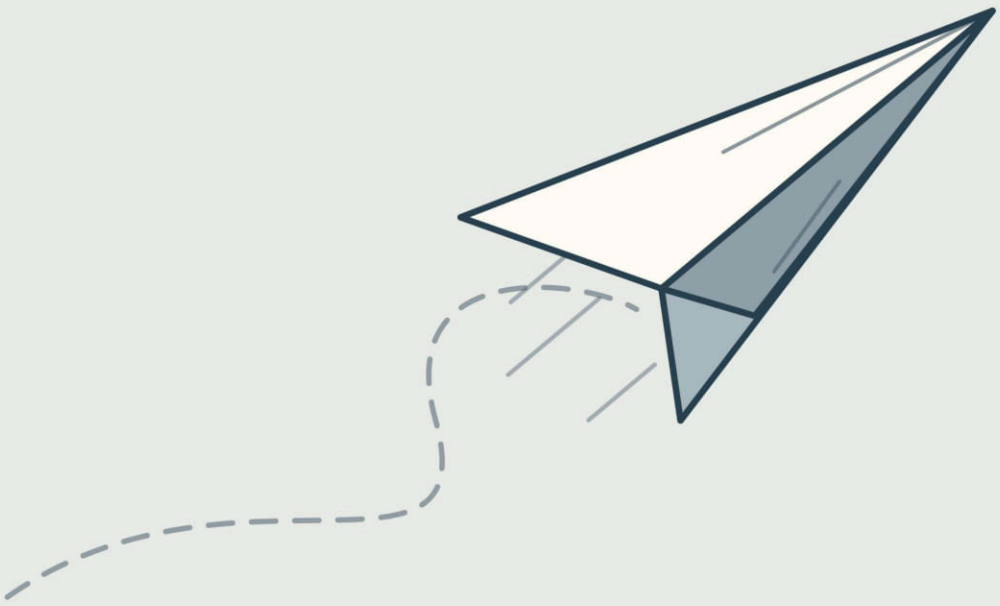
TKA SMK

TEKNIK ELEKTRONIKA

Materi, Strategi, dan Simulasi



Handaka Lumu
by Next Level Study Indonesia

2026/2027 · SMKTEL

TKA SMK TEKNIK ELEKTRONIKA

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 Elektronika: 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 SMKTEL

© 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/teknik-elektronika-smk-mak

Kata Pengantar

Kamu yang sedang bersiap,

Terima kasih sudah membuka buku ini. Elektronika sering terasa seperti dunia yang tidak kelihatan: arus yang mengalir di dalam kabel, tegangan yang hanya bisa dibaca lewat alat ukur, dan komponen sekecil butir beras yang menentukan hidup matinya sebuah perangkat. Padahal setiap alat di sekitarmu, dari ponsel sampai kipas di ruang guru, bekerja karena ada orang yang memahami cara kerjanya dan merakitnya dengan teliti. Orang itu bisa jadi kamu.

Buku ini lahir dari satu kenyataan. Soal TKA SMK jarang menanyakan apa nama sebuah komponen. Soal-soalnya bercerita tentang sebuah bengkel servis, sebuah praktik di laboratorium sekolah, atau seorang teknisi yang ragu mengambil keputusan, lalu meminta kamu menentukan langkah yang paling tepat. Karena itu, buku ini saya tulis untuk menuntun kamu memahami, bukan hanya menghafal.

Setiap sub bab menjelaskan materinya lebih dulu secara utuh, dengan gambar, contoh dari bengkel, dan contoh soal yang diselesaikan langkah demi langkah. Sesudahnya baru disajikan strategi menjawab 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 hitungan dengan pensil di tangan. Buku ini tidak menggantikan bimbingan guru: setiap kali memegang solder atau sumber listrik, ikuti aturan keselamatan dari gurumu. Latihan dan kuis yang sama juga ada di LMS NLS lewat kode QR di dalam buku.

Seorang teknisi yang baik memeriksa sambungannya dua kali dan tidak menyembunyikan kesalahannya, walaupun tidak ada yang mengawasi. Belajarlah dengan ketelitian dan kejujuran yang sama. Berjanjilah pada dirimu untuk tidak berhenti di tengah jalan. Persembahkan kesungguhanmu untuk orang tua yang menunggumu pulang membawa kabar baik, untuk guru yang sabar menuntunmu, dan untuk negeri yang kelak membutuhkan tenaga serta pikiranmu. Belajarlah dengan sepenuh jiwa dan raga, karena ilmu yang kamu kumpulkan 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 6 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

SMKTEL-1.2 = sub bab 1.2; SMKTEL-KB1 = kuis akhir bab 1; SMKTEL-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-smktel

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 Elektronika 1
Bagian B · Materi 10
Bab 1 · Wawasan Dunia Kerja, K3LH, dan Budaya Kerja 10
Sub bab 1.1 · Dunia kerja elektronika dan pengendalian limbah (waste control) 11
Sub bab 1.2 · Prinsip K3LH di bengkel dan makna rambu K3 23
Sub bab 1.3 · Penanganan limbah B3 elektronik 41
Sub bab 1.4 · Budaya kerja 5R di bengkel dan lab 54
Kuis Akhir Bab 1 66
Bab 2 · Perkakas Tangan, PCB, dan Gambar Teknik 80
Sub bab 2.1 · Perkakas tangan dan teknik menyolder 81
Sub bab 2.2 · Pembuatan PCB satu layer 96
Sub bab 2.3 · Simbol komponen dan rangkaian listrik 111
Sub bab 2.4 · Membaca dan membuat gambar skema serta tata letak PCB 126
Kuis Akhir Bab 2 142
Bab 3 · Konsep Dasar Kelistrikan dan Rangkaian Elektronika 157
Sub bab 3.1 · Besaran dan karakteristik listrik dasar 158
Sub bab 3.2 · Hukum Ohm dan daya listrik 172
Sub bab 3.3 · Rangkaian seri, paralel, dan campuran 185
Sub bab 3.4 · Rangkaian aplikasi elektronika dasar 199
Kuis Akhir Bab 3 214
Bab 4 · Alat Ukur dan Komponen Elektronika 227
Sub bab 4.1 · Mengukur dengan multimeter analog dan digital 228
Sub bab 4.2 · Mengukur dengan osiloskop 243
Sub bab 4.3 · Kode nilai komponen pasif 257
Sub bab 4.4 · Komponen pasif dalam rangkaian: resistor, kapasitor, induktor 271
Sub bab 4.5 · Komponen aktif: dioda, LED, transistor, dan regulator 288
Kuis Akhir Bab 4 302
Bab 5 · Mesin Listrik dan Pengoperasian Peralatan 315
Sub bab 5.1 · Mesin listrik dan pengendaliannya 316
Sub bab 5.2 · Pengoperasian peralatan elektronika dasar 332
Kuis Akhir Bab 5 347
Bab 6 · Dasar Teknik Digital 360
Sub bab 6.1 · Sistem bilangan 361
Sub bab 6.2 · Gerbang logika dasar 373
Sub bab 6.3 · Menyusun dan membaca tabel kebenaran 386
Sub bab 6.4 · Persamaan Boolean dan penyederhanaan aljabar 401
Sub bab 6.5 · Peta Karnaugh 417
Kuis Akhir Bab 6 432

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

Bagian C · Simulasi TKA 445
Simulasi 1 — Prediksi TKA 2026 446
Simulasi 2 — Prediksi TKA 2026 460
Simulasi 3 — Prediksi TKA 2026 475
Bagian D · Kunci dan Pembahasan 490
Penutup 597
Lampiran 599

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Bagian A · Mengenal TKA Teknik Elektronika

Apa itu TKA SMK Teknik Elektronika

Tes Kemampuan Akademik (TKA) Teknik Elektronika adalah mata pelajaran **pilihan** pada TKA jenjang SMK/MAK, untuk murid program keahlian Teknik Elektronika. Menurut kerangka asesmen Pusat Asesmen Pendidikan (Pusmendik) Kemendikdasmen, tes ini mengukur kemampuan murid **memahami dan menganalisis** konsep dunia kerja bidang elektronika: K3LH dan budaya kerja, perkakas tangan, gambar teknik, alat ukur, konsep dasar kelistrikan, komponen aktif dan pasif, serta dasar teknik digital, untuk menyelesaikan permasalahan di dunia kerja atau pendidikan lanjutan.

Muatannya mengacu pada Capaian Pembelajaran dalam Keputusan Kepala BSKAP Kemendikdasmen Nomor 046/H/KR/2025. Kisi-kisi juga memberi **batasan** yang perlu kamu ingat sejak awal, karena batasan itu menentukan seberapa dalam soal bertanya.

Bagian	Batasan menurut kisi-kisi
K3 dan limbah B3	konsep dasar dan prosedur dasar, bukan standar sertifikasi dan bukan praktik pengolahan limbah industri
5R	diterapkan dalam konteks bengkel atau laboratorium sekolah
PCB	terbatas pada penggunaan dasar yang aman dan **PCB satu layer**
Simbol dan skema	simbol dasar yang umum dipakai dan skema sederhana, bukan sistem kompleks
Hitungan listrik	perhitungan sederhana dengan satu variabel yang dicari
Pengukuran	pengukuran sederhana dan analisis sinyal dasar, tanpa analisis galat pengukuran
Komponen	kode yang umum, analisis sederhana, tegangan rendah
Teknik digital	konversi dasar, variabel terbatas, tanpa merancang IC digital

> Halaman kisi-kisi Pusmendik tidak memuat jumlah soal dan waktu pengerjaan. Pemberitaan tentang jadwal TKA 2026 menyebut setiap mata pelajaran pilihan berisi **25 soal** dan dikerjakan dalam **60 menit**, sehingga buku ini memakai ukuran itu untuk kuis dan simulasi: rata-rata **2,4 menit** untuk setiap soal. Pastikan ketentuan resminya lewat pengumuman Pusmendik menjelang ujian.

> **Catatan jujur tentang soal asli.** Untuk mapel Teknik Elektronika belum ada soal asli TKA yang dapat

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

> dimuat. Satu-satunya soal asli TKA SMK 2025 adalah mapel Projek Kreatif dan Kewirausahaan. Soal-soal di buku ini adalah soal latihan yang disusun tim NLS dengan bentuk, panjang, dan tingkat kesulitan yang mengikuti soal asli itu serta enam contoh resmi Teknik Elektronika dari Pusmendik. Karena itu buku ini **tidak** memuat bedah soal asli dan tidak memuat tabel persentase benar nasional: datanya memang belum ada, dan angka tidak dikarang.

Apa yang diuji: sembilan elemen, enam bab

Kisi-kisi resmi membagi muatan menjadi sembilan elemen. Buku ini mengelompokkannya menjadi enam bab, mengikuti Peta Topik Bank Soal NLS.

Elemen kisi-kisi	Isi menurut kisi-kisi	Bab di buku ini
1. Wawasan Dunia Kerja Bidang Elektronika	pengendalian limbah (waste control), jenis pekerjaan, budaya kerja industri	Bab 1
2. Kecakapan Kerja Dasar, K3LH, dan Budaya Kerja	prinsip K3LH, rambu keselamatan, penanganan limbah B3, budaya kerja 5R	Bab 1
3. Penggunaan Perkakas Tangan	teknik perkakas tangan dan pembuatan PCB	Bab 2
4. Gambar Teknik	simbol komponen, rangkaian listrik, gambar skema	Bab 2
5. Konsep Dasar Kelistrikan dan Elektronika	besaran listrik, hukum Ohm dan daya, rangkaian seri, paralel, campuran, rangkaian aplikasi dasar	Bab 3
6. Alat Ukur Listrik, Elektronika, dan Instrumentasi	multimeter analog dan digital, osiloskop	Bab 4
7. Komponen Elektronika Aktif dan Pasif	komponen pasif dan aktif pada rangkaian DC sederhana	Bab 4
8. Mesin-mesin Listrik, Elektronika, dan Instrumentasi	jenis dan prinsip kerja mesin listrik, pengendaliannya, pengoperasian peralatan elektronika dasar	Bab 5
9. Dasar Teknik Digital	sistem bilangan, gerbang logika, tabel kebenaran, persamaan Boolean, peta Karnaugh	Bab 6

Bab 4 menggabungkan dua elemen, yaitu alat ukur dan komponen, karena keduanya hampir selalu muncul bersama: kamu mengukur komponen untuk memeriksanya, dan kamu memilih komponen setelah membaca hasil ukurnya.

Dari 150 soal latihan dan simulasi yang dipakai di buku ini, sebarannya sebagai berikut.

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

Bab	Soal prediksi NLS (dari 150)	Porsi
1. Wawasan dunia kerja, K3LH, dan budaya kerja	30	20 %
2. Perkakas tangan, PCB, dan gambar teknik	24	16 %
3. Konsep dasar kelistrikan dan rangkaian elektronika	24	16 %
4. Alat ukur dan komponen elektronika	30	20 %
5. Mesin listrik dan pengoperasian peralatan	12	8 %
6. Dasar teknik digital	30	20 %

Angka di atas adalah sebaran soal latihan dan simulasi buku ini, bukan jumlah soal TKA yang sebenarnya. Gunakan sebagai petunjuk **ke mana waktu belajar sebaiknya dibagi**. Bab 1, 4, dan 6 masing-masing mendapat seperlima soal. Bab 5 paling kecil, tetapi isinya (motor, relai, dan peralatan lab) sering menjadi tempat soal bertingkat sulit.

Konteks soal: bengkel, laboratorium, dan dunia kerja

Soal TKA SMK disajikan dalam konteks dunia kerja. Hampir setiap soal dimulai dengan sebuah tempat kerja atau praktik: bengkel servis, laboratorium elektronika sekolah, unit produksi SMK, lini perakitan tempat PKL, atau proyek lomba robot. Tokohnya sering murid SMK atau teknisi. Kasusnya berupa keputusan kerja: memilih alat, mengurutkan langkah, mencari penyebab gangguan, atau menghitung nilai yang dibutuhkan.

Keenam contoh resmi Pusmendik memperlihatkan keluasan itu.

Konteks	Contoh pada enam contoh resmi Pusmendik
Wawasan dunia kerja	konsep pengendalian limbah (waste control) dalam industri elektronika
Komponen pasif	resistor berkode warna merah, ungu, coklat, emas: tentukan nilai hambatannya
Budaya kerja 5R	tindakan menata area kerja sesudah praktik merakit penguat audio: tentukan yang termasuk Ringkas, Rapi, dan Resik
Hukum dasar kelistrikan	elemen pemanas 10 ohm dialiri arus 2 ampere: tentukan tegangannya dengan hukum Ohm
Alat ukur	gelombang pada osiloskop yang tidak stabil: tentukan penyebabnya
Teknik digital	sistem alarm dengan dua sensor yang berbunyi bila salah satu atau keduanya aktif: tentukan gerbang dan tabelnya

Cerita pembuka biasanya pendek. Sebagian isinya hanya latar (nama bengkel, tahun), tetapi **angka, satuan, dan kata kuncinya penting**: "dalam keadaan dimatikan", "dipasang seri", "masih terpasang pada papan", "dari kutub positif". Satu kata dapat mengubah pilihan yang benar. Dalam buku ini setiap kasus ditutup dengan keterangan bahwa nama orang, lembaga, dan datanya disusun untuk latihan dan bersifat fiktif.

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

Tiga tingkat berpikir

Kerangka Pusmendik menyusun soal dalam tiga level kognitif.

Level	Yang diminta	Contoh dari kisi-kisi
1. Pengetahuan dan Pemahaman	menjelaskan dan mengidentifikasi	menjelaskan konsep pengendalian limbah; mengidentifikasi rambu K3LH, simbol komponen, dan kode nilai komponen
2. Aplikasi	menggunakan, menerapkan, mengoperasikan, mengukur	memakai perkakas sesuai fungsinya; menerapkan 5R dan hukum Ohm; mengoperasikan peralatan dasar; mengukur dengan multimeter
3. Penalaran	menganalisis	menganalisis rangkaian seri, paralel, dan campuran; menganalisis sinyal pada osiloskop; menganalisis persamaan logika dengan peta Karnaugh

Pada soal Teknik Elektronika, level 3 jarang berupa konsep yang sangat sulit. Kesulitannya biasanya terletak pada **mendiagnosis**: mengamati gejala dan data ukur, lalu menentukan penyebab yang paling mungkin; atau pada hitungan yang terdiri dari dua atau tiga langkah.

Bentuk soal dan cara menjawabnya

Kisi-kisi resmi memuat tiga bentuk soal.

Bentuk	Cara menjawab	Contoh dari paket latihan buku ini
Pilihan ganda (PG)	pilih **satu** jawaban dari lima pilihan A–E	contoh 1 di bawah
PG kompleks pilih lebih dari satu (MCMA)	pilih **semua** pilihan yang benar; jumlahnya tidak disebutkan	contoh 2 di bawah
PG kompleks kategori (Benar/Salah)	tentukan **setiap** pernyataan Benar atau Salah	contoh 3 di bawah

Pilihan ganda. Pada soal Teknik Elektronika, pilihan sering berupa pasangan "tindakan + alasan", atau berupa deretan nilai hitungan yang mirip. Periksa kedua bagiannya: tindakan yang benar dengan alasan yang keliru tetap salah, dan angka yang benar dengan satuan yang keliru juga salah.

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

►. Arif memasang terminal skun cincin pada ujung kabel catu 12 V berukuran 1,5 mm^2 yang akan dibaut ke terminal aki sepeda listrik model buatan kelompoknya (2027). Ukuran terminal skun yang tersedia sudah sesuai dengan kabel. Di meja ada tang kombinasi, tang lancip, tang crimping terminal berisolasi, solder, dan palu kecil.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Cara yang paling tepat untuk memasang terminal skun adalah ....

A. Menjepit leher skun dengan tang kombinasi sekuat tenaga
B. Mengepres leher skun memakai tang crimping sesuai ukuran
C. Memipihkan leher skun di atas meja memakai palu kecil
D. Melilitkan kabel ke cincin skun tanpa dijepit lalu dibaut
E. Menjepit leher skun dengan tang lancip di beberapa titik

Pembahasan **Kunci: B**

Konsep: Tang crimping memiliki rahang sesuai ukuran terminal sehingga tekanan merata dan sambungan rapat. Alat lain menghasilkan sambungan longgar yang dapat panas atau lepas.

Langkah:
1. Kebutuhan: sambungan rapat dan kuat untuk arus catu.
2. Alat yang dirancang untuk itu: tang crimping sesuai ukuran terminal.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: tang kombinasi dapat menjepit, tetapi tekanannya tidak merata dan isolasi terminal dapat sobek.
• **B.** ✓ Rahang crimping sesuai ukuran membuat sambungan rapat dan kuat.
• **C.** ✗ Pukulan palu merusak terminal dan tidak menghasilkan jepitan yang rapat.
• **D.** ✗ Kabel yang hanya dililitkan mudah lepas dan panas di titik sambungan.
• **E.** ✗ Jebakan: titik-titik jepitan tang lancip tampak kuat, tetapi sambungan tidak rapat merata.

Jawaban: B.

Pilih lebih dari satu (MCMA). Jangan menebak jumlah jawaban yang benar. Nilai setiap pilihan sendiri-sendiri dengan informasi di soal, lalu pilih semua yang lolos. Satu pilihan yang keliru atau satu yang terlewat sudah membuat jawaban salah.

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

►. Enam belas siswa menyolder kit radio FM di lab memakai timah Sn60/Pb40 (mengandung timbal) dan flux (2027). Hari itu hujan sehingga jendela ditutup, dan kipas penyedot asap lab sedang rusak. Asap putih terlihat menggantung di atas meja. Beberapa siswa menaruh camilan di meja praktik, dan ada solder panas yang diletakkan langsung di atas meja tanpa dudukan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan K3LH yang tepat untuk situasi tersebut adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Memperbaiki penyedot asap atau memindahkan praktik ke ruang berventilasi sebelum praktik dilanjutkan.
☐ B. Membolehkan siswa makan di meja praktik asalkan tangannya sudah dilap dengan tisu basah.
☐ C. Meletakkan solder pada dudukannya setiap kali solder tidak sedang dipegang.
☐ D. Membagikan masker kain biasa sehingga praktik dapat berjalan tanpa penyedot asap.
☐ E. Mewajibkan siswa mencuci tangan dengan sabun setelah praktik karena timah mengandung timbal.

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

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

Konsep: K3LH praktik menyolder: kendalikan asap flux di sumbernya (ventilasi/penyedot asap), letakkan solder di dudukannya, jangan makan-minum di area kerja, dan cuci tangan dengan sabun setelah memegang timah bertimbal. APD seperti masker hanya pelengkap, bukan pengganti ventilasi.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✓ Asap flux mengiritasi saluran napas; bahaya dikendalikan dengan ventilasi/penyedot asap di sumbernya.
• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: tisu basah tidak menghilangkan sisa timbal dengan baik, dan makanan di meja praktik dapat tercemar timbal. Makan dilakukan di luar area kerja setelah cuci tangan dengan sabun.
• **Pernyataan 3** ✓ Dudukan mencegah luka bakar, kabel meleleh, dan meja terbakar.
• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: masker kain bukan pengendali asap yang memadai; ventilasi tetap diperlukan.
• **Pernyataan 5** ✓ Timbal dapat tertelan melalui tangan; cuci tangan dengan sabun mengurangi paparan.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 5.

Benar/Salah. Perlakukan setiap baris sebagai soal kecil yang berdiri sendiri. Satu baris bisa memakai istilah yang tepat tetapi menyimpulkan secara keliru; baris seperti itu tetap Salah.

►. Sinta menguji tiga dioda penyearah 1N4007 dari adaptor rusak dengan multimeter digital pada mode uji dioda (2027). Hasilnya: D1 terbaca 0,58 V saat probe merah di anoda dan "OL" saat probe dibalik; D2 terbaca 0,00 V pada kedua arah; D3 terbaca "OL" pada kedua

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

arah. Ia akan mengganti dioda yang rusak sebelum adaptor dirakit kembali.
(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
D1 dalam kondisi baik dan dapat dipasang kembali.	○	○
D2 dalam kondisi putus sehingga tidak dapat menghantarkan arus.	○	○
D3 harus diganti karena tidak menghantar pada kedua arah.	○	○

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

Konsep: Mode uji dioda: arah maju dioda silikon terbaca ±0,5–0,7 V; arah balik OL. Kedua arah ≈0 V = hubung singkat; kedua arah OL = putus.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** Menghantar arah maju (≈0,58 V) dan menahan arah balik (OL) = dioda baik.

• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: 0,00 V pada kedua arah berarti D2 terhubung singkat (bocor total), bukan putus.

• **Pernyataan 3 → Benar.** OL pada kedua arah berarti sambungan di dalam dioda terbuka (putus).

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

Pola soal TKA Teknik Elektronika: dari gejala ke penyebab atau keputusan

Soal yang berupa kasus biasanya dapat diselesaikan dengan empat langkah.

Langkah	Pertanyaan yang kamu ajukan	Contoh (lampu belajar buatan siswa tidak menyala)
1. Fakta	Apa yang teramati atau terukur? Berapa nilainya, dengan satuan apa?	saklar sudah ON, tegangan baterai 9 V, tegangan di kaki lampu 0 V
2. Aturan	Hukum, rumus, atau prosedur apa yang berlaku?	pada rangkaian seri yang terbuka, tegangan sumber muncul di titik yang terputus
3. Penerapan	Apa hasilnya bila aturan itu dipakai pada fakta tadi?	tegangan sumber tidak sampai ke lampu, jadi ada bagian jalur yang putus sebelum lampu
4. Periksa	Apakah jawabanku menjelaskan **semua** fakta, dengan satuan dan arah yang benar?	saklar baik, baterai baik, jadi penyebabnya sambungan atau kabel yang putus

Langkah 4 adalah saringan terakhir. Pengecoh pada soal Teknik Elektronika sering berupa **jawaban yang hampir benar**: rumus yang tepat tetapi terbalik pembilang dan penyebutnya, alat yang benar tetapi dipakai pada kondisi yang salah, atau urutan langkah yang benar kecuali

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

satu tahap yang tertukar. Ada satu kebiasaan yang perlu kamu latih: **jangan berhenti pada pilihan pertama yang terlihat masuk akal**.

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, gambar, dan hasil ukur

Banyak soal memberi tabel: hasil ukur tegangan dan arus, stok komponen berikut nilainya, atau tabel kebenaran. Baca **judul kolom, satuan, dan jumlah barisnya** lebih dulu, lalu cari baris yang menjadi pokok pertanyaan. Pada soal bergambar, kenali dulu jenis gambarnya: skema (hubungan listrik), tata letak papan (letak tembaga), layar osiloskop (kotak dan pengaturannya), atau jarum multimeter (skala dan batas ukur). Setiap gambar punya aturan membaca sendiri, dan aturan itu dibahas di bab yang bersangkutan.

Menghitung dengan tertib dan memperhatikan satuan

Hitungan pada soal Teknik Elektronika sederhana: menjumlah, mengalikan, membagi, dan memakai rumus satu langkah atau dua langkah. Kesalahan paling sering bukan pada rumusnya, tetapi pada **awalan satuan**. Tulis semua nilai dalam satuan dasar (ohm, volt, ampere, farad) sebelum menghitung: 4,7 kΩ adalah 4.700 Ω, 15 mA adalah 0,015 A, dan 100 nF adalah 0,0000001 F. Setelah mendapat hasil, tanyakan: **apakah angka ini masuk akal?** Arus ribuan ampere pada baterai kecil, atau daya negatif, pasti ada yang salah.

Membaca gejala sebagai petunjuk penyebab

Soal diagnosis memberi gejala dan data ukur. Telusuri dari **sumber ke beban**: apakah catu daya ada, apakah jalurnya tersambung, apakah komponennya baik, apakah polaritasnya benar. Pilihan yang benar menjelaskan **semua** gejala, bukan hanya satu. Bila dua penyebab sama-sama menjelaskan gejala pertama, gejala kedua biasanya menjadi pembeda.

Keselamatan sebagai jawaban bawaan

Hampir semua soal yang menyangkut tindakan di bengkel punya satu pilihan yang paling aman dan paling sesuai prosedur: memutus sumber listrik sebelum menyentuh rangkaian, mengatur batas arus sebelum menyalakan rangkaian baru, atau memakai alat pelindung diri yang sesuai. Tindakan yang tampak cepat tetapi melewati langkah keselamatan hampir selalu menjadi pengecoh.

Strategi 60 menit

1. **Putaran pertama (±35 menit):** kerjakan soal yang jawabannya langsung terlihat setelah membaca kasusnya, seperti soal K3LH, 5R, simbol, kode warna, dan konversi bilangan. Untuk soal hitungan panjang, soal bergambar yang rumit, atau MCMA yang ragu, tandai dulu lalu lewati.
2. **Putaran kedua (±20 menit):** kerjakan soal yang ditandai dengan empat langkah (fakta → aturan → penerapan → periksa). Coret pilihan yang jelas salah sebelum menghitung.

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

3. **Lima menit terakhir:** periksa soal Benar/Salah dan MCMA baris demi baris, lalu pastikan tidak ada soal yang terlewat.
4. **Hitung dulu, baru cocokkan.** Pada soal hitungan, hitung jawabanmu sendiri lebih dulu, baru cari pilihannya. Menghitung dari pilihan sering menjebak karena angka pengecoh sengaja dibuat mirip hasil dari kesalahan umum.
5. **Waspadai pilihan yang terlalu mutlak atau terlalu luas**, seperti "tidak perlu diukur" atau "semua komponen harus diganti". Namun, jangan memilih hanya karena kata-katanya; tetap periksa dengan fakta di soal.

Cara memakai buku ini untuk Teknik Elektronika

- **Ikuti urutan bab.** Bab 3 (hukum Ohm dan rangkaian) menjadi dasar Bab 4: kamu mengukur dan memilih komponen dengan rumus yang sama. Bab 6 berdiri sendiri, tetapi cara berpikirnya, yaitu menyusun tabel dan menguji satu per satu, sangat membantu pada semua bab.
- **Prioritaskan sub bab bertanda ★.** Sub bab ini punya paling banyak soal bertingkat sulit di paket latihan: K3LH dan rambu, pembuatan PCB, membaca skema, rangkaian seri-paralel dan aplikasi, komponen pasif dan aktif, pengoperasian peralatan, tabel kebenaran, dan peta Karnaugh.
- **Gambar dan hitung sendiri.** Setelah membaca contoh terselesaikan, tutup buku dan kerjakan ulang tanpa melihat jawabannya. Gambar ulang skema dan layar osiloskopnya. 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 berisi soal yang belum pernah kamu lihat di sub bab mana pun dan menjadi ukuran kesiapanmu yang sebenarnya.

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

Bagian B · Materi

Bagian ini memuat 6 bab. Tiap bab diakhiri kuis; kerjakan berurutan.

Bab 1 · Wawasan Dunia Kerja, K3LH, dan Budaya Kerja

SMKTEL-B1

Setelah mempelajari bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan jenis pekerjaan di industri elektronika dan memilih cara terbaik untuk mengendalikan limbah dan pemborosan
- mengenali bahaya di bengkel elektronika, memilih tindakan K3LH yang tepat, dan menafsirkan makna rambu keselamatan
- menjelaskan dan menerapkan prosedur dasar penanganan limbah B3 elektronika
- menerapkan lima prinsip budaya kerja 5R di bengkel dan laboratorium

Peta bab

Sub bab	Judul
1.1	Dunia kerja elektronika dan pengendalian limbah (waste control)
1.2	Prinsip K3LH di bengkel dan makna rambu K3
1.3	Penanganan limbah B3 elektronik
1.4	Budaya kerja 5R di bengkel dan lab

Bab 1 di LMS

Buka seluruh latihan bab ini di LMS.

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

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

Sub bab 1.1 · Dunia kerja elektronika dan pengendalian limbah (waste control)

SMKTEL-1.1

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu **menjelaskan konsep pengendalian limbah (waste control) dalam industri elektronika**. Batasan kisi-kisi untuk elemen ini juga menyebut pengertian dan ruang lingkup pekerjaan, jenis profesi (teknisi, operator, insinyur), budaya kerja industri, dan gambaran umum industri elektronika dan manufaktur. Soal tidak akan bertanya "sebutkan tiga jenis limbah". Soal akan menceritakan sebuah lini perakitan atau bengkel yang banyak membuang sesuatu, lalu memintamu **memilih usulan yang paling tepat** atau **menentukan jabatan** yang cocok dengan uraian tugas. Kata kunci pada soal seperti ini adalah **di mana masalah itu bisa dihentikan**: di sumbernya atau setelah terjadi.

Dua hal itu berhubungan. Orang yang memahami isi sebuah pekerjaan juga memahami di mana pemborosannya terjadi. Karena itu, sub bab ini membahas lebih dulu tempat kerjamu kelak, baru cara mengendalikan limbah di tempat itu.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan rantai pembuatan produk elektronika dari komponen sampai ke tangan pelanggan;
- menyebut jabatan di industri elektronika beserta inti tugasnya, lalu mencocokkan jabatan dengan uraian tugas;
- menjelaskan budaya kerja industri, yaitu mengikuti prosedur, disiplin, menjaga mutu, dan bekerja sama;
- menjelaskan arti pengendalian limbah (waste control) dan urutan prioritasnya: cegah di sumber, pakai ulang, daur ulang, lalu olah atau buang dengan aman;
- memilih usulan pengendalian limbah yang menghilangkan penyebabnya, bukan sekadar menangani akibatnya.

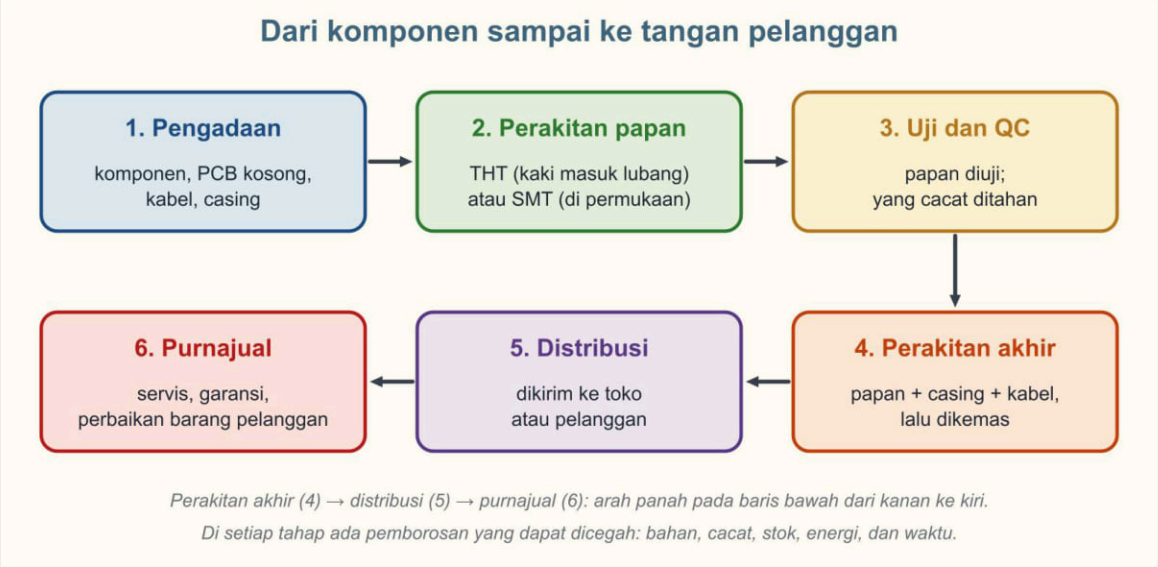
◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Kamu memegang ponsel, menyalakan lampu belajar, atau memakai charger tanpa memikirkan bagaimana benda itu dibuat. Setiap alat elektronika adalah hasil kerja banyak orang di banyak tempat: ada yang membuat komponen, ada yang membuat papan rangkaian, ada yang merakit, menguji, mengemas, menjual, dan memperbaikinya. Lulusan SMK Teknik Elektronika bekerja di salah satu mata rantai itu. **Industri elektronika** adalah kumpulan usaha yang membuat, merakit, dan memperbaiki perangkat elektronika. Ia termasuk **industri manufaktur**, yaitu industri yang mengolah bahan menjadi barang jadi.

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

1. Dari komponen sampai ke tangan pelanggan

Lihat Gambar 1.1. Sebuah produk elektronika melewati tahap-tahap berikut.



Gambar 1.1 Rantai pembuatan dan perawatan produk elektronika, dari komponen sampai layanan purnajual. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **Pengadaan bahan dan komponen.** Pabrik menerima resistor, kapasitor, IC, papan PCB kosong, kabel, dan casing dari pemasok. Bagian gudang menyimpan dan mencatatnya.
2. **Perakitan papan.** Komponen dipasang dan disolder pada PCB. Ada dua cara pemasangan. Pada **THT** (*through-hole technology*), kaki komponen dimasukkan ke lubang papan. Pada **SMT** (*surface mount technology*), komponen kecil dilekatkan di permukaan papan, biasanya memakai mesin. Pabrik besar memakai keduanya, bengkel sekolah umumnya THT.
3. **Pengujian dan pemeriksaan mutu.** Papan yang sudah jadi diuji agar terbukti bekerja sesuai rancangan. Papan yang cacat ditahan.
4. **Perakitan akhir dan pengemasan.** Papan dipasang ke casing, dilengkapi kabel dan buku petunjuk, lalu dikemas.
5. **Distribusi dan penjualan.** Produk dikirim ke toko atau pelanggan.
6. **Purnajual.** Setelah dipakai, perangkat bisa rusak. Di sinilah bengkel servis, teknisi instalasi, dan layanan garansi bekerja.

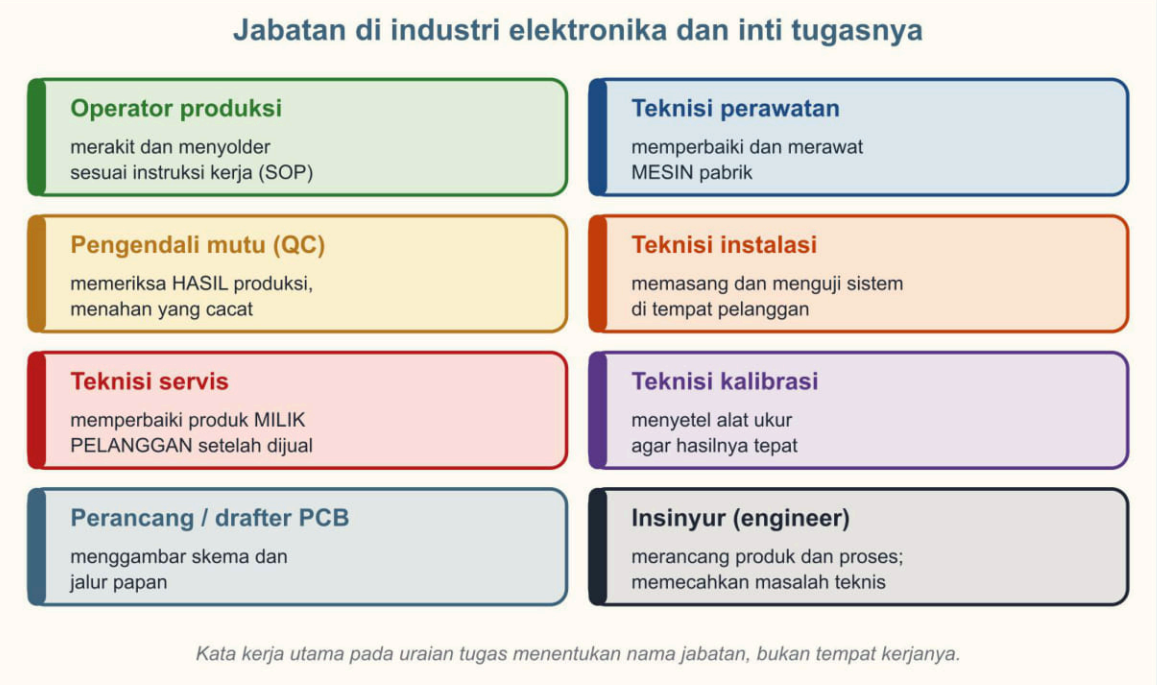
Kamu tidak harus bekerja di pabrik besar. Banyak lulusan membuka bengkel servis, memasang instalasi, atau bekerja di unit produksi kecil. Prinsip kerjanya tetap sama.

Tempat kerja lulusan Teknik Elektronika pun beragam. **Pabrik elektronika** merakit produk dalam jumlah besar dengan pembagian tugas yang jelas. **Bengkel servis dan pusat layanan** memperbaiki perangkat milik pelanggan. **Perusahaan instalasi** memasang sistem seperti kamera pengawas, panel kontrol, dan jaringan di tempat pelanggan. **Unit produksi sekolah dan usaha sendiri** (wirausaha) membuat dan menjual alat sederhana. Setiap tempat punya cara kerja berbeda, tetapi semuanya bertumpu pada kemampuan yang sama: membaca gambar, memakai alat ukur, merakit dengan rapi, dan bekerja aman.

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

2. Jenis pekerjaan di industri elektronika

Kisi-kisi menyebut tiga kelompok: operator, teknisi, dan insinyur (*engineer*). Gambar 1.2 meringkas jabatan yang paling sering muncul beserta **inti tugasnya**. Inti tugas inilah yang menentukan nama jabatan, bukan tempat kerjanya.



Gambar 1.2 Jabatan di industri elektronika dan inti tugasnya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Operator produksi** merakit, menyolder, atau menjalankan mesin sesuai instruksi kerja (SOP). Ia bekerja di lini produksi dan mengikuti prosedur yang sudah baku.
- **Teknisi perawatan (*maintenance*)** merawat dan memperbaiki **mesin dan peralatan pabrik**. Bila mesin penyolder berhenti, dialah yang dipanggil.
- **Pengendali mutu (*quality control*, QC)** memeriksa **hasil produksi** terhadap standar, mencatat cacat, menahan produk yang tidak memenuhi syarat, dan melaporkannya ke bagian produksi. Ia tidak merakit dan tidak memperbaiki mesin.
- **Teknisi instalasi** memasang dan menguji sistem di tempat pelanggan, misalnya kamera pengawas, panel kontrol, atau jaringan kabel.
- **Teknisi servis (purnajual)** memperbaiki produk **milik pelanggan** yang rusak setelah dijual.
- **Teknisi kalibrasi** membandingkan alat ukur dengan alat acuan, lalu menyetelnya agar hasil ukurnya tepat.
- **Perancang / drafter PCB** menggambar skema dan jalur papan dari rancangan rangkaian.
- **Insinyur (*engineer*)** merancang produk dan proses produksi, serta memecahkan masalah teknis yang lebih rumit. Pendidikannya biasanya lebih lanjut dari SMK.

Cara paling aman mencocokkan jabatan: **cari kata kerja utama pada uraian tugas**. "Memeriksa dan menahan lot cacat" mengarah ke QC. "Memperbaiki mesin" mengarah ke teknisi

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

perawatan. "Memperbaiki barang pelanggan" mengarah ke teknisi servis.

3. Budaya kerja industri

Pabrik menghasilkan ribuan produk yang harus sama baiknya. Itu hanya mungkin bila semua orang memegang kebiasaan yang sama. **Budaya kerja industri** meliputi:

- **Mengikuti prosedur (SOP).** Urutan dan cara kerja sudah diuji. Mengubahnya sendiri berisiko merusak mutu dan keselamatan.
- **Disiplin waktu dan target.** Lini produksi terhubung: satu orang terlambat, bagian berikutnya menunggu.
- **Menjaga mutu.** Kesalahan kecil, seperti komponen terpasang terbalik, bisa membuat satu produk gagal total.
- **Kerja sama dan komunikasi.** Temuan masalah dilaporkan ke bagian yang tepat, bukan disembunyikan.
- **Keselamatan, kerapian, dan kebersihan.** Hal ini dibahas lebih lanjut pada sub bab K3LH dan 5R.
- **Etika kerja.** Jujur melaporkan kesalahan, tidak mengambil bahan, dan menjaga rahasia perusahaan.

4. Apa itu limbah, dan mengapa dikendalikan?

Dalam industri, **limbah** berarti segala sesuatu yang **terbuang tanpa memberi nilai**. Maknanya lebih luas daripada sampah di tempat sampah. **Pengendalian limbah (waste control)** adalah usaha mengurangi, mengelola, dan memproses limbah agar tidak mencemari lingkungan dan tidak membuat usaha rugi. Ada dua alasan utama mengendalikannya: **lingkungan** (limbah elektronika bisa mengandung bahan berbahaya) dan **biaya** (bahan yang terbuang adalah uang yang terbuang).

Pemborosan di tempat kerja elektronika biasanya muncul dalam lima bentuk.

Bentuk pemborosan	Contoh di bengkel atau lini produksi
Bahan terbuang	sisa potongan pelat, ujung kabel, timah yang menetes
Produk cacat	rakitan yang gagal uji dan harus dibongkar atau dibuang
Stok berlebih atau kedaluwarsa	lem, resin, atau cat pelapis papan yang melewati masa simpan
Energi terbuang	solder, pemanas, dan kipas yang menyala padahal tidak dipakai
Waktu terbuang	menunggu bahan, mencari alat yang tidak berlabel

5. Urutan prioritas: cegah dulu

Prinsip terpenting waste control adalah **mencegah limbah di sumbernya**. Lihat Gambar 1.3. Semakin ke atas tangga, semakin baik.

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



Gambar 1.3 Urutan prioritas pengendalian limbah: cegah, pakai ulang, daur ulang, lalu olah atau buang dengan aman. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **Cegah di sumber (*reduce*).** Hilangkan penyebab limbah sehingga limbah itu tidak pernah terjadi. Contoh: menata letak potongan pelat akrilik untuk casing pada selembar pelat agar sisanya paling sedikit (perencanaan pemakaian bahan); mengganti solder yang suhunya tidak stabil dengan solder berpengatur suhu agar sambungan cacat tidak terjadi; menyimpan bahan yang punya masa simpan dengan prinsip FIFO (*first in, first out*: yang masuk lebih dulu dipakai lebih dulu, sehingga tidak ada yang kedaluwarsa di rak).
2. **Pakai ulang (*reuse*).** Bila limbah sudah terjadi, pakai kembali tanpa mengolahnya. Contoh: potongan kabel yang masih cukup panjang dipakai untuk pekerjaan lain.
3. **Daur ulang (*recycle*).** Olah menjadi bahan baru. Contoh: logam dari papan rusak diserahkan ke pengolah yang mengambil kembali logamnya.
4. **Olah atau buang dengan aman (*treat/dispose*).** Pilihan terakhir untuk yang tidak bisa diselamatkan. Limbah berbahaya diserahkan ke pihak berizin (lihat sub bab limbah B3).

Pemeriksaan ketat oleh QC memang penting, tetapi ia **bukan pencegahan**: ia hanya menemukan produk yang sudah cacat. Produk cacatnya tetap terjadi dan tetap menjadi limbah. Begitu pula menjual limbah ke pengepul: itu cara menangani limbah yang sudah ada, bukan cara mengurangi limbah.

6. Cara menerapkan waste control di bengkel dan lab

Pengendalian limbah bukan hanya urusan pabrik besar. Di bengkel atau lab sekolah, kamu dapat memakai lima langkah berikut.

1. **Amati dan catat.** Temukan apa yang paling banyak terbuang: bahan, produk gagal, waktu, atau energi. Catat jumlahnya supaya perbaikan bisa dibuktikan.
2. **Cari penyebab, bukan pelakunya.** Tanyakan "mengapa ini terjadi?" sampai ketemu penyebab yang bisa diubah, misalnya cara kerja, alat, atau tata letak, bukan sekadar

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

"operatornya ceroboh".

