurangkan** (misalnya jarak antara dua lubang dari posisi masing-masing). Pada gambar yang dilengkapi **ukuran rujukan** dalam tanda kurung, angka itu hanya informasi dan tidak boleh dijadikan dasar pembuatan.

2. Ukuran bahan baku dan tambahan pemesinan

Poros tidak dibuat dari batang yang diameternya sama dengan diameter terbesar poros. Benda kerja dipotong dari **bahan baku**, yaitu batang atau pelat yang lebih besar, lalu dikecilkan dengan pemesinan. Selisih antara bahan baku dan ukuran benda jadi disebut **tambahan pemesinan** (juga disebut sisa pemesinan atau kelonggaran bahan).

Tambahan itu diperlukan karena:

- **Permukaan batang mentah tidak rata dan tidak bulat sempurna.** Pembubutan harus membuang lapisan luar sampai permukaan bersih dan ukuran tepat.
- **Pembubutan muka.** Ujung benda dipotong rata (dibubut muka), sehingga panjang bahan baku harus lebih dari panjang benda jadi.
- **Pencekaman.** Benda yang dicekam di cekam bubut membutuhkan sedikit kelebihan bahan.

Aturan menentukan ukuran bahan baku selalu dituliskan di tugas atau di aturan bengkel, misalnya "diameter ditambah 3 mm dan setiap muka ujung ditambah 1,5 mm". Cara menghitungnya selalu sama:

1. **Diameter bahan baku** = diameter **terbesar** pada benda + tambahan diameter. Yang dipakai adalah diameter terbesar, karena batang harus cukup besar untuk tingkat yang paling besar.
2. **Panjang bahan baku** = panjang **total** benda + tambahan tiap muka × jumlah muka yang dibubut muka (umumnya dua).
3. Tulis dalam bentuk "Ø ... × ... mm".

Pada praktik, bengkel memakai pedoman tambahan sekitar 1–3 mm untuk diameter dan 1–2

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

mm untuk tiap muka, tetapi tugas selalu menetapkan angka yang dipakai. Jangan memakai angka dari hafalan; ikuti angka yang diberikan.

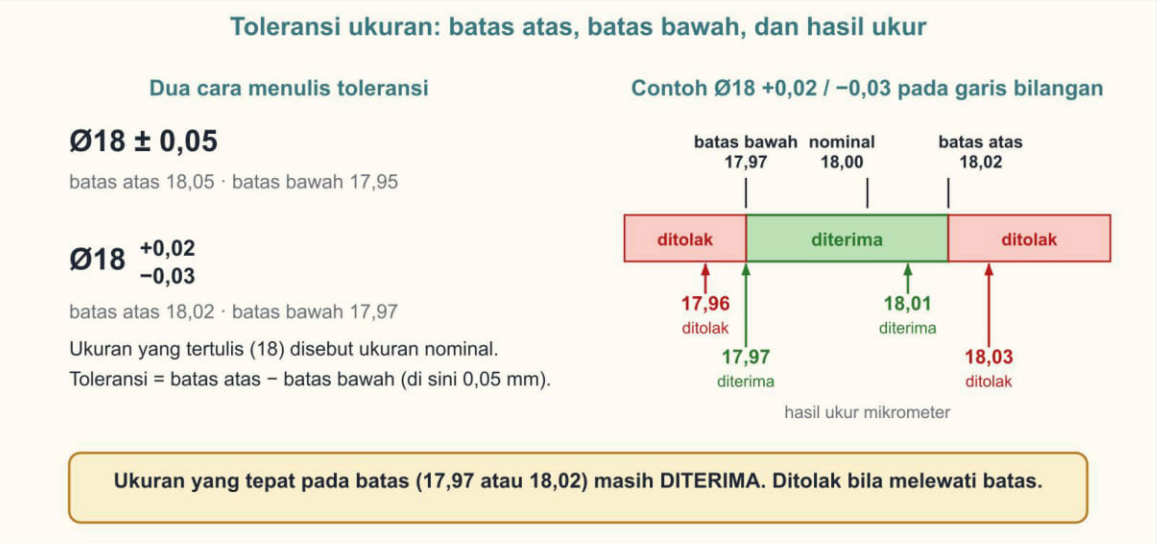
3. Toleransi ukuran

Tidak ada benda yang dapat dibuat persis sama dengan angka nominalnya. Mesin, pahat, dan tangan manusia selalu menyisakan selisih kecil. **Toleransi** menyatakan seberapa besar selisih yang masih diterima. Dengan toleransi, bengkel tahu kapan sebuah benda dinyatakan baik atau ditolak.

Beberapa istilah penting:

- **Ukuran nominal:** ukuran yang tertulis pada gambar, misalnya 18 pada "Ø18".
- **Batas atas** dan **batas bawah:** ukuran terbesar dan terkecil yang masih diterima.
- **Toleransi** = batas atas − batas bawah.

Toleransi ditulis dalam dua cara (Gambar 5.16).



Gambar 5.16 Dua cara menulis toleransi dan contoh penilaian hasil ukur pada garis bilangan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Simetris:** "Ø18 ± 0,05". Batas atas = 18 + 0,05 = 18,05; batas bawah = 18 − 0,05 = 17,95.
- **Tidak simetris:** "Ø18 +0,02 / −0,03" (angka penyimpangan atas dan bawah tertulis di kanan angka nominal). Batas atas = 18 + 0,02 = 18,02; batas bawah = 18 − 0,03 = 17,97. Toleransinya 0,05 mm.

Menilai hasil ukur. Ukur benda dengan alat yang ketelitiannya cukup (mikrometer untuk 0,01 mm). Bila hasilnya **berada di antara batas bawah dan batas atas**, benda **diterima**. Bila hasilnya **tepat pada salah satu batas**, benda **tetap diterima**, karena batas termasuk dalam daerah yang diperbolehkan. Benda **ditolak** hanya bila hasil ukur **melewati** salah satu batas. Untuk ukuran yang punya dua dimensi (misalnya diameter dan panjang), benda diterima bila **semua** ukurannya memenuhi. Cukup satu ukuran di luar batas, benda ditolak.

Ukuran tanpa toleransi tertulis mengikuti **toleransi umum** di etiket (lihat sub bab 5.1). Ukuran yang tertulis toleransinya mengikuti angka yang tertulis, bukan toleransi umum.

Mengapa toleransi sekecil itu penting? Bayangkan sebuah poros akan dimasukkan ke lubang

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

bantalan. Jika poros terlalu besar, ia tidak masuk; jika terlalu kecil, ia goyang dan cepat aus. Toleransi memastikan benda hasil kerja berbagai orang di tempat berbeda tetap dapat dipasangkan. Itulah dasar sistem manufaktur modern.

4. Membaca lubang dan pola lubang

Lubang ditulis dengan **tanda Ø dan diameternya**. Bila ada beberapa lubang yang sama, jumlahnya ditulis di depan, dengan tanda silang: **"6 × Ø8"** berarti enam lubang berdiameter 8 mm. Gambar 5.17 menunjukkan sebuah flens (cakram sambungan) dengan enam lubang.



Gambar 5.17 Flens dengan enam lubang pada lingkaran jarak bagi Ø65, lengkap dengan cara membaca tiap ukuran. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Pada gambar itu, lubang-lubang terletak di sepanjang sebuah **lingkaran jarak bagi** (pitch circle), yang digambar dengan garis titik-garis dan diberi ukuran Ø65. Artinya **pusat** semua lubang berada pada lingkaran berdiameter 65 mm. Lubang-lubang tersebar dengan jarak sudut sama: 360° ÷ 6 = 60°. Dengan cara ini bengkel tidak perlu menuliskan koordinat tiap lubang, dan kamu dapat menghitung sendiri bila perlu.

Keterangan lain yang sering muncul pada lubang:

- **"tembus"** berarti lubang menembus seluruh tebal benda, tanpa keterangan berarti sedalam yang jelas dari gambar;
- **"M8 – dalam ulir 12"** berarti ulir metrik berdiameter nominal 8 mm dengan kedalaman ulir penuh 12 mm; lubang bornya dibuat lebih dalam daripada kedalaman ulir supaya tap tidak menabrak dasar lubang;
- **"R3"** adalah sudut yang dibulatkan dengan jari-jari 3 mm;
- **"0,5 × 45°"** adalah pinggul selebar 0,5 mm dengan sudut 45°.

5. Kekasaran permukaan

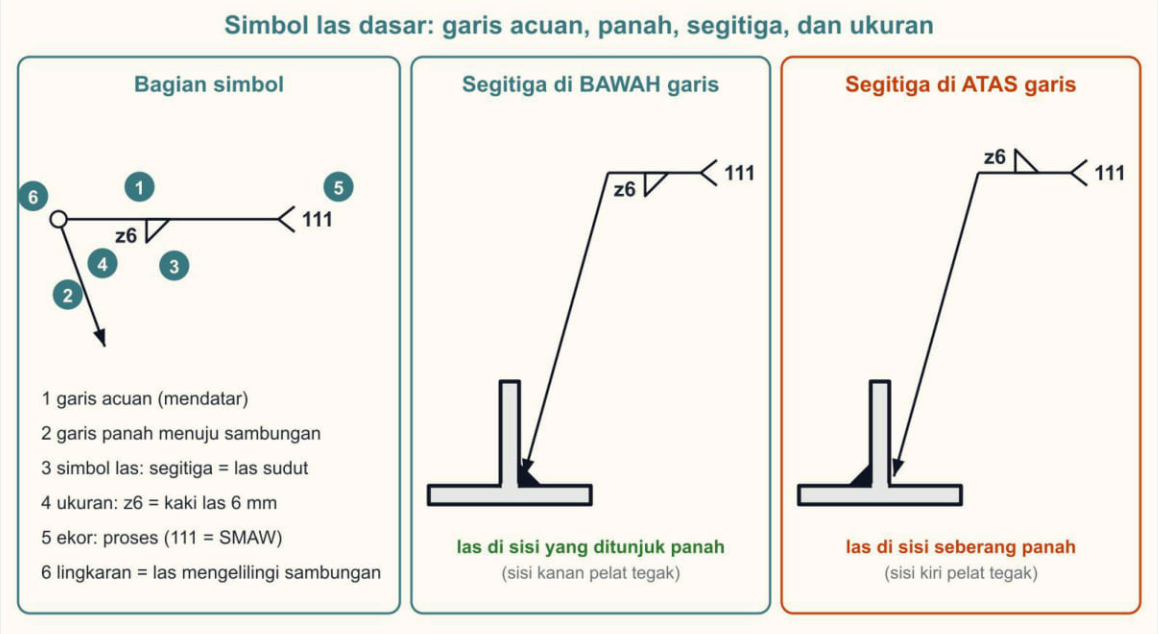
Kekasaran permukaan menyatakan seberapa halus permukaan benda setelah dikerjakan. Pada

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

gambar kerja ia ditulis dengan **simbol kekasaran** (tanda "V" yang ujung bawahnya menyentuh permukaan, dengan garis datar di kanan atas) dan **nilai Ra** dalam mikrometer (µm). Semakin kecil angkanya, semakin halus permukaannya. Sebagai pedoman umum, permukaan hasil bubut kasar sekitar Ra 6,3; hasil bubut halus (finishing) sekitar Ra 1,6; dan permukaan untuk bagian yang meluncur atau menjadi dudukan bantalan biasanya diminta lebih halus lagi. Permukaan yang makin halus makin mahal dikerjakan, sehingga hanya bagian yang membutuhkannya yang diberi simbol dengan nilai kecil. Simbol umum di dekat etiket, seperti "Ra 6,3" pada Gambar 5.15, berlaku bagi semua permukaan yang tidak diberi simbol lain.

6. Simbol pengelasan

Pada gambar rakitan las, cara mengelas tidak ditulis dengan kalimat panjang, tetapi dengan **simbol las** (Gambar 5.18). Simbol itu terdiri atas beberapa bagian:



Gambar 5.18 Bagian-bagian simbol las dan cara menentukan sisi las dari letak segitiga di bawah atau di atas garis acuan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **Garis acuan:** garis mendatar tempat simbol dan ukuran ditulis.
2. **Garis panah:** garis miring dari ujung garis acuan menuju sambungan yang dimaksud. Ujung panah menempel pada sambungan.
3. **Simbol las:** bentuk yang menunjukkan jenis las. **Segitiga siku-siku** adalah **las sudut** (dipakai pada sambungan T, tumpang, dan sudut).
4. **Ukuran las:** angka di samping simbol. **z6** berarti panjang kaki las 6 mm (kaki = sisi las yang menempel pada tiap pelat). Ada juga **a4** yang berarti **tebal leher** las 4 mm (tinggi dari pangkal sambungan ke permukaan las).
5. **Ekor:** garis bercabang di ujung kanan garis acuan, berisi keterangan seperti proses las. Angka **111** adalah kode proses las busur elektroda terbungkus (SMAW).
6. **Lingkaran** pada sambungan garis acuan dan garis panah berarti las **mengelilingi** sambungan (misalnya las keliling pipa).

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

Sisi mana yang dilas? Letak simbol terhadap garis acuan menentukan sisi: **simbol di bawah garis acuan = las pada sisi yang ditunjuk panah**; **simbol di atas garis acuan = las pada sisi seberang** (sisi yang tidak ditunjuk panah). Bila simbol ada di bawah dan di atas sekaligus, las dikerjakan di kedua sisi. Aturan ini dipakai pada gambar kerja sekolah dan pada buku ini. Pada Gambar 5.18, panel tengah dan kanan memakai garis panah yang sama menuju sambungan di sisi kanan pelat tegak, tetapi segitiganya berada di sisi garis acuan yang berbeda, sehingga lasnya jatuh di sisi yang berbeda. Membaca simbol dengan sisi terbalik berarti juru las mengelas di sisi yang salah.

Segitiga las sudut selalu digambar dengan **sisi tegaknya di kiri**, dan angka ukuran ditulis di sebelah kiri segitiga.

> Pengayaan: suaian lubang-poros. Pada gambar yang pasangannya harus dirakit presisi, toleransi ditulis dengan kode seperti **Ø25 H7** (lubang) dan **Ø25 p6** (poros). Huruf besar menandai lubang, huruf kecil poros; angka menunjukkan tingkat ketelitian. **H7** berarti lubang yang batas bawahnya tepat pada nominal dan batas atasnya sedikit lebih besar. Untuk Ø25, lubang H7 ukurannya 25,000 sampai 25,021 mm. Poros **p6** ukurannya 25,022 sampai 25,035 mm: selalu **lebih besar** dari lubang, sehingga poros harus ditekan masuk (**suaian tekan**, ketat). Poros **g6** ukurannya 24,980 sampai 24,993 mm: selalu **lebih kecil** dari lubang, sehingga ada celah dan poros dapat bergeser (**suaian longgar**). Nilai ini pedoman untuk ukuran sekitar 18–30 mm; tabel standar memberi nilai untuk ukuran lain. Bagian ini tidak diujikan pada kisi-kisi dasar; ia ditambahkan hanya agar kamu tidak bingung bila bertemu kode itu pada gambar nyata.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Menentukan ukuran bahan baku dari gambar poros

Poros pada Gambar 5.15 akan dibubut dari batang baja bulat. Ketentuan bengkel: diameter bahan baku = diameter terbesar benda + 3 mm, dan panjang bahan baku disisakan 1,5 mm pada setiap muka ujung untuk pembubutan muka. Tentukan ukuran bahan baku minimum.

Langkah:

1. Diameter terbesar benda = 30 mm (tingkat pertama). Diameter bahan baku = 30 + 3 = 33 mm.
2. Panjang total benda = 40 + 55 + 30 = 125 mm.
3. Dua muka ujung masing-masing diberi tambahan 1,5 mm, sehingga tambahan total 2 × 1,5 = 3 mm. Panjang bahan baku = 125 + 3 = 128 mm.
4. Tulis dalam bentuk ukuran bahan baku: Ø33 × 128 mm.

Jawaban: Ø33 × 128 mm. Perhatikan: ukuran diameter yang dipakai adalah yang terbesar (30), bukan diameter tingkat ujung (18).

Contoh 2: Menilai hasil ukur terhadap toleransi

Sebuah gambar menuliskan diameter pin "Ø18 +0,02 / −0,03". Lima pin diukur dengan mikrometer: 17,98; 18,02; 17,96; 18,03; dan 17,97 mm. Tentukan pin mana yang diterima.

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

Langkah:

1. Hitung batas: batas atas = 18 + 0,02 = 18,02; batas bawah = 18 − 0,03 = 17,97.
2. Periksa tiap pin (Gambar 5.16): 17,98 berada di antara batas, jadi diterima. 18,02 tepat pada batas atas, jadi diterima. 17,96 berada di bawah 17,97, jadi ditolak. 18,03 berada di atas 18,02, jadi ditolak. 17,97 tepat pada batas bawah, jadi diterima.

Jawaban: pin berukuran 17,98; 18,02; dan 17,97 mm diterima; pin 17,96 dan 18,03 mm ditolak.

Contoh 3: Jarak antar pusat lubang pada flens

Pada Gambar 5.17, enam lubang Ø8 tersebar sama jarak pada lingkaran jarak bagi Ø65. Berapa jarak antara pusat dua lubang yang berdekatan?

Langkah:

1. Jari-jari lingkaran jarak bagi = 65 ÷ 2 = 32,5 mm.
2. Sudut antara dua lubang berdekatan = 360° ÷ 6 = 60°.
3. Dua pusat lubang berdekatan dan pusat flens membentuk segitiga dengan dua sisi 32,5 mm dan sudut di antaranya 60°. Segitiga demikian memiliki sudut-sudut 60° semuanya (segitiga sama sisi), sehingga sisi ketiganya juga 32,5 mm.

Jawaban: 32,5 mm. Pada segienam beraturan, jarak antar titik sudut berdekatan sama dengan jari-jari lingkaran luarnya.

Contoh 4: Membaca simbol las

Pada gambar rakitan, simbol las berupa garis acuan dengan panah menuju sambungan pelat T di sisi kanan, segitiga **di atas** garis acuan, tulisan "z6" di sebelah kiri segitiga, dan "111" pada ekor (seperti pada Gambar 5.18, panel kanan). Apa arti simbol itu?

Langkah:

1. Segitiga = las sudut.
2. "z6" = panjang kaki las 6 mm.
3. Segitiga berada **di atas** garis acuan, berarti las dikerjakan di sisi **seberang** yang ditunjuk panah. Panah menunjuk sisi kanan pelat tegak, jadi las di sisi **kiri**.
4. "111" pada ekor = proses las busur elektroda terbungkus (SMAW).

Jawaban: las sudut dengan kaki 6 mm, dikerjakan di sisi kiri pelat tegak (seberang panah), dengan SMAW.

❖ PETA KONSEP

Ringkasan sub bab ini ada pada Gambar 5.19.

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



Gambar 5.19 Peta konsep sub bab 5.3. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- Urutan membaca: etiket → pandangan → ukuran besar → ukuran bagian → keterangan khusus.
- Ukuran yang tidak tertulis dihitung dari ukuran lain (jumlah atau selisih).
- Bahan baku: diameter terbesar + tambahan; panjang total + tambahan tiap muka yang dibubut.
- Toleransi: batas atas = nominal + penyimpangan atas; batas bawah = nominal − penyimpangan bawah. Hasil ukur tepat pada batas tetap diterima; melewati batas ditolak.
- "6 × Ø8" = enam lubang berdiameter 8; lingkaran jarak bagi = lingkaran yang dilewati pusat semua lubang.
- Simbol las: segitiga = las sudut; di bawah garis acuan = sisi panah, di atas = sisi seberang; z = panjang kaki, a = tebal leher; ekor 111 = SMAW.
- Ra makin kecil, permukaan makin halus.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Soal membaca gambar kerja membutuhkan ketelitian menghitung. Gunakan langkah berikut.

1. **Tulis semua ukuran yang tertulis** pada gambar (diameter, panjang tiap tingkat, posisi lubang), lalu tulis apa yang ditanyakan.
2. **Untuk bahan baku,** tulis dua hitungan terpisah: diameter terbesar + tambahan diameter; panjang total + tambahan tiap muka × jumlah muka.
3. **Untuk jarak yang tidak tertulis,** gambar sketsa garis bilangan, tandai posisi masing-masing titik dari satu acuan yang sama, lalu hitung selisihnya.
4. **Untuk toleransi,** hitung batas atas dan batas bawah dulu, lalu bandingkan hasil ukur satu

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

per satu; tandai "tepat pada batas" dengan diterima.

5. **Untuk simbol las,** baca berurutan: simbol (jenis las), letak terhadap garis acuan (sisi), ukuran, ekor.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Ukuran nominal dianggap batas.** Padahal batas adalah nominal ditambah atau dikurangi toleransi.
- **Tepat pada batas dianggap ditolak.** Hasil ukur yang tepat pada batas atas atau batas bawah masih diterima.
- **Tambahan pemesinan dilupakan** atau dihitung hanya pada satu ujung.
- **Diameter tingkat terkecil dipakai untuk bahan baku** padahal batang harus cukup besar untuk tingkat terbesar.
- **Sisi panah las dibalik:** segitiga di bawah garis acuan berarti sisi yang ditunjuk panah, bukan sisi seberang.
- **Ukuran yang dihitung dari rujukan:** angka dalam kurung hanya informasi.

> Contoh salah tafsir: pada soal tiang yang dilas ke pelat alas, seorang siswa menyimpulkan simbol segitiga di bawah garis acuan berarti las di sisi seberang karena "bawah itu di balik". Padahal pada simbol las, segitiga di bawah garis acuan menandai sisi yang ditunjuk panah.

BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut memuat ukuran dengan toleransi dan hasil ukur beberapa benda. Cara berpikirnya: hitung dulu batas atas dan batas bawah tiap ukuran, lalu nilai tiap benda terhadap semua ukurannya. Perhatikan bahwa soal ini meminta memilih semua pernyataan yang benar, sehingga tiap pilihan dinilai sendiri.

►. Gambar kerja pin pengunci menuliskan diameter Ø12 ± 0,05 dan panjang 40 ± 0,1 (2027). Bagian kontrol mutu bengkel sekolah mengukur lima pin hasil bubut dengan mikrometer:

Pin	Diameter (mm)	Panjang (mm)
1	12,04	40,08
2	11,96	40,12
3	12,06	39,95
4	11,95	39,90
5	12,00	40,10

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 yang tepat tentang hasil pemeriksaan adalah ....

(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Pin 1 diterima karena kedua ukurannya berada di dalam batas.

☐ B. Pin 2 diterima karena diameternya masih di dalam batas toleransi.

☐ C. Pin 3 ditolak karena diameternya melebihi batas atas 12,05 mm.

☐ D. Pin 4 ditolak karena kedua ukurannya tepat berada pada batas bawah.

☐ E. Pin 5 ditolak karena panjangnya tepat pada batas atas toleransi.

Pembahasan **Kunci: A, C**

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

Konsep: Ukuran dengan toleransi ±: batas atas = ukuran dasar + toleransi, batas bawah = ukuran dasar − toleransi. Benda diterima bila SEMUA ukurannya berada di antara batas atas dan batas bawah, termasuk yang tepat sama dengan batas.

Langkah:

1. Diameter: 11,95–12,05 mm. Panjang: 39,90–40,10 mm.
2. Pin 1 ✓✓, Pin 2 ✓✗, Pin 3 ✗✓, Pin 4 ✓✓ (tepat di batas), Pin 5 ✓✓ (tepat di batas).

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Diameter 12,04 (batas 11,95–12,05) dan panjang 40,08 (batas 39,9–40,1) memenuhi.

• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: diameternya memenuhi, tetapi panjang 40,12 melebihi batas atas 40,10.

• **Pernyataan 3** ✓ Diameter 12,06 > 12,05 walaupun panjangnya memenuhi.

• **Pernyataan 4** ✗ Ukuran yang tepat sama dengan batas (11,95 dan 39,90) masih diterima.

• **Pernyataan 5** ✗ Panjang 40,10 sama dengan batas atas sehingga masih diterima; diameternya juga memenuhi.

Jawaban: pernyataan 1, 3.

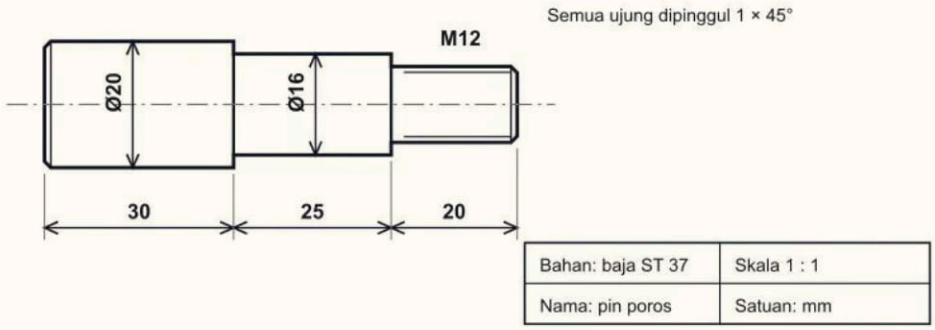
✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk setiap soal, tulis dulu semua ukuran yang tertulis di gambar dan hitungan antara yang diperlukan.

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

1. Gambar memperlihatkan gambar kerja pin poros bertingkat yang akan dibuat di bengkel sekolah (2027). Bahan baku dipotong dari batang baja bulat. Ketentuan bengkel: panjang bahan baku disisakan 2 mm di setiap muka ujung untuk pembubutan muka, dan diameter bahan baku disisakan 2 mm dari diameter terbesar benda jadi.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Ukuran bahan baku minimum untuk satu pin adalah ....

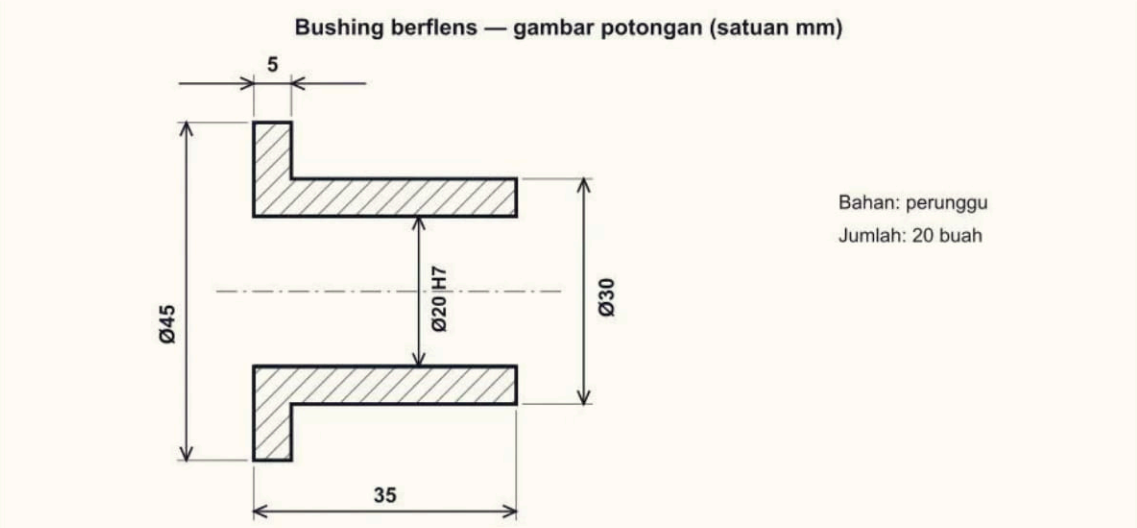
Gambar kerja: Pin poros bertingkat — satuan mm



A. Ø20 × 75 mm
B. Ø22 × 77 mm
C. Ø18 × 79 mm
D. Ø24 × 83 mm
E. Ø22 × 79 mm

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

2. Gambar memperlihatkan gambar potongan bushing berflens yang akan dibubut dari perunggu (2027). Sebelum membuat program kerja, Laras harus menentukan tebal dinding bagian silinder (di luar flens) dan panjang bagian silinder itu, diukur dari permukaan flens sampai ujung bushing.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tebal dinding dan panjang bagian silinder adalah ....



A. 10 mm dan 30 mm
B. 12,5 mm dan 35 mm
C. 5 mm dan 35 mm
D. 7,5 mm dan 30 mm
E. 5 mm dan 30 mm

Kunci singkat: 1. E 2. E

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa ukuran bahan baku harus memakai diameter terbesar benda dan menambahkan tambahan pada kedua muka ujung?
- Sebuah benda berukuran tepat pada batas atas toleransi. Diterima atau ditolak, dan mengapa?
- **Yang harus kuingat:** batas = nominal ± toleransi; tepat pada batas diterima; bahan baku = ukuran benda + tambahan pemesinan; segitiga di bawah garis acuan = sisi yang ditunjuk panah.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 5.3: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.
next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktm&node=SMKTM-5.3

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

Sub bab 5.4 · Menggambar dengan CADD

SMKTM-5.4

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu **menggambar benda sederhana dengan perangkat lunak CADD**. Pada ujian tulis, kamu tidak mengoperasikan komputer. Soalnya berupa kasus: seorang siswa menggambar suatu benda, lalu kamu diminta menentukan **masukan koordinat** yang tepat, **perintah** yang paling cepat dan tepat, atau **perbaikan** bila hasil gambarnya bermasalah (garis putus-putus tidak tampak, ujung garis tidak bertemu, tebal garis tidak teratur). Jawabannya tidak bisa dihafal sebagai satu rumus. Kamu harus membayangkan apa yang terjadi di layar pada tiap langkah.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menyebut bagian utama tampilan perangkat lunak CADD dan fungsi alat bantu ORTHO dan OSNAP;
- memasukkan titik dengan koordinat absolut, relatif, dan polar;
- memilih perintah menggambar dan mengubah (LINE, CIRCLE, OFFSET, TRIM, EXTEND, FILLET, MIRROR, ARRAY) sesuai tujuan;
- mengatur layer, jenis garis, dan tebal garis;
- menyusun urutan menggambar benda sederhana dari awal sampai siap cetak.

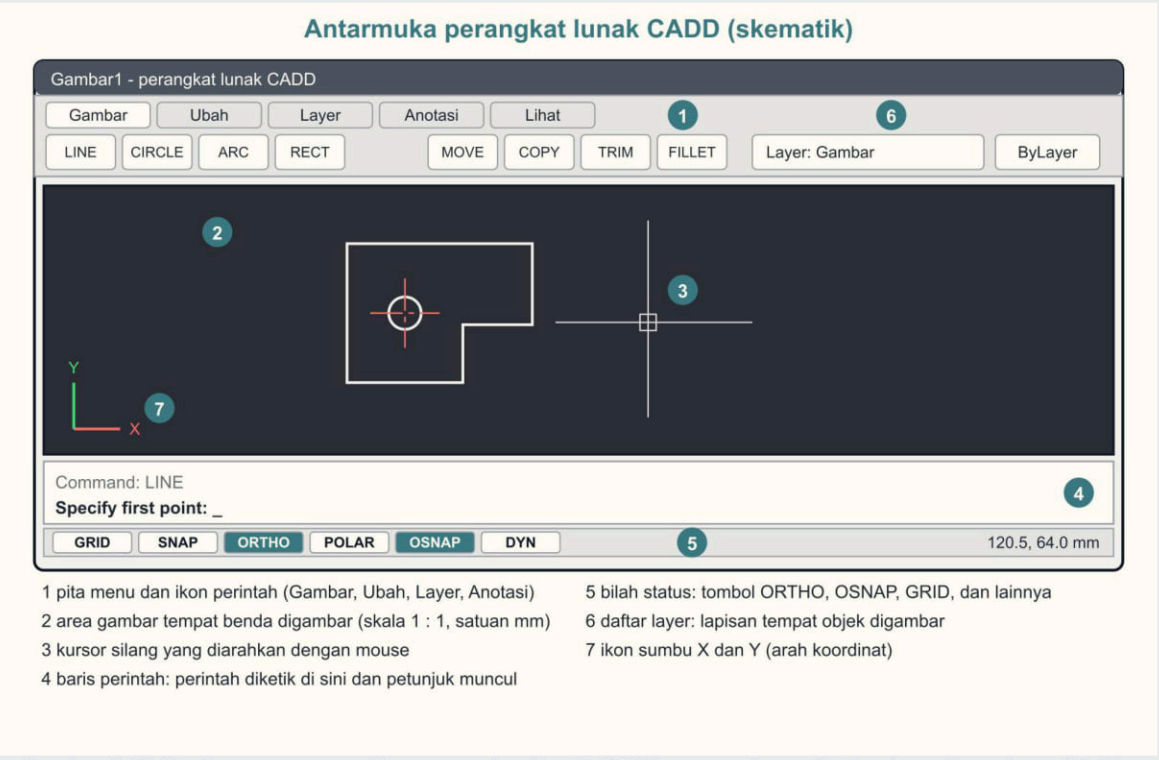
◆ KONSEP INTI

CADD adalah singkatan dari *Computer-Aided Drafting and Design*, yaitu menggambar dan merancang dengan bantuan komputer. Dibandingkan menggambar di atas kertas, CADD memberi tiga keuntungan penting. Pertama, gambar dapat diubah tanpa menghapus dan mengulang: satu perintah mengubah ukuran, satu perintah lain menyalin bentuk. Kedua, gambar **dibuat dalam ukuran sebenarnya** (skala 1 : 1) sehingga ukuran pada gambar langsung cocok dengan benda. Ketiga, gambar dapat disimpan, dikirim ke bengkel lain, dan dicetak pada skala yang diinginkan. Nama-nama perintah pada sub bab ini memakai nama bahasa Inggris yang dipakai AutoCAD dan banyak perangkat lunak CADD lain, karena nama itulah yang muncul di layar dan di soal.

1. Mengenal tampilan perangkat lunak CADD

Meskipun merek perangkat lunak berbeda, tampilannya mirip (Gambar 5.20).

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



Gambar 5.20 Bagian utama tampilan perangkat lunak CADD secara skematik. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Pita menu dan ikon perintah:** tempat memilih perintah menggambar, mengubah, mengatur layer, dan menambah ukuran.
- **Area gambar:** ruang kerja tempat benda digambar. Di sini kursor tampak sebagai silang.
- **Baris perintah:** perintah dapat diketik di sini, dan perangkat lunak menjawab dengan petunjuk, misalnya "Specify first point" (tentukan titik pertama). Membaca petunjuk di baris perintah adalah kebiasaan yang membuat kita tidak tersesat.
- **Bilah status:** tombol yang menghidupkan atau mematikan alat bantu, seperti GRID, SNAP, ORTHO, POLAR, dan OSNAP.
- **Daftar layer dan properti:** menunjukkan layer aktif, warna, dan jenis garis objek.
- **Ikon sumbu:** menunjukkan arah sumbu X (ke kanan) dan Y (ke atas).

Keselamatan dan kesehatan saat menggambar dengan komputer. Duduk dengan punggung tegak, layar sejajar atau sedikit di bawah mata, dan beri istirahat mata secara teratur (pedoman umum: tiap 20–30 menit alihkan pandangan ke objek yang jauh sejenak). **Simpan pekerjaan secara berkala** dan buat cadangan berkas, supaya kerja satu jam tidak hilang karena listrik padam. Pastikan kabel catu daya tertata agar tidak tersandung.

2. Ukuran sebenarnya dan satuan

Aturan pertama CADD: **gambarlah benda dalam ukuran sebenarnya (1 : 1) dengan satuan milimeter**. Benda sepanjang 120 mm digambar sepanjang 120 satuan. Skala baru berperan saat **mencetak**: bila gambar mesin dicetak di A3 dengan skala 1 : 5, perangkat lunak sendiri mengecilkannya. Kebiasaan ini menjamin bahwa ukuran yang kamu baca atau tulis selalu ukuran benda, dan menghindarkan kita dari perhitungan skala setiap kali

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

menggambar. Sebelum mulai, atur satuan (milimeter), ukuran area kerja, dan layer.

3. Memasukkan titik: koordinat absolut, relatif, dan polar

Setiap titik di area gambar punya alamat, yaitu pasangan angka (x, y). Ada tiga cara memasukkan alamat itu (Gambar 5.21).



Gambar 5.21 Tiga cara memasukkan titik. Contoh: titik awal (20,20), lalu garis pertama `@60,0`, garis kedua `@0,40`, dan garis ketiga memakai koordinat polar. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Koordinat absolut** ditulis `x,y` (misalnya `20,20`). Angkanya diukur dari **titik asal (0,0)** gambar. Alamat itu tetap sama di mana pun posisi garis sebelumnya.
- **Koordinat relatif** ditulis `@dx,dy` (misalnya `@60,0`). Tanda `@` berarti "dari titik terakhir yang kamu pilih". Angka pertama adalah perpindahan ke kanan (positif) atau kiri (negatif); angka kedua adalah perpindahan ke atas (positif) atau bawah (negatif). `@0,40` berarti naik 40 satuan tanpa bergeser ke samping.
- **Koordinat polar** ditulis `@jarak<sudut` (misalnya `@40<150`). Perangkat lunak membaca "dari titik terakhir, sejauh 40 satuan ke arah 150°". Tanda `<` memisahkan jarak dan sudut (tanda `>` tidak dipakai pada masukan koordinat). **Sudut diukur dari sumbu X positif (ke kanan) dengan arah berlawanan jarum jam**: 0° ke kanan, 90° ke atas, 180° ke kiri, 270° ke bawah. Sudut 270° sama dengan −90°.

Koordinat relatif dan polar sangat memudahkan karena gambar teknik biasanya memberi ukuran **panjang sisi**, bukan alamat tiap titik. Kamu cukup mengetik panjang dan arah tiap sisi berurutan.

Selain mengetik, ada **masukan jarak langsung**: dengan ORTHO hidup, arahkan kursor ke arah yang diinginkan lalu ketik panjangnya, kemudian tekan Enter. Cara ini cepat untuk garis tegak dan mendatar.

4. Perintah menggambar dasar

- **LINE** (singkatan `L`): membuat garis lurus. Tiap titik berikutnya melanjutkan garis dari

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

titik terakhir sampai kamu menekan Enter. Ketik C (close) untuk menutup bentuk kembali ke titik pertama.

- **CIRCLE** (C): membuat lingkaran. Pilihan umum: pusat dan jari-jari, atau pusat dan diameter. Ukuran diameter dan jari-jari berbeda dua kali, jadi baca petunjuk di baris perintah.
- **RECTANGLE** (REC): membuat persegi panjang dari dua sudut berhadapan.
- **ARC**: membuat busur lingkaran.
- **ERASE** (E): menghapus objek yang dipilih.

5. Alat bantu: ORTHO, OSNAP, GRID

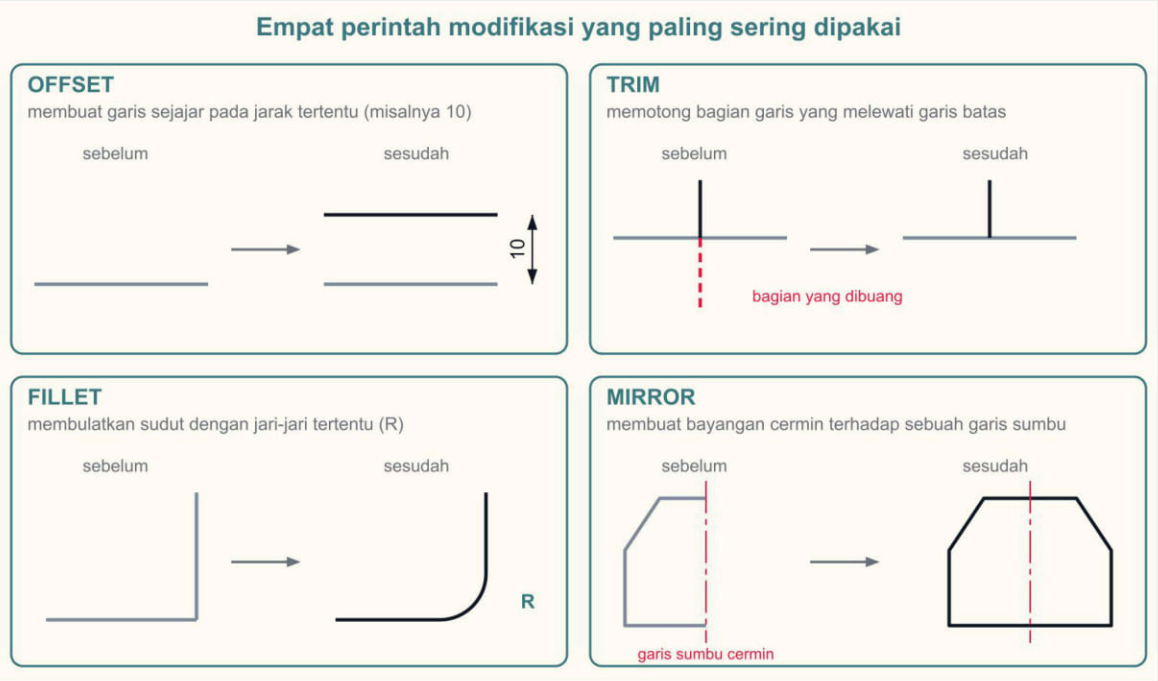
Ketelitian tangan manusia tidak cukup untuk menggambar gambar teknik. Alat bantu berikut menjaga ketepatan:

- **ORTHO** (biasanya tombol F8) memaksa garis hanya **tegak atau mendatar**. Kegunaan: membuat sudut 90° tanpa mengetik. Karena garis dibatasi, ORTHO **tidak cocok untuk garis miring**; untuk garis miring pakai koordinat polar atau POLAR tracking.
- **OSNAP** (object snap, tombol F3) membuat kursor "menempel" pada titik penting objek: **endpoint** (ujung garis), **midpoint** (titik tengah), **center** (pusat lingkaran), **quadrant** (titik 0°, 90°, 180°, 270° pada lingkaran), **intersection** (perpotongan), **perpendicular** (tegak lurus), dan **tangent** (singgung). Dengan OSNAP, ujung garis yang tidak tepat bertemu menjadi bertemu persis.
- **GRID** menampilkan titik-titik bantu berjarak sama, dan **SNAP** membuat kursor melompat dari titik ke titik. Keduanya membantu, tetapi tidak menjamin ketepatan pada bentuk yang tidak berada pada kisi.

6. Perintah mengubah

Setelah bentuk dasar ada, kamu menyempurnakannya dengan perintah mengubah (Gambar 5.22).

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



Gambar 5.22 Empat perintah mengubah yang paling sering dipakai: OFFSET, TRIM, FILLET, dan MIRROR. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **OFFSET** (`O`): membuat salinan **sejajar** pada jarak tertentu, misalnya untuk menggandakan tepi atau membuat tebal dinding. Untuk lingkaran, hasilnya lingkaran sepusat dengan jari-jari berubah.
- **TRIM** (`TR`): memotong bagian garis yang **melewati** garis batas.
- **EXTEND** (`EX`): kebalikan TRIM, yaitu **memperpanjang** garis sampai menyentuh garis batas di depannya.
- **FILLET** (`F`): **membulatkan** sudut pertemuan dua garis dengan jari-jari tertentu. Bila jari-jarinya 0, FILLET menjadikan dua garis bertemu tajam di sudut.
- **CHAMFER** (`CHA`): **memotong miring** sudut (pinggul), bukan membulatkan.
- **MIRROR** (`MI`): membuat **bayangan cermin** terhadap sebuah garis sumbu. Cocok untuk benda simetris: gambar separuh, cerminkan separuh lainnya.
- **COPY** (`CO`), **MOVE** (`M`), **ROTATE** (`RO`), **SCALE** (`SC`): menyalin, memindahkan, memutar, dan mengubah skala objek.
- **ARRAY** (`AR`): membuat **salinan berpola**. **ARRAY polar** menyalin objek **mengelilingi sebuah titik pusat** dengan jumlah dan sudut isi tertentu, cocok untuk lubang melingkar. **ARRAY persegi (rectangular)** menyalin dalam baris dan kolom.

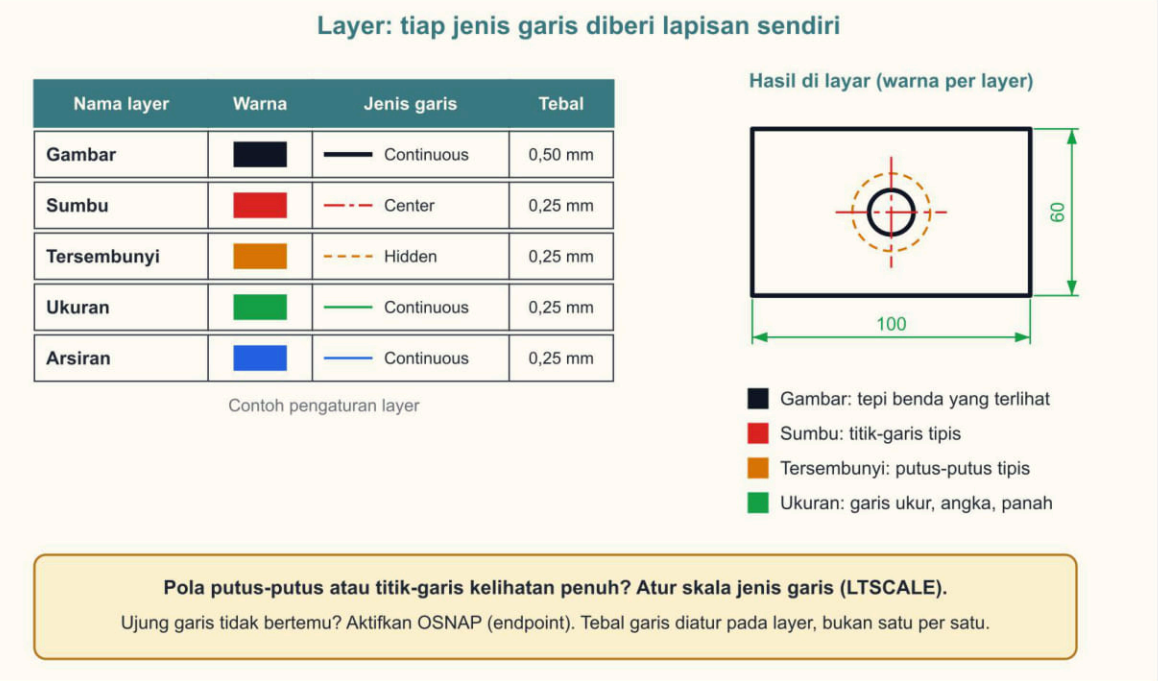
Mengapa perintah-perintah ini penting? Karena menggambar ulang atau menempatkan salinan dengan menebak titik tujuan di layar (misalnya memindahkan lubang dengan klik mouse) tidak teliti. Perintah mengubah memakai jarak, sudut, dan jumlah yang pasti.

7. Layer, jenis garis, dan tebal garis

Gambar teknik memuat beberapa jenis garis (sub bab 5.1). Di CADD, tiap jenis garis dikelompokkan dalam **layer**, yaitu lapisan transparan yang dapat ditumpuk. Setiap layer

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

punya **nama, warna, jenis garis, dan tebal garis** sendiri (Gambar 5.23).



Gambar 5.23 Contoh pengaturan layer dan hasilnya di layar. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Contoh pengaturan yang lazim: layer **Gambar** (garis tebal kontinu untuk tepi benda), **Sumbu** (titik-garis tipis), **Tersembunyi** (putus-putus tipis), **Ukuran** (garis tipis), dan **Arsiran**. Keuntungannya:

- Objek yang digambar di layer **Sumbu** otomatis berjenis garis titik-garis tanpa diatur satu per satu.
- Tebal garis ditentukan **per layer**, jadi seluruh tepi benda seragam tebalnya dan seluruh garis ukur seragam tipisnya.
- Layer dapat **dimatikan** atau **dikunci** untuk memudahkan bekerja, misalnya mematikan layer Ukuran saat mengedit bentuk.
- Warna di layar membantu membedakan layer. Saat dicetak, warna dapat diubah menjadi hitam dengan tebal sesuai layer.

Dua masalah yang sering muncul: pertama, **pola putus-putus atau titik-garis tampak seperti garis penuh**, padahal jenis garisnya sudah benar; penyebabnya skala jenis garis (**LTSCALE**) tidak sesuai ukuran gambar, sehingga pola terlalu rapat. Kedua, **ujung garis tidak bertemu** saat diperbesar; penyebabnya gambar dibuat dengan klik tanpa **OSNAP**.

8. Ukuran, arsiran, dan mencetak

Setelah bentuk selesai, gambar diberi **ukuran** dengan perintah dimensi, misalnya DIMLINEAR (ukuran lurus), DIMDIAMETER (diameter, otomatis berawalan Ø), dan DIMRADIUS (jari-jari, berawalan R). Karena gambar dibuat 1 : 1, angka yang ditulis perangkat lunak otomatis sama dengan ukuran benda; kamu tidak perlu mengetik angkanya (mengetik ulang justru berbahaya karena bisa berbeda dengan geometri sebenarnya). Bidang yang terpotong pada gambar potongan diisi **HATCH** (arsiran) dengan pola garis 45°. Terakhir, gambar dicetak dengan memilih ukuran kertas, area cetak, dan **skala cetak**, atau disimpan dalam format yang dapat dibuka orang lain (misalnya berkas gambar CADD atau PDF).

9. Urutan menggambar benda sederhana

1. **Siapkan:** satuan mm, area kerja, layer (Gambar, Sumbu, Tersembunyi, Ukuran, Arsiran).
2. **Gambar garis sumbu** dan titik acuan lebih dulu pada layer Sumbu.
3. **Buat bentuk dasar** (garis atau persegi panjang) dengan koordinat relatif atau polar sesuai ukuran.
4. **Tambahkan detail** dengan OFFSET (garis sejajar), lalu rapikan dengan TRIM dan EXTEND.
5. **Bulatkan atau pinggul sudut** dengan FILLET atau CHAMFER.
6. **Buat lubang** dengan CIRCLE pada titik yang tepat (pakai OSNAP center atau koordinat).
7. **Buat pola** dengan ARRAY (lubang melingkar: ARRAY polar) atau MIRROR (benda simetris).
8. **Pindahkan** garis tersembunyi ke layer Tersembunyi bila perlu.
9. **Beri ukuran,** arsiran, dan etiket.

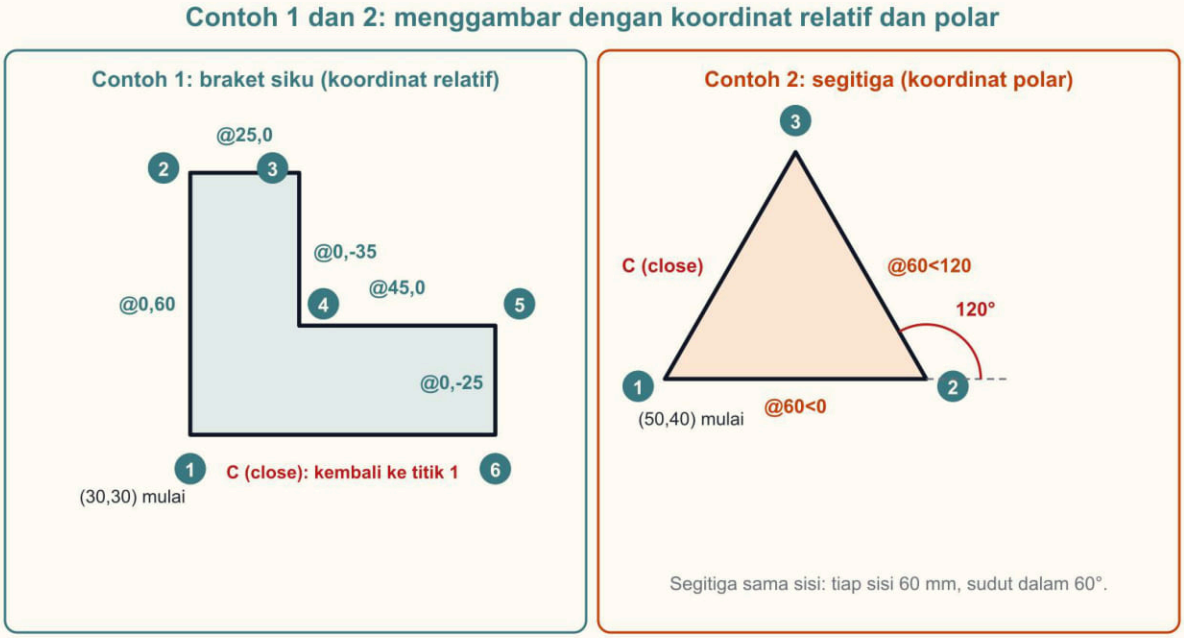
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

10. **Periksa** (ukuran, kerapian garis), lalu **simpan** dan cetak sesuai skala.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: Menggambar braket siku dengan koordinat relatif

Sebuah braket berbentuk huruf L digambar mulai dari titik (30,30). Ukurannya (Gambar 5.24, kiri): sisi tegak 60 mm, lalu ke kanan 25 mm, turun 35 mm, ke kanan 45 mm, turun 25 mm, dan tertutup. Tuliskan masukan perintah LINE.



Gambar 5.24 Contoh 1 (braket siku, koordinat relatif) dan Contoh 2 (segitiga sama sisi, koordinat polar). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Langkah:

1. Mulai LINE di titik pertama: ketik `30,30` (absolut, karena belum ada titik terakhir).
2. Sisi tegak 60 mm ke atas: `@0,60`. Titik sekarang (30,90).
3. Ke kanan 25 mm: `@25,0`. Titik (55,90).
4. Turun 35 mm: `@0,-35`. Titik (55,55). Tanda minus karena menuju bawah.
5. Ke kanan 45 mm: `@45,0`. Titik (100,55).
6. Turun 25 mm: `@0,-25`. Titik (100,30).
7. Tutup: ketik `C`. Garis kembali ke (30,30), yaitu sepanjang 70 mm mendatar.

Jawaban: `30,30`, `@0,60`, `@25,0`, `@0,-35`, `@45,0`, `@0,-25`, lalu `C`. Pemeriksaan: jumlah perpindahan horizontal = 25 + 45 = 70 dan jumlah perpindahan vertikal = 60 − 35 − 25 = 0, jadi bentuk pasti tertutup di (30,30).

Contoh 2: Menggambar segitiga sama sisi dengan koordinat polar

Gambarlah segitiga sama sisi dengan sisi 60 mm, mulai dari titik (50,40), sisi pertama mendatar ke kanan (Gambar 5.24, kanan).

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

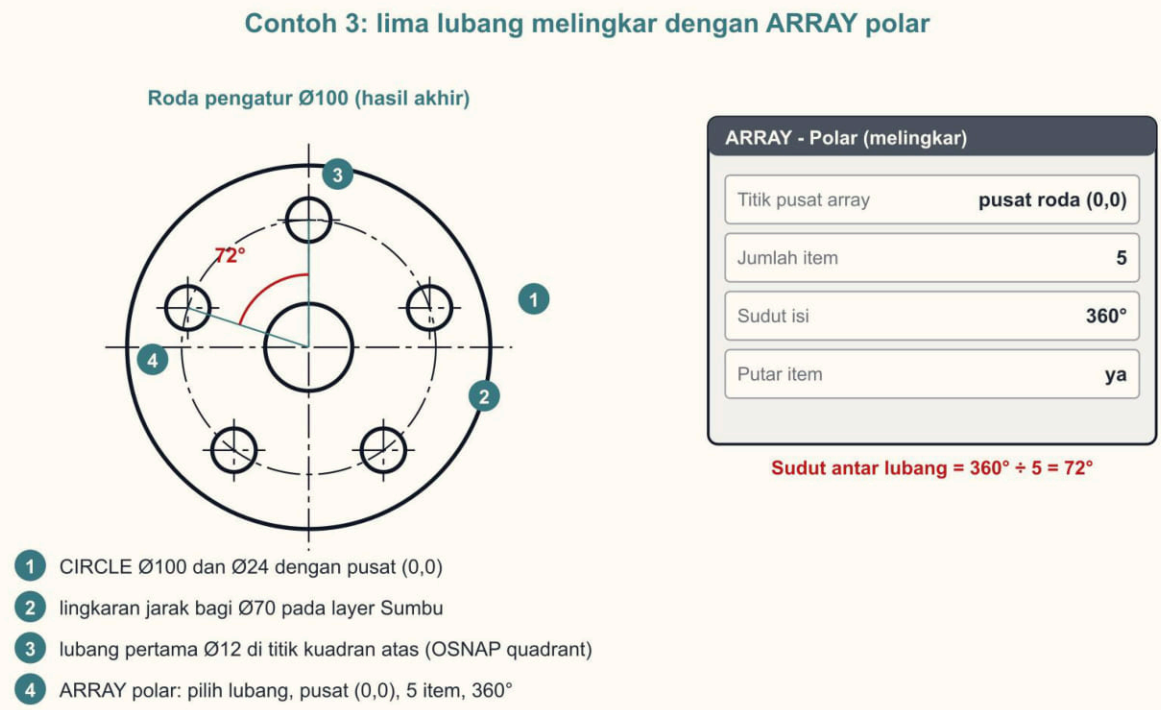
Langkah:

1. LINE dari `50,40`.
2. Sisi pertama ke kanan sepanjang 60: `@60<0`. Titik (110,40).
3. Sisi kedua membentuk sudut dalam 60° pada titik itu, yaitu arah **120°** dari sumbu X positif (ke kiri-atas): `@60<120`. Arah 120° dipilih karena 180° − 60° = 120° (tanda > tidak dipakai).
4. Tutup dengan `C`. Sisi ketiga otomatis kembali ke titik awal dan panjangnya 60.

Jawaban: `50,40`, `@60<0`, `@60<120`, `C`. Bila sisi kedua diketik `@60<60`, garis akan naik ke kanan, bukan ke kiri-atas, dan bentuknya tidak tertutup dengan benar (tanda > tetap tidak dipakai).

Contoh 3: Membuat lubang melingkar dengan ARRAY polar

Sebuah roda pengatur berdiameter 100 mm memiliki lubang tengah Ø24 dan lima lubang Ø12 yang tersebar sama jarak pada lingkaran jarak bagi Ø70 (Gambar 5.25). Susun urutan menggambarnya dan tentukan sudut antar lubang.



Gambar 5.25 Roda pengatur dengan lima lubang melingkar dan kotak dialog ARRAY polar. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Langkah:

1. Gambar lingkaran luar: CIRCLE dengan pusat `0,0` dan jari-jari 50 (Ø100). Gambar lubang tengah: pusat `0,0` dan jari-jari 12 (Ø24).
2. Pada layer Sumbu, gambar lingkaran jarak bagi: pusat `0,0` dan jari-jari 35 (Ø70).
3. Gambar **satu** lubang Ø12 dengan jari-jari 6 di titik **quadrant** atas lingkaran jarak bagi (OSNAP quadrant, titik `0,35`).
4. Pilih ARRAY polar. Objek yang digandakan: lubang tadi. Titik pusat: `0,0`. Jumlah item: **5** (jumlah itu sudah termasuk lubang asli). Sudut isi: 360°.