3. **Pilih tindakan setinggi mungkin pada tangga prioritas.** Cegah dulu; bila tidak mungkin, pakai ulang; lalu daur ulang; terakhir buang dengan aman.
4. **Terapkan dan jadikan kebiasaan.** Tuliskan perubahannya sebagai aturan kerja atau SOP, supaya semua orang melakukannya, termasuk orang baru.
5. **Periksa hasilnya.** Bandingkan jumlah limbah sebelum dan sesudah. Bila tidak berkurang, ulangi dari langkah 2.

Perhatikan bahwa langkah 2 sering menentukan segalanya. Usulan yang baik selalu menjawab penyebab yang disebut pada kasus. Usulan yang mengurusi hal lain, sebaik apa pun, tidak akan mengurangi limbah yang sedang dibahas.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Sisa gulungan kabel

Unit produksi SMK "Cahaya Mandiri" memotong kabel serabut dari gulungan 50 m menjadi potongan 42 cm untuk kit lampu. Operator mengganti gulungan setiap sisa kabel tinggal sekitar 1 m, karena takut potongan terakhir kurang. Sisa 1 m itu dibuang. Dalam sebulan terpakai 40 gulungan. Kepala unit meminta usulan agar limbah kabel berkurang: (A) menambah satu pemeriksa untuk menghitung potongan; (B) mengganti gulungan hanya bila sisanya lebih pendek dari satu potongan (42 cm); (C) menjual sisa kabel ke pengepul tiap bulan; (D) membeli gulungan yang lebih murah. Pilih usulan yang paling tepat. *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

1. Tentukan sumber limbah. Kabel terbuang karena gulungan diganti terlalu cepat, padahal sisa 1 m masih cukup untuk dua potongan.
2. Uji tiap usulan dengan tangga prioritas. (A) hanya menghitung, tidak mengubah penyebab. (C) menangani limbah yang sudah terjadi. (D) tidak mengurangi jumlah kabel yang terbuang.
3. (B) menghilangkan penyebab: sisa baru dibuang bila memang tidak cukup untuk satu potongan.
4. Hitung manfaatnya. Sisa 100 cm masih menghasilkan 2 potongan 42 cm (2 × 42 = 84 cm, sisa 16 cm). Dalam sebulan: 40 gulungan × 2 potongan = 80 potongan kabel yang tidak lagi terbuang.

Jawaban: **(B)**, karena mencegah limbah di sumbernya.

Contoh 2 — Mencocokkan jabatan dengan uraian tugas

Sebuah bursa kerja menampilkan tiga lowongan. Lowongan I: "memasang, menyetel, dan menguji kamera pengawas serta kabel jaringannya di gedung pelanggan." Lowongan II: "membandingkan multimeter dan osiloskop pabrik dengan alat acuan, menyetelnya, lalu mencatat hasil pada lembar kalibrasi." Lowongan III: "menggambar jalur tembaga papan dari skema yang diberikan insinyur." Tentukan jabatan untuk tiap lowongan. *Kasus disusun untuk contoh; perusahaan fiktif.*

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

1. Cari kata kerja utama. Lowongan I: *memasang dan menguji di tempat pelanggan*. Lowongan II: *membandingkan dan menyetel alat ukur*. Lowongan III: *menggambar jalur dari skema*.
2. Cocokkan dengan inti tugas pada Gambar 1.2. *Memasang dan menguji di tempat pelanggan* adalah tugas teknisi instalasi. *Membandingkan dan menyetel alat ukur* adalah tugas teknisi kalibrasi. *Menggambar jalur papan* adalah tugas perancang atau drafter PCB.
3. Periksa jebakan. Lowongan III menyebut insinyur, tetapi insinyur hanya pemberi skema; yang bekerja pada lowongan itu adalah penggambar jalur.

Jawaban: I = **teknisi instalasi**, II = **teknisi kalibrasi**, III = **perancang (drafter) PCB**.

Contoh 3 — Energi yang terbuang

Pelat pemanas (*hot plate*) berdaya 800 W di lab elektronika dinyalakan pukul 08.00 dan baru dimatikan pukul 16.00, padahal hanya dipakai 3 jam. Dengan anggapan tarif listrik Rp1.500 per kWh, berapa biaya energi yang terbuang dalam 22 hari kerja? *Angka disusun untuk contoh; tarif hanya anggapan.*

1. Hitung lama menyala yang terbuang: 08.00 sampai 16.00 = 8 jam; dipakai 3 jam; terbuang 8 − 3 = 5 jam per hari.
2. Ubah daya ke kilowatt: 800 W = 0,8 kW.
3. Hitung energi terbuang per hari: 0,8 kW × 5 jam = 4 kWh.
4. Hitung untuk 22 hari: 4 kWh × 22 = 88 kWh.
5. Hitung biaya: 88 kWh × Rp1.500 = Rp132.000.

Jawaban: **Rp132.000**. Usulan pencegahannya: matikan pelat segera setelah dipakai, atau pasang pewaktu yang memutus daya otomatis.

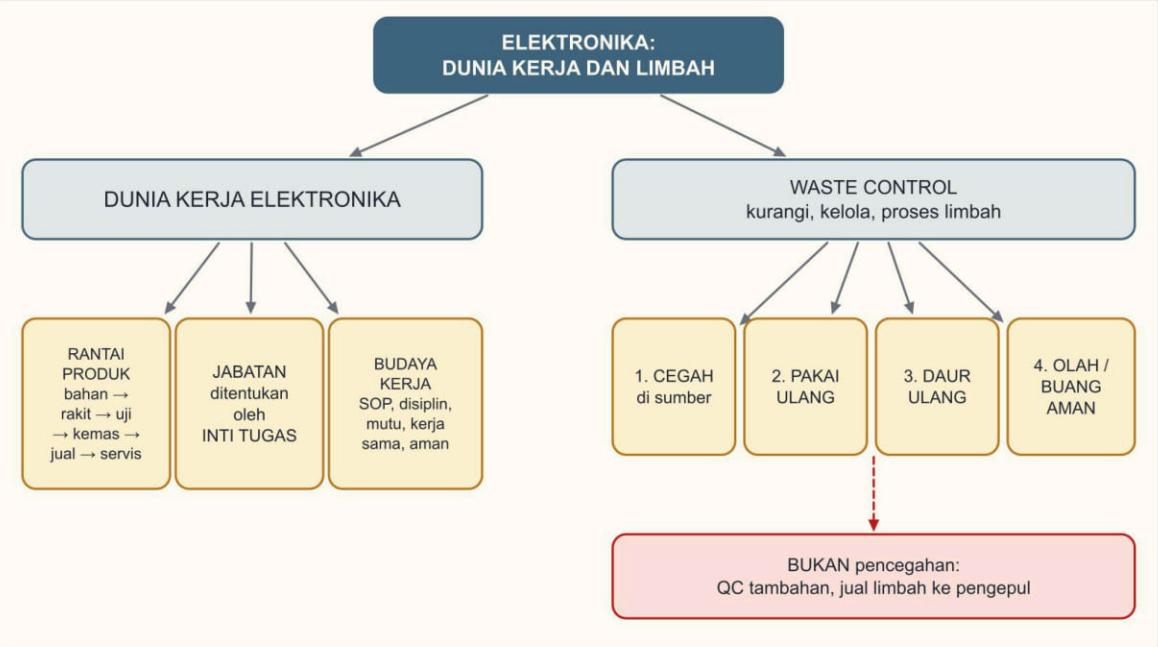
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- Industri elektronika adalah rantai: **bahan dan komponen → perakitan → pengujian dan QC → pengemasan → distribusi → purnajual**.
- **Nama jabatan ditentukan oleh inti tugasnya**: operator merakit, teknisi perawatan memperbaiki mesin, QC memeriksa hasil, teknisi instalasi memasang di tempat pelanggan, teknisi servis memperbaiki barang pelanggan, teknisi kalibrasi menyetel alat ukur, drafter PCB menggambar jalur, insinyur merancang.
- Budaya kerja industri: **ikuti prosedur, disiplin, jaga mutu, bekerja sama, utamakan keselamatan, jujur**.
- **Waste control** mengurangi, mengelola, dan memproses limbah agar tidak mencemari lingkungan dan tidak menimbulkan kerugian.
- Urutan prioritas: **cegah di sumber → pakai ulang → daur ulang → olah atau buang aman**.
- Pemeriksaan tambahan (QC) dan penjualan limbah **bukan pencegahan**.

Gambar 1.4 merangkum semuanya.



Gambar 1.4 Peta konsep dunia kerja elektronika dan pengendalian limbah. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal waste control:

1. **Temukan sumber limbah.** Tanyakan: mengapa bahan atau produk ini terbuang? Penyebab itulah yang harus dihilangkan.
2. **Ujilah tiap usulan dengan tangga prioritas** (Gambar 1.3). Usulan yang menghilangkan penyebab berada di anak tangga teratas.
3. **Periksa ukuran yang ditetapkan soal.** Bila soal menyebut ukuran produk tidak boleh diubah, usulan yang mengubah ukuran gugur.
4. **Bandingkan angka bila ada.** Usulan yang tampak hemat belum tentu mengurangi jumlah limbah.

Langkah menjawab soal jabatan:

1. Garis bawahi **kata kerja utama** pada uraian tugas.
2. Cocokkan dengan inti tugas, bukan dengan tempat kerjanya.
3. Singkirkan jabatan yang hanya "bersentuhan" dengan tugas itu.

Jebakan khas:

- **"Tambah pemeriksa, maka limbah berkurang."** Pemeriksaan hanya menemukan produk cacat; produknya tetap cacat.
- **"Jual ke pengepul, maka limbah berkurang."** Itu penanganan setelah limbah ada. Jumlah limbahnya sama.
- **"Pakai ulang, maka masalah selesai."** Pakai ulang itu baik, tetapi penyebab limbahnya masih ada dan limbah baru akan terus muncul.
- **"Harga satuan lebih murah, maka hemat."** Harga murah tidak mengurangi jumlah bahan yang terbuang, dan pembelian berlebihan menambah stok yang kedaluwarsa.
- **Jabatan karena tempat kerja.** Orang di lini produksi belum tentu operator: bisa QC atau teknisi perawatan.
- **Jabatan karena sering berurusan dengan hal yang sama.** Yang dihitung adalah tugas yang **dikerjakan sendiri**, bukan tugas yang hanya dilaporkan atau diserahkan ke bagian lain.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut bercerita tentang lini produksi yang membuang banyak produk karena kesalahan yang berulang. Beberapa usulan tampak berguna, tetapi hanya satu yang menghentikan limbah di sumbernya. Pakailah tangga prioritas pada bagian 5 (Gambar 1.3) untuk menguji tiap pilihan.

►. Wulan PKL di lini perakitan modul lampu LED (2027). Setiap hari lini itu merakit 2.000 papan, dan sekitar 60 papan ditolak bagian QC karena ada LED yang terpasang terbalik. Papan yang ditolak langsung dibuang ke tempat sampah elektronik. Pengamatan Wulan: tanda polaritas pada papan sangat kecil dan operator shift malam sering berganti orang.

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

Supervisor meminta usulan untuk mengendalikan limbah papan tersebut.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Usulan yang paling tepat sesuai prinsip waste control adalah ....

A. Menambah petugas QC di akhir lini agar papan cacat tertangkap sebelum dikirim
B. Mengumpulkan papan cacat untuk dijual ke pengepul sampah elektronik
C. Melepas LED dari papan cacat lalu memakainya lagi pada papan baru
D. Memperjelas tanda polaritas dan memeriksa papan pertama tiap shift
E. Mengganti pemasok LED dengan pemasok yang harga per butirnya murah

Pembahasan **Kunci: D**

Konsep: Waste control (pengendalian limbah) mengutamakan pencegahan di sumber (reduce): penyebab limbah dihilangkan sehingga limbah tidak terjadi. Pemakaian ulang, daur ulang, dan pembuangan dipakai setelah pencegahan.

Langkah:
1. Penyebab limbah: LED terpasang terbalik karena tanda polaritas kecil dan operator sering berganti.
2. Tindakan pada sumber: tanda polaritas diperjelas dan papan pertama tiap shift diperiksa sebelum produksi berlanjut.
3. Tindakan lain hanya menangani papan yang sudah telanjur cacat.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: QC tambahan hanya menangkap papan cacat; papan cacatnya tetap terjadi dan tetap menjadi limbah.
• **B.** ✗ Menjual ke pengepul adalah penanganan limbah yang sudah terjadi, bukan pengurangan.
• **C.** ✗ Jebakan: pemakaian ulang LED tampak hemat, tetapi kesalahan pemasangan terus berulang dan LED yang dipanaskan dua kali berisiko rusak.
• **D.** ✓ Penyebab salah pasang dihilangkan sehingga jumlah papan cacat berkurang dari sumbernya.
• **E.** ✗ Harga LED tidak berhubungan dengan penyebab salah pasang.

Jawaban: D.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk setiap soal, tulis dulu penyebab limbah atau kata kerja utama uraian tugasnya, baru pilih jawabannya.

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

1. Unit produksi SMK membuat kit lampu belajar dan memotong lembaran PCB berukuran 20 cm × 30 cm menjadi papan 7 cm × 9 cm (2027). Selama ini sisi 7 cm dipotong searah sisi 20 cm, sehingga satu lembar hanya menghasilkan 6 papan dan sisanya menjadi potongan kecil yang dibuang. Ukuran papan tidak boleh diubah karena sudah sesuai kotak plastiknya. Ketua unit meminta usulan pengendalian limbah bahan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Usulan yang paling tepat adalah ....

A. Menjual sisa potongan PCB ke pengepul agar tetap menghasilkan uang
B. Memutar arah papan pada pola potong sehingga satu lembar jadi 8 papan
C. Memakai sisa potongan sebagai bahan latihan menyolder siswa kelas X
D. Mengganti pemasok dengan lembaran PCB yang harganya lebih murah
E. Memotong lembaran dengan gergaji lebih tipis agar sisa potong berkurang

2. Gudang unit produksi SMK menyimpan pasta solder di lemari pendingin (2027). Setiap pembelian baru diletakkan di bagian depan rak, sehingga teknisi cenderung mengambil tabung terbaru. Dalam setahun, 9 tabung lama kedaluwarsa dan dibuang sebagai limbah B3. Jumlah pembelian per bulan sudah sesuai kebutuhan produksi. Kepala unit meminta usulan agar limbah pasta solder berkurang.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Usulan yang paling tepat adalah ....

A. Melabeli tanggal datang dan memakai stok lama lebih dulu (FIFO)
B. Membeli pasta solder dalam jumlah lebih besar agar harganya murah
C. Membuang tabung yang mendekati kedaluwarsa sebelum sempat rusak
D. Tetap memakai tabung kedaluwarsa asalkan masih tampak lembek
E. Menyimpan stok di rak suhu ruang agar mudah diambil teknisi

3. Bursa kerja SMK (2027) menampilkan lowongan pabrik perakitan modem dengan uraian tugas: mengambil sampel papan dari lini setiap jam dan mengujinya dengan alat uji fungsi, mencatat jenis serta jumlah cacat, menahan lot yang cacatnya melewati batas, lalu melaporkan dugaan penyebab cacat ke bagian produksi. Bila cacat berasal dari mesin, pekerja ini menghubungi bagian lain untuk perbaikan mesin.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Jabatan yang sesuai dengan uraian tugas tersebut adalah ....

A. Teknisi perawatan mesin produksi
B. Operator perakitan lini SMT
C. Perancang tata letak PCB
D. Teknisi servis purnajual
E. Teknisi pengendali mutu (QC)

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

4. Pada temu alumni jurusan Teknik Elektronika (2027), lima alumni menceritakan pekerjaan harian mereka. Guru BK meminta siswa kelas XI mencocokkan setiap cerita dengan nama jabatan yang lazim di industri elektronika. Kegiatan ini dipakai untuk membantu siswa memilih tempat PKL yang sesuai dengan minat mereka, karena setiap industri menawarkan jabatan yang berbeda.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pencocokan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

- ☐ A. Nara membandingkan alat ukur milik pelanggan dengan alat standar lalu mencatat penyimpangannya: teknisi kalibrasi.
- ☐ B. Bima merancang tata letak PCB di komputer dan mengirim berkas produksinya ke pabrik: operator SMT.
- ☐ C. Sekar memasang kamera CCTV, mengatur perekamnya, dan mengujinya di rumah pelanggan: teknisi instalasi.
- ☐ D. Raka memperbaiki mesin pemasang komponen yang macet di lini produksi: pengendali mutu (QC).
- ☐ E. Tio memperbaiki televisi yang dikembalikan pelanggan dalam masa garansi: teknisi servis purnajual.

Kunci singkat: 1. B 2. A 3. E 4. A, C, E

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa menambah petugas pemeriksa di akhir lini produksi bukan cara mengurangi limbah, walaupun ia sangat berguna menjaga mutu?
- Dapatkah kamu menyebut inti tugas tiga jabatan di industri elektronika tanpa melihat buku, lalu memberi contoh pekerjaan yang *bukan* tugas jabatan itu?
- **Yang harus kuingat:** limbah dicegah di sumbernya lebih dulu; jabatan ditentukan oleh inti tugasnya, bukan oleh tempat kerjanya.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 1.1: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

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

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

Sub bab 1.2 · Prinsip K3LH di bengkel dan makna rambu K3

SMKTEL-1.2

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu **menjelaskan prinsip keselamatan dan kesehatan kerja serta lingkungan hidup (K3LH)** dan **mengidentifikasi makna rambu K3** di tempat kerja elektronika. Batasan kisi-kisi menyebut K3 sebagai konsep dasar, bukan standar sertifikasi. Karena itu soal tidak menanyakan nomor pasal atau nama standar. Soal bercerita tentang sebuah bengkel, lab, atau lokasi pemasangan, lalu memintamu **memilih tindakan yang tepat**. Soal pilihan ganda biasa menanyakan satu tindakan. Soal pilihan ganda kompleks meminta beberapa tindakan sekaligus, dan di sana pengecoh yang tampak masuk akal sering muncul. Soal rambu menggambarkan beberapa rambu di sebuah pintu atau mesin, lalu menanyakan **siapa boleh berbuat apa** karena rambu itu.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan arti K3LH dan membedakan bahaya, risiko, dan kecelakaan kerja;
- menyebut bahaya di meja kerja elektronika (listrik, panas, asap flux, timbal, bahan kimia, baterai lithium, muatan statis, mekanis) beserta cara mengendalikannya;
- menyusun tindakan pengendalian menurut urutan: hilangkan atau ganti, rekayasa, aturan kerja, lalu alat pelindung diri (APD);
- menjelaskan langkah pertama saat terjadi sengatan listrik, luka bakar, dan api pada alat listrik;
- membaca rambu larangan, peringatan, wajib, aman atau darurat, dan rambu khusus elektronika, lalu menentukan tindakan yang sesuai.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Ponsel yang kamu perbaiki, papan rangkaian yang kamu solder, dan catu daya yang kamu ukur sama-sama tampak kecil dan "tidak berbahaya". Kenyataannya, bengkel elektronika menyimpan banyak bahaya yang tidak langsung terlihat: tegangan listrik, ujung solder yang sangat panas, asap, logam timbal, cairan kimia, dan baterai yang dapat terbakar. Orang yang paham bahaya itu tidak menjadi penakut. Ia menjadi teknisi yang bekerja lama, sehat, dan tidak membuat orang lain celaka. Sub bab ini mengajarkan cara berpikir seperti itu, lalu cara membaca rambu yang dipasang untuk mengingatkan semua orang.

1. Apa itu K3LH?

K3LH adalah singkatan dari **keselamatan dan kesehatan kerja serta lingkungan hidup**. Isinya tiga hal.

- **Keselamatan kerja** berarti mencegah kecelakaan: terbakar, tersengat, tersayat, terjatuh.

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

- **Kesehatan kerja** berarti mencegah sakit akibat pekerjaan, misalnya iritasi napas karena asap solder atau keracunan karena timbal yang tertelan sedikit demi sedikit.
- **Lingkungan hidup** berarti pekerjaan kita tidak boleh mencemari tanah, air, dan udara di sekitar kita.

Ada tiga istilah yang sering tertukar. **Bahaya** adalah sesuatu yang berpotensi mencelakakan, misalnya ujung solder yang panas. **Risiko** adalah besar kemungkinan bahaya itu benar-benar mencelakakan dan seberapa parah akibatnya. Solder yang disimpan di dudukannya memiliki bahaya yang sama dengan solder yang tergeletak di meja, tetapi risikonya jauh lebih kecil. **Kecelakaan kerja** adalah kejadian tidak diinginkan yang sudah menimbulkan korban atau kerugian. K3LH bekerja dengan cara menurunkan risiko sebelum kecelakaan terjadi. Di Indonesia, dasar hukum keselamatan kerja antara lain Undang-Undang Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja. Sekolah dan perusahaan sama-sama wajib menjalankannya, dan pekerja wajib mematuhi aturan yang dibuat.

2. Delapan bahaya di meja kerja elektronika

Lihat Gambar 1.5. Satu meja praktik biasa menyimpan delapan kelompok bahaya berikut.



Gambar 1.5 Delapan bahaya pada satu meja kerja elektronika: listrik, panas, asap flux, timbal, bahan kimia, baterai lithium, muatan statis, dan mekanis. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **Listrik.** Yang berbahaya bagi tubuh adalah arus yang melewati tubuh, terutama melewati jantung. Tegangan jala-jala 220 V dari kotak kontak cukup untuk mencelakakan, dan arus sebesar puluhan miliampere saja sudah dapat mengganggu kerja jantung. Kabel terkelupas, steker longgar, dan peralatan yang bodinya bocor arus adalah sumber sengatan. Tegangan rendah dari baterai atau catu daya 12 V jarang menyengat, tetapi arus besarnya dapat

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

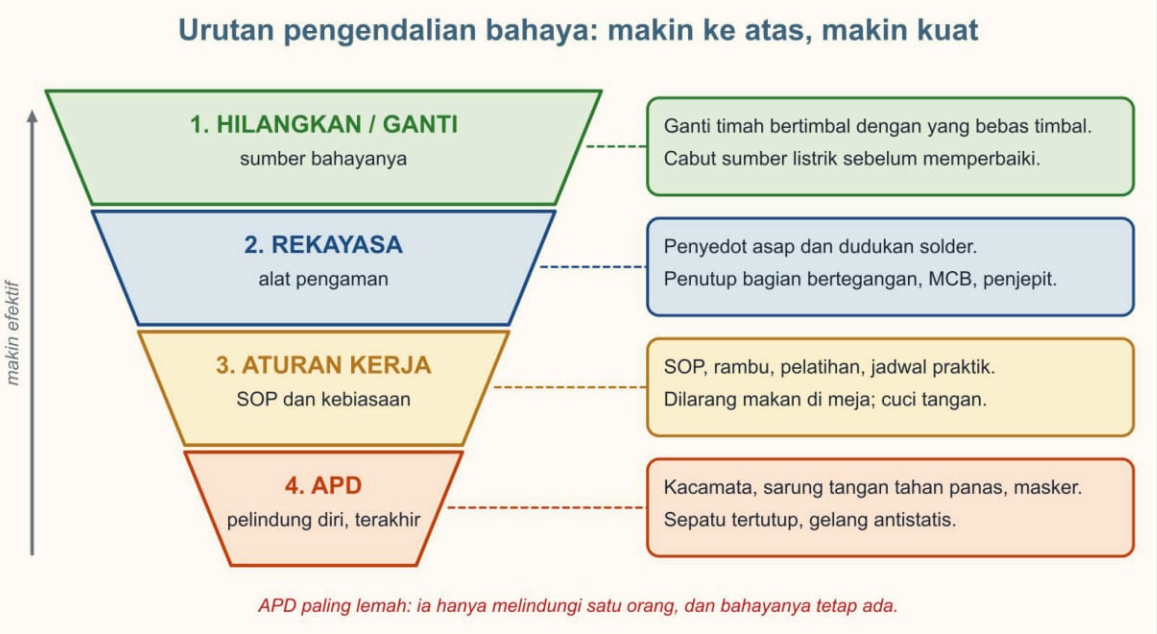
memanaskan kabel sampai terbakar bila terjadi hubung singkat. Ada satu bahaya listrik yang sering terlupa: **kapasitor besar** pada papan catu daya dapat menyimpan muatan walaupun alat sudah dimatikan dan lampu indikatornya padam. Alat diperbaiki hanya setelah steker dicabut, kapasitor dikosongkan lewat resistor pengosong berisolasi (bukan dengan menempelkan obeng), dan tegangannya dibuktikan nol dengan alat ukur.

2. **Panas.** Ujung solder bersuhu sekitar 300–400 °C, cukup untuk membakar kulit dan meleburkan kabel di dekatnya. Pelat pemanas dan solder uap (*hot air*) sama panasnya. Bagian yang baru dimatikan tetap panas beberapa menit. Solder yang tergeletak tanpa dudukan dapat membakar kabel, meja, dan tanganmu.
3. **Asap flux.** *Flux* adalah bahan pembersih permukaan logam agar timah menempel. Ia terdapat pada inti kawat timah atau pasta. Saat dipanaskan, flux menimbulkan asap putih yang mengiritasi hidung, tenggorokan, dan mata. Asap itu harus dibuang, bukan dihirup.
4. **Timbal.** Banyak timah solder dibuat dari campuran timah putih dan **timbal** (Pb), misalnya Sn60/Pb40. Timbal adalah logam beracun. Paparan berulang merusak kesehatan, terutama sistem saraf dan darah. Jalur masuk yang paling sering di bengkel bukan uap, melainkan tangan yang menyentuh timah lalu menyentuh makanan atau mulut. Karena itu aturannya sederhana: tidak makan dan minum di meja praktik, dan cuci tangan dengan sabun sesudah menyolder. Mengelap tangan dengan tisu basah tidak menghilangkan sisa timbal dengan baik.
5. **Bahan kimia.** Alkohol pembersih (IPA) mudah menyala, dan uapnya berkumpul di ruang tertutup. Larutan etsa untuk membuat papan PCB bersifat korosif dan menodai kulit serta pakaian. Bahan kimia disimpan dalam wadah aslinya, dibaca labelnya, dan dijauhkan dari panas. Percikan ke mata dibilas dengan air mengalir sedikitnya 15 menit.
6. **Baterai lithium.** Baterai Li-ion dan Li-Po menyimpan energi besar dalam bungkus kecil. Bila tertusuk, terhubung singkat, diisi dengan charger yang salah, atau rusak di dalam, ia dapat memanas, menggembung, mengeluarkan bau, bahkan menyemburkan api. **Baterai yang menggembung dianggap rusak**: pengisian dihentikan, baterai dijauhkan dari bahan yang mudah terbakar, dan tidak dipakai lagi. Penanganannya sebagai limbah dibahas pada sub bab limbah B3.
7. **Muatan statis.** Tubuhmu dapat membawa muatan listrik statis, misalnya dari gesekan pakaian atau karpet. Kamu baru merasakannya sebagai sengatan kecil pada tegangan sekitar tiga ribu volt ke atas. Banyak komponen semikonduktor, seperti IC dan transistor MOSFET, dapat rusak pada tegangan jauh lebih rendah daripada itu. Jadi muatan yang tidak kamu rasakan pun dapat merusak komponen. Komponen yang rusak karena muatan statis sering tampak normal, tetapi bekerja tidak stabil.
8. **Mekanis.** Pemotong kaki komponen melontarkan potongan kaki yang tajam, sering ke arah mata. Bor PCB kecil berputar sangat cepat; mata bor 0,8 mm mudah patah, dan serbuk serat kaca dari papan PCB mengiritasi mata dan paru-paru bila terhirup. Pekerjaan di lokasi pelanggan menambah bahaya lain, misalnya jatuh dari tangga saat memasang kamera atau antena.

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

3. Mengendalikan bahaya: urutan yang benar

Setelah bahaya dikenali, pertanyaannya adalah apa yang dilakukan. K3 memiliki urutan pengendalian yang berlaku di semua jenis pekerjaan. Lihat Gambar 1.6. **Semakin ke atas, semakin kuat dan semakin dapat diandalkan**, karena orang tidak perlu mengingat apa pun.



Gambar 1.6 Urutan pengendalian bahaya: hilangkan atau ganti, rekayasa, aturan kerja, lalu APD. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **Hilangkan atau ganti sumber bahaya.** Bila bahaya dapat dihilangkan, tidak ada lagi yang perlu dilindungi. Contoh: mengganti timah bertimbal dengan timah bebas timbal; mematikan dan mencabut sumber listrik sebelum memperbaiki alat.
2. **Rekayasa (alat pengaman).** Bahaya tetap ada, tetapi dipisahkan dari orang dengan alat. Contoh: penyedot asap yang menarik asap flux sebelum sampai ke hidungmu; dudukan solder; penutup pada bagian bertegangan; MCB yang memutus listrik saat berlebih; penjepit yang menahan papan saat dibor.
3. **Aturan kerja (administrasi).** Bahaya dikendalikan lewat cara kerja: prosedur tertulis (SOP), rambu, pelatihan, jadwal, larangan makan di meja praktik, dan aturan mencuci tangan.
4. **APD (alat pelindung diri).** Pelindung terakhir, dipakai bila tiga tindakan di atas belum cukup menurunkan risiko. Contoh: kacamata, sarung tangan, masker.

Ada alasan APD berada paling bawah. APD hanya melindungi satu orang yang memakainya, bahayanya tetap ada, dan ia gagal bila lupa dipakai atau tidak sesuai. Karena itu **masker bukan pengganti ventilasi**: masker kain biasa tidak menyaring asap flux dengan baik, sedangkan penyedot asap atau ruang berventilasi menghilangkan asap dari sumbernya. Pola yang sama berlaku di tempat lain. Karet atau sarung tangan tebal tidak menggantikan sambungan ke ground untuk membuang muatan statis, dan tulisan "hati-hati" tidak menggantikan penutup pada kabel yang bertegangan.

4. Alat pelindung diri (APD)

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

APD dipilih menurut bahaya yang dihadapi, bukan menurut selera. Tabel berikut meringkas yang paling sering dipakai di bengkel elektronika.

APD	Melindungi dari	Catatan pemakaian
Kacamata pelindung	percikan timah, potongan kaki komponen, serpihan mata bor, percikan bahan kimia	wajib saat memotong kaki komponen, mengebor, mengetsa
Sarung tangan tahan panas	permukaan panas, timah cair	dipakai bila memegang bagian panas
Sarung tangan karet atau nitril	bahan kimia, larutan etsa	tidak menggantikan gelang antistatis
Masker	debu dan partikel	pelengkap, bukan pengganti ventilasi atau penyedot asap
Pelindung wajah	percikan besar	dipakai bersama kacamata pada pekerjaan timah cair
Sepatu tertutup	benda jatuh, percikan timah	bukan sandal
Gelang antistatis	muatan statis tubuh	tersambung ke ground, bukan dipakai tanpa kabelnya

Satu peringatan penting: **jangan memakai sarung tangan kain, dasi, atau baju lengan longgar di dekat mesin berputar** seperti bor PCB. Kain dapat tersangkut dan menarik tanganmu ke mata bor. Rambut panjang diikat dan lengan baju dirapatkan. Papan kecil yang akan dibor dijepit, tidak dipegang dengan tangan. Serbuk papan PCB dibersihkan dengan penyedot debu atau kain lembap, tidak ditiup, karena serbuk yang beterbangan akan terhirup.

APD juga harus **sesuai dengan bahayanya**. Untuk permukaan atau timah yang panas, sarung tangan harus tahan panas; sarung tangan karet tipis meleleh dan tidak melindungi, dan kain basah justru dapat memercikkan timah cair saat airnya menguap. Rambu wajib menggambar APD yang harus dipakai, jadi pakailah yang sesuai gambar itu.

5. Aturan kerja aman di bengkel

Aturan kerja membuat semua orang bekerja dengan cara yang sama. Beberapa aturan dasar yang berlaku di bengkel elektronika:

- Kenali letak sakelar utama, MCB, alat pemadam, kotak P3K, dan jalur keluar sebelum mulai bekerja.
- Matikan dan cabut alat dari sumber listrik sebelum membuka, mengganti komponen, atau membersihkannya.
- Pakai dudukan solder setiap kali solder tidak sedang kamu pegang, dan matikan solder bila selesai.
- Menyolder di ruang berventilasi atau di bawah penyedot asap. Jangan makan dan minum di meja praktik. Cuci tangan dengan sabun sesudah menyolder.
- Gunakan alat sesuai fungsinya. Obeng tidak dipakai untuk mencongkel, dan tang tidak

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

dipakai sebagai palu.

- Jaga jalur jalan: kabel tidak melintang di lantai dan tas diletakkan di tempatnya.
- Laporkan kejadian, sekecil apa pun, kepada guru atau teknisi. Kejadian nyaris celaka adalah peringatan gratis.
- Kerja di ketinggian dilakukan berdua. Tangga berdiri di permukaan rata dan dipegangi rekan, naik dengan tiga titik tumpu (dua tangan dan satu kaki, atau dua kaki dan satu tangan), tidak memanjat sambil membawa alat di kedua tangan, ditunda saat hujan atau angin kencang, dan menjaga jarak aman dari kabel listrik di dekatnya.

6. Keadaan darurat: bertindak tenang dan berurutan

Kecelakaan tetap mungkin terjadi walaupun semua aturan dijalankan. Yang membedakan akibatnya adalah tindakan pertama. Prinsip umumnya: **amankan dirimu, hentikan sumber bahaya, lalu tolong korban dan minta bantuan**.

Sengatan listrik. Jangan langsung menyentuh korban yang masih menempel pada sumber listrik, sebab arus dapat berpindah ke tubuhmu. Putuskan sumbernya lebih dulu: cabut steker, matikan sakelar atau MCB. Bila tidak mungkin, jauhkan korban dari sumber dengan benda kering yang tidak menghantarkan listrik, misalnya batang kayu kering, sambil berdiri di alas kering. Sesudah aman, panggil bantuan, periksa kesadaran dan napas korban. Bila ia tidak sadar dan tidak bernapas, orang yang terlatih memberi pertolongan napas dan pijat jantung sambil menunggu tenaga medis. Korban sengatan tetap dibawa ke fasilitas kesehatan, sebab gangguan irama jantung dapat muncul belakangan.

Luka bakar kecil. Alirkan air biasa (bukan air es) ke bagian yang terbakar selama sekitar 10–20 menit, lepaskan cincin atau gelang di dekatnya sebelum bengkak, lalu tutup longgar dengan kain bersih. Jangan memecahkan lepuh dan jangan mengoleskan pasta gigi, mentega, atau bahan lain. Luka yang luas, dalam, atau di wajah dibawa ke fasilitas kesehatan.

Api. Api kecil pada alat listrik dipadamkan setelah **listrik diputus**. Jangan menyiram api listrik yang masih bertegangan dengan air. Gunakan alat pemadam api ringan (APAR) jenis karbon dioksida (CO_2) atau serbuk kimia kering. Cara memakai APAR dapat diingat dengan empat gerak: **Tarik** pin pengaman, **Arahkan** nozel ke pangkal api, **Tekan** tuas, **Sapu** dari sisi ke sisi. Bila api membesar, asap menebal, atau kamu ragu, jangan melawan: bunyikan alarm, evakuasi lewat jalur yang ditunjukkan rambu, dan jangan memakai lift. Api pada baterai lithium sulit dipadamkan dan dapat menyala lagi, jadi jangan melawannya sendiri bila sudah membesar.

Baterai lithium yang menggembung, panas, atau berbau. Tindakannya mengikuti prinsip "hentikan sumber, jauhkan dari bahan mudah terbakar, cegah terulang". Pertama, hentikan sumber energinya: bila sedang diisi, cabut steker charger dari kotak kontak tanpa memegang sel yang panas. Kedua, jauhkan dari kain, kardus, alkohol, dan bahan mudah terbakar lain. Ketiga, bila harus dipindahkan, pakai penjepit atau sarung tangan tahan panas dan taruh di wadah yang tidak terbakar, misalnya wadah logam berisi pasir kering, di tempat terbuka. Menyimpannya di laci tertutup di tengah bahan lain justru berbahaya bila sel itu terbakar. Keempat, baterai yang pernah menggembung sudah rusak di dalam; jangan dipakai lagi walaupun sudah dingin dan tampak mengempis, melainkan diperlakukan sebagai limbah B3. Kelima, telusuri penyebabnya

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

(charger yang tidak cocok, kabel rusak, baterai tua) agar kejadian tidak berulang.

Percikan bahan kimia ke mata atau kulit. Bilas dengan air mengalir yang banyak, sedikitnya 15 menit, lalu cari pertolongan medis.

7. Rambu K3: empat golongan dan rambu pemadam

Rambu K3 adalah tanda bergambar yang menyampaikan pesan keselamatan tanpa perlu membaca banyak tulisan. Gambar 1.7 menunjukkan bentuk dan warna rambu yang dipakai secara internasional (gaya standar ISO 7010) dan sejalan dengan rambu yang kamu lihat di sekolah dan pabrik di Indonesia.



Gambar 1.7 Empat golongan rambu K3 dan rambu alat pemadam: bentuk dan warna menentukan makna. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Tiap golongan memiliki bentuk dan warna sendiri:

- **Rambu larangan**: lingkaran bertepi merah dengan garis miring merah, gambar hitam di dasar putih. Artinya "dilarang melakukan hal yang digambar". Contoh: dilarang membawa api terbuka, dilarang masuk bagi yang tidak berkepentingan, dilarang menggunakan lift saat kebakaran.
- **Rambu peringatan**: segitiga berdasar kuning, bertepi hitam, gambar hitam. Artinya "ada bahaya di sini, berhati-hatilah". Contoh: awas tegangan listrik, awas permukaan panas, bahan mudah terbakar.
- **Rambu wajib**: lingkaran berdasar biru dengan gambar putih. Artinya "kamu harus melakukan hal ini". Contoh: wajib memakai kacamata pelindung, sarung tangan, atau gelang antistatis.
- **Rambu aman atau darurat**: persegi atau persegi panjang berdasar hijau, gambar putih. Menunjukkan jalan keluar, pintu darurat, titik kumpul, kotak P3K, atau pencuci mata darurat. Pada rambu jalur evakuasi, **ikuti arah panahnya**, dan jangan kembali ke ruangan untuk mengambil barang.
- **Rambu alat pemadam kebakaran**: persegi berdasar merah, gambar putih. Menunjukkan letak APAR atau hidran. Rambu ini hanya memberi tahu **letak** alat; ia tidak menyuruh siapa pun masuk ke ruang yang berasap untuk memadamkan api. Api yang besar diserahkan kepada petugas terlatih.

Beberapa aturan membaca rambu yang sering menentukan jawaban:

1. **Bentuk dan warna lebih dulu, gambar kemudian.** Lingkaran menyuruh atau melarang, segitiga memperingatkan, persegi memberi informasi.
2. **Rambu wajib berlaku bagi orang yang diizinkan berada di tempat itu.** Sarung tangan wajib di sebuah ruang berarti petugas yang masuk harus memakainya. Ia tidak berarti orang lain boleh masuk asalkan memakai sarung tangan.
3. **Rambu larangan berlaku bagi semua yang disebut di dalamnya.** Bila tertulis "selain petugas dilarang masuk", orang yang bukan petugas tetap tidak boleh masuk walaupun hanya sebentar, walaupun ditemani, dan walaupun memakai APD lengkap. Ia perlu meminta petugas yang berwenang.
4. **Beberapa rambu dipasang bersama.** Rambu peringatan menerangkan bahayanya, rambu larangan membatasi siapa yang boleh mendekat, dan rambu wajib menunjukkan APD bagi yang boleh masuk. Ketiganya dibaca sebagai satu paket.

8. Rambu khusus bengkel dan lab elektronika

Selain rambu umum, tempat kerja elektronika memiliki rambu yang khas. Lihat Gambar 1.8.

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



Gambar 1.8 Rambu khusus bengkel dan lab elektronika: tegangan listrik, muatan statis, gelang antistatis, permukaan panas, sinar laser, dan bahan mudah terbakar. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Awas tegangan listrik**: segitiga kuning bergambar petir. Dipasang pada panel listrik, lemari catu daya, dan ruang panel.
- **Peka muatan statis**: segitiga kuning bergambar tangan yang dicoret garis. Artinya komponen di area itu dapat rusak oleh muatan statis dari tubuh. Area ini disebut **area terlindung statis** (*ESD protected area*).
- **Wajib gelang antistatis**: lingkaran biru bergambar gelang yang tersambung kabel ke ground. Artinya kamu wajib memakai gelang itu sebelum memegang papan atau komponen di area tersebut.
- **Awas permukaan panas**: segitiga kuning bergambar garis bergelombang di atas permukaan. Dipasang di dekat solder, pelat pemanas, dan solder uap.
- **Awas sinar laser**: segitiga kuning bergambar berkas sinar menyebar. Berkas laser, sekecil apa pun, tidak boleh ditatap atau diarahkan ke orang.
- **Awas bahan mudah terbakar**: segitiga kuning bergambar api. Dipasang di lemari penyimpan alkohol atau tempat penyimpanan baterai.

Rambu muatan statis memerlukan penjelasan lebih lanjut, sebab di sinilah banyak orang salah paham. **Gelang antistatis** adalah pita yang melingkar di pergelangan tangan, tersambung dengan kabel ke titik ground (atau ke matras antistatis yang diground). Biasanya kabelnya memiliki resistor pengaman, sehingga muatan tubuh mengalir ke ground **perlahan** dan tubuhmu berpotensi sama dengan meja kerja. Muatan tidak lagi dapat meloncat dari jarimu ke komponen. Karena itu:

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

- **Sarung tangan karet tidak menyelesaikan masalah.** Karet menyekat listrik, jadi muatan tidak mengalir ke mana pun; tubuhmu tetap bermuatan.
- **Menggosok tangan ke baju atau karpet justru menambah muatan.**
- **Bekerja cepat tidak membantu.** Loncatan muatan terjadi dalam sekejap, berapa pun cepatnya kamu bergerak.
- **Jangan memegang komponen langsung.** Papan atau modul dipegang pada tepinya, dan komponen yang belum dipasang disimpan dalam kantong atau wadah antistatis.

Semua cara itu sebenarnya satu prinsip: **samakan potensial tubuhmu dengan potensial meja kerja, lewat ground**.

9. Ringkasan dan contoh nyata

Di pabrik, semua hal di atas menjadi satu sistem. Operator memakai gelang dan kacamata sesuai rambu di lini, ada penyedot asap di atas setiap stasiun solder, bahan kimia disimpan di lemari berlabel, dan setiap tahun diadakan latihan evakuasi. Di bengkel servis kecil, sistemnya lebih sederhana tetapi isinya sama: dudukan solder, kipas penyedot, satu kotak P3K, dan kebiasaan mencabut steker sebelum membuka alat. Kebiasaan itulah yang membuat teknisi tetap sehat bertahun-tahun.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Menilai meja praktik dan memilih perbaikan

Bengkel Elektronika SMK "Bina Karya" memeriksa satu stasiun kerja sebelum praktik. Hasil pemeriksaan: (a) lima steker bertumpuk pada satu colokan bercabang dan kabelnya melintang di jalur jalan; (b) botol alkohol terbuka diletakkan di samping solder uap yang sedang menyala; (c) siswa memotong kaki komponen tanpa kacamata, dan potongan sering melenting; (d) papan tanpa casing ditumpuk di atas plastik gelembung biasa; (e) tidak ada rambu dan denah evakuasi di dinding. Tentukan bahaya dan tingkat pengendalian untuk tiap temuan, lalu tentukan temuan mana yang harus diperbaiki lebih dulu. *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

1. Kenali bahaya tiap temuan: (a) listrik dan tersandung; (b) bahan kimia mudah menyala di dekat panas; (c) mekanis, mata; (d) muatan statis; (e) tidak ada informasi keselamatan.
2. Cari pengendalian yang paling kuat untuk tiap temuan menurut Gambar 1.6. Hasilnya:

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

Temuan	Perbaikan	Tingkat
(a) steker bertumpuk, kabel melintang	kotak kontak berpengaman yang cukup, kabel dirapikan di jalur kabel	rekayasa
(b) alkohol terbuka dekat solder uap	botol ditutup rapat dan dipindah jauh dari panas, ke lemari penyimpanan	hilangkan (pisahkan bahan dari sumber api)
(c) potongan kaki melenting	penahan potongan atau pelindung, ditambah kacamata	rekayasa, lalu APD
(d) papan di plastik biasa	wadah dan matras antistatis, ditambah gelang antistatis	rekayasa, lalu APD
(e) tanpa rambu dan denah	pasang rambu dan denah evakuasi	aturan kerja

1. Tentukan prioritas. Yang paling mendesak adalah bahaya yang dapat menjadi kecelakaan **saat itu juga** dan berakibat paling parah: bahan mudah menyala di samping sumber panas (b). Temuan (a) berikutnya karena menyangkut listrik dan jatuh. Temuan (d) merusak komponen tetapi tidak melukai orang, dan (e) diperbaiki bersamaan.

Jawaban: tabel di atas; temuan **(b)** diperbaiki lebih dulu. Kacamata pada (c) tetap wajib, tetapi ia pelindung tingkat terakhir dan tidak menggantikan penahan potongan.

Contoh 2 — Tindakan pertama saat teman tersengat listrik

Saat praktik di lab, Sari memegang kabel ekstensi yang selubungnya terkelupas. Tubuhnya kaku dan ia tidak dapat melepaskan kabel itu. Kotak kontak dan MCB berada di dinding dalam jangkauan Dewi, teman sekelompoknya, yang berdiri di dekatnya. Urutkan tindakan Dewi. *Kasus disusun untuk contoh; tokoh fiktif.*

1. **Jangan menyentuh Sari lebih dulu.** Arus dapat berpindah ke tubuh Dewi.
2. **Putuskan sumber listrik:** cabut steker atau matikan MCB, lalu pastikan listrik benar-benar padam.
3. Bila sumber tidak dapat diputus dengan cepat, **jauhkan kabel dari tubuh Sari** memakai batang kayu kering sambil berdiri di alas kering.
4. **Panggil guru atau teknisi** dan minta seseorang memanggil bantuan medis.
5. **Periksa kesadaran dan napas Sari.** Bila ia tidak bernapas, orang yang terlatih memberikan pertolongan napas dan pijat jantung sampai tenaga medis tiba.
6. Walaupun Sari tampak pulih, **bawa ke fasilitas kesehatan**, karena gangguan irama jantung dapat muncul sesudahnya.

Jawaban: urutannya **putus sumber listrik, panggil bantuan, periksa napas, lalu bawa ke fasilitas kesehatan**; langkah menyentuh korban tidak boleh menjadi yang pertama.

Contoh 3 — Membaca rambu di pintu gudang bahan kimia

Di pintu gudang bahan kimia lab PCB terpasang empat rambu: segitiga kuning bergambar api, lingkaran merah bercoret bergambar gelas dan garpu, lingkaran biru bergambar kacamata, dan

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

persegi hijau bergambar pencuci mata darurat. Wulan, petugas piket gudang, akan mengambil jeriken larutan etsa sambil membawa botol minumnya. Tentukan tindakan Wulan yang sesuai. *Kasus disusun untuk contoh; tokoh fiktif.*

1. Baca bentuk dan warnanya. Segitiga kuning = peringatan bahan mudah terbakar; lingkaran merah bercoret = larangan makan dan minum; lingkaran biru = wajib kacamata; persegi hijau = letak pencuci mata darurat.
2. Wulan petugas piket, jadi ia **boleh masuk**. Tidak ada rambu larangan masuk di pintu itu.
3. Terapkan larangan: ia **tidak membawa botol minum** masuk; botol dititipkan di luar gudang.
4. Terapkan kewajiban: ia **memakai kacamata** sebelum masuk (dan sarung tangan bila SOP gudang menyebutnya).
5. Terapkan peringatan: ia menjauhkan api dan sumber panas, serta tahu letak pencuci mata darurat sebelum mengambil larutan.

Jawaban: Wulan **boleh masuk setelah memakai kacamata dan menitipkan botol minum di luar**; ia memperhatikan bahaya api dan letak pencuci mata.

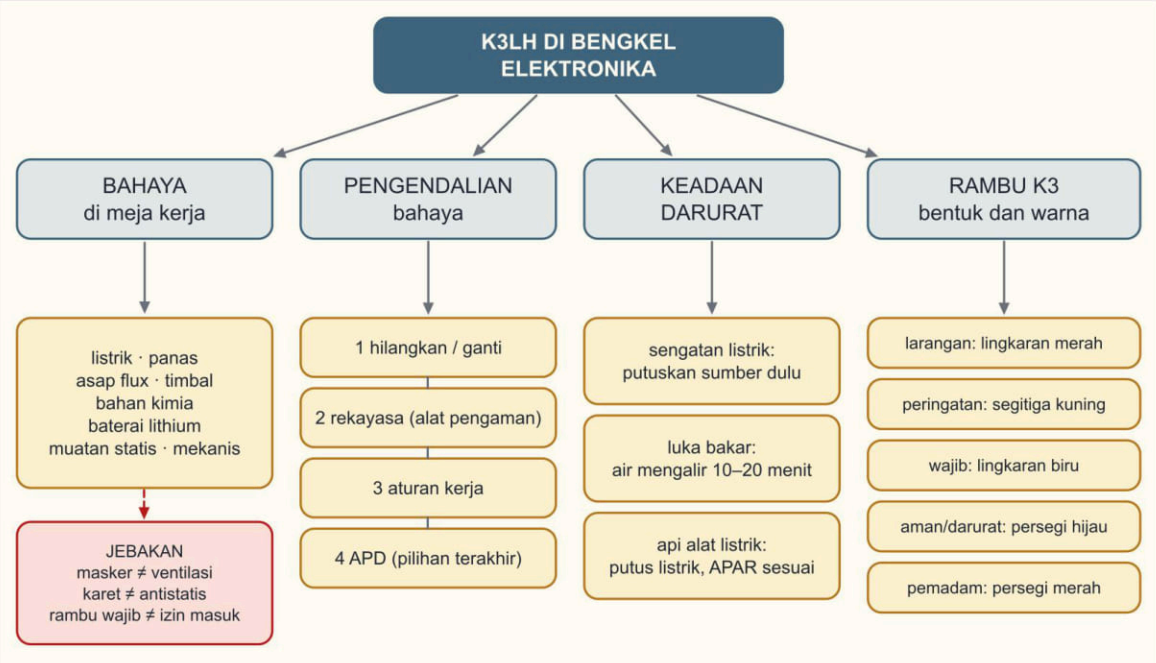
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **K3LH** = keselamatan dan kesehatan kerja serta lingkungan hidup. Tugasnya menurunkan **risiko** sebelum terjadi kecelakaan.
- Bahaya di meja elektronika: **listrik, panas, asap flux, timbal, bahan kimia, baterai lithium, muatan statis, mekanis**.
- Urutan pengendalian: **hilangkan atau ganti → rekayasa → aturan kerja → APD**. APD paling akhir; **masker bukan pengganti ventilasi**.
- Menyolder aman: ventilasi atau penyedot asap, solder di dudukan, tidak makan di meja praktik, cuci tangan dengan sabun karena timbal.
- Darurat: **putuskan sumber** lebih dulu (listrik, pengisian baterai), lalu tolong; api listrik dipadamkan setelah listrik diputus, bukan dengan air; jangan memakai lift saat kebakaran.
- Rambu: **larangan** (lingkaran merah dicoret), **peringatan** (segitiga kuning), **wajib** (lingkaran biru), **aman atau darurat** (persegi hijau), **pemadam** (persegi merah). Rambu wajib berlaku bagi yang boleh masuk; rambu larangan tidak hilang karena memakai APD.
- Muatan statis: **gelang antistatis yang tersambung ke ground**, papan dipegang di tepinya. Karet dan gesekan tidak menolong.

Gambar 1.9 merangkum semuanya.



Gambar 1.9 Peta konsep K3LH dan rambu K3. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal K3LH:

1. **Tandai bahaya dalam cerita.** Soal biasanya menyelipkan beberapa bahaya sekaligus (asap, makanan di meja, solder tanpa dudukan). Cocokkan tiap bahaya dengan pengendaliannya.
2. **Tanyakan: bahayanya dihentikan di sumber atau hanya dikurangi?** Pilihan yang menghentikan sumber (ventilasi, memutus listrik, pengisian dihentikan) lebih kuat daripada APD.
3. **Pada soal pilihan ganda kompleks, nilai setiap pernyataan sendiri-sendiri.** Beberapa pernyataan benar, dan pernyataan yang kelihatan "menghemat waktu" atau "menolong" sering salah.
4. **Pada soal darurat, urutkan.** Amankan diri, putuskan sumber, baru tolong korban.

Langkah menjawab soal rambu:

1. Tentukan golongan dari **bentuk dan warna**.
2. Tentukan **siapa** yang dimaksud rambu: semua orang, petugas, atau orang yang boleh masuk.
3. Terapkan tiap rambu pada tokoh dalam cerita, dari larangan, kewajiban, lalu peringatan.

Jebakan khas:

- **"Masker cukup, tanpa ventilasi."** Masker bukan pengganti penyedot asap atau ruang berventilasi.
- **"Lap dengan tisu basah, lalu boleh makan."** Cuci tangan dengan sabun, dan makan di luar area kerja.
- **"Sarung tangan memenuhi rambu, jadi boleh masuk."** Rambu wajib hanya berlaku bagi yang diizinkan masuk.
- **"Hanya sebentar dan tidak menyentuh apa pun."** Larangan masuk tidak punya pengecualian untuk keperluan singkat.
- **"Berdua lebih aman."** Dua orang yang sama-sama tidak berhak tetap melanggar larangan.
- **"Karet melindungi dari statis."** Karet menyekat; muatan tubuh tetap ada. Yang tepat adalah gelang antistatis yang di-ground-kan.
- **"Lampu indikator padam, alat aman."** Kapasitor besar dapat masih bermuatan.
- **"Pasangkan label, bahaya hilang."** Label memberi tahu bahaya; ia tidak mengendalikannya.
- **"Sembunyikan saja di tempat tertutup."** Menyimpan sumber bahaya di tempat tertutup tidak menghilangkannya, dan bila terletak di antara bahan mudah terbakar justru menambah risiko.
- **"Lebih cepat lebih aman."** Bekerja terburu-buru tidak mengurangi bahaya statis, listrik, atau tangga.

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

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menggambarkan praktik menyolder di ruang yang tidak ideal, dengan beberapa kebiasaan yang tampak sepele. Gunakan bagian 2 (bahaya asap flux dan timbal), bagian 3 (urutan pengendalian dan alasan masker bukan pengganti ventilasi), serta bagian 5 untuk menilai setiap pernyataan sendiri-sendiri.

►. Enam belas siswa menyolder kit radio FM di lab memakai timah Sn60/Pb40 (mengandung timbal) dan flux (2027). Hari itu hujan sehingga jendela ditutup, dan kipas penyedot asap lab sedang rusak. Asap putih terlihat menggantung di atas meja. Beberapa siswa menaruh camilan di meja praktik, dan ada solder panas yang diletakkan langsung di atas meja tanpa dudukan.

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

Tindakan K3LH yang tepat untuk situasi tersebut adalah ....

(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Memperbaiki penyedot asap atau memindahkan praktik ke ruang berventilasi sebelum praktik dilanjutkan.

☐ B. Membolehkan siswa makan di meja praktik asalkan tangannya sudah dilap dengan tisu basah.

☐ C. Meletakkan solder pada dudukannya setiap kali solder tidak sedang dipegang.

☐ D. Membagikan masker kain biasa sehingga praktik dapat berjalan tanpa penyedot asap.

☐ E. Mewajibkan siswa mencuci tangan dengan sabun setelah praktik karena timah mengandung timbal.

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

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

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

Konsep: K3LH praktik menyolder: kendalikan asap flux di sumbernya (ventilasi/penyedot asap), letakkan solder di dudukannya, jangan makan-minum di area kerja, dan cuci tangan dengan sabun setelah memegang timah bertimbal. APD seperti masker hanya pelengkap, bukan pengganti ventilasi.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Asap flux mengiritasi saluran napas; bahaya dikendalikan dengan ventilasi/penyedot asap di sumbernya.

• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: tisu basah tidak menghilangkan sisa timbal dengan baik, dan makanan di meja praktik dapat tercemar timbal. Makan dilakukan di luar area kerja setelah cuci tangan dengan sabun.

• **Pernyataan 3** ✓ Dudukan mencegah luka bakar, kabel meleleh, dan meja terbakar.

• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: masker kain bukan pengendali asap yang memadai; ventilasi tetap diperlukan.

• **Pernyataan 5** ✓ Timbal dapat tertelan melalui tangan; cuci tangan dengan sabun mengurangi paparan.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 5.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Tulis dulu bahaya yang disebut dalam cerita dan siapa yang dimaksud rambu, baru pilih jawabannya.

1. Saat paket baterai lithium 3 sel (11,1 V) robot lomba sedang diisi di bengkel (2027), Fikri melihat satu sel menggembung dan terasa panas dari jarak dekat, disertai bau manis menyengat. Charger tersambung ke kotak kontak di dinding. Di meja yang sama terdapat kain lap, botol alkohol pembersih, dan kardus komponen.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang tepat dalam situasi tersebut adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Menyimpan paket itu di laci meja kerja agar tidak tersentuh siswa lain sambil menunggu dingin.

☐ B. Menghentikan pengisian dengan mencabut steker charger dari kotak kontak, tanpa memegang sel yang panas.

☐ C. Memindahkan paket memakai penjepit ke wadah logam berisi pasir di tempat terbuka.

☐ D. Memakai lagi paket itu setelah dingin dan mengempis asalkan arus pengisiannya diperkecil.

☐ E. Menelusuri penyebabnya, misalnya charger tidak sesuai jenis baterai, sebelum paket baru diisi.

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

2. Pintu ruang panel listrik bengkel elektronika memasang tiga rambu (2027): segitiga kuning bergambar petir, lingkaran merah bercoret bertuliskan "Selain petugas dilarang masuk", dan lingkaran biru bergambar sarung tangan. Raka, siswa kelas X, diminta temannya mengambil gulungan kabel yang tertinggal di dalam ruang panel itu. Guru dan teknisi bengkel sedang berada di ruang guru.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan Raka yang sesuai dengan makna rambu-rambu tersebut adalah ....

A. Masuk sebentar karena sekadar mengambil kabel tanpa menyentuh panel
B. Meminta teknisi bengkel mengambilkan kabel atau mendampinginya
C. Masuk setelah memakai sarung tangan sesuai rambu lingkaran biru
D. Masuk setelah memastikan pintu-pintu panel di dalam tertutup
E. Masuk bersama temannya agar ada yang menolong bila terjadi bahaya

3. Di pintu ruang perakitan modul kontrol (2027) terpasang dua rambu: segitiga kuning bergambar tangan bercoret di dalam lengkungan bertuliskan "Area Peka Muatan Statis", dan lingkaran biru bergambar gelang tangan yang tersambung kabel. Doni, siswa PKL, diminta memindahkan beberapa papan kontrol tanpa casing dari rak ke meja kerja. Lantai ruangan dilapisi karpet antistatis.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan Doni yang sesuai dengan rambu tersebut adalah ....

A. Memakai sarung tangan karet tebal sebelum memegang papan
B. Memegang papan pada bagian komponen agar tidak tergelincir
C. Memakai gelang antistatis yang tersambung ke titik ground
D. Menggosokkan kedua tangan ke baju agar muatan statis hilang
E. Memindahkan papan cepat-cepat agar muatan tidak sempat pindah

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

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

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa penyedot asap lebih kuat daripada masker sebagai pengendalian asap solder, dan di tingkat mana pada urutan pengendalian keduanya berada?
- Dapatkah kamu menjelaskan, tanpa melihat buku, mengapa rambu wajib memakai APD tidak membuat orang yang bukan petugas boleh masuk ke ruang yang dilarang?
- **Yang harus kuingat:** hentikan bahaya di sumbernya lebih dulu, APD terakhir; putuskan sumber sebelum menolong; baca rambu dari bentuk dan warna, lalu tanyakan siapa yang dimaksud.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 1.2: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktel&node=SMKTEL-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 · Penanganan limbah B3 elektronik

SMKTEL-1.3

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu **menjelaskan prosedur penanganan limbah bahan berbahaya dan beracun (B3)** di bengkel elektronika. Batasan kisi-kisi menyebut yang dipelajari adalah prosedur dasar, bukan praktik pengolahan limbah di industri. Karena itu soal tidak menanyakan cara mengolah limbah di pabrik pengolah. Soal menceritakan sebuah bengkel atau lab yang menumpuk limbah baterai, larutan kimia, lampu, atau kain kotor, lalu memintamu **menilai atau menyusun aturan penanganannya**. Pada soal pilihan ganda kompleks dan soal benar-salah, pengecoh biasanya berupa tindakan yang tampak praktis: mengencerkan, mematahkan, mencampur, atau cukup memberi label.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan arti limbah B3 dan empat sifat bahayanya (mudah menyala, korosif, beracun, reaktif) beserta simbolnya;
- menyebut limbah B3 yang lazim di bengkel elektronika dan menentukan sifat bahayanya;
- menyusun prosedur dasar enam langkah: kenali dan pilah, wadah, label, simpan, catat, serahkan;
- memilih wadah dan cara penyimpanan yang cocok dengan sifat limbah;
- menjelaskan mengapa tindakan seperti mengencerkan, membakar, membuang ke saluran, mematahkan lampu, dan membongkar baterai dilarang.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Bengkel elektronika menghasilkan limbah yang tidak tampak seperti sampah pada umumnya. Sebuah baterai kecil, sebotol larutan hijau kehitaman, atau lampu neon bekas terlihat bersih dan tidak berbau. Padahal isinya dapat membakar, melukai kulit, atau meracuni. Sub bab sebelumnya membahas urutan prioritas: cegah limbah di sumbernya lebih dulu. Sub bab ini membahas apa yang dilakukan terhadap limbah berbahaya yang **sudah ada dan tidak dapat dihindari**, supaya ia tidak mencelakakan siapa pun dan tidak mencemari lingkungan.

1. Apa itu limbah B3?

B3 adalah singkatan dari **bahan berbahaya dan beracun**, yaitu zat yang karena sifatnya dapat mencemari atau merusak lingkungan hidup, dan membahayakan kesehatan serta kelangsungan hidup manusia dan makhluk lain. **Limbah B3** adalah sisa suatu kegiatan yang mengandung B3. Contohnya baterai bekas, larutan kimia sisa, dan lampu yang mengandung merkuri.

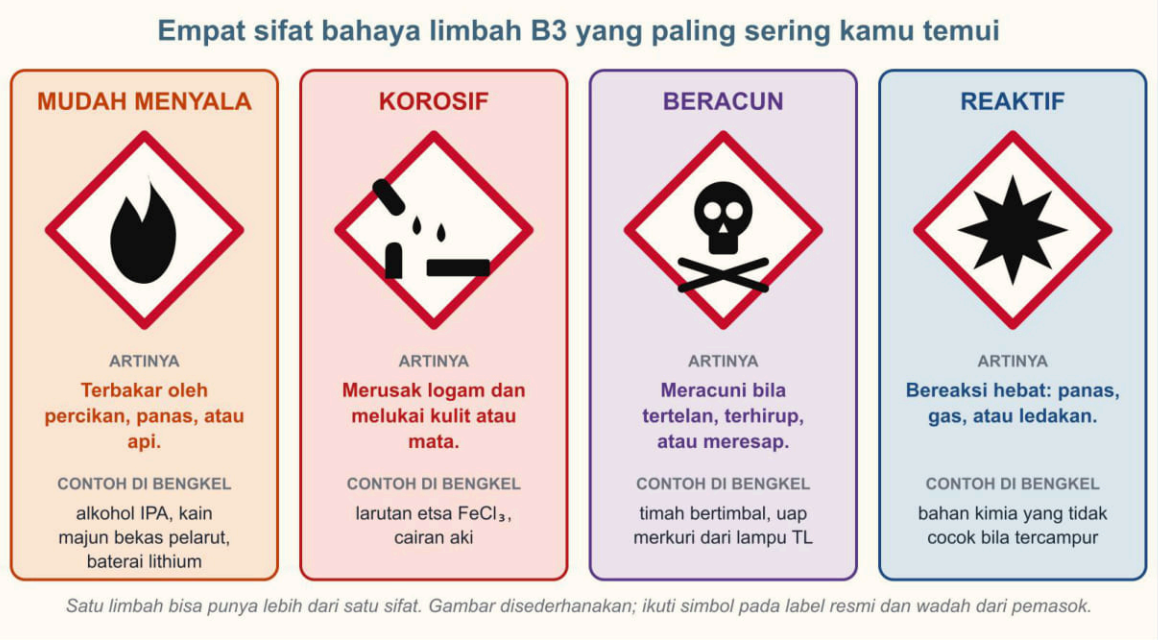
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Pemerintah mengatur pengelolaan limbah B3 dalam peraturan pemerintah tentang perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup. Prinsip pokoknya mudah diingat: **penghasil limbah bertanggung jawab atas limbahnya** sampai limbah itu ditangani oleh pihak yang berizin. Lab sekolah yang menghasilkan limbah etsa adalah penghasilnya. Tidak boleh ada anggapan "nanti juga ada yang mengurus". Dalam buku ini kamu mempelajari **prosedur dasar** yang dapat dijalankan bengkel dan lab: mengenali, memilah, menyimpan aman, mencatat, dan menyerahkan. Pengolahan akhir (misalnya pemulihan logam atau pembakaran khusus) dikerjakan oleh pengolah berizin dengan peralatan khusus.

Limbah B3 berbeda dari limbah biasa pada satu hal penting: **ia tidak boleh dicampur dan tidak boleh dibuang ke tempat sampah, saluran, atau tanah.** Satu botol limbah B3 yang tumpah ke saluran dapat mencemari air tanah, dan satu baterai di tumpukan sampah dapat memicu kebakaran di truk pengangkut.

2. Empat sifat bahaya dan simbolnya

Untuk menentukan cara menangani sebuah limbah, tanyakan lebih dulu: **bahayanya apa?** Jawabannya disebut sifat bahaya. Gambar 1.10 menunjukkan empat sifat yang paling sering kamu temui di bengkel.



Gambar 1.10 Empat sifat bahaya limbah B3 dan simbolnya (disederhanakan). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Mudah menyala** (simbol api): terbakar bila bertemu percikan, panas, atau api. Contoh: alkohol IPA, kain bekas pelarut, dan baterai lithium.
- **Korosif** (simbol tetesan yang merusak logam dan tangan): merusak logam dan melukai kulit atau mata. Contoh: larutan etsa feri klorida ($FeCl_3$) dan cairan aki. Karena bereaksi dengan logam, cairan korosif tidak boleh disimpan dalam wadah logam.
- **Beracun** (simbol tengkorak): membahayakan kesehatan bila tertelan, terhirup, atau menembus kulit. Contoh: timah bertimbal dan uap merkuri dari lampu neon (TL).

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

- **Reaktif** (simbol bintang ledakan): mudah bereaksi hebat, menghasilkan panas, gas, atau ledakan, misalnya bila tercampur bahan yang tidak cocok atau terkena air. Karena itu, limbah tidak boleh dicampur sembarangan.

Peraturan juga mengenal sifat lain, yaitu mudah meledak dan infeksius, tetapi keempat sifat di atas yang paling sering muncul di bengkel elektronika. Satu limbah dapat memiliki **lebih dari satu sifat**. Kain majun (kain lap bekas) yang basah oleh alkohol dan flux bersifat mudah menyala sekaligus mengandung zat yang berbahaya bagi kulit. Simbol pada label harus mengikuti sifat yang dimiliki. Gambar di buku ini disederhanakan untuk belajar; simbol resmi mengikuti peraturan dan label dari pemasok.

3. Limbah B3 di bengkel elektronika

Lihat Gambar 1.11. Tabel ini memetakan limbah yang sering ada di bengkel servis, lab, dan unit produksi, beserta sifat dan cara menyimpannya.

Limbah B3 di bengkel elektronika dan cara menyimpannya

Gambar	Limbah	Sifat bahaya	Cara menyimpan
	**Baterai lithium bekas**	mudah menyala	Tutup terminal dengan isolasi; wadah tak mudah terbakar, terpisah dari bahan lain.
	**Aki dan baterai asam bekas**	korosif, beracun (timbal)	Posisi tegak di wadah tahan asam; tutup terminal agar tidak terhubung singkat.
	**Lampu TL / hemat energi**	beracun (merkuri)	Simpan UTUH di wadah pelindung. Jangan dipatahkan.
	**Larutan etsa $FeCl_3$ bekas**	korosif	Jeriken plastik tertutup rapat dan bertanda korosif. Jangan wadah logam.
	**Timah bertimbal dan ampasnya**	beracun	Wadah tertutup, terpisah dari logam biasa; cuci tangan sesudah memegang.
	**Kain majun bekas IPA dan flux**	mudah menyala, beracun	Wadah tertutup, jauh dari panas dan api; jangan dibuang ke sampah biasa.
	**Sisa cairan IPA / pelarut**	mudah menyala	Botol asli, tutup rapat, jauh dari panas, solder, dan stopkontak.
	**Papan dan ponsel rusak (e-waste)**	beracun (logam berat)	Simpan utuh dan kering; jangan dibongkar atau dibakar sendiri.

Tanda pada kolom Gambar: api = mudah menyala · tetesan = korosif · tengkorak = beracun

Gambar 1.11 Limbah B3 di bengkel elektronika, sifat bahayanya, dan cara menyimpannya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **Baterai lithium bekas (Li-ion dan Li-Po).** Mudah menyala. Bahaya terbesarnya adalah **hubung singkat**: bila kutub positif dan negatif tersentuh logam, atau baterai bertumpuk dengan baterai lain, arus besar mengalir dan baterai memanas sampai terbakar. Karena itu terminal ditutup dengan selotip isolasi sebelum disimpan. Baterai yang menggembung, bocor, atau panas **disimpan terpisah** dalam wadah yang tidak mudah terbakar dan jauh dari sumber panas.
2. **Aki dan baterai asam timbal bekas.** Isinya larutan asam yang korosif dan pelat timbal yang beracun. Disimpan **tegak** dalam wadah tahan asam supaya cairan tidak tumpah, dan terminalnya ditutup agar tidak terhubung singkat. Aki kering (tertutup rapat) juga

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

termasuk di sini.

3. **Lampu TL dan lampu hemat energi bekas.** Berisi sedikit **merkuri**, logam cair yang beracun. Selama lampu utuh, merkuri terkurung di dalam. Begitu lampu **patah atau pecah**, uap merkuri terlepas ke udara ruangan dan terhirup. Karena itu lampu disimpan **utuh** dalam wadah pelindung, tidak dipatahkan agar muat di karung.
4. **Larutan etsa $FeCl_3$ bekas.** Larutan ini dipakai membuat papan PCB, melarutkan lapisan tembaga yang tidak dipakai. Setelah dipakai, warnanya berubah gelap karena mengandung tembaga terlarut. Sifatnya korosif, dan tembaga terlarutnya mencemari air. Disimpan dalam **jeriken plastik tertutup**, bukan wadah logam (logam akan dimakan dan wadahnya berlubang).
5. **Timah solder bertimbal dan ampasnya.** Beracun karena timbal. Dikumpulkan dalam wadah tertutup dan **dipisah dari logam bekas biasa**. Menjual ampas timah bersama tembaga bersih ke pengepul tampak menguntungkan, tetapi menyebarkan timbal ke tempat yang tidak siap menanganinya.
6. **Kain majun dan lap bekas pelarut atau flux.** Mudah menyala dan mengandung zat berbahaya. Dimasukkan ke wadah tertutup, jauh dari panas, dan tidak dibuang ke tempat sampah biasa.
7. **Sisa cairan alkohol IPA atau pelarut lain.** Mudah menyala. Tetap dalam botol aslinya, tutup rapat, jauh dari panas dan percikan listrik. Botol yang sudah "kosong" tetap berisi uap dan sisa cairan, sehingga ikut diperlakukan sebagai limbah B3.
8. **Papan PCB, ponsel, dan peralatan elektronik rusak (limbah elektronik).** Mengandung berbagai logam berat dan zat berbahaya, dan sering menyimpan baterai di dalamnya. Disimpan **utuh dan kering**. Jangan dibongkar atau dibakar sendiri: membongkar dapat merusak baterai di dalamnya dan melepaskan zat berbahaya. Pembongkarannya dilakukan pengolah berizin.

Perhatikan bahwa **tidak semua limbah bengkel adalah B3**. Kardus kemasan yang bersih, potongan kabel tembaga yang bersih, dan plastik pembungkus biasa adalah limbah biasa. Limbah biasa **tidak boleh dimasukkan ke tempat penyimpanan limbah B3**, karena menambah volume yang harus diserahkan dan dibayar. Aturannya dua arah: B3 jangan masuk ke sampah biasa, dan sampah biasa jangan masuk ke B3. Limbah biasa yang masih bernilai dapat dipakai ulang atau didaur ulang menurut urutan prioritas pada sub bab sebelumnya.

4. Enam langkah menangani limbah B3

Prosedur dasar berikut dapat diterapkan di bengkel dan lab sekolah. Lihat Gambar 1.12.

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



Gambar 1.12 Alur penanganan limbah B3 enam langkah, dari mengenali sampai menyerahkan ke pihak berizin. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **Kenali dan pilah.** Baca label bahan dan lembar data keselamatan dari pemasok untuk mengetahui sifat bahayanya. Pisahkan limbah menurut jenis dan sifat. Baterai dipisah dari cairan, cairan korosif dipisah dari cairan mudah menyala, dan limbah B3 dipisah dari sampah biasa.
2. **Pilih wadah yang cocok.** Wadah harus tahan terhadap isinya, tertutup rapat, tidak bocor, dan tidak berasal dari bekas makanan atau minuman. Cairan korosif memakai plastik tahan korosi, bukan logam. Cairan mudah menyala memakai botol bertutup rapat. Baterai bermasalah memakai wadah yang tidak mudah terbakar. Jangan mengisi wadah cairan sampai penuh.
3. **Beri label.** Setiap wadah diberi label yang memuat **nama limbah, simbol sifat bahayanya, dan tanggal mulai disimpan**. Label tanpa wadah yang sesuai tidak melindungi siapa pun: label hanya memberi tahu, ia tidak mencegah bocor atau terbakar. Wadah yang tepat dan label yang jelas harus ada bersama.
4. **Simpan di tempat khusus.** Tempat penyimpanan sementara limbah B3 berupa ruang atau lemari yang kering, beratap, berventilasi, jauh dari panas, api, dan jalan lalu lintas siswa, serta dapat dikunci. Limbah yang saling berbahaya bila bertemu disimpan terpisah. **Penyimpanan ada batas waktunya.** Limbah tidak boleh ditumpuk bertahun-tahun.
5. **Catat.** Buku catatan limbah memuat jenis, jumlah, tanggal masuk, dan tanggal keluar. Catatan membuat limbah dapat diawasi: kamu tahu apa yang ada, berapa banyak, dan kapan harus diserahkan.
6. **Serahkan ke pihak berizin.** Limbah diserahkan kepada **pengumpul atau pengolah limbah B3 yang berizin**, dengan bukti serah terima. Menyerahkan ke pengepul biasa atau tukang sampah bukan penyerahan yang benar. Penyerahan dilakukan secara

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

berkala, sebelum batas waktu penyimpanan terlampaui.

5. Yang dilarang, dan alasannya

- **Membuang ke wastafel, saluran, atau tanah.** Zat berbahaya ikut mengalir ke air dan tanah. Mencuci wadahnya ke wastafel termasuk membuang.
- **Mengencerkan lalu membuang.** Air tidak menghilangkan zat berbahaya. Tembaga atau timbal yang terlarut tetap ada dan hanya menjadi lebih tersebar. Pengenceran tidak mengubah status limbah.
- **Membakar.** Pembakaran menghasilkan asap beracun dan abu berbahaya.
- **Mencampur berbagai limbah.** Campuran bisa bereaksi hebat, dan campuran membuat seluruh volume harus diperlakukan sebagai B3.
- **Mematahkan lampu agar muat.** Uap merkuri terlepas ke ruangan.
- **Membongkar baterai atau ponsel sendiri.** Sel baterai dapat rusak dan terbakar.
- **Memakai wadah bekas makanan atau minuman.** Orang lain dapat mengira isinya aman.
- **Menyimpan di dekat meja kerja atau sumber panas.** Limbah yang dekat panas dapat menyala, dan bahaya berada di tempat kerja sehari-hari.

6. Mengurangi limbah B3 sejak awal

Cara terbaik menangani limbah B3 adalah menghasilkannya sesedikit mungkin. Beli bahan kimia dan larutan etsa secukupnya, pakai yang lebih dulu dibeli lebih dulu (FIFO) supaya tidak kedaluwarsa, ganti timah bertimbal dengan yang bebas timbal bila praktik mengizinkan, dan pakai baterai isi ulang. Prinsip "cegah di sumber" tetap berlaku di sini.

▣ CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Menyusun prosedur untuk limbah larutan pembersih bekas

Unit produksi SMK "Cipta Teknika" membersihkan sisa flux dari papan dengan cairan alkohol IPA. Setiap bulan terkumpul sekitar 3 liter cairan bekas bercampur sisa flux, sebelumnya ditampung di ember terbuka di bawah meja solder. Pengelola unit meminta siswa menyusun prosedur penanganannya. *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

1. **Kenali sifatnya.** Alkohol IPA mudah menyala, dan sisa flux membuat campuran berbahaya bagi kulit dan mata. Simbol yang dipakai adalah api, dan campuran ini limbah B3.
2. **Pilih wadah.** Ember terbuka tidak cocok karena uap menguap dan mudah tersulut. Pakai jeriken atau botol bertutup rapat yang tidak terbuat dari bekas minuman, diisi tidak sampai penuh.
3. **Beri label:** "Limbah cairan pembersih (IPA + flux)", simbol api, dan tanggal mulai ditampung.
4. **Simpan** di lemari limbah B3 yang kering dan berventilasi, **jauh dari solder**, stopkontak, dan jalan siswa. Ember di bawah meja solder dihilangkan.
5. **Catat** jumlah dan tanggal masuk setiap kali wadah ditambah.

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

6. **Serahkan** ke pengumpul limbah B3 berizin sebelum batas waktu penyimpanan, dengan bukti serah terima. Sebelum itu, lakukan pencegahan: gunakan IPA secukupnya, misalnya dengan botol semprot.

Jawaban: prosedur enam langkah di atas. Kunci utamanya adalah **wadah bertutup rapat dan berlabel api, disimpan jauh dari panas, dicatat, lalu diserahkan ke pihak berizin**; tidak dibuang ke saluran dan tidak ditampung di ember terbuka.

Contoh 2 — Memilih wadah dan label untuk tiga jenis limbah

Lab "Teknika Prima" mengumpulkan tiga limbah: (i) 8 baterai lithium bekas dari power bank, satu di antaranya bocor; (ii) dua botol kecil cairan pembersih kontak yang tinggal sedikit; (iii) ampas dan sisa kawat timah bertimbal. Tentukan sifat bahaya, wadah, dan label tiap jenis. *Kasus disusun untuk contoh; usaha fiktif.*

1. Kenali sifat bahaya: (i) mudah menyala (risiko hubung singkat); (ii) mudah menyala; (iii) beracun (timbal).
2. Pilih wadah dan cara simpan berdasarkan sifat, bukan berdasarkan kebiasaan:

Limbah	Sifat	Wadah dan cara simpan	Label
(i) baterai lithium	mudah menyala	terminal ditutup isolasi; wadah tidak mudah terbakar; baterai yang bocor dipisah dari 7 yang lain	"Baterai lithium bekas", simbol api
(ii) pembersih kontak	mudah menyala	botol aslinya, tutup rapat, jauh dari panas dan percikan	"Cairan pembersih kontak bekas", simbol api
(iii) ampas dan kawat timah	beracun	wadah tertutup, dipisah dari logam bekas biasa; cuci tangan sesudah memegang	"Timah bertimbal bekas", simbol tengkorak

1. Periksa larangan: tidak ada yang dicampur dalam satu wadah, tidak ada yang dibuang ke saluran, dan ampas timah tidak dijual bersama logam biasa.

Jawaban: tabel di atas. Setiap jenis memiliki **wadahnya sendiri**, sesuai sifat bahayanya, dan berlabel.

Contoh 3 — Membaca catatan limbah dan menentukan penyerahan

Buku catatan limbah lab "Teknika Prima" mencatat tiga limbah: larutan etsa bekas masuk 20 Januari 2027, lampu bekas masuk 10 Februari 2027, dan baterai bekas masuk 3 Maret 2027. Aturan lab: limbah diserahkan paling lambat **90 hari** sesudah tanggal masuk. Pengumpul berizin menjemput hanya pada 15 April, 15 Mei, dan 15 Juni 2027. Tentukan penjemputan terakhir yang masih memenuhi batas untuk tiap limbah. *Kasus disusun untuk contoh; usaha fiktif, batas 90 hari hanya aturan dalam contoh.*

1. Hitung batas penyerahan tiap limbah (tanggal masuk + 90 hari): larutan etsa 20 Januari + 90 hari = **20 April 2027**; lampu 10 Februari + 90 hari = **11 Mei 2027**; baterai 3 Maret + 90 hari = **1 Juni 2027**.

2. Cocokkan dengan tanggal penjemputan: penjemputan harus **sebelum atau tepat pada batas**.

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

- Larutan etsa: 15 April berada sebelum batas 20 April (lama simpan 85 hari). Penjemputan 15 Mei sudah lewat batas.
- Lampu: 15 April (64 hari) memenuhi batas 11 Mei. Penjemputan 15 Mei (94 hari) sudah lewat.
- Baterai: 15 Mei (73 hari) memenuhi batas 1 Juni. Penjemputan 15 Juni (104 hari) lewat.

3. Kesimpulan: jangan menunggu penjemputan berikutnya bila itu melewati batas.

Jawaban: larutan etsa dan lampu harus ikut penjemputan **15 April 2027**, baterai paling lambat **15 Mei 2027**.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

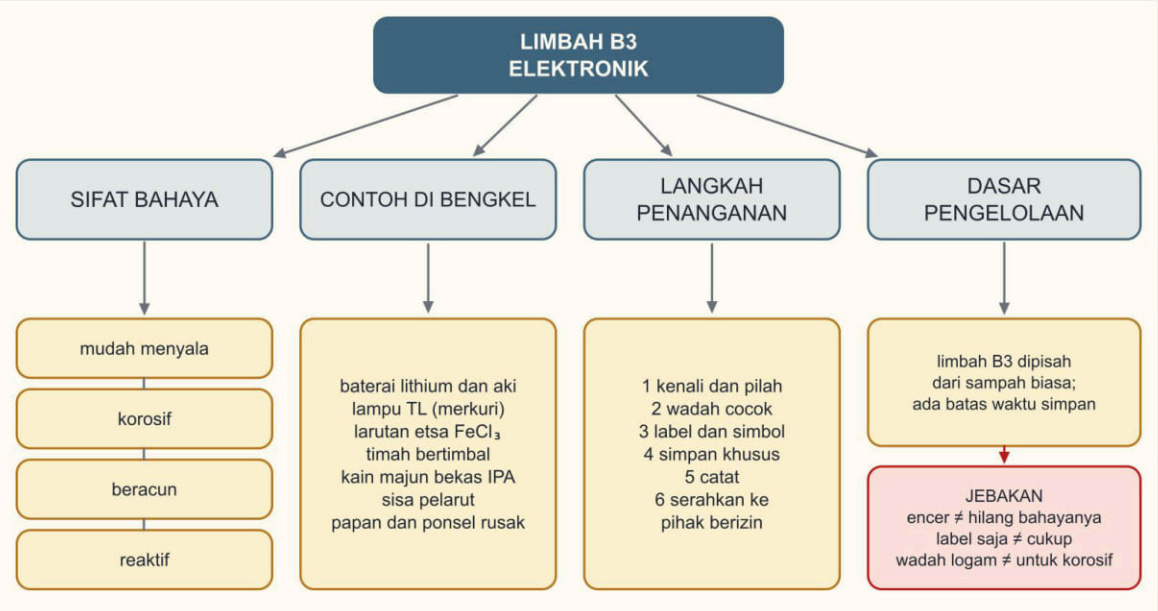
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Limbah B3** = sisa kegiatan yang mengandung bahan berbahaya dan beracun. Penghasil bertanggung jawab atas limbahnya.
- Empat sifat: **mudah menyala, korosif, beracun, reaktif**. Satu limbah bisa memiliki lebih dari satu sifat.
- Limbah B3 bengkel: **baterai lithium dan aki, lampu TL, larutan etsa $FeCl_3$, timah bertimbal, kain majun dan sisa pelarut, limbah elektronik**.
- Enam langkah: **kenali dan pilah → wadah cocok → label → simpan khusus → catat → serahkan ke pihak berizin**.
- Wadah mengikuti sifat: korosif tidak di logam, lampu **utuh**, baterai ditutup terminalnya, aki **tegak**.
- Dilarang: dibuang ke saluran, diencerkan lalu dibuang, dibakar, dicampur, lampu dipatahkan, baterai atau ponsel dibongkar sendiri. **B3 tidak dicampur dengan sampah biasa, dan sampah biasa tidak masuk ke B3.**

Gambar 1.13 merangkum semuanya.



Gambar 1.13 Peta konsep penanganan limbah B3 elektronik. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal limbah B3:

1. **Tentukan jenis limbah dan sifat bahayanya.** Dari sifat itu lahir wadah, cara simpan, dan larangan.
2. **Cek tiap usulan dengan enam langkah** (Gambar 1.12): apakah dipilah, berwadah cocok, berlabel, disimpan khusus, dicatat, dan diserahkan ke pihak berizin?
3. **Cari kata yang menghilangkan tahap.** Usulan yang hanya berisi "beri label" atau hanya "tutup rapat" belum lengkap.
4. **Pada soal pilihan ganda kompleks, nilai tiap pernyataan sendiri-sendiri.** Beberapa langkah benar, dan satu-dua langkah "praktis" salah.

Jebakan khas:

- **"Encerkan dengan air, lalu buang."** Bahan berbahaya tidak hilang karena diencerkan.
- **"Cukup beri label B3."** Label tanpa wadah yang sesuai tidak mengendalikan bahaya.
- **"Wadah logam supaya tidak pecah."** Cairan korosif memakan logam.
- **"Patahkan lampu supaya muat."** Uap merkuri terlepas saat lampu patah.
- **"Kumpulkan baterai menggembung bersama yang lain."** Baterai yang rusak dipisahkan, dan terminalnya tidak dibiarkan terhubung.
- **"Sama-sama logam, jual sekaligus."** Timah bertimbal bukan logam biasa; ia limbah B3 yang dipisah.
- **"Masukkan semua limbah ke tempat limbah B3 supaya terawasi."** Limbah biasa yang masuk ke B3 hanya menambah volume.
- **"Bongkar dulu supaya komponennya dapat dijual."** Pembongkaran dilakukan pengolah berizin.
- **"Wadah tertutup, jadi boleh disimpan tanpa batas."** Penyimpanan ada batas waktunya dan limbah harus diserahkan berkala.

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut tentang larutan etsa bekas yang selama ini ditampung dan dibuang sembarangan. Pakai bagian 3 (sifat korosif dan wadahnya), bagian 4 (enam langkah), dan bagian 5 (yang dilarang) untuk menilai setiap pernyataan sendiri-sendiri.

►. Lab PCB sekolah menghasilkan sekitar 5 liter larutan $FeCl_3$ bekas setiap bulan (2027). Larutan berwarna hijau kehitaman itu mengandung tembaga terlarut dan bersifat korosif. Selama ini larutan dikumpulkan di ember terbuka di sudut lab, dan sebagian dibuang ke wastafel bila ember penuh. Kepala bengkel meminta siswa menyusun prosedur baru penanganan limbah itu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

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

Langkah yang tepat dalam prosedur tersebut adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Mengencerkan larutan bekas dengan banyak air, lalu membuangnya ke saluran wastafel.
☐ B. Menyimpan larutan bekas dalam kaleng logam bekas cat agar wadahnya tidak mudah pecah.
☐ C. Menyimpan larutan bekas dalam jeriken plastik tertutup berlabel limbah B3 korosif.
☐ D. Mencatat jumlah dan tanggal pengumpulan limbah di buku catatan limbah lab.
☐ E. Menyerahkan limbah ke pengumpul atau pengolah limbah B3 yang berizin.

Pembahasan **Kunci: C, D, E**

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

Konsep: Penanganan limbah B3: identifikasi sifat bahaya, simpan dalam wadah yang sesuai dan tertutup, beri label/simbol, catat, lalu serahkan ke pengumpul/pengolah berizin. Limbah B3 tidak boleh dibuang ke saluran umum.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 ✗** Jebakan: pengenceran tidak menghilangkan tembaga terlarut; limbah tetap mencemari saluran air.
• **Pernyataan 2 ✗** Larutan korosif bereaksi dengan logam sehingga kaleng berlubang dan bocor.
• **Pernyataan 3 ✓** Wadah plastik tahan korosi, tertutup, dan berlabel sesuai sifat bahayanya.
• **Pernyataan 4 ✓** Pencatatan memudahkan pengawasan dan penyerahan limbah.
• **Pernyataan 5 ✓** Limbah B3 hanya boleh diserahkan ke pihak berizin.

Jawaban: pernyataan 3, 4, 5.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk tiap pernyataan, tulis dulu sifat bahaya limbahnya dan tahap prosedur yang dimaksud, baru tentukan benar atau salah.

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

1. Bengkel servis ponsel Pak Hadi (2027) setiap bulan mengumpulkan baterai lithium bekas (dua di antaranya menggembung), kain lap bekas cairan IPA dan flux, serta layar LCD pecah. Selama ini semuanya dimasukkan ke satu kardus di bawah meja kerja yang dekat dengan solder uap (hot air). Pak Hadi menyusun aturan baru penanganan limbah tersebut bersama dua teknisinya.
(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
Baterai yang menggembung boleh disimpan bersama baterai lain di kardus tertutup asalkan kardusnya diberi label B3.	○	○
Terminal baterai bekas ditutup selotip isolasi sebelum disimpan agar tidak terjadi hubung singkat.	○	○
Limbah dipilah ke wadah tertutup berlabel, lalu diserahkan ke pengumpul limbah B3 berizin.	○	○

2. Bengkel servis elektronik Pak Darto (2027) mengumpulkan limbah aki kering bekas dari UPS, lampu TL (neon) bekas yang mengandung merkuri, dan papan PCB rusak. Selama ini lampu TL bekas sering dipatahkan agar muat di karung. Pak Darto ingin memperbaiki cara penanganannya sebelum limbah diserahkan ke pengumpul.
(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
Aki bekas disimpan tegak dalam wadah tahan asam dan terminalnya ditutup agar tidak terhubung singkat.	○	○
Lampu TL bekas boleh tetap dipatahkan agar hemat tempat asalkan pecahannya dimasukkan ke wadah tertutup.	○	○
Setiap jenis limbah dicatat jumlahnya, lalu diserahkan ke pengumpul limbah B3 berizin.	○	○

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

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

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa memberi label saja tidak cukup untuk menangani limbah B3, dan apa yang harus menyertainya?
- Dapatkah kamu menyebut enam langkah penanganan limbah B3 tanpa melihat buku, lalu menjelaskan mengapa lampu TL tidak boleh dipatahkan dan larutan etsa tidak boleh disimpan di wadah logam?
- **Yang harus kuingat:** kenali sifat, pilah, wadah cocok, label, simpan khusus, catat, serahkan ke pihak berizin; B3 tidak diencerkan, dicampur, atau dibuang ke saluran.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 1.3: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktel&node=SMKTEL-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 5R di bengkel dan lab

SMKTEL-1.4

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu **menerapkan budaya kerja 5R** dalam konteks bengkel dan lab sekolah. Soal tidak meminta kamu menghafal lima kata. Soal menceritakan sebuah bengkel yang berantakan, hilang alat, atau cepat kembali kotor, lalu memintamu **menentukan tindakan yang sesuai dengan 5R** atau **menentukan R mana yang sedang dibicarakan**. Pada soal pilihan ganda kompleks, beberapa tindakan benar dan beberapa tindakan tampak rajin tetapi keliru: membuang barang yang masih layak, membersihkan hanya menjelang audit, atau menata sebagian saja. Pada soal urutan, kata kunci yang menentukan adalah **mana yang dikerjakan lebih dulu**.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menyebut lima R beserta artinya, serta urutan penerapannya;
- mencocokkan sebuah kejadian di bengkel dengan R yang berlaku atau yang dilanggar;
- menyusun tindakan 5R yang konkret: memilah, menata dan melabeli, membersihkan, menjadwalkan, dan membiasakan;
- menjelaskan mengapa kondisi rapi dapat kembali berantakan dan cara mempertahankannya;
- membaca daftar periksa audit 5R dan menghitung skornya.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Bayangkan dua bengkel servis. Di bengkel pertama, teknisi menghabiskan sepuluh menit mencari obeng kecil, salah mengambil resistor karena label laci pudar, dan sesekali tersandung kabel. Di bengkel kedua, setiap alat punya tempat yang pasti, laci berlabel jelas, dan meja dibersihkan setiap selesai kerja. Teknisi di bengkel kedua tidak lebih pintar. Mereka hanya memakai kebiasaan yang disebut **5R**. Kebiasaan ini membuat pekerjaan lebih aman, lebih cepat, lebih hemat, dan lebih bermutu. Sub bab ini menjelaskan lima R satu per satu, urutan penerapannya, dan cara mempertahankannya.