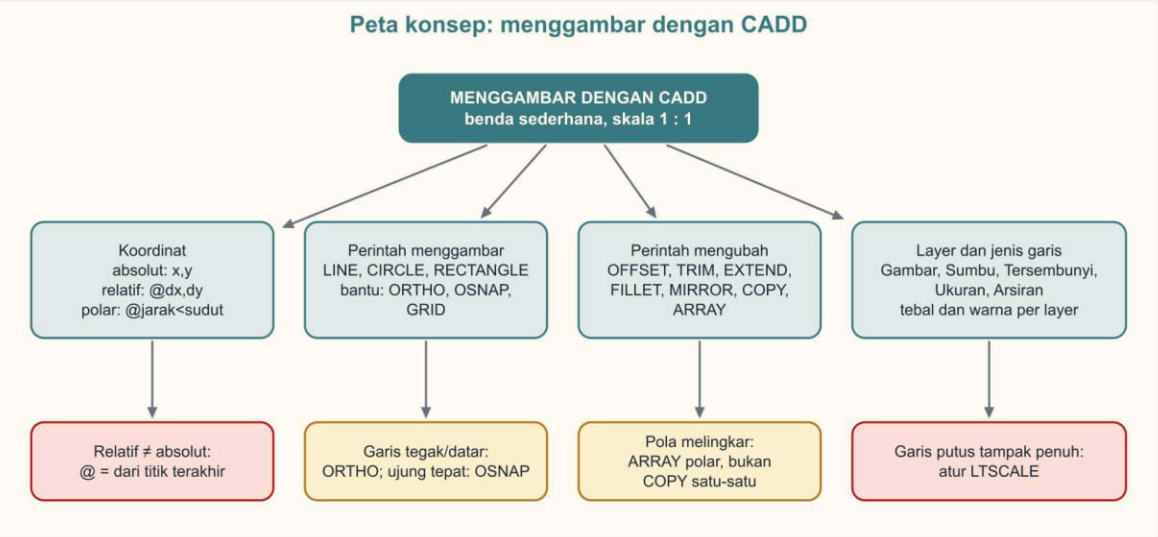
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

5. Sudut antar lubang = 360° ÷ 5 = 72°. Lubang berada pada arah 90°, 162°, 234°, 306°, dan 18°.

Jawaban: ARRAY polar dengan pusat di tengah roda, 5 item, sudut isi 360°; sudut antar lubang 72°. Perhatikan: tanpa ARRAY, kamu harus menyalin lima kali dengan titik yang dihitung satu per satu, dan satu kesalahan kecil menggeser lubangnya.

❖ PETA KONSEP

Ringkasan sub bab ini ada pada Gambar 5.26.



Gambar 5.26 Peta konsep sub bab 5.4. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- CADD: gambar dibuat 1 : 1 dalam mm; skala hanya saat dicetak.
- Koordinat: absolut `x,y` (dari titik asal); relatif `@dx,dy` (dari titik terakhir); polar `@jarak<sudut` (sudut dari sumbu X ke kanan, berlawanan jarum jam; bukan >).
- ORTHO: garis tegak atau mendatar saja; OSNAP: menempel pada titik objek (ujung, tengah, pusat, kuadran).
- OFFSET: garis sejajar; TRIM: memotong yang lewat; EXTEND: memperpanjang; FILLET: membulatkan sudut; CHAMFER: memotong miring; MIRROR: cermin; ARRAY polar: pola melingkar.
- Layer menentukan jenis, warna, dan tebal garis; pola putus tampak penuh: atur LTSCALE; ujung tidak bertemu: pakai OSNAP.
- Urutan: setup, sumbu, bentuk dasar, detail, lubang, pola, ukuran, periksa, simpan.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Soal CADD meminta kamu membayangkan apa yang terjadi di layar. Gunakan langkah berikut.

1. **Tentukan titik terakhir** pada gambar saat masukan diketik. Tanda @ selalu terhadap titik itu.

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

2. **Pecah masukan menjadi arah dan panjang:** ke kanan atau atas positif, ke kiri atau bawah negatif; untuk miring, tentukan sudut dari sumbu X ke kanan.
3. **Cocokkan tujuan dengan perintah:** garis sejajar (OFFSET), memotong kelebihan (TRIM), memperpanjang (EXTEND), membulatkan (FILLET), cermin (MIRROR), pola melingkar (ARRAY polar).
4. **Untuk masalah tampilan,** tanyakan penyebabnya: garis putus tampak penuh (LTSCALE), ujung tidak bertemu (OSNAP), tebal tidak seragam (layer).

Jebakan yang sering dipasang:

- **Koordinat absolut dipakai padahal diminta relatif,** sehingga titik melompat ke tempat lain. Misalnya mengetik `0,50` sebagai "naik 50 dari titik terakhir".
- **ORTHO dipakai untuk garis miring.** ORTHO hanya membolehkan tegak dan mendatar.
- **FILLET dan CHAMFER tertukar:** satu membulatkan, satu memotong miring.
- **TRIM dan EXTEND tertukar:** TRIM memotong yang kelebihan, EXTEND menambah yang kurang.
- **Jumlah item ARRAY dihitung tanpa objek asli,** padahal jumlah item sudah termasuk objek asli.
- **Sudut polar dihitung dari arah yang salah,** misalnya searah jarum jam atau dari garis sebelumnya, padahal dihitung dari sumbu X positif berlawanan jarum jam.

> Contoh salah tafsir: pada soal flens dengan delapan lubang yang harus tersebar sama jarak, seorang siswa memilih menyalin satu lubang tujuh kali dengan titik tujuan diperkirakan di layar karena "hasilnya sama saja". Padahal perkiraan di layar tidak teliti. ARRAY polar memakai jumlah dan sudut yang pasti sehingga setiap lubang tepat berjarak sudut sama.

BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut meminta masukan koordinat untuk garis berikutnya setelah dua titik pertama sudah diketahui. Cara berpikirnya: tentukan titik terakhir yang sudah dipilih, lalu tuliskan arah garis berikutnya sebagai perpindahan dari titik itu, bukan sebagai alamat dari titik asal.

►. Lina menggambar pelat persegi panjang 80 mm × 50 mm di perangkat lunak CADD (cara masukan seperti AutoCAD) (2027). Ia memulai perintah LINE di titik (20,20), lalu mengetik @80,0 sehingga garis pertama berakhir di titik (100,20). Garis berikutnya harus naik tegak lurus sepanjang 50 mm.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Masukan yang tepat untuk titik berikutnya adalah ....

A. 0,50
B. 100,50
C. @50,0
D. @0,50
E. @50<0

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

Pembahasan **Kunci: D**

Konsep: Koordinat absolut x,y diukur dari titik asal (0,0). Koordinat relatif @x,y diukur dari titik terakhir. Koordinat polar relatif @jarak<sudut memakai sudut dari arah sumbu x positif (berlawanan arah jarum jam).

Langkah:

1. Titik terakhir (100,20); garis naik 50 mm → perubahan x = 0, y = +50.
2. Masukan relatif: @0,50 → titik (100,70).

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Tanpa @ dibaca sebagai titik absolut (0,50), jauh dari pelat.
- **B.** ✗ Jebakan: titik absolut (100,50) hanya naik 30 mm dari (100,20); titik yang benar (100,70).
- **C.** ✗ Garis bergerak 50 mm ke kanan, bukan naik.
- **D.** ✓ Bergerak 0 ke kanan dan 50 ke atas dari titik terakhir.
- **E.** ✗ Sudut 0° berarti ke kanan; naik membutuhkan sudut 90°.

Jawaban: D.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk setiap soal, tulis dulu tujuan yang ingin dicapai (apa yang harus dibuat atau diperbaiki), lalu cocokkan dengan perintah atau pengaturan.

1. Rafi menggambar flens dengan perangkat lunak CADD (2027). Ia sudah membuat lingkaran jarak bagi Ø100 mm dan satu lubang Ø10 mm di puncak lingkaran itu. Pada flens harus ada 8 lubang Ø10 mm dengan jarak sudut sama di sepanjang lingkaran jarak bagi. Guru meminta cara yang paling cepat dan tepat.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Perintah yang paling tepat dipakai adalah ....

A. ARRAY melingkar (polar) 8 buah mengelilingi pusat flens
B. COPY tujuh kali dengan titik tujuan diperkirakan di layar
C. MIRROR lubang terhadap garis sumbu tegak dan mendatar
D. OFFSET lingkaran lubang sejauh 45 mm ke arah luar
E. ROTATE lubang 45° berulang kali terhadap pusat flens

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

2. Hasil cetak gambar CADD buatan Putra memperlihatkan garis sumbu dan garis tersembunyi tampak sebagai garis penuh, padahal ia sudah memilih jenis garis yang sesuai (2027). Semua objek juga digambar pada satu layer yang sama, sehingga sulit mengatur tebal garis. Beberapa ujung garis tidak tepat bertemu ketika diperbesar.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Perbaikan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

- ☐ A. Membuat layer terpisah untuk garis gambar, garis sumbu, garis tersembunyi, dan ukuran.
- ☐ B. Menggambar ulang semua garis putus-putus secara manual dengan potongan garis pendek.
- ☐ C. Mengatur skala jenis garis (LTSCALE) agar pola putus-putus tampak saat dicetak.
- ☐ D. Mengaktifkan object snap (misalnya endpoint) agar ujung garis tepat tersambung.
- ☐ E. Menulis angka ukuran memakai perintah TEXT agar lebih mudah diatur posisinya.

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

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menjelaskan perbedaan masukan `@50,0` dan `50,0` dengan satu contoh gambar?
- Mengapa menggambar dalam ukuran sebenarnya (1 : 1) lebih aman daripada menggambar langsung dalam skala cetak?
- **Yang harus kuingat:** `@` = dari titik terakhir, `<` = sudut; ORTHO untuk garis tegak dan mendatar, OSNAP untuk ketepatan titik; layer mengatur jenis dan tebal garis; ARRAY polar untuk pola melingkar.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 5.4: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.
next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktm&node=SMKTM-5.4

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

Kuis Akhir Bab 5

SMKTM-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-smktm&node=SMKTM-KB5

1. Tim teaching factory sebuah SMK (2027) menyiapkan gambar kerja tutup panel listrik yang tampak depannya berukuran 330 mm × 220 mm dan akan digambar dengan skala 1 : 1. Kertas dipasang mendatar. Aturan lembar gambar sekolah: garis tepi berjarak 10 mm dari sisi atas, bawah, dan kanan kertas serta 20 mm dari sisi kiri, dan etiket setinggi 40 mm menempati dasar ruang gambar. Ukuran kertas (lebar × tinggi, mendatar): A5 210 × 148 mm; A4 297 × 210 mm; A3 420 × 297 mm; A2 594 × 420 mm. Ruang untuk garis ukur diabaikan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kertas terkecil yang ruang gambarnya masih memuat tampak depan itu adalah ....

A. A4, karena ruang gambarnya 267 × 150 mm sudah memuat benda itu
B. A3, karena ruang gambarnya 390 × 237 mm memuat benda 330 × 220 mm
C. A2, karena ruang gambarnya 564 × 360 mm paling luas sehingga pasti cukup
D. A5, karena nomornya terbesar sehingga kertasnya yang paling luas
E. A4, karena skala 1 : 1 dapat diganti 1 : 2 agar benda tetap muat

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

2. Kania, murid kelas XI sebuah SMK, menggambar baut penyetel kecil berdiameter 3 mm dan panjang 12 mm pada lembar gambar rangka mesin penggiling milik unit produksi sekolah (2027). Etiket lembar itu bertuliskan skala 1 : 5. Karena baut terlalu kecil bila digambar dengan skala tersebut, ia menggambarnya di sudut lembar dengan skala 10 : 1 dan memberinya garis ukur lengkap.
(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
Angka ukuran panjang baut ditulis 120 karena baut digambar sepuluh kali lebih besar daripada aslinya.	○	○
Skala 10 : 1 perlu ditulis di dekat gambar baut karena berbeda dari skala 1 : 5 pada etiket.	○	○
Pada kertas, diameter baut itu terukur 30 mm, sedangkan angka ukuran yang tertulis tetap 3.	○	○

3. Guru memeriksa lima gambar kerja pelat dudukan buatan kelompok praktik sebelum dikirim ke bengkel (2027). Panjang pelat sebenarnya 90 mm, tebalnya 12 mm, ada satu lubang kecil, dan etiket semua gambar bertuliskan skala 1 : 2. Hasil pemeriksaan ditulis pada tabel.

Gambar	Garis ukur panjang pelat	Ukuran lubang kecil	Angka ukuran panjang	Ukuran tebal 12
K	garis tipis dengan garis bantu	garis penunjuk, Ø6	45	ditulis sekali
L	garis tipis dengan garis bantu	garis penunjuk, angka 6 tanpa tanda	90	ditulis sekali
M	garis tipis dengan garis bantu	garis penunjuk, Ø6	90	ditulis di dua pandangan
N	garis sumbu pelat	garis penunjuk, Ø6	90	ditulis sekali
O	garis tipis dengan garis bantu	garis penunjuk, Ø6	90	ditulis sekali

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Hanya satu gambar yang memenuhi semua aturan penulisan ukuran. Gambar yang dapat diteruskan ke bengkel adalah ....

A. Gambar K, karena angka 45 sesuai dengan panjang garis pelat di kertas
B. Gambar L, karena lubang kecil cukup ditulis dengan angka tanpa tanda
C. Gambar M, karena ukuran tebal yang ditulis dua kali lebih jelas
D. Gambar N, karena garis sumbu pelat dapat dipakai sebagai garis ukur
E. Gambar O, karena keempat kolomnya memenuhi aturan penulisan ukuran

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

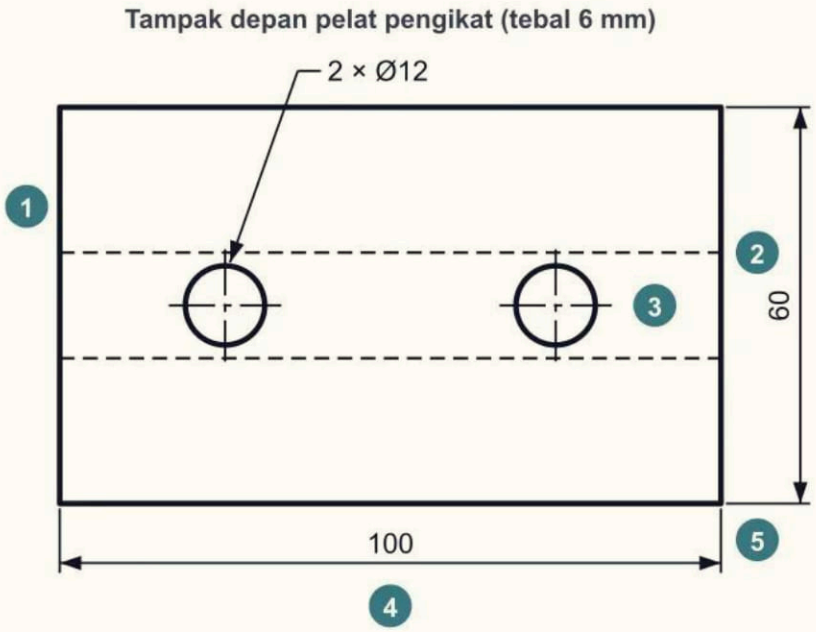
4. Dian menggambar tampak depan pelat panjang 120 mm dengan takik di tengah, lalu memberi dua baris ukuran mendatar di bawah gambar (2027). Garis ukur total 120 ia taruh paling dekat benda, sedangkan garis ukur 40 dan 80 ia taruh di bawahnya. Akibatnya garis bantu ukur 40 dan 80 memotong garis ukur 120 dan gambar terlihat ruwet. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)* Perbaikan yang sesuai aturan penulisan ukuran adalah ....

A. menghapus garis bantu 40 dan 80, lalu menulis angkanya langsung di dalam gambar benda
B. menebalkan garis ukur 120 supaya tampak berbeda dari garis ukur yang lain
C. menggambar garis bantu 40 dan 80 dengan garis putus-putus agar tidak mengganggu
D. menukar letak: garis ukur 40 dan 80 di dekat benda, garis ukur 120 di sebelah luar
E. memakai tepi benda sebagai garis ukur 40 dan 80 sehingga baris tambahan tidak perlu

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

5. Tim gambar sebuah SMK (2027) menyerahkan tampak depan pelat pengikat kepada unit fabrikasi sekolah. Pelat itu dipotong dari baja tebal 6 mm untuk menyambung dua rangka rak pesanan koperasi sekolah. Ia memiliki dua lubang tembus dan satu alur persegi di muka belakang yang tidak terlihat dari depan. Sebelum mulai bekerja, guru meminta murid membaca arti tiap garis. Setiap jenis garis pada gambar diberi nomor 1 sampai 5.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan manakah yang **benar** tentang jenis dan fungsi garis bernomor itu? (Jawaban benar lebih dari satu.)



Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Garis 4 berupa garis tebal kontinu karena menunjukkan panjang pelat 100 mm
☐ B. Garis 2 berupa garis putus-putus karena menunjukkan alur di muka belakang pelat
☐ C. Garis 5 menandai tepi lubang tembus yang terlihat dari arah depan pelat
☐ D. Garis 3 berupa garis titik-garis tipis yang menandai sumbu pusat lubang
☐ E. Garis 1 berupa garis tebal kontinu karena menggambarkan tepi pelat yang terlihat

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

6. Bayu menerima gambar kerja rel penahan dari mitra untuk dibuat di bengkel sekolah (2027). Di bawah tampak depan tertulis tiga ukuran bagian berurutan, yaitu 30, 50, dan 40, sedangkan ukuran total pada baris berikutnya tertulis 125. Penggambarnya baru dapat dihubungi besok pagi, bahan baku sudah tersedia, dan Bayu ingin segera mulai agar tidak tertinggal dari jadwal.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan Bayu yang paling tepat adalah ....

A. membuat rel sesuai ukuran total 125, lalu memperpanjang bagian terakhir sebesar 5 mm
B. membuat tiga bagian sesuai ukuran 30, 50, dan 40 karena ukuran bagian lebih rinci
C. menahan pembuatan sampai penggambar memastikan ukuran yang benar dan mengoreksi gambar
D. mengukur panjang rel pada gambar dengan mistar baja dan memakai hasilnya sebagai ukuran
E. memotong bagian 30 dan 40 lebih dulu, lalu bagian 50 dipanjangkan menjadi 55 sesuai total

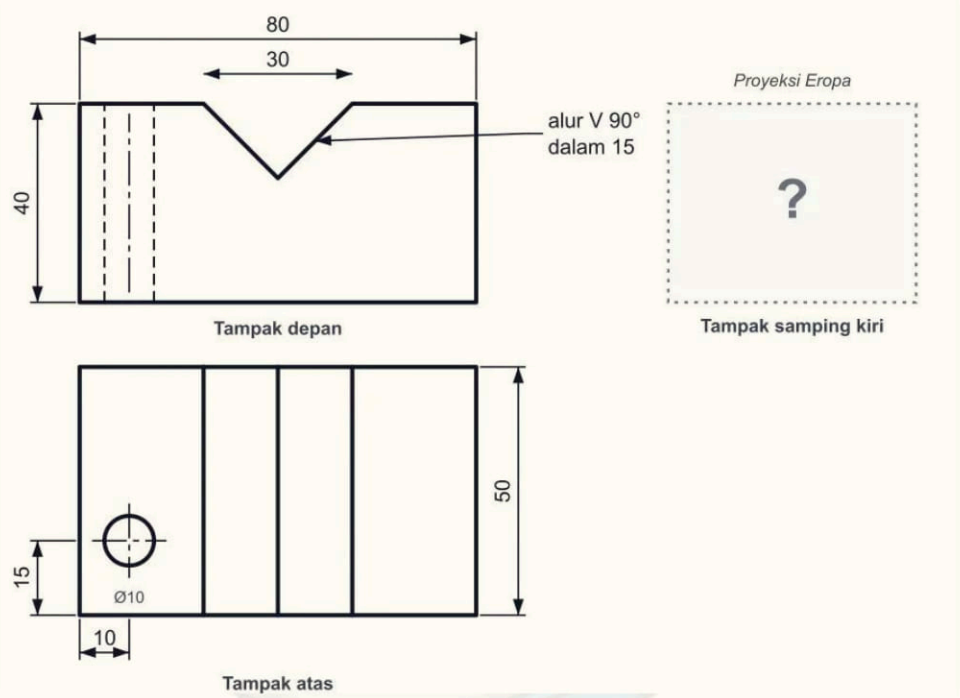
7. Rudi, murid kelas X, membaca gambar kerja pelat penjepit pada hari pertama praktik pemesinan di bengkel sekolah (2027). Pelat itu akan dibuat dari baja tebal 5 mm untuk menjepit selang pada mesin uji. Pada sudut pelat tertulis R8, pada lubang di tengah tertulis Ø8, dan pada satu lubang kecil di tepi tertulis M8. Rudi belum pernah memegang gambar kerja, sehingga guru memintanya menjelaskan arti tiap keterangan sebelum menyiapkan alat.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Arti ketiga keterangan itu yang benar adalah ....

A. sudut dibulatkan berjari-jari 8 mm, lubang berdiameter 8 mm, dan ulir metrik berdiameter 8 mm
B. sudut dibulatkan berdiameter 8 mm, lubang berjari-jari 8 mm, dan ulir metrik berdiameter 8 mm
C. sudut dibulatkan berjari-jari 8 mm, lubang berjari-jari 8 mm, dan ulir metrik berdiameter 8 mm
D. sudut dipotong miring 8 mm, lubang berdiameter 8 mm, dan ulir metrik berdiameter 8 mm
E. sudut dibulatkan berjari-jari 8 mm, lubang berdiameter 8 mm, dan ulir metrik berjarak ulir 8 mm

8. Bengkel mesin sebuah SMK (2027) membuat blok-V sederhana untuk menahan poros bulat saat dibor. Gambar memperlihatkan tampak depan dan tampak atas blok itu pada proyeksi Eropa (sudut pertama). Blok memiliki alur V sepanjang kedalamannya dan satu lubang tembus vertikal Ø10 di sisi kiri. Kotak putus-putus di kanan tampak depan disediakan untuk tampak samping kiri.

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

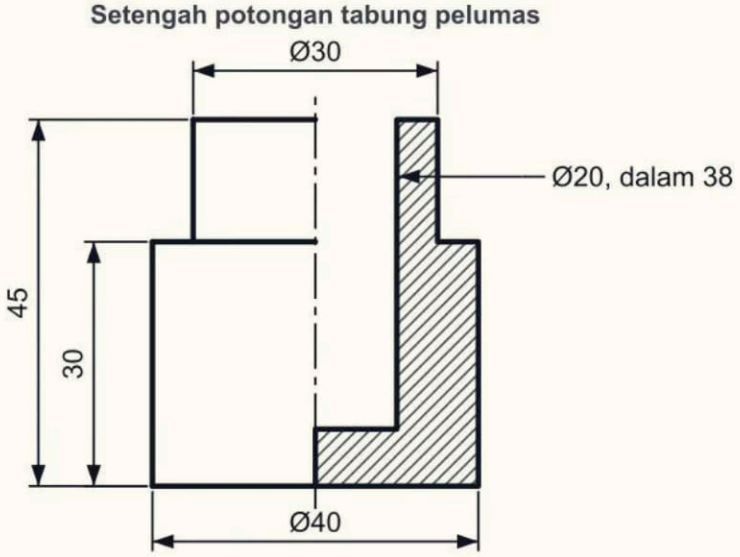
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Isi kotak tampak samping kiri yang benar adalah ....



A. persegi panjang 50 × 40 dengan satu garis tebal mendatar setinggi 25 dan dua garis putus-putus tegak berjarak 30 dan 40 dari tepi kiri
B. persegi panjang 50 × 40 dengan satu garis putus-putus mendatar setinggi 25 dan dua garis putus-putus tegak berjarak 10 dan 20 dari tepi kiri
C. persegi panjang 50 × 40 dengan satu garis putus-putus mendatar setinggi 25 dan dua garis putus-putus tegak berjarak 30 dan 40 dari tepi kiri
D. persegi panjang 50 × 40 dengan dua garis putus-putus tegak berjarak 30 dan 40 dari tepi kiri, tanpa garis lain di dalamnya
E. persegi panjang 50 × 40 dengan satu garis putus-putus mendatar setinggi 15 dan dua garis putus-putus tegak berjarak 30 dan 40 dari tepi kiri

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

9. Murid sebuah SMK (2027) menggambar tabung pelumas dari aluminium untuk mesin bubut tua milik teaching factory dengan setengah potongan seperti pada gambar. Tabung itu dibuat dari batang bulat, dan rongganya dibor dari ujung atas. Gambar memuat ukuran luar, ukuran rongga, dan tinggi tiap bagian. Sebelum gambar diserahkan, guru memintanya memeriksa kebenaran gambar potongan itu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan manakah yang **benar**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

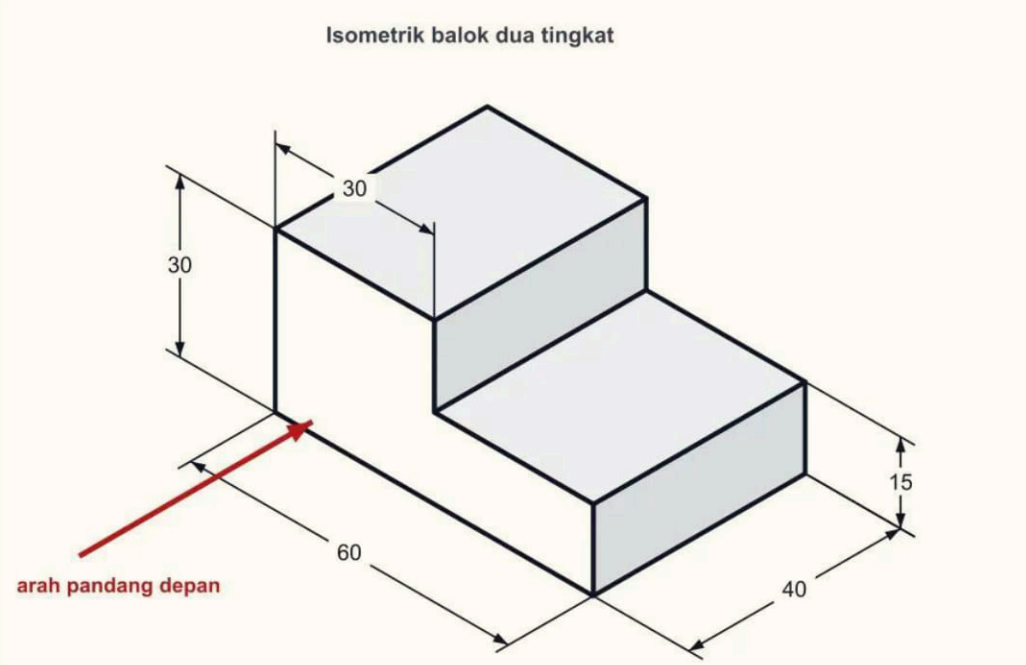


Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Rongga Ø20 tidak diarsir karena di sana tidak ada bahan yang terpotong
☐ B. Tebal dinding pada leher Ø30 adalah 10 mm, sama dengan dinding badan Ø40
☐ C. Tebal dasar tabung adalah 7 mm, yaitu tinggi 45 mm dikurangi kedalaman rongga 38 mm
☐ D. Belahan kiri masih perlu garis putus-putus untuk memperlihatkan rongga Ø20
☐ E. Garis sumbu menjadi pemisah antara belahan tampak luar dan belahan potongan

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

10. Gambar memperlihatkan isometrik sebuah balok dua tingkat yang akan dibuat unit produksi sekolah sebagai ganjal mesin (2027). Semua ukuran tertulis pada gambar, dan panah merah menunjukkan arah pandang depan. Untuk menyusun gambar kerja, seorang murid menurunkan pandangan benda itu pada proyeksi Eropa, lalu menulis beberapa pernyataan yang diperiksa oleh 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
Tampak depan berupa profil dua tingkat: bagian kiri setinggi 30 mm dan bagian kanan setinggi 15 mm, lebar masing-masing 30 mm, dan semua garisnya garis tebal.	○	○
Tampak samping kanan berupa persegi panjang 40 × 30 mm dengan satu garis putus-putus mendatar setinggi 15 mm.	○	○
Tampak atas berupa persegi panjang 60 × 40 mm dengan satu garis tebal tegak pada jarak 30 mm dari tepi kiri.	○	○

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

11. Pelat penahan motor setebal 20 mm digambar dengan tampak depan dan tampak atas pada proyeksi Eropa (2027). Di dekat salah satu sudut pelat ada satu lubang tembus Ø10 dengan pembenaman Ø18 sedalam 6 mm dari permukaan atas, tempat kepala baut agar rata dengan permukaan. Lubang itu tidak dipotong oleh bidang potong apa pun, dan guru meminta murid memeriksa cara menggambarnya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan manakah yang **benar** tentang gambar lubang itu? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Pada tampak depan, tepi lubang Ø10 digambar dengan garis tebal karena lubang menembus pelat

☐ B. Pada tampak atas, lubang tampak sebagai dua lingkaran sepusat bergaris tebal, yaitu Ø18 dan Ø10

☐ C. Pada tampak depan, garis putus-putus Ø10 berhenti di kedalaman 6 mm bersama garis pembenaman Ø18

☐ D. Pada tampak depan, garis putus-putus Ø18 hanya sedalam 6 mm, lalu Ø10 meneruskannya sampai dasar

☐ E. Pusat lubang berada pada garis tegak yang sama pada tampak depan dan pada tampak atas pelat

12. Murid membuat gambar kerja rumah pompa kecil dari aluminium untuk pesanan UMKM (2027). Benda itu berongga dengan dua ruang bertingkat dan satu saluran samping, sehingga pada tampak depan dan tampak samping terdapat banyak garis putus-putus yang saling bersilang. Mitra di bengkel kesulitan membedakan rongga yang satu dari yang lain. Penggambar harus memperjelas gambar tanpa mengubah benda.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Langkah yang paling tepat adalah ....

A. menambahkan potongan melalui sumbu rongga, mengarsir bahan terpotong, dan menghapus garis putus-putus yang kini tidak perlu

B. mengganti semua garis putus-putus dengan garis tebal agar rongga dalam benda tampak lebih jelas oleh mitra di bengkel

C. menambahkan tampak bawah dan menggambar semua garis putus-putusnya secara lengkap pada pandangan baru itu agar rongga terbaca

D. menambahkan gambar isometrik dan menggambar garis putus-putus pada setiap tepi yang tertutup bagian lain agar bentuk dalamnya jelas

E. memperbesar skala gambar dua kali lipat supaya jarak antargaris putus-putus menjadi lebih lebar dan mudah dibedakan

13. Kania menggambar isometrik balok bertangga berukuran 60 × 40 × 30 mm sebagai pelengkap petunjuk perakitan (2027). Langkahnya: (1) membuat dua sumbu yang masing-masing membentuk sudut 30° terhadap garis mendatar, ditambah satu sumbu tegak; (2) mengukur 60 mm sepanjang sumbu lebar dengan skala 1 : 1; (3) menambahkan garis putus-putus untuk tepi yang tertutup bagian lain. Guru menyatakan satu langkah tidak

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

sesuai kebiasaan gambar isometrik.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Langkah yang tidak sesuai dan perbaikannya adalah ....

A. langkah 1, karena sudut kedua sumbu seharusnya 45° terhadap garis mendatar
B. langkah 2, karena ukuran sepanjang sumbu harus dikalikan 0,8 agar tampak wajar
C. langkah 2, karena panjang harus diukur dulu pada tampak depan lalu dipindahkan
D. langkah 1, karena sumbu tegak seharusnya ikut dimiringkan 30° ke kanan
E. langkah 3, karena tepi yang tertutup umumnya tidak digambar pada isometrik

14. Gudang bahan sebuah SMK (2027) menyimpan lima potongan pelat baja sisa. Bengkel akan membuat dudukan berukuran akhir 110 mm × 50 mm × 6 mm. Ketentuan bengkel: sisakan 2 mm di setiap sisi samping (empat sisi) untuk difrais dan 1 mm di setiap muka tebal (dua muka) untuk diratakan. Dipilih sisa yang cukup dan paling hemat.

Sisa	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)
1	116	56	7
2	120	54	8
3	125	60	10
4	114	52	8
5	112	54	8

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Sisa yang harus dipilih adalah ....

A. Sisa 1, karena tebalnya 7 mm sudah lebih besar daripada tebal akhir 6 mm
B. Sisa 2, karena ukurannya cukup dan volumenya terkecil di antara yang cukup
C. Sisa 3, karena ukurannya paling besar sehingga pasti cukup dan paling aman dipakai
D. Sisa 4, karena lebarnya 52 mm sudah lebih besar daripada lebar akhir 50 mm
E. Sisa 5, karena panjangnya 112 mm sudah lebih besar daripada panjang akhir 110 mm

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

15. Pelat dudukan pesanan sebuah UMKM pembuat mesin pengemas selesai dibubut dan difrais di teaching factory sebuah SMK (2027). Bagian kontrol mutu menilainya dengan mikrometer sebelum pelat dikirim. Gambar kerja menuliskan empat ukuran bertoleransi (penyimpangan atas/bawah): diameter lubang Ø30 +0,05/+0,02; lebar alur 12 0/−0,03; panjang 80 ± 0,1; dan tinggi 25 −0,05/−0,10. Setiap ukuran dinilai sendiri-sendiri, dan hasil ukur yang tepat pada batas dinyatakan diterima.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penilaian manakah yang **benar**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Ø30 +0,05/+0,02 dengan hasil ukur 30,00 mm: ditolak karena di bawah batas bawah 30,02 mm

☐ B. 12 0/−0,03 dengan hasil ukur 12,01 mm: diterima karena hanya berselisih 0,01 mm dari nominal

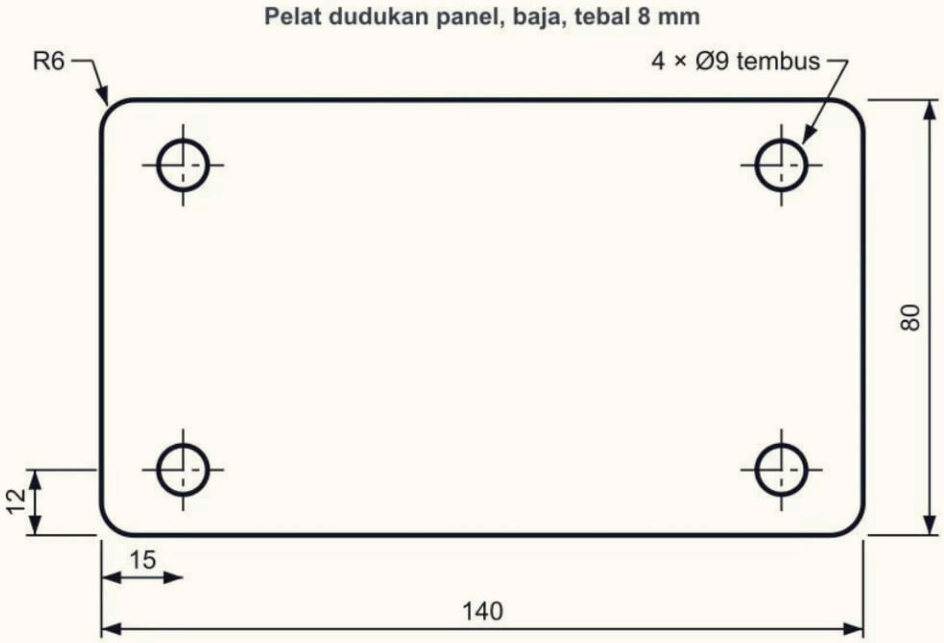
☐ C. 80 ± 0,1 dengan hasil ukur 80,10 mm: diterima karena tepat pada batas atas 80,10 mm

☐ D. 25 −0,05/−0,10 dengan hasil ukur 24,95 mm: ditolak karena lebih kecil daripada nominal 25

☐ E. 25 −0,05/−0,10 dengan hasil ukur 24,92 mm: diterima karena berada di antara 24,90 dan 24,95 mm

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

16. Tio akan memasang pelat dudukan panel pada rangka mesin dengan empat baut (2027). Gambar kerja pelat memperlihatkan empat lubang Ø9 di keempat sudut, dan jarak tiap lubang ke tepi terdekat sama pada pasangan sisi yang sejajar. Jarak antar pusat lubang tidak tertulis, padahal Tio harus membor lubang pada rangka dengan jarak itu. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)* Jarak antar pusat lubang (mendatar × tegak) yang harus dibor pada rangka adalah ....



A. 125 × 68 mm
B. 140 × 80 mm
C. 56 × 110 mm
D. 110 × 56 mm
E. 110 × 68 mm

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

17. Gambar kerja poros pengantar yang akan dibubut dari baja ST 37 oleh kelompok praktik (2027) memuat simbol kekasaran Ra 0,8 pada bagian duduk bantalan, sedangkan simbol umum di dekat etiket bertuliskan Ra 6,3 untuk semua permukaan lain. Murid diminta membaca kedua simbol itu sebelum merencanakan urutan pengerjaan dan memilih jenis pemotongan di mesin bubut.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang benar tentang kedua simbol itu adalah ....

A. Ra 6,3 berarti permukaan lebih halus daripada Ra 0,8 karena angkanya jauh lebih besar
B. Seluruh permukaan poros harus dikerjakan sehalus bagian duduk bantalan agar poros seragam
C. Duduk bantalan diminta lebih halus daripada permukaan lain dan lebih mahal dikerjakan
D. Ra 0,8 berarti permukaan itu harus dikurangi ketebalannya sebesar 0,8 mm saat dikerjakan
E. Simbol Ra 6,3 hanya berlaku bagi permukaan yang letaknya paling dekat dengan etiket

18. Bengkel gambar sebuah SMK (2027) menggambar rangka meja kerja berukuran 1.800 mm × 750 mm di CADD, lalu mencetaknya pada kertas A3 dengan skala 1 : 10 untuk ditempel di dinding bengkel. Murid berdiskusi tentang ukuran dan skala dalam perangkat lunak itu, termasuk angka ukuran yang akan muncul pada gambar.
(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. Rangka digambar di CADD dengan panjang 1.800 satuan, yaitu ukuran sebenarnya
☐ B. Agar muat di A3, rangka harus diperkecil sepersepuluh lebih dulu sebelum digambar
☐ C. Pada hasil cetak skala 1 : 10, lebar rangka di kertas sepanjang 75 mm
☐ D. Skala 1 : 10 diatur saat mencetak tanpa mengubah ukuran objek di dalam gambar
☐ E. Angka ukuran pada gambar harus diganti menjadi 180 supaya cocok dengan ukuran di kertas

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

19. Teguh (2027) menggambar pelat 90 mm × 50 mm di CADD dengan mengklik titik di layar tanpa alat bantu. Saat diberi ukuran otomatis, angka yang muncul 89,6 dan 50,3, bukan 90 dan 50, dan sudut pelat tidak benar-benar 90°. Guru meminta tindakan yang memperbaiki hasil sekaligus mencegah kejadian berulang pada gambar-gambar berikutnya.
(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. Menghapus garis tepi lalu menggambar ulang dengan koordinat relatif @90,0 dan @0,50
☐ B. Mengubah teks angka ukuran secara manual menjadi 90 dan 50 tanpa memperbaiki garisnya
☐ C. Mengecilkan skala cetak supaya selisih 0,4 mm pada pelat tidak terlihat di kertas
☐ D. Menghidupkan ORTHO untuk garis tegak dan mendatar serta OSNAP untuk menyambung ujung garis
☐ E. Memeriksa ulang angka ukuran otomatis setelah selesai dan membandingkannya dengan gambar kerja

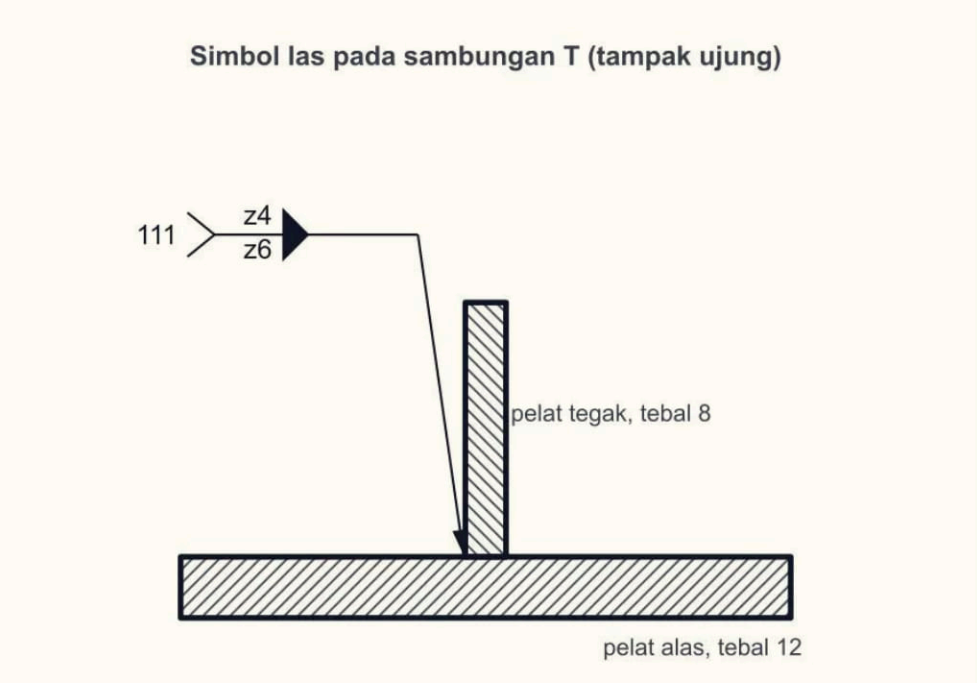
20. Kelompok teaching factory sebuah SMK (2027) menggambar pelat penyaring berbentuk persegi panjang di CADD. Sudut dalam pelat harus dibulatkan, bentuknya simetris terhadap satu garis sumbu, dan beberapa lubang kecil dibuat di sepanjang tepinya. Sebelum mulai bekerja, kelompok itu membuat daftar tugas dan mencocokkan tiap tugas dengan perintah yang akan dipakai.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pasangan tugas dan perintah manakah yang **tepat**? (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Memperpanjang garis tepi sampai menyentuh garis batas di depannya: TRIM
☐ B. Membulatkan sudut pertemuan dua garis dengan jari-jari 4 mm pada pelat: FILLET
☐ C. Memotong sudut pelat menjadi tepi miring 3 mm × 45° pada pinggirnya: FILLET
☐ D. Membuat garis sejajar 8 mm dari tepi pelat sebagai garis bantu lubang: OFFSET
☐ E. Menyalin lubang ke sisi seberang garis sumbu simetri pelat: MIRROR

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

21. Rina, juru las di bengkel sebuah SMK (2027), menerima gambar rangka penopang rak dengan simbol las pada sambungan T seperti pada gambar. Panah menunjuk sisi kiri pelat tegak. Aturan baca di bengkel itu: segitiga di bawah garis acuan berarti las di sisi yang ditunjuk panah, dan segitiga di atas garis acuan berarti las di sisi seberangnya. Rina harus memastikan ukuran las tiap sisi sebelum mulai.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat tentang pekerjaan las pada sambungan itu adalah ....



A. las sudut kaki 6 mm di sisi kanan pelat tegak dan kaki 4 mm di sisi kiri, dengan SMAW
B. las sudut kaki 6 mm di sisi kiri pelat tegak dan kaki 4 mm di sisi kanan, dengan SMAW
C. las sudut kaki 6 mm di kedua sisi pelat tegak karena ukuran terbesar dipakai untuk semuanya
D. las sudut kaki 4 mm di sisi kiri pelat tegak dan kaki 6 mm di sisi kanan, dengan SMAW
E. las sudut kaki 6 mm hanya di sisi kiri pelat tegak, sedangkan segitiga di atas garis diabaikan

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

22. Rani, murid kelas XII, membaca gambar kerja dudukan roda untuk pesanan UMKM pembuat gerobak dorong (2027). Gambar itu memuat tiga keterangan yang perlu ia pahami sebelum menyiapkan bahan: tebal pelat ditulis (28) dalam tanda kurung, ukuran lubang 16 ± 0,05, dan toleransi umum ± 0,2 pada etiket. Ia mencocokkan ketiganya dengan aturan membaca gambar kerja yang diajarkan gurunya.
(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
Ukuran (28) menjadi dasar pembuatan pelat karena tertulis jelas pada gambar kerja.	○	○
Lubang berukuran 15,94 mm ditolak karena berada di bawah batas bawah 15,95 mm.	○	○
Lubang 16 ± 0,05 mengikuti toleransi umum ± 0,2 karena toleransi umum berlaku untuk semua ukuran.	○	○

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

23. Dalam menggambar rangka penyangga di perangkat lunak CADD (cara masukan seperti AutoCAD) (2027), Eko sudah menggambar garis dari titik A ke B lalu ke C. Gambar di layar memperlihatkan titik A, B, C dan garis rencana berikutnya (putus-putus biru) yang berakhir di titik D dan E. Perintah LINE masih aktif dan titik terakhirnya C. Eko ingin memasukkan D lalu E dengan koordinat relatif.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Masukan yang benar secara berturut-turut adalah ....



A. ketik @30,0 lalu @0,30
B. ketik @-30,0 lalu @0,-30
C. ketik @40,40 lalu @40,70
D. ketik @0,-30 lalu @30,0
E. ketik @-30,0 lalu @0,30

24. Fajar menggambar pelat berlubang untuk penutup kotak panel di CADD pada praktik komputer sekolahnya (2027). Garis sumbu tegak harus berawal tepat dari titik tengah sisi atas pelat. Tetapi setiap kali sisi itu diklik, kursornya meleset sedikit dari titik tengah, dan garis sumbu yang dihasilkan tampak miring tipis. Fajar tidak ingin menghitung koordinat satu per satu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Cara yang paling tepat agar garis berawal persis di titik tengah sisi adalah ....

A. menghidupkan OSNAP dan memilih mode midpoint sebelum mengklik sisi atas pelat
B. menghidupkan ORTHO agar semua garis yang digambar selalu tegak lurus
C. mengetik koordinat hasil perkiraan dari tampilan layar lalu menekan Enter
D. memperbesar tampilan sampai kursor kelihatan berada tepat di tengah sisi
E. mengganti layer garis sumbu supaya garisnya tampak lebih tebal di layar

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

25. Pelat penyaring ukuran 120 mm × 80 mm (2027) memerlukan 20 lubang Ø6 tersusun 4 baris × 5 kolom. Jarak antar pusat lubang 20 mm ke arah mendatar dan 15 mm ke arah tegak (baris = deretan mendatar). Sari sudah menggambar satu lubang di pojok kiri-bawah dan akan menggandakannya dengan ARRAY persegi (rectangular).
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pengaturan ARRAY yang benar adalah ....

A. 5 baris dan 4 kolom, jarak antar baris 15 mm dan jarak antar kolom 20 mm
B. 4 baris dan 5 kolom, jarak antar baris 45 mm dan jarak antar kolom 80 mm
C. 3 baris dan 4 kolom, jarak antar baris 15 mm dan jarak antar kolom 20 mm
D. 4 baris dan 5 kolom, jarak antar baris 15 mm dan jarak antar kolom 20 mm
E. 4 baris dan 5 kolom, jarak antar baris 20 mm dan jarak antar kolom 15 mm

Tabel skor dan anjuran

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 5.1 · Standar gambar teknik	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	___ / 7	Ulangi hlm. 354
Sub bab 5.2 · Gambar proyeksi, isometrik, dan potongan	8, 9, 10, 11, 12, 13	___ / 6	Ulangi hlm. 368
Sub bab 5.3 · Membaca gambar kerja	14, 15, 16, 17, 21, 22	___ / 6	Ulangi hlm. 383
Sub bab 5.4 · Menggambar dengan CADD	18, 19, 20, 23, 24, 25	___ / 6	Ulangi hlm. 396

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

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	SMKTM-FIN1
Simulasi 2 — Prediksi TKA 2026	25 soal	60 menit	SMKTM-FIN2
Simulasi 3 — Prediksi TKA 2026	25 soal	60 menit	SMKTM-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

SMKTM-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-smktm&node=SMKTM-FIN1

1. Saat praktik las di bengkel (2027), punggung tangan Dimas terkena percikan las sehingga kulitnya merah dan perih tanpa melepuh. Pada saat yang hampir sama, Yuni yang sedang menggerinda tanpa kacamata merasa ada serpihan logam masuk ke matanya. Guru meminta ketua kelas yang terlatih P3K menolong mereka sambil menunggu petugas UKS. *(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
Luka bakar Dimas sebaiknya segera diolesi pasta gigi agar terasa dingin.	○	○
Luka bakar Dimas dialiri air bersih yang mengalir selama sekitar 10–20 menit.	○	○
Serpihan di mata Yuni dikeluarkan dengan mengucek mata pelan-pelan atau dicongkel dengan ujung kain.	○	○

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

2. Nanda akan mengasah pahat bubut HSS di mesin gerinda duduk bengkel sekolah (2027). Saat diperiksa, celah antara penyangga benda kerja (tool rest) dan batu gerinda sekitar 8 mm, kaca pelindung mesin masih terpasang, dan batu gerinda baru dipasang kemarin oleh teknisi.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang sesuai praktik kerja aman adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Kacamata pengaman boleh dilepas karena kaca pelindung mesin sudah terpasang di depan batu.
☐ B. Menyetel celah tool rest menjadi sekitar 2–3 mm sebelum mesin dinyalakan.
☐ C. Berdiri di samping bidang putar batu saat menyalakan mesin dan menunggu putarannya stabil.
☐ D. Mengasah pahat memakai sisi samping batu agar bidang asahnya lebih rata.
☐ E. Mencelupkan pahat ke air sesekali agar tidak terlalu panas untuk dipegang.

3. Sebelum mengebor empat lubang pada pelat baja 100 × 60 × 6 mm, Rio harus menandai posisi pusat lubang (2027). Tersedia cairan penanda (tinta biru), penggores, mistar baja, mistar siku, penitik garis, penitik pusat, dan palu 300 gram.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Langkah penandaan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Melapisi permukaan dengan cairan penanda tipis agar goresan terlihat jelas.
☐ B. Menarik garis dengan penggores yang ditekan berulang-ulang sampai alurnya dalam.
☐ C. Membuat garis tegak lurus dengan mistar siku yang ditempelkan pada sisi pelat yang sudah rata.
☐ D. Menitik pusat lubang dengan penitik pusat tepat di perpotongan garis memakai pukulan sekuat-kuatnya.
☐ E. Memeriksa jarak antartitik dengan mistar sebelum mengebor.

4. Bengkel sekolah akan mengganti roda troli pengangkut benda kerja (2027). Syaratnya: menahan beban sampai 300 kg, tidak merusak lantai epoksi, dan tahan terhadap tetesan oli di lantai bengkel. Data bahan roda yang tersedia:

Bahan roda	Daya tahan beban	Pengaruh pada lantai	Tahan oli
Karet alam	sampai 250 kg	tidak merusak	rendah (mengembang)
Besi tuang	sampai 1.000 kg	merusak (keras)	tinggi
Nilon	sampai 200 kg	tidak merusak	tinggi
Poliuretan	sampai 400 kg	tidak merusak	tinggi

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

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

A. Karet alam, karena tidak merusak lantai dan meredam getaran
B. Besi tuang, karena paling kuat menahan beban berat troli
C. Nilon, karena tahan oli dan tidak merusak lantai bengkel
D. Poliuretan, karena kuat, tidak merusak lantai, tahan oli
E. Karet alam berlapis cat, karena murah dan lebih tahan oli

5. Konveyor pengemasan roti di sebuah UMKM memakai rol-rol kecil yang berputar lambat dengan beban ringan (2027). Pemilik melarang pemakaian oli atau gemuk karena dapat menetes ke roti. Bushing lama dari besi sudah aus dan berbunyi berdecit.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Bahan bushing pengganti yang paling tepat adalah ....

A. Nilon, karena gesekannya rendah tanpa pelumas dan cocok untuk beban ringan
B. Perunggu, karena tahan aus asalkan diberi gemuk secara rutin setiap minggu
C. Besi tuang, karena lebih keras daripada besi biasa sehingga tidak cepat aus
D. Karet lunak, karena dapat meredam bunyi berdecit saat rol berputar
E. Bantalan bola terbuka yang diberi oli, karena gesekannya paling kecil

6. Impeler pompa air laut pada kapal nelayan di Pelabuhan Ratu terbuat dari besi tuang dan cepat keropos berkarat (2027). Bengkel di pelabuhan akan membuat impeler pengganti dengan cara dicor ulang sesuai bentuk aslinya. Nelayan ingin impeler yang lebih awet terhadap air laut walaupun harganya sedikit lebih mahal.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Bahan yang paling tepat adalah ....

A. Besi tuang yang dicor lebih tebal agar keropos lebih lama menembus
B. Baja karbon rendah yang dicat tebal agar tidak bersentuhan dengan air laut
C. Perunggu, karena tahan korosi air laut dan dapat dicor sesuai bentuk
D. Aluminium murni, karena ringan dan tidak berkarat seperti besi
E. Besi tuang yang digalvanis agar lapisan seng melindunginya

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

7. Bengkel karoseri menerima dua pekerjaan (2027). Pekerjaan pertama: memasang dinding bak truk dari pelat aluminium ke rangka baja. Pekerjaan kedua: membuat tangki penampung solar baru (belum pernah diisi) dari pelat baja 3 mm yang harus kedap. Peralatan yang tersedia: mesin las SMAW, bor, dan alat paku keling tarik.
(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. Dinding aluminium dapat dilas SMAW langsung ke rangka baja agar lebih cepat dan kuat.
☐ B. Dinding aluminium sebaiknya disambung ke rangka baja dengan paku keling.
☐ C. Tangki solar lebih tepat disambung dengan paku keling agar tidak ada percikan las.
☐ D. Tangki solar dari pelat baja tepat disambung dengan las agar sambungannya kedap.
☐ E. Paku keling dipilih untuk tangki karena sambungannya dapat dibongkar dengan mudah.

8. Pegas tarik penutup pintu bengkel dari baja pegas biasanya kembali ke panjang semula setelah pintu ditutup (2027). Suatu hari seorang siswa menggantungkan beban berat pada pintu yang terbuka, dan setelah beban dilepas pegas itu tetap lebih panjang 2 cm dari semula sehingga pintu tidak menutup rapat.
(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 kejadian itu, pegas bekerja dalam daerah elastis karena selalu kembali ke panjang semula.	○	○
Pertambahan panjang 2 cm yang menetap menunjukkan pegas telah dibebani melewati batas elastisnya.	○	○
Pegas itu dapat dipulihkan dengan menekannya kembali sampai panjangnya sama, lalu dipakai seperti semula.	○	○

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

9. Lia harus membuat lubang Ø6 mm tegak lurus menembus dinding pipa baja Ø40 mm untuk pemasangan baut pengunci tiang tenda (2027). Ia memakai bor tangan listrik. Pada percobaan pertama, mata bor tergelincir di permukaan pipa dan lubangnya bergeser dari tanda.

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

Langkah yang paling tepat untuk lubang berikutnya adalah ....

A. Menekan bor lebih kuat sejak awal dengan putaran paling tinggi agar mata bor cepat masuk

B. Memegang pipa dengan satu tangan di atas meja dan mengebor dengan tangan lainnya

C. Mengebor miring sedikit pada awalnya, lalu menegakkan bor setelah mata bor masuk

D. Menitik tanda, menjepit pipa di blok V, lalu mengebor tegak dengan putaran rendah dulu

E. Menitik tanda, menjepit pipa di ragum berahang datar, lalu langsung mengebor dengan putaran tinggi

10. Siswa merancang dua alat untuk bengkel sekolah (2027). Alat pertama adalah meja putar untuk mengecat benda, dengan poros tegak yang menahan berat benda sampai 50 kg dan berputar lambat. Alat kedua adalah troli dengan poros roda mendatar yang menahan beban dari atas. Mereka memilih bantalan dari katalog sederhana.

(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. Poros tegak meja putar terutama menerima beban searah sumbu (aksial), sehingga perlu bantalan aksial.

☐ B. Bantalan bola radial biasa paling cocok untuk meja putar karena berputar paling ringan.

☐ C. Poros roda troli terutama menerima beban tegak lurus sumbu (radial).

☐ D. Bantalan bola radial cocok untuk roda troli yang bebannya terutama radial.

☐ E. Arah beban tidak berpengaruh; yang penting diameter lubang bantalan sama dengan diameter poros.

11. Bagian kontrol mutu bengkel sekolah harus memeriksa tiga ukuran pada sebuah dudukan (2027). Tersedia mistar baja 600 mm (ketelitian 0,5 mm), jangka sorong 150 mm (ketelitian 0,05 mm), dan mikrometer luar 25–50 mm (ketelitian 0,01 mm).

Ukuran yang diperiksa	Nilai pada gambar
P. Panjang pelat dasar	450 ± 1 mm
Q. Diameter poros	Ø30 ± 0,02 mm
R. Kedalaman alur	8 ± 0,1 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.)
Pasangan alat ukur yang paling tepat untuk P, Q, dan R berturut-turut adalah ....

A. Mistar baja, mikrometer luar, jangka sorong
B. Jangka sorong, mikrometer luar, mistar baja
C. Mistar baja, jangka sorong, mikrometer luar
D. Mistar baja, jangka sorong, jangka sorong
E. Mikrometer luar, jangka sorong, mistar baja

12. Kotak roda gigi mesin pengaduk cat terdiri atas dua pasang roda gigi lurus (2027). Motor berputar 1.400 rpm. Roda gigi B dan C terpasang pada poros antara yang sama, sedangkan roda gigi D terpasang pada poros pengaduk.

Roda gigi	Letak	Jumlah gigi
A	poros motor (memutar B)	20
B	poros antara	40
C	poros antara (memutar D)	15
D	poros pengaduk	60

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Putaran poros pengaduk adalah ....

A. 700 rpm
B. 175 rpm
C. 350 rpm
D. 11.200 rpm
E. 490 rpm

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

13. Ardi membubut poros baja Ø40 mm menjadi Ø32 ± 0,02 mm sepanjang 50 mm (2027). Gambar meminta permukaan halus. Lembar kerja bengkel menyebutkan pembubutan kasar memakai pemakanan besar dan putaran rendah, sedangkan penyelesaian memakai pemakanan kecil dan putaran lebih tinggi.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Rencana kerja yang paling tepat adalah ....

A. Membubut kasar langsung sampai Ø32 mm, lalu memperhalus permukaannya dengan amplas
B. Membubut kasar sampai Ø32,5 mm, lalu menyelesaikan sampai Ø32 tanpa mengukur lagi
C. Membubut halus dari Ø40 mm sampai Ø32 mm dengan pemakanan kecil di setiap langkah
D. Membubut kasar sampai Ø32,5 mm, mengukur, lalu menyelesaikan dengan putaran lebih rendah
E. Membubut kasar sampai Ø32,5 mm, mengukur, lalu menyelesaikan dengan pemakanan halus

14. Bengkel sekolah memakai lembar serah terima mesin antarkelompok praktik (2027). Kelompok Nina memakai mesin bubut 3 pada jam pertama dan akan menyerahkannya kepada kelompok berikutnya. Saat membersihkan mesin, Nina menemukan bahwa pengunci kepala lepas tidak dapat mengunci rapat.

Pemeriksaan	Kelompok sebelumnya (pagi)	Kelompok Nina
Kebersihan mesin	baik	baik
Oli pelumas	cukup	cukup
Pengunci kepala lepas	baik	?
Lampu kerja	baik	baik

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

A. Menulis "baik" karena kerusakan mungkin sudah ada sebelum kelompoknya memakai mesin
B. Mengosongkan kolom itu dan memberi tahu kelompok berikutnya secara lisan saja
C. Menulis kerusakan di lembar, melapor ke guru, dan memberi label pada mesin
D. Memperbaiki pengunci sendiri memakai kunci yang ada, lalu menulis "baik"
E. Menulis "baik" lalu meminta kelompok berikutnya tidak memakai kepala lepas

15. Siswa mengelas sambungan tumpul dua pelat baja 4 mm × 100 mm × 1.000 mm posisi datar dengan SMAW untuk alas rak (2027). Pada percobaan pertama, las dibuat menerus dari satu ujung ke ujung lain tanpa las titik, dan setelah dingin kedua pelat melengkung serta celah di ujung akhir menyempit.

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

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Cara yang tepat untuk mengurangi masalah tersebut adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Menaikkan arus dan memperlambat gerakan agar las selesai dalam satu jalur yang lebar.
☐ B. Membuat las titik (tack weld) dengan jarak teratur di sepanjang sambungan sebelum pengelasan utama.
☐ C. Mengelas secara berselang atau mundur bertahap (backstep) agar panas tidak menumpuk di satu tempat.
☐ D. Menjepit pelat ke meja kerja dengan klem selama pengelasan dan pendinginan.
☐ E. Mendinginkan las dengan menyiramkan air tepat setelah setiap jalur selesai.