1. Dari 5S Jepang ke 5R Indonesia

Budaya kerja ini berasal dari pabrik di Jepang, dikenal sebagai **5S**: *Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu,* dan *Shitsuke*. Lima kata berawalan huruf S itu diterjemahkan ke dalam bahasa Indonesia menjadi **5R**: **Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, dan Rajin**. Pasangannya:

Jepang (5S)	Indonesia (5R)	Inti
Seiri	**Ringkas**	pilah yang perlu dan yang tidak perlu
Seiton	**Rapi**	tata dan beri tempat yang tetap

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

Seiso	**Resik**	bersihkan dan periksa
Seiketsu	**Rawat**	pertahankan dengan standar
Shitsuke	**Rajin**	biasakan sampai menjadi budaya

Di bengkel dan lab sekolah, 5R diterapkan pada meja kerja, lemari alat, laci komponen, rak papan pelanggan, dan lantai.

2. Lima R satu per satu

Lihat Gambar 1.14. Kelima langkah itu **berurutan**, sebab hasil tiap langkah menjadi dasar langkah berikutnya.



Gambar 1.14 Lima R berurutan: Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin, beserta padanan 5S dan contohnya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

R1. Ringkas: pilah yang perlu dari yang tidak perlu. Kumpulkan semua barang di area kerja, lalu pilah menjadi tiga kelompok. Pertama, barang yang **perlu dan sering dipakai** (solder, tang, multimeter): ditaruh dekat tempat kerja. Kedua, barang yang **perlu tetapi jarang dipakai** (komponen langka, alat khusus): disimpan di tempat yang lebih jauh dan berlabel. Ketiga, barang yang **tidak diperlukan**: disingkirkan. Di sinilah banyak orang keliru. Barang yang tidak diperlukan **tidak sama dengan barang rusak atau barang yang jarang dipakai**. Resistor yang masih baik tetapi nilainya jarang dipakai bukan sampah. Membuangnya adalah pemborosan. Barang yang masih layak dipisahkan dan disimpan di gudang atau diserahkan ke bagian lain. Barang yang **rusak** dipisahkan dan diberi label (misalnya label merah "rusak, jangan dipakai") supaya tidak terambil saat praktik, dan diperbaiki atau dibuang menurut aturan. Bila barang rusak itu limbah B3, seperti baterai atau lampu, ia diperlakukan menurut prosedur limbah B3 pada sub bab sebelumnya.

R2. Rapi: tata dan beri tempat yang tetap. Prinsipnya: *setiap barang punya tempat, dan setiap*

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

barang berada di tempatnya. Letak ditentukan oleh seberapa sering barang dipakai: yang paling sering dipakai paling dekat dan paling mudah dijangkau. Dua alat bantu yang paling berguna adalah:

- **Papan alat bergambar.** Papan dinding dengan garis bentuk (bayangan) setiap alat. Alat yang belum kembali meninggalkan **tempat kosong** yang langsung terlihat.
- **Label laci dan wadah.** Setiap laci atau kotak komponen diberi label yang memuat nama dan nilainya (misalnya "Resistor 1 kΩ–10 kΩ"). Semua laci diberi label, termasuk yang jarang dibuka, sebab kesalahan ambil juga terjadi pada laci yang jarang dipakai.

Lihat Gambar 1.15. Kabel yang kusut tidak menjadi rapi hanya karena dimasukkan ke kardus agar meja tampak kosong. Rapi berarti kabel digulung, diikat, dan diberi tempat. Alat ukur yang dipinjamkan dilacak dengan **kartu pinjam** berisi nama peminjam, tanggal, dan tanda kembali, sehingga alat tidak hilang tanpa diketahui.



Gambar 1.15 Papan alat bergambar memperlihatkan alat yang belum kembali; laci komponen berlabel memudahkan mengambil dan mengembalikan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

R3. Resik: bersihkan dan periksa. Bersihkan meja, alat, dan lantai, dan lakukan **setiap selesai bekerja**, bukan hanya menjelang pemeriksaan. Sisa timah, potongan kaki komponen, dan debu dibersihkan sebelum pergi. Mata solder dibersihkan dari kerak setelah dipakai. Membersihkan sekaligus **memeriksa**: saat membersihkan, kamu menemukan alat yang retak, kabel yang terkelupas, atau kebocoran lebih awal. Resik juga mencari **sumber kotor**: bila meja selalu penuh potongan kabel, tanyakan dari mana asalnya dan bagaimana mencegahnya.

R4. Rawat: pertahankan dengan standar. Tiga R pertama dapat dilakukan dalam sehari, tetapi tanpa Rawat kondisi baik hanya bertahan beberapa hari. Rawat membuat kondisi baik itu menjadi **standar yang diketahui semua orang**, dan dicek secara berkala. Bentuknya antara lain: **foto kondisi standar** yang ditempel di meja ("beginilah meja yang benar"), **daftar periksa** yang diisi tiap akhir praktik, **jadwal piket** yang jelas siapa mengerjakan apa dan kapan, label dan batas warna di lantai, serta **audit** berkala. Kerja bakti yang diadakan sekali, atau setiap kali

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

ada pemeriksaan, **bukan Rawat**: ia hanya mengembalikan kondisi sesaat tanpa menghilangkan penyebab berantakan.

R5. Rajin: biasakan sampai menjadi budaya. Rajin berarti semua orang mengikuti aturan **tanpa disuruh**, sebab sudah menjadi kebiasaan. Ia dibangun dengan teladan guru dan teknisi senior, latihan, pengingat yang jelas, dan penghargaan bagi kelompok yang tertib. Rajin adalah R yang paling sulit, sebab tidak ada alat yang dapat memaksanya. Karena itu tiga R pertama dibuat semudah mungkin sehingga orang malas pun mudah mengikutinya.

3. Mengapa 5R berguna?

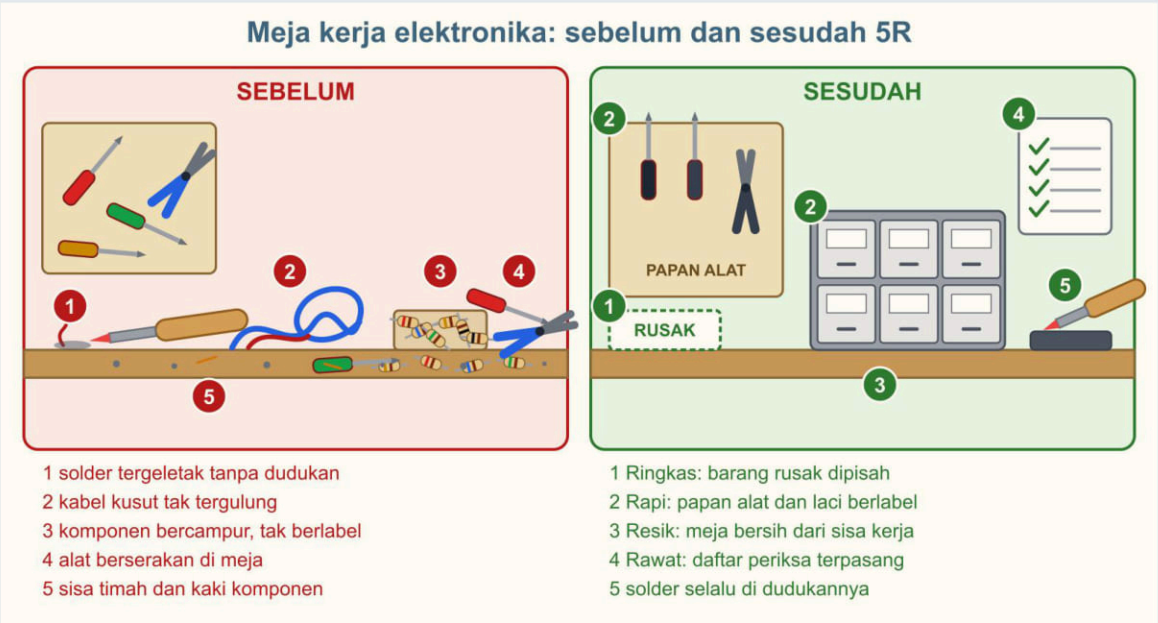
Manfaat 5R dapat dikelompokkan menjadi empat hal.

- **Lebih aman.** Lantai bebas kabel, alat tajam punya tempat, dan bahan berbahaya terpisah. Banyak kecelakaan kecil di bengkel disebabkan oleh benda yang berserakan.
- **Lebih cepat.** Alat dan komponen ditemukan dalam hitungan detik, bukan menit. Waktu mencari termasuk waktu yang terbuang (lihat jenis pemborosan pada sub bab pertama).
- **Lebih hemat.** Barang tidak hilang atau dibeli ganda, alat awet karena dibersihkan dan disimpan benar, dan komponen tidak kedaluwarsa karena tak terlihat.
- **Mutu lebih terjaga.** Meja yang bersih dan komponen yang tidak tertukar mengurangi kesalahan pemasangan dan korsleting oleh sisa timah.

Karena itu, kamu akan melihat 5R sebagai syarat di pabrik dan di bengkel. Industri menilai calon pekerja dari kebiasaannya, termasuk kerapian meja kerjanya.

4. Cara menerapkan 5R di bengkel atau lab

Penerapan 5R berjalan dalam beberapa langkah. Lihat Gambar 1.16 untuk perbandingan sebelum dan sesudah.



Gambar 1.16 Meja kerja elektronika sebelum dan sesudah penerapan 5R. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

1. **Tentukan area dan penanggung jawab**, misalnya satu meja, satu lemari, atau satu rak papan pelanggan.
2. **Foto kondisi awal** supaya perubahan dapat dibuktikan.
3. **Lakukan Ringkas dulu.** Memilah harus lebih dulu, sebab menata atau membersihkan barang yang belum dipilah hanya membuang tenaga: barang yang akan disingkirkan ikut ditata dan dibersihkan.
4. **Lakukan Rapi**: beri tempat, papan alat, dan label untuk barang yang tersisa.
5. **Lakukan Resik**: bersihkan area dan periksa kondisi alat.
6. **Tetapkan standar (Rawat)**: foto kondisi baik, daftar periksa, dan jadwal piket.
7. **Audit berkala** dan perbaiki kekurangan. Hasil audit dipakai untuk belajar, bukan untuk menyalahkan.

Untuk audit, sekolah memakai **daftar periksa**: serangkaian butir pernyataan yang dinilai "ya" atau "tidak". Skor dihitung dari jumlah "ya" dibagi jumlah butir. Lihat Contoh 3.

5. Kesalahan yang sering terjadi

- **Mengira Ringkas berarti membuang.** Yang disingkirkan adalah yang tidak diperlukan. Barang layak tetap disimpan atau diserahkan.
- **Mengira Rapi berarti meja tampak kosong.** Menyembunyikan barang di kardus bukan menata.
- **Membersihkan hanya menjelang audit.** Resik dikerjakan rutin setiap selesai bekerja.
- **Menganggap satu R menggantikan yang lain.** Laci yang sudah berlabel tetap perlu dibersihkan, dan meja yang bersih tetap perlu ditata.
- **Berhenti setelah kerja bakti.** Tanpa standar dan jadwal, kondisi akan kembali berantakan.
- **Melabeli sebagian.** Label hanya pada laci yang sering dibuka membuat salah ambil tetap terjadi pada laci lain.

▣ CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Menentukan R yang dilanggar

Pak Anwar, guru di SMK "Wijaya Kusuma", mencatat lima kejadian di lab elektronika. (1) Modul yang rusak dan modul yang baik tercampur di satu rak sehingga siswa sering mengambil yang rusak. (2) Obeng kecil disimpan di tiga laci yang berbeda tanpa aturan, sehingga siswa harus membuka satu per satu. (3) Setiap sore sisa timah dan potongan kaki komponen dibiarkan di meja hingga hari berikutnya. (4) Papan alat sudah dipasang, tetapi tidak ada yang memeriksa apakah semua alat kembali, sehingga beberapa alat hilang tanpa diketahui. (5) Siswa mengetahui aturan lab, tetapi hanya mematuhinya saat guru hadir. Tentukan R yang dilanggar atau belum dijalankan pada tiap kejadian. *Kasus disusun untuk contoh; sekolah dan tokoh fiktif.*

1. Ingat inti tiap R: Ringkas = pilah; Rapi = tata dan beri tempat; Resik = bersih dan periksa; Rawat = standar dan pemeriksaan berkala; Rajin = kebiasaan.
2. Cocokkan:

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

Kejadian	R yang belum dijalankan	Alasan
1 modul rusak dan baik tercampur	**Ringkas**	barang rusak belum dipilah dan diberi label
2 obeng di tiga laci tanpa aturan	**Rapi**	alat belum punya tempat yang tetap
3 sisa timah dibiarkan di meja	**Resik**	belum dibersihkan setiap selesai kerja
4 alat hilang tanpa diketahui	**Rawat**	tidak ada pemeriksaan berkala atas standar
5 patuh hanya saat guru hadir	**Rajin**	belum menjadi kebiasaan

Jawaban: 1 = **Ringkas**, 2 = **Rapi**, 3 = **Resik**, 4 = **Rawat**, 5 = **Rajin**.

Contoh 2 — Menyusun jadwal Resik dan Rawat

Lab "Wijaya Kusuma" dipakai praktik pada hari Senin, Selasa, Kamis, dan Jumat. Pada akhir setiap praktik, kelompok piket membersihkan meja selama 10 menit (Resik). Setiap Jumat, kelompok piket mengisi daftar periksa selama 15 menit (Rawat). Susun jadwal piket dan hitung waktu yang dikeluarkan satu kelompok piket selama satu minggu bila ia bertugas pada hari-hari itu. *Kasus disusun untuk contoh; sekolah fiktif.*

1. Tetapkan siapa mengerjakan apa. Dibuat tabel jadwal agar jelas siapa yang bertugas tiap hari:

Hari	Tugas	Lama
Senin	Resik meja dan lantai	10 menit
Selasa	Resik meja dan lantai	10 menit
Kamis	Resik meja dan lantai	10 menit
Jumat	Resik meja dan lantai	10 menit
Jumat	Rawat: isi daftar periksa 5R	15 menit

1. Hitung waktu Resik: 4 hari × 10 menit = 40 menit.
2. Tambahkan waktu Rawat: 40 + 15 = **55 menit**.
3. Cek kelengkapan jadwal: Resik dilakukan **setiap selesai kerja**, bukan sekali seminggu; Rawat ada pemeriksa dan lembar daftar periksa yang diisi.

Jawaban: satu kelompok piket mengeluarkan **55 menit per minggu** (40 menit Resik dan 15 menit Rawat). Dengan jadwal ini, kerapian terpelihara tanpa kerja bakti besar.

Contoh 3 — Mengisi daftar periksa dan menghitung skor

Tim audit memeriksa lab "Wijaya Kusuma" memakai daftar periksa 10 butir. Hasil pemeriksaan ("ya" bila sudah sesuai):

R	Butir	Hasil
Ringkas	barang rusak dipisah dan berlabel	ya
Ringkas	tidak ada barang tidak perlu di meja	tidak

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

Rapi	setiap alat punya tempat dan papan bergambar	ya
Rapi	semua laci komponen berlabel	ya
Rapi	kabel digulung dan diberi tempat	ya
Resik	meja bersih setelah praktik	ya
Resik	lantai bebas sisa kabel dan timah	tidak
Rawat	ada foto kondisi standar	tidak
Rawat	daftar periksa diisi setiap praktik	tidak
Rajin	siswa menjalankan aturan tanpa disuruh	ya

Hitung skor tiap R dan skor total, lalu tentukan R yang paling perlu diperbaiki. Kategori audit di sekolah ini: 80 % ke atas = baik, 60–79 % = cukup, di bawah 60 % = kurang. *Kasus disusun untuk contoh; sekolah fiktif, kategori hanya aturan dalam contoh.*

1. Hitung jumlah "ya" tiap R: Ringkas 1 dari 2 (50 %); Rapi 3 dari 3 (100 %); Resik 1 dari 2 (50 %); Rawat 0 dari 2 (0 %); Rajin 1 dari 1 (100 %).
2. Hitung total: jumlah "ya" = 1 + 3 + 1 + 0 + 1 = 6 dari 10 butir.
3. Skor total = 6 ÷ 10 × 100 % = **60 %**, yaitu kategori **cukup** (batas bawah).
4. Cari yang terendah: **Rawat** (0 %). Lab sudah rapi dan berlabel, tetapi belum punya standar visual dan daftar periksa, sehingga kondisinya mudah kembali berantakan.

Jawaban: skor total **60 % (cukup)**; yang paling perlu diperbaiki adalah **Rawat**, dengan menempel foto standar dan mengisi daftar periksa tiap praktik.

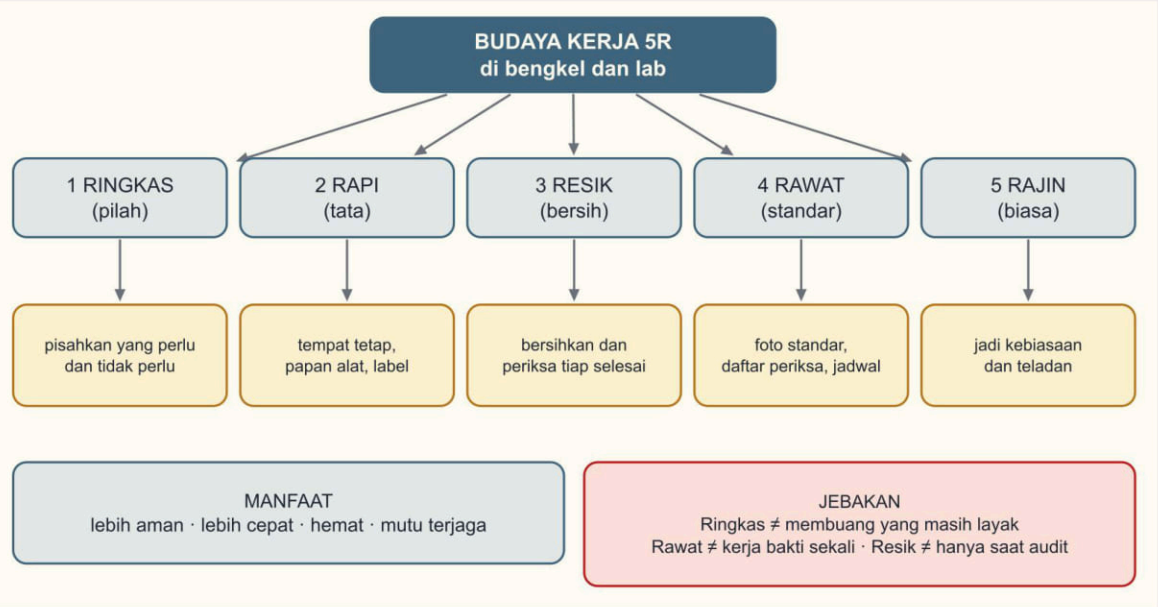
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **5R** dari 5S Jepang: **Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin**.
- Urutannya penting: **pilah dulu (Ringkas)**, lalu tata dan beri label (Rapi), bersihkan dan periksa (Resik), standar dan jadwal (Rawat), kebiasaan (Rajin).
- **Ringkas bukan membuang**: barang rusak dipisah dan diberi label; barang layak tetap disimpan.
- **Rapi**: tempat tetap, papan alat bergambar, semua laci berlabel, alat pinjaman dilacak.
- **Resik**: setiap selesai kerja, bukan menjelang audit.
- **Rawat**: standar visual, daftar periksa, jadwal piket, audit. Kerja bakti sekali bukan Rawat.
- Manfaat: **aman, cepat, hemat, mutu terjaga**.

Gambar 1.17 merangkum semuanya.



Gambar 1.17 Peta konsep budaya kerja 5R di bengkel dan lab. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal 5R:

1. **Baca masalah pada cerita**, lalu tanyakan: apa yang salah? Barang tercampur (Ringkas), tidak ada tempat atau label (Rapi), kotor (Resik), tidak bertahan (Rawat), tidak dibiasakan (Rajin).
2. **Cocokkan tindakan dengan masalahnya.** Tindakan yang bagus tetapi menjawab R lain bukan jawaban.
3. **Pada soal "mulai dari mana", pilih Ringkas.** Menata dan membersihkan barang yang belum dipilah membuang tenaga.
4. **Pada soal pilihan ganda kompleks, nilai tiap tindakan sendiri-sendiri**, termasuk yang tampak rajin tetapi hanya sebagian.

Jebakan khas:

- **"Buang barang yang jarang dipakai agar ruang lega."** Yang jarang dipakai belum tentu tidak perlu; barang layak tetap disimpan.
- **"Sembunyikan yang berantakan dalam satu kotak."** Meja tampak kosong, tetapi barangnya tetap kacau dan sulit dicari.
- **"Label cukup pada laci yang sering dibuka."** Semua laci perlu label.
- **"Bersih-bersih menjelang audit."** Resik rutin, bukan menyambut pemeriksa.
- **"Kerja bakti besar tiap bulan."** Penyebab berantakan belum hilang. Yang tepat adalah standar dan daftar periksa.
- **"Kunci semua lemari, hanya guru yang pegang."** Ini menghambat praktik dan tidak membangun kebiasaan.
- **"Tambah rak dan laci di setiap sudut."** Tempat bukan masalahnya; kebiasaan dan standar yang kurang.
- **"Label sudah ada, tidak perlu membersihkan."** Rapi dan Resik saling melengkapi; satu tidak menggantikan yang lain.

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menceritakan meja praktik yang penuh barang campur aduk setelah praktik, dengan beberapa usul perbaikan. Gunakan bagian 2 (lima R satu per satu, terutama batas antara Ringkas, Rapi, dan Resik) dan bagian 5 untuk menilai setiap tindakan sendiri-sendiri.

►. Setelah praktik merakit penguat audio (2027), meja kelompok Bima penuh potongan kaki komponen, resistor sisa bercampur dalam satu kotak tanpa label, mata solder hitam berkerak, dan kabel jumper kusut. Pada praktik sebelumnya, kelompok itu menghabiskan 15 menit hanya untuk mencari resistor 4,7 kΩ. Guru meminta kelompok Bima menerapkan 5R sebelum praktik minggu depan.
(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 yang sesuai dengan budaya kerja 5R adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Membuang resistor sisa yang masih baik tetapi nilainya jarang dipakai, agar kotak tidak penuh.
☐ B. Menyimpan resistor sisa di laci kecil yang diberi label nilai resistansinya.
☐ C. Membersihkan mata solder dan meja kerja setelah praktik selesai.
☐ D. Memasukkan kabel-kabel jumper yang kusut ke satu kardus agar meja terlihat kosong.
☐ E. Membuat jadwal piket dan daftar periksa 5R yang diisi setiap akhir praktik.

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

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

Konsep: 5R: Ringkas (memisahkan yang tidak diperlukan), Rapi (menata dan memberi label), Resik (membersihkan), Rawat (mempertahankan dengan standar/jadwal), Rajin (membiasakan). Tujuannya kerja lebih aman, cepat, dan tidak boros.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: Ringkas memang memisahkan yang tidak perlu, tetapi resistor yang masih layak bukan sampah; membuangnya adalah pemborosan. Simpan terpisah atau serahkan ke gudang.
• **Pernyataan 2** ✓ Rapi: barang ditata dan diberi label sehingga mudah ditemukan; masalah mencari resistor 15 menit teratasi.
• **Pernyataan 3** ✓ Resik: alat dan tempat kerja dibersihkan agar siap dipakai.
• **Pernyataan 4** ✗ Meja tampak kosong, tetapi kabel tetap kusut dan sulit dicari; ini bukan menata (Rapi).
• **Pernyataan 5** ✓ Rawat dan Rajin: kondisi yang sudah baik dipertahankan dan dibiasakan.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

Educational Institutions

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk tiap soal, tulis dulu R mana yang sedang dibicarakan, baru nilai tindakannya.

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

1. Hasil audit 5R bengkel servis audio sekolah (2027) mencatat: obeng sering hilang dan baru ketahuan saat dicari; multimeter rusak bercampur dengan multimeter yang baik di satu lemari; lantai penuh potongan kabel; dan bengkel yang rapi setelah kerja bakti kembali berantakan dalam seminggu. Ketua kelas mengusulkan beberapa perbaikan.
(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
Multimeter rusak tetap disimpan bersama yang baik agar tidak hilang, dan ini sesuai prinsip Ringkas.	○	○
Papan gantung bergambar bentuk setiap obeng memudahkan melihat alat yang belum dikembalikan.	○	○
Jadwal piket dan daftar periksa 5R setiap akhir praktik membantu kondisi rapi bertahan.	○	○

2. Bengkel servis milik sekolah (2027) menerima keluhan: dua multimeter dipinjam dan tidak jelas siapa yang membawanya; rak penuh papan pelanggan yang lewat enam bulan tidak diambil; meja kerja kotor oleh sisa timah; dan label laci komponen pudar sehingga sering salah ambil. Ketua bengkel menyusun rencana 5R bersama siswa piket.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang tepat dalam rencana 5R tersebut adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Melabeli ulang laci yang sering dibuka, karena laci lain jarang dipakai.
☐ B. Memisahkan papan pelanggan yang lewat batas pengambilan ke rak khusus berlabel setelah pemiliknya dihubungi.
☐ C. Membersihkan meja secara menyeluruh setiap akhir bulan menjelang audit 5R.
☐ D. Membuat kartu pinjam alat ukur berisi nama peminjam, tanggal, dan tanda kembali.
☐ E. Membersihkan sisa timah dan potongan kaki komponen dari meja setiap selesai bekerja.

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

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

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa Ringkas harus dikerjakan lebih dulu dan mengapa Ringkas tidak berarti membuang semua barang yang jarang dipakai?
- Dapatkah kamu menjelaskan, tanpa melihat buku, mengapa kerja bakti sekali tidak sama dengan Rawat, dan apa yang membuat kondisi rapi bertahan?
- **Yang harus kuingat:** Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin dikerjakan berurutan; barang layak tidak dibuang; Resik rutin; Rawat memakai standar dan daftar periksa.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 1.4: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

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

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Kuis Akhir Bab 1

SMKTEL-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-smktel&node=SMKTEL-KB1

1. Lab PCB SMK "Mitra Teknik" memakai kertas transfer toner (kertas glossy) untuk memindahkan pola jalur ke papan (2027). Dalam sebulan, 9 dari 30 lembar terbuang: 6 lembar karena pola tercetak miring atau ukurannya tidak pas dengan papan, dan 3 lembar karena toner tidak menempel saat disetrika. Pola selama ini langsung dicetak ke kertas glossy tanpa dicoba lebih dulu. Kepala lab ingin mengurangi limbah kertas tanpa menambah anggaran.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Usulan yang paling tepat adalah ....

A. Memakai potongan kertas glossy yang terbuang sebagai alas saat menyetrika papan
B. Mencetak uji pola di kertas biasa, mencocokkannya ke papan, baru mencetak di kertas glossy
C. Menyetrika lebih lama pada suhu tinggi supaya toner lebih kuat menempel pada papan
D. Membeli kertas glossy dalam jumlah besar supaya harga tiap lembarnya menjadi lebih murah
E. Menjual kertas glossy yang terbuang ke pengepul kertas supaya bengkel mendapat penghasilan

2. Pabrik pembuat stopkontak pintar "Sinar Nusa" memiliki lini perakitan dengan tiga mesin pemasang komponen (2027). Setiap pagi Pak Wahyu memeriksa kondisi ketiga mesin itu, melumasi bagian yang bergerak, mengganti nosel yang aus, lalu mencatat jam kerja tiap mesin pada buku perawatan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Jabatan Pak Wahyu yang paling sesuai dengan tugasnya adalah ....

A. Operator perakitan yang menjalankan mesin pada lini produksi
B. Pengendali mutu yang memeriksa hasil produksi stopkontak
C. Teknisi perawatan yang merawat mesin pada lini produksi
D. Teknisi servis purnajual yang memperbaiki barang pelanggan
E. Perancang tata letak PCB yang menggambar jalur papan

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

3. Tim K3 SMK "Karya Utama" memeriksa bengkel elektronika (2027) dan mencatat empat temuan beserta tindakan yang sudah dilakukan.

No	Temuan	Tindakan yang dilakukan
1	Asap flux menumpuk di ruang solder	Memasang penyedot asap di atas meja solder
2	Timah bertimbal dipakai tiap hari	Mengganti dengan timah bebas timbal
3	Potongan kaki komponen melenting ke mata	Menyediakan kacamata pelindung bagi tiap siswa
4	Siswa makan di meja praktik	Menetapkan larangan makan dan menempel rambu

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Urutan tindakan dari pengendalian bahaya yang paling kuat ke yang paling lemah adalah ....

A. 1 – 2 – 3 – 4
B. 2 – 1 – 3 – 4
C. 1 – 4 – 2 – 3
D. 3 – 4 – 1 – 2
E. 2 – 1 – 4 – 3

4. Mesin penggulung kumparan bermotor listrik 220 V di unit produksi SMK terasa menyengat ringan setiap bodi logamnya disentuh (2027). Steker mesin hanya memiliki dua pin tanpa pin ground. Teknisi bengkel sedang berada di sekolah lain, sedangkan pesanan harus selesai besok. Siswa piket yang menemukan masalah itu diminta mengambil tindakan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang paling tepat adalah ....

A. Mencabut steker, memasang tanda "rusak, jangan dipakai", lalu melapor ke guru
B. Memakai sandal karet yang tebal saat mengoperasikan mesin supaya sengatan tidak terasa
C. Membalut bodi logam mesin dengan isolasi plastik lalu melanjutkan pengerjaan pesanan
D. Menyalakan mesin hanya sebentar setiap kali dipakai supaya arus bocor tidak lama
E. Menempel rambu "awas tegangan listrik" pada mesin sambil tetap memakainya untuk pesanan

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

5. Dika PKL di pabrik pembuat modul sensor dan bertugas di stasiun oven reflow (2027). Layar oven menunjukkan suhu zona puncak 252 °C, padahal instruksi kerja (SOP) menetapkan 245 °C ± 5 °C. Supervisor sedang rapat selama satu jam, papan terus masuk ke oven, dan teknisi perawatan berada di ruang sebelah.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan Dika yang sesuai dengan budaya kerja industri adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Menahan papan berikutnya dan segera memberi tahu supervisor atau teknisi perawatan.
☐ B. Menurunkan sendiri setelan suhu oven menjadi 235 °C supaya papan tidak sampai rusak.
☐ C. Mencatat jam kejadian, suhu terbaca, dan nomor lot papan yang sudah melewati oven.
☐ D. Melanjutkan produksi karena selisihnya hanya beberapa derajat dan supervisor rapat.
☐ E. Menandai papan yang sudah melewati oven pada suhu itu agar diperiksa bagian mutu.

6. Unit produksi SMK "Tunas Karya" menerima hibah 25 catu daya komputer yang sudah rusak untuk bahan praktik (2027). Kipas, kabel, dan konektornya masih baik, sedangkan papan rangkaian dan casing logamnya rusak. Penyebab kerusakan tidak dapat dicegah karena barang berasal dari pihak lain. Guru meminta usulan dengan prioritas pengendalian limbah setinggi mungkin yang masih dapat dilakukan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Usulan yang paling tepat adalah ....

A. Melepas kipas, kabel, dan konektor yang baik untuk dipakai ulang pada kit praktik
B. Menyerahkan casing logam ke pengepul agar diolah menjadi bahan logam yang baru
C. Membuang seluruh catu daya ke tempat sampah umum supaya ruang kerja cepat bersih
D. Membakar kabel agar tembaga di dalamnya dapat diambil dan dijual secara terpisah
E. Menyerahkan seluruh unit ke pengolah limbah elektronik berizin tanpa dipilah dahulu

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

7. Saat uji beban di bengkel (2027), siswa piket melihat adaptor 12 V di rak pengujian mengeluarkan asap dan api kecil di sisi atasnya. Adaptor masih tersambung ke kotak kontak di dinding. MCB berada di dekat pintu, sedangkan alat pemadam api ringan (APAR) karbon dioksida (CO_2) tergantung 3 meter dari rak.
(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. Menyiramkan air dari ember ke adaptor yang terbakar agar api cepat padam dan asap hilang.

☐ B. Mematikan MCB atau mencabut steker adaptor lebih dulu bila dapat dijangkau dengan aman.

☐ C. Menyemprotkan APAR CO_2 ke pangkal api, setelah listrik diputus dan dengan jarak yang aman.

☐ D. Menutup adaptor dengan kain lap basah sambil adaptor tetap tersambung ke kotak kontak.

☐ E. Membunyikan alarm dan mengungsi lewat jalur keluar bila api membesar atau asap menebal.

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

8. Siswa kelas XI mengikuti inspeksi stasiun uji rangkaian di bengkel elektronika (2027). Gambar memperlihatkan stasiun itu saat dipakai, dengan lima benda bernomor. Tim inspeksi menilai tindakan perbaikan untuk tiap benda.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Berdasarkan gambar, tindakan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)



1. Kabel probe catu daya: selubung retak, tembaga terlihat
2. Alas kaki siswa: sandal jepit
3. Solder panas: berada di dudukannya
4. Penyedot asap: menyala dan menarik asap flux
5. Tas ransel: diletakkan di jalur jalan

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Benda nomor 4 dimatikan selama siswa menyolder agar meja tidak terlalu berisik.
☐ B. Benda nomor 1 diganti dengan yang selubungnya utuh sebelum catu daya dinyalakan.
☐ C. Benda nomor 3 dilepas dari tempatnya dan diletakkan di meja agar siap dipakai.
☐ D. Benda nomor 2 diganti dengan sepatu tertutup sebelum siswa mulai bekerja di meja.
☐ E. Benda nomor 5 dipindahkan ke tempat tas yang tersedia agar jalur jalan bebas.

9. Di pintu keluar ruang solder SMK "Bakti Persada" terpasang rambu lingkaran berdasar biru bergambar dua tangan di bawah keran (2027). Selesai menyolder dengan timah Sn60/Pb40, Tita ingin langsung ke kantin membeli makan siang. Di meja praktik tersedia tisu basah dan cairan pembersih tangan berbahan alkohol, sedangkan wastafel dengan sabun ada di depan pintu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan Tita yang sesuai dengan rambu tersebut adalah ....

A. Mengelap kedua tangan dengan tisu basah, lalu langsung berjalan ke kantin
B. Mencuci kedua tangan dengan sabun di wastafel, baru berjalan ke kantin
C. Memakai cairan pembersih tangan berbahan alkohol, lalu berjalan ke kantin
D. Memakai sarung tangan karet saat membeli dan memegang makanan di kantin
E. Menunggu tangan kering sendiri karena sisa timah tidak berbahaya bagi tubuh

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

10. Lini perakitan modul pengisi daya "Arus Prima" menolak 70 dari 1.600 papan dalam satu minggu (2027). Catatan penyebab penolakan:

Penyebab penolakan	Jumlah papan
Sambungan solder dingin	38
Resistor salah nilai terpasang	21
Jalur tembaga terkelupas	7
Kaki IC bengkok	4

Solder dingin terjadi karena suhu mata solder berubah-ubah; solder yang dipakai tidak memiliki pengatur suhu. Anggaran minggu ini hanya cukup untuk satu perbaikan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Perbaikan yang paling banyak mengurangi limbah papan dengan menghilangkan penyebabnya adalah ....

A. Melatih operator memegang IC dengan hati-hati supaya kaki komponen tidak bengkok
B. Menambah pemeriksa di ujung lini supaya papan cacat tidak sampai ke pelanggan
C. Memberi label nilai pada setiap gulungan resistor yang ada di meja perakitan
D. Mengganti solder dengan solder berpengatur suhu supaya sambungan dingin tidak terjadi
E. Menjual papan yang ditolak ke pengepul sampah elektronik supaya biaya sebagian kembali

11. Perusahaan sistem alarm rumah "Satria Prima" (2027) memiliki empat bagian kerja: perakitan modul alarm di pabrik, pemasangan alarm di rumah pelanggan, perbaikan alarm pelanggan yang rusak setelah dijual, dan perancangan alarm generasi baru. Rani, siswa PKL, mencatat tugas tiap jabatan untuk laporannya.
(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**
Pekerja di lini produksi yang memeriksa alarm jadi dan menahan lot cacat berjabatan operator perakitan karena ia bekerja di lini produksi.	○	○
Pekerja yang memasang dan menguji alarm di rumah pelanggan berjabatan teknisi instalasi.	○	○
Pekerja yang memperbaiki alarm milik pelanggan yang rusak setelah dijual berjabatan teknisi servis purnajual.	○	○

12. Bengkel servis "Elektro Mandiri" menumpuk lima monitor tabung bekas di halaman belakang tanpa atap (2027). Layar kaca sebagian retak, dan teknisi mengetahui kaca

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

tabung mengandung timbal. Pemilik bengkel ingin menangani monitor itu dengan benar. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*

Penanganan yang paling tepat adalah ....

A. Memecahkan kaca tabung supaya volume limbah mengecil sebelum dibuang ke tempat sampah
B. Menjual monitor ke pengepul barang bekas tanpa memeriksa izin pengepul itu lebih dahulu
C. Menyimpan monitor di ruang kering, mencatatnya, lalu menyerahkan ke pengumpul berizin
D. Membakar bodi plastik monitor supaya kabel tembaga di dalamnya dapat diambil dan dijual
E. Menumpuk monitor di sudut bengkel dan menunggu sampai ada pihak yang mau mengambilnya

13. Petugas K3 memeriksa catatan penanganan limbah lima ruang praktik SMK (2027).

Baris	Limbah	Wadah dan cara simpan	Label
1	Larutan etsa FeCl3 bekas	Kaleng logam bekas cat, tertutup	Nama, simbol korosif, tanggal
2	Lampu hemat energi bekas	Dipatahkan, masuk kantong plastik tertutup	Nama, simbol beracun, tanggal
3	Baterai Li-ion bekas	Satu kardus, bertumpuk, terminal terbuka	Nama, simbol api, tanggal
4	Aki bekas UPS	Tegak di wadah tahan asam, terminal ditutup	Nama, simbol korosif dan beracun, tanggal
5	Kain majun bekas pelarut	Tempat sampah biasa bertutup	Nama saja

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

Hanya satu baris yang penanganannya benar seluruhnya. Baris tersebut adalah ....

A. Baris 1
B. Baris 2
C. Baris 3
D. Baris 4
E. Baris 5

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

14. Unit produksi SMK "Cahaya Negeri" melapisi papan PCB jadi dengan pernis pelindung dari kaleng (2027). Setiap bulan tersisa dua kaleng pernis yang isinya tinggal sedikit, beberapa kuas, dan majun bekas penyeka pernis. Pernis bersifat mudah menyala. Ketua unit menyusun aturan penanganan sisa-sisa itu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Kaleng pernis yang sisanya sedikit ditutup rapat dan disimpan jauh dari panas dan percikan listrik.	○	○
Kaleng, kuas, dan majun bekas pernis diberi label dengan simbol mudah menyala.	○	○
Sisa pernis yang tinggal sedikit dituang ke saluran air supaya kalengnya dapat dibuang sebagai sampah biasa.	○	○

15. Pada tiap praktik, lantai di bawah meja nomor 3 lab SMK "Nusa Cipta" selalu penuh potongan kaki komponen (2027). Siswa piket menyapunya, tetapi esoknya potongan itu muncul lagi karena siswa memotong kaki komponen di atas meja tanpa wadah penampung. Guru meminta piket menerapkan Resik yang tuntas.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan Resik yang paling tuntas adalah ....

A. Menyapu lantai hanya setiap menjelang pemeriksaan 5R oleh kepala sekolah
B. Menyapu setiap selesai praktik dan menaruh wadah penampung potongan di meja
C. Menempel rambu "jaga kebersihan" yang besar di dinding dekat meja nomor 3
D. Memindahkan meja nomor 3 ke sudut yang jarang dilewati oleh para siswa
E. Melarang siswa memotong kaki komponen selama praktik di lab sedang berlangsung

16. Pintu ruang pengisian baterai pelatihan robot di SMK "Kencana Mulia" (2027) dipasangi tiga rambu: segitiga kuning bergambar api, lingkaran merah bercoret bergambar nyala korek api, dan lingkaran biru bergambar sarung tangan tahan panas. Pak Hendra meminta siswa menjelaskan arti rambu itu kepada tamu sekolah.
(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
Segitiga kuning bergambar api memperingatkan bahwa di ruang itu ada bahan yang mudah terbakar.	○	○
Lingkaran biru bergambar sarung tangan berarti tamu yang memakai sarung tangan tahan panas boleh masuk tanpa izin petugas.	○	○
Lingkaran merah bercoret bergambar nyala korek api melarang menyalakan api, termasuk untuk keperluan singkat.	○	○

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

17. Tim 5R SMK "Bina Laksana" akan menata meja praktik elektronika yang berantakan (2027). Mereka mendaftar empat kegiatan:
P. Menempel foto kondisi meja yang benar dan daftar periksa mingguan.
Q. Menyingkirkan alat rusak dan barang yang tidak diperlukan dari meja.
R. Menggambar bentuk setiap alat pada papan alat sebagai tempat tetapnya.
S. Membersihkan meja dan memeriksa kondisi alat.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Urutan kegiatan yang paling tepat adalah ....

A. Q – R – S – P
B. S – Q – R – P
C. R – Q – S – P
D. Q – S – R – P
E. Q – R – P – S

18. Gudang suku cadang unit servis SMK "Tunas Harapan" bermasalah (2027): komponen kedaluwarsa tercampur dengan yang baik, kotak kapasitor dan dioda tidak berlabel sehingga sering tertukar, dan gudang dibersihkan besar-besaran tiap bulan tetapi cepat berantakan lagi. Tim 5R menyusun rencana perbaikan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang sesuai dengan 5R adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Komponen kedaluwarsa dipisahkan dan diberi label merah, lalu dibuang menurut aturan.
☐ B. Kotak kapasitor dan dioda diberi label nilai serta tempat tetap pada rak gudang.
☐ C. Pembersihan besar-besaran dijadwalkan dua kali sebulan agar gudang tidak berantakan.
☐ D. Semua komponen yang jarang dipakai dibuang agar rak gudang menjadi lebih lega.
☐ E. Foto kondisi standar gudang dan daftar periksa dipakai pada pemeriksaan mingguan.

19. Lab elektronika SMK "Satya Wacana" menerapkan 5R pada rak perkakas mulai Januari 2027. Tabel mencatat rata-rata waktu mencari alat tiap praktik:

Kelompok	Sebelum 5R (menit)	Sesudah 5R (menit)
A	14	5
B	12	6
C	16	4
D	10	5

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

Semester berikutnya ada 18 kali praktik, dan tiap praktik diikuti keempat kelompok.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Waktu mencari alat yang dihemat seluruh kelompok selama 18 praktik adalah ....

A. 32 menit
B. 6 jam
C. 15,6 jam
D. 9,6 jam
E. 576 jam

20. Bengkel servis "Teknik Sentosa" menyimpan 25 kg baterai dan aki bekas yang sudah ditata sesuai prosedur (2027). Tiga pihak menawarkan diri mengambilnya: pengepul barang bekas keliling yang mau membayar Rp3.000 per kg, kerabat pemilik yang akan memakainya untuk lampu darurat, dan perusahaan pengumpul limbah B3 yang menunjukkan izin serta menyediakan berita acara serah terima. Pengambilan oleh perusahaan itu tidak dibayar.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Keputusan yang paling tepat adalah ....

A. Menjual ke pengepul keliling karena harga yang ditawarkan paling menguntungkan bengkel
B. Memberikan ke kerabat pemilik karena baterai masih dapat dipakai lagi untuk lampu
C. Membagi limbah ke ketiga pihak itu supaya risiko penanganannya tersebar merata
D. Menyerahkan ke pengepul keliling dengan syarat pembayarannya dicatat di buku bengkel
E. Menyerahkan ke perusahaan berizin dan menyimpan berita acara serah terimanya

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

21. Pintu ruang mesin pemotong laser unit produksi SMK "Garuda Teknik" dipasangi lima rambu bernomor, seperti pada gambar (2027). Pak Yusuf meminta siswa menjelaskan makna rambu itu kepada pengunjung sekolah.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang sesuai dengan makna rambu pada gambar adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)



Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Rambu nomor 2 berlaku bagi pengunjung juga, sehingga kacamata pelindung wajib dipakai sebelum masuk.

☐ B. Rambu nomor 4 menyuruh siapa pun yang melihat api membesar agar masuk dan memadamkannya sendiri.

☐ C. Rambu nomor 1 memperingatkan adanya berkas sinar yang melukai mata, sehingga tidak boleh ditatap.

☐ D. Rambu nomor 3 melarang api terbuka, sehingga pemantik tidak boleh dinyalakan di dalam ruang itu.

☐ E. Rambu nomor 5 menunjukkan letak alat pemadam api ringan yang terdekat dari pintu masuk ruang itu.

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

22. Lab elektronika SMK "Harapan Jaya" akan menyediakan ruang kecil sebagai tempat penyimpanan sementara limbah B3 (2027). Selama ini baterai dan botol cairan bekas ditaruh di lantai dekat pintu masuk lab, tempat siswa lalu-lalang. Guru menyusun aturan penggunaan ruang penyimpanan itu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Aturan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Ruang diletakkan di tempat yang kering, beratap, berventilasi, dan jauh dari sumber panas.
☐ B. Ruang diletakkan di dekat pintu masuk agar mudah diambil dan diawasi oleh para siswa.
☐ C. Limbah disimpan sampai ruang penuh, baru diserahkan, tanpa batas waktu penyimpanan.
☐ D. Ruang dikunci, dan tiap limbah yang masuk atau keluar dicatat jenis, jumlah, dan tanggalnya.
☐ E. Limbah yang saling berbahaya bila bertemu ditempatkan terpisah satu sama lain di ruang itu.

23. Saat menerapkan Ringkas pada laci perkakas bengkel "Mitra Elektronik", siswa menemukan delapan baterai Li-ion bekas yang menggembung, bercampur dengan obeng dan kabel jumper (2027). Mereka juga menemukan sekotak resistor yang masih baik tetapi jarang dipakai.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang tepat untuk kedua jenis barang itu adalah ....

A. Baterai dibuang ke sampah biasa; resistor yang layak disimpan di tempat berlabel
B. Baterai dan resistor sama-sama dibuang karena keduanya jarang terpakai di praktik
C. Baterai dibongkar sendiri untuk diambil selnya; resistor yang layak disimpan berlabel
D. Baterai dipindah ke laci yang lain; resistor dimasukkan ke dalam kotak limbah B3
E. Baterai dipisah dan diserahkan sebagai limbah B3; resistor layak disimpan berlabel

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

24. Lab elektronika SMK "Persada Mulia" sudah memiliki papan alat bergambar, laci berlabel, dan daftar periksa harian (2027). Namun daftar periksa sering dibiarkan kosong, dan siswa melihat guru pembimbing sendiri meninggalkan solder serta catu daya tetap menyala setelah praktik. Kepala lab ingin siswa menjalankan aturan tanpa harus disuruh. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Langkah yang paling tepat adalah ....

A. Membeli papan alat dan laci berlabel baru yang tampilannya jauh lebih menarik
B. Menambah jumlah butir daftar periksa supaya pemeriksaan harian lebih lengkap
C. Guru memberi teladan, disertai pengingat dan penghargaan bagi kelompok tertib
D. Mengadakan kerja bakti membersihkan seluruh lab pada akhir setiap bulan
E. Memberi hukuman membersihkan seluruh lab bagi kelompok yang lupa mengisi daftar

25. Sebuah lemari limbah B3 di SMK "Citra Persada" memiliki tiga rak (2027). Penyimpan menaruh sekaligus: jeriken larutan etsa bekas (korosif), tiga botol IPA bekas yang masih berbau (mudah menyala), delapan baterai Li-ion bekas (mudah menyala bila terhubung singkat), dan satu karton kemasan komponen yang bersih. Guru menilai pengaturan penyimpanan pada rak-rak itu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pengaturan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Jeriken etsa dan botol IPA ditaruh di satu rak supaya semua cairan berada di satu tempat.
☐ B. Baterai Li-ion ditaruh di rak terpisah dari cairan, dengan terminal ditutup isolasi.
☐ C. Botol IPA yang masih berbau tetap ditutup rapat dan ditaruh jauh dari sumber panas.
☐ D. Karton kemasan yang bersih dikeluarkan dari lemari karena bukan termasuk limbah B3.
☐ E. Setiap rak diberi satu label besar "limbah B3" tanpa menuliskan sifat bahaya tiap limbah.

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 · Dunia kerja elektronika dan pengendalian limbah (waste control)	1, 2, 5, 6, 10, 11	___ / 6	Ulangi hlm. 11
Sub bab 1.2 · Prinsip K3LH di bengkel dan makna rambu K3	3, 4, 7, 8, 9, 16, 21	___ / 7	Ulangi hlm. 23
Sub bab 1.3 · Penanganan limbah B3 elektronik	12, 13, 14, 20, 22, 25	___ / 6	Ulangi hlm. 41
Sub bab 1.4 · Budaya kerja 5R di bengkel dan lab	15, 17, 18, 19, 23, 24	___ / 6	Ulangi hlm. 54

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 · Perkakas Tangan, PCB, dan Gambar Teknik

SMKTEL-B2

Setelah mempelajari bab ini, kamu dapat:

- memilih dan memakai perkakas tangan serta teknik menyolder yang benar dan aman
- mengurutkan tahapan pembuatan PCB satu layer dan menelusuri penyebab cacatnya
- mengenali simbol komponen dan rangkaian listrik pada gambar skema
- membaca skema serta tata letak PCB dengan konvensi sambungan yang benar

Peta bab

Sub bab	Judul
2.1	Perkakas tangan dan teknik menyolder
2.2	Pembuatan PCB satu layer
2.3	Simbol komponen dan rangkaian listrik
2.4	Membaca dan membuat gambar skema serta tata letak PCB

Bab 2 di LMS

Buka seluruh latihan bab ini di LMS.

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

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

Sub bab 2.1 · Perkakas tangan dan teknik menyolder

SMKTEL-2.1

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu **menggunakan perkakas tangan sesuai tekniknya**. Bagi teknisi elektronika, artinya memilih perkakas yang benar untuk satu pekerjaan, memakainya dengan cara yang aman, lalu menilai hasilnya. Soal tidak akan bertanya "apa fungsi tang lancip?" secara kosong. Soal akan menceritakan sebuah pekerjaan di bengkel atau unit produksi sekolah: memasang terminal, melepas komponen, memperbaiki sambungan. Kamu diminta **memilih perkakas dan cara kerja yang paling tepat**, atau menilai beberapa pernyataan perkakas mana yang benar. Pengecohnya biasanya alat yang "bisa dipakai" tetapi tidak dirancang untuk pekerjaan itu.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menyebut fungsi obeng, tang potong, tang lancip, tang kombinasi, tang pengupas, tang crimping, pinset, dan penjepit PCB, lalu mencocokkannya dengan pekerjaan;
- mengupas kabel dan memasang terminal dengan perkakas yang dirancang untuk itu;
- menyolder komponen berkaki dengan urutan yang benar dan mengenali sambungan yang baik;
- menentukan penyebab dan perbaikan sambungan yang cacat;
- melepas komponen tanpa merusak komponen maupun jalur papan.

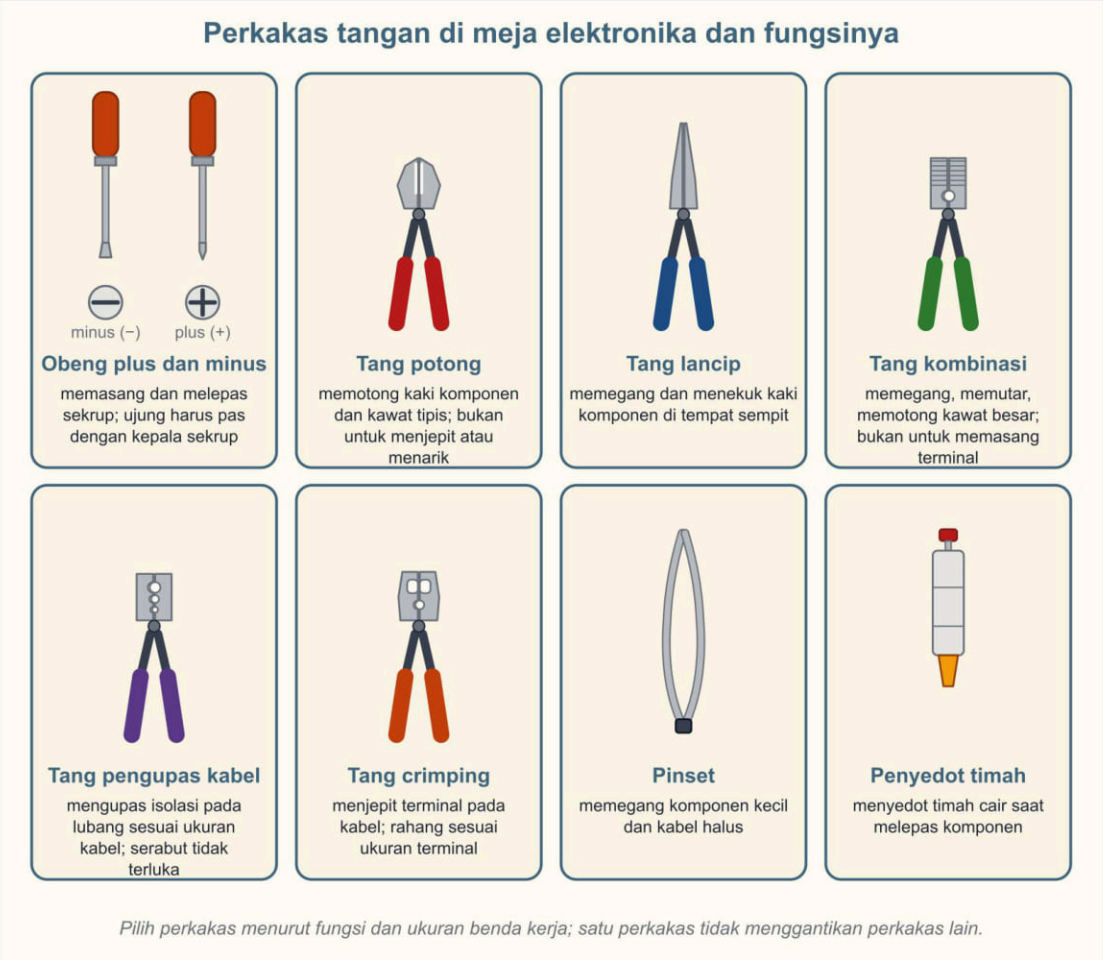
◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Meja kerja teknisi elektronika terlihat sederhana: beberapa tang, obeng, sebuah solder, dan segulung timah. Meskipun begitu, hampir setiap pekerjaan di meja itu punya perkakas yang paling cocok. Memakai perkakas yang salah tidak selalu gagal pada hari itu juga. Sering kali hasilnya baru bermasalah beberapa minggu kemudian, misalnya sambungan yang panas atau lepas sendiri. Karena itu, kamu perlu paham **mengapa** sebuah perkakas dipilih, bukan sekadar menghafal namanya. **Perkakas tangan** adalah perkakas yang digerakkan dan dikendalikan langsung oleh tangan pemakainya, tanpa mesin besar.

1. Perkakas tangan di meja elektronika

Lihat Gambar 2.1. Berikut perkakas yang paling sering kamu jumpai.

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



Gambar 2.1 Perkakas tangan di meja elektronika dan fungsinya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Obeng** dipakai untuk memasang dan melepas sekrup. Obeng **minus** (ujung pipih seperti garis) cocok untuk kepala sekrup dengan satu alur. Obeng **plus** (ujung bersilang) cocok untuk kepala berbentuk tanda tambah. Ujung obeng harus **pas** dengan kepala sekrup, baik jenis maupun ukurannya. Ujung yang terlalu kecil membuat kepala sekrup aus dan alurnya membulat sehingga sekrup tidak bisa dibuka lagi. Obeng bukan pengungkit dan bukan pahat.
- **Tang potong** (*diagonal cutter*) memotong kaki komponen dan kawat tipis. Mata potongnya tajam dan miring, sehingga potongan rapat dengan papan atau sambungan. Tang ini tidak dirancang untuk menjepit atau menarik.
- **Tang lancip** (*long nose*) berujung panjang dan ramping. Ia dipakai untuk memegang dan menekuk kaki komponen, atau menjangkau tempat sempit. Ujungnya halus sehingga tidak merusak badan komponen.
- **Tang kombinasi** berahang lebar dan bergerigi. Ia dipakai untuk memegang, memutar, dan memotong kawat yang lebih besar. Tang ini kuat, tetapi tekanannya tidak terkendali. Ia bukan perkakas untuk memasang terminal.
- **Tang pengupas kabel** (*wire stripper*) memiliki lubang-lubang dengan ukuran berbeda. Lubang yang sesuai ukuran kabel memotong **hanya isolasinya**, sehingga serabut tembaga di dalamnya tidak terluka.

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

- **Tang crimping** memiliki rahang berlekuk yang sesuai ukuran terminal. Ia menjepit terminal pada kabel dengan tekanan merata.
- **Pinset** memegang komponen kecil dan kabel halus, misalnya komponen SMD yang tidak muat di jari.
- **Penjepit PCB** (atau "tangan ketiga") menahan papan atau kabel agar diam saat disolder. Tangan kamu menjadi bebas untuk memegang solder dan timah.
- **Penyedot timah** menyedot timah cair saat komponen dilepas (cara pakainya ada pada bagian 7).

Selain perkakas itu, ada alat bantu yang sering dilupakan. **Pencungkil plastik** (*spudger*) dipakai untuk membuka casing perangkat yang dikunci klip. Karena lebih lunak daripada casing, ia tidak meninggalkan bekas dan tidak mematahkan klip, berbeda dengan obeng minus besar. **Jangka sorong** mengukur diameter kaki komponen sampai sepersepuluh milimeter atau lebih teliti. Penggaris dan meteran gulung hanya teliti sampai 1 mm sehingga tidak cukup untuk benda sekecil kaki komponen. Kegunaan jangka sorong akan terasa saat kamu memilih mata bor pada sub bab 2.2.

2. Prinsip memilih perkakas

Dari daftar di atas muncul tiga pertanyaan yang selalu bisa kamu ajukan sebelum memilih perkakas.

1. **Apa pekerjaan sebenarnya?** Memotong, menjepit, menekuk, mengupas, atau memegang? Setiap kata kerja punya perkakas sendiri.
2. **Apa yang tidak boleh rusak?** Isolasi dan serabut kabel, badan komponen, jalur tembaga, atau casing? Perkakas yang tepat melindungi bagian itu.
3. **Apakah ukuran perkakas sesuai?** Ujung obeng, rahang crimping, lubang pengupas, dan mata solder semuanya punya ukuran. Ukuran yang tidak sesuai menimbulkan kerusakan kecil yang menumpuk.

Contoh: kabel pita (*flexible flat cable*) pada perangkat kecil sangat tipis dan mudah sobek. Konektornya biasanya punya pengunci kecil. Kamu membuka pengunci itu lebih dulu, lalu menarik kabelnya perlahan dengan jari atau pinset. Menjepitnya dengan tang kombinasi sama saja dengan merobeknya.

3. Menyambung kabel: mengupas dan memasang terminal

Hampir semua alat elektronika memakai kabel, dan sambungan kabel adalah salah satu titik yang paling sering bermasalah. Ada dua pekerjaan yang harus rapi: mengupas isolasi dan memasang terminal.

Mengupas isolasi. Pilih lubang pada tang pengupas yang sesuai ukuran kabel, jepit, lalu tarik isolasinya. Hasil yang baik: isolasi terpotong rapi, serabut tembaga utuh dan tidak ada yang putus. Serabut yang putus mengurangi luas penampang penghantar, sehingga bagian itu lebih panas bila dialiri arus. Pisau cutter dan gunting memang bisa memotong isolasi, tetapi kedalaman potongnya sulit diatur sehingga serabut ikut terluka. Membakar isolasi dilarang: asapnya berbahaya dan panasnya merusak tembaga.

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

Terminal adalah penghubung logam yang dipasang pada ujung kabel agar mudah dibaut atau dicolokkan. Bentuk yang umum: **skun cincin** (dibaut penuh pada kutub atau sekrup), **skun garpu** (cukup menjepit di bawah kepala sekrup), dan **ferrule** atau pin (ujung kabel serabut yang dipadatkan sebelum dimasukkan ke terminal sekrup). Ukuran terminal harus sesuai penampang kabel. Terminal berisolasi biasanya memakai warna isolasi untuk menandai rentang ukuran kabel (misalnya merah, biru, dan kuning); rentang pastinya tertera pada kemasan. Ikuti kemasan, karena pabrikan dapat berbeda.

Crimping adalah menjepit terminal pada kabel dengan tang crimping sampai logam terminal dan serabut kabel menyatu rapat. Urutannya:

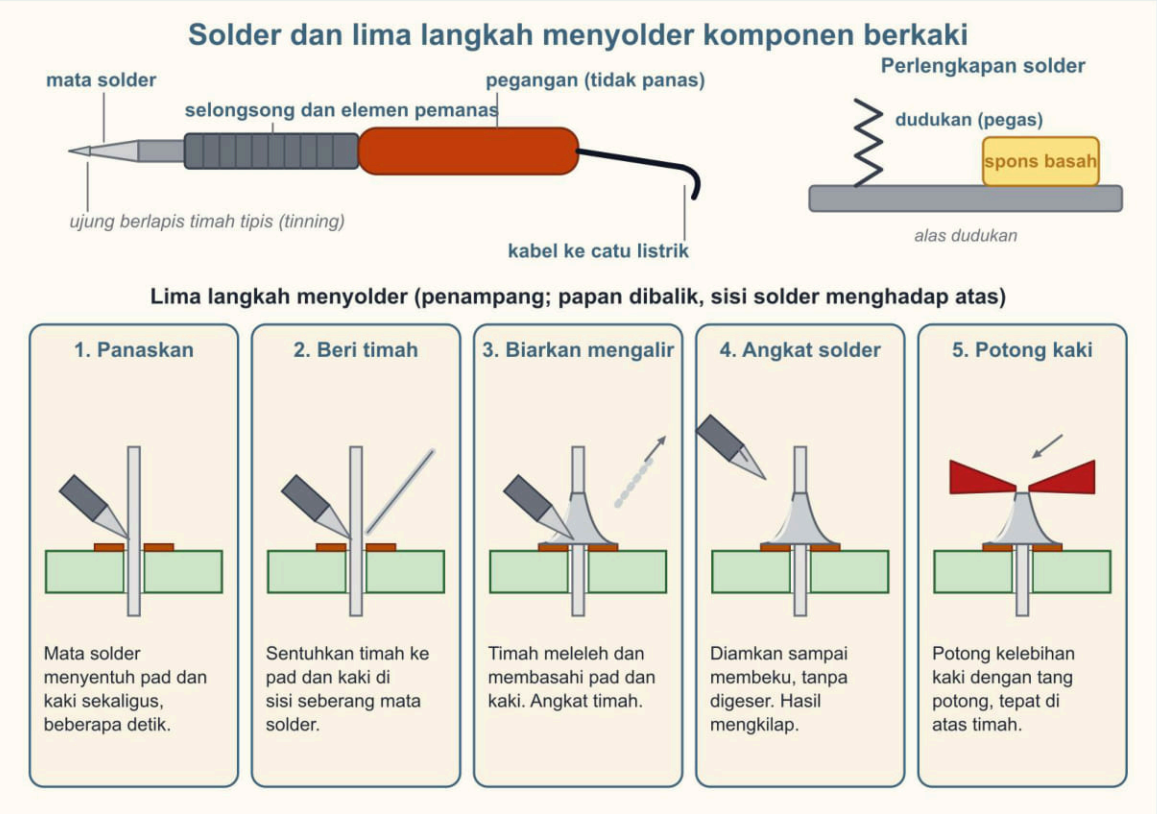
1. Kupas isolasi kabel sepanjang yang dibutuhkan, tanpa melukai serabut.
2. Masukkan ujung kabel ke leher terminal sampai serabut terlihat di ujung yang benar.
3. Pilih lekuk rahang crimping yang sesuai ukuran terminal, lalu jepit sampai rahang mengunci atau tidak bisa menutup lebih jauh.
4. Tarik kabel perlahan untuk menguji. Bila kabel keluar dari terminal, ulangi dengan terminal baru.

Mengapa harus tang crimping? Rahangnya dibuat mengikuti bentuk leher terminal, sehingga tekanannya merata dan sambungan menjadi rapat serta kuat. Tang kombinasi dan tang lancip menjepit di satu titik atau beberapa titik saja. Palu hanya memipihkan terminal. Hasilnya tampak terpasang, padahal sambungannya longgar. Sambungan longgar menghambat aliran arus, menimbulkan panas, dan lama-lama lepas. Terminal crimping sebaiknya dipasang pada kabel tanpa disolder lebih dulu.

4. Peralatan menyolder

Menyolder adalah menyambung dua logam dengan melelehkan logam penyambung (timah) yang titik lelehnya lebih rendah daripada logam yang disambung. Timah mengalir, membasahi permukaan, lalu mengeras menjadi sambungan yang kuat dan menghantarkan listrik. Gambar 2.2 menunjukkan perlengkapan dan urutan kerjanya.

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



Gambar 2.2 Bagian-bagian solder, perlengkapannya, dan lima langkah menyolder komponen berkaki. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Solder (pena solder)**: batang pemanas listrik. Di dalam selongsongnya ada **elemen pemanas** yang memanaskan **mata solder** di ujungnya. Pegangan dibuat dari bahan yang tidak menghantarkan panas dengan baik. Solder berdaya sekitar 25 W sampai 40 W lazim dipakai untuk komponen berkaki dan pad biasa. Benda yang cepat melepas panas, misalnya kabel besar atau pelat logam, membutuhkan solder berdaya lebih besar. Pada **solder station**, suhu bisa diatur dan dijaga stabil.
- **Mata solder** punya bentuk dan ukuran berbeda: runcing untuk titik kecil, pahat untuk permukaan lebih lebar. Pilih yang **sesuai ukuran titik solder**. Mata yang terlalu besar mengalirkan panas berlebih ke komponen dan jalur di sekitarnya, dan itu dapat merusaknya.
- **Timah solder** berupa kawat. Timah klasik adalah paduan timah putih dan timbal. Produk elektronika modern banyak memakai timah **bebas timbal** yang titik lelehnya lebih tinggi, sehingga solder harus lebih panas. Kawat timah biasanya berisi **flux** di bagian dalamnya.
- **Flux** adalah bahan pembersih yang membuang lapisan oksida tipis pada logam saat dipanaskan, sehingga timah mudah mengalir dan menempel. Tanpa flux, timah menggumpal seperti bola kecil dan tidak melekat.
- **Dudukan solder** menyimpan solder panas dengan aman. **Spons basah** atau **kawat kuningan** membersihkan sisa timah dan kotoran dari mata solder.
- **Tinning** adalah melapisi mata solder dengan lapisan tipis timah baru. Mata yang mengilap oleh timah menghantarkan panas lebih baik. Bersihkan mata di spons, lalu lapisi kembali sebelum meletakkannya di dudukan.

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

Perawatan mata solder: jangan diamplas atau dikikis, karena lapisan pelindung di permukaannya ikut terkelupas dan mata menjadi cepat rusak. Cukup usap pada spons basah atau kawat kuningan.

5. Langkah menyolder komponen berkaki

Persiapan: bersihkan pad dan kaki komponen dari debu serta minyak, pasang komponen pada tempatnya, lalu tahan papan dengan penjepit PCB. Pastikan solder sudah panas dan mata solder sudah ditinning. Kemudian ikuti lima langkah pada Gambar 2.2.

1. **Panaskan.** Tempelkan mata solder pada **pad dan kaki sekaligus**, selama beberapa detik. Keduanya harus ikut panas; bila hanya satu yang panas, timah tidak melekat pada yang dingin.
2. **Beri timah.** Sentuhkan ujung timah ke pad dan kaki, di **sisi yang berlawanan dengan mata solder**, bukan ke mata solder. Timah meleleh karena panas dari pad dan kaki.
3. **Biarkan mengalir.** Timah membasahi pad dan menyelimuti kaki. Setelah jumlahnya secukupnya, **angkat timah lebih dulu**.
4. **Angkat solder.** Tarik mata solder, lalu **diamkan sambungan tanpa digerakkan** sampai timah membeku. Sambungan yang digoyang saat membeku akan menjadi kasar.
5. **Potong kaki.** Potong kelebihan kaki dengan tang potong tepat di atas timah. Pakai kacamata, karena potongan kaki dapat terpental.

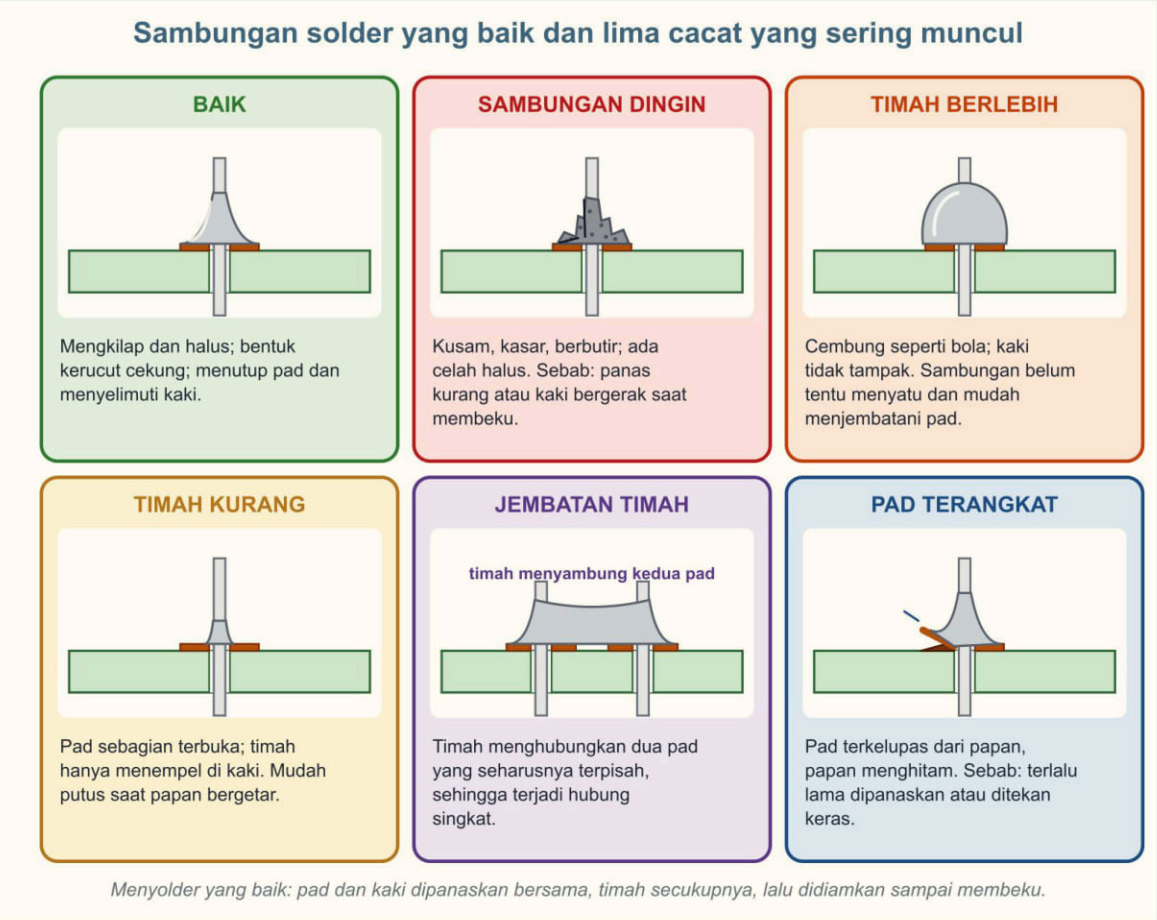
Seluruh langkah memanaskan sebaiknya berlangsung singkat. Panas yang terlalu lama merusak komponen dan membuat pad terkelupas dari papan.

6. Membaca mutu sambungan

Setelah menyolder, lihat dan nilailah hasilnya. Gambar 2.3 memperlihatkan penampang sambungan yang baik dan lima cacat yang paling sering ditemui.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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



Gambar 2.3 Penampang sambungan solder yang baik dan lima cacat yang sering muncul. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Sambungan yang baik mengkilap dan halus. Bentuknya seperti kerucut yang **cekung** (melengkung ke dalam), menutup seluruh pad, dan menyelimuti kaki. Ciri-ciri lain: kaki masih terlihat samar di dalam timah, dan timah menyatu mulus dengan pad.

Cacat yang sering muncul beserta penyebabnya:

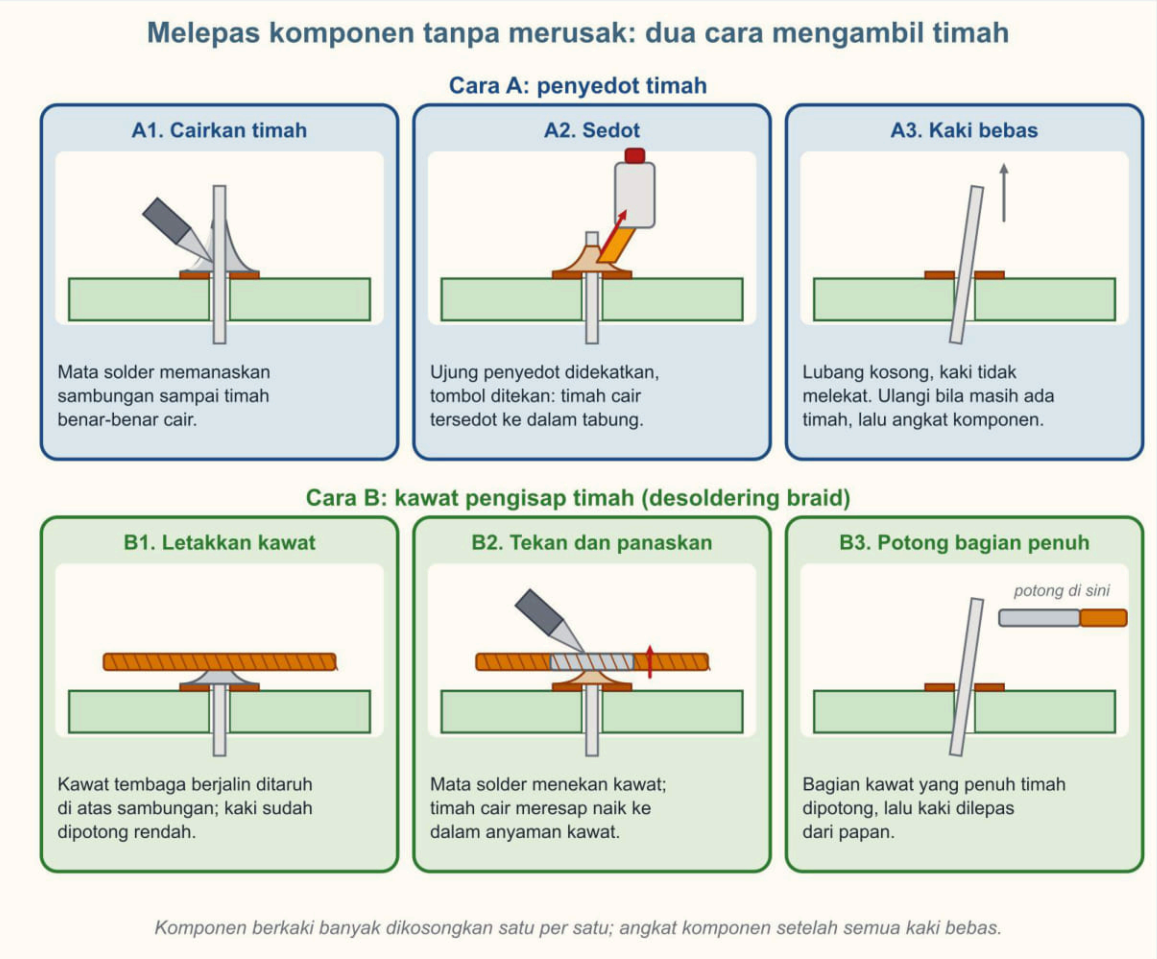
Cacat	Ciri	Penyebab	Perbaikan
Sambungan dingin	kusam, kasar, berbutir, ada celah halus	pad atau kaki kurang panas, atau kaki bergerak saat timah membeku	panaskan lagi dengan sedikit timah baru, lalu diamkan
Timah berlebih	cembung seperti bola, kaki tidak tampak	timah terlalu banyak	ambil kelebihan dengan penyedot atau kawat pengisap
Timah kurang	pad sebagian terbuka	timah terlalu sedikit atau pad tidak ikut panas	tambahkan timah sambil memanaskan pad dan kaki
Jembatan timah	timah menghubungkan dua pad	timah berlebih, pad terlalu rapat	ambil kelebihan timah; periksa dengan multimeter
Pad terangkat	pad terkelupas, papan menghitam	dipanaskan terlalu lama atau ditekan keras	sambungkan dengan kawat tipis; kurangi lama pemanasan

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

Sambungan dingin perlu perhatian khusus karena berbahaya dan tampak seperti sambungan biasa saat pertama dicoba. Alat bisa bekerja sebentar, lalu mati ketika digetok atau memanas. Itu terjadi karena celah halus di dalam sambungan terbuka dan tertutup kembali. Cara memperbaikinya adalah menyolder ulang, bukan menambal. Menyentuhkan timah baru pada sambungan lama tanpa memanaskan pad dan kaki hanya menambah cacat.

7. Melepas komponen (desoldering)

Kadang komponen harus dilepas, misalnya karena rusak atau akan dipakai ulang. Pekerjaan ini disebut **desoldering**. Prinsipnya: **keluarkan timah dari sambungan lebih dulu, baru tarik komponen**. Menarik komponen yang masih tersolder merusak jalur, papan, dan komponen itu sendiri. Gambar 2.4 menunjukkan dua cara mengambil timah.



Gambar 2.4 Dua cara mengambil timah saat melepas komponen. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Penyedot timah.** Cairkan timah dengan solder, dekatkan ujung penyedot (ujungnya tahan panas) pada sambungan, lalu tekan tombolnya. Timah cair tersedot ke dalam tabung. Ulangi bila masih ada timah, sampai kaki bergerak bebas di lubang.
- **Kawat pengisap timah** (*desoldering braid*). Kawat tembaga berjalin ini diletakkan di atas sambungan, lalu ditekan dengan mata solder. Timah cair meresap ke dalam anyaman karena

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

gaya kapiler. Gunting bagian kawat yang sudah penuh timah, lalu ulangi memakai bagian baru.

Komponen berkaki banyak, seperti IC, memerlukan kesabaran. Satu solder tidak mungkin meleburkan semua kaki sekaligus. Kosongkan timah pada kaki-kaki **satu per satu**, lalu angkat IC lurus ke atas dengan pinset atau pencabut IC. Memotong kaki hanya dipilih bila komponen tidak akan dipakai lagi. Mencungkil atau menarik ketika masih ada kaki yang tersolder bisa membuat jalur terkelupas. Pada papan dengan jalur tipis, jangan memanaskan satu titik terlalu lama; beri jeda agar papan dingin.

Untuk komponen SMD kecil, bengkel memakai **solder uap** (*hot air*) yang mengalirkan udara panas. Pembahasannya ada pada sub bab 5.2.

8. Keselamatan dan perawatan perkakas

- Letakkan solder panas hanya di **dudukannya**, tidak di atas meja. Jauhkan kabel catu dari ujung yang panas.
- Pakai **kacamata** saat memotong kaki komponen dan saat menyolder.
- Menyolder menghasilkan asap flux. Kerjakan di tempat berventilasi, dan jangan menghirup asapnya langsung.
- Timah klasik mengandung timbal. **Cuci tangan** setelah menyolder, terutama sebelum makan. Jangan menyentuh wajah dan mulut selama bekerja.
- Pegang obeng dan tang menjauhi tubuh dan tangan yang lain. Jangan mengarahkan ujung potong ke orang lain.
- Setelah selesai, matikan solder, tunggu dingin, lalu simpan. Rapikan perkakas pada tempatnya. Perkakas yang rapi lebih mudah ditemukan dan lebih awet.

Ringkasan: **perkakas dipilih menurut pekerjaan, bahan yang harus dilindungi, dan ukurannya**. Tang crimping untuk terminal, tang pengupas untuk isolasi, tang potong untuk kaki, tang lancip untuk menekuk. Sambungan solder yang baik lahir dari panas yang cukup pada pad dan kaki, timah secukupnya, dan sambungan yang tidak digerakkan saat membeku. Desoldering selalu mengeluarkan timah lebih dulu.

▣ CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Lima pekerjaan, lima perkakas

Unit produksi SMK "Bina Karya" merakit kotak pewaktu untuk pompa kolam. Lima pekerjaan hari ini: (a) menekuk kaki resistor agar sesuai jarak lubang PCB; (b) memotong sisa kaki setelah komponen disolder; (c) mengupas 8 mm isolasi kabel serabut 0,5 mm^2; (d) memasang terminal pada ujung kabel; (e) memasang sekrup kecil penutup kotak. Perkakas tersedia: tang potong, tang lancip, tang pengupas kabel, tang crimping, dan obeng plus berukuran pas. Cocokkan pekerjaan dan perkakasnya. *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

1. Tulis kata kerja tiap pekerjaan: (a) menekuk, (b) memotong, (c) mengupas, (d) memasang terminal dengan menjepit, (e) memutar sekrup.

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

2. Cocokkan dengan Gambar 2.1. Menekuk kaki di tempat sempit memakai tang lancip. Memotong kaki memakai tang potong. Mengupas isolasi tanpa melukai serabut memakai tang pengupas pada lubang yang sesuai ukuran kabel. Menjepit terminal memakai tang crimping. Sekrup kecil diputar dengan obeng yang ujungnya pas dengan kepala sekrup.
3. Periksa bahan yang harus dilindungi: serabut kabel pada (c), isolasi terminal pada (d), alur kepala sekrup pada (e). Setiap perkakas yang dipilih memang melindunginya.

Jawaban: (a) tang lancip, (b) tang potong, (c) tang pengupas kabel, (d) tang crimping, (e) obeng plus yang pas.

Contoh 2 — Menelusuri sambungan dingin

Dewi merakit penguat suara mini. Setelah selesai, suara putus-putus bila papan digetok pelan. Dengan kaca pembesar, ia melihat sambungan jack masukan tampak kusam dan berbutir, dengan celah halus di sekeliling kaki. Sambungan lain mengkilap. Tentukan jenis cacatnya, penyebabnya, dan cara memperbaikinya. *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

1. Cocokkan ciri dengan Gambar 2.3: kusam, berbutir, ada celah halus = **sambungan dingin**.
2. Hubungkan dengan gejala: celah halus membuat sambungan terbuka dan tertutup bila papan bergetar, sehingga suara putus-putus.
3. Cari penyebab: pad atau kaki jack kurang panas, atau jack bergerak saat timah membeku. Kaki jack lebih besar dan menyerap panas lebih banyak daripada kaki resistor, sehingga lebih mudah kurang panas.
4. Perbaiki dengan menyolder ulang: tempelkan mata solder pada pad dan kaki jack, tambahkan sedikit timah baru (flux di dalamnya membantu), tunggu timah mengalir, angkat timah, angkat solder, lalu **diamkan sampai membeku**. Pastikan jack ditahan dan tidak digerakkan.
5. Periksa hasil: mengkilap, kerucut cekung. Uji dengan menggetok papan pelan.

Jawaban: **sambungan dingin**; solder ulang dengan memanaskan pad dan kaki secukupnya serta tidak menggerakkan kaki sampai membeku.

Contoh 3 — Memilih terminal dan alat jepit

Bengkel "Kilat Elektro" mendapat pesanan memasang terminal pada tiga kabel: kabel A 0,75 mm^2, kabel B 2,5 mm^2, dan kabel C 6 mm^2. Kemasan terminal berisolasi di rak memuat tabel berikut (contoh): merah untuk kabel 0,5 sampai 1,5 mm^2, biru untuk 1,5 sampai 2,5 mm^2, kuning untuk 4 sampai 6 mm^2. Di meja ada tang crimping dengan tiga lekuk rahang bertanda warna yang sama. Tentukan terminal dan lekuk rahang untuk tiap kabel. *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif; tabel hanya contoh untuk soal.*

1. Cari rentang yang memuat tiap ukuran kabel. Kabel A, 0,75 mm^2, berada di rentang 0,5 sampai 1,5 mm^2, jadi terminal **merah**.
2. Kabel B, 2,5 mm^2, tepat di batas atas rentang 1,5 sampai 2,5 mm^2, jadi terminal **biru**.
3. Kabel C, 6 mm^2, berada di batas atas rentang 4 sampai 6 mm^2, jadi terminal **kuning**.
4. Pilih lekuk rahang crimping dengan warna yang sama dengan terminal, karena lekuk dibuat untuk ukuran leher terminal itu.

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

5. Setelah crimping, uji tarik pelan pada tiap kabel. Kabel yang terlepas berarti terminal diganti dan dicrimping ulang.

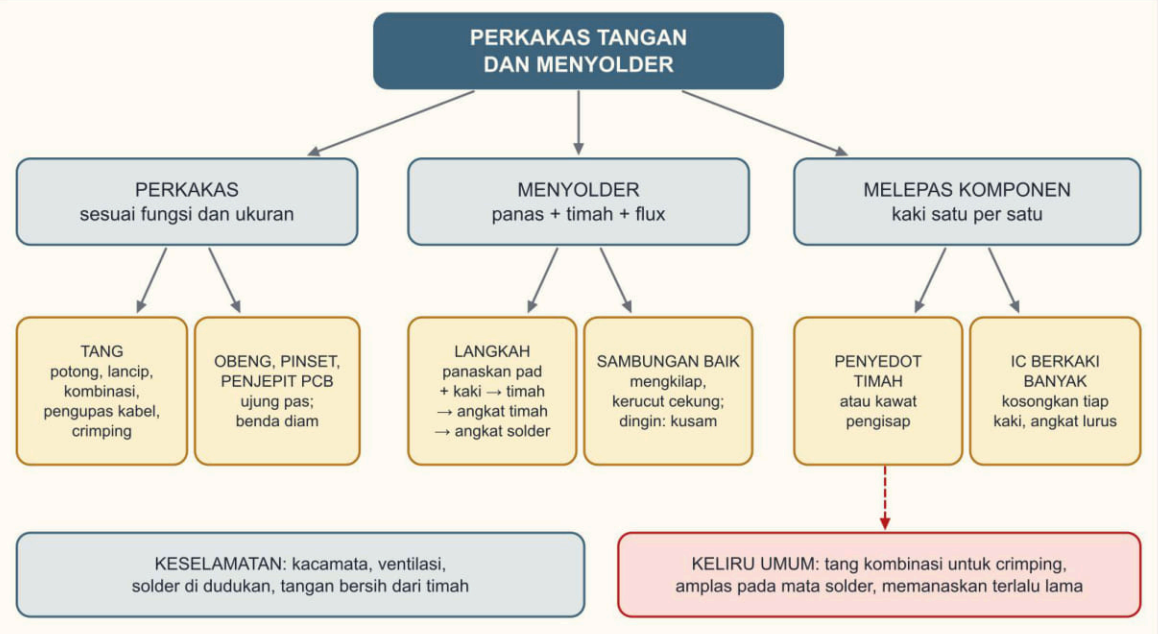
Jawaban: A = terminal merah, B = terminal biru, C = terminal kuning; masing-masing dijepit pada lekuk rahang berwarna sama dengan tang crimping.

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Perkakas dipilih menurut fungsi dan ukuran**: tang potong memotong kaki, tang lancip menekuk dan memegang, tang pengupas mengupas isolasi tanpa melukai serabut, tang crimping memasang terminal, pinset memegang komponen kecil, obeng harus pas dengan sekrup.
- **Terminal dijepit dengan tang crimping** yang rahangnya sesuai ukuran terminal, lalu diuji tarik.
- **Menyolder**: panaskan pad dan kaki sekaligus → beri timah di sisi seberang → angkat timah → angkat solder → diamkan → potong kaki.
- **Sambungan baik**: mengkilap, halus, kerucut cekung. **Sambungan dingin**: kusam, kasar, ada celah.
- **Melepas komponen**: kosongkan timah dengan penyedot atau kawat pengisap, kaki satu per satu, lalu angkat.
- **Keselamatan**: solder di dudukannya, kacamata, ventilasi, cuci tangan.

Gambar 2.5 merangkum semuanya.



Gambar 2.5 Peta konsep perkakas tangan dan teknik menyolder. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal perkakas:

1. **Garis bawahi pekerjaannya** (memotong, menjepit, menekuk, mengupas, melepas) dan **bahan yang tidak boleh rusak**.
2. **Cari perkakas yang dirancang untuk pekerjaan itu**. Alat yang hanya "bisa" dipakai belum tentu tepat.
3. **Uji tiap pilihan dengan dua pertanyaan**: apakah tekanan atau panasnya terkendali, dan apakah bahan di sekitarnya tetap aman?
4. Pada soal yang meminta beberapa jawaban benar, periksa tiap pernyataan **satu per satu**, jangan membandingkannya satu sama lain.