16. Poros bertingkat Ø30–Ø25–Ø20 mm sepanjang 150 mm harus memiliki ketiga diameter yang benar-benar sesumbu karena akan dipasangi bantalan di kedua ujungnya (2027). Rencana awal siswa: membubut Ø30 dan Ø25 lebih dulu, lalu membalik poros di cekam rahang tiga untuk membubut Ø20. Pengujian pada benda percobaan menunjukkan ujung Ø20 sedikit oleng terhadap Ø30.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Perbaikan rencana yang paling tepat adalah ....

A. Mengencangkan rahang cekam lebih kuat saat poros dibalik agar tidak oleng lagi
B. Membuat lubang senter di kedua ujung, lalu membubut di antara dua senter
C. Membubut Ø20 lebih dulu, lalu membalik poros untuk membubut Ø30 dan Ø25
D. Memperkecil kedalaman potong pada Ø20 agar poros tidak bergeser saat dibubut
E. Memakai pahat yang lebih tajam agar hasil Ø20 lebih halus dan tidak oleng

17. Bengkel sekolah membuat rangka kursi taman dari pipa baja Ø25 mm berdinding 1,2 mm yang harus dibengkokkan 90° (2027). Pada percobaan pertama, pipa dibengkokkan dengan tangan memakai tiang besi sebagai tumpuan, dan bagian bengkokannya menjadi gepeng serta berkerut di sisi dalam.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Perbaikan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Memakai alat pembengkok pipa dengan mal (die) yang alurnya sesuai Ø25 mm.
☐ B. Memakai radius bengkok sekecil mungkin agar bengkokan lebih cepat selesai.
☐ C. Memanaskan seluruh panjang pipa dengan brander agar pipa lebih lentur.
☐ D. Memilih radius bengkok sesuai mal alat dan menandai titik awal bengkokan pada pipa.
☐ E. Menekan pipa dengan cepat dan menghentak agar dinding tidak sempat berkerut.

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

18. Mesin parut kelapa di sebuah pasar berbunyi dan mata parutnya tidak berputar, padahal motornya berputar normal (2027). Saat dibuka, puli pada poros parut berputar bebas di porosnya. Baut tanam pada naf puli masih kencang, alur pasak di poros dan puli masih baik, tetapi pasaknya tidak ditemukan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Perbaikan yang paling tepat adalah ....

A. Mengelas puli ke poros agar tidak dapat berputar lagi
B. Mengencangkan baut tanam lebih kuat agar puli mencengkeram poros
C. Mengganti baut tanam dengan baut tanam yang lebih besar
D. Mengisi celah poros dan puli dengan lem logam
E. Memasang pasak baru yang ukurannya sesuai dengan alur

19. Cairan pendingin di bak mesin bubut bengkel sekolah sudah tiga bulan tidak diganti, berwarna keruh, dan berbau busuk (2027). Beberapa siswa yang sering mengambil benda kerja dari bak itu dengan tangan telanjang mengeluh kulit tangannya gatal dan kemerahan. Ketua bengkel meminta tim K3 siswa mengusulkan tindakan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Usulan yang paling tepat adalah ....

A. Mengganti cairan dan membersihkan bak, lalu memakai sarung tangan nitril saat menangani cairan
B. Menambahkan air bersih ke bak agar cairan lebih encer dan baunya berkurang, lalu bekerja seperti biasa
C. Memakai sarung tangan kain saat mengambil benda kerja agar kulit tidak langsung terkena cairan
D. Mencuci tangan dengan solar setelah praktik agar sisa cairan pendingin cepat larut dari kulit
E. Mengganti cairan pendingin setiap tiga bulan sekali tanpa membersihkan bak dan saluran mesin

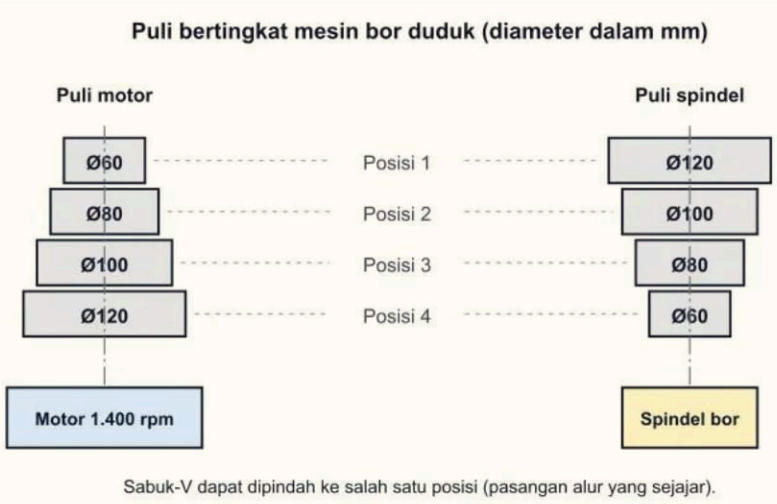
20. Fajar mengukur panjang pelat sekitar 350 mm dengan mistar baja 600 mm (2027). Ujung nol mistar itu sudah aus dan sedikit membulat. Ia meletakkan mistar di atas pelat, lalu membaca skala dari posisi duduk sehingga matanya melihat skala dari arah miring.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Karena ujung nol aus, pengukuran sebaiknya dimulai dari garis 10 mm, lalu hasil bacaan dikurangi 10 mm.	○	○
Membaca skala dari arah miring tidak berpengaruh karena garis skala mistar baja sangat tipis.	○	○
Mistar sebaiknya diletakkan sejajar tepi pelat dengan sisi berskala menempel ke permukaan yang diukur.	○	○

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

21. Gambar memperlihatkan puli bertingkat pada mesin bor duduk di bengkel sekolah (2027). Hana akan mengebor pelat aluminium dengan mata bor yang putaran anjurannya 1.200 rpm. Aturan bengkel: pilih putaran spindel terdekat yang tidak melebihi putaran anjuran. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Posisi sabuk yang paling tepat adalah ....



A. Posisi 1
B. Posisi 2
C. Posisi 3
D. Posisi 4
E. Tidak ada posisi yang memenuhi

22. Gambar kerja pelat penutup yang diterima Bagas memuat keterangan berikut (2027): "4 × Ø8 tembus", "M10 × 1,5 – dalam ulir 15", "R5" pada keempat sudut pelat, dan "1 × 45°" pada tepi lubang tengah. Bagas harus menyiapkan pekerjaan sesuai keterangan tersebut. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Penafsiran yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. "4 × Ø8 tembus" berarti satu lubang Ø8 mm sedalam 4 mm.
☐ B. "M10 × 1,5" berarti ulir metrik berdiameter nominal 10 mm dengan kisar 1,5 mm.
☐ C. "Dalam ulir 15" berarti ulir harus penuh sedalam 15 mm, sehingga lubang bornya dibuat lebih dalam.
☐ D. "R5" pada keempat sudut pelat berarti sudut dipotong miring sepanjang 5 mm pada kedua sisinya.
☐ E. "1 × 45°" berarti tepi lubang dipinggul selebar 1 mm dengan sudut 45°.

23. Raka menggambar pelat penutup berbentuk persegi panjang 120 mm × 80 mm di perangkat lunak CADD (2027). Gambar kerja meminta keempat sudut pelat dibulatkan

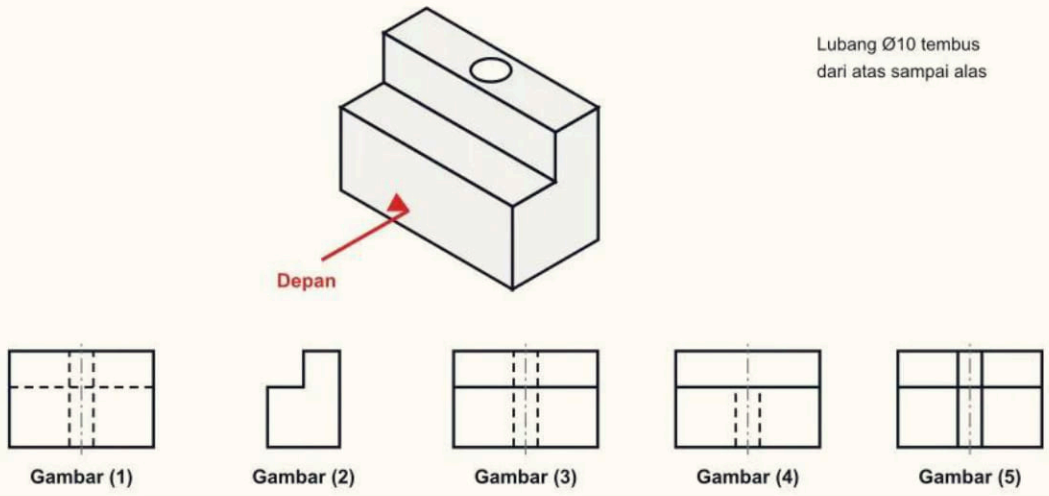
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

dengan jari-jari 5 mm. Garis-garis tepi pelat sudah tergambar dan saling bertemu di sudut.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Perintah yang paling tepat dipakai adalah ....

A. CHAMFER dengan jarak 5 mm pada setiap sudut
B. TRIM untuk memotong ujung garis di setiap sudut
C. OFFSET garis tepi sejauh 5 mm ke arah dalam
D. CIRCLE berjari-jari 5 mm di setiap sudut pelat
E. FILLET dengan jari-jari 5 mm pada setiap sudut

24. Gambar memperlihatkan gambar isometrik sebuah dudukan berbentuk blok bertingkat dengan satu lubang tembus vertikal, serta lima pilihan gambar (2027). Arah panah menunjukkan arah pandangan depan. Siswa diminta memilih tampak depan yang benar untuk gambar kerja.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tampak depan yang benar adalah ....

Gambar isometrik dudukan dan pilihan tampak depan



A. Gambar (1)
B. Gambar (2)
C. Gambar (3)
D. Gambar (4)
E. Gambar (5)

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

25. Siswa menggambar potongan rakitan bushing yang dipres ke dalam rumah bantalan (2027). Kedua komponen terpotong dan saling bersinggungan. Pada gambarnya, kedua komponen diarsir dengan garis tipis bersudut 45° ke arah yang sama dan berjarak sama, sehingga batas keduanya sulit terlihat.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Perbaikan yang sesuai standar gambar teknik adalah ....

A. Mempertebal garis arsiran pada salah satu komponen agar berbeda
B. Mengosongkan arsiran pada bushing karena ukurannya lebih kecil
C. Menghitamkan seluruh bidang potong rumah bantalan agar kontras
D. Mengarsir kedua komponen dengan arah berlawanan atau berjarak beda
E. Mengganti garis arsiran pada bushing dengan garis putus-putus tipis

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, 2, 3, 7, 8, 10, 15, 17, 20, 22): 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 · Bahaya kerja dan penilaian risiko	19	___ / 1	Ulangi hlm. 8
Sub bab 1.2 · Praktik kerja aman dan APD	2	___ / 1	Ulangi hlm. 21
Sub bab 1.3 · Kebakaran, evakuasi, dan pertolongan pertama	1	___ / 1	Ulangi hlm. 37
Sub bab 1.4 · Budaya kerja industri	14	___ / 1	Ulangi hlm. 53
Sub bab 2.1 · Teknologi cutting: bor, bubut, frais, gerinda	13	___ / 1	Ulangi hlm. 78
Sub bab 2.2 · Teknologi non-cutting: menekuk, mengerol, membentuk	17	___ / 1	Ulangi hlm. 94
Sub bab 2.3 · Alat ukur: jangka sorong, mikrometer, mistar baja	11, 20	___ / 2	Ulangi hlm. 106
Sub bab 2.4 · Perkakas tangan	3	___ / 1	Ulangi hlm. 123
Sub bab 2.5 · Perkakas bertenaga: bor tangan dan gerinda tangan	9	___ / 1	Ulangi hlm. 139
Sub bab 2.6 · Pemesinan dasar: parameter pemotongan dan evaluasi hasil	16	___ / 1	Ulangi hlm. 155
Sub bab 2.7 · Pengelasan SMAW dasar	15	___ / 1	Ulangi hlm. 172
Sub bab 3.1 · Logam ferrous dan non-ferrous	6	___ / 1	Ulangi hlm. 203
Sub bab 3.2 · Bahan non-logam dan komposit	5	___ / 1	Ulangi hlm. 216
Sub bab 3.3 · Sifat-sifat bahan	8	___ / 1	Ulangi hlm. 229
Sub bab 3.4 · Memilih bahan komponen	4	___ / 1	Ulangi hlm. 243
Sub bab 4.1 · Sambungan tetap: paku keling dan las	7	___ / 1	Ulangi hlm. 270
Sub bab 4.2 · Sambungan baut dan pasak	18	___ / 1	Ulangi hlm. 283
Sub bab 4.3 · Tumpuan: bushing dan bearing	10	___ / 1	Ulangi hlm. 298
Sub bab 4.4 · Transmisi roda gigi	12	___ / 1	Ulangi hlm. 311
Sub bab 4.5 · Transmisi sabuk-puli dan rantai	21	___ / 1	Ulangi hlm. 325
Sub bab 5.1 · Standar gambar teknik	25	___ / 1	Ulangi hlm. 354
Sub bab 5.2 · Gambar proyeksi, isometrik, dan potongan	24	___ / 1	Ulangi hlm. 368

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 5.3 · Membaca gambar kerja	22	___ / 1	Ulangi hlm. 383
Sub bab 5.4 · Menggambar dengan CADD	23	___ / 1	Ulangi hlm. 396

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Simulasi 2 — Prediksi TKA 2026

SMKTM-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-smktm&node=SMKTM-FIN2

1. Tim K3 siswa memeriksa empat APAR serbuk di bengkel pemesinan pada 10 Maret 2027. SOP menyatakan APAR siap pakai bila jarum tekanan di zona hijau, pin pengaman dan segel utuh, selang tidak retak, dan tanggal isi ulang berikutnya belum lewat.

APAR	Jarum tekanan	Pin dan segel	Selang	Isi ulang berikutnya
A1	hijau	utuh	baik	Februari 2027
A2	hijau	utuh	baik	Agustus 2027
A3	hijau	segel putus	baik	Juni 2027
A4	merah (kurang)	utuh	baik	Desember 2027

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

APAR yang dinyatakan siap pakai adalah ....

A. A2 saja
B. A1 dan A2
C. A2 dan A3
D. A2 dan A4
E. A1, A2, dan A3

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

2. Kelas XII menerima pesanan 50 pin baja dari sebuah bengkel motor melalui unit teaching factory sekolah, dengan tenggat hari Jumat (2027). Pada hari Kamis, 46 pin selesai dan lolos pemeriksaan, sedangkan 4 pin ukurannya sedikit di luar toleransi. Mesin bubut cadangan sedang diperbaiki.
(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
Tim segera memberi tahu guru pembimbing dan pelanggan tentang kemungkinan keterlambatan 4 pin.	○	○
Empat pin yang di luar toleransi boleh dicampur ke dalam kiriman karena selisihnya hanya sedikit.	○	○
Tim menyusun jadwal kerja tambahan dengan izin guru agar 4 pin pengganti segera dibuat.	○	○

3. Siswa membuat baki tatal dari pelat baja 1 mm berukuran 300 × 200 mm, dengan keempat sisinya ditekuk 90° setinggi 30 mm (2027). Pada percobaan pertama, pelat langsung ditekuk tanpa persiapan, dan di keempat sudut bahan bertumpuk sehingga sisi tidak dapat tegak dan sudutnya robek.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Persiapan yang paling tepat sebelum menekuk adalah ....

A. Menekuk sisi panjang dan sisi pendek bersamaan agar sudut tidak bertumpuk
B. Memanaskan keempat sudut agar bahan yang bertumpuk mudah ditekan rata
C. Memotong takik persegi 30 × 30 mm di keempat sudut sebelum menekuk
D. Memotong takik persegi 15 × 15 mm di keempat sudut sebelum menekuk
E. Menekuk sisi-sisinya hanya 60° agar sudut tidak bertumpuk

4. Siswa harus membuat lubang Ø10 H7 (toleransi sangat kecil, permukaan halus) pada dudukan baja untuk pasak pemandu (2027). Tersedia mesin bor duduk, mata bor Ø9,8 mm dan Ø10 mm, reamer mesin Ø10 H7, serta cairan pendingin. Hasil percobaan menunjukkan mata bor Ø10 mm menghasilkan lubang sekitar Ø10,1 mm yang kasar.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Langkah yang paling tepat adalah ....

A. Mengebor dengan mata bor Ø10 mm, lalu meluruskan lubang dengan reamer Ø10 H7
B. Mengebor dengan mata bor Ø10 mm pada putaran sangat rendah agar lubang lebih halus
C. Mengebor dengan mata bor Ø9,8 mm, lalu memperbesar lubang dengan kikir bulat
D. Mengebor Ø9,8 mm, lalu meluaskan dengan reamer Ø10 H7 putaran rendah dan pendingin
E. Mengebor Ø9,8 mm, lalu meluaskan dengan reamer Ø10 H7 putaran tinggi tanpa pendingin

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

5. Saat memegang badan mesin bor duduk, beberapa siswa merasa "kesemutan" ringan di tangan (2027). Teknisi menemukan kabel arde (pembumian) mesin lepas dari bautnya, kabel daya tergencet kaki meja sehingga isolasinya retak, dan stop kontak bercabang dipakai bersama pemanas air. Lantai di sekitar mesin kering.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat tentang bahaya tersebut adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Rasa kesemutan itu ringan, sehingga mesin boleh dipakai sampai jadwal perawatan bulan depan.
☐ B. Kabel arde yang lepas membuat arus bocor tidak tersalur ke tanah, sehingga badan mesin dapat bertegangan.
☐ C. Isolasi kabel yang retak karena tergencet dapat membuat bagian logam bersentuhan dengan penghantar.
☐ D. Karena lantainya kering, bahaya sengatan sudah hilang sehingga mesin boleh dipakai asalkan memakai sandal karet.
☐ E. Stop kontak bercabang yang dipakai bersama pemanas air dapat kelebihan beban dan menjadi panas.

6. Yogi harus mengebor dua lubang pada rangka baja di dinding bengkel setinggi 3 meter untuk memasang lampu, memakai bor tangan (2027). Tersedia tangga lipat A setinggi 2,5 meter, sabuk alat (tool belt), dan seorang teman yang dapat membantu. Lantai bengkel rata dan kering.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Cara kerja yang paling tepat adalah ....

A. Teman menahan tangga, Yogi berdiri di anak tangga teratas agar lubang mudah dijangkau, alat dibawa di sabuk
B. Teman menahan tangga, Yogi berdiri di bawah anak tangga teratas, alat di sabuk, badan di antara sisi tangga
C. Tangga tidak ditahan karena lantai rata, Yogi berdiri di bawah anak tangga teratas, alat dibawa di sabuk
D. Teman menahan tangga, Yogi berdiri di bawah anak tangga teratas, naik sambil menjinjing bor di satu tangan
E. Teman menahan tangga, Yogi berdiri di bawah anak tangga teratas dan mencondongkan badan jauh ke samping

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

7. Siswa memperbaiki troli pengangkut pelat di bengkel (2027). Roda troli berputar pada poros berulir yang ujungnya memakai mur bermahkota (mur kastel) dengan lubang pena di poros. Selain itu, baut-baut pengikat pegangan troli sering kendur karena getaran saat troli didorong di lantai yang tidak rata.
(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. Mur kastel pada poros roda dikunci dengan pena belah yang dimasukkan melalui celah mur dan lubang poros.
☐ B. Mur kastel poros roda dikencangkan sekeras-kerasnya agar roda tidak goyang, baru dipasang pena belah.
☐ C. Pena belah bekas boleh dipakai ulang asalkan masih dapat diluruskan.
☐ D. Baut pegangan dapat diberi ring pegas atau mur pengunci agar tidak kendur karena getaran.
☐ E. Baut pegangan dapat dikunci dengan dua mur (mur ganda) yang saling dikencangkan.

8. Gambar kerja poros meminta kekasaran permukaan paling kasar Ra 3,2 µm (2027). Siswa mencoba pembubutan penyelesaian dengan beberapa pemakanan pada putaran yang sama, lalu memeriksa permukaan dengan alat pembanding kekasaran. Guru meminta setelan yang memenuhi gambar dan paling cepat selesai.

Pemakanan (mm/putaran)	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25
Kekasaran hasil, Ra (µm)	0,7	1,5	3,2	4,4	6,1

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

A. 0,05 mm/putaran
B. 0,10 mm/putaran
C. 0,20 mm/putaran
D. 0,25 mm/putaran
E. 0,15 mm/putaran

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

9. Bengkel sekolah menerima dua pekerjaan dari bahan plastik (2027). Pertama, membengkokkan pipa PVC dengan pemanas udara agar mengikuti bentuk rangka. Kedua, memperbaiki gagang panci dari bakelit (termoset) yang retak. Guru meminta siswa menilai beberapa pendapat.
(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. Gagang bakelit yang retak dapat disambung dengan memanaskannya sampai lunak lalu ditekan.
☐ B. Pipa PVC dapat dibengkokkan setelah dipanaskan karena PVC termasuk termoplastik.
☐ C. Pemanasan PVC harus terkendali karena PVC yang terlalu panas dapat hangus dan mengeluarkan asap berbahaya.
☐ D. Bakelit dipilih untuk gagang panci karena tetap keras dan tidak melunak saat terkena panas kompor.
☐ E. PVC lebih cocok daripada bakelit untuk gagang panci karena mudah dibentuk ulang.

10. Kotak roda gigi mesin pengaduk adonan memakai roda gigi lurus yang berisik pada putaran tinggi (2027). Siswa mengusulkan menggantinya dengan pasangan roda gigi miring (helix) dengan perbandingan sama. Poros-porosnya saat ini hanya memakai bantalan bola radial biasa tanpa penahan gerak ke arah sumbu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penilaian yang paling tepat terhadap usulan itu adalah ....

A. Tepat tanpa perubahan lain, karena roda gigi miring hanya membuat mesin lebih senyap
B. Tepat, asalkan bantalan dan dudukan poros mampu menahan gaya ke arah sumbu
C. Tidak tepat, karena roda gigi miring hanya dapat dipakai pada poros bersilangan
D. Tidak tepat, karena perbandingan putaran roda gigi miring berbeda dengan roda gigi lurus
E. Tepat, asalkan pelumasannya dikurangi agar roda gigi miring tidak selip

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

11. Wina akan memotong pelat seng (baja berlapis seng) tebal 0,5 mm mengikuti garis lengkung ke arah kiri untuk membuat corong (2027). Di ruang alat tersedia gunting pelat lurus, gunting pelat lengkung kiri (untuk potongan yang berbelok ke kiri), gunting pelat lengkung kanan (untuk potongan yang berbelok ke kanan), gergaji besi, dan pahat dingin. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Alat yang paling tepat dipakai Wina adalah ....

A. Gergaji besi dengan daun bergigi kasar
B. Pahat dingin dan palu di atas landasan
C. Gunting pelat lengkung kanan
D. Gunting pelat lengkung kiri
E. Gunting pelat lurus

12. Siswa membuat cetakan sederhana untuk mengecor pemberat pancing dari timah hitam (titik lebur sekitar 330 °C) (2027). Cetakan akan dibuat dari pelat aluminium (titik lebur sekitar 660 °C) dan diberi gagang. Pilihan bahan gagang: batang baja atau kayu keras. *(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
Cetakan aluminium akan ikut melebur karena aluminium menghantarkan panas dengan sangat baik.	○	○
Gagang baja lebih aman dipegang daripada gagang kayu karena baja lebih kuat.	○	○
Cetakan harus kering dan sebaiknya dihangatkan dahulu karena air di cetakan dapat membuat timah cair memercik.	○	○

13. Engsel pintu panel mesin yang dipasang dengan paku keling pejal Ø5 mm sudah longgar dan harus diganti (2027). Pelat panel akan dipakai lagi, sehingga lubangnya tidak boleh membesar atau penyok. Tersedia bor tangan, mata bor Ø3, Ø4,5, dan Ø8 mm, penitik, penumbuk pena, pahat, dan palu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Cara membongkar paku keling yang paling tepat adalah ....

A. Menitik pusat kepala, mengebor dengan mata bor Ø8 mm sampai pelat, lalu mencabut sisa paku
B. Memotong kepala paku dengan pahat dan palu tepat di permukaan pelat, lalu mendorong batangnya
C. Menitik pusat kepala, mengebor kepala dengan Ø3 mm saja, lalu mencongkel kepala dengan obeng
D. Menggerinda kepala paku sampai rata dengan permukaan pelat panel, lalu mendorong batangnya
E. Menitik pusat kepala, mengebor kepala dengan Ø4,5 mm, lalu menumbuk batangnya keluar

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

14. Di gudang bengkel ditemukan tiga batang logam tanpa label (2027). Siswa melakukan uji sederhana dan mencatat hasilnya:

Batang	Tertarik magnet	Warna	Percikan saat digerinda
X	ya	abu-abu	panjang, sedikit bercabang
Y	tidak	putih keperakan, ringan	tidak ada percikan
Z	ya	abu-abu	banyak cabang seperti bintang

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Dugaan jenis bahan X, Y, dan Z berturut-turut yang paling tepat adalah ....

A. Baja karbon tinggi, aluminium, baja karbon rendah
B. Baja karbon rendah, aluminium, baja karbon tinggi
C. Baja karbon rendah, tembaga, baja karbon tinggi
D. Aluminium, baja karbon rendah, baja karbon tinggi
E. Baja karbon rendah, kuningan, besi tuang kelabu

15. Toni mengelas sambungan T dari dua pelat baja 6 mm yang sama tebal pada posisi datar (las sudut) dengan elektroda E6013 Ø3,2 mm pada 110 A (2027). Hasilnya: logam las menumpuk dan melebur baik ke pelat datar, tetapi hanya menempel di permukaan pelat tegak. Guru melihat Toni memegang elektroda hampir tegak lurus terhadap pelat datar.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Perbaikan yang paling tepat adalah ....

A. Mengarahkan elektroda sekitar 45° di antara kedua pelat dan condong 70–80° ke arah gerak
B. Menaikkan arus menjadi 150 A dan mempertahankan sudut elektroda yang sekarang dipakai
C. Memegang elektroda tegak lurus terhadap pelat tegak agar panas lebih banyak ke pelat itu
D. Memperpanjang busur sekitar dua kali diameter elektroda agar panas menyebar ke kedua pelat
E. Mengganti elektroda menjadi Ø2,6 mm dan mempertahankan sudut elektroda yang sekarang

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

16. Teknisi perawatan mesin pompa di daerah pesisir memesan kotak alat yang sering dijinjing ke lokasi (2027). Kotak harus ringan, tidak berkarat oleh udara laut, cukup kuat menahan benturan ringan, dan harganya terjangkau. Data bahan pelat dengan tebal sama:

Bahan pelat	Berat	Tahan karat	Kekuatan	Harga
Baja karbon rendah	berat	rendah	tinggi	murah
Baja tahan karat	berat	tinggi	tinggi	mahal
Aluminium	ringan	tinggi	sedang	sedang
Akrilik	ringan	tinggi	rendah (getas)	sedang

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

A. Baja karbon rendah, karena kuat dan paling murah
B. Baja tahan karat, karena kuat dan tidak berkarat
C. Aluminium, karena ringan, tahan karat, dan cukup kuat
D. Akrilik, karena ringan, tahan karat, dan mudah dibentuk
E. Baja karbon rendah dicat, karena kuat dan lebih tahan karat

17. Batu gerinda asah pada gerinda tangan 4 inci milik bengkel sudah aus dan akan diganti dengan batu baru (2027). Batu baru bertuliskan "Ø100 mm – maks. 15.200 rpm", sedangkan pelat nama mesin menunjukkan 11.000 rpm. Ali mengganti batu itu memakai kunci flens bawaan mesin.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Langkah yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Mencabut steker mesin sebelum melepas batu lama.
☐ B. Mengencangkan mur flens dengan memukul kunci flens memakai palu agar batu tidak lepas.
☐ C. Memasang batu tanpa memeriksa retak karena batu baru tentu tidak cacat.
☐ D. Memastikan batas putaran batu tidak lebih rendah dari putaran mesin.
☐ E. Menyalakan mesin tanpa beban sekitar satu menit sambil mengarahkan batu menjauhi orang.

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

18. Siswa memodifikasi mesin pemotong roti otomatis milik UMKM (2027). Poros pisau dan poros pendorong roti harus berputar sinkron tanpa selip sedikit pun agar potongan sama tebal. Mesin bekerja di dekat makanan sehingga tidak boleh ada pelumas yang menetes, dan suaranya diharapkan tidak berisik.
(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. Sabuk-V biasa cocok karena senyap dan tidak membutuhkan pelumas.
☐ B. Rantai rol cocok karena tidak selip dan sangat kuat untuk mesin ini.
☐ C. Sabuk gilir (timing belt) cocok karena giginya mencegah selip dan tidak perlu pelumas.
☐ D. Sabuk datar cocok karena paling mudah dipasang pada dua poros yang berjauhan.
☐ E. Puli sabuk gilir harus memiliki alur bergigi yang sesuai dengan jarak gigi sabuk.

19. Siswa menyiapkan gambar kerja untuk tiga benda (2027): (1) poros pejal bertingkat berpenampang bulat; (2) pelat datar 3 mm berbentuk rumit dengan beberapa lubang tembus; (3) blok dudukan bertingkat dengan alur di sisi samping yang tidak tampak dari depan maupun atas. Guru meminta jumlah pandangan seminimal mungkin tetapi bentuk benda tetap jelas.
(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. Poros (1) cukup digambar satu pandangan memanjang dengan tanda Ø pada ukuran diameternya.
☐ B. Pelat (2) wajib digambar tiga pandangan agar ketebalannya terlihat.
☐ C. Pelat (2) cukup satu pandangan yang memperlihatkan bentuknya, dengan keterangan tebal pelat.
☐ D. Blok (3) membutuhkan pandangan samping karena alurnya hanya tampak dari samping.
☐ E. Semua benda harus digambar tiga pandangan karena itu aturan baku gambar teknik.

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

20. Dini mengukur diameter lubang bushing hasil bubut dalam dengan rahang ukur dalam jangka sorong ketelitian 0,02 mm (2027). Gambar kerja menuliskan diameter lubang Ø32,5 dengan penyimpangan atas +0,05 dan penyimpangan bawah 0. Gambar memperlihatkan posisi skala saat pengukuran; tanda panah menunjukkan garis nonius yang segaris.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Hasil pembacaan dan tindak lanjut yang paling tepat adalah ....



A. 32,23 mm; ditolak dan dibuang karena jauh di bawah ukuran
B. 32,46 mm; diterima karena selisihnya dengan 32,5 sangat kecil
C. 32,46 mm; ditolak dan dibuang karena tidak dapat diperbaiki
D. 33,15 mm; ditolak karena lubangnya sudah terlalu besar
E. 32,46 mm; ditolak, tetapi lubang masih dapat diperbesar lagi

21. Gambar kerja dudukan yang sudah dibagikan ke tiga kelompok praktik perlu diubah: panjang 40 mm menjadi 42 mm (2027). Kepala gambar (etiket) memiliki kolom perubahan berisi nomor revisi, uraian, tanggal, dan paraf. Guru meminta Sinta memperbaikinya sesuai standar gambar teknik.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Cara memperbaiki gambar yang paling tepat adalah ....

A. Mengganti 40 menjadi 42, memberi tanda revisi, dan mengisi kolom perubahan
B. Mengganti 40 menjadi 42 dan memberi tanda revisi, tanpa mengisi kolom perubahan
C. Mengisi kolom perubahan dan memberi tanda revisi, angka 40 dibiarkan
D. Mengganti 40 menjadi 42 dan mengisi kolom perubahan tanpa tanda revisi
E. Membuat gambar baru bernomor sama dengan angka 42 tanpa kolom perubahan

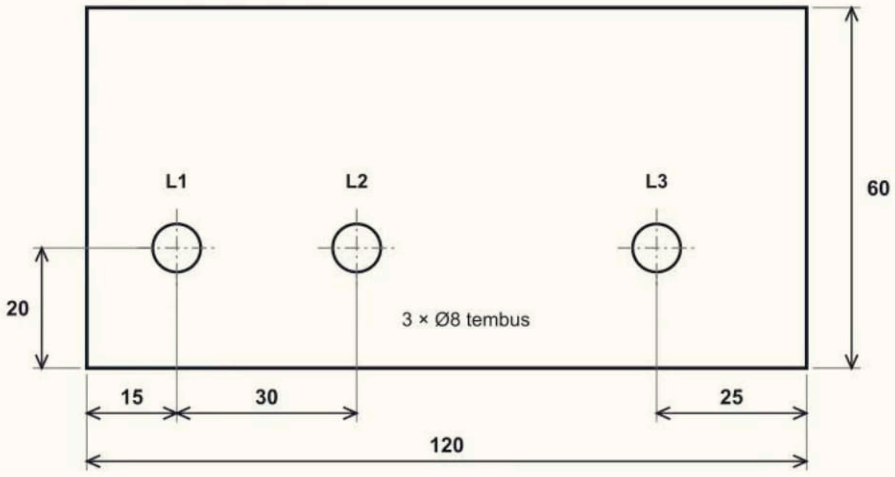
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

22. Bantalan gelinding pada poros kipas pengering di pabrik kerupuk biasanya hangat saja (2027). Setelah perawatan rutin, teknisi baru mengisi rumah bantalan dengan gemuk sampai penuh dan memompanya terus sampai gemuk keluar dari celah perapat. Sejak saat itu bantalan terasa sangat panas dan perapatnya mulai rusak, padahal bunyinya halus. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Penyebab dan tindakan yang paling tepat adalah ....

A. Gemuk kurang; menambah gemuk lagi sampai perapat tertutup rapat
B. Bantalan rusak; segera mengganti bantalan dengan yang baru
C. Putaran kipas terlalu tinggi; mengganti puli agar putaran turun
D. Gemuk berlebih; membuang kelebihan dan mengisi sesuai anjuran
E. Poros bengkok; meluruskan poros lalu memasang kembali bantalan

23. Gambar memperlihatkan gambar kerja pelat penahan dengan tiga lubang (2027). Sebelum mengebor, Galang harus memasang batang pemandu di antara lubang L2 dan L3, sehingga ia perlu mengetahui jarak antara pusat kedua lubang itu, yang tidak ditulis langsung pada gambar.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Jarak pusat L2 ke pusat L3 adalah ....

Gambar kerja pelat penahan (tebal 5 mm) — satuan mm



A. 25 mm
B. 45 mm
C. 50 mm
D. 75 mm
E. 80 mm

24. Dalam menggambar dudukan simetris di perangkat lunak CADD (2027), Fira sudah menggambar separuh kiri benda lengkap dengan garis sumbu tegak di tengah. Ia juga perlu memendekkan ujung garis yang melewati garis tepi dan memperpanjang satu garis sampai

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

menyentuh garis tepi di depannya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pemilihan perintah yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Memakai SCALE dengan faktor −1 untuk mendapatkan separuh kanan benda.
☐ B. Memakai MIRROR terhadap garis sumbu tegak untuk membuat separuh kanan benda.
☐ C. Memakai TRIM untuk memotong ujung garis yang melewati garis tepi.
☐ D. Memakai OFFSET untuk memperpanjang garis sampai menyentuh garis tepi di depannya.
☐ E. Memakai EXTEND untuk memperpanjang garis sampai menyentuh garis tepi di depannya.

25. Saat membubut muka (facing) ujung poros Ø40 mm, Hendra mendapati sebuah tonjolan kecil berbentuk kerucut tertinggal tepat di tengah permukaan (2027). Pahat baru diasah dan tajam, putaran sesuai anjuran lembar kerja, dan pemakanan dilakukan dari tepi luar menuju tengah benda. Ia belum memeriksa ketinggian ujung pahat setelah mengganti ganjal pahat.
(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
Tonjolan itu dapat dihilangkan dengan menaikkan putaran mesin tanpa mengubah penyetelan pahat.	○	○
Tonjolan di tengah menunjukkan ujung pahat tidak tepat setinggi sumbu benda kerja.	○	○
Ketinggian ujung pahat dapat disetel dengan mencocokkannya pada ujung senter kepala lepas.	○	○

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, 5, 7, 9, 12, 17, 18, 19, 24, 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 · Bahaya kerja dan penilaian risiko	5	___ / 1	Ulangi hlm. 8
Sub bab 1.2 · Praktik kerja aman dan APD	6	___ / 1	Ulangi hlm. 21
Sub bab 1.3 · Kebakaran, evakuasi, dan pertolongan pertama	1	___ / 1	Ulangi hlm. 37
Sub bab 1.4 · Budaya kerja industri	2	___ / 1	Ulangi hlm. 53
Sub bab 2.1 · Teknologi cutting: bor, bubut, frais, gerinda	4, 25	___ / 2	Ulangi hlm. 78
Sub bab 2.2 · Teknologi non-cutting: menekuk, mengerol, membentuk	3	___ / 1	Ulangi hlm. 94
Sub bab 2.3 · Alat ukur: jangka sorong, mikrometer, mistar baja	20	___ / 1	Ulangi hlm. 106
Sub bab 2.4 · Perkakas tangan	11	___ / 1	Ulangi hlm. 123
Sub bab 2.5 · Perkakas bertenaga: bor tangan dan gerinda tangan	17	___ / 1	Ulangi hlm. 139
Sub bab 2.6 · Pemesinan dasar: parameter pemotongan dan evaluasi hasil	8	___ / 1	Ulangi hlm. 155
Sub bab 2.7 · Pengelasan SMAW dasar	15	___ / 1	Ulangi hlm. 172
Sub bab 3.1 · Logam ferrous dan non-ferrous	14	___ / 1	Ulangi hlm. 203
Sub bab 3.2 · Bahan non-logam dan komposit	9	___ / 1	Ulangi hlm. 216
Sub bab 3.3 · Sifat-sifat bahan	12	___ / 1	Ulangi hlm. 229
Sub bab 3.4 · Memilih bahan komponen	16	___ / 1	Ulangi hlm. 243
Sub bab 4.1 · Sambungan tetap: paku keling dan las	13	___ / 1	Ulangi hlm. 270
Sub bab 4.2 · Sambungan baut dan pasak	7	___ / 1	Ulangi hlm. 283
Sub bab 4.3 · Tumpuan: bushing dan bearing	22	___ / 1	Ulangi hlm. 298
Sub bab 4.4 · Transmisi roda gigi	10	___ / 1	Ulangi hlm. 311
Sub bab 4.5 · Transmisi sabuk-puli dan rantai	18	___ / 1	Ulangi hlm. 325
Sub bab 5.1 · Standar gambar teknik	21	___ / 1	Ulangi hlm. 354
Sub bab 5.2 · Gambar proyeksi, isometrik, dan potongan	19	___ / 1	Ulangi hlm. 368

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 5.3 · Membaca gambar kerja	23	___ / 1	Ulangi hlm. 383
Sub bab 5.4 · Menggambar dengan CADD	24	___ / 1	Ulangi hlm. 396

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Simulasi 3 — Prediksi TKA 2026

SMKTM-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-smktm&node=SMKTM-FIN3

1. Siswa membubut 20 pin Ø16 ± 0,02 mm berturut-turut tanpa mengubah setelan mesin (2027). Hasil pengukuran beberapa pin:

Pin ke-	1	5	10	12	14
Diameter (mm)	16,00	16,00	16,01	16,02	16,03

Permukaan pin terakhir juga terlihat lebih kasar dan tatal berwarna lebih gelap. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)* Tindakan yang paling tepat sebelum melanjutkan pin ke-15 adalah ....

A. Melanjutkan saja karena pin ke-14 hanya lebih besar 0,03 mm dari ukuran dasar
B. Menaikkan putaran mesin agar permukaan pin kembali halus seperti pin pertama
C. Menambah kedalaman potong 0,03 mm tanpa memeriksa kondisi pahat bubut
D. Mengganti benda kerja berikutnya dengan bahan baja yang lebih lunak
E. Mengasah atau mengganti pahat, lalu menyetel ulang ukurannya

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

2. Hari Jumat sore, Bayu ingin memperbaiki sepeda motornya di rumah dan membutuhkan kunci momen (2027). Ia melihat kunci momen bengkel sekolah tersimpan di lemari yang tidak dikunci, sementara toolman sudah pulang. Bayu berencana mengembalikannya Senin pagi sebelum praktik.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang paling tepat dilakukan Bayu adalah ....

A. Meminta izin kepada guru atau toolman sesuai prosedur peminjaman alat
B. Membawa pulang kunci momen karena akan dikembalikan sebelum dipakai
C. Membawa pulang kunci momen dan menulis catatan di lemari bahwa ia meminjamnya
D. Meminta teman sekelas menyampaikan kepada toolman bahwa kunci momen dipinjam
E. Membawa pulang kunci momen asalkan dipakai dengan hati-hati dan tidak rusak

3. Dua pelat baja masing-masing tebal 10 mm disambung dengan baut M10, satu ring datar tebal 2 mm di bawah mur, dan mur tebal 8 mm (2027). Aturan bengkel: ujung baut harus menonjol 3–5 mm di luar mur.

Panjang baut M10 tersedia (mm)
20, 25, 30, 35, 40

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

A. 20 mm
B. 25 mm
C. 30 mm
D. 35 mm
E. 40 mm

4. Bengkel membuat sudu kipas pengganti untuk ruang pengering kerupuk yang suhunya sekitar 70 °C dan lembap (2027). Sudu harus ringan agar motor tidak terbebani, tidak berkarat, tetap kaku pada suhu kerja, dan dapat dipotong serta dibentuk dengan alat bengkel. Data bahan pelat:

Bahan	Berat	Tahan karat	Kekakuan pada 70 °C	Mudah dibentuk
Aluminium	ringan	tinggi	tetap kaku	mudah
PVC	ringan	tinggi	mulai melunak	mudah
Baja galvanis	berat	sedang	tetap kaku	sedang
Baja karbon rendah	berat	rendah	tetap kaku	mudah

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

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

A. Aluminium, karena ringan, tahan karat, dan tetap kaku
B. PVC, karena paling ringan, tahan karat, dan mudah dibentuk
C. Baja galvanis, karena kaku dan berlapis seng anti karat
D. Baja karbon rendah, karena kaku dan paling mudah dibentuk
E. PVC tebal, karena ketebalan menambah kekakuan pada 70 °C

5. Empat siswa mengukur diameter pin yang sama dengan mikrometer luar 0–25 mm ketelitian 0,01 mm (2027). Hasil dan cara mereka:

Siswa	Cara mengukur	Hasil
P	Pin langsung diukur sesaat setelah dibubut dan masih hangat	19,98 mm
Q	Selubung putar diputar langsung sampai terasa sangat kencang	19,94 mm
R	Muka ukur tidak dibersihkan, ada lapisan oli dan serpih halus	20,00 mm
S	Nol diperiksa, pin dingin dan bersih, diputar dengan gigi gelincir 2–3 klik	19,96 mm

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Hasil yang paling dapat dipercaya adalah ....

A. 19,98 mm (hasil P)
B. 19,94 mm (hasil Q)
C. 20,00 mm (hasil R)
D. 19,96 mm (hasil S)
E. 19,97 mm (rata-rata)

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

6. Siswa merakit rak penyimpanan dari pelat dan profil baja dengan las SMAW (2027). Bagian yang dirakit: (a) kaki rak dari pelat siku yang berdiri tegak lurus di atas pelat alas, (b) dua pelat pengaku yang ditumpuk sebagian (bertumpuk 25 mm) lalu dilas di tepinya, dan (c) dua pelat dinding yang bertemu di tepi luar membentuk sudut 90° pada pojok rak. *(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. Bagian (a) disambung dengan sambungan T memakai las sudut.
☐ B. Bagian (b) adalah sambungan tumpul karena kedua pelat sebidang.
☐ C. Bagian (c) adalah sambungan tumpang karena kedua pelat saling menempel.
☐ D. Bagian (b) adalah sambungan tumpang yang dilas pada tepi pelat atas.
☐ E. Bagian (c) adalah sambungan T karena kedua pelat membentuk sudut 90°.

7. Motor listrik pompa air di sebuah kantin dipasang langsung pada rangka besi sehingga getarannya terasa sampai ke lantai (2027). Teknisi ingin memasang ganjal di antara kaki motor dan rangka yang dapat meredam getaran dan sekaligus tidak menghantarkan listrik bila terjadi kebocoran arus kecil.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Bahan ganjal yang paling tepat adalah ....

A. Pelat baja tebal agar dudukan motor lebih kokoh
B. Pelat aluminium agar ganjal ringan dan tidak berkarat
C. Karet padat tahan oli dengan ketebalan secukupnya
D. Kayu lapis tipis agar mudah dipotong sesuai bentuk kaki
E. Pelat kuningan agar tahan karat dan mudah dibor

8. Untuk memasang rak alat (2027), Dimas harus (1) mengebor dinding beton untuk fisher Ø8 mm, dan (2) mengebor pelat siku baja tebal 4 mm untuk lubang baut Ø8 mm. Ia memakai bor tangan yang memiliki mode bor biasa dan mode palu (hammer). Tersedia mata bor beton berujung karbida Ø8 mm dan mata bor HSS Ø8 mm.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pengaturan yang paling tepat adalah ....

A. Pekerjaan (1) dan (2) memakai mata bor beton dalam mode palu
B. Pekerjaan (1) mata bor HSS mode palu; (2) mata bor beton mode biasa
C. Pekerjaan (1) mata bor beton mode biasa; (2) mata bor HSS mode palu
D. Pekerjaan (1) dan (2) memakai mata bor HSS dalam mode biasa
E. Pekerjaan (1) mata bor beton mode palu; (2) mata bor HSS mode biasa

9. Siswa mengganti bushing perunggu pada poros roda pengangkut di sebuah penggilingan padi (2027). Bushing baru memiliki lubang oli di bagian luar dan alur oli di dinding dalamnya. Rumah bushing memiliki lubang oli di bagian atas, dan bushing dipasang

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

dengan cara dipres.
(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. Bushing dapat dipasang dengan posisi lubang oli bebas karena alur oli akan menyalurkan oli ke mana saja.
☐ B. Lubang oli pada bushing harus segaris dengan lubang oli pada rumah bushing.
☐ C. Bushing dipres masuk ke rumahnya secara lurus memakai alat pres atau penekan yang rata.
☐ D. Bushing perunggu tidak perlu diberi pelumas karena perunggu sudah licin.
☐ E. Poros dan lubang bushing dibersihkan, lalu diberi oli sebelum poros dimasukkan.

10. Dalam simulasi tanggap darurat di bengkel sekolah (2027), petugas menyiapkan tiga skenario kebakaran kecil: (1) tumpukan kardus dan palet kayu di gudang, (2) wadah thinner yang menyala di ruang pengecatan, dan (3) kabel panel mesin yang masih bertegangan mengeluarkan api. Tersedia air, APAR busa, APAR CO_2, dan APAR serbuk kering.
(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
Skenario (1) dapat dipadamkan dengan air karena yang terbakar bahan padat biasa seperti kertas dan kayu.	○	○
Skenario (2) paling tepat disiram air karena air paling cepat menurunkan suhu cairan yang terbakar.	○	○
Skenario (3) dipadamkan dengan APAR CO_2 atau serbuk, dan sumber listrik diputus bila dapat dilakukan dengan aman.	○	○

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

11. Siswa harus mengencangkan 6 baut flens pompa sampai 40 Nm memakai kunci momen jenis klik (2027). Beberapa baut lama masih sangat kencang dan harus dibuka lebih dulu sebelum dipasang kembali. Setelah selesai, kunci momen akan disimpan di lemari alat. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Penggunaan kunci momen yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Menyetel kunci momen ke 40 Nm, lalu menarik gagangnya dengan gerakan rata sampai terdengar bunyi klik.
☐ B. Memakai kunci momen untuk membuka baut lama yang sangat kencang karena gagangnya panjang.
☐ C. Berhenti menarik begitu bunyi klik terdengar, tanpa menambah tarikan lagi.
☐ D. Menyambung gagang kunci momen dengan pipa agar tarikan lebih ringan.
☐ E. Mengembalikan setelan ke angka terendah sebelum disimpan.

12. Gudang bahan bengkel menyimpan baja karbon rendah, baja karbon menengah, dan baja karbon tinggi (2027). Siswa harus memilih bahan untuk tiga komponen: (1) poros roda gigi yang harus kuat dan tangguh, (2) mata pahat tangan yang harus keras dan tajam setelah dikeraskan, (3) rangka meja yang banyak dilas dan ditekuk. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Pasangan bahan untuk komponen (1), (2), dan (3) yang paling tepat adalah ....

A. Karbon rendah, karbon tinggi, karbon menengah
B. Karbon menengah, karbon tinggi, karbon rendah
C. Karbon tinggi, karbon menengah, karbon rendah
D. Karbon menengah, karbon menengah, karbon rendah
E. Karbon rendah, karbon tinggi, karbon rendah

13. Siswa menerima poros pengganti yang menurut pemasok "sudah dikeraskan permukaannya" (2027). Untuk memeriksa, guru menggosokkan kikir halus yang masih baru ke permukaan poros: kikir meluncur tanpa "menggigit" dan tidak meninggalkan goresan. Pada potongan sisa poros yang sama, bagian intinya dapat digores kikir. *(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
Permukaan poros lebih lunak daripada kikir, sehingga kikir meluncur tanpa menggores.	○	○
Hasil uji menunjukkan permukaan poros keras, sedangkan bagian intinya lebih lunak.	○	○
Karena permukaannya keras, poros itu paling mudah dibubut ulang dengan pahat HSS untuk mengecilkan diameternya.	○	○

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

14. Elektroda Rina habis di tengah jalur las sepanjang 300 mm pada pelat baja posisi datar (2027). Di ujung jalur tertinggal cekungan (kawah las) yang tertutup terak. Setelah memasang elektroda baru, ia akan melanjutkan jalur las itu sampai ujung pelat.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Langkah yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Menyalakan busur langsung di dalam kawah tanpa membersihkan terak agar sambungan lebih cepat.
☐ B. Membersihkan terak di ujung jalur sebelum melanjutkan pengelasan.
☐ C. Menyalakan busur sedikit di depan kawah, lalu membawanya mundur ke kawah sebelum bergerak maju.
☐ D. Di ujung pelat, mengisi kawah akhir dengan menahan sebentar atau memundurkan elektroda sebelum busur dimatikan.
☐ E. Mematikan busur di ujung pelat dengan langsung menarik elektroda menjauh secepatnya.

15. Bengkel fabrikasi sekolah memiliki mesin gunting pelat (shearing) bertuas kaki (2027). Saat memotong pelat kecil, Rudi mendorong pelat dengan jari sampai melewati pelindung jari di depan pisau agar garis potong pas. Di sekitar mesin juga ada sisa potongan pelat bertepi tajam di lantai, dan suara mesin cukup keras saat memotong.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pengendalian yang paling tepat untuk bahaya paling parah dalam kasus tersebut adalah ....

A. Memakai sarung tangan kulit tebal saat mendorong pelat kecil ke bawah pisau
B. Memakai pendorong atau penjepit sehingga jari tetap di luar pelindung jari
C. Mendorong pelat dengan jari, lalu menginjak pedal setelah jari ditarik keluar
D. Melepas pelindung jari agar garis potong terlihat dan jari tidak perlu masuk jauh
E. Meminta teman menginjak pedal agar Rudi dapat memusatkan perhatian pada pelat

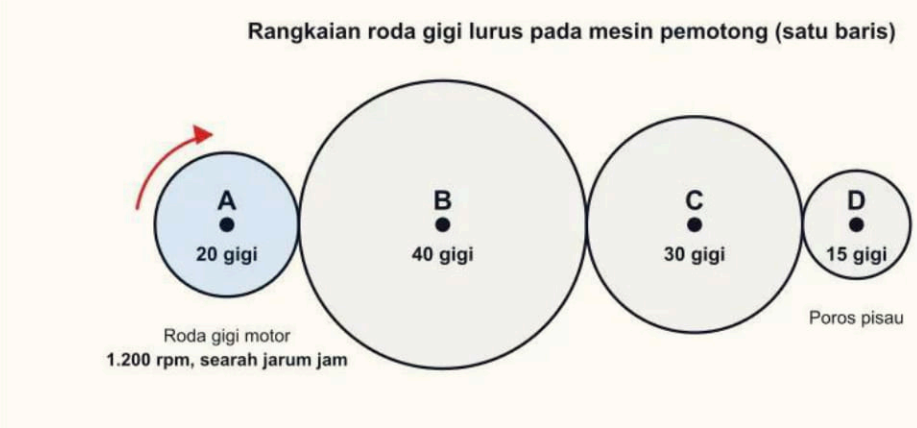
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

16. Bengkel sekolah membuat cerobong silinder Ø300 mm dari pelat baja 1,5 mm memakai mesin rol tiga rol (2027). Pada percobaan pertama, silinder tampak bulat, tetapi kedua ujung pelat di dekat sambungan tetap lurus sehingga sambungan membentuk "puncak". Siswa juga mengerol langsung dengan setelan rol paling rapat dalam satu kali lewat.
(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. Kedua ujung pelat sebaiknya dilengkungkan lebih dulu (pra-tekuk) sebelum seluruh pelat dirol.
☐ B. Ujung lurus dapat dibiarkan karena akan tertarik bulat sendiri saat sambungan dilas.
☐ C. Pengerolan dilakukan bertahap dengan menyetel rol sedikit demi sedikit sampai radius tercapai.
☐ D. Kelengkungan diperiksa dengan mal radius 150 mm pada beberapa titik.
☐ E. Pelat dituntun dengan jari sedekat mungkin ke rol agar masuknya lurus.

17. Gambar memperlihatkan rangkaian empat roda gigi lurus dalam satu baris pada mesin pemotong kerupuk (2027). Roda gigi A digerakkan motor dan roda gigi D berada pada poros pisau. Setiap roda gigi terpasang pada porosnya sendiri, dan setiap pasangan yang bersebelahan saling bersinggungan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Putaran dan arah putar poros pisau adalah ....



A. 1.600 rpm, searah dengan arah jarum jam
B. 1.200 rpm, berlawanan arah jarum jam
C. 800 rpm, searah jarum jam
D. 600 rpm, berlawanan arah jarum jam
E. 1.600 rpm, berlawanan arah jarum jam

18. Siswa harus membubut ujung poros berbentuk kerucut dengan sudut puncak 60° (sudut antara dua sisi kerucut) untuk senter (2027). Panjang bagian kerucut hanya 15 mm. Guru meminta memakai cara memutar eretan atas (eretan kecil) pada mesin bubut.

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

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

A. Memutar eretan atas 60° dan memakan dengan eretan melintang
B. Memutar eretan atas 60° dan memakan dengan eretan atas itu
C. Memutar eretan atas 30° dan memakan dengan eretan atas itu
D. Memutar eretan atas 30° dan memakan dengan eretan memanjang
E. Menggeser kepala lepas sejauh 30 mm dan memakan memanjang

19. Dalam satu hari praktik (2027), kelompok Sari mengerjakan tiga tugas: (a) membubut poros baja dengan cekam berputar, (b) mengelas SMAW rangka meja, dan (c) menggerinda tangan bekas las. Guru meminta mereka menyusun daftar APD untuk setiap tugas.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pasangan tugas dan APD yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Tugas (a): kacamata pengaman dan pakaian kerja berlengan ketat, tanpa sarung tangan saat mesin berputar.
☐ B. Tugas (a): sarung tangan kulit agar tangan tidak tergores tatal ketika mengukur benda yang berputar.
☐ C. Tugas (b): topeng las berkaca gelap, sarung tangan kain tebal, dan apron kulit.
☐ D. Tugas (c): pelindung wajah dan kacamata, penutup telinga, serta sarung tangan kulit.
☐ E. Tugas (b) dan (c): pakaian kerja katun atau bahan tahan api, bukan bahan sintetis yang mudah meleleh.

20. Kepala gambar (etiket) sebuah gambar kerja pelat dudukan memuat catatan: "Toleransi umum ±0,2 mm kecuali dinyatakan lain" (2027). Pada gambar, panjang pelat ditulis 50 tanpa keterangan toleransi, sedangkan lebar lubang ditulis 12 ± 0,05. Siswa memeriksa panjang pelat hasil kerjanya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Batas ukuran panjang pelat yang diterima adalah ....

A. 49,95–50,05 mm
B. 50,00–50,20 mm
C. 49,80–50,00 mm
D. 49,80–50,20 mm
E. 49,00–51,00 mm

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

21. Saat menggambar garis-garis mendatar dan tegak pada gambar rangka di perangkat lunak CADD dengan klik mouse (2027), garis-garis buatan Tegar sering sedikit miring sehingga sudut rangka tidak tepat 90°. Ia tidak ingin mengetik koordinat untuk setiap garis.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Fasilitas yang paling tepat diaktifkan adalah ....

A. GRID agar layar menampilkan titik-titik bantu berjarak sama
B. OSNAP endpoint agar ujung garis tepat bertemu ujung garis lain
C. ORTHO agar garis hanya dapat mendatar atau tegak
D. OFFSET agar garis baru dibuat sejajar dengan garis sebelumnya
E. FILLET agar sudut pertemuan dua garis menjadi tepat 90°

22. Siswa menggambar potongan memanjang rakitan puli yang dipasang pada poros pejal dengan pasak benam dan diikat dengan baut serta mur (2027). Bidang potong melewati sumbu poros. Guru meminta siswa memeriksa gambar sesuai aturan standar gambar potongan.
(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. Poros pejal yang terpotong memanjang tidak diarsir dan digambar seperti tampak biasa.
☐ B. Pasak benam ikut diarsir agar terlihat bahwa ia terpotong bidang potong.
☐ C. Naf puli yang terpotong diarsir karena bagian dalamnya perlu diperlihatkan.
☐ D. Baut dan mur digambar tanpa arsiran walaupun dilewati bidang potong.
☐ E. Seluruh komponen yang dilewati bidang potong diarsir dengan arah yang sama.

23. Siswa menyusun urutan kerja membuat pin Ø16 × 60 mm dari batang baja Ø20 mm yang panjang di mesin bubut (2027). Pin harus sesumbu sepanjang badannya, ujungnya dipinggul 1 × 45°, dan permukaannya halus. Benda dijepit di cekam dengan tonjolan cukup panjang dan ditopang senter putar.
(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
Langkah awal adalah membubut muka (facing) ujung batang lalu membuat lubang senter dengan bor senter.	○	○
Pembubutan penyelesaian Ø16 dilakukan setelah pembubutan kasar, dengan pemakanan kecil.	○	○
Pemotongan pin dari batang dilakukan paling awal agar benda kerja lebih pendek dan ringan.	○	○

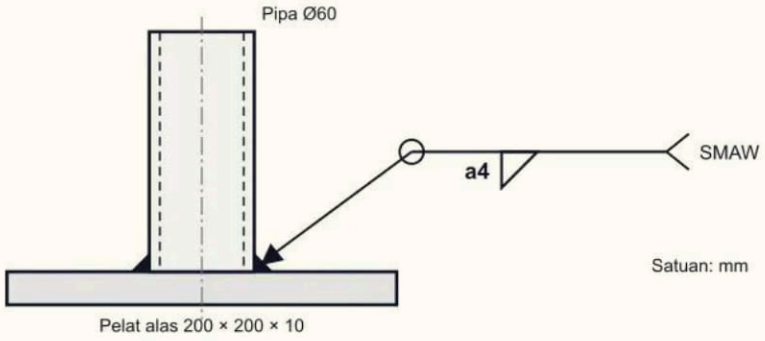
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

24. Sabuk-V mesin bor duduk di bengkel sekolah putus dan akan diganti dengan sabuk baru berukuran sama (2027). Sabuk baru terasa pas sekali dan tidak dapat masuk ke alur puli tanpa dipaksa. Dudukan motor dapat digeser dengan mengendurkan dua bautnya. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)* Cara memasang sabuk yang paling tepat adalah ....

A. Mencongkel sabuk dengan obeng melewati bibir puli sambil memutar puli pelan-pelan
B. Mengendurkan dudukan motor, mendekatkan puli, memasang sabuk, lalu setel tegangan
C. Menyalakan mesin sebentar agar sabuk tertarik masuk sendiri ke dalam alur puli
D. Merendam sabuk di air panas agar lebih lentur, lalu memasangnya ke puli
E. Memotong dan menyambung sabuk agar lebih panjang dan mudah masuk

25. Gambar memperlihatkan gambar kerja tiang lampu bengkel dari pipa Ø60 mm yang dilas ke pelat alas (2027). Sambungan pipa ke pelat diberi simbol las seperti pada gambar. Juru las harus memahami simbol itu sebelum mulai mengelas. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)* Arti simbol las tersebut yang paling tepat adalah ....

Gambar kerja tiang lampu bengkel — sambungan pipa ke pelat alas



A. Las sudut tebal leher 4 mm, dilas mengelilingi pipa dengan SMAW
B. Las sudut tebal leher 4 mm, hanya di sisi pipa yang ditunjuk panah
C. Las tumpul kampuh V sedalam 4 mm, dilas mengelilingi pipa
D. Empat las titik berjarak sama mengelilingi pipa dengan SMAW
E. Las sudut sepanjang 4 mm di sisi pipa yang ditunjuk panah

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 6, 9, 10, 11, 13, 14, 16, 19, 22, 23): 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 · Bahaya kerja dan penilaian risiko	15	___ / 1	Ulangi hlm. 8
Sub bab 1.2 · Praktik kerja aman dan APD	19	___ / 1	Ulangi hlm. 21
Sub bab 1.3 · Kebakaran, evakuasi, dan pertolongan pertama	10	___ / 1	Ulangi hlm. 37
Sub bab 1.4 · Budaya kerja industri	2	___ / 1	Ulangi hlm. 53
Sub bab 2.1 · Teknologi cutting: bor, bubut, frais, gerinda	18	___ / 1	Ulangi hlm. 78
Sub bab 2.2 · Teknologi non-cutting: menekuk, mengerol, membentuk	16	___ / 1	Ulangi hlm. 94
Sub bab 2.3 · Alat ukur: jangka sorong, mikrometer, mistar baja	5	___ / 1	Ulangi hlm. 106
Sub bab 2.4 · Perkakas tangan	11	___ / 1	Ulangi hlm. 123
Sub bab 2.5 · Perkakas bertenaga: bor tangan dan gerinda tangan	8	___ / 1	Ulangi hlm. 139
Sub bab 2.6 · Pemesinan dasar: parameter pemotongan dan evaluasi hasil	1, 23	___ / 2	Ulangi hlm. 155
Sub bab 2.7 · Pengelasan SMAW dasar	14	___ / 1	Ulangi hlm. 172
Sub bab 3.1 · Logam ferrous dan non-ferrous	12	___ / 1	Ulangi hlm. 203
Sub bab 3.2 · Bahan non-logam dan komposit	7	___ / 1	Ulangi hlm. 216
Sub bab 3.3 · Sifat-sifat bahan	13	___ / 1	Ulangi hlm. 229
Sub bab 3.4 · Memilih bahan komponen	4	___ / 1	Ulangi hlm. 243
Sub bab 4.1 · Sambungan tetap: paku keling dan las	6	___ / 1	Ulangi hlm. 270
Sub bab 4.2 · Sambungan baut dan pasak	3	___ / 1	Ulangi hlm. 283
Sub bab 4.3 · Tumpuan: bushing dan bearing	9	___ / 1	Ulangi hlm. 298
Sub bab 4.4 · Transmisi roda gigi	17	___ / 1	Ulangi hlm. 311
Sub bab 4.5 · Transmisi sabuk-puli dan rantai	24	___ / 1	Ulangi hlm. 325
Sub bab 5.1 · Standar gambar teknik	20	___ / 1	Ulangi hlm. 354
Sub bab 5.2 · Gambar proyeksi, isometrik, dan potongan	22	___ / 1	Ulangi hlm. 368

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 5.3 · Membaca gambar kerja	25	___ / 1	Ulangi hlm. 383
Sub bab 5.4 · Menggambar dengan CADD	21	___ / 1	Ulangi hlm. 396

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: C

Konsep: Penilaian risiko sederhana: risiko = kemungkinan × keparahan. Bahaya dengan nilai risiko tertinggi diprioritaskan; aturan tambahan (di sini: keparahan) dipakai bila nilainya sama.

Langkah:

1. P = 5 × 3 = 15; Q = 3 × 5 = 15; R = 4 × 3 = 12; S = 2 × 5 = 10.
2. P dan Q sama-sama 15 → pakai aturan tambahan: keparahan Q (5) > P (3).
3. Q dikendalikan lebih dulu.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: nilai P memang 15, tetapi sama dengan Q, dan aturan bengkel mendahulukan keparahan, bukan kemungkinan.
- **B.** ✗ Keparahan S memang 5, tetapi nilai risikonya hanya 10.
- **C.** ✓ Nilai tertinggi (15) bersama P, dan keparahan Q lebih tinggi.
- **D.** ✗ Nilai R 12, di bawah P dan Q.
- **E.** ✗ Jebakan: nilainya memang sama, tetapi aturan sudah menentukan cara memilih bila nilainya sama.

Jawaban: C.

No. 2 Kunci: A, B, D

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

Konsep: Bahaya pekerjaan las: asap dan gas (perlu ventilasi), cahaya busur (perlu tirai/pelindung mata untuk orang sekitar), listrik (kabel dan APD harus kering dan utuh), dan kebakaran (bahan mudah terbakar dijauhkan dari percikan).

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ Tanpa ventilasi, asap dan gas las menumpuk di ruangan.
- **Pernyataan 2** ✓ Air menghantarkan listrik dari bagian kabel yang terbuka.
- **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: jarak memang mengurangi bahaya, tetapi sinar ultraviolet busur tetap dapat melukai mata penonton tanpa pelindung.
- **Pernyataan 4** ✓ Percikan las dapat terlontar beberapa meter; bahan mudah terbakar harus dijauhkan atau ditutup.
- **Pernyataan 5** ✗ Kulit yang basah dapat menghantarkan listrik; sarung tangan las harus kering.

Jawaban: pernyataan 1, 2, 4.

Latihan sub bab 1.2

No. 1 Kunci: A, C, E

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

Konsep: Benda berat dipindahkan dengan alat angkat bila tersedia. Prinsipnya: periksa alat angkat dan kait, angkat serendah mungkin, jangan ada orang di bawah beban, dan pakai APD (sepatu keselamatan).

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

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Alat angkat lebih aman daripada mengangkat 45 kg dengan tangan; pengaman kait mencegah tali/sling terlepas.

• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: mengangkat berdua memang mengurangi beban, tetapi membungkuk membebani punggung; alat angkat tersedia.

• **Pernyataan 3** ✓ Beban yang tergantung dapat jatuh; area di bawahnya harus kosong.

• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: beban memang harus melewati meja, tetapi beban diangkat hanya setinggi yang diperlukan; makin tinggi, makin berbahaya bila terlepas dan makin sulit dikendalikan.

• **Pernyataan 5** ✓ Ujung baja melindungi jari kaki bila ragum terjatuh.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 5.

No. 2 Kunci: C

Konsep: Sebelum perawatan, sumber energi diputus dan dikunci (gembok) serta diberi label agar tidak dinyalakan orang lain, lalu diuji bahwa mesin benar-benar tidak dapat menyala (prosedur kunci dan label).

Langkah:

1. Panel berada di lorong yang dipakai orang lain → MCB dapat dinyalakan tanpa sengaja.
2. Putus energi + gembok + label.
3. Uji dengan menekan tombol start: mesin tidak boleh menyala.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Saklar di mesin dapat dinyalakan siapa saja dan sumber listrik masih tersambung.

• **B.** ✗ Tombol darurat dapat dilepas, dan teman bisa lengah atau pergi.

• **C.** ✓ Energi diputus, dikunci, diberi label, dan diuji.

• **D.** ✗ MCB yang tidak dikunci dan tidak berlabel dapat dinyalakan oleh orang dari kelas lain.

• **E.** ✗ Jebakan: label sudah dipasang, tetapi tanpa gembok dan tanpa pengujian, MCB yang salah atau dinyalakan orang lain tidak ketahuan.

Jawaban: C.

Latihan sub bab 1.3

No. 1 Kunci: 1S 2B 3S

Konsep: Prosedur evakuasi: hentikan pekerjaan dan amankan mesin secara singkat, tinggalkan barang pribadi, gunakan tangga dan jalur evakuasi (bukan lift), berkumpul di titik kumpul, dan jangan kembali sebelum dinyatakan aman.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: telepon memang berguna, tetapi mengambil barang memperlambat evakuasi dan arah loker berlawanan dengan pintu keluar.

• **Pernyataan 2 → Benar.** Mesin diamankan dalam hitungan detik, lalu evakuasi lewat jalur yang ditentukan.

• **Pernyataan 3 → Salah.** Lift dapat berhenti saat listrik padam atau membawa penumpang ke lantai yang terbakar; evakuasi memakai tangga darurat.

Jawaban: Salah, Benar, Salah.

No. 2 Kunci: D

Konsep: Saat evakuasi: amankan mesin secara singkat, pilih jalur yang menjauhi sumber api dan asap, lalu berkumpul di titik kumpul agar dapat dihitung. Api yang sudah besar tidak dipadamkan dengan APAR oleh siswa.

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

Langkah:
1. Api dan asap berada di sisi pintu utama → jalur itu tertutup.
2. Pintu darurat berada di sisi berlawanan dan langsung menuju titik kumpul.
3. Matikan mesin, keluar lewat pintu darurat, berkumpul di titik kumpul.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: pintu utama memang paling dekat, tetapi jalurnya melewati api dan asap.
• **B.** ✗ Api sudah besar; APAR di dekat api juga sulit dijangkau dengan aman.
• **C.** ✗ Ruang alat berada di dalam bengkel yang terbakar sehingga asap dapat masuk dan Sandi terjebak.
• **D.** ✓ Mesin aman, jalur menjauhi api, dan Sandi menuju titik kumpul.
• **E.** ✗ Menunggu di depan pintu menghalangi orang lain keluar dan Sandi tidak tercatat di titik kumpul.

Jawaban: D.

Latihan sub bab 1.4

No. 1 Kunci: B, C, E

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

Konsep: 5R: Ringkas (memilah dan menyingkirkan yang tidak perlu), Rapi (setiap barang punya tempat tetap), Resik (membersihkan sambil memeriksa), Rawat (mempertahankan standar), Rajin (membiasakan).

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: Ringkas berarti memilah; alat yang masih dibutuhkan tetapi jarang dipakai disimpan di tempat yang lebih jauh, tidak dibuang.
• **Pernyataan 2** ✓ Penataan dengan tempat tetap dan tanda yang jelas (Rapi).
• **Pernyataan 3** ✓ Memilah barang sesuai kondisinya (Ringkas) dan memberi label (Rapi).
• **Pernyataan 4** ✗ Alat yang sering dipakai justru diletakkan paling dekat dengan tempat kerja.
• **Pernyataan 5** ✓ Resik bukan hanya membersihkan, tetapi juga memeriksa kondisi mesin.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

No. 2 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Etika kerja di industri: menjaga kerahasiaan dokumen pelanggan, disiplin waktu, dan bertanggung jawab dengan melaporkan keterlambatan atau hambatan sedini mungkin.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Benar.** Memberi kabar lebih awal menunjukkan tanggung jawab dan menghargai jadwal kerja tim.
• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: dokumentasi PKL memang diperlukan, tetapi gambar kerja pelanggan bersifat rahasia dan tidak boleh disebarkan.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Melaporkan hambatan sebelum tenggat memberi kesempatan atasan mengatur ulang pekerjaan.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

Kuis Akhir Bab 1

No. 1 Kunci: C

Konsep: hierarki pengendalian bahaya, dari yang paling efektif ke yang paling lemah: (1) eliminasi, (2) substitusi, (3) rekayasa teknik (pelindung, ventilasi, penutup), (4) pengendalian administratif (pelatihan, rambu, jadwal), (5) alat pelindung diri (APD). Makin ke atas, makin kecil ketergantungan pada kepatuhan orang.

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

Langkah:
1. Tentukan jenis tiap usulan: pelatihan = administratif; poster = administratif (peringatan); pelindung transparan = rekayasa teknik; pelindung wajah = APD; pembatasan 20 menit = administratif.
2. Eliminasi dan substitusi tidak tersedia (membubut tidak mungkin ditiadakan, dan serpihan tidak bisa diganti).
3. Pilih yang tertinggi di antara pilihan yang ada: rekayasa teknik.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Pelatihan hanya mengubah perilaku; bahaya serpihan tetap ada. Jebakan: "pelatihan" terdengar paling bertanggung jawab.
• **B.** ✗ Poster hanya mengingatkan dan tidak menahan serpihan sama sekali.
• **C.** ✓ Pelindung terpasang pada mesin menahan serpihan di sumbernya untuk semua operator, tanpa bergantung pada kebiasaan mereka.
• **D.** ✗ Jebakan terkuat: pelindung wajah memang perlu, tetapi APD berada di tingkat PALING BAWAH karena bahaya tetap terlempar dan hanya terhalang di badan pekerja.
• **E.** ✗ Membatasi waktu mengurangi lama paparan, tetapi tetap pengendalian administratif.

Jawaban: C.

No. 2 Kunci: A, C, D

Konsep: jenis bahaya ditentukan oleh **cara bahaya itu mencederai atau menimbulkan penyakit**: listrik (sengatan, korsleting), kimia (iritasi, keracunan, uap), mekanis (bagian bergerak, tajam), panas/api, fisik (bising, radiasi), ergonomi (posisi dan beban kerja), jatuh dan tersandung (termasuk benda jatuh).

Langkah: untuk tiap temuan, tanyakan "apa yang bisa terjadi pada pekerja, dan lewat jalan apa?"

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Beban berlebih pada stop kontak memicu panas dan korsleting: bahaya listrik.
• **B.** ✗ Membungkuk lama adalah bahaya ergonomi (otot dan punggung), bukan mekanis. Jebakan: "ragum" terdengar seperti alat mekanis.
• **C.** ✓ Uap pelarut terhirup: bahaya kimia.
• **D.** ✓ Tumpukan di tempat tinggi berisiko jatuh menimpa orang: bahaya benda jatuh.
• **E.** ✗ Percikan di dekat kardus adalah bahaya panas dan api, bukan kimia. Jebakan: kardus dan api sering dikaitkan dengan "bahan".

Jawaban: A, C, dan D.

No. 3 Kunci: A

Konsep: alat pelindung pernapasan dipilih menurut **jenis bahaya di udara**: debu/kabut (partikel) atau uap/gas. Cat semprot berpelarut menghasilkan keduanya sekaligus (kabut cat = partikel; pelarut = uap organik).

Langkah:
1. Tentukan bahaya di udara: kabut cat dan uap pelarut.
2. Cari alat dengan label yang menahan keduanya: filter uap organik dan partikel.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Menahan uap organik, debu, dan kabut halus: sesuai kedua bahaya.
• **B.** ✗ Jebakan: respirator terdengar paling kuat, tetapi filter partikel saja tidak menahan uap pelarut.
• **C.** ✗ Masker kain tidak menahan uap, dan tidak rapat di wajah.
• **D.** ✗ Masker bedah menahan percikan cairan, bukan uap.
• **E.** ✗ Menumpuk masker tidak menyerap uap; hanya membuat sulit bernapas.

Jawaban: A.

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

No. 4 Kunci: E

Konsep: bahaya fisik meliputi kebisingan, getaran, suhu ekstrem, dan radiasi. Kebisingan merusak pendengaran pelan-pelan; tandanya telinga berdenging setelah bekerja.

Langkah: tentukan sumber gangguan yang dialami Santi: suara keras mengenai telinga → gangguan pendengaran, bukan luka akibat bagian bergerak, listrik, bahan kimia, atau posisi kerja.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Bahaya mekanis akan melukai (terpotong, terjepit). Santi tidak terluka oleh bilah.
- **B.** ✗ Tidak ada gejala sengatan atau kerusakan listrik.
- **C.** ✗ Tidak ada gejala iritasi atau gangguan napas; keluhannya di telinga.
- **D.** ✗ Berdiri lama memang bahaya ergonomi, tetapi keluhan Santi adalah telinga berdenging.
- **E.** ✓ Suara keras berulang = bahaya fisik (kebisingan) bagi kesehatan telinga.

Jawaban: E.

No. 5 Kunci: B, D, E

Konsep: titik kumpul dipakai untuk **memastikan semua orang selamat**. Penghitungan dilakukan di sana; tidak ada yang kembali ke gedung sebelum dinyatakan aman oleh petugas yang berwenang.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Pulang sebelum dihitung membuat guru mengira orang itu masih terjebak di gedung dan memicu pencarian berbahaya.
- **B.** ✓ Berkumpul per kelas memudahkan penghitungan.
- **C.** ✗ Kembali mengambil tas adalah kesalahan paling umum dan bisa fatal.
- **D.** ✓ Pencarian korban dilakukan petugas terlatih, bukan guru atau murid sendiri.
- **E.** ✓ Kembali ke gedung hanya setelah ada pernyataan aman dari petugas.

Jawaban: B, D, dan E.

No. 6 Kunci: A, C, E

Konsep: pada perdarahan luar, langkah utama adalah **tekan langsung pada luka dengan bahan bersih**, tinggikan bagian yang luka bila memungkinkan, dan jangan membuka tekanan sebelum darah berhenti. Ikatan sangat kencang dapat mematikan jaringan.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Tekanan langsung menghentikan darah dengan menekan pembuluh yang terluka.
- **B.** ✗ Mengikat sangat kencang menghentikan aliran darah ke seluruh tangan dan berisiko merusak jaringan. Jebakan: terdengar "cepat menghentikan darah".
- **C.** ✓ Meninggikan luka mengurangi tekanan darah di daerah itu, asalkan penekanan tetap dilakukan.
- **D.** ✗ Mengangkat kasa merusak bekuan darah yang mulai terbentuk, sehingga darah mengalir lagi.
- **E.** ✓ Lapisan baru ditambahkan di atas lapisan lama; lapisan pertama dibiarkan.

Setelah perdarahan terkendali, luka dibalut, dan korban dirujuk ke petugas kesehatan bila luka dalam atau lebar.

Jawaban: A, C, dan E.

No. 7 Kunci: 1B 2S 3S

Konsep: bahaya = sumber potensi celaka; risiko = kemungkinan × keparahan. Bahaya yang sama dapat memiliki risiko berbeda bila kemungkinannya berbeda.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 – Benar.** Keparahan sama, kemungkinan di lorong utama jauh lebih besar (dilalui 200 murid sehari), sehingga risikonya lebih tinggi.
- **Pernyataan 2 – Salah.** Jebakan: bahayanya sama, tetapi risiko memperhitungkan seberapa sering orang terpapar.

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

• **Pernyataan 3 – Salah.** Jebakan: "belum pernah ada korban" tidak berarti aman. Risiko dinilai dari kemungkinan dan akibat, bukan dari riwayat kecelakaan saja.

Jawaban: Benar, Salah, Salah.

No. 8 Kunci: B, C, E

Konsep: pada mesin berputar, semua yang bisa tersangkut (rambut, sarung tangan, pakaian longgar) dan semua yang bisa ikut berputar (benda kerja yang tidak dijepit) adalah sumber bahaya utama. Pengamanan benda kerja dan kebersihan dilakukan dengan alat, bukan dengan tangan.

Langkah: nilai setiap pilihan dengan dua pertanyaan: (a) apakah ada bagian tubuh atau kain yang dekat dengan mata bor berputar? (b) apakah benda kerja pasti tidak ikut berputar?

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Sarung tangan, termasuk yang tebal, dapat tertarik mata bor dan menarik tangan ke dalam. Jebakan: terlihat seperti APD yang melindungi.
• **B.** ✓ Pelat tipis dijepit ragum, ragum diklem ke meja. Bila mata bor "menggigit", pelat tidak ikut berputar.
• **C.** ✓ Rambut dan pakaian menjuntai dapat tergulung poros atau mata bor.
• **D.** ✗ Pelat tipis justru paling mudah terangkat dan berputar mengikuti mata bor, lalu melukai tangan. Alasan "terlalu tipis" menyesatkan.
• **E.** ✓ Serpihan dibersihkan dengan kuas hanya setelah mesin berhenti total.

Jawaban: B, C, dan E.

No. 9 Kunci: A, B, E

Konsep: udara bertekanan membawa energi: serpihan terlempar seperti peluru, dan udara yang menempel kulit dapat masuk ke dalam jaringan tubuh. Karena itu semburan tidak pernah diarahkan ke orang, termasuk diri sendiri, dan tekanan diturunkan untuk pembersihan.

Langkah: nilai tiap pilihan dengan pertanyaan "apakah ada orang atau bagian tubuh di arah semburan, dan apakah tekanan sudah sesuai pekerjaan?"

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Kacamata melindungi mata dari serpihan yang terpantul, dan arah semburan harus bebas dari orang.
• **B.** ✓ Tekanan kerja mesin jauh lebih tinggi daripada yang aman untuk pembersihan; ikuti SOP.
• **C.** ✗ Menyemprot pakaian di badan dapat melukai kulit dan menerbangkan serpihan ke mata.
• **D.** ✗ Menguji pada kulit berbahaya; udara bertekanan dapat melukai kulit dan masuk ke jaringan.
• **E.** ✓ Serpihan besar dibersihkan dengan kuas; semburan udara dibatasi untuk celah sempit.

Jawaban: A, B, dan E.

No. 10 Kunci: C

Konsep: sepatu keselamatan (tertutup, bersol anti-slip, berpelindung ujung) melindungi kaki dari serpihan tajam, benda jatuh, dan lantai licin. Alas kaki terbuka tidak melindungi sama sekali.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Berjalan pelan tidak menahan serpihan atau benda jatuh.
• **B.** ✗ Kaus kaki tidak melindungi dari benda tajam atau berat.
• **C.** ✓ Sepatu tertutup yang sesuai dipakai sebelum masuk area kerja.
• **D.** ✗ Tetap berada di bengkel dengan sandal berarti tetap terpapar serpihan.
• **E.** ✗ Sepatu sekolah basah licin dan bukan sepatu keselamatan.

Jawaban: C.

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

No. 11 Kunci: A, D, E

Konsep: pelindung mesin adalah pengendalian rekayasa teknik. Ia dibuka hanya saat mesin mati dan energinya diamankan, dan wajib dipasang kembali sebelum mesin dinyalakan.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Pelindung harus terpasang kokoh sebelum mesin dinyalakan.
- **B.** ✗ Jebakan: "hanya sebentar" tetap berbahaya; kecelakaan terjadi dalam hitungan detik.
- **C.** ✗ Sabuk lama maupun baru sama-sama dapat menjerat; kekakuan sabuk tidak relevan.
- **D.** ✓ Pengaturan sabuk dikerjakan saat mesin mati dan sumber listrik dicabut.
- **E.** ✓ Itulah fungsi pelindung: menutup bagian berputar yang dapat menjerat.

Jawaban: A, D, dan E.

No. 12 Kunci: 1S 2S 3B

Konsep: korban yang masih tersambung dengan sumber listrik dapat mengalirkan arus ke penolongnya bila disentuh langsung. Langkah pertama adalah **memutus sumber listrik** dengan aman, baru menolong korban.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 – Salah.** Menarik korban dengan tangan telanjang membuat penolong ikut tersengat.
- **Pernyataan 2 – Salah.** Air menghantarkan listrik dan tidak memutus arus; menyiram wajah tidak menolong korban yang masih tersambung.
- **Pernyataan 3 – Benar.** Memutus sumber listrik (sakelar atau steker) adalah langkah yang benar bila bisa dijangkau dengan aman.

Jawaban: Salah, Salah, Benar.

No. 13 Kunci: D

Konsep: (1) kebakaran kecil boleh dipadamkan sendiri bila jalur keluar aman dan alat siap, tetapi orang lain harus tahu lebih dulu; (2) cara memakai APAR: **tarik** pin, **arahkan** ke pangkal api, **tekan** tuas, **sapukan** dari sisi ke sisi (PASS). Api cair (kelas B) dipadamkan di pangkalnya, bukan di puncak nyala.

Langkah:

1. Beri tahu orang sekitar agar bantuan datang dan alarm berbunyi.
2. Ambil APAR, tarik pin pengaman.
3. Arahkan nosel ke pangkal api, tekan tuas, sapukan.
4. Setelah padam, pastikan tidak menyala lagi lalu laporkan.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Mengarahkan ke puncak api tidak memadamkan sumber bahan bakar; bantuan baru dipanggil di akhir.
- **B.** ✗ Pin ditarik sebelum APAR diangkat dan diarahkan, dan arah semprot ke puncak api.
- **C.** ✗ Jebakan: air pada api solar membuat solar menyebar bersama air, dan api ikut meluas.
- **D.** ✓ Bantuan dulu, lalu urutan tarik–arahkan ke pangkal–tekan–sapukan.
- **E.** ✗ Menekan tuas untuk menguji memboroskan isi tabung yang terbatas; langsung arahkan ke pangkal api.

Jawaban: D.

No. 14 Kunci: D

Konsep: kebakaran terjadi bila bahan bakar, oksigen, dan sumber panas bertemu. Pencegahan paling efektif adalah **memisahkan bahan mudah terbakar dari sumber panas** dan menyimpannya di wadah atau lemari yang tahan api dan berventilasi.

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

Langkah:

1. Sumber panas: percikan las. Bahan bakar: cat semprot dan pelarut.
2. Pisahkan jarak dan lindungi bahan dengan lemari logam; ventilasi mencegah uap menumpuk.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Kain tebal justru bahan yang dapat terbakar dan tidak menghentikan panas.
- **B.** ✗ Rambu hanya peringatan; pekerjaan las tetap berlangsung di dekat bahan.
- **C.** ✗ Rak yang lebih tinggi tetap dekat meja las dan lebih dekat ke langit-langit.
- **D.** ✓ Memisahkan bahan dari sumber panas dan menyimpannya di lemari logam tertutup berventilasi.
- **E.** ✗ Menyemprot kaleng bertekanan dengan air tidak aman dan tidak menyelesaikan jarak dengan percikan.

Jawaban: D.

No. 15 Kunci: B

Konsep: hierarki pengendalian dari yang paling efektif: eliminasi → substitusi → rekayasa teknik → administratif → APD. Eliminasi sudah dikesampingkan oleh soal ("tidak mungkin dihilangkan").

Langkah:

1. Beri label tiap usulan: penghisap udara = rekayasa; ganti pelarut = substitusi; respirator = APD; jadwal = administratif; rambu = administratif.
2. Karena eliminasi tidak ada, tingkat tertinggi yang tersedia adalah substitusi.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Rekayasa teknik baik, tetapi satu tingkat di bawah substitusi. Jebakan: terdengar paling "teknis".
- **B.** ✓ Mengganti bahan berbahaya dengan yang lebih aman menghilangkan sumber bahayanya (uap yang menyengat dan mudah menyala).
- **C.** ✗ APD adalah tingkat terendah.
- **D.** ✗ Pembatasan waktu = administratif.
- **E.** ✗ Rambu = administratif.

Jawaban: B.

No. 16 Kunci: B

Konsep: rambu K3 dikenali dari bentuk dan warnanya. **Segitiga kuning** = peringatan bahaya. **Lingkaran merah dengan garis coret** = larangan. **Lingkaran biru** = kewajiban (mis. wajib memakai APD). **Persegi hijau** = kondisi aman, jalur evakuasi, atau P3K.

Langkah: kenali rambu 1–4 dari gambar, lalu cocokkan dengan tiga kebutuhan.

1. Rambu 1: lingkaran biru bergambar kacamata → wajib memakai pelindung mata.
2. Rambu 2: segitiga kuning bergambar petir → peringatan bahaya listrik.
3. Rambu 3: lingkaran merah dicoret bergambar nyala api → dilarang membawa api terbuka.
4. Rambu 4: persegi hijau bergambar pintu dan panah → jalan keluar darurat.

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

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Rambu 1 adalah kewajiban memakai pelindung mata, bukan peringatan listrik. Jebakan: rambu kacamata terlihat "tentang keselamatan" sehingga mudah dipilih.
• **B.** ✓ Panel listrik = peringatan (2), gudang oli = larangan api (3), pintu darurat = tanda aman (4).
• **C.** ✗ Gudang oli tidak boleh diberi rambu kewajiban APD mata, dan rambu larangan api bukan penunjuk pintu darurat.
• **D.** ✗ Rambu larangan api (3) diletakkan di panel listrik, sedangkan peringatan listrik (2) justru di gudang oli: tertukar.
• **E.** ✗ Rambu tanda aman (4) dipasang di gudang oli sehingga tidak ada larangan api, dan rambu larangan (3) dipasang di pintu keluar darurat.

Jawaban: B.

No. 17 Kunci: E

Konsep: kunci cekam harus dicabut dari cekam **setiap kali selesai mengencangkan**, sebelum mesin dinyalakan. Cekam berputar dengan kecepatan tinggi; kunci yang tertinggal akan terlempar dengan gaya sentrifugal ke arah operator atau orang lain.

Langkah:

1. Bayangkan cekam berputar dengan kunci mencuat dari lubangnya.
2. Gaya ke luar melemparkan kunci sebagai proyektil; itu bahaya mekanis terbesar.
3. Pencegahan: kebiasaan "lepas kunci, simpan di tempatnya, baru nyalakan".

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: kunci dikira hanya "ikut berputar" dan boleh dilepas belakangan. Padahal kunci akan terlempar sejak mesin mulai berputar.
• **B.** ✗ Mengganti arah putaran tidak mengatasi kunci yang mencuat.
• **C.** ✗ Kunci bukan pengaman; ia justru proyektil.
• **D.** ✗ Memukul kunci hanya menambah bahaya dan tidak relevan dengan akibatnya.
• **E.** ✓ Akibat (terlempar) dan pencegahan (lepas sebelum start) keduanya benar.

Jawaban: E.

No. 18 Kunci: A

Konsep: risiko = kemungkinan × keparahan. Pengendalian hanya menurunkan risiko bila ia benar-benar mengubah kemungkinan atau keparahan. Rambu hanya pengendalian administratif dan tidak mengubah kemungkinan maupun keparahan secara nyata.

Langkah:

1. Hitung nilai risiko SESUDAH pengendalian: P = 1 × 3 = 3; Q = 1 × 2 = 2; R = 1 × 2 = 2; S = 2 × 3 = 6.
2. Nilai tertinggi: S = 6 (tingkat tinggi). Cek ulang: sebelum pengendalian S juga 2 × 3 = 6, jadi tidak berubah.
3. Bahaya S yang ditangani lebih dulu.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Risiko S tetap 6 karena rambu tidak menurunkan kemungkinan maupun keparahan.
• **B.** ✗ Jebakan: P adalah yang tertinggi SEBELUM pengendalian (3 × 3 = 9), tetapi setelah pelindung dipasang turun menjadi 3.
• **C.** ✗ Risiko Q turun dari 6 menjadi 2.
• **D.** ✗ Risiko R turun dari 4 menjadi 2.
• **E.** ✗ Jebakan: P dan S sama-sama memiliki keparahan 3, tetapi risiko P = 3, bukan 6.

Jawaban: A.

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

No. 19 Kunci: D

Konsep: 5R = Ringkas (memilah), Rapi (menata), Resik (membersihkan), Rawat (mempertahankan), Rajin (membiasakan dengan disiplin). Aturan tim: lihat skor TERENDAH di seluruh tabel.

Langkah:

1. Cari skor terendah di tabel: 1, yaitu Ruang alat pada Rajin.
2. Cek pilihan lain: rata-rata terendah memang Mesin las (3,0 dibanding 3,4 dan 3,4), tetapi aturan memakai skor terendah, bukan rata-rata.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: rata-rata Mesin las (3,0) memang terendah, tetapi aturan tim memakai skor terendah.
- **B.** ✗ Skor 2 bukan yang terendah di seluruh tabel.
- **C.** ✗ Skor 2 juga bukan yang terendah.
- **D.** ✓ Skor 1 adalah yang terendah.
- **E.** ✗ Skor 3 bukan yang terendah, walaupun lebih rendah daripada skor lain di Ruang alat.

Jawaban: D.

No. 20 Kunci: A

Konsep: keselamatan adalah tanggung jawab bersama. Ketua kelompok berperan mengingatkan dan, bila perlu, **menghentikan pekerjaan yang tidak aman** sampai APD lengkap. Sinar busur las dapat melukai mata, dan percikan melukai kulit.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Mengingatkan dan menghentikan pekerjaan sampai APD lengkap.
- **B.** ✗ Percikan dan sinar las juga membahayakan orang di sekitar.
- **C.** ✗ Ikut melepas APD melipatgandakan bahaya.
- **D.** ✗ Melapor sesudah selesai berarti bahaya dibiarkan selama praktik.
- **E.** ✗ Kap las melindungi mata dan wajah; tanpa kap las, bahaya utama tetap ada.

Jawaban: A.

No. 21 Kunci: 1S 2B 3S

Konsep: budaya kerja yang bertanggung jawab berarti melaporkan bahaya dan kejadian nyaris celaka (near miss), bukan hanya kecelakaan yang melukai. Laporan membuat sumber bahaya diperbaiki sebelum menimbulkan korban dan menjadi catatan bersama bengkel.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 – Salah.** Jebakan: "tidak ada yang terluka" dianggap berarti tidak ada masalah. Kabel yang melintang tetap bisa menjatuhkan orang berikutnya.
- **Pernyataan 2 – Benar.** Mencatat dan melaporkan adalah tindakan yang benar, dan memungkinkan perbaikan (mis. merapikan kabel atau menambah penutup lantai).
- **Pernyataan 3 – Salah.** Teman sebangku tidak dapat memperbaiki sistem bengkel. Pelaporan harus sampai kepada guru atau penanggung jawab bengkel melalui buku laporan.

Jawaban: Salah, Benar, Salah.

No. 22 Kunci: E

Konsep: tanggung jawab kerja mencakup **mengakui kesalahan, melaporkannya, dan memperbaikinya**. Menyembunyikan produk yang tidak sesuai membahayakan kualitas dan kepercayaan mitra; kesalahan yang dilaporkan lebih awal masih bisa diperbaiki.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Mengurangi jumlah tanpa memberi tahu = menutupi kesalahan, dan pesanan tidak lengkap.
- **B.** ✗ Penyambungan yang menutupi ukuran melanggar gambar kerja dan dapat membahayakan pemakai.

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

• **C.** ✗ Pelat salah yang tercampur akan terpasang dan merugikan pelanggan.
• **D.** ✗ Tidak menyebutkan jumlah = tidak jujur.
• **E.** ✓ Melapor, memisahkan, dan memperbaiki: jujur, bertanggung jawab, dan memberi kesempatan penyelesaian.

Jawaban: E.

No. 23 Kunci: B, C, D

Konsep: 5R (Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin) dan tanggung jawab berarti meninggalkan tempat kerja **dalam keadaan lebih baik atau sama** dari saat kamu datang: bersih, alat pada tempatnya, kerusakan dilaporkan.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Kunci terpasang adalah bahaya (lihat sub bab 1.2) dan melanggar prosedur.
• **B.** ✓ Membersihkan mesin dan lantai = Resik.
• **C.** ✓ Alat pada tempat bertanda = Rapi.
• **D.** ✓ Alat rusak ditandai dan dilaporkan = tanggung jawab dan Rawat.
• **E.** ✗ Menunda pembersihan membebani kelompok lain dan melanggar disiplin kerja.

Jawaban: B, C, dan D.

No. 24 Kunci: B

Konsep: memadamkan sendiri hanya dilakukan bila api masih kecil, jalur keluar aman, dan alat memadai. Bila api membesar, asap menebal, atau alat hampir habis, keputusan yang benar adalah **menyelamatkan diri lewat jalur aman dan meminta bantuan**.

Langkah:
1. Tilik kondisi: api menjalar, asap menebal, APAR hampir habis → kriteria "api kecil" sudah tidak terpenuhi.
2. Lihat denah: Pintu A berada di sisi api (jalur ±9 m melewati api); Pintu B bebas dan dekat (±3 m).
3. Keluar lewat Pintu B sambil membunyikan alarm dan memanggil bantuan.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: ingin "menuntaskan" padahal kondisi sudah di luar kemampuan satu APAR dan makin dekat berarti makin berbahaya.
• **B.** ✓ Mengutamakan keselamatan: jalur bebas, alarm, bantuan.
• **C.** ✗ Pintu A melewati api, dan "sumber air di luar" tidak cocok untuk api oli.
• **D.** ✗ Air pada api bahan bakar atau oli menyebar dan membesar.
• **E.** ✗ Bersembunyi di dalam ruangan dengan asap tebal sangat berbahaya.

Jawaban: B.

No. 25 Kunci: C

Konsep: disiplin waktu berarti datang tepat waktu, tetapi bila terlambat, kamu **melapor dan tetap menjalankan prosedur keselamatan**. Mengejar waktu dengan melewatkan SOP menukar keterlambatan kecil dengan risiko besar.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Menyalakan mesin tanpa persiapan melewatkan APD dan pemeriksaan alat.
• **B.** ✗ Persiapan sambil berjalan dan tanpa lembar kerja melanggar SOP.
• **C.** ✓ Persiapan penuh, lalu meminta maaf dan melapor: bertanggung jawab dan aman.
• **D.** ✗ Menyembunyikan keterlambatan bukan sikap bertanggung jawab.
• **E.** ✗ Memeriksa alat seadanya mengurangi keselamatan demi kecepatan.

Jawaban: C.

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

Latihan sub bab 2.1

No. 1 Kunci: D

Konsep: Alur pasak tertutup dengan ujung setengah lingkaran dibuat dengan pisau frais jari (end mill) berdiameter sama dengan lebar alur. Pisau dua mata potong dapat memotong ke bawah (menusuk) untuk memulai alur di tengah poros.

Langkah:

1. Lebar alur 8 mm → diameter pisau 8 mm.
2. Ujung alur tertutup setengah lingkaran → bentuk dari pisau frais jari.
3. Alur dimulai di tengah poros → pisau harus dapat memotong ke bawah.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Pisau muka untuk meratakan bidang lebar, bukan membuat alur.
- **B.** ✗ Jebakan: lebarnya sesuai, tetapi pisau alur pada arbor menghasilkan ujung alur melengkung panjang mengikuti diameter pisau, bukan setengah lingkaran 8 mm.
- **C.** ✗ Jebakan: jenis pisaunya benar, tetapi Ø10 mm menghasilkan alur 10 mm sehingga pasak longgar.
- **D.** ✓ Diameter sama dengan lebar alur, membentuk ujung setengah lingkaran, dan dapat memotong ke bawah.
- **E.** ✗ Pisau sudut untuk alur miring atau ekor burung.

Jawaban: D.

No. 2 Kunci: A

Konsep: Makin besar diameter mata bor, makin rendah putarannya agar kecepatan potong di tepi mata bor tetap sesuai. Putaran dipilih dari yang tersedia dan tidak melebihi anjuran.

Langkah:

1. Ø5 mm → anjuran 1.500 rpm → tersedia tepat 1.500 rpm.
2. Ø16 mm → anjuran 470 rpm → tersedia terdekat yang tidak melebihi: 450 rpm.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Sesuai tabel dan aturan pemilihan putaran.
- **B.** ✗ Jebakan: 700 rpm adalah putaran tersedia di atas 470 rpm; aturan melarang melebihi anjuran.
- **C.** ✗ Urutannya tertukar: bor kecil justru memakai putaran tinggi.
- **D.** ✗ Putaran Ø5 terlalu rendah dan putaran Ø16 bukan yang terdekat di bawah anjuran.
- **E.** ✗ Putaran Ø5 terlalu rendah sehingga pengeboran lambat.

Jawaban: A.

No. 3 Kunci: 1S 2B 3B

Konsep: Mata bor memotong dengan dua bibir potong yang harus sama panjang dan bersudut sama terhadap sumbu. Bila tidak simetris, ujung mata bor bergeser dari sumbu sehingga lubang lebih besar dan mata bor bergetar.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: sudut memang memengaruhi pemotongan, tetapi 118° adalah sudut umum untuk baja lunak; penyebabnya bibir yang tidak sama.
- **Pernyataan 2 → Benar.** Titik ujung yang bergeser membuat mata bor berputar tidak sesumbu dan memotong lebih lebar.
- **Pernyataan 3 → Benar.** Mal sudut memeriksa sudut dan panjang bibir agar keduanya simetris.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

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

Latihan sub bab 2.2

No. 1 Kunci: B, D, E

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

Konsep: Saat ditekuk, sisi luar pelat tertarik dan sisi dalam tertekan. Radius tekuk minimum disesuaikan dengan tebal dan jenis pelat: makin keras dan makin tebal pelat, makin besar radius minimumnya. Takik atau goresan di sisi luar mempermudah retak.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: pelat tebal memang lebih kuat, tetapi pada radius yang sama sisi luarnya justru teregang lebih besar sehingga lebih mudah retak.
- **Pernyataan 2** ✓ Sisi luar tekukan mengalami tarikan paling besar; radius terlalu kecil membuatnya melampaui kemampuan bahan.
- **Pernyataan 3** ✗ Kecepatan tekuk bukan penyebab utama; hentakan justru membuat hasil tidak terkendali.
- **Pernyataan 4** ✓ Goresan adalah takik kecil yang memusatkan tegangan di bagian yang teregang.
- **Pernyataan 5** ✓ Benda uji memastikan radius baru tidak retak tanpa membuang banyak bahan.

Jawaban: pernyataan 2, 4, 5.

No. 2 Kunci: E

Konsep: Pada penekukan dengan ragum, garis tekuk diletakkan tepat di tepi rahang. Pukulan diberikan dekat garis tekuk, dengan palu beralas balok kayu agar tekukan tajam dan permukaan tidak cacat.

Langkah:

1. Garis tanda tepat di tepi rahang → tekukan di tempat yang benar.
2. Pukul dekat garis tekuk, beralas balok kayu → tekukan tajam dan tidak penyok.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: cara memukulnya benar, tetapi garis tanda 5 mm di atas rahang membuat tekukan bergeser dan melengkung.
- **B.** ✗ Jepitan miring membuat tekukan tidak lurus, dan palu baja langsung meninggalkan bekas.
- **C.** ✗ Jebakan: posisinya benar, tetapi pukulan di ujung yang jauh membuat pelat melengkung, bukan menekuk tajam di garis tanda.
- **D.** ✗ Pelat yang dipegang tang mudah lepas dan tekukan tidak lurus.
- **E.** ✓ Posisi tekuk tepat, tekukan tajam, dan permukaan terlindung dari bekas pukulan.

Jawaban: E.

Latihan sub bab 2.3

No. 1 Kunci: B

Konsep: Mikrometer 0,01 mm: pembacaan = garis milimeter terakhir yang tampak + 0,5 mm bila garis setengah milimeter sesudahnya tampak + angka selubung putar pada garis acuan × 0,01 mm. Ø8,8 (0/−0,05) berarti batas 8,75–8,80 mm.

Langkah:

1. Garis milimeter terakhir yang tampak: 8 mm.
2. Garis setengah milimeter sesudah 8 tampak → + 0,5 mm.
3. Selubung putar menunjuk 27 → 0,27 mm.
4. Hasil: 8 + 0,5 + 0,27 = 8,77 mm; batas 8,75–8,80 → diterima.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: lupa menambahkan 0,5 mm dari garis setengah milimeter yang tampak di bawah garis acuan.

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

- **B.** ✓ Pembacaan 8,77 mm berada di antara 8,75 dan 8,80 mm.
- **C.** ✗ Menganggap garis setengah milimeter sebagai garis milimeter berikutnya (9 mm).
- **D.** ✗ Jebakan: pembacaannya benar, tetapi penyimpangan bawah −0,05 membuat ukuran sampai 8,75 mm masih diterima.
- **E.** ✗ Membaca angka 25 terdekat lalu menganggapnya 0,02 mm.

Jawaban: B.

No. 2 Kunci: B

Konsep: Kesalahan nol: angka yang ditunjukkan alat saat rahang dirapatkan. Bila positif (+0,10 mm), setiap hasil ukur kelebihan 0,10 mm sehingga hasil sebenarnya = pembacaan − 0,10 mm.

Langkah:

1. Kesalahan nol = +0,10 mm.
2. Tebal sebenarnya = 24,35 − 0,10 = 24,25 mm.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: kesalahan nol ditambahkan, padahal alat sudah membaca lebih besar 0,10 mm.
- **B.** ✓ Pembacaan dikurangi kesalahan nol positif.
- **C.** ✗ Tidak dikoreksi; hasilnya kelebihan 0,10 mm.
- **D.** ✗ Mengurangkan seluruh angka di belakang koma lalu menambah 0,10.
- **E.** ✗ Mengurangkan 0,05 mm (ketelitian alat), bukan kesalahan nolnya.

Jawaban: B.

Latihan sub bab 2.4

No. 1 Kunci: C

Konsep: Diameter bor sebelum tap kira-kira diameter nominal dikurangi kisar. Pada lubang tidak tembus, lubang bor dibuat lebih dalam daripada panjang ulir yang dibutuhkan karena ujung tap tirus dan tatal perlu ruang. Tap dipakai berurutan (1 → 2 → 3) dan sesekali diputar balik untuk memutus tatal.

Langkah:

1. Dari tabel: M10 → bor Ø8,5 mm.
2. Ulir penuh 20 mm di lubang buta → lubang bor lebih dalam, misalnya 25 mm.
3. Tap 1, 2, 3 berurutan dengan putaran balik dan pelumas.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: diameter dan cara tap benar, tetapi lubang bor yang hanya 20 mm membuat ujung tap yang tirus menyentuh dasar sebelum ulir penuh terbentuk sampai 20 mm.
- **B.** ✗ Bor Ø10 mm sama dengan diameter luar ulir; ulir tidak akan terbentuk.
- **C.** ✓ Diameter bor, kedalaman lubang, urutan tap, dan putaran balik sudah tepat.
- **D.** ✗ Tatal di lubang buta menumpuk sehingga tap macet atau patah.
- **E.** ✗ Tap 3 tidak dirancang untuk memotong dari awal; beban terlalu berat dan tap dapat patah.

Jawaban: C.

No. 2 Kunci: B, D, E

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

Konsep: Membuka baut macet: pakai kunci yang mencengkeram penuh (ring/sok), lemaskan karat dengan cairan pelonggar, tarik kunci ke arah badan dengan posisi kokoh, dan jangan memperpanjang atau memukul kunci biasa.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: tenaga memang bertambah, tetapi kunci pas mudah selip atau patah dan

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

kepala baut makin rusak.
• **Pernyataan 2** ✓ Cengkeraman di enam sisi lebih kuat dan tidak mudah selip.
• **Pernyataan 3** ✗ Kunci pas biasa tidak dirancang untuk dipukul; dapat patah dan terlempar.
• **Pernyataan 4** ✓ Cairan meresap ke ulir dan melonggarkan karat.
• **Pernyataan 5** ✓ Bila baut tiba-tiba lepas, tangan tidak terbentur dinding atau benda tajam.

Jawaban: pernyataan 2, 4, 5.

Latihan sub bab 2.5

No. 1 Kunci: B, C, E

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

Konsep: Bor tangan dipakai dengan benda kerja terjepit, dipegang dua tangan, tekanan dikurangi saat hampir tembus, tanpa sarung tangan longgar di dekat bagian berputar, dan kabel diperiksa serta dijauhkan dari tempat basah.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: kendali posisi memang penting, tetapi pelat yang dipegang tangan dapat ikut berputar ketika mata bor menyangkut saat menembus.
• **Pernyataan 2** ✓ Benda yang dijepit tidak ikut berputar dan kedua tangan bebas memegang bor.
• **Pernyataan 3** ✓ Saat hampir tembus mata bor mudah menyangkut dan memuntir; pegangan dua tangan menahan puntiran.
• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: pegangan memang perlu kering, tetapi kain longgar dapat terlilit mata bor atau cekam yang berputar.
• **Pernyataan 5** ✓ Kabel rusak di tempat basah menimbulkan bahaya sengatan listrik.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

No. 2 Kunci: D

Konsep: Memotong dengan gerinda tangan: pakai batu potong, jepit benda kerja, pelindung batu tetap terpasang, arahkan percikan menjauhi orang dan bahan mudah terbakar, dan jangan memiringkan batu potong di dalam alur.

Langkah:
1. Memotong → batu potong.
2. Benda dijepit ragum → tangan bebas, benda tidak bergerak.
3. Pelindung terpasang dan percikan menjauhi orang/bensin.
4. Batu dijaga lurus di dalam alur.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Batu asah tebal tidak dirancang untuk memotong dan menekan sisi batu di alur sempit.
• **B.** ✗ Jebakan: pipa memang tidak bergerak, tetapi tangan teman berada dekat batu yang berputar dan dapat terkena bila batu terpental.
• **C.** ✗ Tanpa pelindung, pecahan batu langsung mengarah ke operator.
• **D.** ✓ Keempat syarat terpenuhi.
• **E.** ✗ Jebakan: alur memang bisa melebar, tetapi batu potong yang dimiringkan dapat terjepit, terpental, atau pecah.

Jawaban: D.

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

Latihan sub bab 2.6

No. 1 Kunci: 1S 2B 3B

Konsep: Kualitas permukaan bubut dipengaruhi kekakuan penyetelan (tonjolan pahat pendek, pahat setinggi sumbu), parameter potong, dan ketajaman pahat. Evaluasi dimulai dari penyebab yang ditemukan pada pemeriksaan.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: putaran memang berpengaruh pada kehalusan, tetapi penyebab utama di sini adalah penyetelan pahat; putaran berlebih justru dapat menambah getaran.

• **Pernyataan 2 → Benar.** Pahat yang menonjol terlalu jauh kurang kaku; tonjolan dibuat sependek mungkin.

• **Pernyataan 3 → Benar.** Tinggi pahat yang tidak setinggi sumbu mengubah sudut potong dan dapat menimbulkan getaran.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

No. 2 Kunci: E

Konsep: Bila ukuran membesar atau mengecil teratur dari cekam ke arah kepala lepas, benda kerja menjadi tirus. Pada pembubutan di antara cekam dan senter, penyebab umumnya senter kepala lepas tidak segaris dengan sumbu spindel.

Langkah:

1. Diameter naik teratur 0,06 mm setiap 90 mm menuju kepala lepas → tirus.
2. Pahat sudah dicek tajam dan pahat lain memberi pola sama → bukan keausan pahat.
3. Parameter potong tidak berubah → bukan pemakanan atau putaran.
4. Penyebab paling mungkin: kepala lepas bergeser dari sumbu → setel dan uji ulang.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: keausan pahat memang dapat membuat diameter membesar, tetapi pahat terbukti masih tajam dan pahat lain memberi pola yang sama.

• **B.** ✗ Jebakan: lenturan memang membuat ukuran berubah, tetapi benda yang melentur di antara cekam dan senter paling besar di bagian tengah, bukan membesar teratur sampai ujung kepala lepas.

• **C.** ✗ Cekam kendur menimbulkan getaran atau benda bergeser, bukan tirus teratur menuju kepala lepas.

• **D.** ✗ Pemakanan memengaruhi kekasaran permukaan, bukan selisih diameter yang teratur.

• **E.** ✓ Pola tirus teratur menuju kepala lepas sesuai dengan senter yang tidak sesumbu.

Jawaban: E.

No. 3 Kunci: C, D, E

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

Konsep: Permukaan frais yang tidak sejajar sering disebabkan benda kerja tidak duduk rata di ragum (tatal di dasar, tidak diketuk). Pola tebal di keempat sudut menunjukkan arah kemiringan. Benda diterima hanya bila semua titik berada dalam batas toleransi.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: selisih kecil, tetapi tebal 20,14 dan 20,15 sudah di atas batas 20,05 mm.

• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: sisi kanan memang perlu dipotong lagi, tetapi tatal masih mengganjal sisi kiri sehingga permukaan baru tetap tidak sejajar dengan alas blok; blok harus dilepas, dasar ragum dibersihkan, lalu dipasang ulang.

• **Pernyataan 3** ✓ Pisau memotong bidang mendatar; sisi kiri yang terganjal tatal lebih tinggi sehingga lebih banyak terbuang. Hasilnya sisi kiri 20,00–20,01 dan sisi kanan 20,14–20,15.

• **Pernyataan 4** ✓ Kiri depan 20,00 vs kiri belakang 20,01; kanan depan 20,14 vs kanan belakang

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

20,15 → hampir sama.
• **Pernyataan 5** ✓ Dasar bersih dan ketukan palu lunak membuat blok duduk rata pada paralel.

Jawaban: pernyataan 3, 4, 5.

Latihan sub bab 2.7

No. 1 Kunci: A, C, E

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

Konsep: Porositas sering disebabkan elektroda lembap, permukaan kotor, atau busur terlalu panjang. Terak terperangkap terjadi bila terak tidak dibersihkan di antara jalur. Kabel massa yang dekat dan bersih membuat busur stabil.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✓ Lapisan elektroda hidrogen rendah menyerap uap air; uap air membentuk gas yang terperangkap.
• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: pengeringan memang perlu, tetapi suhu sinar matahari jauh di bawah suhu oven pengering elektroda.
• **Pernyataan 3** ✓ Kontak yang baik dan dekat membuat arus dan busur stabil.
• **Pernyataan 4** ✗ Busur panjang justru menambah porositas dan percikan; terak terperangkap terutama karena terak tidak dibersihkan.
• **Pernyataan 5** ✓ Terak yang tertinggal akan tertutup jalur berikutnya.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 5.

No. 2 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: Teknik menyalakan busur: menggores atau mengetuk, lalu jaga panjang busur sekitar diameter elektroda. Cahaya busur berbahaya bagi mata orang di sekitar, sehingga dipakai tirai las. Elektroda yang menempel dilepas dengan menggoyang pemegang, tetap memakai APD.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Benar.** Cahaya busur dapat melukai mata orang di sekitar (mata terasa berpasir dan perih).
• **Pernyataan 2 → Benar.** Teknik menggores lalu menjaga jarak busur kira-kira sebesar diameter elektroda mengurangi elektroda menempel.
• **Pernyataan 3 → Salah.** Jebakan: arus yang sedikit lebih tinggi memang mengurangi elektroda menempel, tetapi 160 A jauh di atas anjuran Ø3,2 mm (sekitar 90–130 A) sehingga timbul percikan dan undercut; perbaiki dulu teknik menyalakan busur.

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

No. 3 Kunci: C

Konsep: Arus terlalu rendah menghasilkan manik tinggi dan sempit, penyatuan tepi buruk, dan elektroda mudah menempel. Arus diatur di dalam rentang anjuran sesuai diameter elektroda.

Langkah:
1. 70 A < 90 A (batas bawah anjuran Ø3,2 mm).
2. Gejala sesuai arus terlalu rendah.
3. Naikkan arus ke tengah rentang (sekitar 110 A).

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: gerakan lebih lambat memang dapat melebarkan manik, tetapi kecepatan sudah sesuai dan arus tetap di bawah anjuran sehingga penyatuan tetap buruk.
• **B.** ✗ Busur panjang menimbulkan percikan dan porositas, tidak menambah panas penyatuan.
• **C.** ✓ Arus masuk rentang anjuran sehingga penetrasi dan penyatuan tepi membaik.

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

- **D.** ✗ Elektroda lebih besar membutuhkan arus lebih tinggi lagi, sehingga 70 A makin kurang.
- **E.** ✗ Di atas anjuran 130 A sehingga dapat timbul undercut dan percikan.

Jawaban: C.

Kuis Akhir Bab 2

No. 1 Kunci: E

Konsep: proses **non-cutting** mengubah bentuk bahan tanpa membuang bahan (menekuk, mengerol, menempa, mencetak). Proses **cutting** membuang bahan menjadi tatal (membubut, memfrais, mengebor, menggerinda). Bila soal hanya menuntut perubahan bentuk, proses non-cutting lebih hemat bahan dan waktu.

Analisis setiap opsi:

- **A, B, C, D.** ✗ Semuanya membuang bahan (cutting) dan tidak mengubah batang lurus menjadi U. Jebakan: terdengar "teknis", tetapi tidak menjawab kebutuhan.
- **E.** ✓ Menekuk batang pada pemandu berbentuk U adalah proses non-cutting yang tepat dan mudah diulang untuk 100 buah.

Jawaban: E.

No. 2 Kunci: 1B 2S 3S

Konsep: mesin tekuk menekan dengan gaya besar. Keselamatan: tangan jauh dari celah bilah, patuhi kapasitas pada pelat nama, dan tidak meninggalkan mesin dalam keadaan tertekan atau tertahan.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 – Benar.** Titik jepit di antara bilah dan meja dapat meremukkan jari.
- **Pernyataan 2 – Salah.** Jebakan: memperpanjang tuas terasa memecahkan masalah, tetapi melampaui kapasitas dapat mematahkan bagian mesin dan membahayakan operator.
- **Pernyataan 3 – Salah.** Bilah yang tertahan menyimpan energi dan dapat bergerak bila tersentuh; tuas dikembalikan ke posisi bebas.

Jawaban: Benar, Salah, Salah.

No. 3 Kunci: A, C, D

Konsep: pilihan mesin ditentukan oleh bentuk yang dihasilkan dan oleh gerak potong mesin itu. Bubut menghasilkan bentuk bulat (benda berputar); frais menghasilkan permukaan datar, alur, dan kontur (pisau berputar); bor membuat lubang; gerinda menghaluskan atau menghilangkan gerigi; pelat lurus panjang dipotong dengan mesin potong pelat atau gunting pelat.

Langkah: untuk tiap pekerjaan tanyakan "bentuk apa yang dibuat, dan gerak apa yang dibutuhkan?"

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Alur pasak tertutup dengan ujung bulat dibuat dengan pisau jari pada mesin frais.
- **B.** ✗ Pelat rata tidak dapat dipasang pada cekam bubut; pemotongan lurus memakai mesin potong pelat. Jebakan: "rata" dihubungkan dengan "bubut".
- **C.** ✓ Mengurangi diameter poros = pembubutan silindris.
- **D.** ✓ Lubang tembus Ø8 mm dibuat dengan mesin bor.
- **E.** ✗ Menghilangkan gerigi tanpa mengubah ukuran dilakukan dengan gerinda atau kikir; frais memotong banyak bahan dan mengubah ukuran.

Jawaban: A, C, dan D.

No. 4 Kunci: B, C, E

Konsep: pegas balik (springback) terjadi karena sebagian perubahan bentuk pelat bersifat elastis dan kembali setelah gaya dilepas. Makin tinggi kekuatan luluh bahan dan makin besar radius tekuk

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

terhadap tebal, makin besar pegas balik. Bahan yang dilunakkan memiliki kekuatan luluh lebih rendah sehingga pegas baliknya lebih kecil.

Langkah: gunakan data soal (A 1°, B 6°) untuk menguji tiap pernyataan.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Pegas balik terjadi pada semua sudut tekukan, termasuk 90°. Data A dan B sama-sama menekuk 90°.
• **B.** ✓ Baja pegas lebih keras dan pegas baliknya 6° dibanding 1°.
• **C.** ✓ Radius yang relatif besar membuat bagian elastis lebih dominan.
• **D.** ✗ Jebakan: kecepatan penekanan bukan penyebab; pegas balik tetap terjadi.
• **E.** ✓ Bahan yang lebih lunak berpegas balik lebih kecil, sejalan dengan pelunakan lewat pemanasan terkendali.

Jawaban: B, C, dan E.