Jebakan khas:

- **Perkakas serbaguna dianggap cukup.** Tang kombinasi, palu, atau tang lancip terlihat kuat, tetapi tekanannya tidak merata, sehingga sambungan terminal tampak terpasang padahal longgar.
- **"Panaskan semuanya sekaligus."** Satu solder tidak dapat melelehkan semua kaki komponen berkaki banyak. Papan dipanaskan lama sehingga jalur terkelupas.
- **Memanaskan lebih lama dianggap lebih aman.** Panas yang terlalu lama merusak pad dan komponen, bukan memperbaiki sambungan.
- **Amplas membersihkan mata solder.** Amplas mengikis lapisan pelindung mata solder; yang dipakai adalah spons basah atau kawat kuningan.
- **Memotong kaki komponen yang masih akan dipakai.** Bila komponen harus dipakai ulang, timahlah yang dikeluarkan, bukan kakinya yang dipotong.
- **Alat pengungkit dipakai untuk membuka perangkat.** Obeng logam besar merusak klip dan casing; gunakan pencungkil plastik.
- **Ukuran diabaikan.** Obeng, rahang crimping, mata solder, dan lubang pengupas semuanya ada ukurannya.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut bercerita tentang pemasangan terminal pada ujung kabel. Beberapa alat di meja tampak bisa menjepit, tetapi hanya satu yang dirancang untuk pekerjaan itu. Pakailah bagian 3 serta Gambar 2.1: tanyakan pada tiap pilihan, "apakah rahangnya dibuat sesuai bentuk dan ukuran terminal?"

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

►. Arif memasang terminal skun cincin pada ujung kabel catu 12 V berukuran 1,5 mm^2 yang akan dibaut ke terminal aki sepeda listrik model buatan kelompoknya (2027). Ukuran terminal skun yang tersedia sudah sesuai dengan kabel. Di meja ada tang kombinasi, tang lancip, tang crimping terminal berisolasi, solder, dan palu kecil.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Cara yang paling tepat untuk memasang terminal skun adalah ....

A. Menjepit leher skun dengan tang kombinasi sekuat tenaga
B. Mengepres leher skun memakai tang crimping sesuai ukuran
C. Memipihkan leher skun di atas meja memakai palu kecil
D. Melilitkan kabel ke cincin skun tanpa dijepit lalu dibaut
E. Menjepit leher skun dengan tang lancip di beberapa titik

Pembahasan **Kunci: B**

Konsep: Tang crimping memiliki rahang sesuai ukuran terminal sehingga tekanan merata dan sambungan rapat. Alat lain menghasilkan sambungan longgar yang dapat panas atau lepas.

Langkah:
1. Kebutuhan: sambungan rapat dan kuat untuk arus catu.
2. Alat yang dirancang untuk itu: tang crimping sesuai ukuran terminal.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: tang kombinasi dapat menjepit, tetapi tekanannya tidak merata dan isolasi terminal dapat sobek.
• **B.** ✓ Rahang crimping sesuai ukuran membuat sambungan rapat dan kuat.
• **C.** ✗ Pukulan palu merusak terminal dan tidak menghasilkan jepitan yang rapat.
• **D.** ✗ Kabel yang hanya dililitkan mudah lepas dan panas di titik sambungan.
• **E.** ✗ Jebakan: titik-titik jepitan tang lancip tampak kuat, tetapi sambungan tidak rapat merata.

Jawaban: B.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk setiap soal, tulis dulu pekerjaan dan bahan yang harus dilindungi, baru pilih jawabannya.

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

1. Tegar akan memindahkan IC DIP 16 kaki dari papan PCB satu layer yang rusak ke papan baru (2027). IC itu masih baik dan harganya mahal, sedangkan jalur tembaga pada papan lama tipis dan mudah terkelupas bila terlalu panas. Di mejanya tersedia solder 40 W, penyedot timah, pinset, obeng minus kecil, tang potong, dan pinset pencabut IC. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Cara yang paling tepat untuk melepas IC tersebut adalah ....

A. Memotong kaki-kaki IC dengan tang potong, lalu mencabut sisa kakinya
B. Memanaskan satu kaki sambil menarik IC dari sisi atas memakai pinset
C. Mencungkil IC dari salah satu sisi memakai obeng minus sampai terangkat
D. Memanaskan kaki-kaki IC bergantian sampai timahnya meleleh bersamaan
E. Menyedot timah setiap kaki, lalu mengangkat IC memakai pinset pencabut

2. Siswa kelas X merakit kit lampu kedip dua LED pada PCB (2027). Pekerjaannya meliputi membentuk kaki resistor, menyolder, merapikan kaki komponen, memperbaiki sambungan yang timahnya berlebih, dan merawat solder. Di meja tersedia tang potong, tang lancip, penyedot timah, kawat pengisap timah, spons solder, amplas, dan penjepit PCB. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Penggunaan perkakas yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Memotong sisa kaki komponen setelah disolder memakai tang potong.
☐ B. Membersihkan mata solder memakai amplas kasar agar timah cepat menempel.
☐ C. Mengambil timah yang berlebih memakai penyedot timah atau kawat pengisap timah.
☐ D. Menekuk kaki resistor memakai tang lancip agar jaraknya sesuai lubang PCB.
☐ E. Menjepit papan memakai penjepit PCB agar tidak bergeser saat disolder.

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

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

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa tang kombinasi, walaupun kuat, bukan perkakas yang tepat untuk memasang terminal pada kabel?
- Dapatkah kamu menyebut lima langkah menyolder dengan urutan yang benar, lalu menjelaskan mengapa timah disentuhkan ke pad dan kaki, bukan ke mata solder?
- **Yang harus kuingat:** perkakas dipilih menurut fungsi dan ukuran; sambungan solder yang baik mengkilap dan berbentuk kerucut cekung; saat melepas komponen, timah dikeluarkan lebih dulu.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 2.1: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktel&node=SMKTEL-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 · Pembuatan PCB satu layer

SMKTEL-2.2

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu **menjelaskan tahapan atau prosedur pembuatan PCB (papan rangkaian tercetak) satu layer**. Soal untuk elemen ini jarang menanyakan istilah. Soal biasanya bercerita tentang seorang siswa yang membuat papan di bengkel sekolah, lalu meminta kamu **mengurutkan tahap**, **menemukan penyebab cacat** (jalur putus, tembaga tidak larut, toner tidak menempel), atau **memilih tindakan perbaikan yang paling tepat**. Soal pada subtopik ini termasuk yang paling sulit di buku ini, karena beberapa pilihan tampak masuk akal tetapi melanggar urutan kerja atau mengabaikan sebab cacat yang sebenarnya.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menyebut bagian-bagian PCB satu layer dan fungsi masing-masing;
- menentukan lebar jalur, jarak antarjalur, ukuran pad, dan penggunaan jumper pada desain satu layer;
- mengurutkan delapan tahap pembuatan PCB metode setrika dan menjelaskan alasan urutannya;
- menentukan penyebab cacat (toner tidak menempel, over-etching, under-etching, jalur menyambung) lalu memilih perbaikannya;
- memilih mata bor yang sesuai dan menerapkan keselamatan kerja dengan larutan etsa.

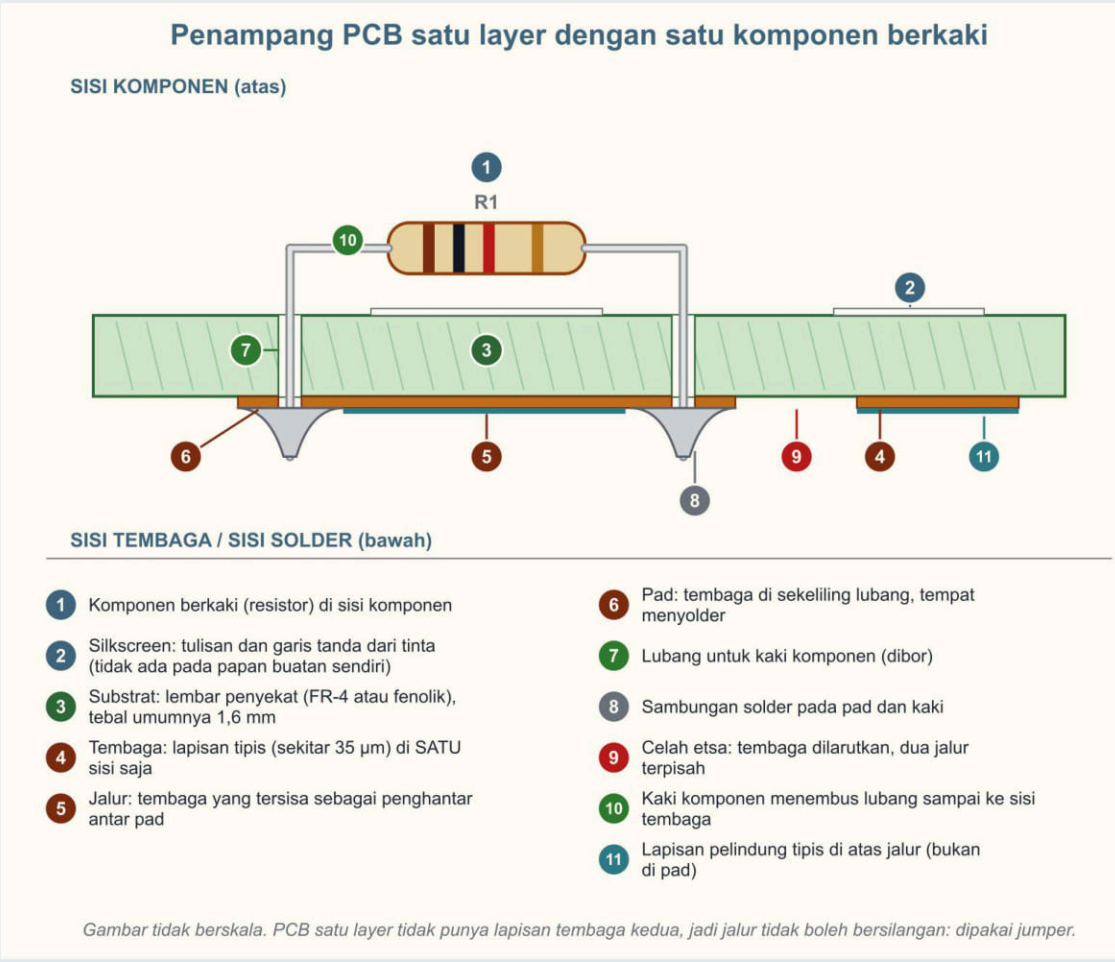
◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Hampir setiap alat elektronika yang kamu pegang memiliki satu atau beberapa papan hijau di dalamnya. Komponen-komponen duduk di atas papan itu dan disambungkan oleh jalur tembaga tipis, bukan oleh kabel yang kusut. Papan itulah **PCB** (*printed circuit board*, papan rangkaian tercetak). Membuat PCB sendiri adalah keterampilan khas teknisi elektronika dan unit produksi sekolah: rangkaian yang sudah berhasil di papan percobaan dipindahkan ke papan yang rapi, awet, dan siap dipakai. Ada dua hal yang kamu pelajari di sini: bagaimana papan itu tersusun, dan urutan kerja membuatnya.

1. Apa itu PCB satu layer dan bagian-bagiannya

PCB satu layer (*single-sided*) adalah papan dengan lapisan tembaga di **satu sisi saja**. Sisi lain kosong dan dipakai untuk memasang komponen. Lihat Gambar 2.6.

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



Gambar 2.6 Penampang PCB satu layer dengan satu komponen berkaki. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Bagian-bagiannya:

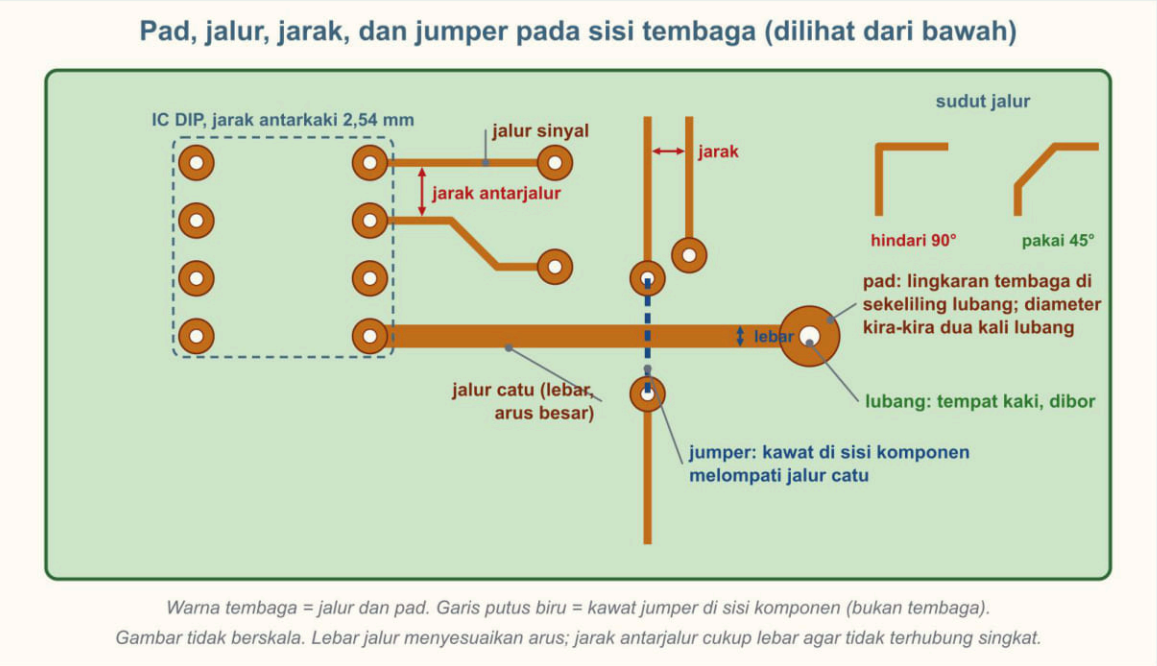
- **Substrat** adalah lembar dasar yang menyekat (tidak menghantarkan listrik) dan menjadi kerangka papan. Bahan yang umum adalah **FR-4** (serat kaca dan resin epoksi, hijau kekuningan, kuat) dan **fenolik** (serat kertas dan resin, lebih murah tetapi lebih rapuh). Tebalnya umumnya 1,6 mm.
- **Lapisan tembaga** menempel pada satu sisi substrat. Tebalnya sangat tipis (sekitar 35 µm pada papan yang umum). Papan yang dijual untuk membuat PCB disebut *copper clad*, papan berlapis tembaga penuh.
- **Jalur** (*track*) adalah tembaga yang tersisa sebagai penghantar antar titik. Semua tembaga selain jalur dan pad dilarutkan.
- **Pad** adalah lingkaran atau bentuk tembaga di sekeliling lubang. Di sinilah kaki komponen disolder.
- **Lubang** dibor pada pad agar kaki komponen berkaki bisa menembus.
- **Silkscreen** adalah tulisan dan garis tanda dari tinta di sisi komponen (misalnya "R1" atau gambar bentuk komponen). Papan produksi pabrik memilikinya, papan buatan sendiri biasanya tidak.
- **Lapisan pelindung** (*solder mask* pada papan pabrik, atau cairan pelindung pada papan buatan sendiri) menutup jalur agar tidak berkarat dan tidak tersambung oleh timah.

Karena tembaga hanya ada di satu sisi, **jalur tidak boleh bersilangan**. Dua jalur yang bersilangan pada lapisan yang sama otomatis menyatu dan menimbulkan hubung singkat. Jalan keluarnya adalah **jumper**, yaitu kawat biasa yang dipasang di sisi komponen untuk melompati jalur lain. Papan **dua layer** punya tembaga di kedua sisi dan **via** (lubang berlapis tembaga yang menyambung kedua sisi), tetapi papan seperti itu tidak dibuat di bengkel sekolah dengan cara setrika. Karena itu, pada desain satu layer kamu tidak memakai via.

2. Merancang jalur: lebar, jarak, pad, dan sudut

Sebelum papan dibuat, rangkaian dari skema dipindahkan ke **tata letak** (*layout*), yaitu gambar letak komponen dan jalur. Pada tata letak satu layer ada beberapa aturan. Gambar 2.7 menunjukkan contohnya.

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



Gambar 2.7 Pad, jalur, jarak antarjalur, dan jumper pada PCB satu layer, dilihat dari sisi tembaga. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **Lebar jalur menyesuaikan arus.** Tembaga memiliki hambatan. Arus yang mengalir menimbulkan panas, dan jalur yang terlalu sempit untuk arusnya akan panas, menipis, bahkan putus. Jalur yang lebih lebar memiliki penampang lebih besar sehingga lebih dingin. Jalur sinyal (arus sangat kecil) boleh tipis. Jalur catu atau jalur ke beban seperti relai dan motor harus **lebih lebar**. Sebagai pedoman praktis untuk papan buatan sendiri: jalur sinyal sekitar 0,3 sampai 0,5 mm, jalur untuk arus sekitar 1 A kira-kira 1 mm, dan sekitar 2 A kira-kira 2 mm. Angka ini sengaja diberi cadangan, karena nilai minimum sebenarnya bergantung pada tebal tembaga dan kenaikan suhu yang dibolehkan. Jalur yang lebih sempit dari sekitar 0,3 mm juga sulit dibuat dengan metode setrika.
2. **Jarak antarjalur cukup lebar.** Sisa tembaga atau tetesan timah mudah menjembatani dua jalur yang terlalu rapat. Beri jarak sedikitnya sekitar 0,3 mm; lebih lebar lebih aman.
3. **Ukuran pad.** Pad dibuat lebih besar daripada lubang, kira-kira dua kali diameter lubang, agar setelah dibor masih tersisa cincin tembaga yang cukup untuk menahan solder. Pad yang terlalu kecil mudah terkelupas saat disolder.
4. **Lubang pad menyesuaikan kaki komponen.** Lubang yang terlalu kecil membuat kaki tidak masuk. Lubang yang terlalu besar membuat sambungan lemah dan boros timah.
5. **Sudut jalur.** Hindari sudut 90° yang tajam dan sudut lancip. Pakai sudut 45° atau lengkungan, karena sudut tajam sulit dibuat rapi dan menyisakan tembaga.
6. **Jalur yang harus menyilang diselesaikan dengan mengubah rute, atau dengan jumper bila rute lain tidak mungkin.**
7. **Cetak skala 1:1.** Hasil cetak dicocokkan dengan komponen sebenarnya (jarak kaki IC, ukuran konektor) sebelum dipindahkan ke papan. Salah ukuran baru ketahuan setelah papan jadi, dan itu terlambat.

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

3. Tahapan pembuatan PCB: delapan langkah

Ada beberapa cara membuat PCB. Di bengkel sekolah yang paling umum adalah **transfer toner dengan setrika**: gambar jalur dicetak dengan toner printer laser, toner itu dipindahkan ke tembaga dengan panas setrika, lalu toner berfungsi sebagai pelindung ketika tembaga yang lain dilarutkan. Lihat Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Delapan tahap membuat PCB satu layer dengan metode setrika. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Tahap 1. Desain dan cetak. Gambar jalur dibuat di komputer, lalu dicetak pada kertas glossy (misalnya kertas foto) dengan printer laser, skala 1:1. Toner yang hitam pekat dan rata akan menjadi pelindung jalur. Gambar harus disiapkan dengan benar arahnya: ketika toner pindah ke papan, gambar menjadi terbalik seperti bayangan cermin. Banyak program desain menyediakan opsi cetak cermin (*mirror*). Cocokkan hasilnya dengan komponen asli sebelum melanjutkan.

Tahap 2. Potong dan bersihkan papan. Potong papan sedikit lebih besar daripada gambar, lalu haluskan tepinya. Amplas permukaan tembaga dengan amplas halus agar bebas oksida, bilas, lalu lap sampai bebas minyak. Setelah bersih, **jangan menyentuh permukaan tembaga dengan jari**: minyak dari kulit membuat toner tidak menempel pada bagian itu.

Tahap 3. Transfer toner. Letakkan kertas dengan sisi toner menghadap tembaga, rekatkan tepinya agar tidak bergeser, lalu setrika dengan panas tinggi tanpa uap. Tekan dan gerakkan setrika merata, termasuk bagian tepi dan tengah, selama beberapa menit. Panas melelehkan toner sehingga menempel pada tembaga. Setelah papan dingin, rendam dalam air supaya kertas melunak, lalu lepas kertas perlahan. Sisa serat kertas yang masih menempel di sela jalur digosok lembut dengan ibu jari atau sikat halus, karena serat itu nanti menghalangi larutan.

Tahap 4. Periksa dan perbaiki jalur. Periksa papan dengan kaca pembesar. Jalur yang tonernya tipis, bolong, atau terkelupas ditutup dengan **spidol permanen**: tintanya menahan larutan sehingga jalur tetap terlindung. Toner yang menyambungkan dua jalur yang seharusnya

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

terpisah dikerik dengan ujung cutter atau jarum.

Tahap 5. Larutkan (etsa). Papan direndam dalam larutan **$FeCl_3$** (feri klorida) yang **hangat**. Larutan hangat bekerja lebih cepat, tetapi jangan dipanaskan sampai mendidih karena menghasilkan uap yang berbahaya dan dapat merusak toner. Gunakan wadah datar dari **plastik atau kaca**, bukan logam. Goyangkan wadah perlahan agar larutan segar selalu menyentuh papan. **Pantau papan secara berkala** dan angkat segera ketika tembaga di sela jalur sudah habis sepenuhnya. Berapa lama? Tidak ada angka pasti: suhu, kepekatan larutan, dan seberapa sering ia dipakai berubah-ubah. Papan teman yang selesai dalam waktu tertentu bukan patokan untuk papanmu. Setelah selesai, bilas dengan air mengalir.

Tahap 6. Bersihkan toner. Sekarang toner sudah tidak dibutuhkan. Buang dengan tiner atau aseton, atau dengan amplas sangat halus, sampai tembaga mengilap tampak di seluruh jalur. Bagian ini harus dikerjakan **setelah** etsa, bukan sebelumnya, karena toner yang dibersihkan lebih dulu membuat jalur ikut larut. Tiner dan aseton mudah terbakar; jauhkan dari api dan kerjakan di tempat berventilasi.

Tahap 7. Bor lubang. Tandai pusat pad dengan penitik atau paku kecil agar mata bor tidak tergelincir. Bor dengan bor mini dan mata bor kecil, tegak lurus, dengan tekanan ringan. Papan dialasi sepotong kayu agar sisi belakang tidak pecah. Pakai kacamata, dan masker bila memungkinkan: debu serat kaca tidak boleh dihirup. Lubang dibor **setelah jalur jadi**; lubang yang sudah ada sebelum transfer membuat toner di sekitar pad tidak menempel rata.

Tahap 8. Lapisi pelindung. Oleskan cairan pelindung yang tipis (misalnya larutan flux atau pernis khusus PCB) pada sisi tembaga. Lapisan ini mencegah tembaga teroksidasi dan berkarat, serta tetap memudahkan penyolderan.

Ringkasan urutan: **cetak → potong dan bersihkan → transfer → periksa dan perbaiki → larutkan → bersihkan toner → bor → lapisi**. Ada logika di balik urutan ini. Toner baru bisa menempel pada tembaga yang bersih, sehingga papan dibersihkan sebelum transfer. Larutan hanya melarutkan tembaga yang tidak tertutup toner, sehingga toner harus ada dan utuh sebelum dan selama etsa. Toner dibuang setelah etsa karena tugasnya sudah selesai. Lubang dibor setelah jalur jadi supaya pad tidak rusak.

4. Mata bor dan cara memilih ukurannya

Diameter lubang harus sedikit lebih besar daripada kaki komponen. Pegangan umum: diameter lubang sekitar 0,2 sampai 0,3 mm lebih besar daripada diameter kaki. Pilih mata bor yang tersedia dengan ukuran paling dekat ke atas dari nilai itu. Jangan memilih yang lebih kecil, karena kaki tidak akan masuk dan kamu terpaksa memperlebar lubang sambil merusak pad.

Untuk itu kamu perlu tahu diameter kaki dengan teliti. **Jangka sorong** mengukur sampai sepersepuluh milimeter atau lebih teliti. **Penggaris dan meteran** hanya teliti sampai 1 mm, sehingga tidak bisa membedakan kaki berdiameter 0,6 mm dan 0,9 mm. Menaksir dari gambar katalog atau mencoba mata bor satu per satu pada papan jadi sama-sama keliru: yang pertama tidak menunjukkan ukuran sebenarnya, yang kedua dapat membuat lubang terlalu besar dan merusak pad.

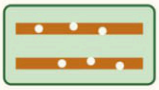
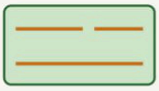
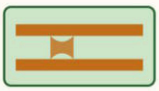
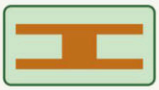
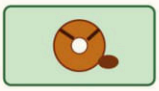
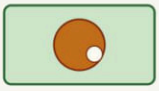
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Mata bor PCB biasanya terbuat dari karbida: sangat keras tetapi rapuh. Mata bor patah bila dibor miring atau ditekan keras.

5. Cacat umum dan cara memperbaikinya

Papan buatan sendiri jarang sempurna pada percobaan pertama. Kuncinya adalah mengenali gejala, menemukan penyebabnya, lalu memperbaiki penyebab itu, bukan hanya menambal gejalanya. Gambar 2.9 merangkum enam cacat yang paling sering muncul.

Cacat pembuatan PCB, penyebab, dan tindakannya

Tampak	Gejala	Penyebab	Tindakan
	**Toner tidak menempel** jalur bolong-bolong atau tepi toner robek	tembaga kotor atau berminyak; setrika kurang panas, kurang menekan, atau terlalu singkat	bersihkan lalu ulangi transfer; celah kecil ditutup spidol permanen sebelum etsa
	**Over-etching** jalur menipis, tepinya terkikis, bahkan putus	papan terlalu lama di larutan; larutan terlalu panas atau pekat	periksa berkala dan angkat saat sela jalur bersih; jalur putus disambung timah atau kawat tipis
	**Under-etching** sisa tembaga di sela jalur sehingga jalur menyambung	larutan lemah atau dingin, tidak digoyang, sisa serat kertas masih menempel	gosok sisa kertas, rendam lagi sebentar; sisa tipis dikerik, lalu uji dengan multimeter
	**Jalur menyambung (jembatan toner)** dua jalur atau pad yang berdekatan menyatu	toner melebar karena setrika terlalu panas atau ditekan keras; jarak terlalu rapat	kerik toner sebelum etsa; setelah etsa kerik tembaga dengan cutter; uji kontinuitas
	**Pad terkelupas** pad lepas dari papan, papan menghitam	menyolder atau memanaskan terlalu lama; pad terlalu kecil	pasang kawat tipis dari kaki ke jalur; perbesar pad pada desain berikutnya
	**Lubang meleset** lubang menyentuh tepi pad, cincin tembaga tipis	bor miring atau tanpa titik pusat; mata bor goyang	tandai titik pusat; bor tegak lurus; bor kecil dulu pada pad yang sempit

Papan diperiksa dengan kaca pembesar dan dites kontinuitasnya dengan multimeter sebelum komponen dipasang.

Gambar 2.9 Cacat pembuatan PCB, penyebab, dan tindakannya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Beberapa hal perlu kamu pahami lebih dalam.

Toner tidak menempel. Toner hanya menempel pada tembaga yang bersih dan cukup panas. Penyebabnya: permukaan berminyak (misalnya terpegang jari), setrika kurang panas, kurang menekan, atau terlalu sebentar. Jalur yang tonernya bolong akan ikut larut. Bila bolongnya kecil, tutup dengan spidol permanen sebelum etsa. Bila banyak, ulangi dari pembersihan papan.

Over-etching (pelarutan berlebih). Larutan bekerja dari semua sisi tembaga yang terbuka, termasuk tepi jalur yang berada tepat di bawah toner. Bila papan dibiarkan terlalu lama, larutan mengikis tepi itu dari samping. Jalur menipis dan akhirnya putus walaupun tonernya masih utuh. Gejala ini membuktikan bahwa masalahnya bukan pada transfer, melainkan pada waktu rendam. Pencegahan: pantau papan dan angkat begitu sela jalur bersih. Jalur yang telanjur putus dapat disambung dengan sedikit timah atau kawat tipis, lalu diuji dengan multimeter.

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

Under-etching (pelarutan kurang). Tembaga di sela jalur belum habis, sehingga dua jalur tetap tersambung. Penyebabnya: larutan sudah lemah karena sering dipakai atau dingin, papan tidak digoyang, atau ada penghalang seperti **sisa serat kertas** yang menutupi tembaga. Perbaikan tergantung penyebab. Bila ada penghalang, angkat papan, gosok penghalang itu, lalu larutkan lagi. Memperpanjang waktu tanpa menyingkirkan penghalang tidak menolong, dan jalur lain malah terkikis berlebihan. Bila larutan lemah, ganti atau tambah larutan baru.

Jalur menyambung sebelum etsa. Toner melebar bila setrika terlalu panas atau ditekan terlalu keras, dan jalur yang terlalu rapat akan menyatu. Kerik toner yang menyambung (tahap 4). Bila baru ketahuan setelah etsa, kerik tembaga di antara jalur dengan cutter, lalu uji kontinuitas.

Pad terkelupas terjadi saat menyolder, bukan saat membuat papan: panas terlalu lama atau pad terlalu kecil. **Lubang meleset** terjadi bila pengeboran tidak dimulai dari titik pusat.

Perhatikan satu pola: setiap perbaikan di atas menyasar **penyebab**. Menutup bercak dengan spidol hanya cocok untuk tembaga yang seharusnya tetap ada, bukan untuk tembaga yang seharusnya hilang.

6. Keselamatan kerja dengan larutan etsa

Larutan **$FeCl_3$** bersifat korosif dan mengiritasi kulit dan mata, serta meninggalkan noda cokelat yang sulit dihilangkan.

- Pakai **sarung tangan karet, kacamata, dan celemek**.
- Kerjakan di **tempat berventilasi**. Jangan menghirup uapnya.
- Gunakan **wadah dan penjepit dari plastik atau kaca**. Logam akan berkarat dan bereaksi dengan larutan.
- Jangan membuang larutan bekas ke saluran air atau tanah. Larutan bekas mengandung tembaga terlarut dan termasuk **limbah B3**: simpan dalam wadah tertutup yang diberi label, lalu serahkan ke pengumpul berizin (lihat sub bab 1.3).
- Bila larutan mengenai kulit atau mata, bilas dengan air mengalir yang banyak, lalu lapor ke guru.
- Tiner dan aseton mudah terbakar. Setrika panas dapat menyebabkan luka bakar: letakkan di dudukannya dan jangan ditinggal menyala.

> **Pengayaan.** $FeCl_3$ melarutkan tembaga lewat reaksi kimia: tembaga memberikan elektronnya kepada ion besi(III), sehingga tembaga menjadi ion tembaga dan larutan makin lemah setiap kali dipakai. Itu sebabnya larutan yang sering dipakai bekerja makin lambat. Selain setrika, ada metode lain: **fotoresist** (papan berlapis bahan peka cahaya yang disinari lampu UV melalui film gambar jalur), **penggilingan CNC** (mesin menggerus tembaga), dan menulis jalur langsung dengan spidol untuk papan sederhana. Pabrik memakai metode fotoresist berskala besar. Untuk TKA, metode setrika adalah yang diuji.

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

▣ CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Menyusun urutan dari catatan acak

Kelompok Bima di unit produksi SMK membuat papan lampu otomatis dan menulis sembilan pekerjaan secara acak: (a) mengebor lubang kaki komponen; (b) mencetak gambar jalur pada kertas glossy dengan printer laser; (c) menutup celah kecil pada jalur memakai spidol permanen; (d) melarutkan papan dalam $FeCl_3$ hangat; (e) menyetrika kertas hasil cetak ke papan; (f) mengamplas dan mengelap papan sampai bebas minyak; (g) memotong papan sesuai ukuran gambar; (h) membersihkan toner dari jalur; (i) mengoles cairan pelindung pada tembaga. Susunlah urutan yang benar. *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

1. Cari pekerjaan yang tidak punya prasyarat: mencetak gambar (b) adalah awal.
2. Papan disiapkan sebelum menerima toner: potong (g), lalu amplas dan lap (f). Pemotongan sebelum pembersihan, karena potongan menghasilkan debu dan tepi kasar.
3. Toner dipindahkan (e). Ia membutuhkan papan yang bersih dan gambar yang sudah dicetak.
4. Sebelum dilarutkan, periksa dan perbaiki jalur dengan spidol (c). Perbaikan harus sebelum etsa, karena setelah tembaga hilang, celah tidak bisa ditambal.
5. Larutkan (d). Toner dan spidol melindungi jalur selama tahap ini.
6. Setelah jalur terbentuk, toner dibersihkan (h).
7. Lubang dibor (a) setelah jalur jadi, lalu tembaga dilapisi (i).

Jawaban: **b – g – f – e – c – d – h – a – i**.

Contoh 2 — Diagnosis tiga papan

Guru membagikan tiga papan hasil siswa. Papan A: setelah satu jam, tembaga di sela jalur masih tersisa di seluruh papan dan jalur tampak menyatu; larutan $FeCl_3$ sudah dipakai berulang kali dan terasa dingin. Papan B: toner melebar sehingga dua jalur yang berjarak rapat tampak menyatu sebelum etsa; setrika yang dipakai sangat panas dan ditekan kuat. Papan C: setelah dibor, beberapa lubang menyentuh tepi pad dan cincin tembaganya sangat tipis. Tentukan jenis cacat dan tindakan untuk masing-masing. *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

1. Papan A: sisa tembaga di sela jalur di seluruh papan = **under-etching**. Penyebabnya terlihat dari keterangan: larutan lemah karena sering dipakai dan dingin. Tindakan: ganti atau tambah larutan, hangatkan sedikit, rendam lagi sambil digoyang dan dipantau.
2. Papan B: dua jalur menyatu sebelum etsa = **toner melebar (jembatan toner)**. Penyebab: panas dan tekanan setrika berlebihan, serta jarak jalur terlalu rapat. Tindakan: kerik toner di antara jalur sebelum etsa, dan pada transfer berikutnya kurangi panas dan tekanan serta perlebar jarak pada desain.
3. Papan C: lubang meleset dari pusat pad. Penyebab: pengeboran tanpa titik pusat atau bor miring. Tindakan: tandai pusat pad dengan penitik, bor tegak lurus, dan mulai dengan mata bor yang lebih kecil pada pad yang sempit.

Jawaban: A = under-etching (larutan lemah dan dingin → ganti larutan dan rendam lagi); B = jembatan toner (setrika terlalu panas dan ditekan keras → kerik toner, kurangi panas); C = lubang meleset (tanpa titik pusat → tandai pusat dan bor tegak lurus).

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

Contoh 3 — Memilih mata bor

Bengkel "Elektro Mandiri" menyiapkan papan untuk kit pengisi daya. Jangka sorong menunjukkan diameter kaki: kapasitor elektrolit 0,5 mm, resistor 0,6 mm, dan dioda penyearah 0,9 mm. Mata bor yang tersedia: 0,7 mm; 0,8 mm; 1,0 mm; 1,2 mm. Pilih mata bor untuk tiap kaki dengan pedoman diameter lubang sekitar 0,2 sampai 0,3 mm lebih besar daripada kaki, dan pilih ukuran terdekat ke atas. *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

1. Tentukan diameter lubang minimal: kaki + 0,2 mm. Kapasitor: 0,5 + 0,2 = 0,7 mm. Resistor: 0,6 + 0,2 = 0,8 mm. Dioda: 0,9 + 0,2 = 1,1 mm.
2. Pilih ukuran yang tersedia, terdekat ke atas dari nilai minimal. Untuk 0,7 mm tersedia 0,7 mm. Untuk 0,8 mm tersedia 0,8 mm. Untuk 1,1 mm yang terdekat ke atas adalah 1,2 mm (1,0 mm terlalu kecil: kaki 0,9 mm hanya punya selisih 0,1 mm dan sulit masuk).
3. Periksa batas atas: lubang tidak boleh lebih dari sekitar 0,3 mm di atas kaki. Kapasitor: 0,7 − 0,5 = 0,2 mm. Resistor: 0,8 − 0,6 = 0,2 mm. Dioda: 1,2 − 0,9 = 0,3 mm. Semuanya memenuhi.

Jawaban: kapasitor elektrolit **0,7 mm**, resistor **0,8 mm**, dioda penyearah **1,2 mm**.

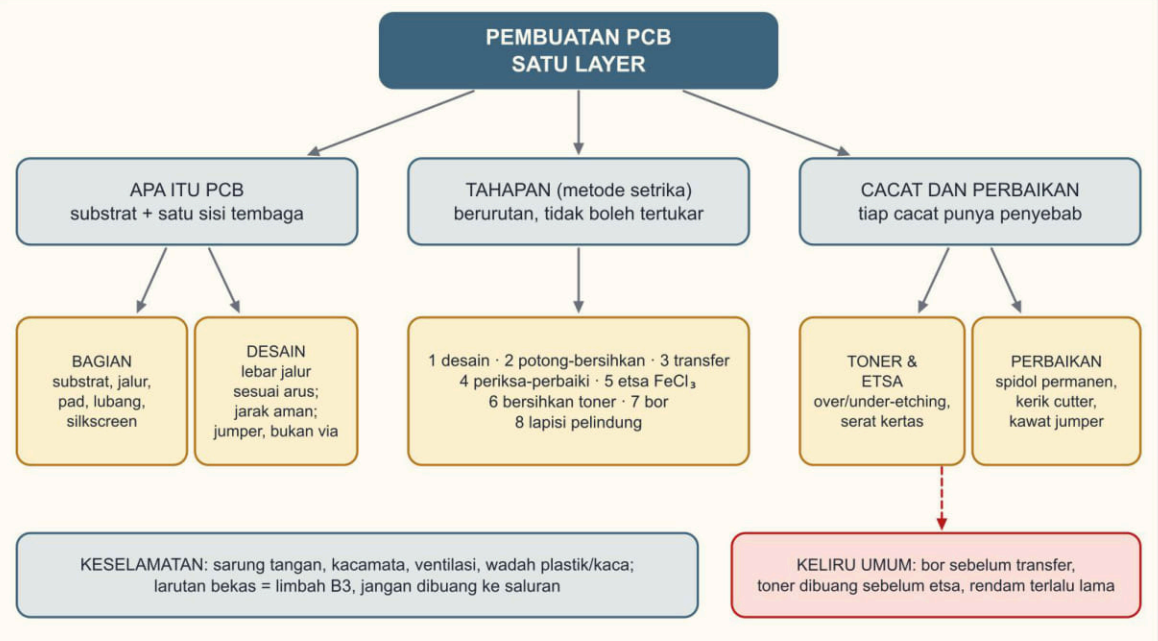
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **PCB satu layer** = substrat penyekat + tembaga di **satu sisi**. Bagiannya: jalur, pad, lubang, silkscreen, lapisan pelindung. Jalur tidak boleh bersilangan: pakai **jumper**, bukan via.
- **Lebar jalur menyesuaikan arus** (arus besar → jalur lebar); jarak antarjalur cukup lebar; pad lebih besar daripada lubang; cetak skala 1:1.
- **Delapan tahap**: cetak → potong dan bersihkan → transfer toner → periksa dan perbaiki (spidol) → larutkan ($FeCl_3$ hangat, digoyang, dipantau) → bersihkan toner → bor → lapisi pelindung.
- **Cacat**: toner tidak menempel (tembaga kotor), over-etching (terlalu lama), under-etching (larutan lemah atau ada penghalang), jalur menyambung (toner melebar).
- **Mata bor** sedikit lebih besar dari kaki; ukur kaki dengan **jangka sorong**.
- **Keselamatan**: sarung tangan, kacamata, ventilasi, wadah plastik atau kaca; larutan bekas = limbah B3.

Gambar 2.10 merangkum semuanya.



Gambar 2.10 Peta konsep pembuatan PCB satu layer. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal urutan tahap:

1. **Tentukan awal dan akhir.** Awalnya selalu pembuatan gambar dan persiapan papan; akhirnya pelapisan pelindung.
2. **Cari hubungan "butuh hasil tahap lain".** Etsa butuh toner yang sudah menempel. Pembuangan toner butuh etsa yang sudah selesai. Pengeboran butuh jalur yang sudah jadi.
3. **Uji urutan dengan satu pertanyaan:** "Apakah tahap ini bisa dikerjakan bila tahap sebelumnya belum ada?" Bila tidak, urutan salah.

Langkah menjawab soal diagnosis cacat:

1. **Baca bukti pada soal**: apakah toner masih utuh? Apakah tembaga sisa ada di sela jalur atau jalurnya menipis? Berapa lama papan direndam?
2. **Tentukan tahap yang bermasalah** dari bukti itu (transfer, etsa, atau pengeboran).
3. **Pilih tindakan yang menyasar penyebab**, bukan yang hanya memperbaiki penampilan.

Jebakan khas:

- **Urutan yang tampak memudahkan.** Mengebor sebelum transfer atau membersihkan toner sebelum etsa tampak praktis, tetapi merusak tahap yang sedang menunggu.
- **Waktu etsa dianggap angka tetap.** Waktu bergantung pada suhu, kepekatan larutan, dan goyangan, sehingga angka dari pengalaman orang lain hanya perkiraan. Pantau papanmu sendiri.
- **Larutan dipanaskan sampai mendidih "agar cepat".** Hangat boleh, mendidih berbahaya dan merusak toner.
- **Memperlama rendam untuk tembaga yang tidak larut.** Bila ada penghalang, lama waktu tidak menolong; singkirkan penghalangnya.
- **Memperbaiki sesuatu yang bukan penyebabnya.** Tindakan yang bagus pada tahap lain (misalnya mengubah desain atau mengulang transfer) tidak menolong bila bukti pada soal menunjuk ke tahap yang berbeda.
- **Via pada papan satu layer.** Satu layer tidak punya lapisan kedua; jalur yang tidak muat diselesaikan dengan jumper.
- **Jalur arus besar dibuat sama tipis dengan jalur sinyal "agar seragam".** Jalur arus besar harus lebih lebar.
- **Mengukur kaki dengan alat yang kurang teliti** (penggaris, meteran). Pakai jangka sorong.

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

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut meminta kamu menyusun urutan tahap pembuatan PCB dari catatan yang tertulis acak. Pakailah bagian 3 dan Gambar 2.8: untuk tiap tahap, tanyakan apa yang harus sudah ada sebelum tahap itu dikerjakan.

►. Tina sudah menyelesaikan desain dan mencetak gambar jalur PCB satu layer pada kertas glossy (2027). Tahap berikutnya ia tulis acak di buku kerja: (1) melarutkan papan dalam FeCl3, (2) mengebor lubang kaki komponen, (3) mentransfer toner ke papan dengan setrika, (4) membersihkan toner dengan tiner, (5) mengamplas dan membersihkan papan tembaga, (6) melapisi jalur dengan cairan pelindung.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Urutan tahapan yang tepat adalah ....

A. 3 – 5 – 1 – 4 – 2 – 6
B. 5 – 2 – 3 – 1 – 4 – 6
C. 5 – 3 – 4 – 1 – 2 – 6
D. 5 – 1 – 3 – 4 – 2 – 6
E. 5 – 3 – 1 – 4 – 2 – 6

Pembahasan **Kunci: E**

Konsep: Tahapan PCB metode setrika: papan dibersihkan → toner ditransfer → papan dilarutkan (toner melindungi jalur) → toner dibersihkan → lubang dibor → jalur dilapisi pelindung.

Langkah:
1. Papan dibersihkan sebelum transfer agar toner menempel (5 → 3).
2. Pelarutan memerlukan toner sebagai pelindung jalur (3 → 1), lalu toner dibersihkan (4).
3. Lubang dibor setelah jalur jadi (2), lalu dilapisi (6).

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Mengamplas setelah transfer akan menghapus toner yang sudah menempel.
• **B.** ✗ Jebakan: mengebor sebelum transfer tampak memudahkan, tetapi toner tidak menempel rata di sekitar lubang dan pad mudah rusak.
• **C.** ✗ Toner dibersihkan sebelum pelarutan sehingga jalur ikut larut.
• **D.** ✗ Papan dilarutkan sebelum ada toner sehingga seluruh tembaga larut.
• **E.** ✓ Bersihkan → transfer → larutkan → bersihkan toner → bor → lapisi.

Jawaban: E.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk setiap soal, tulis dulu bukti pada soal dan tahap yang bermasalah, baru pilih jawabannya.

1. Lala membuat PCB satu layer dengan metode setrika (transfer toner) untuk modul sensor (2027). Setelah dilarutkan, beberapa jalur berlubang di bagian yang tonernya tidak menempel; Lala ingat permukaan tembaga sempat terpegang jari dan tidak dibersihkan. Larutan FeCl3 yang dipakai dingin karena disimpan di ruang ber-AC sehingga pelarutan

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

berlangsung lambat. Lala akan membuat ulang papan itu besok.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang tepat untuk pembuatan ulang papan tersebut adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Mengamplas halus permukaan tembaga lalu membersihkannya sampai bebas minyak sebelum transfer toner.
☐ B. Mengebor lubang-lubang kaki komponen sebelum transfer toner agar lubangnya tepat di tengah pad.
☐ C. Menutup bagian jalur yang tonernya tipis dengan spidol permanen sebelum papan dilarutkan.
☐ D. Memanaskan larutan FeCl3 sampai mendidih agar pelarutan berlangsung lebih cepat.
☐ E. Membersihkan toner dari jalur setelah pelarutan selesai, lalu mengebor lubang kaki komponen.

2. Rani membuat PCB satu layer untuk sensor kelembapan dengan metode setrika (2027). Saat diperiksa guru, toner masih utuh menutupi jalur, tetapi tepi tembaga di bawah toner terkikis sehingga jalur kecil menipis dan dua jalur putus. Rani merendam papan dalam FeCl3 selama 60 menit tanpa memeriksanya karena ditinggal istirahat; papan teman dengan larutan yang sama selesai dalam 20 menit.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang paling tepat untuk papan berikutnya adalah ....