No. 5 Kunci: C

Konsep: pada pemotongan logam, sebagian besar energi berubah menjadi panas pada ujung mata bor. Cairan pendingin (1) menurunkan suhu, (2) melumasi sehingga gesekan berkurang, dan (3) membantu membuang tatal. Warna kebiruan pada mata bor menandakan suhu terlalu tinggi sehingga mata bor melunak dan cepat tumpul.

Langkah: hubungkan gejala (warna biru, asap, makin berat) dengan penyebab (panas dan gesekan), lalu pilih fungsi cairan yang menanganinya.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Cairan tidak menambah kecepatan potong; kecepatan diatur oleh putaran mesin.
• **B.** ✗ Penitik pusat tetap diperlukan; cairan tidak mencegah tergelincir.
• **C.** ✓ Menurunkan panas dan gesekan, serta membantu mengeluarkan tatal.
• **D.** ✗ Baja tidak menjadi lunak permanen oleh cairan pendingin. Jebakan: "lebih mudah dipotong" terdengar masuk akal.
• **E.** ✗ Anti-karat hanya efek sampingan sebagian cairan, bukan alasan utama pada kasus ini.

Jawaban: C.

No. 6 Kunci: D

Konsep: radius tekuk yang terlalu kecil membuat sisi luar tekukan meregang berlebihan sehingga retak, terutama pada bahan keras. Pedoman memberi radius minimum sebagai kelipatan tebal.

Langkah:

1. Baca baris bahan: aluminium paduan keras → 3,0 × tebal.
2. Hitung: 3,0 × 3 mm = 9 mm (radius minimum).
3. Pilih bilah paling kecil yang tidak kurang dari 9 mm: 10 mm.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ 3 mm = 1,0 × tebal; Jebakan: memakai kelipatan baja lunak.
• **B.** ✗ 6 mm = 2,0 × tebal; memakai kelipatan kuningan.
• **C.** ✗ 8 mm kurang dari 9 mm; Jebakan: "hampir 9" tetap di bawah batas.
• **D.** ✓ 10 mm adalah yang terkecil yang ≥ 9 mm.
• **E.** ✗ 15 mm memenuhi, tetapi bukan yang paling kecil.

Jawaban: D.

No. 7 Kunci: A

Konsep: gerak potong adalah gerak utama yang menghasilkan kecepatan potong (bagian yang berputar atau bergerak cepat). **Gerak makan** adalah gerak yang membawa pahat atau benda ke bahan baru supaya pemotongan berlanjut. Pada bubut: benda kerja berputar (gerak potong) dan pahat

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

bergeser (gerak makan). Pada frais: pisau berputar (gerak potong) dan benda kerja bergeser (gerak makan). Pada bor: mata bor berputar (gerak potong) dan turun ke dalam bahan (gerak makan).

Langkah: tanyakan "mana yang berputar cepat?" lalu "mana yang bergeser pelan menyusuri bahan?"

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Poros berputar = gerak potong; pahat bergeser sepanjang poros = gerak makan.
- **B.** ✗ Pada bubut pahat tidak berputar.
- **C.** ✗ Jebakan: ini pola mesin frais, bukan bubut.
- **D.** ✗ Pahat bubut tidak berputar, dan cekam hanya menjepit benda kerja.
- **E.** ✗ Kedua istilah tertukar.

Jawaban: A.

No. 8 Kunci: B

Konsep: bacaan jangka sorong = angka pada skala utama tepat sebelum garis nol nonius + (nomor garis nonius yang lurus dengan garis skala utama × ketelitian). Dengan ketelitian 0,02 mm, tiap garis nonius bernilai 0,02 mm.

Langkah:

1. Garis nol nonius berada di antara 24 dan 25 pada skala utama: bacaan utama **24 mm**.
2. Cari garis nonius yang paling lurus dengan salah satu garis skala utama: garis ke-**14** (garis kecil keempat sesudah angka 2 pada nonius) lurus dengan garis 38 mm.
3. Nilai nonius = 14 × 0,02 = 0,28 mm.
4. Bacaan = 24 + 0,28 = **24,28 mm**.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ 24,14 mm: garis ke-14 dikalikan 0,01, bukan 0,02.
- **B.** ✓ 24,28 mm.
- **C.** ✗ 24,30 mm: memakai angka nonius terdekat (3 = 0,3 mm) tanpa mencari garis yang benar-benar lurus. Jebakan paling umum.
- **D.** ✗ 25,28 mm: memakai garis skala utama sesudah nol nonius.
- **E.** ✗ 38,28 mm: memakai angka skala utama tempat garis nonius sejajar.

Jawaban: B.

No. 9 Kunci: 1S 2S 3B

Konsep: sebelum memakai perkakas bertenaga, periksa kabel, steker, mata bor, dan chuck. Kunci chuck selalu dilepas.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 – Salah.** Kunci yang tertinggal akan berputar bersama chuck dan terlempar.
- **Pernyataan 2 – Salah.** Kabel terkelupas berbahaya; isolasi sementara tidak aman. Alat tidak dipakai dan dilaporkan.
- **Pernyataan 3 – Benar.** Mata bor yang longgar atau miring dapat terlepas atau membuat lubang melenceng.

Jawaban: Salah, Salah, Benar.

No. 10 Kunci: A, D, E

Konsep: alat ukur adalah alat presisi. Ia dijaga dari kotoran, benturan, karat, dan beban yang tidak semestinya. Titik nol diperiksa sebelum dan sesudah dipakai, dan alat yang diduga bergeser dilaporkan.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Kotoran dan oli bercampur tatal menggores permukaan ukur.
- **B.** ✗ Rahang yang dirapatkan kuat saat disimpan dapat melengkung dan aus pada permukaan ukur.
- **C.** ✗ Ujung rahang yang dipakai menggores menjadi aus dan tidak teliti lagi.

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

• **D.** ✓ Landasan dan batang ukur yang renggang mencegah kedua permukaan saling menekan atau berkarat menempel.
• **E.** ✓ Pemeriksaan titik nol dan pelaporan menjaga ketelitian bersama.

Jawaban: A, D, dan E.

No. 11 Kunci: B

Konsep: snei (die) membuat ulir **luar** pada batang; tap membuat ulir **dalam**. Agar ulir awal rapi, ujung batang diberi chamfer (sudut miring) supaya snei mudah masuk dan lurus. Batang dijepit tegak, snei diberi pelumas, dan diputar maju sekitar satu putaran lalu mundur setengah putaran untuk mematahkan tatal.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Batang yang lebih besar dari ukuran ulir membuat snei macet atau patah.
• **B.** ✓ Menangani semua penyebab: ujung rata, batang miring, tanpa pelumas, putaran terus-menerus.
• **C.** ✗ Memanaskan mengubah sifat baja dan tidak diperlukan; ulir dibuat pada bahan dingin.
• **D.** ✗ Jebakan: tap adalah alat untuk ulir dalam, bukan luar.
• **E.** ✗ Menekan tanpa memutar balik menumpuk tatal dan merobek ulir.

Jawaban: B.

No. 12 Kunci: A

Konsep: bacaan mikrometer = skala selubung (garis mm di atas garis datum + garis 0,5 mm di bawahnya bila tampak) + skala tabung putar yang lurus dengan garis datum × 0,01 mm. Satu putaran tabung = 0,5 mm.

Langkah:
1. Garis mm di atas datum yang terakhir tampak sebelum tabung putar: **12**. Sesudah garis 12 masih tampak satu garis bawah (setengah milimeter), jadi bacaan selubung **12,5 mm**.
2. Garis tabung putar yang lurus dengan datum: **37** → 37 × 0,01 = 0,37 mm.
3. Bacaan = 12,5 + 0,37 = **12,87 mm**.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ 12,87 mm.
• **B.** ✗ 12,37 mm: garis 0,5 mm yang tampak tidak ditambahkan. Jebakan paling umum.
• **C.** ✗ 12,57 mm: angka tabung 37 dibaca sebagai 0,07 dan sisa 0,5 ditambahkan dua kali.
• **D.** ✗ 12,77 mm: angka tabung dibaca 0,27 (salah baca garis).
• **E.** ✗ 13,37 mm: garis 0,5 mm dibulatkan menjadi 1 mm penuh.

Jawaban: A.

No. 13 Kunci: C

Konsep: gigi kikir menghadap ke depan sehingga bahan terpotong pada **langkah maju (tekan)**. Pada langkah mundur kikir diringankan atau diangkat agar gigi tidak aus dan tidak merusak permukaan. Gerakan lurus dan teratur menghasilkan permukaan rata.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Menekan saat mundur menumpulkan gigi (perilaku Rama).
• **B.** ✗ Gerak memutar menghasilkan permukaan bergelombang.
• **C.** ✓ Tekan saat maju, ringan saat mundur.
• **D.** ✗ Kikir keras dan getas; dipukul dapat patah dan serpihannya berbahaya.
• **E.** ✗ Arah gigi menghadap maju, sehingga pemotongan terjadi saat maju.

Jawaban: C.

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

No. 14 Kunci: D

Konsep: setiap alat ukur punya bagian untuk jenis ukuran tertentu: rahang luar (ukuran luar), rahang dalam (ukuran dalam), dan **batang ukur kedalaman** (kedalaman lubang atau alur). Ketelitian alat harus cukup untuk toleransi: toleransi ±0,1 mm memerlukan ketelitian 0,05 mm atau lebih baik.

Langkah:

1. Ukuran yang diminta: kedalaman lubang buta.
2. Pilih alat yang memiliki bagian kedalaman dan ketelitian ≤ 0,05 mm: jangka sorong dengan batang ukur kedalaman.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Mistar baja berketelitian 0,5 mm, lebih kasar daripada toleransi ±0,1 mm.
- **B.** ✗ Rahang luar dirancang untuk ukuran luar, bukan dasar lubang.
- **C.** ✗ Mikrometer luar tidak dapat masuk ke lubang buta untuk mengukur kedalaman.
- **D.** ✓ Batang ukur kedalaman mencapai dasar lubang; ujung rahang dirapatkan di permukaan sebagai acuan.
- **E.** ✗ Memperkirakan dengan mata tidak mengukur sama sekali.

Jawaban: D.

No. 15 Kunci: A, C, E

Konsep: setiap perkakas tangan dirancang untuk satu fungsi. Memakainya di luar fungsi merusak alat dan melukai pemakai. Benda kecil dijepit, tidak dipegang dengan tangan.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Ujung yang pas mencegah ujung obeng tergelincir dan merusak kepala sekrup.
- **B.** ✗ Obeng bukan pahat atau pencongkel; ujungnya dapat patah dan terpental.
- **C.** ✓ Kepala palu yang longgar bisa terlepas; gagang dipegang dekat ujung untuk kendali pukulan.
- **D.** ✗ Tang membulatkan sudut baut dan sering terpeleset; gunakan kunci pas atau ring.
- **E.** ✓ Ragum menahan benda dan menjaga tangan dari pukulan atau kikir yang tergelincir.

Jawaban: A, C, dan E.

No. 16 Kunci: B, C, D

Konsep: membandingkan percobaan harus **satu variabel berubah**, yang lain tetap. Pada pembubutan, pemakanan menentukan kekasaran permukaan; putaran (kecepatan potong) yang terlalu tinggi menaikkan panas dan mempercepat keausan pahat.

Langkah:

1. Bandingkan P1 dengan P2 dan P3 dengan P4 (putaran tetap, pemakanan berubah) → Ra turun dari 6,3 ke 1,6.
2. Bandingkan P2 dengan P3 dan P1 dengan P4 (pemakanan tetap, putaran berubah) → Ra tidak berubah, tetapi pahat aus berat pada putaran 750.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Ra tetap sama ketika hanya putaran dinaikkan (P2 → P3: 1,6 → 1,6).
- **B.** ✓ P1 → P2 dan P4 → P3: Ra turun dari 6,3 ke 1,6.
- **C.** ✓ P2 → P3 dan P1 → P4: aus ringan menjadi aus berat.
- **D.** ✓ P2 dan P3 sama-sama Ra 1,6, tetapi P2 menjaga pahat lebih awet.
- **E.** ✗ Data menunjukkan sebaliknya: pemakananlah yang mengubah Ra. Jebakan: "putaran tinggi pasti lebih halus".

Jawaban: B, C, dan D.

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

No. 17 Kunci: E

Konsep: diameter elektroda dan arus disesuaikan dengan tebal pelat. Elektroda dan arus terlalu besar membuat pelat tipis bolong; arus terlalu kecil membuat busur tidak stabil dan penetrasi kurang.

Langkah:

1. Tebal 2 mm termasuk baris "sampai 3 mm" → elektroda Ø2,6 mm.
2. Rentang arus 60–90 A; "dekat tengah" kira-kira 75 A.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Ø3,2 mm termasuk untuk pelat 4–8 mm.
- **B.** ✗ Ø4,0 mm untuk pelat lebih dari 8 mm.
- **C.** ✗ 40 A di bawah rentang 60–90 A.
- **D.** ✗ Jebakan: diameternya benar, tetapi 120 A melampaui batas atas 90 A.
- **E.** ✓ Ø2,6 mm pada 75 A.

Jawaban: E.

No. 18 Kunci: E

Konsep: pada gerinda tangan, pelindung (guard) harus menutup sisi cakram yang menghadap **operator** sehingga serpihan atau pecahan cakram tertahan. Percikan diarahkan menjauhi operator dan menjauhi bahan mudah terbakar. Operator memakai pelindung wajah atau kacamata pelindung, memegang dengan dua tangan, dan berdiri tidak sejajar dengan bidang cakram.

Langkah:

1. Lihat gambar: pelindung ada di sisi menjauhi Danu, jadi sisi menghadap Danu terbuka.
2. Percikan dan serpihan mengarah ke Danu: bahaya langsung.
3. Kardus berada tidak jauh dari ragum: bahan mudah terbakar di dekat percikan.
4. Perbaikan: putar pelindung ke sisi yang menghadap operator dan jauhkan kardus.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Melepas pelindung menghilangkan satu-satunya penahan pecahan cakram. Jebakan: "terlihat lebih jelas".
- **B.** ✗ Kacamata biasa bukan pelindung mata; dan sisi terbuka tetap menghadap operator.
- **C.** ✗ Mendekatkan ragum ke kardus menambah risiko kebakaran.
- **D.** ✗ Berdiri sejajar bidang cakram berbahaya; satu tangan mengurangi kendali.
- **E.** ✓ Menutup sisi terbuka dan menjauhkan bahan mudah terbakar.

Jawaban: E.

No. 19 Kunci: B

Konsep: waktu pemesinan satu pemakanan $t = L \div (f \times n)$. Kecepatan makan = $f \times n$ (mm/menit). Bila ada beberapa pemakanan sama, waktu totalnya dikalikan jumlah pemakanan.

Langkah:

1. Kecepatan makan: 0,15 mm/putaran × 300 putaran/menit = 45 mm/menit.
2. Waktu satu pemakanan: 90 ÷ 45 = 2 menit.
3. Tiga pemakanan: 3 × 2 = **6 menit**.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ 2 menit: hanya satu pemakanan.
- **B.** ✓ 6 menit.
- **C.** ✗ 12 menit: pahat kembali ke awal ikut dihitung (soal menyatakan tidak dihitung).
- **D.** ✗ 18 menit: pengali tiga dipakai dua kali.
- **E.** ✗ 0,67 menit: 2 menit dibagi tiga, bukan dikalikan tiga.

Jawaban: B.

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

No. 20 Kunci: B, D, E

Konsep: cakram gerinda terus berputar beberapa saat setelah tombol dilepas. Gerinda tidak diletakkan sebelum berhenti total; steker dicabut; cakram diperiksa; dan area dipastikan bebas bara.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Cakram yang masih berputar menyentuh meja dan dapat membuat gerinda melompat atau cakram pecah.
- **B.** ✓ Menunggu berhenti total adalah prosedur dasar.
- **C.** ✗ Steker terpasang membuat gerinda dapat menyala tanpa sengaja saat disentuh.
- **D.** ✓ Retak atau aus pada cakram berbahaya pada pemakaian berikutnya.
- **E.** ✓ Bara dari percikan dapat menyulut majun atau kardus beberapa menit kemudian.

Jawaban: B, D, dan E.

No. 21 Kunci: D

Konsep: kedalaman potong diukur pada **radius**. Karena lapisan terbuang pada kedua sisi poros, pengurangan **diameter** sama dengan dua kali kedalaman potong.

Langkah:

1. Pengurangan diameter total: 32 − 30 = 2 mm → pengurangan radius total = 1 mm.
2. Dua pemakanan sama besar: 1 mm ÷ 2 = **0,5 mm** per pemakanan.
3. Cek: 2 × 0,5 mm × 2 pemakanan = 2 mm pengurangan diameter ✓.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ 2,0 mm: seluruh pengurangan diameter dijadikan satu pemakanan.
- **B.** ✗ 1,0 mm: mengira pengurangan diameter per pemakanan sebagai kedalaman potong. Jebakan paling umum.
- **C.** ✗ 0,25 mm: membagi dua kali lagi.
- **D.** ✓ 0,5 mm.
- **E.** ✗ 4,0 mm: menggandakan pengurangan diameter.

Jawaban: D.

No. 22 Kunci: A, B, E

Konsep: persiapan las memastikan sambungan bersih, area aman dari api, dan rangkaian listrik lengkap. Karat dan oli menimbulkan porositas; bahan mudah terbakar disingkirkan; kabel massa yang buruk membuat busur tidak stabil.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Karat dan oli menyebabkan lubang kecil (porositas) pada las.
- **B.** ✓ Kardus mudah terbakar; jeriken bekas pelarut masih memuat uap.
- **C.** ✗ Kacamata biasa tidak menahan sinar busur; kap las wajib untuk setiap pengelasan.
- **D.** ✗ Lantai basah dan listrik las adalah kombinasi yang sangat berbahaya.
- **E.** ✓ Kontak kabel massa yang bersih dan kuat menjaga arus stabil dan aman.

Jawaban: A, B, dan E.

No. 23 Kunci: C

Konsep: pelat tipis cepat meleleh sehingga panas yang masuk harus kecil: arus rendah, elektroda kecil, dan gerak lebih cepat. Panas berlebih membuat pelat bolong (burn through).

Langkah:

1. Gejala: pelat bolong dan manik cekung → panas terlalu tinggi.
2. Penyebab: elektroda Ø3,2 mm, arus 120 A, gerak lambat.
3. Perbaikan: kurangi masukan panas sesuai pedoman.

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

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Arus lebih besar menambah panas dan lubang.
- **B.** ✗ Gerak lebih lambat menambah panas pada satu titik.
- **C.** ✓ Elektroda Ø2,6 mm, arus rendah, gerak lebih cepat dan stabil.
- **D.** ✗ Elektroda lebih besar menuntut arus lebih besar.
- **E.** ✗ Busur panjang menurunkan kestabilan dan menambah percikan; bukan solusi bolong.

Jawaban: C.

No. 24 Kunci: A

Konsep: kecepatan potong V (m/menit) adalah kecepatan permukaan benda kerja melewati pahat. Putaran n (rpm) berbanding terbalik dengan diameter. Faktor 1.000 mengubah meter menjadi milimeter.

Langkah:

1. Tulis rumus: $n = (1.000 \times V) \div (\pi \times d)$.
2. Masukkan angka: $n = (1.000 \times 30) \div (3{,}14 \times 25) = 30.000 \div 78{,}5$.
3. Hitung: $n \approx$ **382 rpm**.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ 382 rpm.
- **B.** ✗ 764 rpm: memakai jari-jari 12,5 mm sebagai d.
- **C.** ✗ 1.200 rpm: π dilupakan (30.000 ÷ 25).
- **D.** ✗ 191 rpm: diameter dikali dua (50 mm).
- **E.** ✗ 3.820 rpm: faktor 1.000 salah menjadi 10.000.

Jawaban: A.

No. 25 Kunci: 1S 2B 3S

Konsep: terak melindungi logam las selagi panas, tetapi harus dibersihkan sesudah dingin untuk memeriksa manik las dan sebelum jalur berikutnya. Pelat dapat masih sangat panas walau tidak tampak merah.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 – Salah.** Terak yang tertinggal menutupi cacat dan mengganggu jalur berikutnya.
- **Pernyataan 2 – Benar.** Serpihan terak panas dan tajam dapat melukai mata; kacamata pelindung dipakai.
- **Pernyataan 3 – Salah.** Jebakan: "tidak merah" tidak berarti dingin; pelat dapat melukai kulit dalam waktu lama setelahnya.

Jawaban: Salah, Benar, Salah.

Latihan sub bab 3.1

No. 1 Kunci: A

Konsep: Tembaga (logam non-ferrous) menghantarkan panas sangat baik, tahan korosi oleh air, ulet sehingga mudah dibentuk, dan mudah disolder. Karena itu tembaga banyak dipakai untuk pipa pendingin.

Langkah:

1. Syarat utama: penghantar panas, tahan karat, mudah dililit, dapat disolder.
2. Tembaga memenuhi keempat syarat.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Memenuhi semua syarat kasus.
- **B.** ✗ Jebakan: galvanis memang murah dan berlapis seng, tetapi lapisannya rusak saat dililit,

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

penghantar panasnya kurang baik, dan sulit disolder.

• **C.** ✗ Jebakan: tahan karat dan kuat, tetapi pipa tebal sulit dililit dan penghantar panasnya lebih rendah.

• **D.** ✗ Jebakan: aluminium memenuhi tiga syarat, tetapi sulit disambung dengan solder perak memakai alat bengkel biasa.

• **E.** ✗ Bahannya tepat, tetapi alasannya keliru: tembaga dipilih karena hantaran panas, tahan karat, dan mudah dibentuk, bukan karena paling kuat.

Jawaban: A.

No. 2 Kunci: A

Konsep: Besi tuang (ferrous) mudah dicor dalam bentuk rumit, meredam getaran, dan stabil, tetapi getas. Baja lebih kuat dan ulet sehingga cocok untuk poros yang menahan puntiran dan beban berubah.

Langkah:

1. Alas mesin: bentuk rumit, harus kaku dan meredam getaran → besi tuang.
2. Spindel: menahan puntiran dan beban → baja.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Sesuai sifat masing-masing bahan dan tugas komponennya.

• **B.** ✗ Besi tuang justru getas, tidak ulet.

• **C.** ✗ Alasan harga tidak menjelaskan pembagian tugas, dan baja paduan tidak selalu lebih murah.

• **D.** ✗ Jebakan: besi tuang memang dipakai pada bagian yang terkena pendingin, tetapi besi tuang tetap dapat berkarat; alasan utamanya bukan ketahanan karat.

• **E.** ✗ Baja dapat ditempa dan dimesin menjadi bentuk rumit; alasan ini keliru.

Jawaban: A.

Latihan sub bab 3.2

No. 1 Kunci: D

Konsep: Paking harus lentur agar mengisi celah, tahan terhadap cairan yang ditahannya, dan tahan suhu kerja. Untuk oli dipakai karet sintetis tahan oli; karet alam (seperti ban dalam) mengembang dan rusak bila terkena oli.

Langkah:

1. Cairan: oli; suhu sedang; tutup dibuka sesekali.
2. Bahan yang lentur dan tahan oli → karet sintetis tahan oli.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: karet ban dalam memang lentur, tetapi karet alam mengembang dan rusak terkena oli.

• **B.** ✗ PVC tipis kaku dan tidak mengisi celah dengan baik.

• **C.** ✗ Jebakan: busa memang sangat lentur, tetapi berpori sehingga oli merembes melewatinya dan busa cepat rusak.

• **D.** ✓ Lentur, tahan oli, dan tebalnya sesuai.

• **E.** ✗ Aluminium tipis tidak cukup lentur untuk menutup celah permukaan.

Jawaban: D.

No. 2 Kunci: A, C, E

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

Konsep: Komposit fiberglass: ringan, tidak berkarat, isolator listrik, dapat dicetak berbentuk lengkung, tetapi resinnya tidak tahan suhu tinggi, tidak dapat dilas, dan debunya perlu dikendalikan dengan APD.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Fiberglass tidak mengalami korosi seperti logam dan lebih ringan daripada pelat

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

baja.
• **Pernyataan 2 ✗** Jebakan: serat kacanya tahan panas, tetapi resinnya melunak dan dapat terbakar pada suhu tinggi.
• **Pernyataan 3 ✓** Resin dan serat kaca bersifat isolator listrik.
• **Pernyataan 4 ✗** Fiberglass bukan logam; perbaikan dilakukan dengan menambal serat dan resin.
• **Pernyataan 5 ✓** Debu serat kaca mengiritasi kulit dan saluran napas.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 5.

Latihan sub bab 3.3

No. 1 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Sifat fisik logam: memuai bila dipanaskan dan menyusut bila didinginkan. Prinsip ini dipakai untuk memasang komponen bersuaian sesak. Pemanasan dibatasi agar sifat mekanik bahan dan pelumas tidak rusak.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Benar.** Logam memuai saat dipanaskan; setelah dingin bantalan menyusut dan mencengkeram poros.
• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: keselamatan tangan memang penting (pakai sarung tangan tahan panas), tetapi bantalan yang sudah dingin kembali menyusut sehingga tidak dapat masuk ke poros yang sesak.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Poros yang didinginkan menyusut sehingga celah pemasangan bertambah.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 2 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Sifat kelistrikan bahan: tembaga penghantar terbaik di antara ketiganya, aluminium penghantar baik dan ringan, baja tahan karat penghantar buruk. Pemilihan penghantar mempertimbangkan daya hantar, massa, dan biaya.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Benar.** Tembaga memiliki daya hantar listrik lebih tinggi daripada aluminium.
• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: baja tahan karat memang kuat dan tahan karat, tetapi daya hantar listriknya jauh lebih rendah sehingga busbar menjadi panas.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Massa jenis aluminium sekitar sepertiga massa jenis tembaga.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

Latihan sub bab 3.4

No. 1 Kunci: B

Konsep: Baja karbon tinggi dapat dikeraskan agar tahan aus dan tajam. Pengerasan membuatnya getas, sehingga perlu ditemper (dipanaskan ulang pada suhu rendah) untuk menambah ketangguhan.

Langkah:
1. Syarat: tajam lama (keras) dan tahan benturan (tangguh).
2. Baja karbon rendah → tidak dapat dikeraskan dengan baik → cepat tumpul.
3. Dikeraskan saja → getas → patah.
4. Dikeraskan lalu ditemper → keras dan tangguh.

Analisis setiap opsi:
• **A. ✗** Jebakan: kekerasan maksimum membuat pisau tajam lama, tetapi getas dan patah saat terkena batu, seperti pisau dari bengkel lain.
• **B. ✓** Kekerasan cukup untuk tajam lama dan ketangguhan cukup untuk menahan benturan.

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

- **C.** ✗ Besi tuang kelabu getas sehingga mudah patah oleh benturan.
- **D.** ✗ Jebakan: tidak patah, tetapi tetap lunak dan cepat tumpul seperti pisau lama.
- **E.** ✗ Aluminium paduan terlalu lunak untuk mata pisau pencacah.

Jawaban: B.

No. 2 Kunci: E

Konsep: Komponen yang menahan beban kejut dan harus "memberi tanda" sebelum gagal dibuat dari bahan ulet (misalnya baja tempa karbon rendah-menengah). Bahan ulet melengkung atau terbuka dulu sebelum putus, sedangkan bahan keras-getas patah tiba-tiba.

Langkah:

1. Syarat: tahan sentakan dan berubah bentuk dulu sebelum gagal → ulet dan tangguh.
2. Besi tuang dan baja dikeraskan penuh → getas.
3. Kuningan dan aluminium → kekuatannya kurang untuk kait beban.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Besi tuang getas sehingga patah tiba-tiba karena sentakan.
- **B.** ✗ Jebakan: paling keras tidak berarti paling aman; baja yang dikeraskan penuh getas dan patah tanpa tanda.
- **C.** ✗ Kuningan kurang kuat untuk kait beban dan harganya mahal.
- **D.** ✗ Aluminium paduan ringan, tetapi kekuatannya lebih rendah untuk ukuran kait yang sama.
- **E.** ✓ Baja tempa yang ulet akan terbuka atau melengkung dulu sebagai tanda kelebihan beban.

Jawaban: E.

Kuis Akhir Bab 3

No. 1 Kunci: C

Konsep: besi tuang kelabu getas dan sulit dilas, sehingga mudah patah oleh sentakan dan sambungan lasnya sendiri mudah retak. Baja karbon rendah ulet dan mudah dilas, dan melengkung dulu sebelum patah.

Langkah:

1. Tulis syarat: bagian ini menerima sentakan (kayu tersangkut), dan bengkel hanya mampu mengerjakan baja dengan SMAW, gunting, dan penekuk.
2. Besi tuang patah karena getas, jadi memperbaikinya dengan bahan yang sama tidak menghilangkan penyebabnya.
3. Ganti dengan bahan yang ulet dan mudah dikerjakan di bengkel: baja karbon rendah.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: "sama-sama berbasis besi" terdengar masuk akal, tetapi besi tuang kelabu sulit dilas dan sambungannya mudah retak lagi saat tersentak.
- **B.** ✗ Aluminium tipis lunak dan lebih lemah daripada baja; tidak memenuhi syarat menahan sentakan, dan tidak dapat dilas dengan SMAW biasa.
- **C.** ✓ Pelat baja karbon rendah dapat ditekuk dan dilas, ulet, dan tidak patah mendadak.
- **D.** ✗ Jebakan: baut dengan pelat tipis tampak menghindari las, tetapi patahan besi tuang tidak menjadi tahan sentakan karenanya.
- **E.** ✗ Pemanasan dan pendinginan cepat membuat baja keras, bukan memperbaiki besi tuang yang sudah patah; pendinginan cepat justru dapat menambah retak.

Jawaban: C.

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

No. 2 Kunci: 1S 2B 3S

Konsep: besi tuang kelabu (karbon sekitar 2–4 persen) getas: ia patah mendadak oleh pukulan atau sentakan, dan tidak dapat ditempa atau ditekuk. Ia dipakai untuk bentuk rumit yang menerima beban tekan atau getaran, bukan pukulan.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 – Salah.** Jebakan: besi tuang getas, bukan ulet; baja karbon rendah jauh lebih ulet.

• **Pernyataan 2 – Benar.** Pukulan berat dapat membuat landasan retak atau pecah tanpa tanda melengkung lebih dulu.

• **Pernyataan 3 – Salah.** Jebakan: karena sama-sama "besi", dianggap dapat ditempa. Besi tuang tidak dapat ditempa; ia dibentuk dengan dicor.

Jawaban: Salah, Benar, Salah.

No. 3 Kunci: D

Konsep: massa jenis = massa ÷ volume, dan tiap logam punya massa jenis khas. Massa saja tidak cukup untuk menduga bahan, karena kubus yang lebih besar pasti lebih berat walaupun bahannya lebih ringan.

Langkah:

1. Hitung volume: K1 = 6 × 6 × 6 = 216 cm^3; K2 = 3 × 3 × 3 = 27 cm^3; K3 = 5 × 5 × 5 = 125 cm^3.
2. Hitung massa jenis: K1 = 1.555 ÷ 216 ≈ 7,2 g/cm^3; K2 = 240 ÷ 27 ≈ 8,9 g/cm^3; K3 = 981 ÷ 125 ≈ 7,85 g/cm^3.
3. Cocokkan dengan pedoman: 7,2 = besi tuang kelabu; 8,9 = tembaga; 7,85 = baja.
4. Cek ulang K4: 173 ÷ 64 ≈ 2,7 g/cm^3 = aluminium, sehingga ketiga dugaan di atas tidak berebut dengan K4.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: urutan ini muncul bila hanya membandingkan massa (K1 paling berat dianggap tembaga, K3 baja, K2 besi tuang) tanpa memperhitungkan ukuran kubus.

• **B.** ✗ Besi tuang dan baja tertukar. Massa jenis keduanya berdekatan (7,2 dan 7,85), sehingga harus dihitung, bukan ditebak.

• **C.** ✗ Jebakan: K2 dianggap aluminium karena massanya kecil, padahal kubusnya juga kecil; hasil bagi dengan volume ≈ 8,9.

• **D.** ✓ Ketiga hasil hitung cocok dengan pedoman.

• **E.** ✗ K2 dan K3 tertukar: K2 bermassa jenis ≈ 8,9 (tembaga), K3 ≈ 7,85 (baja).

Jawaban: D.

No. 4 Kunci: A

Konsep: setiap plastik punya suhu kerja maksimum; di atas suhu itu ia melunak dan kehilangan bentuk. PTFE bergesekan sangat rendah, tahan panas dan bahan kimia, tetapi lunak. Nilon licin dan senyap, tetapi suhu kerjanya jauh lebih rendah.

Langkah:

1. Tulis syarat wajib: tahan sekitar 150 derajat Celsius dan gesekan kecil tanpa pelumas oli.
2. Coret bahan yang suhu maksimumnya di bawah 150: nilon (100), polietilen (80), PVC (60).
3. Sisa PTFE (260): memenuhi kedua syarat.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ PTFE tahan 260 derajat Celsius dan gesekannya sangat rendah.

• **B.** ✗ Jebakan: nilon "licin dan senyap", tetapi melunak di atas sekitar 100 derajat Celsius.

• **C.** ✗ Polietilen melunak di atas sekitar 80 derajat Celsius.

• **D.** ✗ PVC bahkan paling rendah suhu kerjanya (60); pada 150 derajat Celsius ia hangus.

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

• **E.** ✗ Jebakan: oli dianggap mengatasi gesekan nilon, padahal kasus menyebut oli menguap dan berasap pada suhu itu, dan nilon tetap melunak.

Jawaban: A.

No. 5 Kunci: E

Konsep: jenis karet dipilih menurut kondisi kerja. Karet alam lentur tetapi menua cepat oleh panas dan lemah terhadap oli; karet nitril tahan oli dan bahan bakar; neoprena tahan cuaca; karet silikon tahan suhu tinggi (sekitar 200 derajat Celsius) dan suhu rendah.

Langkah:
1. Tulis syarat wajib dari kasus: suhu kerja sekitar 180 derajat Celsius dan tetap lentur. Oli tidak ada, jadi keunggulan nitril tidak dibutuhkan.
2. Coret karet yang menua atau mengeras pada suhu itu: karet alam.
3. Pilih yang tahan suhu itu: silikon.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Karet alam mengeras dan retak oleh panas; gasket lama sudah memperlihatkan gejala itu.
• **B.** ✗ Jebakan: nitril terdengar "karet teknik", tetapi keunggulannya tahan oli, bukan panas; oli tidak ada dalam kasus ini.
• **C.** ✗ Cat tidak melindungi karet dari panas dan justru dapat retak.
• **D.** ✗ Tahan cuaca tidak berhubungan dengan suhu dalam oven, dan oven bukan ruang luar.
• **E.** ✓ Silikon tetap lentur pada suhu sekitar 200 derajat Celsius.

Jawaban: E.

No. 6 Kunci: B, D, E

Konsep: aluminium ringan, lunak, mudah dimesin dan dibentuk, tahan karat, tetapi bertitik lebur rendah (sekitar 660 derajat Celsius) sehingga sulit dilas dengan SMAW biasa. Kelunakannya membuat permukaannya mudah tergores dan menyumbat batu gerinda.

Langkah: cocokkan tiap tindakan dengan sifat aluminium: lunak, titik lebur rendah, mudah dikerjakan.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: aluminium bukan logam keras, dan serpihannya menyumbat batu gerinda yang dipakai untuk baja.
• **B.** ✓ Paku keling pop menyambung tanpa panas, cocok untuk pelat tipis aluminium.
• **C.** ✗ Jebakan: titik lebur rendah justru membuat aluminium mudah bolong atau meleleh oleh busur SMAW dan elektroda baja; diperlukan cara las khusus.
• **D.** ✓ Lapisan lunak pada rahang mencegah goresan pada pelat lunak.
• **E.** ✓ Aluminium mudah digunting dan dibor selama alatnya tajam.

Jawaban: B, D, dan E.

No. 7 Kunci: D

Konsep: termoplastik rantainya saling lepas, sehingga melunak bila dipanaskan, mengeras lagi saat dingin, dan dapat dibentuk ulang atau didaur ulang. Termoset rantainya terikat silang; ia tidak melunak, dan bila terlalu panas hangus atau terurai.

Langkah:
1. Periksa kolom "Saat dipanaskan": melunak = termoplastik (P, R); tidak melunak dan menghitam atau berasap = termoset (Q, S).
2. Periksa kolom "Setelah dingin": P dan R dapat dibentuk lagi, Q dan S tidak.
3. Hanya P dan R yang memenuhi syarat daur ulang.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: "tetap keras" dikira ciri bahan kuat yang layak didaur ulang. Itu justru ciri termoset

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

yang tidak dapat dibentuk ulang.

- **B.** ✗ Q berubah (menghitam), tetapi berubah karena hangus, bukan karena melunak.
- **C.** ✗ S tidak melunak sama sekali; ia hanya retak dan berasap.
- **D.** ✓ P dan R melunak, mengeras lagi, dan dapat dibentuk ulang.
- **E.** ✗ R juga melunak dan dapat dibentuk ulang; "mudah dibengkokkan" bukan satu-satunya ciri.

Jawaban: D.

No. 8 Kunci: A, C, D

Konsep: magnet menarik logam berbasis besi (ferrous). Tetapi tidak tertarik magnet belum berarti non-ferrous: sebagian baja tahan karat tidak tertarik magnet. Karena itu uji magnet digabung dengan uji lain, misalnya berat dan warna.

Langkah:

1. Tafsirkan hasil magnet: yang tertarik = berbasis besi; yang tidak tertarik = non-ferrous atau baja tahan karat jenis tertentu.
2. Pelat berkilap tidak tertarik: kandidatnya aluminium atau baja tahan karat.
3. Bedakan dengan berat: aluminium sekitar sepertiga massa baja pada ukuran sama. Pelat yang berat untuk ukurannya lebih condong ke baja tahan karat.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Magnet menarik logam berbasis besi, yaitu baja dan besi tuang.
- **B.** ✗ Jebakan: "tidak tertarik magnet" dianggap pasti aluminium. Baja tahan karat jenis tertentu juga tidak tertarik.
- **C.** ✓ Karena itu pelat perlu diuji dengan cara lain (berat, warna, percikan).
- **D.** ✓ Berat yang besar untuk ukurannya tidak cocok dengan aluminium yang ringan.
- **E.** ✗ Jebakan: tertarik magnet hanya berarti berbasis besi, bukan tingkat kekerasan atau kekuatannya. Baut baja lunak pun tertarik.

Jawaban: A, C, dan D.

No. 9 Kunci: B

Konsep: keramik sangat keras dan tahan panas, tetapi **getas**: ia pecah bila dibenturkan atau dibebani sentakan, dan retak kecil menjadi titik awal pecah. Batu gerinda yang berputar cepat menyimpan banyak energi; bila pecah, serpihannya terlempar.

Langkah:

1. Kenali sifat bahan: keramik keras tetapi getas.
2. Batu yang pernah jatuh dan retak tidak lagi aman, berapa pun beban kerjanya.
3. Keputusan aman: menyisihkan dan melaporkannya untuk diganti.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: keras dikira berarti kuat. Retak pada bahan getas justru menjadi titik pecah.
- **B.** ✓ Batu retak disisihkan karena dapat pecah dan terlempar saat berputar.
- **C.** ✗ Perekat tidak mengembalikan kekuatan keramik, dan putaran rendah tetap berbahaya.
- **D.** ✗ Jebakan: "beban ringan" dikira aman. Batu pecah karena gaya sentrifugal putarannya sendiri, bukan karena bendanya.
- **E.** ✗ Pemanasan tidak menutup retak keramik; perubahan suhu mendadak justru dapat menambah retak.

Jawaban: B.

No. 10 Kunci: B

Konsep: logam ferrous (baja dan besi tuang) berbasis besi, dan besi bereaksi dengan oksigen dan air menjadi karat. Logam non-ferrous seperti kuningan (paduan tembaga dan seng) tidak berkarat seperti besi, sehingga banyak dipakai untuk komponen yang sering basah.

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

Langkah:
1. Kenali bahan tiap bagian: rangka "pagar besi" = baja (ferrous); engsel kuning keemasan = kuningan (tembaga + seng, non-ferrous).
2. Cocokkan dengan gejala: baja yang lembap berkarat, kuningan tetap mengilap.
3. Pilih penjelasan yang menyebut bahan dan sebab yang benar.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: karat tidak ditentukan oleh lunak atau kerasnya logam, tetapi oleh reaksi besi dengan oksigen dan air.
• **B.** ✓ Baja berkarat bila lembap; kuningan tahan karat air.
• **C.** ✗ Panas matahari bukan penyebab karat, dan warna kuning tidak melindungi dari panas.
• **D.** ✗ Jebakan: kadar karbon mengatur kekerasan baja, bukan penyebab karat. Penyebab karat adalah besinya yang bereaksi dengan oksigen dan air.
• **E.** ✗ Bahan tertukar: rangka pagar adalah baja, dan engsel kuning keemasan umumnya kuningan, bukan baja berlapis seng.

Jawaban: B.

No. 11 Kunci: A

Konsep: panas yang timbul saat memotong mengumpul di ujung pahat. Pahat dari baja karbon tinggi kehilangan kekerasannya bila ujungnya terlalu panas (warna biru menandakan suhu ujung sudah tinggi). Baja kecepatan tinggi (HSS) adalah baja paduan khusus yang tetap keras walau ujungnya memanas.

Langkah:
1. Baca gejalanya: pahat sangat keras sebelum dipakai, tetapi tumpul dalam beberapa menit pada putaran tinggi. Yang hilang bukan kekerasan awal, tetapi kekerasan saat panas.
2. Putaran tidak boleh diturunkan, jadi bahan pahat yang harus berubah.
3. Cari bahan yang tetap keras pada suhu tinggi: HSS.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ HSS dibuat untuk pahat dan mata bor karena tetap keras ketika memanas.
• **B.** ✗ Jebakan: ulet terdengar "tidak cepat rusak", tetapi baja karbon rendah lunak dan tidak dapat dikeraskan penuh, sehingga ujungnya justru cepat tumpul.
• **C.** ✗ Tahan karat tidak berhubungan dengan masalah panas pada ujung pahat.
• **D.** ✗ Besi tuang getas dan tidak dipakai sebagai pahat; meredam getaran bukan masalah yang dialami.
• **E.** ✗ Jebakan: dikeraskan ulang membuat pahat sama saja; masalahnya muncul karena panas melunakkan baja karbon tinggi, bukan karena kurang keras.

Jawaban: A.

No. 12 Kunci: D

Konsep: anil (annealing) melunakkan baja, menghilangkan tegangan dalam, dan mempermudah pemesinan: baja dipanaskan di atas suhu kritis, ditahan, lalu didinginkan sangat lambat. Pengerasan dan karburasi membuat baja lebih keras, sehingga justru menyulitkan pembubutan.

Langkah:
1. Baca masalah: baja terlalu keras untuk dibubut.
2. Tujuan perlakuan: melunakkan, bukan mengeraskan.
3. Perlakuan yang melunakkan baja: anil. Setelah dibubut, bila perlu dikeraskan lagi sesuai kegunaannya.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: dikeraskan dikira membuat pahat awet, padahal membuat batang makin sulit dibubut.
• **B.** ✗ Penemperan menurunkan kekerasan hanya sebagian dan dilakukan sesudah pengerasan; suhu

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

rendah malah menyisakan baja keras.
• **C.** ✗ Karburasi memperkeras permukaan baja karbon rendah; tidak membantu pembubutan.
• **D.** ✓ Anil melunakkan baja sehingga mudah dibubut.
• **E.** ✗ Celup oli panas sebentar tidak mengubah kekerasan; yang diperlukan adalah pemanasan merata dan pendinginan sangat lambat.

Jawaban: D.

No. 13 Kunci: E

Konsep: pertambahan panjang bergantung pada tiga hal: panjang balok, kenaikan suhu, dan bahan. Aluminium memuai sekitar dua kali baja, sehingga balok yang lebih pendek pun dapat memuai lebih besar.

Langkah:
1. Hitung pertambahan panjang tiap balok = panjang (m) × laju (mm per m per 100 derajat Celsius) × kenaikan suhu ÷ 100.
2. Balok A: 6 × 1 × 50 ÷ 100 = 3,0 mm.
3. Balok B: 4 × 2 × 60 ÷ 100 = 4,8 mm.
4. Balok C: 10 × 1 × 40 ÷ 100 = 4,0 mm.
5. Terbesar: balok B dengan 4,8 mm.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: balok terpanjang dianggap memuai paling besar, padahal bahan dan suhu ikut menentukan.
• **B.** ✗ Jebakan: balok dengan kenaikan suhu terbesar dianggap yang terbesar, padahal hanya satu dari tiga faktor.
• **C.** ✗ Balok B benar, tetapi 2,4 mm memakai laju baja (1 mm) untuk aluminium.
• **D.** ✗ Balok B benar, tetapi 9,6 mm menggandakan hasil dua kali.
• **E.** ✓ 4 × 2 × 60 ÷ 100 = 4,8 mm.

Jawaban: E.

No. 14 Kunci: C

Konsep: penemperan mengurangi kegetasan baja yang sudah dikeraskan. Makin tinggi suhu temper, kekerasan makin turun dan ketangguhan (kelenturan) makin naik. Suhu dipilih menurut kegunaan: perkakas potong atau penanda ditemper pada suhu rendah agar tetap keras; pegas ditemper lebih tinggi agar lentur dan tangguh.

Langkah:
1. Tentukan sifat yang diutamakan: penggores = sangat keras; klip pegas = lentur dan tidak patah.
2. Hubungkan dengan pedoman: keras = suhu temper rendah (kuning jerami); lentur = suhu lebih tinggi (biru).
3. Periksa bahwa penggores tetap ditemper sedikit (tanpa temper terlalu getas).

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: baja yang sama dianggap harus ditemper sama. Kegunaan yang berbeda menuntut suhu yang berbeda.
• **B.** ✗ Suhu tinggi menurunkan kekerasan, jadi ujung penggores justru lebih cepat tumpul; klip kuning jerami masih getas.
• **C.** ✓ Penggores tetap keras, klip lentur dan tangguh.
• **D.** ✗ Tanpa temper keduanya sangat getas; klip akan patah saat dibuka-tutup.
• **E.** ✗ Jebakan: "sekeras mungkin" terdengar tepat untuk penggores, tetapi tanpa temper ujungnya getas dan mudah gompal.

Jawaban: C.

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

No. 15 Kunci: A, C, E

Konsep: kayu adalah bahan alami berserat. Kekuatannya bergantung pada **arah serat** (kuat searah serat, lemah melintang) dan **kadar air**. Kayu menghantarkan panas dengan buruk, tetapi mudah terbakar.

Langkah: nilai tiap pernyataan dengan tiga sifat kayu: arah serat, kadar air, daya hantar panas dan sifat mudah terbakar.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Gaya pukul searah serat ditahan dengan baik; bila serat melintang, gagang mudah patah.
- **B.** ✗ Jebakan: kayu basah terlihat sama kuat. Kadar air memengaruhi kekuatan dan membuat kayu menyusut saat mengering, sehingga kepala palu bisa longgar.
- **C.** ✓ Kayu dikeringkan dulu agar kekuatannya baik dan ukurannya stabil.
- **D.** ✗ Kayu mudah terbakar; gagang tidak boleh dekat nyala atau percikan las.
- **E.** ✓ Kayu penghantar panas yang buruk, sehingga gagang tidak ikut panas.

Jawaban: A, C, dan E.

No. 16 Kunci: B, D, E

Konsep: bahan ulet berubah bentuk banyak (memanjang, menyempit) sebelum putus, dengan patahan berserabut; bahan getas patah mendadak hampir tanpa berubah bentuk, dengan patahan rata. Kelelahan adalah patah akibat beban berulang walaupun tiap bebannya kecil.

Langkah:

1. Poros P: menyempit dan berserabut = ulet.
2. Baut Q: patah rata tanpa penyempitan = getas.
3. Pegas R: beban ringan tetapi berulang ribuan kali = kelelahan.
4. Periksa tiap kesimpulan terhadap tiga temuan di atas.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: semua yang patah dianggap getas. Poros P menyempit dulu sebelum putus, ciri ulet.
- **B.** ✓ Penyempitan dan permukaan berserabut menunjukkan keuletan.
- **C.** ✗ Jebakan: getas dianggap sama dengan lemah. Getas berarti patah mendadak, bukan otomatis kekuatannya lebih rendah.
- **D.** ✓ Patah rata mendadak tanpa penyempitan adalah ciri bahan getas.
- **E.** ✓ Beban ringan berulang ribuan kali menimbulkan kelelahan.

Jawaban: B, D, dan E.

No. 17 Kunci: C, D, E

Konsep: tiap bagian punya syarat wajib sendiri, sehingga bahan dipilih per bagian, bukan satu bahan untuk semuanya. Syarat tersembunyi sering ada di tengah cerita ("selalu basah", "sering dicuci", "dilas SMAW", "berulir dan aus").

Langkah:

1. Wadah (a): wajib tahan karat dan aman untuk pangan, yaitu baja tahan karat.
2. Rangka (b): wajib kuat, murah, dan dapat dilas SMAW, yaitu baja karbon rendah (dicat agar tidak berkarat).
3. Batang berulir (c): wajib kuat dan tangguh menahan puntir dan beban berulang, yaitu baja karbon sedang.
4. Periksa setiap opsi terhadap syarat wajib bagiannya.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: murah dan mudah dibentuk adalah syarat pelengkap. Baja tanpa lapisan berkarat di tempat selalu basah dan tidak aman bagi pangan.
- **B.** ✗ Jebakan: paling keras dikira paling kuat. Baja karbon tinggi sulit dilas dan getas bila

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

perlakuannya salah.
• **C.** ✓ Tahan karat dan aman bersentuhan dengan pangan.
• **D.** ✓ Kuat, murah, mudah dilas SMAW, dan cat mencegah karat.
• **E.** ✓ Baja karbon sedang dipakai untuk poros karena kuat dan tangguh.

Jawaban: C, D, dan E.

No. 18 Kunci: B, C, E

Konsep: korosi besi dan baja disebut karat: besi bereaksi dengan oksigen dan air menjadi oksida besi yang rapuh dan mengelupas, sehingga tidak melindungi logam di bawahnya. Dua logam berbeda yang bersentuhan di tempat basah dapat mempercepat korosi salah satunya. Pencegahan: menjaga tetap kering dan bersih, memberi minyak atau cat, atau memilih bahan yang tahan karat.

Langkah: cocokkan tiap pernyataan dengan tiga fakta: reaksi karat, sifat lapisan karat, dan pengaruh dua logam berbeda yang bersentuhan.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: karat dikira lapisan pelindung seperti pada aluminium. Lapisan karat rapuh dan mengelupas, sehingga karat terus berlanjut.
• **B.** ✓ Itulah reaksi karat pada baja.
• **C.** ✓ Kerusakan pelat di sekitar baut menunjukkan pengaruh dua logam berbeda yang bersentuhan di tempat basah.
• **D.** ✗ Aluminium memang membentuk lapisan oksida tipis, tetapi "tidak pernah" salah; serbuk putih di sekitar baut menunjukkan aluminium ikut rusak.
• **E.** ✓ Sambungan kering dan bercat memperlambat korosi.

Jawaban: B, C, dan E.

No. 19 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: komposit = serat penguat + matriks pengikat. Kekuatannya bergantung pada arah serat, tidak dapat dilas, dan ketahanan panasnya ditentukan oleh matriks. Serat karbon menghantarkan listrik, sedangkan fiberglass tidak.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 – Benar.** Serat karbon menghantarkan listrik; fiberglass menyekat. Rangka karbon tidak boleh bersentuhan dengan kabel bocor.
• **Pernyataan 2 – Salah.** Jebakan: komposit dikira logam yang bisa dilas. Epoksi (termoset) tidak melebur, dan serat karbon bukan logam. Perbaikan dilakukan dengan tambalan serat dan resin baru.
• **Pernyataan 3 – Benar.** Serat menahan gaya tarik searah panjangnya; pada gaya tegak lurus serat, yang bekerja adalah matriks sehingga jauh lebih lemah.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 20 Kunci: E

Konsep: pada pengerasan permukaan, kulit komponen menjadi sangat keras. Karena itu pembentukan dan pemesinan dilakukan **sebelum** pengerasan, dan setelahnya hanya penyelesaian akhir dengan gerinda. Baja karbon rendah memperoleh kulit keras lewat karburasi diikuti pengerasan.

Langkah:
1. Bentuk dan ukuran kasar dibuat dulu dengan bubut, disisakan lebih sedikit untuk penyelesaian akhir.
2. Karburasi dan pengerasan menghasilkan kulit keras dan inti ulet; ukuran dapat sedikit berubah.
3. Gerinda membawa pin ke ukuran akhir yang akurat, karena pahat bubut biasa tidak mampu memotong kulit yang sudah keras.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: dibubut sesudah keras tampak praktis, tetapi pahat HSS biasa kesulitan memotong

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

kulit yang sangat keras.
• **B.** ✗ Ukuran akhir dibubut sebelum pengerasan; perubahan ukuran akibat pengerasan tidak dikoreksi, dan pin tidak akurat.
• **C.** ✗ Baja karbon rendah tidak dikeraskan penuh dengan cara biasa, dan pembubutan sesudah keras sulit.
• **D.** ✗ Karburasi tanpa pengerasan tidak menghasilkan kulit keras.
• **E.** ✓ Bubut dahulu, karburasi dan pengerasan, lalu gerinda untuk ukuran akhir.

Jawaban: E.

No. 21 Kunci: A

Konsep: memilih bahan = mencocokkan sifat dengan syarat, lalu mencoret bahan yang gagal pada syarat wajib. Bahan yang ideal tetapi tidak dapat dikerjakan bengkel tetap tidak berguna. Pengerasan membuat baja sangat keras tetapi getas; penemperan mengembalikan sebagian ketangguhan.

Langkah:
1. Tulis syarat wajib: kekerasan ≥ 3, ketangguhan ≥ 3, dan dapat dikerjakan bengkel.
2. Periksa tiap baris: karbon rendah tanpa perlakuan (kekerasan 1) gagal; karbon tinggi tanpa temper (ketangguhan 1) gagal; besi tuang (ketangguhan 1) gagal; karbon rendah dikarburasi memenuhi skor tetapi tidak dapat dikerjakan bengkel; baja karbon sedang dikeraskan dan ditemper memenuhi semuanya.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Memenuhi ketiga syarat.
• **B.** ✗ Jebakan: skornya memenuhi syarat dan alasannya benar secara teknis, tetapi bengkel tidak mampu mengerjakannya.
• **C.** ✗ Jebakan: paling keras dikira paling baik. Skor ketangguhannya 1, sehingga rahang gompal.
• **D.** ✗ Ketangguhan tinggi, tetapi kekerasannya hanya 1; rahang cepat tergores dan aus.
• **E.** ✗ Ketangguhannya 1 (getas) dan kekerasannya hanya cukup; "mudah dicor" bukan syarat pada kasus ini.

Jawaban: A.

No. 22 Kunci: A, B, E

Konsep: perlakuan panas bekerja pada suhu merah cerah dengan oli pendingin yang dapat menyala. Keselamatannya: pelindung wajah, sarung tangan dan penjepit tahan panas, bahan mudah terbakar dan air dijauhkan dari tungku, dan APAR tersedia. Secara teknis, baja yang baru dikeraskan sangat keras tetapi getas, sehingga harus ditemper.

Langkah: nilai tiap tindakan dari dua sisi: aman (K3) dan benar secara sifat bahan.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ APD dan penjepit panjang melindungi dari benda panas dan percikan.
• **B.** ✓ Kardus dan pelumas mudah terbakar; APAR disiapkan di dekat tempat pemanasan.
• **C.** ✗ Jebakan: air dikira memadamkan atau mendinginkan. Air pada oli panas berubah menjadi uap dengan cepat dan memercikkan oli panas.
• **D.** ✗ Jebakan: keras dikira berarti siap pakai. Baja yang baru dikeraskan getas dan menyimpan tegangan dalam, sehingga mudah retak.
• **E.** ✓ Penemperan mengurangi kegetasan dan menaikkan ketangguhan.

Jawaban: A, B, dan E.

No. 23 Kunci: B

Konsep: bahan elastis kembali ke bentuk semula setelah gaya dilepas; bahan plastis (ulet) tetap berubah bentuk tetapi melengkung banyak lebih dulu sebelum patah; bahan getas patah mendadak tanpa melengkung dan bidang patahnya rata.

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

Langkah:

1. Baca gambar: batang A kembali lurus setelah dilepas (elastis); batang B tetap bengkok 24° (plastis, ulet); batang C patah pada tekukan 10° dengan bidang patah rata (getas).
2. Komponen (1) pegas harus kembali lurus: batang A.
3. Komponen (2) tiang harus melengkung dahulu sebagai tanda sebelum patah: batang B.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: kedua batang tertukar; batang B yang tetap bengkok tidak dapat menjadi pegas.
- **B.** ✓ A kembali lurus; B melengkung dahulu.
- **C.** ✗ Batang C patah rata tanpa melengkung; ia tidak memberi tanda bahaya.
- **D.** ✗ Jebakan: batang C dianggap kuat karena tidak melengkung. Tidak melengkung berarti getas, dan C bahkan patah pada tekukan terkecil.
- **E.** ✗ Kombinasi tertukar pada kedua komponen.

Jawaban: B.

No. 24 Kunci: C

Konsep: kelelahan adalah kerusakan akibat beban yang berulang-ulang, walaupun tiap bebannya jauh di bawah kekuatan bahan. Contoh: kawat yang ditekuk bolak-balik akhirnya patah, padahal sekali tekukan tidak memutuskannya.

Langkah:

1. Baca gejala: beban ringan, tidak ada pembengkokan paksa, tetapi dipakai berulang selama dua tahun.
2. Beban ringan tidak mungkin mematahkan tuas sekali pakai, jadi penyebabnya akumulasi pemakaian berulang.
3. Sifat yang cocok: kelelahan.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: getas dikira penyebab semua patah. Kasus ini tidak menunjukkan gejala terlalu keras atau pecah karena benturan; yang menonjol adalah pemakaian berulang.
- **B.** ✗ Kekerasan permukaan berhubungan dengan goresan dan aus, bukan patah di tumpuan.
- **C.** ✓ Beban kecil yang berulang lama menimbulkan retak di tempat yang paling terbebani, yaitu dekat tumpuan.
- **D.** ✗ Keuletan melindungi dari patah mendadak karena melengkung dulu, dan melengkung tidak disebut dalam kasus.
- **E.** ✗ Pemuaian oleh suhu harian terlalu kecil untuk mematahkan tuas.

Jawaban: C.

No. 25 Kunci: 1B 2S 3S

Konsep: uji impak mengukur energi yang diserap batang uji sebelum patah, yaitu ketangguhan. Energi yang diserap = energi awal bandul dikurangi energi bandul setelah menghantam. Makin rendah bandul naik setelah menghantam, makin banyak energi yang diserap batang.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 – Benar.** Bandul naik rendah setelah menghantam P berarti P menyerap banyak energi: P tangguh. Patahan berserabut mendukungnya (ulet).
- **Pernyataan 2 – Salah.** Jebakan: arah tafsir terbalik. Bandul naik rendah berarti energi banyak terserap oleh P, bukan sedikit.
- **Pernyataan 3 – Salah.** Jebakan: patahan rata dikira baik. Patah rata menandakan getas dan penyerapan energi kecil; Q tidak cocok untuk komponen yang disentak.

Jawaban: Benar, Salah, Salah.

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

Latihan sub bab 4.1

No. 1 Kunci: E

Konsep: Sambungan tumpul menyatukan dua pelat sebidang. Untuk pelat tebal, tepi pelat dibuat kampuh (misalnya kampuh V) dengan celah akar agar las menembus seluruh tebal pelat.

Langkah:

1. Syarat sebidang dan rata → sambungan tumpul.
2. Pelat 8 mm dilas dari satu sisi → perlu kampuh V agar tembus.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Sambungan tumpang membuat pelat bertumpuk sehingga permukaan tidak rata.
- **B.** ✗ Sambungan T untuk pelat yang saling tegak lurus.
- **C.** ✗ Sambungan sudut untuk sudut kotak, bukan alas sebidang.
- **D.** ✗ Jebakan: bentuknya sebidang, tetapi tanpa kampuh las tidak menembus pelat 8 mm sehingga sambungan lemah dan mudah bocor.
- **E.** ✓ Sebidang, rata, dan kampuh V memungkinkan penetrasi penuh.

Jawaban: E.

No. 2 Kunci: B

Konsep: Paku keling yang terlalu dekat dengan tepi pelat dapat merobek tepi; yang terlalu rapat melemahkan pelat di antara lubang. Aturan dasar memakai kelipatan diameter paku keling.

Langkah:

1. d = 5 mm.
2. Jarak tepi minimal 2d = 10 mm (rancangan 6 mm → kurang).
3. Jarak antarpaku minimal 3d = 15 mm (rancangan 12 mm → kurang).

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Paku lebih besar pada lubang yang sama membuat jarak tepi relatif makin kecil (aturan 2d menjadi 16 mm).
- **B.** ✓ Memenuhi kedua batas minimum.
- **C.** ✗ Jebakan: jarak tepi sudah diperbaiki, tetapi jarak antarpaku 12 mm masih di bawah 3d = 15 mm.
- **D.** ✗ Menambah paku membuat jarak antarpaku makin rapat dan pelat makin lemah.
- **E.** ✗ Kedua angka tertukar: jarak antarpaku 10 mm masih di bawah 15 mm.

Jawaban: B.

Latihan sub bab 4.2

No. 1 Kunci: A

Konsep: Pin geser (shear pin) adalah pengikat yang sengaja dibuat lebih lemah daripada komponen yang dilindunginya. Saat beban berlebih, pin putus lebih dulu sehingga roda gigi selamat, lalu pin diganti dengan cepat.

Langkah:

1. Tujuan: bagian murah yang putus lebih dulu saat macet.
2. Pengikat yang lebih lemah daripada gigi roda → pin geser.

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

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Pin geser putus lebih dulu saat macet; roda gigi selamat dan pin mudah diganti.
- **B.** ✗ Jebakan: pasak yang lebih kuat justru memindahkan kerusakan ke gigi roda gigi.
- **C.** ✗ Sambungan menjadi permanen dan gigi tetap patah saat macet.
- **D.** ✗ Roda gigi lebih tahan, tetapi beban kejut tetap merusak bagian lain dan biayanya mahal.
- **E.** ✗ Sambungan makin kuat sehingga roda gigi tetap menanggung beban berlebih.

Jawaban: A.

No. 2 Kunci: B, E

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

Konsep: Sambungan baut pada flens: pakai baut sesuai ukuran rancangan dan ulir yang baik, kencangkan bertahap menyilang agar paking tertekan rata, dan pastikan mur terkait penuh pada ulir baut.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✗ Ulir rusak mengurangi kekuatan dan mur bisa macet sebelum terkencang semestinya.
- **Pernyataan 2** ✓ Pengencangan bertahap menyilang menekan paking secara merata sehingga tidak bocor.
- **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: baut memang masuk, tetapi diameternya lebih kecil dari rancangan sehingga lebih lemah dan flens dapat bergeser.
- **Pernyataan 4** ✗ Paking tertekan di satu sisi sehingga flens miring dan bocor.
- **Pernyataan 5** ✓ Ulir mur harus terkait penuh dengan baut; ujung baut yang menonjol menunjukkan itu.

Jawaban: pernyataan 2, 5.

Latihan sub bab 4.3

No. 1 Kunci: A, D

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

Konsep: Bantalan dipasang dengan menekan cincin yang suaiannya sesak (di sini cincin dalam), memakai pipa penekan, bukan pukulan langsung. Bantalan yang berbunyi kasar diganti, dan bantalan tidak diputar dengan angin kompresor.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ Gaya melewati cincin yang dipasang sesak tanpa melewati bola.
- **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: gaya pada cincin luar diteruskan lewat bola ke cincin dalam sehingga lintasan bola penyok.
- **Pernyataan 3** ✗ Bantalan kering yang diputar kencang oleh angin dapat rusak dan terlempar.
- **Pernyataan 4** ✓ Pemeriksaan setelah pemasangan memastikan bantalan tidak rusak.
- **Pernyataan 5** ✗ Bunyi kasar menandakan lintasan atau bola sudah rusak; mencuci tidak memperbaikinya.

Jawaban: pernyataan 1, 4.

No. 2 Kunci: D

Konsep: Bushing sengaja dibuat dari bahan lebih lunak (perunggu) sehingga yang aus adalah bushing yang murah dan mudah diganti, sementara poros tetap baik. Keausan dinilai dengan membandingkan ukuran terukur dan ukuran gambar.

Langkah:

1. Poros: 24,98 vs 25,00 → aus 0,02 mm, masih baik dan rata.

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

2. Bushing: 25,45 vs 25,05 → aus 0,40 mm dan lonjong.
3. Ganti bushing; poros dipakai lagi.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Lubang bushing yang lonjong tidak akan pas walaupun porosnya diperbesar.
- **B.** ✗ Bantalan bola mudah rusak oleh beban kejut mesin pres dan butuh rumah baru.
- **C.** ✗ Gemuk tidak mengembalikan ukuran; celah tetap oblak.
- **D.** ✓ Bushing yang aus diganti; poros masih dalam kondisi baik.
- **E.** ✗ Jebakan: poros memang sedikit berkurang, tetapi hanya 0,02 mm dan rata; mengganti poros menambah biaya tanpa perlu.

Jawaban: D.

Latihan sub bab 4.4

No. 1 Kunci: C

Konsep: Roda gigi cacing menghubungkan poros bersilangan tegak lurus dengan perbandingan sangat besar dalam satu pasang. Pada perbandingan besar, roda gigi umumnya tidak dapat memutar cacing (mengunci sendiri), sehingga beban tidak dapat memutar balik.

Langkah:

1. Poros bersilangan tegak lurus, tidak berpotongan.
2. Perbandingan sekitar 40 : 1 dalam satu pasang.
3. Tidak boleh berputar balik → cacing dan roda cacing.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Roda gigi lurus untuk poros sejajar dan perbandingan kecil per pasang.
- **B.** ✗ Jebakan: roda gigi payung memang mengubah arah poros 90°, tetapi porosnya berpotongan dan perbandingannya kecil; beban juga dapat memutar balik.
- **C.** ✓ Sesuai poros bersilangan, perbandingan besar, dan mengunci sendiri.
- **D.** ✗ Roda gigi miring umumnya untuk poros sejajar dengan putaran halus.
- **E.** ✗ Batang gigi mengubah putaran menjadi gerak lurus, tetapi tidak menurunkan putaran 40 kali dan mudah didorong balik.

Jawaban: C.

No. 2 Kunci: C

Konsep: Dua roda gigi hanya dapat berpasangan bila modulnya sama. Diameter jarak bagi $d = m \times z$. Agar perbandingan dan jarak poros tetap, jumlah gigi pengganti harus sama dengan yang lama.

Langkah:

1. Modul harus 2 → R3 atau R4.
2. Jumlah gigi harus tetap 40 → R3.
3. $d = 2 \times 40 = 80$ mm.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Modul 2,5 tidak dapat berpasangan dengan roda gigi modul 2.
- **B.** ✗ Jebakan: diameternya memang 80 mm (2,5 × 32), tetapi modulnya berbeda sehingga gigi tidak cocok.
- **C.** ✓ Modul sama, jumlah gigi sama, d = 80 mm.
- **D.** ✗ Modul sama, tetapi 42 gigi mengubah perbandingan dan jarak poros.
- **E.** ✗ Kodenya benar, tetapi 84 mm adalah diameter luar (m × (z + 2)), bukan diameter jarak bagi.

Jawaban: C.

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

Latihan sub bab 4.5

No. 1 Kunci: D

Konsep: Pada transmisi rantai: n_penggerak × z_penggerak = n_digerakkan × z_digerakkan. Putaran diturunkan bila sproket penggerak lebih kecil daripada sproket yang digerakkan.

Langkah:

1. Perbandingan: z_konveyor / z_motor = 120 / 48 = 2,5.
2. Pasangan 2,5 : 1 yang tersedia: 12–30 dan 18–45.
3. Sproket kecil minimal 15 gigi → 18–45.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: perbandingannya tepat 2,5, tetapi sproket 12 gigi di bawah anjuran 15 gigi.
- **B.** ✗ Terbalik: konveyor berputar 120 × 45 / 18 = 300 rpm.
- **C.** ✗ Perbandingan 2,4 → konveyor 50 rpm, bukan tepat 48 rpm.
- **D.** ✓ Perbandingan 2,5 (48 rpm) dan sproket kecil 18 gigi memenuhi anjuran.
- **E.** ✗ Terbalik: konveyor berputar 300 rpm.

Jawaban: D.

No. 2 Kunci: A, B, D

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

Konsep: Rantai yang memanjang dan sproket yang giginya meruncing diganti bersamaan. Kekencangan disetel sesuai anjuran, rantai dilumasi berkala, dan klip sambungan dipasang dengan ujung terbuka berlawanan arah gerak.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ Rantai baru pada sproket aus cepat rusak; keduanya diganti bersamaan.
- **Pernyataan 2** ✓ Rantai kendur meloncat; rantai terlalu kencang membebani bantalan.
- **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: biaya memang lebih murah, tetapi gigi sproket yang sudah meruncing tetap membuat rantai baru meloncat dan cepat aus.
- **Pernyataan 4** ✓ Pelumasan mengurangi gesekan pin dan rol sehingga rantai tidak cepat memanjang.
- **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: klip memang wajib dipasang, tetapi ujung terbukanya harus menghadap berlawanan dengan arah gerak rantai agar tidak tersangkut lalu lepas.

Jawaban: pernyataan 1, 2, 4.

Kuis Akhir Bab 4

No. 1 Kunci: A

Konsep: ring pegas hanya mencegah mur berputar balik bila ia duduk di permukaan yang rata dan cukup luas. Pada lubang lonjong atau lubang besar, ring pegas kecil terbenam, sehingga harus ada **ring datar yang lebar** di bawahnya. Pengaman mur tidak menggantikan torsi yang benar.

Langkah:

1. Penyebab: ring pegas terbenam ke dalam lubang lonjong sehingga tidak menekan mur.
2. Perbaikan: ring datar lebar menutup lubang, ring pegas di atasnya di bawah mur.
3. Kencangkan sesuai torsi petunjuk. Motor masih dapat digeser bila baut dilonggarkan.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Memperbaiki penyebabnya tanpa menghilangkan kemampuan penyetelan.
- **B.** ✗ Ring pegas yang ditumpuk tetap terbenam, dan torsi berlebih memuluran baut.
- **C.** ✗ Baut yang lebih pendek mengurangi ulir yang berpegangan dan membuat sambungan lebih lemah.
- **D.** ✗ Dengan las, motor tidak dapat lagi digeser untuk menyetel sabuk.

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

• **E.** ✗ Jebakan: ring pegas lebih tebal tetap bisa terbenam pada lubang lonjong; yang dibutuhkan adalah permukaan tumpu yang lebar.

Jawaban: A.

No. 2 Kunci: E

Konsep: baut berkepala bulat dengan **leher persegi** dipakai pada kayu. Leher persegi masuk dan menggigit kayu sehingga baut tidak ikut berputar ketika mur dikencangkan dari sisi seberang. Bentuk kepala lain menuntut alat pada sisi kepala.

Langkah:

1. Kendala: kepala baut tidak dapat dipegang, dan baut ikut berputar.
2. Yang dibutuhkan: bagian baut yang mengunci terhadap kayu, tanpa dipegang.
3. Pilih baut berleher persegi.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Ring pegas membantu mur tidak kendur, tetapi tidak menahan baut agar tidak ikut berputar.
• **B.** ✗ Kepala inbus butuh kunci L pada sisi kepala; sisi atas tidak dapat dijangkau.
• **C.** ✗ Kepala tenggelam rata dengan permukaan, tetapi tetap butuh dipegang dengan kunci L atau obeng.
• **D.** ✗ Jebakan: ulir halus tidak membuat baut tertahan pada kayu; yang berubah hanya kisar ulirnya.
• **E.** ✓ Leher persegi menahan baut sehingga mur dapat dikencangkan sendirian dari bawah.

Jawaban: E.

No. 3 Kunci: D

Konsep: akhiran **2RS** berarti bantalan memiliki dua perapat karet. Bantalan tertutup sudah diisi gemuk di pabrik dan umumnya **tidak diisi ulang**; perapatnya menahan gemuk di dalam dan kotoran di luar.

Langkah:

1. Baca kode: 6204-2RS = bola alur dalam dengan dua perapat karet (tertutup).
2. Bantalan tertutup tidak dilumasi ulang; yang dipantau adalah kondisinya (panas, bunyi, oblak).
3. Bila rusak, bantalan diganti seluruhnya.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Membuka perapat merusak perlindungan, dan gemuk penuh justru menimbulkan panas.
• **B.** ✗ Oli encer tidak menggantikan gemuk dan dapat membawa kotoran masuk.
• **C.** ✗ Mencuci bantalan tertutup membuang gemuk pabrik dan kotor dapat masuk.
• **D.** ✓ Bantalan tertutup tidak dilumasi ulang dan diganti bila rusak.
• **E.** ✗ Perapat yang dilepas membuat kotoran masuk dan gemuk keluar.

Jawaban: D.

No. 4 Kunci: D

Konsep: bantalan dipasang dengan menekan **cincin yang sesak** memakai pipa penekan yang ujungnya rata. Gaya tidak boleh melewati bola atau rol ke cincin lain, karena alur menjadi penyok dan bantalan berisik. Memukul langsung dengan palu baja dan memanaskan dengan api langsung dilarang.

Langkah:

1. Tentukan cincin yang sesak: cincin luar.
2. Tekan cincin luar memakai pipa penekan yang diameternya sesuai dan rata (atau pres tangan).
3. Periksa bantalan berputar halus setelah terpasang.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: menekan cincin dalam mengirim gaya lewat bola ke cincin luar yang sesak dan merusak alur.

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

• **B.** ✗ Palu baja langsung merusak cincin dan menekan tidak merata.
• **C.** ✗ Api langsung dan suhu merah merusak baja bantalan; pemanasan wajar hanya sekitar 80–100 °C dan merata.
• **D.** ✓ Menekan cincin yang sesak dengan pipa rata: gaya merata dan tidak lewat bola.
• **E.** ✗ Memukul bantalan miring merusak sangkar dan alur, dan bantalan tidak lurus.

Jawaban: D.

No. 5 Kunci: B

Konsep: $n_2 = n_1 \times z_1 \div z_2$, dan dua roda gigi luar yang bersinggungan berputar berlawanan arah. Roda gigi dengan gigi lebih banyak berputar lebih lambat.

Langkah:
1. n_B = 900 × 24 ÷ 36 = 600 rpm.
2. Uji kewajaran: roda penggerak lebih kecil (24 gigi) memutar roda yang lebih besar (36 gigi), sehingga putaran turun.
3. Arah: A searah jarum jam, maka B berlawanan arah jarum jam.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Putaran benar, tetapi arah salah: dua roda gigi yang bersinggungan selalu berlawanan arah.
• **B.** ✓ 600 rpm dan berlawanan arah.
• **C.** ✗ Jebakan: 1.350 rpm adalah hasil bila rasio dibalik (900 × 36 ÷ 24), dan arahnya juga salah.
• **D.** ✗ Jebakan: arah benar, tetapi rasio dibalik sehingga putaran naik, padahal roda yang lebih besar harus lebih lambat.
• **E.** ✗ Putaran tidak berubah hanya bila jumlah giginya sama.

Jawaban: B.

No. 6 Kunci: B, D, E

Konsep: arah beban menentukan jenis bantalan. Beban **radial** tegak lurus sumbu, beban **aksial** sejajar sumbu. Beban gabungan membutuhkan bantalan yang menahan dua arah, seperti rol kerucut (dipasang berpasangan) atau bola kontak sudut.

Langkah:
1. Tentukan arah beban: bobot trailer = radial; dorongan samping saat berbelok = aksial. Jadi beban gabungan.
2. Pilih bantalan untuk beban gabungan: rol kerucut.
3. Rol kerucut dipasang berpasangan agar dorongan dari dua arah tertahan.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: bantalan bola alur dalam hanya menahan aksial kecil; dorongan saat berbelok tidak dapat dianggap kecil.
• **B.** ✓ Beban radial dan aksial bekerja bersamaan.
• **C.** ✗ Bantalan aksial tidak menahan beban radial, padahal bobot trailer menekan poros ke samping.
• **D.** ✓ Rol kerucut menahan beban radial dan aksial.
• **E.** ✓ Satu bantalan rol kerucut hanya menahan dorongan satu arah, sehingga dipasang berpasangan.

Jawaban: B, D, dan E.

No. 7 Kunci: B

Konsep: pada satu baris paku keling, jarak ke tepi dipakai di **kedua ujung** (2d), dan jumlah **jarak antarpaku** selalu satu kurang dari jumlah paku.

Langkah:
1. d = 6 mm. Jarak tepi minimal 2d = 12 mm. Jarak antarpaku minimal 3d = 18 mm.
2. Panjang yang tersedia untuk jarak antarpaku = 140 − (2 × 12) = 116 mm.

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

3. Banyak jarak antarpaku = 116 ÷ 18 = 6,4 sehingga paling banyak **6 jarak**.
4. Jumlah paku = 6 + 1 = **7 paku**.
5. Cek ulang: 7 paku memerlukan 24 + (6 × 18) = 132 mm (muat dalam 140 mm), sedangkan 8 paku memerlukan 24 + (7 × 18) = 150 mm (tidak muat).

Analisis setiap opsi:
- **A.** ✗ Jebakan: 6 adalah jumlah jarak antarpaku, bukan jumlah paku (lupa menambah satu).
- **B.** ✓ 7 paku muat dengan panjang minimal 132 mm.
- **C.** ✗ Jebakan: hasil bila jarak ke tepi lupa dikurangkan (140 ÷ 18 = 7 jarak, lalu ditambah satu).
- **D.** ✗ Jebakan: memakai 2d (12 mm) untuk jarak antarpaku, dan lupa menambah satu paku.
- **E.** ✗ Jebakan: memakai 2d untuk jarak antarpaku; padahal jarak antarpaku minimal 3d.

Jawaban: B.

No. 8 Kunci: B

Konsep: paku keling pop dipilih menurut tiga hal: bahan sejenis dengan pelat (agar tidak korosi), diameter badan sesuai lubang (badan harus mengisi lubang), dan **rentang tebal jepit** yang mencakup tebal total pelat (agar badan dapat mengembang dan menjepit).

Langkah:
1. Tebal total pelat = 2 × 2,8 = 5,6 mm.
2. Bahan pelat aluminium, sehingga pilih badan aluminium (R1, R3, R4, R5).
3. Lubang Ø4,9 mm, sehingga diameter badan 4,8 mm (R1, R3, R5); badan 3,2 mm akan longgar.
4. Rentang jepit harus memuat 5,6 mm: 4,8 – 6,4 mm. Yang memenuhi hanya R3.

Analisis setiap opsi:
- **A.** ✗ Jebakan: R2 punya rentang dan diameter yang tepat, tetapi badan baja pada pelat aluminium memicu korosi dan tidak sejenis.
- **B.** ✓ Bahan sejenis, diameter sesuai lubang, rentang jepit 4,8 – 6,4 mm memuat 5,6 mm.
- **C.** ✗ Rentang jepit maksimum 4,8 mm kurang dari 5,6 mm; paku terlalu pendek sehingga tidak dapat menjepit.
- **D.** ✗ Badan Ø3,2 mm tidak mengisi lubang Ø4,9 mm sehingga sambungan longgar.
- **E.** ✗ Rentang jepit minimum 6,4 mm lebih dari 5,6 mm; paku terlalu panjang sehingga badan menekuk dan tidak menjepit rapat.

Jawaban: B.

No. 9 Kunci: C

Konsep: panjang baut minimal = tebal bagian yang disambung + tebal semua ring + tinggi mur + kelebihan ulir. Lalu dipilih panjang standar yang pertama kali **lebih besar** daripada hasil hitung.

Langkah:
1. Bagian yang disambung: 12 + 8 = 20 mm.
2. Ring: 3 + 3 = 6 mm. Tinggi mur: 10 mm.
3. Kelebihan ulir: 3 × 1,75 = 5,25 mm.
4. Jumlah: 20 + 6 + 10 + 5,25 = 41,25 mm.
5. Panjang standar pertama yang lebih besar dari 41,25 adalah 45 mm. Cek: baut 40 mm hanya menonjol 40 − 36 = 4 mm (kurang dari 5,25 mm).

Analisis setiap opsi:
- **A.** ✗ Jebakan: 35 mm adalah hasil bila tinggi mur lupa dihitung (31,25 mm dibulatkan ke 35).
- **B.** ✗ Jebakan: 40 mm adalah hasil bila kelebihan ulir lupa dihitung (36 mm dibulatkan ke 40); ujung baut menonjol kurang dari tiga ulir.
- **C.** ✓ 41,25 mm dibulatkan ke panjang standar di atasnya, 45 mm.

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

• **D.** ✗ Jebakan: 50 mm adalah hasil bila tebal ring dihitung dua kali (47,25 mm).
• **E.** ✗ Terlalu panjang; ulir yang menonjol berlebihan dan baut boros.

Jawaban: C.

No. 10 Kunci: B, C, E

Konsep: pasak mengunci puli pada poros dan memindahkan putaran melalui **sisi sampingnya**. Ukuran pasak benam mengikuti diameter poros menurut tabel standar; pasak dibuat pas pada alur dan diperiksa tidak goyang.

Langkah:
1. Poros 38 mm: baris "lebih dari 30 sampai 38 mm" sehingga ukuran pasak 10 × 8 mm.
2. Pasak harus pas pada sisi alur poros dan naf, karena putaran dipindahkan lewat sisi samping.
3. Periksa pasak tidak goyang ke samping sebelum merakit.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: 38 mm termasuk baris bawah (batas atasnya 38). Pasak lebih besar tidak masuk alur dan melemahkan poros.
• **B.** ✓ Sesuai tabel standar bengkel.
• **C.** ✓ Pasak yang longgar membuat puli goyang atau selip.
• **D.** ✗ Jebakan: dua pasak kecil menggoda, tetapi alur yang dibuat hanya sesuai satu pasak 10 × 8 mm; pasak 8 × 7 mm tidak pas.
• **E.** ✓ Pemeriksaan sebelum perakitan mencegah puli goyang setelah dipasang.

Jawaban: B, C, dan E.

No. 11 Kunci: A, C, E

Konsep: bushing adalah selongsong tempat poros meluncur di atas lapisan oli atau gemuk. Bahannya lebih lunak daripada poros, cocok untuk gerak lambat dan beban kejut, tetapi gesekan awalnya besar dan harus terus dilumasi. Celah terlalu kecil membuat macet; celah terlalu besar karena aus membuat poros oblak.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Celah terlalu kecil membuat poros macet atau panas.
• **B.** ✗ Jebakan: gemuk tidak mengembalikan celah yang sudah aus. Bushing yang melewati batas aus diganti.
• **C.** ✓ Bushing lebih lunak sehingga yang aus lebih dahulu adalah bushing yang murah dan mudah diganti.
• **D.** ✗ Bushing gesekan awalnya besar dan kurang cocok untuk putaran tinggi.
• **E.** ✓ Gerak pelan dengan beban kejut cocok untuk bushing yang terus dilumasi.

Jawaban: A, C, dan E.

No. 12 Kunci: 1S 2B 3S

Konsep: sambungan las dibedakan menurut letak kedua bagiannya: tumpul (sebidang, ujung berhadapan), T (satu pelat tegak lurus di permukaan pelat lain), sudut (bertemu di tepi membentuk L), tumpang (bertumpuk), dan sisi. Pelat yang lebih tebal dari sekitar 3 mm diberi kampuh pada sambungan tumpul.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 – Salah.** Pelat yang sebidang dengan ujung berhadapan adalah sambungan tumpul. Jebakan: "tumpul" dan "tumpang" mirip bunyinya; sambungan tumpang berarti pelat bertumpuk.
• **Pernyataan 2 – Benar.** 12 mm jauh lebih tebal daripada 3 mm, sehingga ujung pelat diberi kampuh (misalnya kampuh V) agar logam las mencapai dasar sambungan, bukan hanya menutupi permukaan.
• **Pernyataan 3 – Salah.** Pelat yang berdiri tegak lurus di tengah permukaan pelat lain adalah

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

sambungan T. Jebakan: sudut 90° membuat orang menyebutnya sambungan sudut, padahal sambungan sudut bertemu di tepi luar.

Jawaban: Salah, Benar, Salah.

No. 13 Kunci: C

Konsep: bentuk kepala paku keling dipilih menurut kebutuhan permukaan. Kepala bulat paling tinggi, kepala payung lebih rendah, kepala rata berupa cakram tipis yang tetap menonjol sedikit, dan **kepala tenggelam** rata dengan permukaan karena lubangnya dikorek runcing (countersink).

Langkah:

1. Tentukan kendala: dus meluncur di permukaan atas, sehingga kepala paku tidak boleh menonjol sama sekali.
2. Cari bentuk kepala yang rata dengan permukaan: kepala tenggelam.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Kepala bulat paling tinggi sehingga menahan dus. Jebakan: "paling umum" bukan berarti cocok untuk semua permukaan.
- **B.** ✗ Kepala payung lebih rendah daripada kepala bulat, tetapi tetap menonjol.
- **C.** ✓ Kepala tenggelam rata dengan pelat, sehingga dus tidak tersangkut.
- **D.** ✗ Jebakan: kata "tipis" menggoda, tetapi kepala rata tetap menonjol sedikit di atas permukaan pelat.
- **E.** ✗ Menggerinda kepala merusak paku dan melemahkan sambungan; kepala tidak boleh dipotong untuk meratakan permukaan.

Jawaban: C.

No. 14 Kunci: E

Konsep: bantalan yang sehat berputar halus, hangat, tanpa oblak. Gejala menentukan tindakan: gemuk kering dilengkapi, sedangkan bunyi kasar dan oblak berarti alur atau bola sudah rusak sehingga bantalan diganti. Mengganti bantalan tanpa memperbaiki penyebab (misalnya perapat) hanya menunda kerusakan.

Langkah:

1. Kipas: suhu hangat, bunyi halus, tidak goyang, gemuk cukup. Kondisi baik, dipakai terus.
2. Pompa: bunyi halus dan tidak goyang, tetapi gemuk hampir habis dan kering (penyebab panas). Tambahkan gemuk sesuai takaran.
3. Pengaduk: bunyi kasar, poros goyang, gemuk bercampur serbuk. Bantalan rusak: ganti bersama perapatnya.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Pompa tidak perlu diganti (bunyi halus), dan bantalan pengaduk yang oblak tidak cukup diberi gemuk.
- **B.** ✗ Kipas sehat tidak perlu diberi gemuk (gemuk berlebih membuat panas).
- **C.** ✗ Kipas sehat tidak diganti, dan pengaduk yang rusak tidak boleh dipakai terus.
- **D.** ✗ Jebakan: hampir benar. Bantalan yang kasar dan oblak tidak diperbaiki dengan membersihkannya.
- **E.** ✓ Sesuai gejala masing-masing bantalan.

Jawaban: E.

No. 15 Kunci: B, D, E

Konsep: pedoman lembar kerja bersifat **minimal**: jarak ke tepi minimal 2d dan jarak antarpaku minimal 3d. Jarak yang sama dengan batas atau lebih besar tetap memenuhi.

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

Langkah:

1. d = 8 mm, sehingga batas jarak tepi 2d = 16 mm dan batas jarak antarpaku 3d = 24 mm.
2. Jarak tepi pada gambar: a = 18 mm (lebih dari 16, memenuhi) dan e = 14 mm (kurang dari 16, melanggar).
3. Jarak antarpaku pada gambar: b = 26 mm (memenuhi), c = 22 mm (kurang dari 24, melanggar), d = 24 mm (sama dengan 24, memenuhi).

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: pedoman hanya menetapkan batas minimal, jadi jarak lebih besar tidak melanggar.
- **B.** ✓ c = 22 mm kurang dari 24 mm.
- **C.** ✗ Jebakan: kata "hanya sama dengan" menggoda. d = 24 mm tepat sama dengan batas minimal dan memenuhi.
- **D.** ✓ e = 14 mm kurang dari 16 mm.
- **E.** ✓ a = 18 mm lebih besar daripada 16 mm.

Jawaban: B, D, dan E.

No. 16 Kunci: B, C, E

Konsep: mengencangkan baut dengan "perasaan" dapat membuat baut mulur atau putus. Pabrik menetapkan torsi, dan torsi itu dicapai dengan **kunci momen**: skala diatur, kunci ditarik pelan-pelan, dan berhenti ketika klik. Pipa tidak boleh ditambahkan pada gagang, dan baut rusak diganti dengan baut yang diameter, kisar, dan kelasnya sama.

Langkah:

1. Cari penyebab: gaya berlebih tanpa ukuran (kunci diperpanjang pipa).
2. Perbaikan: baut baru yang setara, kunci momen pada 9 N·m, berhenti saat klik.
3. Rawat alat: kembalikan skala ke angka terendah supaya pegas dalamnya tidak melemah.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Pipa tambahan membuat torsi sulit dikendalikan dan mengulang penyebab baut putus.
- **B.** ✓ Baut yang putus diganti baru dengan ukuran dan kelas yang sama.
- **C.** ✓ Torsi sesuai petunjuk dan berhenti saat klik.
- **D.** ✗ Jebakan: "lebih kuat lebih aman". Torsi melebihi petunjuk memuluran baut dan dapat memutusnya lagi.
- **E.** ✓ Skala dikembalikan ke angka terendah supaya pegas kunci momen tetap akurat.

Jawaban: B, C, dan E.

No. 17 Kunci: 1B 2S 3S

Konsep: modul m = d ÷ z. Dua roda gigi hanya dapat berpasangan bila **modulnya sama**; jumlah gigi boleh berbeda. Jarak sumbu a = $(d_1 + d_2) \div 2$.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 – Benar.** m_R = 75 ÷ 30 = 2,5 mm dan m_S = 90 ÷ 36 = 2,5 mm, sama, sehingga dapat berpasangan.
- **Pernyataan 2 – Salah.** m_S = 2,5 mm sedangkan m_T = 108 ÷ 36 = 3 mm. Jebakan: jumlah gigi sama tidak menjamin modul sama.
- **Pernyataan 3 – Salah.** a = (75 + 90) ÷ 2 = 82,5 mm. Jebakan: 165 mm adalah jumlah kedua diameter yang lupa dibagi dua.

Jawaban: Benar, Salah, Salah.

No. 18 Kunci: B, C, E

Konsep: roda gigi cacing terdiri atas cacing (batang berulir) dan roda cacing. Poros keduanya **bersilangan tegak lurus**, rasionya bisa belasan sampai puluhan dalam satu pasang, dan pada rasio besar sistem **mengunci sendiri**. Gesekan giginya besar, sehingga panas dan memerlukan pelumas.

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

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: efisiensi roda gigi cacing justru rendah dan menimbulkan panas.
- **B.** ✓ Reduksi besar dalam satu pasang adalah keunggulan utamanya.
- **C.** ✓ Sifat mengunci sendiri mencegah beban memutar balik cacing; cocok untuk alat angkat.
- **D.** ✗ Poros roda gigi cacing bersilangan tegak lurus, bukan sejajar (yang sejajar adalah roda gigi lurus dan miring).
- **E.** ✓ Gesekan besar membuat pelumas dan perawatan wajib.

Jawaban: B, C, dan E.

No. 19 Kunci: A

Konsep: $n_2 = n_1 \times d_1 \div d_2$ (puli lebih besar berputar lebih lambat). Slip menurunkan putaran puli yang digerakkan dari hasil hitungan.

Langkah:

1. Tanpa slip: $n_2 = 1.500 \times 90 \div 450 = 300$ rpm.
2. Penurunan akibat slip: 3 persen × 300 = 9 rpm.
3. Putaran sebenarnya: 300 − 9 = **291 rpm**.
4. Uji kewajaran: puli penggerak lebih kecil, sehingga putaran turun dari 1.500 rpm.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ 300 − 9 = 291 rpm.
- **B.** ✗ Jebakan: 3 persen disamakan dengan 3 rpm (300 − 3).
- **C.** ✗ Jebakan: slip diabaikan (hasil tanpa slip).
- **D.** ✗ Jebakan: slip ditambahkan, padahal slip menurunkan putaran.
- **E.** ✗ Jebakan: rasio dibalik (1.500 × 450 ÷ 90 = 7.500 rpm), lalu dikurangi slip.

Jawaban: A.

No. 20 Kunci: E

Konsep: pada rangkaian dua tingkat, putaran dihitung per pasangan ($n_2 = n_1 \times d_1 \div d_2$), dan puli yang seporos berputar sama cepat. Sabuk terbuka menjaga arah, sedangkan sabuk silang membalik arah.

Langkah:

1. Tingkat pertama: n_B = 1.200 × 80 ÷ 240 = 400 rpm. Puli C seporos dengan B, jadi n_C = 400 rpm.
2. Tingkat kedua: n_D = 400 × 100 ÷ 200 = **200 rpm**.
3. Arah: sabuk terbuka, sehingga B searah dengan A (searah jarum jam). C seporos, sehingga searah pula. Sabuk disilang, sehingga D berlawanan arah jarum jam.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: tingkat kedua dihitung terbalik (400 × 200 ÷ 100 = 800 rpm); arah benar.
- **B.** ✗ Jebakan: putaran benar, tetapi sabuk silang diabaikan sehingga arahnya dikira sama.
- **C.** ✗ Jebakan: tingkat kedua terbalik dan sabuk silang diabaikan.
- **D.** ✗ Jebakan: hanya tingkat pertama yang dihitung (400 rpm).
- **E.** ✓ 200 rpm dan berlawanan arah jarum jam.

Jawaban: E.

No. 21 Kunci: A, D, E

Konsep: sabuk-V aus lebih cepat bila puli tidak sejajar. Kesejajaran diperiksa dengan mistar baja pada sisi kedua puli. Bila ada beberapa sabuk pada satu puli, semuanya diganti **sekaligus** agar panjangnya sama. Sabuk baru memanjang sedikit pada awal pemakaian, sehingga tegangannya diperiksa ulang.

Langkah:

1. Temukan penyebab: mistar menyentuh dua dari empat titik, jadi puli tidak sejajar.

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

2. Luruskan puli dahulu, lalu ganti sabuk satu set.
3. Setel tegangan sesuai petunjuk dan periksa lagi setelah beberapa jam kerja.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Menyelesaikan penyebab aus sepihak.
- **B.** ✗ Jebakan: sabuk lama tampak utuh, tetapi panjang dan tegangannya sudah berbeda dengan sabuk baru sehingga beban tidak terbagi rata.
- **C.** ✗ Tegangan berlebih menarik poros, merusak bantalan, dan memuluran sabuk.
- **D.** ✓ Satu set sabuk sekaligus agar panjang dan kondisi sama.
- **E.** ✓ Sabuk baru memanjang sedikit pada awal pemakaian.

Jawaban: A, D, dan E.

No. 22 Kunci: 1S 2B 3B

Konsep: $n_2 = n_1 \times d_1 \div d_2$. Puli yang lebih besar berputar lebih lambat, dan slip membuat putaran puli yang digerakkan turun dari hasil hitungan.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 – Salah.** Slip berarti sabuk meluncur pada puli, sehingga puli mesin berputar lebih lambat, bukan lebih cepat. Jebakan: slip dikira sabuk "berlari" lebih cepat.
- **Pernyataan 2 – Benar.** $n_2 = 1.500 \times 60 \div 180 = 500$ rpm.
- **Pernyataan 3 – Benar.** $n_2 = 1.500 \times 60 \div 120 = 750$ rpm. Puli mesin yang lebih kecil membuat putaran naik.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

No. 23 Kunci: C

Konsep: sabuk terbuka membuat kedua puli berputar **searah**; sabuk **silang** membuatnya **berlawanan arah**. Rasio putaran sama untuk kedua susunan, yaitu $n_2 = n_1 \times d_1 \div d_2$. Penyilangan hanya cocok untuk sabuk datar atau bulat, bukan sabuk-V.

Langkah:

1. Tentukan kebutuhan: arah poros kedua berlawanan.
2. Sabuk datar boleh disilang; kedua puli berlawanan arah.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Sabuk terbuka membuat kedua puli searah.
- **B.** ✗ Mengubah ukuran puli mengubah putaran, bukan arah.
- **C.** ✓ Sabuk silang membuat kedua puli berlawanan arah.
- **D.** ✗ Jenis sabuk tidak membalik arah; sabuk-V juga tidak boleh disilang karena cepat aus.
- **E.** ✗ Jebakan: arah berbalik, tetapi rasio putaran tetap sama; hanya arahnya yang berbeda.

Jawaban: C.

No. 24 Kunci: A

Konsep: dua syarat harus dipenuhi bersamaan. (1) Jarak sumbu $a = m \times (z_1 + z_2) \div 2$ harus tetap. (2) Rasio $i = z_2 \div z_1 = n_1 \div n_2$ harus sesuai putaran yang diminta.

Langkah:

1. Dari jarak sumbu: $z_1 + z_2 = 2a \div m = 2 \times 120 \div 2{,}5 = 96$.
2. Dari putaran: $i = 900 \div 450 = 2$, sehingga $z_2 = 2 \times z_1$.
3. Gabungkan: $z_1 + 2 \times z_1 = 96$, maka $z_1 = 32$ dan $z_2 = 64$.
4. Pemeriksaan: $a = 2{,}5 \times (32 + 64) \div 2 = 120$ mm; $n_2 = 900 \times 32 \div 64 = 450$ rpm.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Jumlah gigi 96 dan rasio 2.
- **B.** ✗ Jebakan: rasio 2 benar, tetapi jumlah gigi 72, sehingga jarak sumbu hanya 90 mm.

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

- **C.** ✗ Jebakan: rasio 2 benar, tetapi jumlah gigi 108, sehingga jarak sumbu 135 mm.
- **D.** ✗ Jebakan: jumlah gigi 96 benar (jarak sumbu 120 mm), tetapi rasio 2,2 sehingga putaran 409 rpm.
- **E.** ✗ Jebakan: jumlah gigi 96 benar, tetapi rasio 1,67 sehingga putaran 540 rpm.

Jawaban: A.

No. 25 Kunci: D

Konsep: putaran roda yang digerakkan $n_2 = n_1 \times z_1 \div z_2$, dihitung terpisah untuk tiap pasangan. Dua roda gigi luar yang bersinggungan berputar berlawanan arah, sehingga **setiap** roda yang menyentuh A berlawanan arah dengan A.

Langkah:

1. Pasangan A dan B: n_B = 1.200 × 20 ÷ 40 = 600 rpm (B lebih besar, lebih lambat).
2. Pasangan A dan C: n_C = 1.200 × 20 ÷ 16 = 1.500 rpm (C lebih kecil, lebih cepat).
3. Arah: A searah jarum jam, maka B dan C keduanya berlawanan arah jarum jam.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: kedua rasio dibalik (1.200 × 40 ÷ 20 = 2.400 dan 1.200 × 16 ÷ 20 = 960), padahal roda yang lebih besar lebih lambat.
- **B.** ✗ Jebakan: arah C dikira searah karena C "lebih kecil"; arah ditentukan oleh persinggungan, bukan ukuran.
- **C.** ✗ Jebakan: hanya rasio C yang dibalik (960 rpm); roda yang lebih kecil dari A harus lebih cepat.
- **D.** ✓ 600 rpm dan 1.500 rpm, keduanya berlawanan arah dengan A.
- **E.** ✗ Jebakan: arah B dikira searah dengan A; padahal bersinggungan langsung sehingga berlawanan.

Jawaban: D.

Latihan sub bab 5.1

No. 1 Kunci: B

Konsep: Aturan dasar standar gambar: setiap ukuran dicantumkan satu kali saja; garis sumbu tipis bergaris-titik melewati tepi benda; garis bantu ukur tipis sedikit melewati garis ukur; garis tersembunyi putus-putus; angka ukuran di atas garis ukur dan terbaca dari bawah atau kanan.

Langkah:

1. Periksa setiap catatan terhadap aturan.
2. Ukuran ganda membingungkan dan berisiko berbeda bila gambar direvisi → pelanggaran.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Sudah sesuai aturan garis sumbu.
- **B.** ✓ Ukuran yang sama tidak boleh ditulis dua kali.
- **C.** ✗ Jebakan: garis bantu memang dibuat sedikit melewati garis ukur, jadi ini benar.
- **D.** ✗ Jebakan: garis tersembunyi memang putus-putus, jadi ini benar.
- **E.** ✗ Sudah sesuai aturan penempatan angka ukuran.

Jawaban: B.

No. 2 Kunci: B

Konsep: Skala gambar mengubah ukuran garis di kertas, tetapi angka ukuran selalu ditulis sesuai ukuran benda sebenarnya. Skala dicantumkan di kepala gambar.

Langkah:

1. Panjang benda sebenarnya 12 mm.
2. Garis di kertas 60 mm karena skala 5 : 1, tetapi angka yang ditulis tetap 12.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: 60 mm adalah panjang garis di kertas, bukan panjang benda.

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

- **B.** ✓ Angka ukuran = ukuran sebenarnya.
- **C.** ✗ Membagi 12 dengan 5 seolah-olah skala pengecilan.
- **D.** ✗ Angka 4 adalah diameter pin, bukan panjangnya.
- **E.** ✗ Mengira panjang garis di kertas cukup dibagi dua (60 : 5 dikali 2).

Jawaban: B.

Latihan sub bab 5.2

No. 1 Kunci: A, C, E

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

Konsep: Proyeksi Eropa (sudut pertama): tampak kiri di kanan tampak depan, tampak atas di bawah. Proyeksi Amerika (sudut ketiga): tampak kanan di kanan, tampak atas di atas. Simbol proyeksi di kepala gambar menentukan cara membaca.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ Pada proyeksi Amerika, tampak kanan diletakkan di kanan tampak depan.
- **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: itu aturan proyeksi Eropa. Pada proyeksi Amerika, pandangan di atas tampak depan adalah tampak atas.
- **Pernyataan 3** ✓ P adalah tampak kanan, sehingga lubang yang terlihat di P berada di sisi kanan.
- **Pernyataan 4** ✗ Tanpa membaca simbol, pembaca dapat menukar letak pandangan dan membuat benda terbalik.
- **Pernyataan 5** ✓ Pada proyeksi Eropa, pandangan di kanan tampak depan adalah tampak kiri; inilah sumber salah baca.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 5.

No. 2 Kunci: A

Konsep: Lingkaran sepusat pada tampak depan menunjukkan benda bulat dengan lubang atau tingkat. Garis putus-putus sepanjang benda pada tampak samping menunjukkan lubang tembus yang tersembunyi.

Langkah:

1. Tampak depan: lingkaran besar (luar) dan lingkaran kecil (lubang).
2. Tampak samping: persegi panjang → silinder; garis putus-putus sepanjang benda → lubang tembus.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Sesuai kedua pandangan.
- **B.** ✗ Poros bertingkat memperlihatkan tingkat sebagai garis tebal, bukan garis putus-putus sepanjang benda.
- **C.** ✗ Alur luar akan tampak sebagai garis tebal pada tampak samping.
- **D.** ✗ Jebakan: lubang buta juga tampak putus-putus, tetapi tidak sepanjang benda dan berujung di dalam.
- **E.** ✗ Kerucut tampak sebagai trapesium pada tampak samping, bukan persegi panjang.

Jawaban: A.

Latihan sub bab 5.3

No. 1 Kunci: E

Konsep: Ukuran berantai dijumlahkan untuk mendapat panjang total. Bahan baku harus lebih besar daripada benda jadi sebesar kelebihan untuk pemesinan sesuai ketentuan.

Langkah:

1. Panjang total = 30 + 25 + 20 = 75 mm.

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

2. Panjang bahan = 75 + 2 + 2 = 79 mm (dua muka ujung).
3. Diameter terbesar Ø20 → bahan Ø20 + 2 = Ø22 mm.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Ukuran benda jadi tanpa kelebihan bahan; tidak ada sisa untuk pembubutan.
- **B.** ✗ Jebakan: diameternya benar, tetapi kelebihan 2 mm hanya ditambahkan untuk satu muka ujung.
- **C.** ✗ Diameter dihitung dari Ø16 + 2, padahal diameter terbesar Ø20.
- **D.** ✗ Kelebihan ditambahkan dua kali lipat (4 mm per sisi).
- **E.** ✓ Panjang 75 + 2 × 2 = 79 mm dan diameter 20 + 2 = 22 mm.

Jawaban: E.

No. 2 Kunci: E

Konsep: Pada gambar potongan, arsiran menunjukkan bahan yang terpotong dan bagian putih di tengah adalah lubang. Tebal dinding silinder dihitung dari selisih jari-jari luar dan jari-jari lubang.

Langkah:

1. Bagian silinder: Ø30, lubang Ø20 → tebal dinding = (30 − 20) ÷ 2 = 5 mm.
2. Panjang total 35 mm, tebal flens 5 mm → bagian silinder = 35 − 5 = 30 mm.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Selisih diameter tidak dibagi dua.
- **B.** ✗ Memakai diameter flens Ø45: (45 − 20) ÷ 2 = 12,5 mm, dan memakai panjang total.
- **C.** ✗ Jebakan: tebal dindingnya benar, tetapi panjang 35 mm masih termasuk tebal flens.
- **D.** ✗ Menghitung (45 − 30) ÷ 2 = 7,5 mm, yaitu tinggi tonjolan flens, bukan tebal dinding.
- **E.** ✓ Tebal dinding 5 mm dan panjang bagian silinder 30 mm.

Jawaban: E.

Latihan sub bab 5.4

No. 1 Kunci: A

Konsep: ARRAY polar membuat sejumlah salinan objek dengan jarak sudut sama di sekeliling titik pusat dalam satu perintah, sehingga cepat dan tepat.

Langkah:

1. 8 lubang berjarak sama → selisih sudut 360° / 8 = 45°.
2. ARRAY polar dengan pusat flens dan jumlah 8 → selesai sekaligus.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Satu perintah, jarak sudut otomatis 45°, dan posisinya tepat.
- **B.** ✗ Titik yang diperkirakan di layar tidak tepat.
- **C.** ✗ Jebakan: MIRROR terhadap dua sumbu hanya menghasilkan 4 lubang, bukan 8.
- **D.** ✗ OFFSET membuat lingkaran sepusat yang lebih besar, bukan salinan lubang.
- **E.** ✗ ROTATE memindahkan lubang yang sama, bukan membuat salinan baru.

Jawaban: A.

No. 2 Kunci: A, C, D

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

Konsep: Pada CADD, layer dipakai untuk memisahkan jenis garis; skala jenis garis mengatur tampilan pola garis putus-putus; object snap memastikan titik tepat; ukuran dibuat dengan perintah dimensi yang terhubung dengan objek.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ Layer memudahkan pengaturan jenis, tebal, dan warna garis per kelompok.
- **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: hasilnya memang tampak putus-putus, tetapi sangat lama dan sulit diubah;

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

cukup atur skala jenis garis.
• **Pernyataan 3** ✓ Skala jenis garis yang tidak sesuai membuat pola terlalu rapat atau terlalu renggang sehingga tampak penuh.
• **Pernyataan 4** ✓ Object snap mengunci titik ke ujung atau titik khusus objek.
• **Pernyataan 5** ✗ Ukuran dibuat dengan perintah dimensi agar angka ikut berubah bila objek diubah.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 4.

Kuis Akhir Bab 5

No. 1 Kunci: B

Konsep: benda digambar di dalam **ruang gambar**, yaitu bagian kertas yang tersisa setelah dikurangi garis tepi dan etiket. Kertas dipilih menurut ruang gambarnya, bukan menurut ukuran kertas penuh. Pada deret A, makin besar angkanya makin kecil kertasnya.

Langkah:
1. Ruang gambar mendatar: lebar = lebar kertas − 20 (kiri) − 10 (kanan); tinggi = tinggi kertas − 10 − 10 − 40 (etiket).
2. A5: 180 × 88 mm. A4: 267 × 150 mm. A3: 390 × 237 mm. A2: 564 × 360 mm.
3. Benda 330 × 220 mm pada skala 1 : 1 membutuhkan lebar ≥ 330 dan tinggi ≥ 220. Hanya A3 dan A2 yang memenuhi; yang terkecil adalah A3.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: lebar 267 mm dan tinggi 150 mm tidak memuat benda; tingginya kurang 70 mm.
• **B.** ✓ 390 ≥ 330 dan 237 ≥ 220; A3 adalah kertas terkecil yang cukup.
• **C.** ✗ A2 memang cukup, tetapi bukan yang terkecil. Jebakan: kertas paling luas dianggap paling aman.
• **D.** ✗ Jebakan: angka A5 dikira "lebih besar = lebih luas", padahal A5 setengah A4 dan lebih kecil.
• **E.** ✗ Jebakan: skala diubah agar benda "muat". Soal mensyaratkan 1 : 1, dan A4 tetap terlalu kecil pada skala itu.

Jawaban: B.

No. 2 Kunci: 1S 2B 3B

Konsep: skala ditulis sebagai gambar : benda. Skala 10 : 1 berarti panjang di kertas sepuluh kali panjang benda. Angka ukuran selalu ukuran benda sebenarnya. Bila satu pandangan memakai skala yang berbeda dari etiket, skalanya ditulis di dekat pandangan itu.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 – Salah.** Jebakan: angka diganti panjang garis di kertas (12 × 10 = 120). Angka yang ditulis tetap 12, sebab bengkel membuat benda, bukan menjiplak gambar.
• **Pernyataan 2 – Benar.** Skala baut (10 : 1) berbeda dari skala lembar (1 : 5), sehingga harus tertulis dekat gambar baut agar tidak salah dibaca.
• **Pernyataan 3 – Benar.** 3 mm × 10 = 30 mm di kertas; angka yang tertulis tetap Ø3.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

No. 3 Kunci: E

Konsep: empat aturan penulisan ukuran: (1) garis ukur adalah garis tipis dengan garis bantu, dan garis sumbu tidak dijadikan garis ukur; (2) lingkaran diberi tanda Ø; (3) angka ukuran adalah ukuran benda, bukan panjang garis di kertas; (4) tiap ukuran ditulis satu kali.

Langkah: periksa tiap baris tabel terhadap empat aturan itu.
1. K: skala 1 : 2 memberi panjang garis 45 mm di kertas, tetapi angka yang benar 90 → melanggar aturan 3.
2. L: lubang ditulis 6 tanpa Ø → melanggar aturan 2.

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

3. M: tebal 12 ditulis di dua pandangan → melanggar aturan 4.
4. N: garis sumbu dipakai sebagai garis ukur → melanggar aturan 1.
5. O: memenuhi keempat aturan.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: angka mengikuti panjang garis di kertas.
• **B.** ✗ Jebakan: Ø terkesan "hiasan"; padahal tanpa Ø bengkel tidak tahu apakah 6 itu diameter atau jari-jari.
• **C.** ✗ Jebakan: pengulangan dikira memperjelas, tetapi bila satu angka direvisi, angka lainnya bisa tertinggal.
• **D.** ✗ Jebakan: garis sumbu dikira cukup karena sejajar sisi pelat. Garis sumbu hanya boleh diperpanjang menjadi garis bantu, bukan dijadikan garis ukur.
• **E.** ✓ Semua kolom sesuai aturan.

Jawaban: E.

No. 4 Kunci: D

Konsep: ukuran kecil diletakkan di dalam (dekat benda) dan ukuran besar di luar, supaya garis bantu dan garis ukur tidak saling berpotongan. Jarak garis ukur pertama dari tepi benda sekitar 8–10 mm, dan jarak antargaris ukur sekitar 6–8 mm.

Langkah:

1. Ukuran 40 dan 80 adalah ukuran bagian (kecil); ukuran 120 adalah ukuran total (besar).
2. Garis bantu bagian hanya cukup turun sampai garis ukur bagian bila baris bagian berada paling dekat benda.
3. Baris total ditaruh paling luar; garis bantu total berada di tepi benda dan tidak memotong baris lain.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: garis bantu dikira mengganggu. Angka ukuran tidak ditulis di dalam gambar benda tanpa garis ukur.
• **B.** ✗ Jebakan: ukuran terbesar dikira perlu ditonjolkan. Garis ukur selalu garis tipis; menebalkannya melanggar aturan jenis garis.
• **C.** ✗ Jebakan: putus-putus dikira "lebih halus". Garis bantu ukur adalah garis tipis kontinu; putus-putus berarti tepi tersembunyi.
• **D.** ✓ Ukuran kecil di dalam, besar di luar: tidak ada perpotongan.
• **E.** ✗ Jebakan: tampak menyederhanakan, tetapi garis tepi benda tidak boleh dijadikan garis ukur.

Jawaban: D.

No. 5 Kunci: B, D, E

Konsep: setiap jenis garis punya arti: garis tebal kontinu = tepi yang terlihat; garis putus-putus = tepi yang tertutup; garis titik-garis tipis = sumbu; garis tipis kontinu = garis ukur, garis bantu ukur, dan garis penunjuk.

Langkah: cocokkan nomor dengan bentuk garis pada gambar.

1. Garis 1: garis tebal penuh di tepi pelat (kontur terlihat).
2. Garis 2: dua garis putus-putus mendatar, yaitu tepi alur di muka belakang.
3. Garis 3: titik-garis tipis yang melewati pusat lubang (sumbu).
4. Garis 4: garis tipis berpanah ujung ganda bertuliskan 100 (garis ukur).
5. Garis 5: garis tipis yang ditarik dari tepi pelat ke luar (garis bantu ukur).

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: garis ukur sering dikira tebal karena "ukuran itu penting". Garis ukur adalah garis tipis.
• **B.** ✓ Alur di muka belakang tidak terlihat dari depan, jadi digambar putus-putus.
• **C.** ✗ Jebakan: garis bantu ukur dikira tepi benda. Garis 5 hanya perpanjangan tipis dari tepi pelat

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

untuk menempatkan ukuran.
• **D.** ✓ Titik-garis tipis memang garis sumbu lubang.
• **E.** ✓ Kontur yang terlihat digambar dengan garis tebal kontinu.

Jawaban: B, D, dan E.

No. 6 Kunci: C

Konsep: baris ukuran bagian dan baris ukuran total saling memeriksa. Bila jumlahnya tidak cocok, ada salah tulis pada gambar, dan pekerjaan tidak boleh dimulai dengan menebak; pembuat gambar harus ditanya.

Langkah:
1. Jumlahkan ukuran bagian: 30 + 50 + 40 = 120 mm.
2. Bandingkan dengan ukuran total: 125 mm. Selisihnya 5 mm, jadi gambar bertentangan dengan dirinya sendiri.
3. Tidak ada cara yang pasti untuk mengetahui mana yang keliru (bagian atau total), sehingga yang benar adalah memastikan kepada penggambar sebelum bahan dipotong.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: "total lebih menentukan". Bagian yang diperpanjang 5 mm hanyalah dugaan.
• **B.** ✗ Jebakan: "bagian lebih rinci". Bisa saja salah satu bagian yang keliru tulis; hasilnya bisa 5 mm terlalu pendek.
• **C.** ✓ Menahan pembuatan dan meminta kepastian mencegah bahan terbuang.
• **D.** ✗ Jebakan: panjang di kertas dipercaya melebihi angka. Yang dipakai adalah angka ukuran, bukan hasil mistar pada gambar.
• **E.** ✗ Jebakan: tampak pragmatis (bagian yang pasti dikerjakan dulu), tetapi bagian 50 tetap ditentukan dengan menebak lewat selisih total.

Jawaban: C.

No. 7 Kunci: A

Konsep: lambang di depan angka menjelaskan bentuknya: **R** = jari-jari (sudut atau busur), **Ø** = diameter lingkaran, **M** = ulir metrik dengan diameter nominal.

Langkah: baca lambang satu per satu: R8 → jari-jari 8 mm; Ø8 → diameter 8 mm; M8 → ulir metrik berdiameter nominal 8 mm.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Ketiganya sesuai arti lambang.
• **B.** ✗ Jebakan: R dan Ø tertukar. Diameter = 2 × jari-jari, sehingga salah baca menggandakan atau membelah ukuran.
• **C.** ✗ Jebakan: Ø8 dibaca sebagai jari-jari, padahal Ø berarti diameter.
• **D.** ✗ Jebakan: R dikira pinggul. Sudut miring dinyatakan dengan pinggul (misalnya 1 × 45°), bukan R.
• **E.** ✗ Jebakan: angka pada M dikira jarak antarulir. Angka itu adalah diameter nominal ulir.

Jawaban: A.

No. 8 Kunci: C

Konsep: pada proyeksi Eropa, tampak samping kiri diletakkan di **kanan** tampak depan dengan tinggi sejajar. Kedalaman benda (50 mm) menjadi lebar pandangan, dan muka depan benda berada di **sisi kanan** pandangan itu. Tepi yang tertutup digambar putus-putus.

Langkah:
1. Kerangka: lebar = kedalaman 50 mm, tinggi = 40 mm (dari tampak depan).
2. Dari kiri, bahu kiri blok (tinggi 40) menutupi alur V. Dasar alur V berada setinggi 40 − 15 = 25 mm dan memanjang sepanjang kedalaman, jadi tampak sebagai **garis putus-putus mendatar setinggi 25**.

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

3. Lubang Ø10 berpusat 15 mm dari muka depan. Karena muka depan berada di kanan pandangan, pusatnya 50 − 15 = 35 mm dari tepi kiri; tepinya pada 35 ± 5 = **30 dan 40 mm**. Lubang tertutup bahu kiri, jadi garisnya putus-putus setinggi penuh (40).

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: dasar V dianggap terlihat. Dari kiri, alur tertutup bahu kiri sehingga garisnya putus-putus.
• **B.** ✗ Jebakan: jarak lubang dari muka depan (10 dan 20) dipakai langsung tanpa membalik sisi.
• **C.** ✓ Garis dasar V putus-putus setinggi 25 dan tepi lubang pada 30 dan 40 dari kiri.
• **D.** ✗ Jebakan: dasar alur dianggap tidak perlu digambar karena tidak terlihat. Tepi tertutup tetap digambar putus-putus.
• **E.** ✗ Jebakan: tinggi 15 adalah kedalaman alur, bukan tinggi dasar alur dari alas (40 − 15 = 25).

Jawaban: C.

No. 9 Kunci: A, C, E

Konsep: pada setengah potongan benda simetris, separuh digambar dipotong (bahan diarsir, rongga kosong) dan separuh lagi tampak luar tanpa garis putus-putus. Garis sumbu memisahkan kedua belahan.

Langkah:

1. Tebal dinding badan: (40 − 20) ÷ 2 = 10 mm. Tebal dinding leher: (30 − 20) ÷ 2 = 5 mm.
2. Tebal dasar: tinggi total − kedalaman rongga = 45 − 38 = 7 mm.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Arsiran hanya pada bahan yang terkena bidang potong; rongga dibiarkan kosong.
• **B.** ✗ Jebakan: dinding leher dikira sama dengan badan. Leher hanya 5 mm, badan 10 mm.
• **C.** ✓ 45 − 38 = 7 mm.
• **D.** ✗ Jebakan: kebiasaan memakai putus-putus untuk rongga dibawa ke potongan. Belahan tampak luar tidak memakainya; rongga sudah terlihat pada belahan potongan.
• **E.** ✓ Garis sumbu menjadi pemisah kedua belahan.

Jawaban: A, C, dan E.