A. Memeriksa papan berkala dan mengangkatnya begitu sela jalur bersih
B. Merendam tepat 20 menit seperti papan teman tanpa perlu memeriksa
C. Memperlebar jalur-jalur pada desain menjadi dua kali ukuran semula
D. Menyetrika dua kali pada suhu lebih tinggi agar toner lebih tebal
E. Merendam papan tanpa digoyang agar larutan tidak mengikis jalur

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

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

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa toner harus dibersihkan setelah etsa, bukan sebelumnya, dan mengapa lubang dibor setelah jalur jadi?
- Bila jalur papanmu menipis dan putus padahal toner masih utuh, tahap mana yang bermasalah dan apa yang kamu ubah pada papan berikutnya?
- **Yang harus kuingat:** PCB satu layer dibuat dengan urutan tetap dan jalur tidak boleh bersilangan; setiap cacat punya penyebab, dan perbaikan harus menyasar penyebabnya.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 2.2: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

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

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Sub bab 2.3 · Simbol komponen dan rangkaian listrik

SMKTEL-2.3

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu **mengenali simbol komponen dan rangkaian listrik** serta membaca gambar skema sederhana. Batasan kisi-kisi menyebut simbol dasar yang umum dan skema yang sederhana. Soal jarang menanyakan nama simbol satu per satu. Yang lebih sering muncul adalah sebuah skema atau daftar ciri simbol, lalu kamu diminta **menentukan jenis komponen dari gambarnya**, **menemukan catatan yang keliru**, atau **menelusuri jalur arus**. Pengecoh yang paling sering dipasang adalah dua simbol yang mirip: panah emitor ke luar atau ke dalam, dioda biasa atau zener, LED atau dioda penyearah, sekering atau resistor, kumparan relai atau kontaknya.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menyebut nama, fungsi, dan kode huruf simbol sumber, komponen pasif, semikonduktor, sakelar, relai, sekering, dan beban;
- membedakan simbol yang mirip dengan memakai satu ciri pembeda yang pasti;
- menentukan jenis transistor (NPN atau PNP) dan arah dioda dari gambar;
- menjelaskan perbedaan simbol gaya IEC dan ANSI;
- menelusuri jalur arus dari kutub positif sumber sampai ke ground pada skema sederhana.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Teknisi di mana pun di dunia membaca gambar rangkaian yang sama, walaupun mereka tidak berbahasa sama. Itu mungkin karena komponen digambar dengan **simbol**, yaitu gambar sederhana yang disepakati bersama. Simbol tidak menunjukkan bentuk asli komponen. Resistor asli berbentuk tabung kecil berpita warna, tetapi di gambar ia hanya persegi panjang. Dengan simbol, seluruh rangkaian dapat digambar singkat di selembar kertas. Gambar itulah yang disebut **skema** atau **diagram rangkaian**: gambar yang menunjukkan komponen apa saja yang dipakai dan bagaimana semuanya dihubungkan. Sub bab berikutnya membahas cara membaca dan membuat skema. Di sini kamu belajar "huruf-hurufnya" dulu, yaitu simbol.

Dua standar dipakai secara luas. **IEC** (*International Electrotechnical Commission*) dipakai di Eropa dan banyak negara lain. **ANSI** adalah gaya Amerika. Keduanya sebagian besar sama, tetapi berbeda jelas pada resistor: IEC memakai persegi panjang, ANSI memakai garis zigzag. Buku ini memakai gaya IEC dan menyebut varian ANSI bila ada. Di Indonesia, buku lama dan banyak skema dari internet memakai zigzag. Kamu harus dapat membaca keduanya.

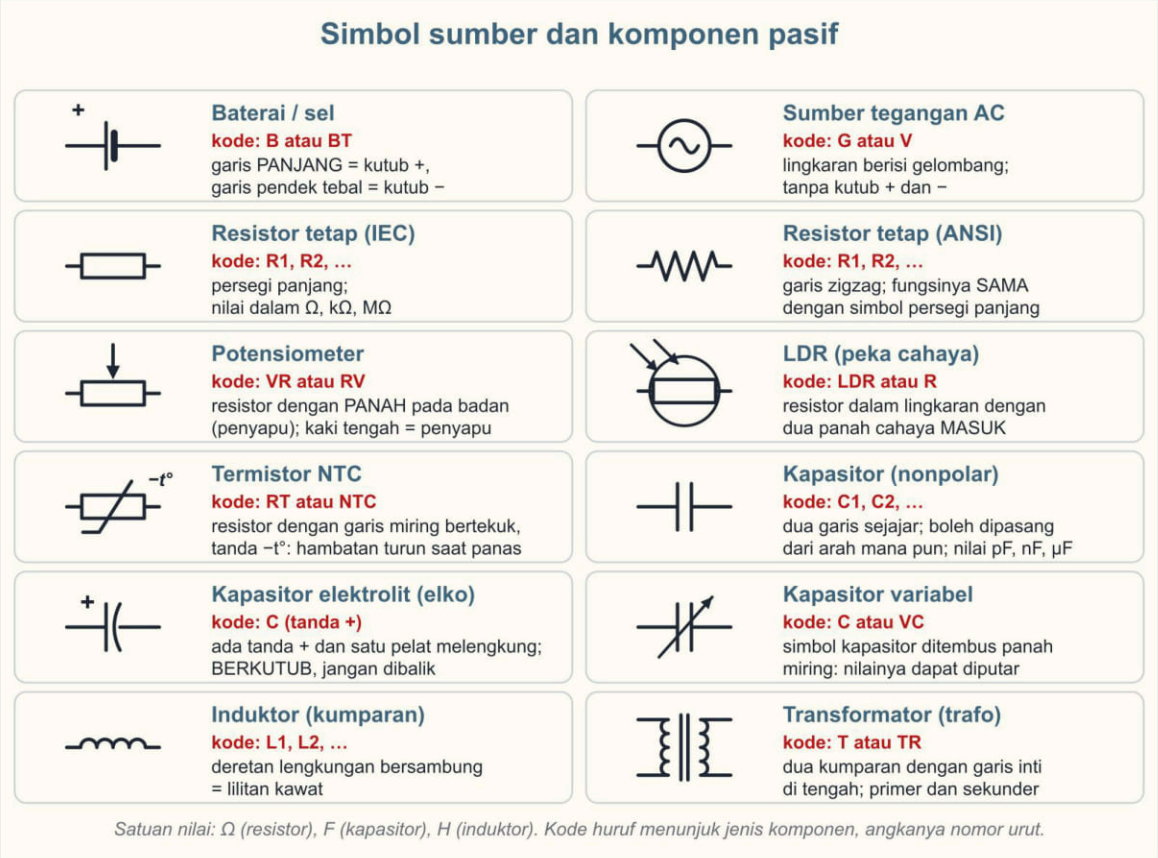
1. Kode huruf dan nomor komponen

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

Setiap simbol di skema diberi **kode** agar dapat dirujuk: huruf yang menunjukkan jenis, lalu angka urut. Resistor pertama diberi kode R1, kedua R2, dan seterusnya. Kapasitor memakai C, induktor L, dioda dan LED memakai D, transistor memakai Q (sebagian gambar memakai T), sakelar S, sekering F, relai K, lampu H, motor M, pengeras suara LS, konektor J, dan IC memakai U. Di dekat kode biasanya ditulis **nilai**, misalnya 330 Ω atau 100 nF. Dengan kode dan nilai, daftar komponen yang akan dibeli dapat disusun tanpa melihat bentuk aslinya.

2. Sumber dan komponen pasif

Lihat Gambar 2.11. **Komponen pasif** adalah komponen yang tidak menguatkan atau menghasilkan energi sendiri: resistor, kapasitor, dan induktor.



Gambar 2.11 Simbol sumber dan komponen pasif beserta kode dan ciri pembedanya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

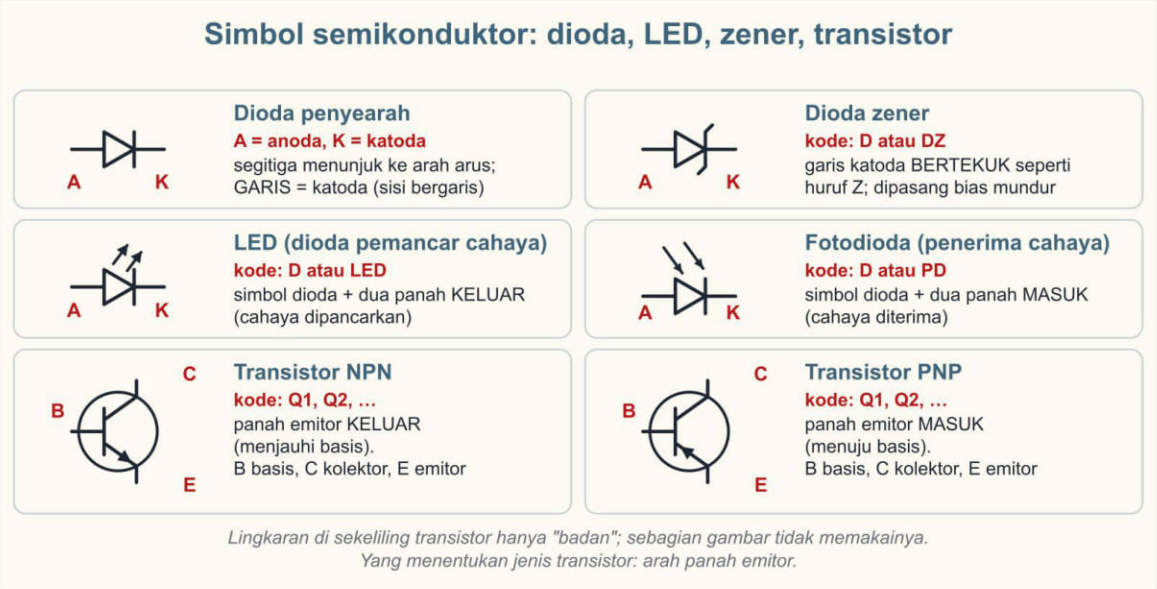
- **Baterai** (sel) digambar dengan sepasang garis sejajar: garis **panjang** adalah kutub positif (+), garis **pendek yang lebih tebal** adalah kutub negatif (−). Beberapa pasang garis berarti beberapa sel dirangkai. **Sumber AC** digambar sebagai lingkaran berisi tanda gelombang dan tidak punya kutub tetap.
- **Resistor** menghambat arus. Simbolnya persegi panjang (IEC) atau zigzag (ANSI). Nilainya dalam ohm (Ω).
- **Potensiometer** adalah resistor yang nilainya dapat diputar. Simbolnya resistor yang ditunjuk **panah** dari samping. Kaki tengah (penyapu) mengambil tegangan dari sebagian hambatan. Resistor yang hanya berubah nilainya (dua kaki, misalnya trimpot) digambar sebagai resistor yang ditembus panah miring.

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

- **LDR** (*light dependent resistor*) adalah resistor peka cahaya: makin terang, makin kecil hambatannya. Simbolnya resistor dalam lingkaran dengan dua panah cahaya yang **masuk**. Bila LDR dipasang seri dengan resistor lain, tegangan di titik pertemuannya berubah mengikuti terang gelap; susunan ini disebut pembagi tegangan dan dibahas pada sub bab 3.4.
- **NTC** (*negative temperature coefficient*) adalah termistor yang hambatannya turun saat suhu naik. Simbolnya resistor dengan garis miring bertekuk dan tanda −t°. Pasangannya, PTC, hambatannya naik saat suhu naik. Varistor (resistor peka tegangan) juga digambar dengan garis miring bertekuk, tetapi tandanya huruf U, bukan t°.
- **Kapasitor** menyimpan muatan listrik. Simbolnya dua garis sejajar. Kapasitor biasa boleh dipasang dari arah mana pun. **Kapasitor elektrolit (elko)** memiliki kutub: simbolnya memakai tanda + dan satu pelat melengkung. Di badan elko, strip pada sisi tertentu menandai kaki negatif. Kaki yang tertukar dapat merusak elko. **Kapasitor variabel** digambar dengan panah miring yang menembus simbolnya, misalnya untuk menala radio.
- **Induktor** adalah lilitan kawat dan digambar sebagai lengkungan bersambung. **Transformator (trafo)** punya dua kumparan yang dipisah garis inti. Kumparan yang menerima daya disebut primer, yang mengeluarkan daya disebut sekunder. Trafo hanya bekerja pada tegangan bolak-balik.

3. Semikonduktor: dioda, LED, zener, transistor

Lihat Gambar 2.12. **Semikonduktor** adalah bahan yang sifat hantarannya dapat diatur. Komponen dari bahan ini, seperti dioda dan transistor, disebut komponen aktif.



Gambar 2.12 Simbol dioda, zener, LED, fotodioda, serta transistor NPN dan PNP. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Dioda meneruskan arus ke satu arah saja. Kaki masuk disebut **anoda** (A), kaki keluar **katoda** (K). Simbolnya segitiga dan satu garis. **Segitiga menunjuk ke arah arus**, dan **garis menandai katoda**. Pada dioda nyata, ujung yang bergaris atau berpita di badan adalah katoda. Pada tegangan maju, dioda silikon menghantar bila anoda sekitar 0,7 V lebih positif daripada katoda.

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

Bila dipasang terbalik, arus tidak mengalir.

Beberapa dioda khusus punya simbol turunan dari simbol dasar itu:

- **Dioda zener** punya garis katoda yang **bertekuk** seperti huruf Z. Zener dipakai sebagai penahan tegangan. Ia dipasang **bias mundur**, yaitu katoda ke sisi positif, sehingga tegangannya tertahan pada nilai zener (misalnya 5,1 V). Bila dipasang bias maju, ia berperilaku seperti dioda biasa.
- **LED** (*light emitting diode*) adalah dioda yang memancarkan cahaya. Simbolnya dioda dengan dua panah yang **keluar**. Pada LED nyata, kaki yang lebih panjang adalah anoda, dan sisi datar pada badan menandai katoda. Papan PCB sering menggambar sisi datar yang sama pada tanda di permukaannya agar LED tidak terbalik. LED hampir selalu dipasang seri dengan resistor pembatas arus.
- **Fotodioda** adalah dioda yang menerima cahaya. Panahnya **masuk**.

Cara mengingat panah: panah yang keluar berarti memancarkan cahaya (LED), panah yang masuk berarti menerima cahaya (fotodioda atau LDR).

Transistor punya tiga kaki: **basis** (B), **kolektor** (C), dan **emitor** (E). Arus kecil pada basis mengatur arus besar antara kolektor dan emitor, sehingga transistor dapat bekerja sebagai sakelar atau penguat. Ada dua jenis, dan **hanya panah emitor** yang membedakannya pada gambar:

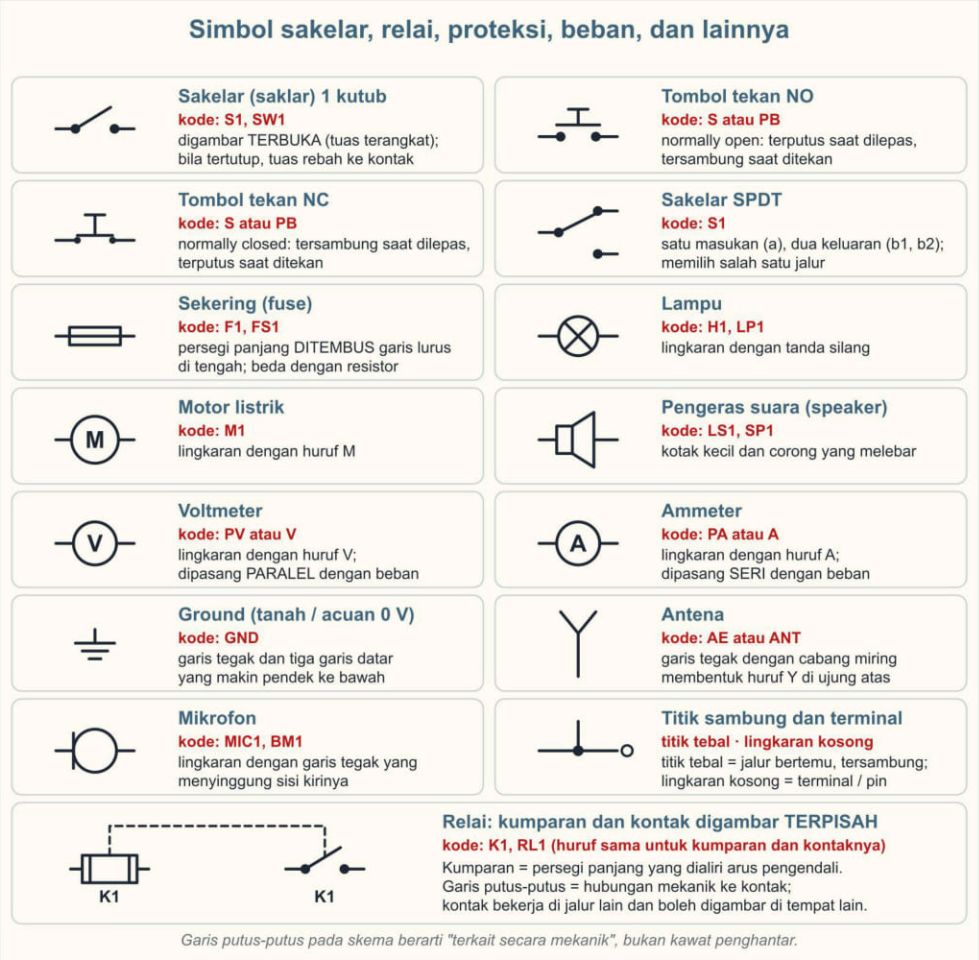
- **NPN**: panah emitor **keluar** (menjauhi basis). Transistor menghantar bila basis kira-kira 0,7 V lebih positif daripada emitor. Biasanya emitor dihubungkan ke ground.
- **PNP**: panah emitor **masuk** (menuju basis). Transistor menghantar bila basis lebih negatif daripada emitor. Biasanya emitor dihubungkan ke sisi positif.

Panah emitor selalu menunjukkan arah arus konvensional pada kaki emitor itu: keluar dari emitor pada NPN, masuk ke emitor pada PNP. Lingkaran di sekeliling transistor hanya penanda badan dan sebagian gambar tidak memakainya.

4. Sakelar, relai, sekering, dan beban

Lihat Gambar 2.13. **Beban** adalah komponen yang memakai energi untuk melakukan kerja, seperti lampu, motor, dan pengeras suara.

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



Gambar 2.13 Simbol sakelar, tombol, sekering, relai, beban, alat ukur, ground, antena, mikrofon, dan titik sambung. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Sakelar** (saklar) memutus atau menyambung jalur. Pada gambar ia biasanya dilukis dalam keadaan **terbuka**: tuas terangkat dan tidak menyentuh kontak. Sakelar yang satu kutub dan satu jalur disebut SPST (*single pole single throw*). **SPDT** punya satu masukan dan dua keluaran sehingga dapat memilih salah satu jalur.
- **Tombol tekan** kembali sendiri ke posisi semula bila dilepas. **NO** (*normally open*) terbuka saat dilepas dan tersambung hanya saat ditekan. **NC** (*normally closed*) tersambung saat dilepas dan terputus saat ditekan. Pada gambar, NO dilukis dengan batang kontak yang tidak menyentuh, NC dengan batang kontak yang menyentuh.
- **Sekering** memutus jalur bila arus melebihi nilainya, sehingga melindungi rangkaian. Simbolnya persegi panjang yang **ditembus garis lurus** di tengahnya. Sekilas mirip resistor, tetapi garis di tengah itulah pembedanya. Sekering dipasang **seri** pada jalur positif, dekat sumber.
- **Relai** adalah sakelar yang digerakkan listrik. Ia punya **kumparan** (simbol persegi panjang) dan satu atau lebih **kontak** (simbol sakelar). Bila kumparan dialiri arus, ia menjadi magnet dan menarik kontak sehingga kontak berpindah posisi. Di skema, kumparan dan kontak boleh digambar **di tempat berbeda** dan diberi kode sama, misalnya K1, atau dihubungkan garis putus-putus. Garis putus-putus berarti hubungan mekanik, bukan kawat. Jadi kumparan dan kontak adalah dua simbol yang berbeda, dan arus yang melewati kumparan

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

bukan arus yang melewati kontak. Dengan relai, arus kecil dapat mengendalikan beban berarus besar yang rangkaiannya terpisah. Saat arus kumparan diputus, kumparan melepaskan lonjakan tegangan yang dapat merusak transistor penggeraknya. Karena itu kumparan biasanya dipasangi dioda yang dipasang paralel, dengan katoda ke sisi positif, sebagai pelindung.

- **Lampu** digambar sebagai lingkaran bersilang, **motor** lingkaran berhuruf M, **pengeras suara** sebagai kotak kecil dengan corong. **Voltmeter** (lingkaran V) dipasang **paralel** dengan komponen yang diukur, **ammeter** (lingkaran A) dipasang **seri**.
- **Ground** digambar sebagai garis tegak dan tiga garis datar yang makin pendek. Ia menandai titik acuan 0 V. Semua simbol ground pada satu skema menunjuk ke titik yang sama.
- **Antena** digambar sebagai garis tegak dengan cabang miring di ujung atas (huruf Y), dan **mikrofon** sebagai lingkaran dengan garis tegak yang menyinggung salah satu sisinya.

5. Membedakan simbol yang mirip

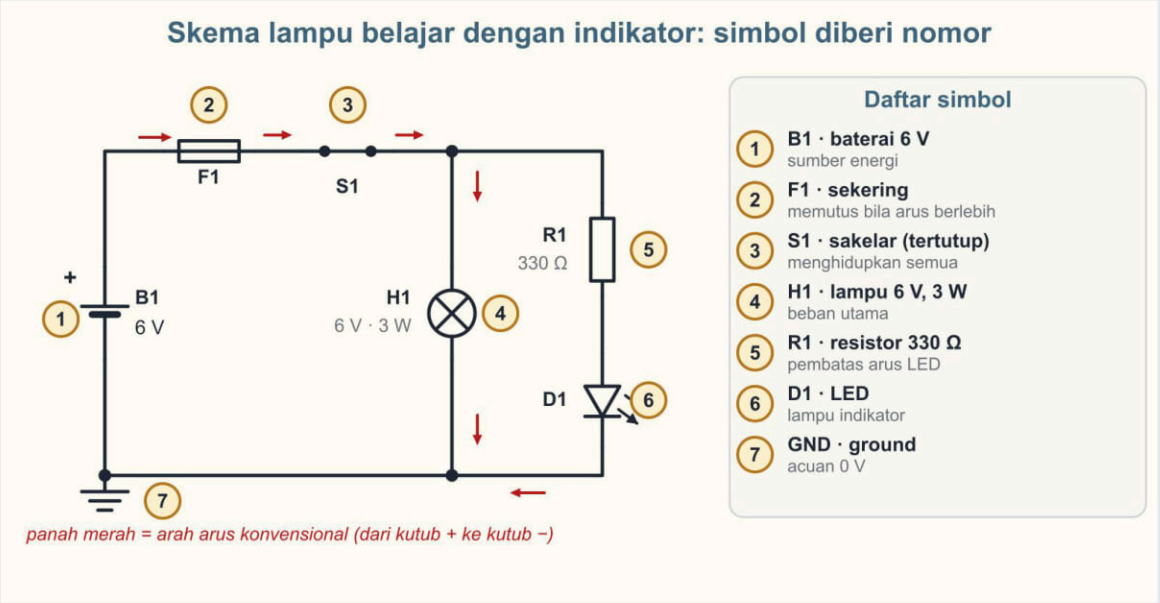
Soal sering memasang dua simbol yang hampir sama. Kuncinya adalah mengingat **satu ciri pembeda** untuk tiap pasangan.

Yang mirip	Ciri pembeda
Dioda biasa dan zener	garis katoda lurus atau bertekuk seperti Z
Dioda biasa dan LED	LED punya dua panah keluar
LED dan fotodioda	arah panah: keluar atau masuk
NPN dan PNP	panah emitor keluar atau masuk
Resistor dan sekering	sekering ditembus garis lurus di tengah
Resistor dan potensiometer	potensiometer punya panah dan kaki ketiga
Resistor biasa dan LDR	LDR di dalam lingkaran dengan panah cahaya masuk
Kapasitor biasa dan elko	elko ada tanda + dan satu pelat melengkung
Induktor dan resistor	induktor berupa lengkungan bersambung
Kumparan relai dan kontak relai	kumparan berupa persegi panjang, kontak berupa simbol sakelar
Tombol NO dan NC	batang kontak terbuka atau menyentuh

6. Membaca skema sederhana: menelusuri jalur arus

Skema lengkap tampak rumit, tetapi dapat dibaca dengan urutan tetap. Lihat Gambar 2.14, skema lampu belajar dengan sebuah LED indikator. Tiap simbol diberi nomor, dan daftarnya ada di sebelah kanan.

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



Gambar 2.14 Skema lampu belajar dengan LED indikator. Simbol diberi nomor dan panah merah menunjukkan arah arus konvensional. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **Cari sumbernya.** Pada Gambar 2.14, sumbernya baterai B1 (simbol 1). Kutub positif ada pada garis panjang, di sisi atas.
2. **Cari acuan 0 V.** Simbol ground (7) ada di sisi kutub negatif. Semua arus akan kembali ke sana.
3. **Kenali setiap simbol dan sebutkan fungsinya.** Sekering F1 melindungi, sakelar S1 menghidupkan, lampu H1 dan LED D1 adalah beban, resistor R1 membatasi arus LED.
4. **Telusuri jalur arus konvensional**, yaitu dari kutub positif ke kutub negatif, mengikuti kawat. Arus keluar dari kutub + B1, melewati F1, melewati S1, lalu bertemu titik cabang. Dari titik itu, arus terbagi dua: satu ke lampu H1 lalu ke ground, satu lagi melewati R1 dan D1 lalu ke ground. Kedua cabang bertemu lagi di ground dan kembali ke kutub − baterai.
5. **Periksa urutan seri dan paralel.** F1 dan S1 seri dengan seluruh beban, sehingga bila salah satunya terbuka, kedua beban padam. H1 paralel terhadap rangkaian R1 dan D1. R1 seri dengan D1.

Arus konvensional digambar mengalir dari + ke −. Itu kesepakatan lama dan dipakai di semua buku dan skema, termasuk soal TKA. Aliran elektron sebenarnya berlawanan arah, tetapi hal itu tidak mengubah cara membaca skema.

Ringkasan: simbol adalah bahasa gambar yang disepakati. Hafalkan **ciri pembeda**, bukan sekadar bentuk. Dengan itu, jenis komponen dan arah pemasangannya dapat dibaca dari gambar.

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

▣ CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Kartu belajar simbol di bengkel

Bengkel sekolah "Tunas Elektro" membuat kartu belajar untuk kelas X. Pada satu sisi kartu ditulis ciri simbol, pada sisi lain nama komponennya. Dina diminta mengisi sisi nama untuk sepuluh kartu. Bantulah dia mencocokkan ciri berikut dengan nama dan kode huruf yang tepat. *Kasus disusun untuk contoh; bengkel dan tokoh fiktif.*

No	Ciri simbol pada kartu
1	segitiga menempel satu garis, tanpa panah
2	segitiga menempel satu garis yang ujungnya bertekuk seperti Z
3	lingkaran berisi huruf V
4	lingkaran dengan tanda silang
5	persegi panjang yang ditembus garis lurus di tengah
6	satu garis panjang dan satu garis pendek tebal
7	transistor dengan panah emitor menuju basis
8	kotak kecil dengan corong yang melebar
9	lingkaran berisi huruf M
10	garis tegak dengan tiga garis datar yang makin pendek

1. Cari ciri pembeda pada tiap baris, lalu cocokkan dengan Gambar 2.11 sampai 2.13.
2. Baris 1 adalah dioda penyearah. Baris 2 memakai garis katoda bertekuk, jadi itu zener.
3. Baris 3 adalah voltmeter (lingkaran V), baris 4 lampu (lingkaran bersilang).
4. Baris 5 adalah sekering, bukan resistor, karena garis menembus persegi panjangnya.
5. Baris 6 adalah baterai: garis panjang adalah kutub +. Baris 8 pengeras suara, baris 9 motor, baris 10 ground.
6. Baris 7: panah emitor masuk berarti transistor PNP.

Jawaban: 1 dioda (D), 2 dioda zener (D atau DZ), 3 voltmeter (PV), 4 lampu (H), 5 sekering (F), 6 baterai (B), 7 transistor PNP (Q), 8 pengeras suara (LS), 9 motor (M), 10 ground (GND).

Contoh 2 — Jenis transistor dan arah LED

Pada skema lampu sinyal untuk papan latihan, transistor Q1 digambar dengan panah emitor menuju basis. Emitornya tersambung ke jalur +5 V, kolektornya ke resistor R1 lalu ke LED D1, dan kaki lain LED itu ke ground. Segitiga LED menunjuk ke bawah, ke arah ground. Di gudang tersedia transistor BC547 (NPN) dan BC557 (PNP). Tentukan transistor yang dipakai dan kaki LED yang harus disolder ke ground. *Kasus disusun untuk contoh; skema dan tokoh fiktif.*

1. Lihat panah emitor. Panah menuju basis berarti transistor **PNP**.
2. Cocokkan dengan stok: PNP berarti BC557, bukan BC547.
3. Periksa sisi emitor. Emitor PNP ke +5 V cocok dengan kebiasaan PNP (emitor ke sisi positif).

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

4. Telusuri arus: dari +5 V melewati emitor ke kolektor, lalu R1, lalu D1, lalu ground. Arus masuk LED dari sisi R1, sehingga sisi itu anoda.
5. Segitiga menunjuk ke bawah, ke ground. Garis katoda berada di sisi bawah. Jadi **katoda** disolder ke ground dan **anoda** ke R1.
6. Di LED nyata, kaki katoda adalah kaki yang lebih pendek, sedangkan sisi datar pada badan menandai katoda.

Jawaban: transistor **PNP (BC557)**; **kaki katoda** (kaki pendek, sisi datar) LED ke ground.

Contoh 3 — Menelusuri arus dan memilih sekering pada Gambar 2.14

Pada Gambar 2.14, lampu H1 berdaya 3 W dan bekerja pada 6 V, sedangkan baterai B1 bertegangan 6 V. Resistor R1 bernilai 330 Ω. Tegangan maju LED dianggap 2 V. Sekering yang tersedia: 0,25 A, 1 A, dan 5 A. Tentukan arus total pada F1 dan sekering yang cocok. *Angka disusun untuk contoh.*

1. Arus lampu: I = P ÷ V = 3 W ÷ 6 V = 0,5 A.
2. Tegangan pada R1 adalah tegangan baterai dikurangi tegangan maju LED: 6 V − 2 V = 4 V.
3. Arus cabang LED: I = V ÷ R = 4 V ÷ 330 Ω ≈ 0,0121 A, yaitu sekitar 12 mA.
4. F1 dilalui arus kedua cabang (keduanya melewati F1, karena F1 seri dengan seluruh beban): 0,5 A + 0,0121 A ≈ 0,512 A.
5. Sekering 0,25 A akan putus saat lampu menyala. Sekering 5 A terlalu besar sehingga tidak melindungi dengan baik. Sekering 1 A lebih besar dari arus kerja dan masih cukup kecil untuk melindungi.

Jawaban: arus total sekitar **0,51 A**; sekering yang cocok **1 A**.

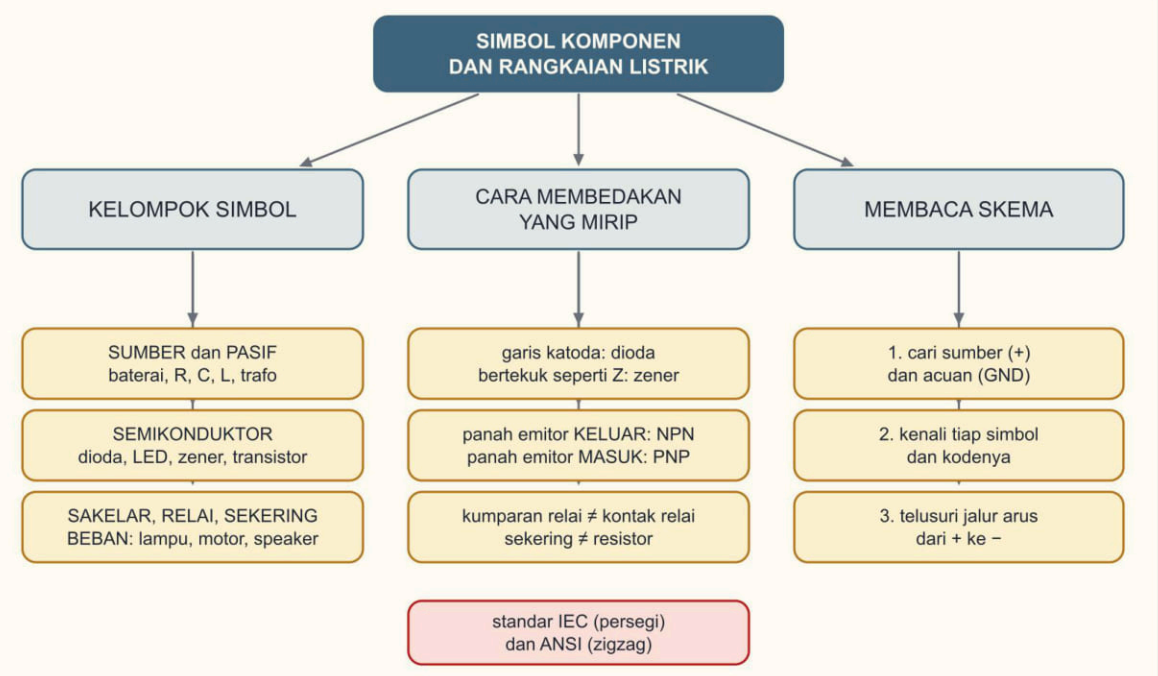
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- Simbol adalah bahasa gambar yang disepakati. Kode huruf dan nomor (R1, C2, Q1, D1) menunjuk satu komponen; nilainya ditulis di dekatnya.
- **Dioda**: segitiga menunjuk ke arah arus, **garis = katoda**. **Zener**: garis katoda bertekuk Z. **LED**: panah keluar. **Fotodioda**: panah masuk.
- **Transistor**: B, C, E. Panah emitor **keluar = NPN**, **masuk = PNP**.
- **Sekering** = persegi panjang ditembus garis; **resistor** = persegi panjang polos (IEC) atau zigzag (ANSI).
- **Relai**: kumparan (persegi panjang) dan kontak (simbol sakelar) digambar terpisah, kadang dengan garis putus-putus.
- **Elko** berkutub (+); baterai: garis panjang = +; tombol NO terbuka, NC tertutup saat dilepas.
- Membaca skema: cari sumber (+), cari ground, kenali simbol, telusuri jalur arus dari + ke −, lalu periksa seri atau paralel.

Gambar 2.15 merangkum semuanya.



Gambar 2.15 Peta konsep simbol komponen dan rangkaian listrik. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal simbol:

1. **Baca ciri satu per satu.** Tulis nama komponen untuk tiap ciri sebelum membaca pilihan jawaban.
2. **Cari ciri pembeda**, bukan bentuk keseluruhan. Pada tabel di bagian 5, tiap pasangan mirip punya satu pembeda.
3. **Tentukan arah.** Untuk dioda, cari garis katoda. Untuk transistor, lihat panah emitor.
4. **Telusuri arus dari kutub + sumber ke ground** bila soal bertanya komponen mana yang dialiri arus.
5. **Periksa kembali setiap pernyataan** terhadap gambar, jangan terhadap ingatan.

Jebakan khas:

- **Panah emitor tertukar.** Panah menjauhi basis adalah NPN, menuju basis adalah PNP.
- **Zener dikira dioda biasa.** Garis katoda bertekuk adalah ciri zener.
- **LED dikira dioda penyearah.** Hanya LED yang punya dua panah keluar.
- **Sekering dikira resistor.** Lihat garis yang menembus persegi panjang.
- **Kumparan relai dikira kontak.** Kumparan dan kontak adalah simbol terpisah, dan arus yang melewatinya berbeda.
- **Garis panjang pada baterai dikira negatif.** Garis panjang adalah kutub positif.
- **Peran komponen dibalik.** Komponen yang digambar di cabang beban bukan komponen yang dialiri arus pengendali.
- **Pilihan yang menyebut komponen benar tetapi jalur salah.** Telusuri jalur, jangan hanya mencocokkan nama.

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut meminta kamu mengenali dioda khusus dari simbolnya dan menentukan cara memasangnya. Pakai bagian 3 (dioda, zener, LED) serta Gambar 2.12 untuk memilih komponen, lalu ingat peran tiap kaki sebelum memilih arah pemasangan.

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

►. Pada skema penstabil tegangan 5,1 V untuk modul sensor (2027), komponen D2 digambar seperti simbol dioda, tetapi garis katodanya ditekuk menyerupai huruf Z. D2 dipasang di antara jalur keluaran (+) dan ground, sedangkan resistor R1 menghubungkan sumber 9 V ke jalur keluaran. Di gudang tersedia dioda 1N4148, dioda 1N4007, dioda zener 5,1 V, dan LED merah.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Komponen dan arah pemasangan D2 yang tepat adalah ....

A. Dioda 1N4007, katoda ke jalur keluaran (+)
B. Zener 5,1 V, anoda ke jalur keluaran (+)
C. Dioda 1N4148, katoda ke jalur keluaran (+)
D. Zener 5,1 V, katoda ke jalur keluaran (+)
E. LED merah, katoda ke jalur ground (−)

Pembahasan **Kunci: D**

Konsep: Simbol dioda zener = segitiga dengan garis katoda bertekuk (seperti Z). Sebagai penstabil, zener dipasang bias mundur: katoda ke sisi positif, anoda ke ground, sehingga tegangannya tertahan pada tegangan zener.

Langkah:
1. Garis katoda bertekuk Z → dioda zener 5,1 V.
2. Penstabil memerlukan bias mundur → katoda ke jalur keluaran (+), anoda ke ground.

Analisis setiap opsi:
- **A.** ✗ 1N4007 adalah dioda penyearah; dalam bias mundur ia tidak menahan tegangan pada 5,1 V.
- **B.** ✗ Jebakan: komponennya benar, tetapi terbalik; zener bias maju hanya menahan sekitar 0,7 V.
- **C.** ✗ 1N4148 adalah dioda sinyal biasa, bukan zener.
- **D.** ✓ Zener bias mundur menstabilkan keluaran pada 5,1 V.
- **E.** ✗ LED memiliki simbol berpanah keluar dan tidak dirancang sebagai penstabil tegangan.

Jawaban: D.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk tiap soal, tulis dulu nama komponen untuk setiap simbol, baru pilih jawaban.

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

1. Sebelum mengambil komponen di gudang, Bayu mencatat komponen dari gambar kerja rangkaian alarm (2027):

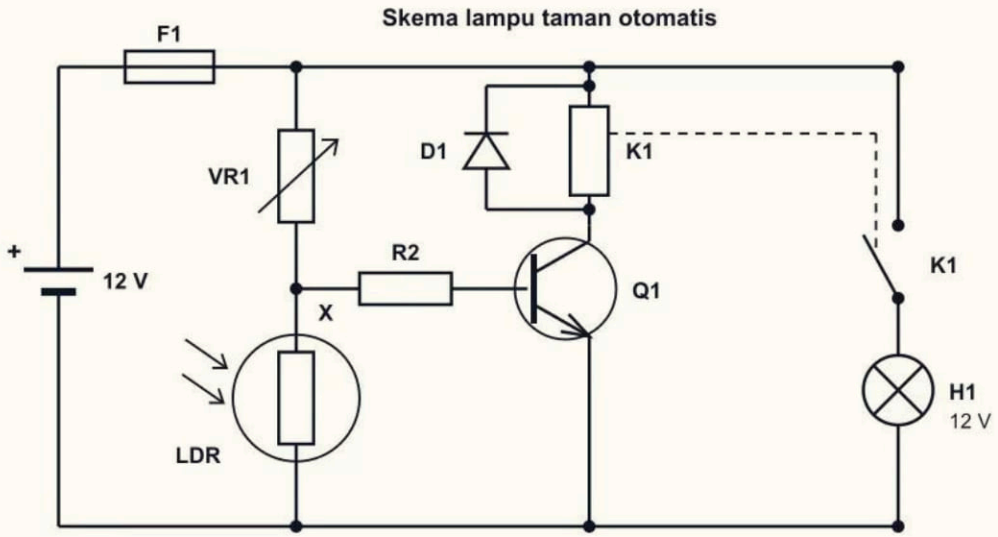
Kode	Ciri simbol pada gambar kerja	Dicatat sebagai
C1	dua garis sejajar pendek, satu sisi bertanda +	kapasitor elektrolit
D1	segitiga menempel garis, dua panah kecil mengarah keluar	dioda penyearah
Q1	lingkaran, kaki emitor berpanah mengarah ke dalam	transistor PNP
K1	persegi panjang (kumparan) terhubung garis putus-putus ke kontak	relai
F1	persegi panjang kecil yang dilalui garis lurus di tengahnya	sekering

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Baris catatan yang keliru dan perbaikannya adalah ....

A. Baris C1, seharusnya kapasitor nonpolar
B. Baris D1, seharusnya LED (dioda cahaya)
C. Baris Q1, seharusnya transistor NPN
D. Baris K1, seharusnya induktor (lilitan)
E. Baris F1, seharusnya resistor tetap

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

2. Nadia menerima skema lampu taman otomatis seperti pada gambar untuk dirakit di bengkel (2027). Sebelum merakit, ia memeriksa jenis komponen dari simbolnya dan jalur arus setiap bagian rangkaian agar tidak salah pasang.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat berdasarkan skema tersebut adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)



Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Lampu H1 dialiri arus yang melewati kolektor dan emitor transistor Q1.
☐ B. Q1 adalah transistor NPN karena panah pada emitornya mengarah keluar.
☐ C. D1 terpasang paralel dengan kumparan K1 dengan katoda menghadap ke jalur +12 V.
☐ D. Saat gelap, hambatan LDR membesar sehingga tegangan di titik X naik dan Q1 menghantar.
☐ E. Bila posisi LDR dan VR1 ditukar, lampu tetap menyala saat gelap dan padam saat terang.

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

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

✔ PERIKSA DIRI

- Dapatkah kamu menggambar simbol NPN dan PNP dari ingatan, lalu menjelaskan ciri yang membedakannya?
- Bila ada dua simbol yang mirip, ciri apa yang kamu cari lebih dulu, dan mengapa ciri itu yang pasti?
- **Yang harus kuingat:** simbol dikenali dari satu ciri pembeda (garis katoda, panah emitor, garis penembus sekering, panah masuk atau keluar), dan jalur arus ditelusuri dari kutub + ke ground.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 2.3: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktel&node=SMKTEL-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 · Membaca dan membuat gambar skema serta tata letak PCB

SMKTEL-2.4

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu **memahami prosedur pembuatan gambar skema rangkaian** dan menerapkannya pada gambar teknik elektronika, termasuk PCB satu layer. Soalnya biasanya berupa sebuah gambar atau uraian gambar: skema, tata letak jalur tembaga, atau penataan komponen di papan percobaan. Kamu diminta **menafsirkan sambungan**, **menelusuri jalur**, atau **menemukan bagian yang keliru atau yang perlu diperbaiki**. Pengecohnya sering berupa kebiasaan membaca: persilangan garis dikira tersambung, skema dikira menunjukkan letak fisik komponen, sisi tembaga dibaca seperti sisi komponen, dan "4k7" dibaca 47 kΩ.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- membedakan skema, tata letak PCB, dan gambar papan percobaan, serta menjelaskan kegunaan masing-masing;
- menentukan tersambung atau tidaknya pertemuan garis pada skema (persilangan, "T", titik tebal, label jalur, simbol ground);
- membaca kode komponen dan nilai yang ditulis singkat (R1, C2, Q1, 4k7, 100n);
- menyusun skema sederhana dengan langkah yang benar;
- menelusuri jalur tembaga pada PCB satu layer, termasuk membaca sisi tembaga yang tercermin dan fungsi jumper;
- menentukan baris papan percobaan yang tersambung dan menata komponen sesuai skema.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Bayangkan kamu menerima selembar gambar rangkaian dan harus merakitnya menjadi alat yang bekerja. Kamu perlu tahu komponen apa yang dipakai, bagaimana semuanya dihubungkan, dan di mana tiap komponen diletakkan di papan. Satu gambar tidak cukup menjawab ketiganya, sehingga teknisi memakai beberapa jenis gambar yang saling melengkapi. Sub bab ini membahas ketiganya, aturan membacanya, dan cara memindahkan satu rangkaian dari kertas ke papan. Simbol komponen yang dipakai sudah dibahas pada sub bab 2.3.

1. Tiga macam gambar untuk satu rangkaian

- **Skema** (diagram rangkaian) menunjukkan **hubungan listrik**: komponen apa saja dan siapa tersambung dengan siapa. Komponen digambar dengan simbol, dan posisi di kertas bebas. Dua komponen yang digambar berjauhan di skema belum tentu berjauhan di papan.