No. 10 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: setiap pandangan menggambarkan benda dari satu arah. Tepi yang terlihat digambar dengan garis tebal; tepi yang tertutup digambar putus-putus. Tepi yang terlihat pada gambar isometrik juga terlihat pada pandangan yang searah dengannya.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 – Benar.** Dilihat dari depan, benda tampak sebagai profil tangga: 30 mm tinggi untuk x = 0–30 dan 15 mm untuk x = 30–60. Semua tepinya terlihat, sehingga digambar dengan garis tebal.
• **Pernyataan 2 – Salah.** Jebakan: garis pada tinggi 15 mm dikira tersembunyi. Dari kanan terlihat bidang tegak tingkat kiri setinggi 15–30 mm di belakang tingkat rendah, jadi garis di tinggi 15 mm adalah garis tebal (terlihat). Tidak ada tepi yang tertutup.
• **Pernyataan 3 – Benar.** Dari atas, benda berupa persegi panjang 60 × 40; garis perpotongan dua tingkat pada x = 30 terlihat sebagai garis tebal tegak.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 11 Kunci: B, D, E

Konsep: lubang yang tidak terbelah bidang potong tampak pada pandangan samping sebagai garis putus-putus (tertutup bahan). Dari arah tembusnya, lubang tampak sebagai lingkaran. Pandangan yang bersebelahan memakai ukuran sama pada arah yang sama, sehingga pusat lubang segaris tegak pada tampak depan dan tampak atas.

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

Langkah:
1. Tampak atas (dilihat dari arah lubang): tepi pembenaman Ø18 di permukaan dan tepi lubang Ø10 di dasar pembenaman, keduanya terlihat → dua lingkaran sepusat bergaris tebal.
2. Tampak depan: lubang ada di dalam pelat, tertutup dinding depan → semua tepinya putus-putus. Ø18 hanya 6 mm dari permukaan atas; sisa tebal (20 − 6 = 14 mm) dilalui garis Ø10 sampai dasar pelat.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: "menembus pelat" dikira terlihat dari depan. Dari depan lubang tertutup dinding pelat, jadi putus-putus.
• **B.** ✓ Dua lingkaran sepusat pada tampak atas.
• **C.** ✗ Jebakan: kedalaman pembenaman dikira batas seluruh lubang. Garis Ø10 tidak berhenti di 6 mm; ia berlanjut sampai dasar pelat.
• **D.** ✓ Garis Ø18 sedalam 6 mm, lalu garis Ø10 melanjutkan.
• **E.** ✓ Segaris tegak antarpandangan.

Jawaban: B, D, dan E.

No. 12 Kunci: A

Konsep: garis putus-putus yang terlalu banyak membuat gambar sulit dibaca, terutama pada benda berongga atau rakitan. Penyelesaiannya adalah **gambar potongan**: benda dibayangkan dipotong, bahan yang terkena bidang potong diarsir, rongga dibiarkan kosong, dan garis putus-putus yang tadinya menunjukkan bagian dalam tidak digambar lagi.

Langkah:
1. Pilih bidang potong yang melewati rongga-rongga penting (sumbu rongga).
2. Gambar pandangan potongan, arsir hanya bahan yang terpotong, dan beri tanda bidang potong serta judul "Potongan A-A".
3. Hapus garis putus-putus yang sudah terlihat langsung pada potongan.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Inilah fungsi gambar potongan.
• **B.** ✗ Jebakan: garis tebal dikira lebih jelas. Garis tebal berarti tepi terlihat; mengubah jenis garis membuat gambar salah.
• **C.** ✗ Jebakan: menambah pandangan terasa menambah informasi, tetapi justru menambah garis putus-putus.
• **D.** ✗ Jebakan: isometrik dikira selalu menolong. Garis tersembunyi biasanya tidak digambar pada isometrik, jadi rongga dalam tetap tidak terbaca.
• **E.** ✗ Jebakan: gambar dibesarkan agar renggang. Skala hanya memperbesar gambar; kerumitan garis tetap ada.

Jawaban: A.

No. 13 Kunci: E

Konsep: pada gambar isometrik, tiga sumbu saling membentuk 120°: satu tegak dan dua miring 30° terhadap garis mendatar. Ukuran diukur sepanjang sumbu dengan skala 1 : 1, dan garis tersembunyi biasanya tidak digambar agar gambar tetap bersih.

Langkah: periksa tiga langkah terhadap aturan itu. Langkah 1 dan 2 sesuai aturan; langkah 3 yang menyimpang.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: 45° dikira sudut isometrik. Sudut 30° justru yang benar; 45° milik gambar jenis lain (oblik).
• **B.** ✗ Jebakan: faktor pengecil dikira wajib. Pada gambar isometrik di buku ini, ukuran diukur 1 : 1 sepanjang sumbu.

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

• **C.** ✗ Jebakan: proses dikira harus lewat tampak depan. Ukuran dipindahkan langsung dari angka ukuran ke sumbu.
• **D.** ✗ Jebakan: ketiga sumbu dikira harus miring. Sumbu tegak tetap tegak; hanya dua sumbu lainnya yang membentuk 30°.
• **E.** ✓ Garis putus-putus tidak digambar pada isometrik.

Jawaban: E.

No. 14 Kunci: B

Konsep: bahan baku harus lebih besar daripada ukuran akhir karena ada tambahan pemesinan. Tambahan dihitung pada setiap sisi atau muka yang dikerjakan, lalu dipilih bahan yang cukup dengan pemborosan paling kecil.

Langkah:
1. Panjang minimum = 110 + 2 × 2 = 114 mm.
2. Lebar minimum = 50 + 2 × 2 = 54 mm.
3. Tebal minimum = 6 + 2 × 1 = 8 mm.
4. Periksa tiap sisa: Sisa 1 (tebal 7 < 8) tidak cukup; Sisa 2 (120 × 54 × 8) cukup; Sisa 3 (125 × 60 × 10) cukup tetapi boros; Sisa 4 (lebar 52 < 54) tidak cukup; Sisa 5 (panjang 112 < 114) tidak cukup.
5. Di antara yang cukup, volume Sisa 2 = 120 × 54 × 8 = 51.840 mm^3, lebih kecil daripada Sisa 3 (75.000 mm^3).

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: tebal dibandingkan dengan ukuran akhir, bukan ukuran akhir ditambah tambahan.
• **B.** ✓ Cukup pada ketiga ukuran dan paling hemat.
• **C.** ✗ Jebakan: yang terbesar dianggap paling aman. Sisa 3 cukup, tetapi boros; soal meminta yang paling hemat.
• **D.** ✗ Jebakan: lebar dibandingkan dengan ukuran akhir (50), padahal butuh 54.
• **E.** ✗ Jebakan: panjang dibandingkan dengan ukuran akhir (110), padahal butuh 114.

Jawaban: B.

No. 15 Kunci: A, C, E

Konsep: batas atas = nominal + penyimpangan atas; batas bawah = nominal + penyimpangan bawah (tanda ikut dihitung). Hasil ukur diterima bila berada di antara kedua batas, termasuk tepat pada batas. Nominal tidak otomatis berada di dalam daerah toleransi.

Langkah:
1. Ø30 +0,05/+0,02: batas 30,02 sampai 30,05.
2. 12 0/−0,03: batas 11,97 sampai 12,00.
3. 80 ± 0,1: batas 79,90 sampai 80,10.
4. 25 −0,05/−0,10: batas 24,90 sampai 24,95.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ 30,00 < 30,02, jadi ditolak. Jebakan: nominal 30 dikira otomatis diterima, padahal kedua penyimpangan bertanda plus.
• **B.** ✗ 12,01 > batas atas 12,00. Jebakan: "selisih kecil dari nominal" dianggap cukup; batas atas sama dengan nominal.
• **C.** ✓ Tepat pada batas atas 80,10, diterima.
• **D.** ✗ 24,95 tepat pada batas atas 24,95, jadi diterima. Jebakan: ukuran dikira harus mendekati atau melebihi nominal 25.
• **E.** ✓ 24,92 berada di antara 24,90 dan 24,95.

Jawaban: A, C, dan E.

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

No. 16 Kunci: D

Konsep: gambar kerja tidak menulis semua ukuran. Ukuran yang tidak tertulis dihitung dari ukuran lain dengan menjumlahkan atau mengurangkan. Jarak antar pusat lubang = ukuran total − jarak lubang ke tepi di kedua ujung.

Langkah:

1. Mendatar: 140 − 15 − 15 = 110 mm (lubang simetris, jarak ke tepi kanan sama dengan kiri).
2. Tegak: 80 − 12 − 12 = 56 mm.
3. Urutan jawaban mendatar × tegak: 110 × 56 mm.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: hanya satu jarak tepi yang dikurangkan (140 − 15 dan 80 − 12).
- **B.** ✗ Jebakan: ukuran total dikira jawaban. Itu ukuran total pelat, bukan jarak antar lubang.
- **C.** ✗ Jebakan: angka benar tetapi urutan terbalik. Soal meminta mendatar × tegak, bukan tegak × mendatar.
- **D.** ✓ 110 mm mendatar dan 56 mm tegak.
- **E.** ✗ Jebakan: arah mendatar dihitung benar, tetapi arah tegak hanya mengurangi satu jarak tepi (80 − 12 = 68).

Jawaban: D.

No. 17 Kunci: C

Konsep: kekasaran permukaan dinyatakan dengan nilai Ra (µm). Makin kecil angkanya, makin halus permukaannya, dan makin mahal dikerjakan. Simbol umum dekat etiket berlaku bagi semua permukaan yang tidak diberi simbol lain.

Langkah: bandingkan 0,8 dan 6,3: 0,8 jauh lebih kecil, jadi permukaan duduk bantalan jauh lebih halus; permukaan lain cukup Ra 6,3 (hasil bubut biasa).

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: angka besar dikira "lebih baik". Pada Ra, angka kecil berarti halus.
- **B.** ✗ Jebakan: seragam dianggap lebih baik. Hanya bagian yang membutuhkan yang dikerjakan halus, supaya biaya tidak membengkak.
- **C.** ✓ Ra 0,8 lebih halus dan lebih mahal; bagian lain cukup Ra 6,3.
- **D.** ✗ Jebakan: Ra dikira ukuran pengurangan tebal. Ra adalah ukuran kehalusan dalam mikrometer.
- **E.** ✗ Jebakan: simbol dekat etiket dikira hanya untuk bagian terdekat. Simbol umum berlaku bagi semua permukaan tanpa simbol lain.

Jawaban: C.

No. 18 Kunci: A, C, D

Konsep: di CADD, benda digambar dengan **ukuran sebenarnya (1 : 1)**. Skala baru berperan saat **mencetak**: perangkat lunak yang mengecilkan atau membesarkan. Angka ukuran selalu ukuran benda.

Langkah:

1. Gambar di CADD: 1.800 satuan × 750 satuan.
2. Cetak skala 1 : 10: 1.800 ÷ 10 = 180 mm dan 750 ÷ 10 = 75 mm di kertas, muat pada A3 (420 × 297 mm).

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

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Ukuran sebenarnya 1.800 satuan.

• **B.** ✗ Jebakan: skala diterapkan pada gambar, padahal diatur saat mencetak. Memperkecil objek membuat ukuran gambar salah.

• **C.** ✓ 750 ÷ 10 = 75 mm.

• **D.** ✓ Skala cetak tidak mengubah objek di CADD.

• **E.** ✗ Jebakan: angka ukuran diganti panjang di kertas. Angka ukuran tetap 1.800 (ukuran benda).

Jawaban: A, C, dan D.

No. 19 Kunci: A, D, E

Konsep: ketelitian gambar CADD dijamin oleh koordinat dan alat bantu, bukan oleh klik bebas. Angka ukuran otomatis memperlihatkan ukuran sesungguhnya objek; karena itu ia dipakai untuk memeriksa, bukan untuk diubah-ubah.

Langkah:

1. Perbaiki penyebabnya: gambar ulang dengan masukan yang tepat (koordinat relatif) dan alat bantu yang menjaga ketepatan (ORTHO, OSNAP).
2. Periksa hasilnya: bandingkan angka ukuran otomatis dengan gambar kerja.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Koordinat relatif @90,0 dan @0,50 menghasilkan ukuran tepat dan sudut siku.

• **B.** ✗ Jebakan: menimpa angka membuat tampilan benar, tetapi bentuk sebenarnya tetap salah; bengkel akan mengikuti angka yang menyesatkan.

• **C.** ✗ Jebakan: selisih dianggap cukup disembunyikan. Skala cetak tidak memperbaiki ukuran objek; kesalahan hanya tersamar.

• **D.** ✓ ORTHO menjaga sudut 90°, OSNAP menjaga titik tersambung persis.

• **E.** ✓ Pemeriksaan terhadap angka otomatis mendeteksi kesalahan sebelum gambar diserahkan.

Jawaban: A, D, dan E.

No. 20 Kunci: B, D, E

Konsep: tiap perintah punya fungsi tertentu: OFFSET membuat objek sejajar pada jarak tertentu, TRIM memotong kelebihan, EXTEND memperpanjang, FILLET membulatkan sudut, CHAMFER memotong sudut miring, MIRROR membuat bayangan cermin.

Langkah: tanyakan "apa yang berubah pada gambar?" lalu cocokkan dengan perintah.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: TRIM dan EXTEND tertukar. TRIM memotong kelebihan; yang memperpanjang adalah EXTEND.

• **B.** ✓ FILLET membulatkan sudut dengan jari-jari tertentu.

• **C.** ✗ Jebakan: FILLET dan CHAMFER tertukar. Tepi miring dibuat dengan CHAMFER.

• **D.** ✓ OFFSET membuat garis sejajar pada jarak 8 mm.

• **E.** ✓ MIRROR menyalin objek ke seberang garis simetri.

Jawaban: B, D, dan E.

No. 21 Kunci: B

Konsep: simbol las terdiri atas garis acuan, garis panah, simbol (segitiga = las sudut), ukuran (z = panjang kaki), dan ekor (111 = SMAW). Letak segitiga terhadap garis acuan menentukan sisi las: di bawah = sisi yang ditunjuk panah, di atas = sisi seberang. Segitiga di bawah dan di atas sekaligus berarti las dikerjakan di kedua sisi.

Langkah:

1. Panah menunjuk sisi kiri pelat tegak.

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

2. Segitiga di bawah garis acuan bertuliskan z6 → las sudut kaki 6 mm di sisi kiri (sisi panah).
3. Segitiga di atas garis acuan bertuliskan z4 → las sudut kaki 4 mm di sisi kanan (seberang panah).
4. Ekor "111" → proses SMAW.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: sisi tertukar (bawah dibaca seberang).
• **B.** ✓ Kiri 6 mm, kanan 4 mm, SMAW.
• **C.** ✗ Jebakan: dua ukuran disamakan; padahal tiap segitiga punya ukuran sendiri.
• **D.** ✗ Jebakan: ukuran tertukar; angka di bawah garis milik sisi panah.
• **E.** ✗ Jebakan: simbol kedua dianggap tambahan. Segitiga di atas garis acuan tidak boleh diabaikan; ia memerintahkan las di sisi seberang.

Jawaban: B.

No. 22 Kunci: 1S 2B 3S

Konsep: ukuran dalam tanda kurung adalah ukuran rujukan (informasi), bukan dasar pembuatan. Ukuran yang punya toleransi sendiri mengikuti toleransi yang tertulis; toleransi umum hanya untuk ukuran yang tidak diberi toleransi sendiri.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 – Salah.** Jebakan: angka tertulis dikira selalu dipakai. Ukuran dalam kurung hanya informasi, dan tidak boleh dijadikan dasar pembuatan.
• **Pernyataan 2 – Benar.** Batas bawah 16 − 0,05 = 15,95; 15,94 melewati batas bawah sehingga ditolak.
• **Pernyataan 3 – Salah.** Jebakan: "umum" dibaca "untuk semua". Lubang itu sudah punya toleransi sendiri (± 0,05), jadi ± 0,2 tidak berlaku.

Jawaban: Salah, Benar, Salah.

No. 23 Kunci: E

Konsep: koordinat relatif ditulis @dx,dy dan dihitung dari **titik terakhir**: dx positif ke kanan, negatif ke kiri; dy positif ke atas, negatif ke bawah.

Langkah:
1. Baca titik pada grid: C (70,40), D (40,40), E (40,70).
2. C ke D: dx = 40 − 70 = −30, dy = 0 → @-30,0.
3. D ke E (titik terakhir sekarang D): dx = 0, dy = 70 − 40 = 30 → @0,30.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: D berada di kiri C, tetapi arah dx ditulis positif.
• **B.** ✗ Jebakan: arah ke atas ditulis negatif. E berada di atas D, sehingga dy harus positif; dy negatif membuat garis turun.
• **C.** ✗ Jebakan: alamat absolut D dan E diberi tanda @; hasilnya melompat jauh dari titik terakhir.
• **D.** ✗ Jebakan: sumbu tertukar; gerak pertama seharusnya mendatar ke kiri.
• **E.** ✓ @-30,0 lalu @0,30.

Jawaban: E.

No. 24 Kunci: A

Konsep: OSNAP (object snap) membuat kursor menempel pada titik penting objek, misalnya endpoint (ujung), midpoint (titik tengah), center (pusat), quadrant, dan intersection (perpotongan). Ketepatan tidak boleh mengandalkan mata.

Langkah: titik yang dibutuhkan adalah titik tengah sisi → pilih OSNAP midpoint.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Kursor menempel persis pada titik tengah sisi.
• **B.** ✗ Jebakan: ORTHO menjaga arah garis (tegak atau mendatar), bukan letak titik awalnya.

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

• **C.** ✗ Jebakan: koordinat perkiraan tidak tepat; ketepatan harus dijamin oleh alat bantu.
• **D.** ✗ Jebakan: tampilan besar dikira menjamin ketepatan. Memperbesar tampilan tidak menjamin kursor tepat di titik tengah.
• **E.** ✗ Jebakan: layer dikira memperbaiki hasil. Layer memengaruhi warna dan tebal garis, bukan ketepatan titik.

Jawaban: A.

No. 25 Kunci: D

Konsep: ARRAY persegi menggandakan objek dalam baris dan kolom. **Jumlah baris dan kolom sudah termasuk objek asli.** Jarak antar baris adalah jarak tegak antara dua baris yang berdekatan; jarak antar kolom adalah jarak mendatar antara dua kolom yang berdekatan.

Langkah:
1. Baris = deretan mendatar, ada 4 → jumlah baris 4; tiap baris berisi 5 lubang → jumlah kolom 5.
2. Jarak antar baris = jarak tegak = 15 mm; jarak antar kolom = jarak mendatar = 20 mm.
3. Periksa: 5 kolom × 4 baris = 20 lubang.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: jumlah baris dan kolom tertukar (hasilnya 5 baris × 4 kolom).
• **B.** ✗ Jebakan: jarak total (3 × 15 = 45 dan 4 × 20 = 80) dimasukkan sebagai jarak antar baris dan kolom.
• **C.** ✗ Jebakan: jumlah dihitung tanpa lubang asli (hasilnya hanya 12 lubang).
• **D.** ✓ 4 baris, 5 kolom, jarak 15 mm dan 20 mm.
• **E.** ✗ Jebakan: kedua jarak tertukar.

Jawaban: D.

Simulasi 1 — Prediksi TKA 2026

No. 1 Kunci: 1S 2B 3S

Konsep: P3K di bengkel: luka bakar ringan didinginkan dengan air mengalir; benda asing di mata tidak dikucek atau dicongkel, cukup dibilas air bersih lalu dirujuk ke petugas kesehatan.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: rasa dingin hanya sesaat; pasta gigi dapat menahan panas dan menimbulkan infeksi. Luka bakar ringan didinginkan dengan air mengalir.
• **Pernyataan 2 → Benar.** Air mengalir menurunkan suhu kulit dan mengurangi kerusakan jaringan.
• **Pernyataan 3 → Salah.** Mengucek atau mencongkel dapat menggores kornea; mata dibilas air bersih dan Yuni dibawa ke petugas kesehatan.

Jawaban: Salah, Benar, Salah.

No. 2 Kunci: B, C, E

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

Konsep: Gerinda duduk: celah tool rest 2–3 mm, berdiri di samping bidang putar saat menyalakan, memakai permukaan depan batu, memakai kacamata walaupun ada kaca pelindung, dan mendinginkan benda kerja secara berkala.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: kaca pelindung memang menahan sebagian serpihan, tetapi tidak menutupi semua arah; kacamata tetap wajib.
• **Pernyataan 2** ✓ Celah lebar dapat menjepit pahat dan menariknya ke antara batu dan penyangga.
• **Pernyataan 3** ✓ Bila batu pecah saat mulai berputar, pecahannya terlempar searah bidang putar.
• **Pernyataan 4** ✗ Sisi samping batu gerinda biasa tidak dirancang menahan tekanan samping dan

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

dapat pecah.

• **Pernyataan 5** ✓ Pendinginan menjaga tangan tidak terbakar dan mata pahat tidak terlalu panas.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

No. 3 Kunci: A, C, E

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

Konsep: Penandaan: lapisi tinta penanda, tarik garis tipis dari sisi acuan dengan mistar dan mistar siku, titik kecil dengan penitik garis di perpotongan, perbesar dengan penitik pusat, lalu periksa ukuran sebelum mengebor.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Goresan pada lapisan tinta tampak terang dan mudah diikuti.

• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: garis memang makin jelas, tetapi goresan dalam merusak permukaan; satu goresan tipis pada lapisan tinta sudah cukup.

• **Pernyataan 3** ✓ Sisi acuan yang rata dan mistar siku menghasilkan garis tegak lurus yang tepat.

• **Pernyataan 4** ✗ Pukulan terlalu kuat dapat menggeser atau membuat titik terlalu besar; titik dibuat dengan penitik garis dulu lalu diperbesar dengan penitik pusat.

• **Pernyataan 5** ✓ Kesalahan penandaan lebih mudah diperbaiki sebelum lubang dibor.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 5.

No. 4 Kunci: D

Konsep: Bahan dipilih dengan memeriksa semua syarat wajib. Bahan yang unggul pada satu sifat tetapi gagal pada syarat lain tidak dipilih.

Langkah:

1. Karet alam: tahan oli rendah → gugur.
2. Besi tuang: merusak lantai → gugur.
3. Nilon: hanya sampai 200 kg, di bawah beban 300 kg → gugur.
4. Poliuretan: memenuhi ketiga syarat.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Tidak merusak lantai, tetapi mengembang terkena oli.

• **B.** ✗ Kuat, tetapi merusak lantai epoksi.

• **C.** ✗ Jebakan: tahan oli dan tidak merusak lantai, tetapi daya tahan bebannya hanya sampai 200 kg, padahal troli membawa sampai 300 kg.

• **D.** ✓ Memenuhi ketiga syarat.

• **E.** ✗ Cat cepat terkelupas pada roda yang berputar dan tidak mengubah sifat karet.

Jawaban: D.

No. 5 Kunci: A

Konsep: Nilon dan plastik teknik sejenis memiliki gesekan rendah tanpa pelumasan, tidak berkarat, dan cocok untuk beban ringan putaran lambat, misalnya pada peralatan makanan.

Langkah:

1. Syarat: tanpa oli/gemuk, beban ringan, putaran lambat.
2. Nilon bergesekan rendah tanpa pelumas → cocok.

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

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Memenuhi syarat tanpa pelumas dan beban ringan.
- **B.** ✗ Jebakan: perunggu memang bahan bushing yang baik, tetapi butuh gemuk yang dilarang pemilik.
- **C.** ✗ Besi tuang tetap butuh pelumasan dan berdecit bila kering.
- **D.** ✗ Karet lunak mudah berubah bentuk dan gesekannya besar sehingga cepat panas dan aus.
- **E.** ✗ Oli dilarang karena dapat menetes ke roti.

Jawaban: A.

No. 6 Kunci: C

Konsep: Perunggu (paduan tembaga–timah) adalah logam non-ferrous yang tahan korosi air laut dan mudah dicor, sehingga banyak dipakai untuk impeler dan bantalan di kapal.

Langkah:

1. Syarat: tahan air laut, dapat dicor, awet.
2. Perunggu memenuhi ketiga syarat.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Besi tuang tetap berkarat; hanya memperlambat kerusakan.
- **B.** ✗ Cat cepat terkikis oleh aliran air dan pasir di impeler.
- **C.** ✓ Tahan korosi air laut dan mudah dicor.
- **D.** ✗ Jebakan: aluminium memang tidak berkarat seperti besi, tetapi aluminium murni lunak dan mudah terkikis air laut serta pasir.
- **E.** ✗ Lapisan seng tipis cepat habis terkikis oleh aliran air laut.

Jawaban: C.

No. 7 Kunci: B, D

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

Konsep: Paku keling: sambungan tetap tanpa peleburan, cocok untuk logam berbeda atau bahan yang tidak dapat dilas. Las: sambungan tetap yang kedap untuk logam sejenis yang dapat dilas.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: las memang cepat, tetapi aluminium dan baja tidak dapat disatukan dengan las SMAW.
- **Pernyataan 2** ✓ Paku keling menyambung logam yang berbeda tanpa peleburan.
- **Pernyataan 3** ✗ Sambungan paku keling sulit kedap tanpa perapat tambahan; tangki baru (belum berisi solar) dapat dilas dengan aman.
- **Pernyataan 4** ✓ Las melebur dan menyatukan pelat sehingga sambungan kedap.
- **Pernyataan 5** ✗ Paku keling termasuk sambungan tetap; harus dibor untuk dibongkar.

Jawaban: pernyataan 2, 4.

No. 8 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: Sifat elastis: bahan kembali ke bentuk semula setelah beban dilepas. Bila beban melewati batas elastis, terjadi perubahan bentuk plastis yang menetap. Pegas dirancang bekerja di daerah elastis.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 → Benar.** Perubahan bentuk elastis hilang setelah beban dilepas.
- **Pernyataan 2 → Benar.** Perubahan bentuk yang menetap adalah perubahan bentuk plastis.
- **Pernyataan 3 → Salah.** Jebakan: panjangnya memang dapat dibuat sama, tetapi pegas yang sudah melewati batas elastis telah berubah sifatnya sehingga gaya tariknya tidak lagi sesuai; pegas harus diganti.

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

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

No. 9 Kunci: D

Konsep: Pada permukaan bulat, titik penitik memberi dudukan awal mata bor; benda dijepit pada blok V agar tidak berputar; pengeboran dimulai dengan putaran rendah dan bor dijaga tegak terhadap sumbu pipa.

Langkah:

1. Titik penitik → mata bor tidak tergelincir.
2. Blok V/ragum → pipa tidak berputar.
3. Mulai pelan dan tegak → lubang tepat di tanda.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Tekanan dan putaran tinggi pada permukaan bulat membuat mata bor makin mudah tergelincir dan patah.
- **B.** ✗ Pipa bulat yang dipegang satu tangan mudah berputar.
- **C.** ✗ Mengebor miring membuat lubang tidak tegak lurus terhadap sumbu pipa.
- **D.** ✓ Penitikan, penjepitan, dan cara mengebor sudah tepat.
- **E.** ✗ Jebakan: penitikannya benar, tetapi rahang datar hanya menyentuh pipa bulat di dua garis sehingga pipa mudah berputar atau penyok, dan putaran tinggi di awal membuat mata bor tergelincir.

Jawaban: D.

No. 10 Kunci: A, C, D

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

Konsep: Bantalan gelinding dipilih menurut arah beban: bantalan radial untuk beban tegak lurus sumbu, bantalan aksial untuk beban searah sumbu, dan jenis tertentu (misalnya rol tirus) untuk gabungan keduanya.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ Berat benda menekan sepanjang sumbu poros tegak.
- **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: bantalan radial memang ringan berputar, tetapi dirancang terutama untuk beban tegak lurus sumbu, bukan beban aksial besar.
- **Pernyataan 3** ✓ Beban dari atas menekan poros mendatar ke arah tegak lurus sumbunya.
- **Pernyataan 4** ✓ Bantalan radial dirancang untuk beban tegak lurus sumbu.
- **Pernyataan 5** ✗ Diameter memang harus cocok, tetapi jenis bantalan juga harus sesuai arah beban.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 4.

No. 11 Kunci: A

Konsep: Alat ukur dipilih menurut rentang ukurnya, bentuk yang diukur, dan ketelitian yang lebih halus dari toleransi. Jangka sorong dapat mengukur kedalaman dengan batang ukur kedalaman.

Langkah:

1. P: 450 mm melebihi jangkauan jangka sorong 150 mm; toleransi ±1 cukup dengan mistar baja.
2. Q: toleransi ±0,02 lebih halus dari 0,05 → mikrometer (rentang 25–50 mm mencakup 30).
3. R: kedalaman ±0,1 → batang kedalaman jangka sorong.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Setiap alat sesuai rentang, bentuk, dan ketelitian.
- **B.** ✗ Jangka sorong 150 mm tidak dapat mengukur 450 mm, dan mistar terlalu kasar untuk ±0,1.
- **C.** ✗ Mikrometer luar tidak dapat mengukur kedalaman alur, dan jangka sorong 0,05 terlalu kasar untuk ±0,02.
- **D.** ✗ Jebakan: P dan R tepat, tetapi ketelitian jangka sorong 0,05 mm terlalu kasar untuk toleransi ±0,02 mm.
- **E.** ✗ Mikrometer 25–50 mm tidak dapat mengukur 450 mm.

Jawaban: A.

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

No. 12 Kunci: B

Konsep: Pada rangkaian dua tingkat, putaran poros antara = n_motor × z_A / z_B. Roda gigi pada poros yang sama berputar sama, sehingga n_D = n_antara × z_C / z_D.

Langkah:

1. n poros antara = 1.400 × 20 / 40 = 700 rpm (B dan C sama-sama 700 rpm).
2. n pengaduk = 700 × 15 / 60 = 175 rpm.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Baru putaran poros antara (tingkat pertama).
- **B.** ✓ Kedua tingkat dihitung berurutan.
- **C.** ✗ Memakai 1.400 × 15 / 60 tanpa tingkat pertama.
- **D.** ✗ Kedua perbandingan dibalik: 1.400 × 40/20 × 60/15.
- **E.** ✗ Menjumlahkan gigi: 1.400 × (20 + 15) / (40 + 60) = 490 rpm; jumlah gigi tidak boleh dijumlahkan, perbandingan setiap tingkat harus dikalikan.

Jawaban: B.

No. 13 Kunci: E

Konsep: Pembubutan presisi dibagi menjadi pembubutan kasar (membuang sebagian besar bahan) dan penyelesaian (mencapai ukuran dan kehalusan). Sisa bahan kecil ditinggalkan, benda diukur, lalu pemakanan akhir disesuaikan agar ukuran masuk toleransi.

Langkah:

1. Kasar: Ø40 → Ø32,5 (sisa 0,5 mm untuk penyelesaian).
2. Ukur hasil kasar agar kedalaman potong akhir tepat.
3. Penyelesaian: pemakanan kecil, putaran lebih tinggi → Ø32 ± 0,02.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Pembubutan kasar tidak cukup halus dan tepat; amplas mengurangi ukuran tanpa kendali.
- **B.** ✗ Jebakan: sisa bahannya benar, tetapi tanpa mengukur, kedalaman potong akhir hanya ditebak sehingga mudah keluar toleransi ±0,02.
- **C.** ✗ Pemakanan kecil dari awal membuang waktu dan pahat cepat aus.
- **D.** ✗ Jebakan: urutannya benar, tetapi penyelesaian justru memakai putaran lebih tinggi menurut lembar kerja.
- **E.** ✓ Kasar, ukur, lalu penyelesaian dengan pemakanan kecil.

Jawaban: E.

No. 14 Kunci: C

Konsep: Lembar serah terima mencatat kondisi mesin apa adanya. Kerusakan dicatat, dilaporkan kepada penanggung jawab, dan mesin diberi tanda agar pemakai berikutnya tidak celaka.

Langkah:

1. Kondisi sebenarnya: pengunci tidak mengunci rapat → harus dicatat.
2. Lapor ke guru dan beri label agar mesin tidak dipakai sebelum diperiksa.

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

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Mencatat kondisi yang tidak benar menutupi kerusakan dan membahayakan pemakai berikutnya.

• **B.** ✗ Jebakan: pemberitahuan lisan memang membantu, tetapi tidak tercatat dan guru tidak tahu sehingga kerusakan tidak diperbaiki.

• **C.** ✓ Jujur, tercatat, dilaporkan, dan pemakai berikutnya terlindungi.

• **D.** ✗ Perbaikan mesin bukan wewenang siswa tanpa izin, dan catatannya tetap tidak sesuai kenyataan.

• **E.** ✗ Catatan tetap tidak jujur dan larangan lisan mudah terlupa.

Jawaban: C.

No. 15 Kunci: B, C, D

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

Konsep: Distorsi las terjadi karena logam las dan sekitarnya menyusut saat dingin. Cara mengurangi: las titik, urutan las berselang atau mundur bertahap, penjepitan, dan panas masuk yang tidak berlebihan.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: jumlah jalur memang berkurang, tetapi panas yang masuk makin besar sehingga distorsi bertambah.

• **Pernyataan 2** ✓ Las titik menahan posisi pelat dan celah agar tidak berubah saat pengelasan.

• **Pernyataan 3** ✓ Pembagian panas mengurangi penyusutan yang tidak merata.

• **Pernyataan 4** ✓ Penjepitan menahan pelat agar tidak bergerak saat menyusut.

• **Pernyataan 5** ✗ Pendinginan mendadak dapat membuat las retak dan tetap tidak meratakan penyusutan.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 4.

No. 16 Kunci: B

Konsep: Pencekaman ulang pada cekam rahang tiga hampir selalu menggeser sumbu sedikit. Untuk diameter yang harus sesumbu, benda dibubut di antara dua senter (lubang senter menjadi acuan yang sama) atau diselesaikan dalam satu kali pencekaman.

Langkah:

1. Penyebab oleng: sumbu berubah saat poros dibalik di cekam.
2. Solusi: acuan yang sama untuk semua diameter → lubang senter di kedua ujung, bubut di antara dua senter.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Mengencangkan lebih kuat tidak membuat rahang tiga kembali tepat ke sumbu semula.

• **B.** ✓ Lubang senter di kedua ujung menjadi acuan yang sama, sehingga semua diameter sesumbu walaupun poros dibalik.

• **C.** ✗ Jebakan: urutannya berbeda, tetapi poros tetap dibalik di cekam sehingga masalah yang sama tetap terjadi.

• **D.** ✗ Kedalaman potong tidak mengembalikan kesumbuan.

• **E.** ✗ Ketajaman pahat memengaruhi kehalusan, bukan kesumbuan.

Jawaban: B.

No. 17 Kunci: A, D

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

Konsep: Pipa berdinding tipis mudah gepeng dan berkerut saat dibengkokkan. Alat pembengkok dengan mal sesuai diameter menahan bentuk pipa; radius bengkok dipilih sesuai mal dan ukuran pipa.

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

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Alur mal menahan dinding pipa tetap bulat saat dibengkokkan.
• **Pernyataan 2** ✗ Radius kecil justru memperparah gepeng dan kerut pada pipa berdinding tipis.
• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: pemanasan memang melunakkan logam, tetapi memanaskan seluruh pipa tidak mencegah dinding gepeng dan merusak lapisan pipa; yang dibutuhkan penahan bentuk.
• **Pernyataan 4** ✓ Radius yang sesuai dan tanda awal membuat bengkokan tidak gepeng dan posisinya tepat.
• **Pernyataan 5** ✗ Hentakan tidak mencegah kerut dan membuat sudut sulit dikendalikan.

Jawaban: pernyataan 1, 4.

No. 18 Kunci: E

Konsep: Pasak meneruskan putaran antara poros dan naf (puli, roda gigi) melalui alur pada keduanya. Baut tanam hanya menahan posisi aksial dan tidak cukup meneruskan putaran beban.

Langkah:

1. Alur masih baik, pasak hilang → puli tidak terkunci terhadap poros.
2. Pasang pasak baru sesuai ukuran alur.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Sambungan menjadi permanen sehingga puli sulit dilepas saat perawatan.
• **B.** ✗ Jebakan: baut tanam memang menekan poros, tetapi tidak cukup meneruskan putaran beban tanpa pasak.
• **C.** ✗ Jebakan: baut tanam yang lebih besar menjepit lebih kuat, tetapi tetap hanya mengandalkan gesekan ujung baut dan akan selip lagi saat beban besar.
• **D.** ✗ Lem dapat lepas karena beban kejut dan membuat puli sulit dibongkar saat perawatan.
• **E.** ✓ Pasak sesuai alur mengembalikan penerusan putaran.

Jawaban: E.

No. 19 Kunci: A

Konsep: Cairan pendingin yang lama tidak diganti menjadi tempat berkembang bakteri dan dapat mengiritasi kulit (bahaya kimia dan biologis). Pengendalian utama menghilangkan sumbernya (ganti cairan, bersihkan bak), ditambah APD yang tahan cairan dan kebersihan diri.

Langkah:

1. Sumber: cairan keruh dan berbau → tercemar bakteri dan kotoran.
2. Gejala: kulit gatal karena kontak langsung.
3. Tindakan: ganti cairan + bersihkan bak (sumber) + sarung tangan tahan cairan (APD).

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Sumber bahaya dihilangkan dan kontak kulit dicegah dengan APD yang tahan cairan.
• **B.** ✗ Jebakan: bau memang berkurang, tetapi bakteri dan kotoran tetap ada, dan cairan yang terlalu encer juga kurang melumasi.
• **C.** ✗ Jebakan: kontak langsung memang berkurang, tetapi kain menyerap cairan sehingga kulit tetap basah oleh cairan kotor.
• **D.** ✗ Solar justru mengiritasi kulit dan menambah bahaya kimia.
• **E.** ✗ Bak dan saluran yang kotor akan mencemari cairan baru dengan cepat.

Jawaban: A.

No. 20 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Penggunaan mistar baja: hindari ujung yang aus dengan memulai dari garis lain, letakkan sejajar dan menempel pada benda, dan baca dengan mata tegak lurus terhadap skala untuk menghindari paralaks.

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

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** Memulai dari garis yang utuh menghindari kesalahan dari ujung yang aus.

• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: garis skala memang tipis, tetapi mata yang miring menimbulkan kesalahan paralaks; mata harus tegak lurus di atas garis yang dibaca.

• **Pernyataan 3 → Benar.** Mistar yang sejajar dan menempel mengurangi kesalahan pembacaan.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 21 Kunci: B

Konsep: Pada transmisi sabuk-puli: n_motor × D_motor = n_spindel × D_spindel. Puli motor kecil dengan puli spindel besar menurunkan putaran; sebaliknya menaikkan putaran.

Langkah:

1. Posisi 1: 1.400 × 60/120 = 700 rpm.
2. Posisi 2: 1.400 × 80/100 = 1.120 rpm.
3. Posisi 3: 1.400 × 100/80 = 1.750 rpm.
4. Posisi 4: 1.400 × 120/60 = 2.800 rpm.
5. Terdekat yang tidak melebihi 1.200 rpm → Posisi 2 (1.120 rpm).

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ 700 rpm memang tidak melebihi, tetapi bukan yang terdekat dengan 1.200 rpm.

• **B.** ✓ 1.120 rpm adalah putaran terdekat yang tidak melebihi 1.200 rpm.

• **C.** ✗ Jebakan: bila perbandingan dibalik (1.400 × 80/100), Posisi 3 tampak 1.120 rpm; padahal puli motor Ø100 dan spindel Ø80 menghasilkan 1.750 rpm.

• **D.** ✗ Posisi 4 menghasilkan 2.800 rpm, jauh di atas anjuran.

• **E.** ✗ Posisi 1 dan 2 tidak melebihi 1.200 rpm.

Jawaban: B.

No. 22 Kunci: B, C, E

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

Konsep: Keterangan pada gambar kerja: "n × Ød" = jumlah lubang dan diameternya; "M d × p" = ulir metrik diameter d dan kisar p; "R" = jari-jari; "a × 45°" = pinggulan.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: angka 4 di depan tanda × menunjukkan jumlah lubang, bukan kedalaman; lubangnya empat buah dan tembus.

• **Pernyataan 2** ✓ M = ulir metrik, 10 = diameter nominal, 1,5 = kisar.

• **Pernyataan 3** ✓ Kedalaman ulir penuh 15 mm; lubang bor perlu lebih dalam karena ujung tap tirus.

• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: potongan miring adalah pinggulan (ditulis seperti 5 × 45°); R5 berarti sudut dibulatkan dengan jari-jari 5 mm.

• **Pernyataan 5** ✓ Pinggulan (chamfer) 1 mm × 45° menghilangkan tepi tajam.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

No. 23 Kunci: E

Konsep: FILLET membuat busur berjari-jari tertentu yang menyinggung dua garis dan sekaligus memotong sisa garisnya. CHAMFER membuat potongan miring, bukan busur.

Langkah:

1. Sudut dibulatkan R5 → busur yang menyinggung dua garis tepi.
2. Perintah: FILLET, jari-jari 5.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: CHAMFER memang mengolah sudut, tetapi hasilnya potongan miring, bukan lengkungan R5.

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

- **B.** ✗ TRIM hanya memotong garis tanpa membuat busur.
- **C.** ✗ OFFSET membuat garis sejajar baru.
- **D.** ✗ Lingkaran tidak otomatis menyinggung garis tepi dan sisa garis harus dipotong satu per satu.
- **E.** ✓ Membuat busur R5 yang menyinggung kedua garis secara langsung.

Jawaban: E.

No. 24 Kunci: C

Konsep: Tampak depan memperlihatkan benda dilihat tegak lurus dari arah depan. Tepi dan perubahan permukaan yang terlihat digambar garis tebal; tepi yang terhalang (misalnya lubang di dalam benda) digambar garis putus-putus sepanjang bagian yang tersembunyi.

Langkah:

1. Dari depan, permukaan depan bawah dan dinding tingkat di atasnya terlihat → garis mendatar pada batas tingkat digambar tebal.
2. Lubang berada di bagian belakang dan tembus dari atas sampai alas → dua garis putus-putus sepanjang tinggi penuh.
3. Gambar (3) memenuhi keduanya.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Batas tingkat terlihat dari depan, jadi harus garis tebal, bukan putus-putus.
- **B.** ✗ Jebakan: bentuk bertingkat ini adalah tampak samping (dilihat dari kanan atau kiri), bukan tampak depan.
- **C.** ✓ Batas tingkat tebal dan lubang tembus putus-putus sepanjang tinggi benda.
- **D.** ✗ Lubang digambar hanya sampai batas tingkat, padahal lubang tembus dari atas bagian belakang sampai alas.
- **E.** ✗ Lubang berada di dalam benda sehingga tidak terlihat dari depan; garisnya harus putus-putus.

Jawaban: C.

No. 25 Kunci: D

Konsep: Arsiran memakai garis tipis, umumnya bersudut 45°. Komponen yang bersinggungan pada gambar potongan rakitan diarsir dengan arah berlawanan atau jarak arsiran berbeda agar batasnya jelas.

Langkah:

1. Masalah: dua komponen bersinggungan diarsir sama.
2. Aturan: bedakan arah atau jarak arsiran.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Garis arsiran tetap tipis menurut standar; menebalkannya mengacaukan jenis garis.
- **B.** ✗ Bagian yang terpotong tetap harus diarsir.
- **C.** ✗ Jebakan: bidang hitam memang dipakai pada penampang yang sangat tipis, bukan pada komponen sebesar rumah bantalan.
- **D.** ✓ Arah berlawanan atau jarak berbeda membedakan kedua komponen.
- **E.** ✗ Garis putus-putus adalah garis tersembunyi, bukan arsiran.

Jawaban: D.

Simulasi 2 — Prediksi TKA 2026

No. 1 Kunci: A

Konsep: APAR siap pakai hanya bila semua syarat pemeriksaan terpenuhi. Tanggal isi ulang yang sudah lewat, segel putus (APAR mungkin pernah dipakai), dan jarum di zona merah (tekanan kurang) masing-masing membuat APAR tidak siap pakai.

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

Langkah:

1. A1: isi ulang berikutnya Februari 2027, sudah lewat pada 10 Maret 2027 → gagal.
2. A2: semua syarat terpenuhi.
3. A3: segel putus → gagal.
4. A4: tekanan kurang → gagal.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Hanya A2 yang memenuhi semua syarat.
- **B.** ✗ Jebakan: tekanan, segel, dan selang A1 baik, tetapi jadwal isi ulangnya (Februari 2027) sudah lewat.
- **C.** ✗ Jebakan: tekanan A3 memang hijau, tetapi segel putus menandakan APAR mungkin sudah dipakai sebagian.
- **D.** ✗ Masa berlaku A4 paling lama, tetapi tekanannya kurang.
- **E.** ✗ A1 dan A3 masing-masing gagal pada satu syarat.

Jawaban: A.

No. 2 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Budaya kerja di industri dan teaching factory: menjaga mutu sesuai spesifikasi, disiplin pada tenggat, jujur kepada pelanggan, dan mengatur ulang pekerjaan secara bertanggung jawab bila ada hambatan.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 → Benar.** Pemberitahuan lebih awal memberi pelanggan kesempatan menyesuaikan rencananya.
- **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: selisihnya memang kecil, tetapi produk di luar toleransi tidak memenuhi pesanan dan merusak kepercayaan pelanggan.
- **Pernyataan 3 → Benar.** Bertanggung jawab menyelesaikan pesanan dengan tetap mengikuti aturan sekolah.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 3 Kunci: C

Konsep: Pada baki atau kotak dari satu lembar pelat, bahan di sudut harus dibuang (ditakik) sebesar tinggi sisi agar sisi-sisi yang ditekuk bertemu tanpa bertumpuk.

Langkah:

1. Tinggi sisi 30 mm → bahan di setiap sudut seluas 30 × 30 mm akan bertumpuk.
2. Takik 30 × 30 mm di keempat sudut sebelum ditekuk.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Menekuk bersamaan tetap membuat bahan sudut bertumpuk.
- **B.** ✗ Pemanasan tidak menghilangkan kelebihan bahan dan merusak lapisan pelat.
- **C.** ✓ Takik sebesar tinggi sisi membuang bahan yang akan bertumpuk.
- **D.** ✗ Jebakan: takiknya benar bentuknya, tetapi hanya setengah tinggi sisi sehingga sudut masih bertumpuk.
- **E.** ✗ Sudut 60° tidak sesuai bentuk baki yang diminta.

Jawaban: C.

No. 4 Kunci: D

Konsep: Lubang presisi dibuat dengan mengebor sedikit lebih kecil (menyisakan bahan sekitar 0,2 mm), lalu diselesaikan dengan reamer pada putaran rendah dan dengan pelumas/pendingin. Reamer tidak dapat memperkecil lubang yang sudah terlalu besar.

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

Langkah:

1. Bor Ø10 menghasilkan Ø10,1 → sudah terlalu besar, reamer tidak dapat memperbaikinya.
2. Bor Ø9,8 menyisakan 0,2 mm untuk reamer.
3. Reamer: putaran rendah dan pendingin → halus dan presisi.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: reamer memang menghaluskan, tetapi lubang Ø10,1 sudah lebih besar dari Ø10 H7 dan tidak dapat dikecilkan lagi.
• **B.** ✗ Putaran rendah tidak membuat mata bor menghasilkan lubang setepat H7.
• **C.** ✗ Kikir tidak dapat menghasilkan lubang bulat setepat H7.
• **D.** ✓ Sisa bahan cukup untuk reamer, dengan putaran dan pendingin yang tepat.
• **E.** ✗ Jebakan: urutannya benar, tetapi reamer pada putaran tinggi tanpa pendingin cepat panas dan permukaan lubang menjadi kasar.

Jawaban: D.

No. 5 Kunci: B, C, E

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

Konsep: Bahaya listrik pada mesin: arde lepas (badan mesin bertegangan), isolasi rusak (kontak dengan penghantar), dan stop kontak kelebihan beban (panas dan kebakaran). Gejala kesemutan adalah tanda bahaya yang harus segera ditangani.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: kesemutan memang terasa ringan, tetapi itu tanda ada tegangan bocor ke badan mesin yang dapat membesar sewaktu-waktu.
• **Pernyataan 2** ✓ Arde menyalurkan arus bocor ke tanah dan memicu pengaman; tanpa arde, arus mengalir lewat tubuh orang yang menyentuh.
• **Pernyataan 3** ✓ Kabel tergencet merusak isolasi sehingga penghantar dapat menyentuh bagian logam.
• **Pernyataan 4** ✗ Lantai kering mengurangi, tetapi tidak menghilangkan, aliran arus; sumber bocornya tetap harus diperbaiki.
• **Pernyataan 5** ✓ Beban besar pada satu stop kontak dapat memanaskan sambungan dan menimbulkan kebakaran.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

No. 6 Kunci: B

Konsep: Bekerja dengan tangga: tangga ditahan atau diikat, jangan berdiri di anak tangga teratas, kedua tangan bebas saat naik (alat di sabuk), dan badan tetap di antara kedua sisi tangga agar titik berat tidak keluar dari tangga.

Langkah:

1. Tangga ditahan teman → tidak bergeser saat bor bergetar.
2. Tidak berdiri di anak tangga teratas → keseimbangan terjaga.
3. Alat di sabuk → tangan bebas saat naik.
4. Badan tidak condong keluar sisi tangga.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Berdiri di anak tangga teratas membuat tumpuan sempit dan mudah terjatuh.
• **B.** ✓ Semua syarat terpenuhi.
• **C.** ✗ Jebakan: lantai rata memang membantu, tetapi getaran dan dorongan bor dapat membuat tangga bergeser bila tidak ditahan.
• **D.** ✗ Jebakan: posisi berdirinya benar, tetapi naik sambil menjinjing bor membuat hanya satu tangan berpegangan pada tangga; alat dibawa di sabuk.

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

• **E.** ✗ Jebakan: posisi berdirinya benar, tetapi mencondongkan badan jauh ke samping memindahkan titik berat keluar tangga sehingga tangga dapat terguling.

Jawaban: B.

No. 7 Kunci: A, D, E

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

Konsep: Pengaman mur dipilih menurut kondisi: pena belah dengan mur kastel untuk poros roda yang harus berputar bebas; ring pegas, mur pengunci, atau mur ganda untuk sambungan yang bergetar. Pena belah dipakai sekali saja.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Pena belah mencegah mur berputar lepas walaupun mur tidak dikencangkan sangat keras.

• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: mur memang harus cukup kencang, tetapi bila terlalu keras roda tertahan dan tidak dapat berputar bebas.

• **Pernyataan 3** ✗ Pena belah yang sudah dibengkokkan dan diluruskan menjadi lemah dan dapat patah; harus diganti baru.

• **Pernyataan 4** ✓ Pengaman ulir menahan mur dari berputar balik akibat getaran.

• **Pernyataan 5** ✓ Mur kedua yang dikencangkan ke mur pertama menahan keduanya dari berputar balik.

Jawaban: pernyataan 1, 4, 5.

No. 8 Kunci: E

Konsep: Makin besar pemakanan, makin kasar permukaan tetapi makin cepat proses. Nilai Ra pada gambar adalah batas kekasaran terbesar yang diizinkan; dipilih pemakanan terbesar yang hasilnya masih tidak melebihi batas itu.

Langkah:

1. Syarat: Ra ≤ 3,2 µm → 0,05; 0,10; 0,15 memenuhi.
2. 0,20 (Ra 4,4) dan 0,25 (Ra 6,1) melebihi batas.
3. Paling cepat di antara yang memenuhi: 0,15 mm/putaran.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Memenuhi, tetapi paling lambat; tidak sesuai permintaan "paling cepat".

• **B.** ✗ Jebakan: memenuhi dengan Ra 1,5 µm, tetapi Ra 3,2 µm pada 0,15 mm/putaran masih diizinkan (tidak melebihi batas) dan lebih cepat.

• **C.** ✗ Jebakan: pemakanan ini memang lebih cepat, tetapi Ra 4,4 µm sudah melebihi batas kekasaran gambar.

• **D.** ✗ Ra 6,1 µm jauh melebihi batas.

• **E.** ✓ Pemakanan terbesar yang hasilnya masih Ra ≤ 3,2 µm (tepat di batas tetap diterima).

Jawaban: E.

No. 9 Kunci: B, C, D

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

Konsep: Termoplastik (PVC, nilon, polietilen) melunak saat dipanaskan dan dapat dibentuk ulang. Termoset (bakelit, resin epoksi) tidak melunak lagi setelah mengeras sehingga tahan panas, tetapi tidak dapat dilelehkan untuk diperbaiki.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: cara ini berlaku untuk termoplastik; bakelit (termoset) tidak melunak lagi dan akan hangus bila dipanaskan.

• **Pernyataan 2** ✓ Termoplastik melunak bila dipanaskan dan mengeras lagi setelah dingin.

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

• **Pernyataan 3** ✓ PVC yang terbakar mengeluarkan gas yang berbahaya bagi pernapasan.
• **Pernyataan 4** ✓ Sifat termoset ini cocok untuk bagian yang terkena panas.
• **Pernyataan 5** ✗ Sifat mudah melunak justru membuat PVC tidak cocok untuk bagian yang terkena panas.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 4.

No. 10 Kunci: B

Konsep: Roda gigi miring bersinggungan bertahap sehingga lebih senyap dan halus pada putaran tinggi, tetapi menimbulkan gaya aksial (searah sumbu). Bantalan dan dudukan poros harus mampu menahan gaya aksial tersebut.

Langkah:
1. Kelebihan: lebih senyap.
2. Akibat: gaya aksial pada poros.
3. Bantalan radial biasa tanpa penahan aksial → perlu penyesuaian bantalan/dudukan.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: lebih senyap memang benar, tetapi gaya aksial dapat menggeser poros dan merusak bantalan bila tidak ditahan.
• **B.** ✓ Mempertimbangkan kelebihan sekaligus akibat gaya aksial.
• **C.** ✗ Roda gigi miring umumnya dipakai pada poros sejajar.
• **D.** ✗ Perbandingan ditentukan jumlah gigi, sama seperti roda gigi lurus.
• **E.** ✗ Pelumasan justru penting; roda gigi tidak selip seperti sabuk.

Jawaban: B.

No. 11 Kunci: D

Konsep: Gunting pelat dipakai untuk pelat tipis. Gunting lurus untuk potongan lurus atau lengkung besar; gunting lengkung kiri untuk lengkungan ke kiri; gunting lengkung kanan untuk lengkungan ke kanan.

Langkah:
1. Pelat tipis 0,5 mm → gunting pelat.
2. Garis melengkung ke kiri → gunting lengkung kiri.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Gigi kasar tersangkut pada pelat tipis dan potongan tidak rapi.
• **B.** ✗ Pahat dingin membuat tepi bergelombang dan tidak cocok untuk garis lengkung.
• **C.** ✗ Jebakan: gunting lengkung kanan dipakai untuk lengkungan ke kanan; untuk lengkungan ke kiri hasilnya tertekuk.
• **D.** ✓ Sesuai tebal pelat dan arah lengkungan.
• **E.** ✗ Gunting lurus kurang cocok untuk lengkungan yang tajam.

Jawaban: D.

No. 12 Kunci: 1S 2S 3B

Konsep: Sifat fisik bahan: titik lebur menentukan apakah bahan tahan terhadap logam cair; daya hantar panas menentukan apakah panas mudah merambat ke bagian yang dipegang. Kelembapan pada cetakan berbahaya saat menuang logam cair.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: aluminium memang penghantar panas yang baik, tetapi titik leburnya (660 °C) jauh di atas suhu timah cair (sekitar 330–400 °C), sehingga cetakan tidak melebur.
• **Pernyataan 2 → Salah.** Baja menghantarkan panas dari cetakan ke tangan; kayu adalah penghantar panas buruk sehingga lebih aman dipegang.

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

• **Pernyataan 3 → Benar.** Air yang terkena logam cair langsung menguap dan memercikkan logam panas.

Jawaban: Salah, Salah, Benar.

No. 13 Kunci: E

Konsep: Paku keling dibongkar dengan menitik pusat kepala, mengebor kepala dengan mata bor sedikit lebih kecil dari batang paku sampai kepala lepas, lalu menumbuk sisa batang keluar dengan penumbuk pena. Cara ini tidak memperbesar lubang pelat.

Langkah:
1. Titik pusat → mata bor tidak meleset.
2. Bor sedikit lebih kecil dari batang (Ø4,5 untuk paku Ø5) → kepala lepas tanpa menyentuh dinding lubang pelat.
3. Tumbuk sisa batang keluar dengan penumbuk pena.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: urutannya benar, tetapi mata bor Ø8 lebih besar dari batang paku Ø5 sehingga lubang pelat membesar.
• **B.** ✗ Jebakan: kepala memang dapat terpotong, tetapi pukulan pahat membuat pelat tipis penyok.
• **C.** ✗ Jebakan: mata bor kecil memang aman bagi lubang, tetapi Ø3 belum memutus kepala; mencongkel kepala yang masih tersambung merusak tepi lubang dan cat panel.
• **D.** ✗ Gerinda mudah mengikis dan memanaskan permukaan pelat di sekitar kepala.
• **E.** ✓ Lubang pelat tetap utuh dan panel dapat dipakai lagi.

Jawaban: E.

No. 14 Kunci: B

Konsep: Logam ferrous (baja, besi tuang) tertarik magnet; aluminium, tembaga, dan kuningan tidak. Pada uji percikan, baja karbon rendah memberi percikan panjang dengan sedikit cabang, baja karbon tinggi banyak bercabang, dan logam non-ferrous tidak memberi percikan.

Langkah:
1. X: magnet + sedikit cabang → baja karbon rendah.
2. Y: tidak magnet, putih keperakan, ringan → aluminium.
3. Z: magnet + banyak cabang → baja karbon tinggi.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ X dan Z tertukar.
• **B.** ✓ Sesuai ketiga hasil uji.
• **C.** ✗ Tembaga berwarna kemerahan, bukan putih keperakan.
• **D.** ✗ X tertarik magnet, jadi bukan aluminium.
• **E.** ✗ Kuningan berwarna kuning; jebakan: Z bukan besi tuang karena percikan besi tuang pendek dan kemerahan, bukan bercabang banyak seperti bintang.

Jawaban: B.

No. 15 Kunci: A

Konsep: Pada las sudut dua pelat sama tebal, elektroda diarahkan membagi sudut sambungan (sekitar 45°) agar panas terbagi merata, dan dimiringkan sekitar 70–80° terhadap arah gerak.

Langkah:
1. Elektroda hampir tegak lurus pelat datar → panas lebih banyak ke pelat datar.
2. Pelat sama tebal → panas harus terbagi rata → sudut kerja ±45°.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Panas terbagi merata ke kedua pelat.

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

• **B.** ✗ Jebakan: arus lebih besar memang menambah panas, tetapi sudut yang sama tetap mengarahkan panas ke pelat datar dan dapat menimbulkan undercut.
• **C.** ✗ Panas berpindah ke pelat tegak sehingga pelat datar kurang melebur; masalahnya hanya berpindah.
• **D.** ✗ Busur panjang membuat busur tidak stabil, menambah percikan dan porositas.
• **E.** ✗ Elektroda lebih kecil membawa panas lebih sedikit dan tidak memperbaiki arah panas.

Jawaban: A.

No. 16 Kunci: C

Konsep: Pemilihan bahan menimbang semua syarat: ringan, tahan karat, cukup kuat, dan harga. Aluminium unggul pada ringan dan tahan karat dengan kekuatan cukup untuk kotak alat.

Langkah:
1. Ringan → aluminium atau akrilik.
2. Tahan benturan ringan → akrilik getas gugur.
3. Aluminium: ringan, tahan karat, kekuatan sedang, harga sedang.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Berat dan mudah berkarat di udara laut.
• **B.** ✗ Jebakan: kuat dan tahan karat, tetapi berat untuk dijinjing dan mahal.
• **C.** ✓ Memenuhi semua syarat.
• **D.** ✗ Akrilik getas sehingga mudah pecah saat terbentur.
• **E.** ✗ Cat dapat terkelupas karena benturan sehingga karat tetap muncul, dan kotaknya tetap berat.

Jawaban: C.

No. 17 Kunci: A, D, E

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

Konsep: Mengganti batu gerinda tangan: cabut steker, periksa batu (tidak retak, batas putaran ≥ putaran mesin), pasang flens dengan benar dan kencangkan dengan kunci flens, pasang pelindung, lalu uji putar tanpa beban dengan batu diarahkan menjauhi orang.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✓ Mencegah mesin menyala tanpa sengaja saat tangan memegang batu.
• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: batu memang harus terpasang kencang, tetapi pukulan dapat meretakkan batu dan merusak ulir; cukup dikencangkan dengan kunci flens.
• **Pernyataan 3** ✗ Batu baru pun dapat retak saat pengiriman; harus diperiksa sebelum dipasang.
• **Pernyataan 4** ✓ 15.200 rpm ≥ 11.000 rpm, jadi batu aman dipakai pada mesin itu.
• **Pernyataan 5** ✓ Uji putar menunjukkan batu yang tidak seimbang atau retak sebelum dipakai bekerja.

Jawaban: pernyataan 1, 4, 5.

No. 18 Kunci: C, E

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

Konsep: Sabuk-V dan sabuk datar bekerja dengan gesekan sehingga dapat selip. Rantai tidak selip tetapi butuh pelumas dan lebih berisik. Sabuk gilir bergigi tidak selip, kering, dan senyap, dengan puli beralur yang sesuai.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: sabuk-V memang senyap dan kering, tetapi dapat selip sedikit sehingga putaran kedua poros tidak benar-benar sinkron.
• **Pernyataan 2** ✗ Rantai memang tidak selip, tetapi membutuhkan pelumas yang dapat menetes ke roti dan lebih berisik.

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

• **Pernyataan 3** ✓ Gigi sabuk mengait alur puli sehingga putaran sinkron, sabuknya kering dan relatif senyap.
• **Pernyataan 4** ✗ Sabuk datar mudah selip sehingga tidak sinkron.
• **Pernyataan 5** ✓ Jarak gigi sabuk dan puli harus sama agar gigi saling mengait.

Jawaban: pernyataan 3, 5.

No. 19 Kunci: A, C, D

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

Konsep: Jumlah pandangan dipilih secukupnya: benda bulat dapat cukup satu pandangan dengan tanda Ø, benda pelat cukup satu pandangan dengan keterangan tebal, sedangkan benda yang bentuknya hanya tampak dari samping memerlukan tampak samping.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✓ Tanda Ø menunjukkan penampang bulat sehingga pandangan ujung tidak diperlukan.
• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: tebal memang perlu diketahui, tetapi cukup ditulis sebagai keterangan (misalnya "tebal 3 mm") pada satu pandangan.
• **Pernyataan 3** ✓ Bentuk rumit terlihat pada satu pandangan; tebal ditulis sebagai keterangan.
• **Pernyataan 4** ✓ Bentuk alur tidak dapat dipahami dari tampak depan dan atas saja.
• **Pernyataan 5** ✗ Jumlah pandangan disesuaikan dengan bentuk benda; pandangan yang tidak menambah informasi tidak perlu digambar.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 4.

No. 20 Kunci: E

Konsep: Jangka sorong 0,02 mm: pembacaan = skala utama sebelum nol nonius + nomor garis nonius yang segaris × 0,02 mm. Ø32,5 (+0,05/0) berarti lubang 32,50–32,55 mm. Lubang yang masih terlalu kecil dapat dibubut lagi, sedangkan lubang yang terlalu besar tidak dapat diperbaiki dengan pembubutan.

Langkah:
1. Skala utama sebelum nol nonius: 32 mm.
2. Garis segaris: garis ke-23 (antara angka 4 dan 5) → 23 × 0,02 = 0,46 mm.
3. Hasil 32,46 mm < 32,50 mm → di bawah batas.
4. Lubang masih kurang 0,04–0,09 mm → dapat dibubut lagi sampai ukuran.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Menganggap setiap garis nonius bernilai 0,01 mm.
• **B.** ✗ Jebakan: selisihnya memang kecil, tetapi tetap di luar batas 32,50–32,55 mm.
• **C.** ✗ Jebakan: pembacaan dan penolakannya benar, tetapi lubang yang masih terlalu kecil tidak perlu dibuang karena dapat diperbesar.
• **D.** ✗ Menganggap setiap garis bernilai 0,05 mm (23 × 0,05 = 1,15 mm).
• **E.** ✓ Pembacaan 32,46 mm di bawah batas bawah, dan lubang masih dapat dibubut sampai ukuran.

Jawaban: E.

No. 21 Kunci: A

Konsep: Perubahan gambar kerja dicatat sebagai revisi: ukuran diperbaiki, diberi tanda revisi di dekat bagian yang berubah, dan kolom perubahan pada kepala gambar diisi (nomor, uraian, tanggal, paraf).

Langkah:
1. Ukuran diganti.
2. Tanda revisi di dekat ukuran.
3. Kolom perubahan diisi agar pemakai tahu gambar sudah berubah.

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

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Ukuran diperbaiki, letak perubahan ditandai, dan perubahannya tercatat di kepala gambar.

• **B.** ✗ Jebakan: tanda revisi memang ada, tetapi tanpa isian kolom perubahan tidak tercatat apa yang diubah, kapan, dan oleh siapa.

• **C.** ✗ Catatan sudah lengkap, tetapi angka pada gambar masih salah.

• **D.** ✗ Jebakan: perubahan memang tercatat, tetapi tanpa tanda revisi pembaca sulit menemukan ukuran mana yang berubah.

• **E.** ✗ Gambar baru bernomor sama tanpa catatan tidak dapat dibedakan dari gambar lama yang masih beredar.

Jawaban: A.

No. 22 Kunci: D

Konsep: Gemuk yang terlalu banyak membuat bola atau rol harus "mengaduk" gemuk sehingga gesekan dan panas naik, serta perapat dapat rusak karena tekanan. Pengisian gemuk dilakukan sesuai jumlah yang dianjurkan pabrik.

Langkah:

1. Gejala muncul tepat setelah pengisian gemuk sampai penuh.
2. Bunyi halus → bola dan lintasan belum rusak.
3. Penyebab: gemuk berlebih → buang kelebihan, isi sesuai anjuran.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Gemuk justru sudah berlebih; menambah lagi memperparah panas.

• **B.** ✗ Jebakan: bantalan yang rusak memang dapat panas, tetapi biasanya berbunyi kasar; di sini bunyinya halus dan gejala baru muncul setelah pengisian gemuk.

• **C.** ✗ Putaran tidak berubah dari biasanya.

• **D.** ✓ Sesuai penyebab yang terjadi tepat setelah perawatan.

• **E.** ✗ Poros bengkok menimbulkan getaran, bukan panas yang muncul tepat setelah pemberian gemuk.

Jawaban: D.

No. 23 Kunci: C

Konsep: Ukuran yang tidak ditulis langsung dapat dihitung dari ukuran lain pada gambar: posisi setiap lubang ditentukan dari tepi acuan, lalu jarak antarlubang = selisih posisinya.

Langkah:

1. L2 dari tepi kiri: 15 + 30 = 45 mm.
2. L3 dari tepi kiri: 120 − 25 = 95 mm.
3. Jarak L2–L3 = 95 − 45 = 50 mm.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Angka 25 adalah jarak L3 ke tepi kanan.

• **B.** ✗ Angka 45 adalah posisi L2 dari tepi kiri, bukan jaraknya ke L3.

• **C.** ✓ 95 − 45 = 50 mm.

• **D.** ✗ Jebakan: 120 − 45 = 75 mm adalah jarak L2 ke tepi kanan; jarak L3 ke tepi kanan (25 mm) lupa dikurangkan.

• **E.** ✗ Jarak L1 ke L3 (95 − 15), bukan L2 ke L3.

Jawaban: C.

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

No. 24 Kunci: B, C, E

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

Konsep: Perintah penyuntingan CADD: MIRROR (pencerminan terhadap garis), TRIM (memotong sampai batas), EXTEND (memperpanjang sampai batas), OFFSET (membuat objek sejajar), SCALE (mengubah ukuran).

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: hasil yang diinginkan memang pencerminan, tetapi perintah yang dirancang untuk itu adalah MIRROR terhadap garis sumbu.

• **Pernyataan 2** ✓ MIRROR membuat salinan cermin yang tepat terhadap garis acuan.

• **Pernyataan 3** ✓ TRIM memotong bagian garis sampai batas objek lain.

• **Pernyataan 4** ✗ OFFSET membuat garis sejajar baru; memperpanjang garis sampai batas dilakukan dengan EXTEND.

• **Pernyataan 5** ✓ EXTEND memperpanjang objek sampai batas yang dipilih.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

No. 25 Kunci: 1S 2B 3B

Konsep: Pada pembubutan muka, ujung pahat harus tepat setinggi sumbu benda kerja. Bila tidak, bagian tengah tidak terpotong dan tersisa tonjolan kecil. Ketinggian pahat disetel dengan ganjal dan dicocokkan pada senter kepala lepas.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: putaran memang memengaruhi kehalusan permukaan, tetapi tidak mengubah ketinggian pahat yang menyebabkan bagian tengah tidak terpotong.

• **Pernyataan 2 → Benar.** Pahat yang lebih rendah (atau lebih tinggi) dari sumbu tidak mencapai titik pusat sehingga tersisa tonjolan.

• **Pernyataan 3 → Benar.** Ujung senter kepala lepas berada tepat di sumbu mesin sehingga menjadi acuan ketinggian pahat.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

Simulasi 3 — Prediksi TKA 2026

No. 1 Kunci: E

Konsep: Pada produksi berulang, pahat aus perlahan sehingga diameter membesar sedikit demi sedikit, permukaan lebih kasar, dan tatal lebih panas (gelap). Pahat diasah atau diganti, lalu ukuran disetel ulang dan diperiksa.

Langkah:

1. Diameter naik bertahap → pahat aus.
2. Pin ke-14 = 16,03 > 16,02 → sudah di luar toleransi.
3. Perbaiki penyebab (pahat), lalu setel ulang ukuran.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Pin ke-14 sudah di luar toleransi, dan pin berikutnya akan makin besar.

• **B.** ✗ Putaran lebih tinggi justru mempercepat keausan pahat.

• **C.** ✗ Jebakan: ukuran memang dapat kembali sesaat, tetapi pahat yang aus terus memburuk dan permukaan tetap kasar.

• **D.** ✗ Bahan ditentukan gambar dan tidak boleh diganti.

• **E.** ✓ Mengatasi penyebab dan mengembalikan ukuran.

Jawaban: E.

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

No. 2 Kunci: A

Konsep: Alat bengkel dipinjam melalui prosedur resmi (izin dan pencatatan). Memakai alat bersama tanpa izin melanggar etika dan tanggung jawab kerja, walaupun berniat mengembalikan.

Langkah:

1. Alat milik bengkel → harus seizin penanggung jawab.
2. Bila tidak ada izin, alat tidak dibawa.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Sesuai prosedur dan etika kerja.
- **B.** ✗ Niat mengembalikan tidak menggantikan izin.
- **C.** ✗ Jebakan: catatan memang lebih baik daripada diam-diam, tetapi tetap tanpa izin dan toolman tidak dapat menolak bila alat dibutuhkan.
- **D.** ✗ Pesan melalui teman bukan izin.
- **E.** ✗ Hati-hati memakai tidak menggantikan izin peminjaman.

Jawaban: A.

No. 3 Kunci: D

Konsep: Panjang batang baut = tebal semua pelat + ring + mur + sisa ulir yang menonjol. Dipilih panjang tersedia yang memenuhi syarat tonjolan.

Langkah:

1. Pelat 10 + 10 = 20 mm, ring 2 mm, mur 8 mm → 30 mm.
2. Tonjolan 3–5 mm → panjang baut 33–35 mm.
3. Panjang tersedia yang memenuhi: 35 mm (tonjolan 5 mm).

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ 20 mm hanya setebal kedua pelat; mur tidak dapat terpasang.
- **B.** ✗ Jebakan: 25 mm menembus pelat dan ring (22 mm), tetapi mur hanya terkait 3 mm.
- **C.** ✗ Jebakan: 30 mm hanya rata dengan muka mur; tidak ada ulir yang menonjol sehingga mur mungkin tidak terkait penuh.
- **D.** ✓ Tonjolan 5 mm sesuai aturan.
- **E.** ✗ Tonjolan 10 mm melebihi aturan 3–5 mm dan dapat tersangkut.

Jawaban: D.

No. 4 Kunci: A

Konsep: Pemilihan bahan memeriksa semua syarat kondisi kerja. Bahan yang gagal pada satu syarat wajib (melunak pada suhu kerja, terlalu berat, berkarat) tidak dipilih walaupun unggul pada syarat lain.

Langkah:

1. PVC melunak pada 70 °C → gugur.
2. Baja galvanis dan baja karbon berat → membebani motor.
3. Aluminium memenuhi semua syarat.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Memenuhi semua syarat.
- **B.** ✗ Jebakan: ringan dan tahan karat, tetapi melunak pada 70 °C sehingga sudu dapat melengkung.
- **C.** ✗ Kaku, tetapi berat dan ketahanan karatnya hanya sedang.
- **D.** ✗ Berat dan mudah berkarat di ruang lembap.
- **E.** ✗ Menebalkan PVC menambah berat dan tetap tidak mengubah sifatnya yang melunak pada suhu itu.

Jawaban: A.

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

No. 5 Kunci: D

Konsep: Pengukuran mikrometer yang benar: periksa nol, bersihkan muka ukur dan benda, ukur benda pada suhu ruang, dan putar dengan gigi gelincir agar tekanan ukur selalu sama.

Langkah:

1. P: benda hangat memuai → hasil lebih besar.
2. Q: tekanan berlebih → hasil lebih kecil dan dapat merusak alat.
3. R: kotoran menambah ukuran.
4. S: semua prosedur dipenuhi → paling dapat dipercaya.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Pin yang masih hangat memuai sehingga ukurannya lebih besar dari ukuran pada suhu ruang.
- **B.** ✗ Tekanan berlebihan menekan muka ukur sehingga hasilnya lebih kecil dan alat dapat rusak.
- **C.** ✗ Jebakan: hasilnya memang tepat 20,00, tetapi lapisan oli dan serpih ikut terukur; kedekatan dengan ukuran gambar bukan ukuran kebenaran.
- **D.** ✓ Satu-satunya yang mengikuti prosedur.
- **E.** ✗ Jebakan: rata-rata terdengar adil, tetapi hasil dari cara yang salah tidak boleh ikut dirata-ratakan.

Jawaban: D.

No. 6 Kunci: A, D

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

Konsep: Jenis sambungan las: tumpul (sebidang, ujung bertemu), tumpang (bertumpuk), T (satu pelat tegak di tengah pelat lain), sudut (bertemu di tepi membentuk sudut), dan tepi.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ Satu pelat tegak lurus di atas pelat lain membentuk sambungan T.
- **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: kedua pelat memang sejajar, tetapi bertumpuk sehingga termasuk sambungan tumpang.
- **Pernyataan 3** ✗ Pelat yang bertemu di tepi luar membentuk 90° adalah sambungan sudut.
- **Pernyataan 4** ✓ Pelat bertumpuk dilas pada tepinya dengan las sudut.
- **Pernyataan 5** ✗ Pada sambungan T salah satu pelat bertemu di tengah pelat lain, bukan di tepi luar.

Jawaban: pernyataan 1, 4.

No. 7 Kunci: C

Konsep: Karet lentur sehingga meredam getaran dan merupakan isolator listrik. Logam menghantarkan getaran dan listrik; kayu lapis kurang tahan air dan beban getar terus-menerus.

Langkah:

1. Syarat: meredam getaran + isolator listrik.
2. Karet padat memenuhi keduanya.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Baja kaku dan menghantarkan listrik.
- **B.** ✗ Aluminium kaku dan menghantarkan listrik.
- **C.** ✓ Lentur dan isolator.
- **D.** ✗ Jebakan: kayu memang isolator, tetapi kayu lapis tipis mudah lembap, pecah, dan kurang meredam getaran terus-menerus.
- **E.** ✗ Kuningan menghantarkan listrik dan tidak meredam getaran.

Jawaban: C.

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

No. 8 Kunci: E

Konsep: Beton dibor dengan mata bor beton berujung karbida dalam mode palu (pukulan membantu menghancurkan beton). Logam dibor dengan mata bor HSS dalam mode bor biasa; pukulan pada logam merusak mata bor dan membuat lubang tidak rapi.

Langkah:
1. Beton → mata bor beton + mode palu.
2. Baja → mata bor HSS + mode biasa.

Analisis setiap opsi:
- **A.** ✗ Mata bor beton tidak memotong baja dengan baik dan mode palu merusak ujungnya.
- **B.** ✗ Kedua mata bor tertukar.
- **C.** ✗ Jebakan: mata bornya benar, tetapi modenya tertukar; beton sulit ditembus tanpa palu dan pukulan merusak mata bor HSS.
- **D.** ✗ Mata bor HSS cepat tumpul pada beton.
- **E.** ✓ Mata bor dan mode sesuai bahan masing-masing.

Jawaban: E.

No. 9 Kunci: B, C, E

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

Konsep: Bushing bekerja dengan lapisan pelumas tipis. Lubang oli bushing harus segaris dengan saluran oli pada rumahnya, bushing dipres lurus, dan permukaan dibersihkan serta diberi pelumas sebelum dipakai.

Analisis setiap pernyataan:
- **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: alur memang menyebarkan oli, tetapi bila lubang oli bushing tidak segaris dengan lubang rumah, oli tidak dapat masuk sama sekali ke alur.
- **Pernyataan 2** ✓ Oli dari lubang rumah harus dapat masuk ke alur bushing.
- **Pernyataan 3** ✓ Penekanan lurus mencegah bushing miring atau berubah bentuk.
- **Pernyataan 4** ✗ Perunggu biasa tetap memerlukan pelumas untuk mencegah aus dan panas.
- **Pernyataan 5** ✓ Kotoran mempercepat aus; oli awal mencegah gesekan kering saat mulai berputar.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

No. 10 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Jenis kebakaran menentukan pemadam: bahan padat biasa (kelas A) dengan air; cairan mudah terbakar (kelas B) dengan busa atau serbuk; peralatan listrik (kelas C) dengan CO_2 atau serbuk sambil memutus listrik.

Analisis setiap pernyataan:
- **Pernyataan 1 → Benar.** Kebakaran bahan padat biasa (kelas A) dapat dipadamkan dengan air yang mendinginkan bahan.
- **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: air memang mendinginkan, tetapi thinner lebih ringan dari air sehingga terapung dan api menyebar; dipakai APAR busa atau serbuk.
- **Pernyataan 3 → Benar.** Pemadam yang tidak menghantarkan listrik mencegah sengatan; memutus listrik menghilangkan sumber panas.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 11 Kunci: A, C, E

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

Konsep: Kunci momen jenis klik: setel sesuai spesifikasi, tarik rata sampai klik lalu berhenti, jangan dipakai membuka baut macet atau diperpanjang gagangnya, dan kembalikan setelan ke angka terendah saat disimpan.

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

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Tarikan yang rata dan berhenti saat klik memberi torsi yang tepat.

• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: gagangnya memang panjang, tetapi kunci momen bukan alat pembuka baut macet; mekanismenya dapat rusak dan tidak akurat lagi.

• **Pernyataan 3** ✓ Menarik lagi setelah klik menambah torsi melebihi 40 Nm.

• **Pernyataan 4** ✗ Gagang yang diperpanjang mengubah torsi yang dihasilkan sehingga setelan tidak lagi akurat.

• **Pernyataan 5** ✓ Pegas di dalam tidak tertekan terus sehingga ketelitiannya terjaga.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 5.

No. 12 Kunci: B

Konsep: Baja karbon rendah ulet, mudah dilas dan dibentuk; baja karbon menengah lebih kuat dan cukup tangguh (poros, roda gigi); baja karbon tinggi dapat dikeraskan untuk perkakas potong.

Langkah:

1. Poros kuat dan tangguh → karbon menengah.
2. Pahat keras → karbon tinggi.
3. Rangka dilas dan ditekuk → karbon rendah.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Poros dari karbon rendah kurang kuat, dan rangka dari karbon menengah lebih sulit dilas dan ditekuk.

• **B.** ✓ Sesuai sifat masing-masing.

• **C.** ✗ Poros dari karbon tinggi cenderung getas, dan pahat dari karbon menengah kurang keras.

• **D.** ✗ Jebakan: poros dan rangka tepat, tetapi baja karbon menengah tidak dapat dikeraskan sekeras yang dibutuhkan mata pahat.

• **E.** ✗ Jebakan: pahat dan rangka tepat, tetapi baja karbon rendah kurang kuat untuk poros roda gigi dan tidak dapat dikeraskan dengan baik.

Jawaban: B.

No. 13 Kunci: 1S 2B 3S

Konsep: Kekerasan adalah ketahanan bahan terhadap goresan atau penetrasi. Uji kikir sederhana: kikir tidak menggigit bahan yang sekeras atau lebih keras darinya. Pengerasan permukaan menghasilkan kulit keras dengan inti yang lebih liat.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: justru karena permukaan poros sekeras atau lebih keras daripada kikir, kikir tidak dapat menggigit.

• **Pernyataan 2 → Benar.** Ini ciri pengerasan permukaan: kulit keras tahan aus, inti lebih liat.

• **Pernyataan 3 → Salah.** Permukaan yang dikeraskan sulit dipotong pahat HSS dan pembubutan akan membuang lapisan kerasnya.

Jawaban: Salah, Benar, Salah.

No. 14 Kunci: B, C, D

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

Konsep: Menyambung jalur las: bersihkan terak, nyalakan busur di depan kawah lalu mundur mengisinya, kemudian lanjutkan. Mengakhiri las: isi kawah akhir sebelum busur dimatikan.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: menyalakan busur memang dilakukan di sekitar kawah, tetapi terak yang tidak dibersihkan dapat terperangkap di dalam las.

• **Pernyataan 2** ✓ Terak yang tertinggal menyebabkan cacat terak terperangkap.

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

• **Pernyataan 3** ✓ Kawah terisi dan sambungan jalur menjadi rata tanpa lubang atau benjolan.
• **Pernyataan 4** ✓ Kawah akhir yang terisi mencegah retak dan cekungan di ujung las.
• **Pernyataan 5** ✗ Penarikan langsung meninggalkan kawah dalam yang mudah retak.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 4.

No. 15 Kunci: B

Konsep: Titik jepit (daerah pisau dan penekan) dapat memotong jari dalam sekejap. Pengendaliannya: jari tidak boleh melewati pelindung; benda kecil didorong dengan alat bantu atau dijepit.

Langkah:
1. Bahaya paling parah: jari melewati pelindung ke daerah pisau.
2. Pengendalian yang menjauhkan jari: alat pendorong/penjepit.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: sarung tangan memang melindungi dari tepi tajam, tetapi tidak menahan pisau; jari tetap terpotong bila masuk ke daerah pisau.
• **B.** ✓ Jari tidak pernah melewati pelindung karena pelat didorong dengan alat bantu.
• **C.** ✗ Jebakan: urutannya terdengar hati-hati, tetapi jari tetap masuk ke daerah pisau dan kaki dapat menginjak pedal terlalu cepat tanpa sengaja.
• **D.** ✗ Pelindung jari adalah pengaman utama; melepasnya justru membuka daerah pisau.
• **E.** ✗ Teman tidak dapat melihat posisi jari Rudi dengan pasti, sehingga pisau dapat turun saat jari masih di bawahnya.

Jawaban: B.

No. 16 Kunci: A, C, D

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

Konsep: Pengerolan pelat: ujung pelat dipra-tekuk, rol disetel bertahap, kelengkungan diperiksa dengan mal radius, dan tangan dijauhkan dari titik jepit rol.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✓ Ujung pelat tidak terjepit di antara ketiga rol sehingga tidak ikut melengkung; pra-tekuk mengatasinya.
• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: las memang menarik pelat sedikit, tetapi tidak cukup untuk membulatkan ujung lurus; hasilnya tetap berpuncak.
• **Pernyataan 3** ✓ Pengerolan bertahap menghindari radius terlalu kecil dan menjaga bentuk merata.
• **Pernyataan 4** ✓ Mal berjari-jari 150 mm (Ø300) memperlihatkan bagian yang belum sesuai.
• **Pernyataan 5** ✗ Jari dekat rol dapat tertarik masuk; pelat dituntun dari jarak aman.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 4.

No. 17 Kunci: E

Konsep: Pada rangkaian roda gigi satu baris (setiap roda pada poros sendiri), n_akhir = n_awal × z_awal / z_akhir; roda-roda di antaranya hanya membalik arah. Setiap pasangan yang bersinggungan berputar berlawanan arah.

Langkah:
1. n_D = 1.200 × 20 / 15 = 1.600 rpm.
2. Arah: A searah jarum jam → B berlawanan → C searah → D berlawanan.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: putarannya benar, tetapi dengan tiga kali pembalikan arah, D berlawanan dengan A.
• **B.** ✗ Mengira roda yang hanya membalik arah membuat putaran D sama dengan putaran motor; perbandingan A ke D tetap 20 : 15.
• **C.** ✗ Berhenti di roda C: 1.200 × 20 / 30 = 800 rpm searah jarum jam; padahal poros pisau ada di

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

roda D.

• **D.** ✗ Berhenti di roda B: 1.200 × 20 / 40 = 600 rpm berlawanan arah jarum jam; padahal poros pisau ada di roda D.

• **E.** ✓ D berputar 1.600 rpm dan berlawanan arah jarum jam.

Jawaban: E.

No. 18 Kunci: C

Konsep: Pada pembubutan tirus dengan eretan atas, eretan diputar sebesar setengah sudut puncak (sudut antara sisi kerucut dan sumbu), lalu pemakanan dilakukan dengan memutar eretan atas itu sehingga pahat bergerak sejajar sisi kerucut.

Langkah:

1. Sudut puncak 60° → setengahnya 30°.
2. Eretan atas diputar 30°.
3. Pemakanan dengan engkol eretan atas → pahat bergerak miring 30°.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Sudut 60° adalah sudut puncak; pemakanan eretan melintang juga tidak membentuk kerucut.

• **B.** ✗ Jebakan: cara memakannya benar, tetapi memutar 60° menghasilkan kerucut dengan sudut puncak 120°.

• **C.** ✓ Setengah sudut puncak dan pemakanan dengan eretan atas.

• **D.** ✗ Jebakan: sudutnya benar, tetapi eretan memanjang bergerak sejajar sumbu sehingga yang terbentuk silinder, bukan kerucut.

• **E.** ✗ Pergeseran kepala lepas dipakai untuk tirus panjang dan landai, bukan kerucut senter 60°.

Jawaban: C.

No. 19 Kunci: A, D, E

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

Konsep: APD dipilih menurut bahaya tiap pekerjaan dan tidak boleh menambah bahaya baru: tanpa sarung tangan di dekat bagian berputar (bubut), pelindung cahaya dan panas untuk las, pelindung wajah, telinga, dan tangan untuk gerinda, serta pakaian yang tidak mudah meleleh.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Sarung tangan dapat tertarik bagian yang berputar; mata dilindungi dari tatal.

• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: tatal memang tajam, tetapi benda tidak boleh diukur saat berputar, dan sarung tangan dapat tertarik cekam.

• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: kain tebal memang mengurangi panas, tetapi percikan las dapat membakar kain; untuk mengelas dipakai sarung tangan kulit panjang.

• **Pernyataan 4** ✓ Serpihan, bising, dan permukaan panas/tajam dikendalikan.

• **Pernyataan 5** ✓ Percikan las dan gerinda dapat melelehkan bahan sintetis ke kulit.

Jawaban: pernyataan 1, 4, 5.

No. 20 Kunci: D

Konsep: Toleransi umum pada kepala gambar berlaku untuk semua ukuran yang tidak diberi toleransi khusus. Ukuran 50 dengan toleransi umum ±0,2 berarti 49,8–50,2 mm.

Langkah:

1. Panjang 50 tanpa toleransi khusus → pakai toleransi umum ±0,2.
2. 50 − 0,2 = 49,8; 50 + 0,2 = 50,2.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: ±0,05 adalah toleransi khusus untuk lubang, bukan untuk panjang pelat.

• **B.** ✗ Hanya memakai penyimpangan ke atas.

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

- **C.** ✗ Hanya memakai penyimpangan ke bawah.
- **D.** ✓ Sesuai toleransi umum ±0,2.
- **E.** ✗ Memakai ±1 mm yang tidak tertulis pada gambar.

Jawaban: D.

No. 21 Kunci: C

Konsep: ORTHO membatasi arah kursor hanya mendatar dan tegak sehingga garis yang digambar dengan klik mouse tetap lurus mendatar atau tegak.

Langkah:
1. Masalah: garis klik mouse sedikit miring.
2. ORTHO mengunci arah ke 0°/90°.

Analisis setiap opsi:
- **A.** ✗ Jebakan: grid memang membantu melihat posisi, tetapi tanpa snap ke grid garis tetap dapat miring.
- **B.** ✗ Jebakan: OSNAP memang membuat ujung garis tepat bertemu, tetapi tidak menjaga garis tetap mendatar atau tegak bila titik berikutnya diklik bebas.
- **C.** ✓ Mengunci arah garis mendatar dan tegak.
- **D.** ✗ OFFSET membuat garis sejajar dari garis yang sudah ada; bila garis pertamanya miring, salinannya ikut miring.
- **E.** ✗ FILLET membulatkan sudut, tidak meluruskan garis.

Jawaban: C.

No. 22 Kunci: A, C, D

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

Konsep: Pada gambar potongan rakitan, benda pejal seperti poros, pasak, baut, mur, paku keling, dan pena tidak dipotong memanjang (tidak diarsir). Komponen lain yang terpotong diarsir, dan komponen yang bersinggungan diarsir dengan arah atau jarak berbeda.

Analisis setiap pernyataan:
- **Pernyataan 1** ✓ Benda pejal seperti poros, pasak, baut, dan mur tidak dipotong memanjang pada gambar rakitan.
- **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: pasak memang dilewati bidang potong, tetapi pasak termasuk benda pejal yang tidak diarsir pada potongan memanjang.
- **Pernyataan 3** ✓ Puli adalah bagian yang dipotong untuk memperlihatkan bentuk dalamnya.
- **Pernyataan 4** ✓ Baut dan mur termasuk benda standar pejal yang tidak dipotong memanjang.
- **Pernyataan 5** ✗ Benda pejal standar tidak diarsir, dan komponen bersinggungan diarsir dengan arah berbeda.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 4.

No. 23 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: Urutan kerja bubut pin: bubut muka, bor senter, topang dengan senter, bubut kasar, bubut penyelesaian, pinggul, lalu potong sesuai panjang dan rapikan muka sisi potongan.

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

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** Muka rata menjadi acuan panjang, dan lubang senter diperlukan untuk menopang dengan senter putar.

• **Pernyataan 2 → Benar.** Pembubutan kasar membuang sebagian besar bahan; penyelesaian mencapai ukuran dan kehalusan.

• **Pernyataan 3 → Salah.** Jebakan: benda memang lebih ringan, tetapi pin pendek sulit dijepit dan ditopang; pemotongan dilakukan setelah pin selesai dibubut.

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

No. 24 Kunci: B

Konsep: Sabuk-V dipasang dengan mendekatkan kedua puli (menggeser dudukan motor), memasukkan sabuk ke alur tanpa dipaksa, lalu menyetel tegangan sesuai anjuran dan mengencangkan dudukan.

Langkah:

1. Kendurkan dudukan → puli lebih dekat.
2. Masukkan sabuk ke alur.
3. Setel tegangan, kencangkan baut dudukan.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Mencongkel merusak lapisan dan serat sabuk serta dapat menjepit jari.

• **B.** ✓ Sabuk tidak dipaksa dan tegangan disetel dengan benar.

• **C.** ✗ Jebakan: sabuk memang bisa tertarik, tetapi cara ini sangat berbahaya bagi tangan dan merusak sabuk.

• **D.** ✗ Air panas tidak membuat sabuk cukup panjang dan dapat merusaknya.

• **E.** ✗ Sabuk-V yang dipotong dan disambung menjadi lemah dan tidak rata.

Jawaban: B.

No. 25 Kunci: A

Konsep: Simbol las: segitiga pada garis referensi menunjukkan las sudut; "a4" berarti tebal leher las 4 mm; lingkaran kecil di pertemuan garis panah dan garis referensi berarti las keliling (dilas di sekeliling sambungan); ekor memuat keterangan proses.

Langkah:

1. Segitiga → las sudut.
2. a4 → tebal leher 4 mm.
3. Lingkaran pada pertemuan garis → las keliling pipa.
4. Ekor: SMAW → proses las.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Sesuai semua bagian simbol.

• **B.** ✗ Jebakan: jenis dan ukurannya benar, tetapi lingkaran kecil menunjukkan las mengelilingi sambungan, bukan hanya di satu sisi.

• **C.** ✗ Simbol kampuh V berbentuk huruf V, bukan segitiga siku.

• **D.** ✗ Angka 4 bukan jumlah las, dan simbol las titik berbeda.

• **E.** ✗ Angka di depan huruf a menunjukkan tebal leher, bukan panjang las.

Jawaban: A.

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 Mesin:

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 cerita menjadi syarat.** Tulis di pikiranmu: apa tujuannya, apa kondisi kerjanya, dan syarat apa yang harus dipenuhi. Pilihan yang benar memenuhi **semua** syarat, bukan hanya satu.
3. **Selamat dulu, baru cepat.** Bila dua pilihan sama-sama menyelesaikan pekerjaan, pilih yang menjaga keselamatan, mengikuti prosedur, dan tidak merusak alat atau benda kerja.
4. **Periksa satuan dan arah.** Milimeter atau meter, putaran per menit atau per detik, searah atau berlawanan arah putaran. Hitungan bengkel jarang sulit; kesalahan paling sering ada pada satuan dan arah.
5. **Pada soal gambar, bacalah gambarnya, bukan ingatanmu.** Lihat jenis garis, simbol proyeksi, dan angka ukuran 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: putaran mesin dari kecepatan potong, putaran keluaran roda gigi dan puli, serta pembacaan jangka sorong dan mikrometer.
- 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.

Selamat berjuang.

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

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	Arti singkat	Dibahas di
Bahaya	sumber yang berpotensi menyebabkan cedera, sakit, atau kerusakan	1.1
Risiko	ukuran seberapa besar bahaya menimbulkan akibat: kemungkinan × keparahan	1.1
Nyaris celaka (near miss)	kejadian yang hampir menjadi kecelakaan tetapi tidak ada yang terluka	1.1
Hierarki pengendalian	urutan cara mengendalikan bahaya dari yang paling efektif: eliminasi, substitusi, rekayasa teknik, administratif, APD	1.1
APD	alat pelindung diri, pengendalian paling lemah dalam hierarki karena bahaya tetap ada	1.1, 1.2
Rambu K3	tanda keselamatan; bentuk dan warnanya menunjukkan larangan, peringatan, kewajiban, atau kondisi aman	1.1
Lock-out/tag-out	mengunci dan menandai sumber energi mesin agar tidak menyala saat dikerjakan	1.2
Segitiga api	tiga unsur api: bahan bakar, oksigen, dan panas	1.3
APAR	alat pemadam api ringan	1.3
Titik kumpul	tempat berkumpul setelah evakuasi untuk menghitung semua orang	1.3
5R	Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin: dasar penataan dan kebiasaan di tempat kerja	1.4
SOP	prosedur operasi standar: langkah kerja tertulis yang harus diikuti	1.4
Teaching factory	unit produksi di sekolah yang mengerjakan pesanan nyata	1.4
Cutting dan non-cutting	proses yang membuang bahan menjadi tatal, dan proses yang hanya mengubah bentuk	2.1, 2.2
Gerak potong dan gerak makan	gerak utama pemotongan, dan gerak yang membawa pahat ke bahan baru	2.1
Reamer	alat untuk menyelesaikan lubang agar tepat ukuran dan halus	2.1
Pegas balik (springback)	pelat yang kembali sedikit ke bentuk semula setelah gaya tekuk dilepas	2.2
Jangka sorong	alat ukur panjang, diameter luar, diameter dalam, dan kedalaman dengan skala utama dan nonius	2.3
Nonius	skala pembantu pada jangka sorong untuk membaca pecahan milimeter	2.3
Mikrometer	alat ukur berketelitian 0,01 mm dengan selubung dan tabung putar	2.3

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

Kesalahan nol	penyimpangan bacaan alat ukur saat rahang dirapatkan, yang harus dikoreksi	2.3
Kikir	perkakas tangan bergigi untuk meratakan dan membentuk benda kerja	2.4
Tap dan snei	alat pembuat ulir dalam (tap) dan ulir luar (snei)	2.4
Kecepatan potong	kecepatan permukaan benda melewati pahat, dalam m/menit	2.6
Putaran (rpm)	banyaknya putaran per menit	2.6
Pemakanan	jarak maju pahat untuk tiap putaran benda, dalam mm per putaran	2.6
Kedalaman potong	tebal lapisan bahan yang dibuang pada satu lintasan	2.6
Tirus	bentuk kerucut terpotong dengan diameter berubah beraturan	2.6
SMAW	las busur listrik dengan elektroda terbungkus fluks	2.7
Terak (slag)	lapisan keras dari fluks yang menutupi manik las dan dibersihkan setelah dingin	2.7
Porositas	lubang-lubang kecil dalam logam las, cacat las	2.7
Distorsi	perubahan bentuk benda akibat panas las	2.7
Ferrous dan non-ferrous	logam yang mengandung besi, dan logam yang tidak berbasis besi	3.1
Baja karbon	baja berunsur utama besi dan karbon; makin tinggi karbon makin keras	3.1
Besi tuang	paduan besi dengan kadar karbon tinggi yang keras tetapi getas	3.1
Termoplastik dan termoset	plastik yang melunak saat dipanaskan dan dapat dibentuk ulang, dan plastik yang mengeras permanen	3.2
Komposit	gabungan dua bahan atau lebih, misalnya serat dengan resin	3.2
Kekerasan, keuletan, kegetasan	tahan gores atau tekan; mampu berubah bentuk sebelum patah; patah tanpa banyak berubah bentuk	3.3
Elastis dan plastis	kembali ke bentuk semula saat beban dilepas, dan berubah bentuk permanen	3.3
Pengerasan permukaan	perlakuan agar kulit komponen keras sedangkan intinya tetap ulet	3.4
Sambungan tetap dan tidak tetap	sambungan yang tidak dapat dibongkar tanpa merusak (paku keling, las), dan yang dapat dibongkar (baut, pasak)	4.1, 4.2
Paku keling	pengikat berbatang yang kepalanya dibentuk setelah dipasang	4.1
Pengaman mur	cara mencegah mur kendur akibat getaran, misalnya mur kunci atau ring pegas	4.2
Kunci momen	kunci yang menunjukkan atau membatasi besar kekencangan baut	4.2
Pasak	pengikat antara poros dan puli atau roda gigi agar berputar bersama	4.2
Bushing	bantalan luncur berbentuk selongsong	4.3
Bantalan gelinding	bantalan berisi bola atau rol antara dua cincin	4.3
Modul roda gigi	ukuran gigi: diameter jarak bagi dibagi jumlah gigi	4.4

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

Rasio transmisi	perbandingan putaran masukan dan keluaran	4.4, 4.5
Roda gigi antara	roda gigi di tengah yang hanya membalik arah putar, tanpa mengubah rasio	4.4
Sabuk-V dan puli	pasangan transmisi dengan sabuk berpenampang V pada puli beralur	4.5
Rantai rol dan sproket	pasangan transmisi berantai dengan roda bergigi	4.5
Skala	perbandingan ukuran pada gambar dengan ukuran sebenarnya	5.1
Kepala gambar	kotak keterangan pada gambar: judul, skala, tanggal, penggambar, dan lainnya	5.1
Proyeksi Eropa dan Amerika	sudut pertama dan sudut ketiga: dua cara menempatkan pandangan pada gambar	5.2
Isometrik	gambar tiga dimensi dengan tiga sumbu yang sama miring	5.2
Gambar potongan	gambar yang memperlihatkan bagian dalam benda dengan arsiran	5.2
Gambar kerja	gambar yang berisi ukuran, toleransi, dan keterangan untuk membuat benda	5.3
Toleransi ukuran	selisih yang diizinkan antara ukuran terbesar dan terkecil	5.3
Simbol las	tanda pada gambar kerja yang menyatakan jenis dan letak sambungan las	5.3
CADD	menggambar teknik dengan bantuan komputer	5.4
Koordinat relatif dan polar	titik yang ditentukan terhadap titik sebelumnya, dengan selisih sumbu atau dengan jarak dan sudut	5.4

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 Mesin (halaman kisi-kisi)	muatan lima 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
Medcom.id (28 Juli 2026)	jadwal TKA 2026: jumlah soal dan waktu mata pelajaran pilihan
Pusat Asesmen Pendidikan, Kemendikdasmen: soal asli TKA SMK 2025 Projek Kreatif dan Kewirausahaan	acuan bentuk, tingkat kesulitan, dan gaya soal

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

Angka pedoman teknis (kecepatan potong, arus las, jarak paku keling, ukuran standar baut, dan sejenisnya) ditulis sebagai pedoman umum yang lazim pada buku teks teknik mesin SMK; ikuti selalu lembar kerja, 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 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	Denah bengkel pemesinan dan titik bahayanya	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.2	Matriks risiko 3 × 3	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.3	Hierarki pengendalian bahaya	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.4	Kelompok rambu K3	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 1.5	Peta konsep bahaya kerja dan penilaian risiko	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.6	Mesin bubut: enam hal yang diperiksa sebelum dinyalakan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.7	Mengamankan energi sebelum perawatan: kunci dan label	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.8	Mengangkat benda berat dari lantai	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.9	Bekerja dengan tangga	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.10	APD menurut pekerjaan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.11	Peta konsep praktik kerja aman dan APD	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.12	Segitiga api dan tiga cara memadamkannya	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.13	Kelas kebakaran dan pemadam yang cocok	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.14	APAR: bagian-bagian dan empat langkah memakainya	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.15	Denah evakuasi sebuah bengkel	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.16	Pertolongan pertama pada empat kejadian di bengkel	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.17	Peta konsep kebakaran, evakuasi, dan pertolongan pertama	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.18	Siklus 5R	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.19	Papan bayangan (shadow board)	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.20	Alur peminjaman dan pengembalian alat	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.21	Komunikasi kerja yang aman	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.22	Peta konsep budaya kerja industri	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.1	Klasifikasi proses cutting dan non-cutting	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.2	Gerak potong dan gerak makan pada empat mesin cutting	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.3	Bagian mata bor spiral dan akibat asahan yang salah	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.4	Urutan mengebor lubang besar	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.5	Bubut muka dan tonjolan di tengah	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 2.6	Mesin frais tegak dan jenis pisau frais	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.7	Peta konsep teknologi cutting	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.8	Macam-macam proses non-cutting	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.9	Penampang tekukan dan pegas balik	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.10	Radius dan arah serat pada tekukan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.11	Menekuk pipa dengan mal	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.12	Mesin rol dan pra-tekuk	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.13	Peta konsep teknologi non-cutting	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.14	Bagian-bagian jangka sorong	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.15	Prinsip nonius	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.16	Membaca jangka sorong (nonius 0,05 mm dan 0,02 mm)	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.17	Bagian-bagian mikrometer luar	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.18	Membaca mikrometer	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.19	Cara mengukur yang benar dan salah	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.20	Memilih alat ukur	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.21	Peta konsep alat ukur	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.22	Kelompok perkakas tangan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.23	Gergaji besi, jumlah gigi, dan tebal benda	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.24	Kikir: bagian, penampang, kekasaran, dan cara mengikir	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.25	Tap dan diameter bor sebelum menyetap	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.26	Jenis kunci dan cara memakainya	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.27	Peta konsep perkakas tangan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.28	Bor tangan listrik dan bagian-bagiannya	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 2.29	Memilih mata bor menurut bahan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.30	Mengebor pipa: cara salah dan cara benar	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.31	Gerinda tangan dan bagian-bagiannya	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.32	Jenis cakram gerinda tangan dan cara memakainya	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.33	Memasang cakram: susunan bagian dan urutan kerja	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.34	Peta konsep perkakas bertenaga	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.35	Parameter pemotongan pada mesin bubut	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.36	Pedoman kecepatan potong untuk pembubutan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.37	Pemakanan menentukan kehalusan permukaan hasil bubut	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.38	Bubut tirus: ukuran, sudut, dan dua cara membuatnya	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.39	Membaca gejala hasil bubut dan mencari penyebabnya	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.40	Urutan kerja membuat poros dari batang pada mesin bubut	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.41	Peta konsep pemesinan dasar	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.42	Rangkaian peralatan las busur listrik (SMAW)	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.43	Elektroda terbungkus, busur las, dan arti kode E6013	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.44	Arus las menurut diameter elektroda dan akibat arus tidak tepat	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.45	Sudut elektroda dan arah jalan pada posisi datar	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.46	Urutan mengelas satu jalur	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.47	Cacat las yang sering muncul, penyebab, dan perbaikannya	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.48	Peta konsep pengelasan SMAW dasar	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.1	Klasifikasi logam teknik	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.2	Kadar karbon menentukan sifat dan pemakaian baja	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.3	Uji percikan: bentuk percikan pada gerinda	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 3.4	Alur mengenali logam dengan uji sederhana	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.5	Ringkasan logam yang paling sering ditemui di bengkel	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.6	Peta konsep logam ferrous dan non-ferrous	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.7	Bahan non-logam dan komposit: pengelompokan dasar	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.8	Susunan rantai molekul termoplastik dan termoset	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.9	Komposit: serat penguat dan matriks pengikat	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.10	Contoh bahan non-logam pada komponen mesin dan alat bengkel	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.11	Perbandingan sifat bahan non-logam	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.12	Peta konsep bahan non-logam dan komposit	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.13	Pemuaian logam akibat pemanasan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.14	Enam sifat mekanik yang sering tertukar	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.15	Perilaku elastis dan plastis pada sebuah pegas	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.16	Kurva tegangan-regangan (konsep): bahan ulet dan getas	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.17	Empat cara menguji bahan (konsep)	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.18	Peta konsep sifat-sifat bahan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.19	Lima langkah memilih bahan komponen	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.20	Pola berpikir dari kondisi kerja ke sifat yang diutamakan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.21	Tiga perlakuan panas dasar pada baja	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.22	Pengerasan permukaan: kulit keras dan inti ulet	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.23	Matriks keputusan bak penampung tatal	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.24	Peta konsep memilih bahan komponen	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.1	Empat bentuk kepala paku keling	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.2	Memasang paku keling pejal	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 4.3	Memasang paku keling pop	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.4	Jarak tepi dan jarak antarpaku paku keling	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.5	Lima jenis sambungan las	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.6	Peta konsep sambungan tetap	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.7	Bagian baut, mur, dan ring	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.8	Jenis kepala baut	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.9	Menentukan panjang baut	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.10	Pengaman mur	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.11	Urutan mengencangkan flens dan kunci momen	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.12	Pasak pada sambungan puli dan poros	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.13	Peta konsep sambungan baut dan pasak	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.14	Bushing dan cara kerjanya	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.15	Bagian bantalan bola alur dalam	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.16	Jenis bantalan gelinding	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.17	Arah beban menentukan jenis bantalan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.18	Memasang bantalan gelinding	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.19	Peta konsep tumpuan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.20	Lima jenis roda gigi menurut letak porosnya	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.21	Bagian-bagian roda gigi lurus dan hubungannya dengan modul	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.22	Roda gigi antara membalik arah putar tetapi tidak mengubah rasio	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.23	Rangkaian dua tingkat roda gigi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.24	Peta konsep transmisi roda gigi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.25	Tiga jenis sabuk dan cara meneruskan dayanya	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 4.26	Susunan sabuk-puli terbuka dan silang	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.27	Puli bertingkat: posisi sabuk menentukan putaran	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.28	Rantai rol dan sproket	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.29	Memasang sabuk-V baru: empat langkah aman	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.30	Peta konsep transmisi sabuk-puli dan rantai	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.1	Ukuran kertas gambar seri A	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.2	Lembar gambar A4 dan etiket	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.3	Jenis garis pada gambar teknik	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.4	Menulis ukuran: benar dan salah	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.5	Satu benda dengan tiga skala	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.6	Peta konsep standar gambar teknik	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.7	Dudukan berparit: isometrik dan tiga pandangan Eropa	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.8	Proyeksi Eropa dan proyeksi Amerika	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.9	Jumlah pandangan yang diperlukan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.10	Gambar isometrik: sumbu dan lingkaran	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.11	Potongan penuh A-A pada dudukan berparit	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.12	Setengah potongan dan aturan arsiran	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.13	Dudukan T: mencari tampak samping kiri	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.14	Peta konsep proyeksi, isometrik, dan potongan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.15	Gambar kerja poros bertingkat	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.16	Toleransi ukuran dan penilaian hasil ukur	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.17	Flens dengan lubang pada lingkaran jarak bagi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.18	Simbol las dasar	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 5.19	Peta konsep membaca gambar kerja	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.20	Antarmuka perangkat lunak CADD (skematik)	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.21	Koordinat absolut, relatif, dan polar	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.22	Perintah mengubah: OFFSET, TRIM, FILLET, MIRROR	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.23	Layer dan jenis garis	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.24	Braket siku dan segitiga dengan koordinat relatif dan polar	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.25	Roda pengatur dengan ARRAY polar	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.26	Peta konsep menggambar dengan CADD	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—

Tabel silang sub bab dan soal

Sub bab	Soal
1.1 · Bahaya kerja dan penilaian risiko	Bedah Prediksi 07 no. 2; Latihan 1.1 no. 1; Latihan 1.1 no. 2; Kuis Bab 1 no. 1; Kuis Bab 1 no. 2; Kuis Bab 1 no. 4; Kuis Bab 1 no. 7; Kuis Bab 1 no. 15; Kuis Bab 1 no. 16; Kuis Bab 1 no. 18; Simulasi 1 no. 19; Simulasi 2 no. 5; Simulasi 3 no. 15
1.2 · Praktik kerja aman dan APD	Bedah Prediksi 07 no. 4; Latihan 1.2 no. 1; Latihan 1.2 no. 2; Kuis Bab 1 no. 3; Kuis Bab 1 no. 8; Kuis Bab 1 no. 9; Kuis Bab 1 no. 10; Kuis Bab 1 no. 11; Kuis Bab 1 no. 17; Simulasi 1 no. 2; Simulasi 2 no. 6; Simulasi 3 no. 19
1.3 · Kebakaran, evakuasi, dan pertolongan pertama	Bedah Prediksi 07 no. 3; Latihan 1.3 no. 1; Latihan 1.3 no. 2; Kuis Bab 1 no. 5; Kuis Bab 1 no. 6; Kuis Bab 1 no. 12; Kuis Bab 1 no. 13; Kuis Bab 1 no. 14; Kuis Bab 1 no. 24; Simulasi 1 no. 1; Simulasi 2 no. 1; Simulasi 3 no. 10
1.4 · Budaya kerja industri	Bedah Prediksi 07 no. 6; Latihan 1.4 no. 1; Latihan 1.4 no. 2; Kuis Bab 1 no. 19; Kuis Bab 1 no. 20; Kuis Bab 1 no. 21; Kuis Bab 1 no. 22; Kuis Bab 1 no. 23; Kuis Bab 1 no. 25; Simulasi 1 no. 14; Simulasi 2 no. 2; Simulasi 3 no. 2
2.1 · Teknologi cutting: bor, bubut, frais, gerinda	Bedah Prediksi 07 no. 5; Latihan 2.1 no. 1; Latihan 2.1 no. 2; Latihan 2.1 no. 3; Kuis Bab 2 no. 3; Kuis Bab 2 no. 5; Kuis Bab 2 no. 7; Simulasi 1 no. 13; Simulasi 2 no. 4; Simulasi 2 no. 25; Simulasi 3 no. 18
2.2 · Teknologi non-cutting: menekuk, mengerol, membentuk	Bedah Prediksi 07 no. 1; Latihan 2.2 no. 1; Latihan 2.2 no. 2; Kuis Bab 2 no. 1; Kuis Bab 2 no. 2; Kuis Bab 2 no. 4; Kuis Bab 2 no. 6; Simulasi 1 no. 17; Simulasi 2 no. 3; Simulasi 3 no. 16
2.3 · Alat ukur: jangka sorong, mikrometer, mistar baja	Bedah Prediksi 07 no. 11; Latihan 2.3 no. 1; Latihan 2.3 no. 2; Kuis Bab 2 no. 8; Kuis Bab 2 no. 10; Kuis Bab 2 no. 12; Kuis Bab 2 no. 14; Simulasi 1 no. 11; Simulasi 1 no. 20; Simulasi 2 no. 20; Simulasi 3 no. 5

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

Sub bab	Soal
2.4 · Perkakas tangan	Bedah Prediksi 07 no. 8; Latihan 2.4 no. 1; Latihan 2.4 no. 2; Kuis Bab 2 no. 11; Kuis Bab 2 no. 13; Kuis Bab 2 no. 15; Simulasi 1 no. 3; Simulasi 2 no. 11; Simulasi 3 no. 11
2.5 · Perkakas bertenaga: bor tangan dan gerinda tangan	Bedah Prediksi 07 no. 14; Latihan 2.5 no. 1; Latihan 2.5 no. 2; Kuis Bab 2 no. 9; Kuis Bab 2 no. 18; Kuis Bab 2 no. 20; Simulasi 1 no. 9; Simulasi 2 no. 17; Simulasi 3 no. 8
2.6 · Pemesinan dasar: parameter pemotongan dan evaluasi hasil	Bedah Prediksi 07 no. 13; Latihan 2.6 no. 1; Latihan 2.6 no. 2; Latihan 2.6 no. 3; Kuis Bab 2 no. 16; Kuis Bab 2 no. 19; Kuis Bab 2 no. 21; Kuis Bab 2 no. 24; Simulasi 1 no. 16; Simulasi 2 no. 8; Simulasi 3 no. 1; Simulasi 3 no. 23
2.7 · Pengelasan SMAW dasar	Bedah Prediksi 07 no. 20; Latihan 2.7 no. 1; Latihan 2.7 no. 2; Latihan 2.7 no. 3; Kuis Bab 2 no. 17; Kuis Bab 2 no. 22; Kuis Bab 2 no. 23; Kuis Bab 2 no. 25; Simulasi 1 no. 15; Simulasi 2 no. 15; Simulasi 3 no. 14
3.1 · Logam ferrous dan non-ferrous	Bedah Prediksi 07 no. 17; 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. 6; Kuis Bab 3 no. 8; Kuis Bab 3 no. 10; Kuis Bab 3 no. 11; Simulasi 1 no. 6; Simulasi 2 no. 14; Simulasi 3 no. 12
3.2 · Bahan non-logam dan komposit	Bedah Prediksi 07 no. 12; Latihan 3.2 no. 1; Latihan 3.2 no. 2; Kuis Bab 3 no. 4; Kuis Bab 3 no. 5; Kuis Bab 3 no. 7; Kuis Bab 3 no. 9; Kuis Bab 3 no. 15; Kuis Bab 3 no. 19; Simulasi 1 no. 5; Simulasi 2 no. 9; Simulasi 3 no. 7
3.3 · Sifat-sifat bahan	Bedah Prediksi 07 no. 10; Latihan 3.3 no. 1; Latihan 3.3 no. 2; Kuis Bab 3 no. 13; Kuis Bab 3 no. 16; Kuis Bab 3 no. 18; Kuis Bab 3 no. 23; Kuis Bab 3 no. 24; Kuis Bab 3 no. 25; Simulasi 1 no. 8; Simulasi 2 no. 12; Simulasi 3 no. 13
3.4 · Memilih bahan komponen	Bedah Prediksi 07 no. 15; Latihan 3.4 no. 1; Latihan 3.4 no. 2; Kuis Bab 3 no. 12; Kuis Bab 3 no. 14; Kuis Bab 3 no. 17; Kuis Bab 3 no. 20; Kuis Bab 3 no. 21; Kuis Bab 3 no. 22; Simulasi 1 no. 4; Simulasi 2 no. 16; Simulasi 3 no. 4
4.1 · Sambungan tetap: paku keling dan las	Bedah Prediksi 07 no. 7; Latihan 4.1 no. 1; Latihan 4.1 no. 2; Kuis Bab 4 no. 7; Kuis Bab 4 no. 8; Kuis Bab 4 no. 12; Kuis Bab 4 no. 13; Kuis Bab 4 no. 15; Simulasi 1 no. 7; Simulasi 2 no. 13; Simulasi 3 no. 6
4.2 · Sambungan baut dan pasak	Bedah Prediksi 07 no. 18; Latihan 4.2 no. 1; Latihan 4.2 no. 2; Kuis Bab 4 no. 1; Kuis Bab 4 no. 2; Kuis Bab 4 no. 9; Kuis Bab 4 no. 10; Kuis Bab 4 no. 16; Simulasi 1 no. 18; Simulasi 2 no. 7; Simulasi 3 no. 3
4.3 · Tumpuan: bushing dan bearing	Bedah Prediksi 07 no. 16; Latihan 4.3 no. 1; Latihan 4.3 no. 2; Kuis Bab 4 no. 3; Kuis Bab 4 no. 4; Kuis Bab 4 no. 6; Kuis Bab 4 no. 11; Kuis Bab 4 no. 14; Simulasi 1 no. 10; Simulasi 2 no. 22; Simulasi 3 no. 9
4.4 · Transmisi roda gigi	Bedah Prediksi 07 no. 19; Latihan 4.4 no. 1; Latihan 4.4 no. 2; Kuis Bab 4 no. 5; Kuis Bab 4 no. 17; Kuis Bab 4 no. 18; Kuis Bab 4 no. 24; Kuis Bab 4 no. 25; Simulasi 1 no. 12; Simulasi 2 no. 10; Simulasi 3 no. 17
4.5 · Transmisi sabuk-puli dan rantai	Bedah Prediksi 07 no. 9; Latihan 4.5 no. 1; Latihan 4.5 no. 2; Kuis Bab 4 no. 19; Kuis Bab 4 no. 20; Kuis Bab 4 no. 21; Kuis Bab 4 no. 22; Kuis Bab 4 no. 23; Simulasi 1 no. 21; Simulasi 2 no. 18; Simulasi 3 no. 24

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

Sub bab	Soal
5.1 · Standar gambar teknik	Bedah Prediksi 07 no. 21; 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. 5; Kuis Bab 5 no. 6; Kuis Bab 5 no. 7; Simulasi 1 no. 25; Simulasi 2 no. 21; Simulasi 3 no. 20
5.2 · Gambar proyeksi, isometrik, dan potongan	Bedah Prediksi 07 no. 24; Latihan 5.2 no. 1; Latihan 5.2 no. 2; Kuis Bab 5 no. 8; Kuis Bab 5 no. 9; Kuis Bab 5 no. 10; Kuis Bab 5 no. 11; Kuis Bab 5 no. 12; Kuis Bab 5 no. 13; Simulasi 1 no. 24; Simulasi 2 no. 19; Simulasi 3 no. 22
5.3 · Membaca gambar kerja	Bedah Prediksi 07 no. 25; Latihan 5.3 no. 1; Latihan 5.3 no. 2; Kuis Bab 5 no. 14; Kuis Bab 5 no. 15; Kuis Bab 5 no. 16; Kuis Bab 5 no. 17; Kuis Bab 5 no. 21; Kuis Bab 5 no. 22; Simulasi 1 no. 22; Simulasi 2 no. 23; Simulasi 3 no. 25
5.4 · Menggambar dengan CADD	Bedah Prediksi 07 no. 23; Latihan 5.4 no. 1; Latihan 5.4 no. 2; Kuis Bab 5 no. 18; Kuis Bab 5 no. 19; Kuis Bab 5 no. 20; Kuis Bab 5 no. 23; Kuis Bab 5 no. 24; Kuis Bab 5 no. 25; Simulasi 1 no. 23; Simulasi 2 no. 24; Simulasi 3 no. 21

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 Mesin

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 Mesin: 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-smktm

GRATIS · TIDAK UNTUK DIPERJUALBELIKAN

SMKTM · Edisi 1 · Gratis untuk pelajar Indonesia · 2026/2027