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

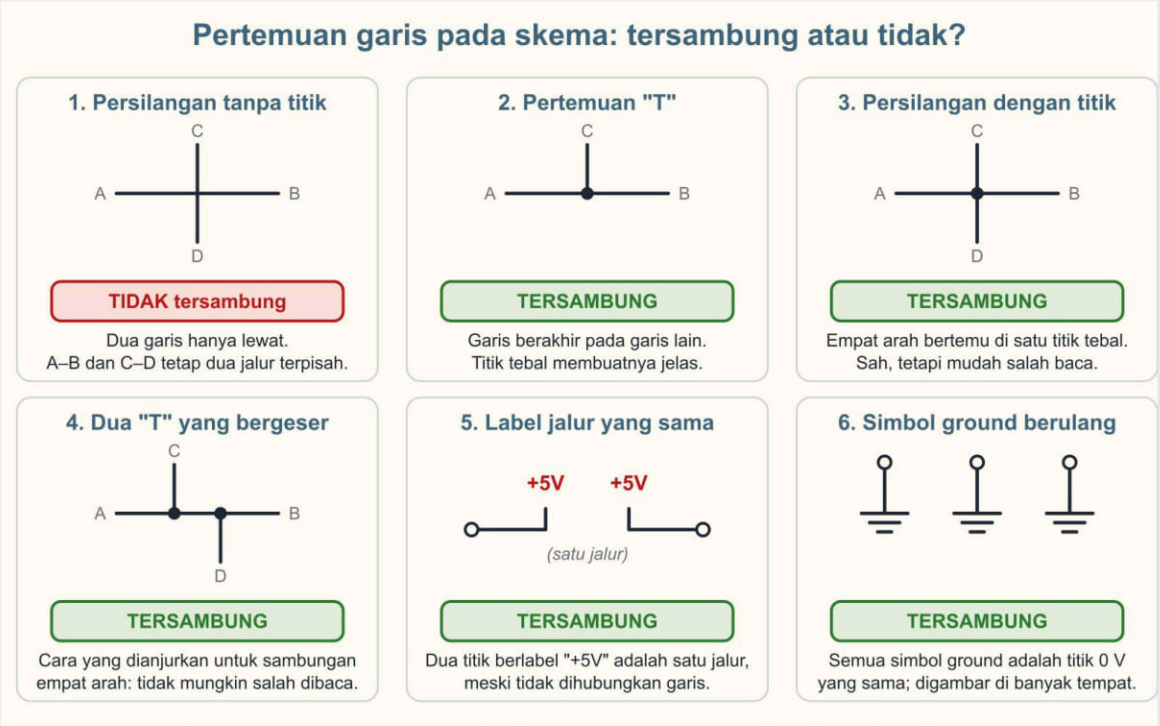
- **Tata letak PCB** (*PCB layout*) menunjukkan **letak fisik**: posisi pad, jalur tembaga, dan badan komponen di atas papan. Bentuk dan ukurannya mengikuti papan yang sebenarnya.
- **Gambar wiring atau papan percobaan** (*breadboard*) menunjukkan cara memasang komponen dan kabel pada papan percobaan, biasanya untuk uji coba sebelum PCB dibuat.

Ada pula **diagram blok**, yaitu kotak-kotak berpanah yang menunjukkan fungsi tiap bagian rangkaian. Diagram blok tidak menunjukkan komponen. Urutan kerja yang lazim: ide dan diagram blok, skema, uji di papan percobaan, tata letak PCB, pembuatan PCB (sub bab 2.2), lalu perakitan.

Aturan pegangan: **skema menjawab "apa tersambung dengan apa", tata letak menjawab "di mana letaknya"**. Keduanya harus menghasilkan rangkaian listrik yang sama.

2. Konvensi sambungan pada skema

Garis pada skema mewakili kawat atau jalur penghantar. Karena skema bisa ramai oleh garis yang saling menyilang, ada aturan baku untuk menyatakan garis yang tersambung dan yang tidak. Lihat Gambar 2.16.



Gambar 2.16 Enam bentuk pertemuan garis pada skema dan artinya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **Persilangan tanpa titik tebal: tidak tersambung.** Dua garis hanya lewat satu sama lain, seperti dua jalan yang bersilang tanpa persimpangan.
2. **Pertemuan "T": tersambung.** Satu garis berakhir pada garis lain, sehingga keduanya menyatu. Titik tebal biasanya ditambahkan di sana agar tidak ada keraguan.
3. **Persilangan dengan titik tebal: tersambung** di titik itu. Bentuk ini sah, tetapi bila titiknya kecil atau memudar (misalnya karena fotokopi), pembaca mudah menyangka persilangan biasa.

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

4. **Dua "T" yang bergeser** adalah cara menggambar sambungan empat arah yang lebih aman. Dua garis vertikal bertemu garis mendatar di tempat yang sedikit berbeda, masing-masing dengan titik. Tidak mungkin tertukar dengan persilangan.
5. **Label jalur** (*net label*). Pada skema yang padat, jalur panjang tidak digambar sebagai garis. Di ujung-ujung jalur ditulis label yang sama, misalnya +5V. **Semua titik berlabel sama tersambung satu sama lain**, walaupun tidak ada garis yang menghubungkannya. Titik berlabel berbeda tidak tersambung.
6. **Simbol ground berulang.** Simbol ground boleh digambar di banyak tempat. Semua simbol ground pada satu skema adalah **titik yang sama**, yaitu acuan 0 V. Demikian pula simbol sumber positif (misalnya tanda +9V atau VCC) yang diulang.

Kebiasaan menggambar yang rapi membantu pembaca: aliran sinyal dari **kiri ke kanan** (masukan di kiri, keluaran di kanan), jalur positif di **atas**, ground di **bawah**, dan garis lurus mendatar atau tegak (tidak miring). Skema yang rapi lebih mudah dirakit dan lebih jarang menimbulkan salah baca.

3. Kode komponen dan penulisan nilai

Setiap komponen punya **kode** berupa huruf jenis dan nomor urut: R1, R2 untuk resistor, C1 untuk kapasitor, D1 untuk dioda atau LED, Q1 untuk transistor, S1 untuk sakelar, K1 untuk relai, F1 untuk sekering, J1 untuk konektor, dan U1 untuk IC. Nomor tidak boleh kembar dalam satu skema: hanya ada satu R1. Penomoran umumnya mengikuti urutan baca skema, dari kiri ke kanan lalu dari atas ke bawah. Di dekat kode ditulis **nilai**, misalnya R1 10 kΩ atau C1 100 nF. Tanpa kode dan nilai, komponen tidak dapat dipesan atau dirakit dengan benar.

Pada skema dan daftar komponen, nilai sering ditulis **singkat**. Huruf pengali (R, k, M untuk resistor; p, n, µ untuk kapasitor) ditulis **menggantikan koma desimal**. Cara ini mencegah koma hilang saat dicetak atau difotokopi.

Tulisan	Dibaca	Nilai
330R	330 ohm	330 Ω
2R2	2 koma 2 ohm	2,2 Ω
4k7	4 koma 7 kilo ohm	4,7 kΩ = 4.700 Ω
10k	10 kilo ohm	10 kΩ
1M5	1 koma 5 mega ohm	1,5 MΩ
22p	22 piko farad	22 pF
4n7	4 koma 7 nano farad	4,7 nF
100n	100 nano farad	100 nF = 0,1 µF
47µ atau 47u	47 mikro farad	47 µF

Bacaan yang tepat: huruf **k pada 4k7 menggantikan koma dan sekaligus berarti kilo**, sehingga 4k7 adalah 4,7 kΩ, bukan 47 kΩ. Untuk kapasitor ingat urutan awalan: 1 µF = 1.000 nF

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

= 1.000.000 pF.

4. Langkah membuat skema

Membuat skema yang benar dan mudah dibaca dapat dilakukan dengan urutan berikut.

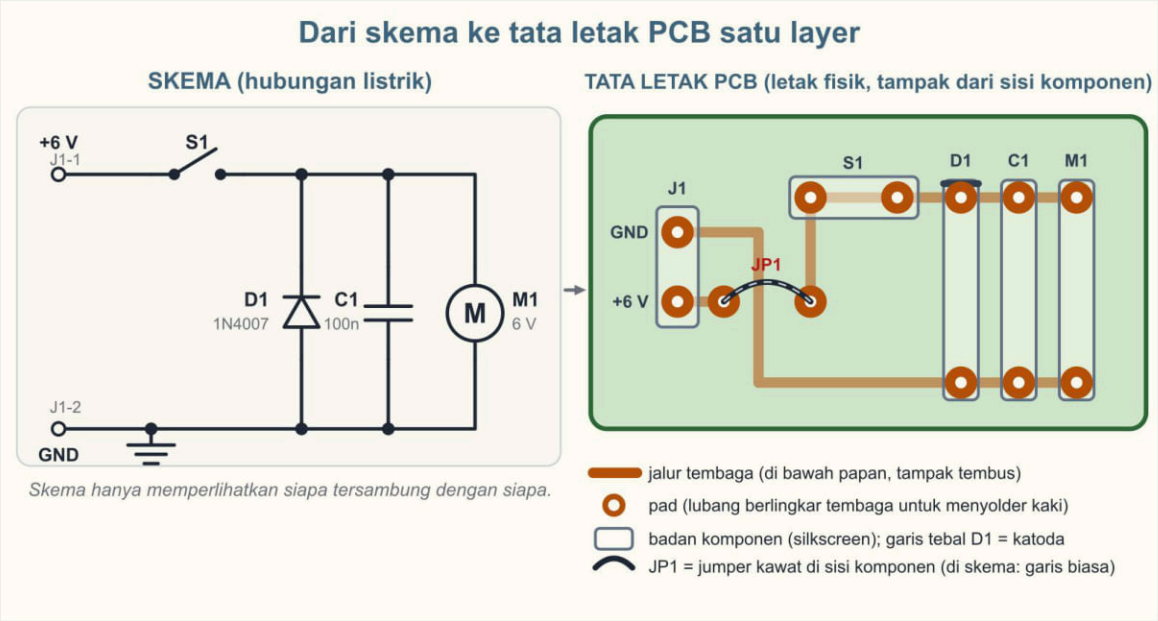
1. **Tentukan fungsi dan bagian-bagiannya.** Apa yang harus dikerjakan rangkaian ini: sumber, bagian pengolah, dan beban?
2. **Daftar komponen yang diperlukan**, lengkap dengan nilai.
3. **Gambar jalur utama.** Tarik garis positif di atas dan ground di bawah. Letakkan masukan di kiri dan keluaran di kanan.
4. **Pasang simbol** komponen pada jalur sesuai urutan kerja, dengan arah yang benar untuk komponen berkutub: baterai, elko, dioda, LED, dan transistor.
5. **Sambungkan** dengan garis lurus. Tandai sambungan dengan titik tebal atau pertemuan "T". Hindari persilangan, dan bila tak dapat dihindari biarkan tanpa titik.
6. **Beri kode dan nilai** tiap komponen, serta label pada jalur penting (+9V, GND).
7. **Periksa.** Telusuri jalur dari sumber (+) ke ground. Pastikan tidak ada titik yang tersambung secara tidak sengaja dan tidak ada ujung yang menggantung. Cocokkan dengan daftar komponen.

5. Dari skema ke tata letak PCB satu layer

PCB satu layer adalah papan yang hanya punya lapisan tembaga pada satu sisi. Komponen berkaki panjang (THT) dipasang dari sisi atas yang tidak bertembaga, kakinya menembus lubang, lalu disolder pada sisi tembaga di bawah. Bagian tembaga yang tersisa setelah pengetsaan menjadi dua hal: **pad**, yaitu lingkaran tembaga di sekitar lubang tempat kaki disolder, dan **jalur** (*track*), yaitu tembaga tipis yang menghubungkan pad satu dengan pad lain. Jalur pada PCB berperan sama dengan garis penghubung pada skema.

Lihat Gambar 2.17. Skema di kiri adalah rangkaian motor kecil dengan sakelar, dioda pelindung D1, dan kapasitor C1. Tata letak di kanan memindahkannya ke papan.

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



Gambar 2.17 Skema (kiri) dan tata letak PCB satu layer untuk rangkaian yang sama (kanan, tampak dari sisi komponen dengan jalur terlihat tembus). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Langkah memindahkan skema menjadi tata letak:

1. **Tetapkan simpul.** Simpul adalah kumpulan titik yang tersambung langsung. Pada Gambar 2.17 ada tiga simpul: +6 V, titik setelah sakelar S1 (tempat D1, C1, dan M1 bertemu di sisi atas), dan GND.
2. **Letakkan komponen** dan tentukan pad kakinya. Atur agar komponen yang saling berhubungan saling berdekatan dan konektor catu berada di tepi papan.
3. **Hubungkan pad dengan jalur** menurut simpul. Pad satu simpul dihubungkan dengan tembaga. Pad dari simpul berbeda tidak boleh disambung, dan jalur dari simpul berbeda tidak boleh bersentuhan atau bersilang.
4. **Atur lebar dan jarak.** Jalur yang dilalui arus lebih besar dibuat lebih lebar dan jalur yang berbeda simpul diberi jarak cukup. Sudut jalur dibuat tumpul, bukan tajam.
5. **Beri jumper bila jalur terpaksa bersilang.** PCB satu layer tidak dapat menyilangkan jalur karena tembaganya hanya di satu sisi. Bila penataan ulang tidak berhasil, jalur "dilompatkan" dengan **jumper**, yaitu kawat yang dipasang pada sisi komponen dan disolder pada dua pad di kedua sisi jalur yang dilewati. Pada Gambar 2.17, jumper JP1 melompati jalur GND agar jalur +6 V dapat sampai ke sakelar S1. Di skema, jumper hanya tampak sebagai garis biasa, karena ia memang bukan komponen, hanya kawat.
6. **Beri tanda pada permukaan atas papan** (*silkscreen*): kode komponen, garis badan komponen, dan tanda polaritas, misalnya sisi katoda dioda dan LED atau tanda + pada elko.

Persamaan yang harus dijaga: **setiap pad harus tersambung ke simpul yang sama dengan di skema**, tidak lebih dan tidak kurang.

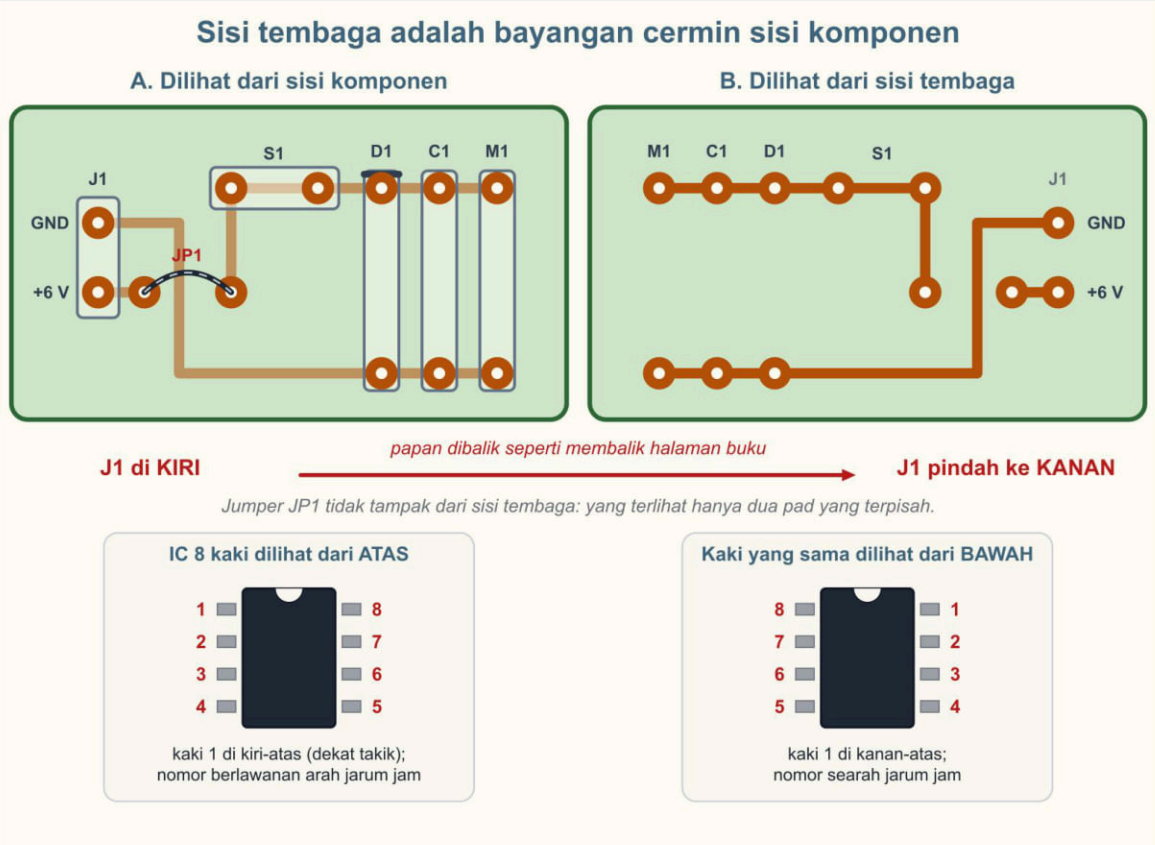
6. Menelusuri jalur dan membaca sisi tembaga yang tercermin

Menelusuri jalur berarti mengikuti tembaga dari satu pad sampai ke pad lain, seperti mengikuti kawat. Pad yang dihubungkan oleh satu rangkaian tembaga adalah satu simpul. Dengan mengenali simpul, kamu dapat memeriksa kesesuaian dengan skema dan mengetahui susunan komponen:

- Dua komponen **paralel** bila **kedua** ujungnya berbagi simpul yang sama.
- Dua komponen **seri** bila hanya **satu** ujung yang berbagi simpul, dan simpul itu tidak bercabang ke komponen lain.
- **Celah** pada jalur berarti rangkaian terbuka: arus tidak dapat lewat. Komponen yang berada di belakang celah tidak mendapat arus. Cabang paralel lain yang jalurnya utuh tetap bekerja sendiri-sendiri.
- **Jembatan solder** atau **tembaga yang menempel** di antara dua jalur berarti dua simpul tersambung secara tak sengaja (hubung singkat).

Hal yang mudah keliru adalah sisi pandang. Komponen berada di atas papan, tetapi jalur tembaga berada di bawahnya. Bila papan dibalik seperti membalik halaman buku, posisi kiri-kanan tertukar. Gambar sisi tembaga adalah **bayangan cermin** dari gambar yang dilihat dari sisi komponen. Lihat Gambar 2.18.

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



Gambar 2.18 Papan yang sama dilihat dari sisi komponen (A) dan dari sisi tembaga (B), serta penomoran kaki IC dari atas dan dari bawah. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Akibat pencerminan yang perlu kamu ingat:

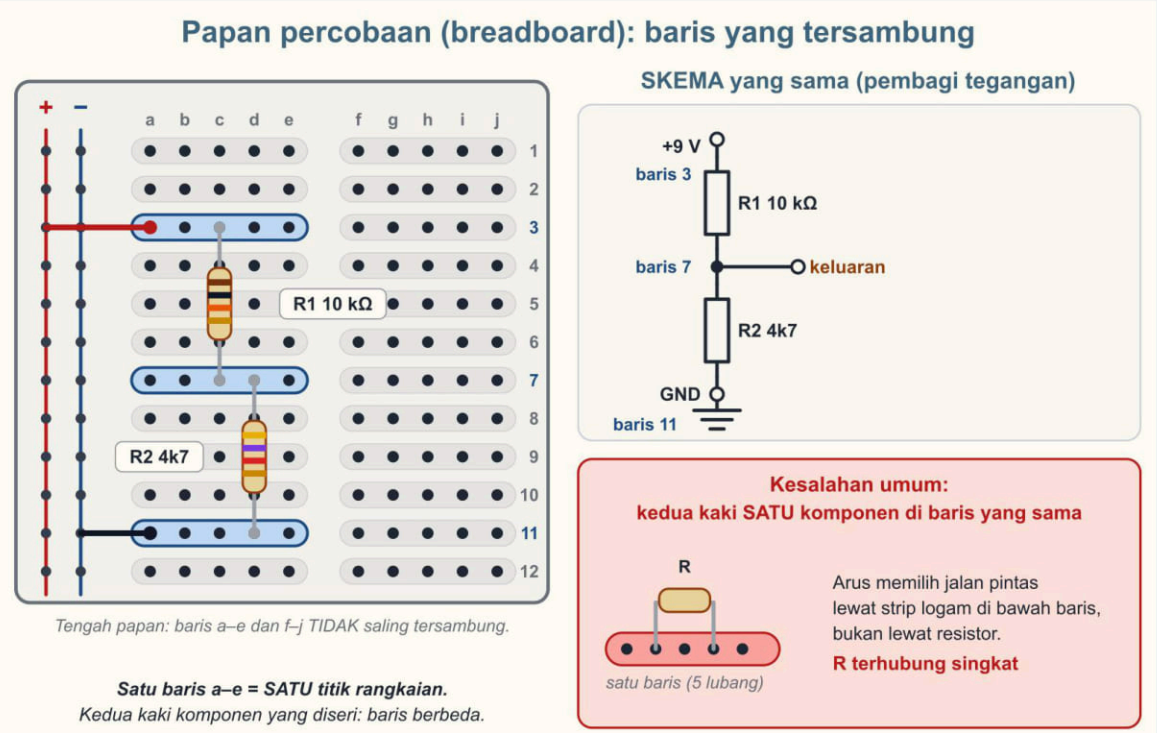
- Letak kiri dan kanan bertukar. Konektor J1 yang di kiri pada tampak komponen berada di kanan pada tampak tembaga.
- **Jumper tidak tampak dari sisi tembaga.** Yang terlihat hanya dua pad yang tidak dihubungkan jalur.
- **Urutan kaki berbalik.** Pada IC delapan kaki, nomor kaki dilihat dari atas berlawanan arah jarum jam, dengan kaki 1 di dekat takik. Dilihat dari bawah, urutan itu searah jarum jam. Hal yang sama berlaku bagi urutan kaki transistor atau konektor bila kamu membaca gambar sisi tembaga.
- Tulisan pada silkscreen hanya tampak terbaca bila papan dilihat dari sisi komponen.

Saat menelusuri, pastikan dulu gambar itu **tampak dari sisi mana**. Biasanya keterangannya ditulis di gambar. Saat mencetak pola jalur untuk metode setrika, arah cermin pun harus diperhatikan: lihat langkah pembuatan PCB pada sub bab 2.2.

Untuk memeriksa PCB yang sudah jadi, ikuti jalur dari pad ke pad dan bandingkan dengan skema, lalu uji kontinuitas dengan multimeter (sub bab 4.1) pada papan yang belum diberi tegangan.

7. Papan percobaan (breadboard)

Papan percobaan dipakai untuk menguji rangkaian tanpa menyolder. Komponen cukup ditancapkan pada lubang. Di bawah lubang ada strip logam yang menghubungkan beberapa lubang. Lihat Gambar 2.19.



Gambar 2.19 Pembagi tegangan dua resistor pada papan percobaan dan skemanya. Baris yang berwarna biru dipakai dan tersambung di dalam. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Aturan sambungan papan percobaan:

1. Pada **area tengah**, lima lubang dalam satu baris pendek (a sampai e, atau f sampai j) **tersambung satu sama lain** di dalam. Lima lubang itu menjadi satu simpul.
2. **Baris a–e dan baris f–j tidak tersambung**, walaupun berdampingan. Celah di tengah papan sengaja dibuat agar IC dapat ditancapkan melintasi celah dengan kaki kiri dan kanan terpisah.
3. **Rel catu** di tepi papan, biasanya bergaris merah (+) dan biru atau hitam (−), tersambung sepanjang rel. Pada sebagian papan, rel terputus di tengah. Periksa dulu sebelum memakainya.
4. Dua baris yang berbeda tidak tersambung sampai kamu menghubungkannya dengan kaki komponen atau kabel jumper.

Dari aturan itu muncul dua kebiasaan penting. Pertama, **hubungkan komponen dengan menaruh kakinya pada baris yang sama** (misalnya kaki R1 dan kaki R2 yang harus bertemu). Kedua, **jangan menaruh kedua kaki satu komponen pada baris yang sama**: arus akan lewat strip logam, bukan lewat komponen, sehingga komponen terhubung singkat. Resistor yang terpasang seperti itu tidak membatasi apa pun, dan komponen di belakangnya dapat menerima arus berlebih.

Gunakan kabel merah untuk positif dan hitam atau biru untuk negatif agar mudah diperiksa. Papan percobaan cocok untuk rangkaian tegangan rendah dan arus kecil, bukan untuk beban besar.

Ringkasan: gambar yang dibaca harus cocok dengan jenisnya. Skema memperlihatkan hubungan, tata letak memperlihatkan letak, dan papan percobaan memperlihatkan baris yang tersambung. Selalu periksa tersambung atau tidaknya berdasarkan aturan konvensi, bukan berdasarkan jarak di kertas.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Lima pertemuan garis pada skema alarm pintu

Skema alarm pintu "Sinar Kota" memiliki lima pertemuan garis. (P1) Garis dari sakelar S1 menyilang garis +9V tanpa titik tebal. (P2) Garis dari R2 berakhir pada garis ground membentuk huruf "T". (P3) Garis dari C1 dan garis dari R3 bersilang dengan titik tebal di pertemuannya. (P4) Dua jalur berbeda diberi label yang sama, "A", satu di sisi kiri dan satu di sisi kanan skema. (P5) Garis dari D1 dan garis dari R5 masing-masing berakhir di garis +9V dalam bentuk dua "T" bergeser, masing-masing dengan titik. Tentukan mana yang tersambung. *Kasus disusun untuk contoh; skema dan tokoh fiktif.*

1. P1: persilangan **tanpa titik** berarti dua garis hanya lewat. **Tidak tersambung**.
2. P2: garis berakhir pada garis lain membentuk "T" berarti **tersambung**. R2 tersambung ke ground.

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

3. P3: persilangan **dengan titik tebal** berarti **tersambung**: ujung-ujung C1 dan R3 terhubung pada satu titik.
4. P4: dua titik berlabel sama adalah satu jalur sehingga **tersambung**, walaupun tidak ada garis penghubung.
5. P5: kedua "T" menyambung ke garis +9V yang sama. Jadi D1 dan R5 **tersambung** ke jalur +9V. Karena bergeser, bentuknya bukan persilangan dan tidak membingungkan.

Jawaban: P1 tidak tersambung. P2, P3, P4, dan P5 tersambung.

Contoh 2 — Menelusuri jalur tembaga pada Gambar 2.17

Gunakan tata letak pada Gambar 2.17. (a) Pad mana saja yang tersambung ke simpul GND? (b) Bagaimana susunan D1, C1, dan M1? (c) Apa yang terjadi bila jalur GND retak di antara pad bawah D1 dan pad bawah C1? *Kasus disusun untuk contoh; papan dan tokoh fiktif.*

1. Mulai dari pad GND konektor J1 dan ikuti jalur. Jalur itu turun, lalu mendatar ke kanan melewati pad bawah D1, pad bawah C1, dan pad bawah M1. Jadi simpul GND terdiri atas pad GND J1 dan ketiga pad bawah itu.
2. Ikuti jalur dari pad S1 yang kanan. Jalur mendatar melewati pad atas D1, C1, dan M1. Simpul ini adalah titik setelah sakelar.
3. D1, C1, dan M1 masing-masing punya satu pad di simpul atas dan satu pad di simpul GND. **Kedua ujung** mereka berbagi simpul yang sama, jadi mereka **paralel**.
4. S1 ada di antara +6 V dan simpul atas. S1 **seri** dengan kelompok paralel itu.
5. Retak antara pad D1 dan pad C1 memutus GND untuk C1 dan M1, sebab jalur GND dari J1 lebih dulu melewati D1. Motor kehilangan jalur kembali dan **tidak berputar**, sedangkan D1 masih tersambung.

Jawaban: (a) pad GND J1 dan pad bawah D1, C1, M1; (b) D1, C1, M1 **paralel**, seri dengan S1; (c) motor M1 dan kapasitor C1 terputus dari ground sehingga motor berhenti.

Contoh 3 — Membaca nilai pada daftar komponen

Daftar komponen alat pengatur lampu menuliskan: R1 6k8, R2 330R, R3 1M5, R4 2R2, C1 4n7, C2 22p, C3 47u. Tuliskan nilai lengkapnya dalam satuan dasar dan satuan yang lazim. *Kasus disusun untuk contoh.*

1. Pada resistor, huruf k menggantikan koma dan berarti kilo. 6k8 = 6,8 kΩ = 6.800 Ω.
2. 330R = 330 Ω, karena R hanya menandai ohm.
3. 1M5 = 1,5 MΩ = 1.500.000 Ω.
4. 2R2 = 2,2 Ω, karena R menggantikan koma.
5. Pada kapasitor, n berarti nano: 4n7 = 4,7 nF. Dalam piko, 4,7 nF = 4.700 pF.
6. 22p = 22 pF.
7. 47u = 47 µF (u sering dipakai sebagai pengganti huruf µ).

Jawaban: R1 6,8 kΩ; R2 330 Ω; R3 1,5 MΩ; R4 2,2 Ω; C1 4,7 nF (4.700 pF); C2 22 pF; C3 47 µF.

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

Contoh 4 — Memindahkan skema pembagi tegangan ke papan percobaan

Skema pada Gambar 2.19 memiliki baterai 9 V, resistor R1 10 kΩ, dan R2 4k7. R1 dan R2 diseri, lalu tegangan diambil dari titik tengahnya. Tentukan baris yang dipakai, lalu hitung tegangan keluaran dan arus. *Kasus disusun untuk contoh.*

1. Cari simpul pada skema: simpul +9 V, simpul tengah (pertemuan R1 dan R2), dan simpul GND.
2. Beri tiap simpul satu baris pada papan: +9 V di baris 3, titik tengah di baris 7, GND di baris 11.
3. Tancapkan R1 antara baris 3 dan baris 7, lalu R2 antara baris 7 dan baris 11. Kaki bawah R1 dan kaki atas R2 sama-sama di baris 7, sehingga tersambung. Titik keluaran diambil dari baris 7.
4. Hubungkan kabel merah dari rel + ke baris 3 dan kabel hitam dari rel − ke baris 11.
5. Periksa bahwa tidak ada komponen yang kedua kakinya berada di baris yang sama.
6. Hitung hambatan total: 10 kΩ + 4,7 kΩ = 14,7 kΩ = 14.700 Ω.
7. Arus rangkaian: I = V ÷ R = 9 V ÷ 14.700 Ω ≈ 0,00061 A, sekitar 0,61 mA.
8. Tegangan keluaran = 9 V × 4,7 kΩ ÷ 14,7 kΩ ≈ 2,88 V.

Jawaban: R1 di baris 3–7, R2 di baris 7–11; keluaran di baris 7 sebesar **sekitar 2,88 V**, arus **sekitar 0,61 mA**.

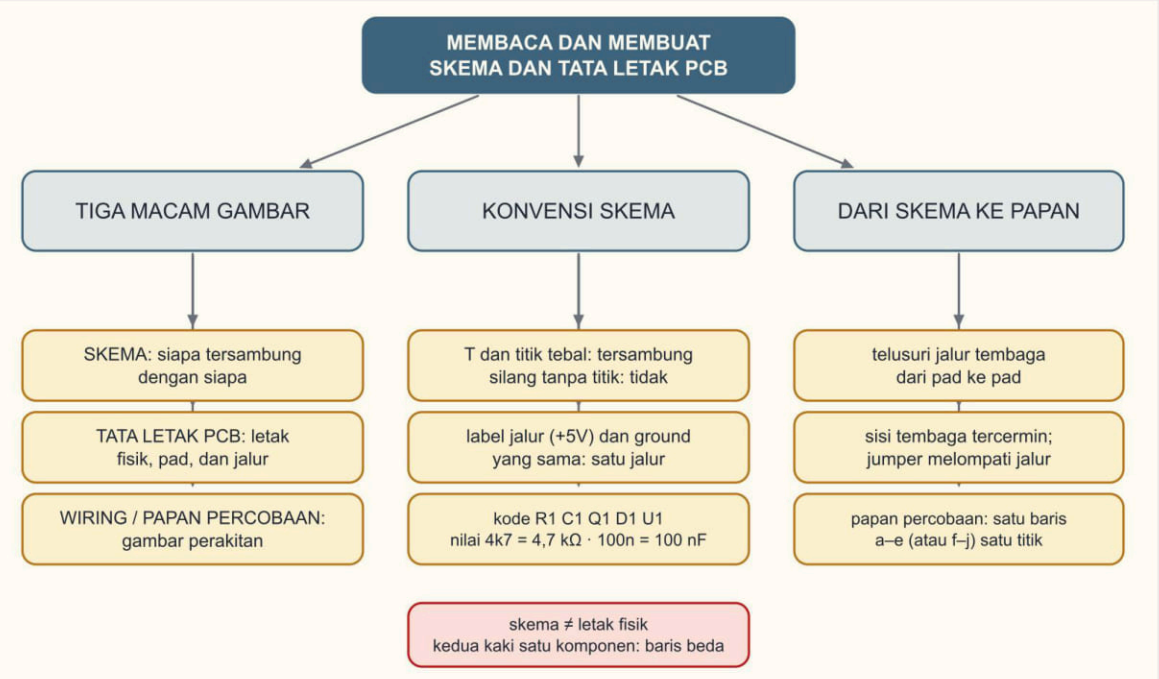
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Skema** = siapa tersambung dengan siapa. **Tata letak PCB** = letak fisik pad dan jalur. **Papan percobaan** = baris yang tersambung. Ketiganya menggambarkan rangkaian yang sama.
- Persilangan **tanpa titik tidak tersambung**. Pertemuan "T" dan **titik tebal tersambung**. Label jalur yang sama dan simbol ground adalah satu jalur.
- Kode komponen (R1, C2, Q1, D1, U1) tidak boleh kembar. Nilai singkat: **4k7 = 4,7 kΩ**, 2R2 = 2,2 Ω, 100n = 100 nF.
- Menggambar skema: sumber, daftar komponen, jalur utama (+ di atas, GND di bawah, masukan kiri, keluaran kanan), simbol, sambungan, kode dan nilai, periksa.
- PCB satu layer: jalur tidak boleh bersilang; bila terpaksa, pakai **jumper** pada sisi komponen. **Sisi tembaga tercermin** terhadap sisi komponen.
- Menelusuri jalur: pad yang satu tembaga = satu simpul. Paralel bila kedua ujung satu simpul, seri bila hanya satu.
- Papan percobaan: **lima lubang dalam satu baris tersambung**; tengah tidak tersambung; kedua kaki satu komponen **jangan** di baris yang sama.

Gambar 2.20 merangkum semuanya.



Gambar 2.20 Peta konsep membaca dan membuat gambar skema serta tata letak PCB. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal skema dan PCB:

1. **Tentukan jenis gambarnya.** Skema, tata letak, atau papan percobaan, dan dari sisi mana gambar itu dilihat.
2. **Beri nama simpul.** Telusuri dari satu pad atau titik, lalu catat semua titik yang tersambung dengannya.
3. **Terapkan aturan sambungan** pada setiap pertemuan garis: titik, "T", persilangan, label.
4. **Cari celah dan jembatan** pada jalur tembaga bila soal bertanya mengapa rangkaian tidak bekerja.
5. **Baca nilai dengan benar** (k = kilo sekaligus pengganti koma).
6. **Periksa tiap pernyataan satu per satu** terhadap gambar sebelum memilih jawaban.

Jebakan khas:

- **Persilangan tanpa titik dikira tersambung.** Garis yang hanya lewat tidak menghubungkan apa pun.
- **Skema dianggap menunjukkan letak fisik.** Posisi di skema bebas; letak sebenarnya diatur tata letak.
- **Sisi tembaga dibaca seperti sisi komponen.** Kiri dan kanan tertukar, dan urutan kaki berbalik.
- **"4k7" dibaca 47 kΩ.** k menggantikan koma dan berarti kilo: 4,7 kΩ.
- **Label berbeda dikira satu jalur.** Hanya label yang sama yang tersambung. Semua simbol ground satu jalur.
- **Titik tebal dibaca sebagai hiasan.** Titik berarti tersambung. Pada persilangan yang seharusnya terpisah, titik tidak boleh digambar.
- **Kedua kaki satu komponen di baris yang sama pada papan percobaan.** Komponen terhubung singkat.
- **Baris a–e dan f–j dikira tersambung.** Celah tengah memisahkan keduanya.
- **Jumper dianggap komponen di skema.** Jumper hanya kawat dan tidak muncul sebagai simbol tersendiri di skema.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut memuat dua jenis pertemuan garis yang berbeda pada sebuah skema. Pakailah aturan sambungan pada bagian 2 (Gambar 2.16) untuk menafsirkan masing-masing, dan jangan terpengaruh jarak antargaris di kertas.

►. Dimas memindahkan gambar skema penguat mikrofon ke papan percobaan (2027). Di gambar ada dua jenis pertemuan garis yang tidak diberi titik tebal: garis jalur sinyal yang menyilang garis +9 V berbentuk tanda "+", dan garis dari kaki kapasitor yang bertemu garis ground berbentuk huruf "T". Dimas ragu jalur mana yang harus disambung. Skema

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

itu digambar dengan aturan standar yang biasa dipakai di bengkel.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penafsiran yang tepat untuk kedua pertemuan garis tersebut adalah ....

A. Persilangan "+" dan pertemuan "T" sama-sama tidak tersambung
B. Persilangan "+" dan pertemuan "T" sama-sama tersambung
C. Persilangan "+" tersambung, pertemuan "T" tidak tersambung
D. Persilangan "+" tidak tersambung, pertemuan "T" tersambung
E. Keduanya tersambung bila namanya sama pada daftar komponen

Pembahasan **Kunci: D**

Konsep: Pada skema, dua garis yang menyilang tanpa titik tebal tidak tersambung. Pertemuan berbentuk "T" berarti tersambung (titik tebal biasanya digambar untuk memperjelas). Sambungan empat arah digambar dengan titik tebal atau dibuat dua pertemuan "T" yang bergeser.

Langkah:
1. Persilangan "+" tanpa titik → dua jalur hanya lewat, tidak tersambung.
2. Pertemuan "T" → garis berakhir pada garis lain → tersambung.

Analisis setiap opsi:
- **A.** ✗ Pertemuan "T" adalah sambungan; garis yang berhenti pada garis lain tidak mungkin hanya "lewat".
- **B.** ✗ Jebakan: bila persilangan "+" disambung, jalur sinyal terhubung singkat ke +9 V.
- **C.** ✗ Aturannya terbalik.
- **D.** ✓ Persilangan tanpa titik tidak tersambung, sedangkan pertemuan "T" tersambung.
- **E.** ✗ Daftar komponen tidak menentukan sambungan jalur pada gambar skema.

Jawaban: D.

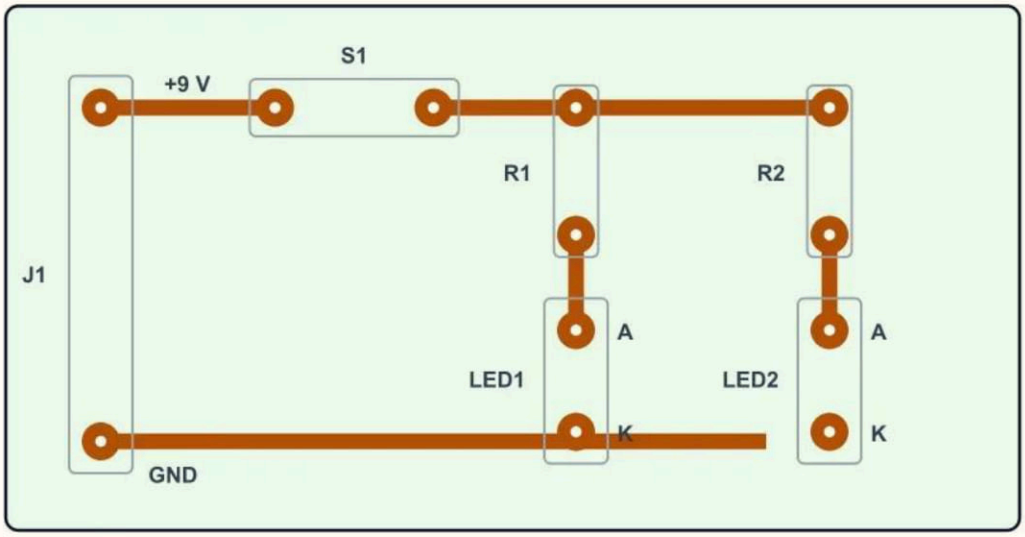
✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk soal tata letak, telusuri jalur satu per satu dan tulis dulu simpulnya. Untuk soal skema, periksa tiap pertemuan garis sebelum membaca pernyataan.

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

1. Kelompok Tari selesai membuat PCB satu layer lampu indikator dua LED. Gambar menunjukkan sisi tembaga papan itu; letak badan komponen digambar sebagai bantuan (2027). Sebelum menyolder komponen, Tari menelusuri setiap jalur untuk memastikan hasilnya sesuai dengan skema.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat berdasarkan tata letak tersebut adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Sisi tembaga PCB lampu indikator dua LED



Cokelat = jalur dan pad tembaga; garis abu-abu = letak badan komponen

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. S1 memutus arus ke kedua cabang LED sekaligus.
☐ B. R2 tersambung langsung ke kutub +9 V J1 tanpa melalui S1.
☐ C. R1 dan LED1 tersusun seri dalam satu cabang.
☐ D. Katoda LED2 tidak tersambung ke jalur GND sehingga cabang LED2 tidak dapat dialiri arus.
☐ E. Karena cabang LED2 terbuka, LED1 ikut padam saat S1 dinyalakan.

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

2. Lia membaca skema modul sensor gas dari buku panduan sebelum merakitnya di papan lubang (2027). Jalur +5V tidak digambar sebagai garis yang menyambung ke setiap komponen; di beberapa tempat hanya ada label "+5V". Simbol ground digambar terpisah di enam tempat. Ada dua garis yang menyilang tanpa titik tebal, dan nilai resistor ditulis singkat seperti "10k" dan "4k7".
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penafsiran yang tepat tentang skema tersebut adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Titik-titik yang diberi label "+5V" tersambung satu sama lain walaupun tidak dihubungkan garis.
☐ B. Keenam simbol ground tersambung ke jalur ground yang sama.
☐ C. Dua garis yang menyilang tanpa titik tebal menunjukkan jalur yang tersambung.
☐ D. Tulisan "4k7" pada resistor berarti nilai 4,7 kΩ.
☐ E. Komponen yang digambar berjauhan pada skema harus dipasang berjauhan pula di papan.

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

✔ PERIKSA DIRI

- Bagaimana kamu menjelaskan kepada temanmu bahwa dua garis yang bersilang tanpa titik pada skema tidak tersambung, padahal garisnya bertemu?
- Mengapa gambar sisi tembaga harus dibaca sebagai bayangan cermin dari sisi komponen, dan apa akibatnya bagi urutan kaki IC?
- **Yang harus kuingat:** skema menunjukkan hubungan listrik (bukan letak fisik); titik atau "T" tersambung, persilangan tanpa titik tidak; sisi tembaga tercermin; dan satu baris papan percobaan adalah satu simpul.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 2.4: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.
next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktel&node=SMKTEL-2.4

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

Kuis Akhir Bab 2

SMKTEL-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-smktel&node=SMKTEL-KB2

1. Pada mesin pengemas di unit produksi SMK Karya Pangan (2027), lampu menara hijau menyala terus selama mesin siap. Bila operator menekan tombol "jeda", lampu padam hanya selama tombol ditekan; begitu tombol dilepas, lampu menyala lagi. Lestari akan menggambar tombol itu pada skema dan harus menentukan jenis kontaknya. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Jenis tombol tekan dan alasan yang tepat adalah ....

A. Tombol NO, karena kontaknya tersambung hanya selama tombol ditekan oleh operator
B. Tombol NO, karena kontaknya terbuka saat dilepas sehingga lampu menyala terus
C. Tombol NC, karena kontaknya tersambung saat dilepas dan terputus selama ditekan
D. Tombol NC, karena kontaknya terbuka saat dilepas dan menutup selama ditekan
E. Sakelar SPST biasa, karena tuasnya tetap pada posisi terakhir setelah dilepas

2. Unit produksi SMK Cipta Elektro menyiapkan praktik menyolder untuk 20 siswa kelas X (2027). Bengkelnya memakai solder 30 W, tiap meja memiliki dudukan solder, dan ruangannya berventilasi alami. Pak Hendra menetapkan tiga aturan kerja dan meminta kelas menilainya.
(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
Solder yang masih panas boleh diletakkan di atas meja asalkan kabel catunya dijauhkan dari ujung yang panas.	○	○
Siswa memakai kacamata saat memotong kaki komponen karena potongan kaki dapat terpental ke mata.	○	○
Siswa mencuci tangan setelah menyolder, terutama sebelum makan, karena timah klasik mengandung timbal.	○	○

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

3. Putri merendam papan modul alarm dalam larutan FeCl3 baru yang dihangatkan (2027). Setelah 15 menit, tembaga di pinggir papan sudah bersih, tetapi di sela jalur bagian tengah masih tersisa lapisan tembaga tipis. Larutan masih segar dan hangat, tidak ada serat kertas yang menutupi tembaga, dan wadah tidak pernah digoyang sejak awal.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang paling tepat adalah ....

A. Mengganti larutan dengan yang lebih pekat karena larutan yang dipakai dianggap terlalu lemah
B. Mendidihkan larutan supaya tembaga di bagian tengah larut cepat tanpa perlu digoyang lagi
C. Menggosok bagian tengah papan dengan amplas untuk membuang tembaga yang tersisa tipis itu
D. Merendam papan dua kali lebih lama tanpa diperiksa karena tembaga yang tersisa hanya tipis
E. Menggoyang wadah perlahan sambil memantau papan, lalu mengangkatnya begitu sela jalur bersih

4. Kelompok Joko memeriksa desain PCB satu layer untuk modul relai dan sensor (2027) dengan pedoman bengkel: jalur sinyal 0,3–0,5 mm; jalur 1 A sekitar 1 mm dan 2 A sekitar 2 mm; jarak antarjalur minimal 0,3 mm; diameter pad sekitar dua kali diameter lubang. Hasil desain:

Bagian	Arus atau lubang	Lebar jalur atau pad	Jarak ke jalur lain
Jalur sensor	0,02 A	0,4 mm	0,5 mm
Jalur relai	1 A	0,4 mm	0,6 mm
Jalur motor	2 A	2 mm	0,2 mm
Pad IC	lubang 0,8 mm	pad 1,6 mm	0,4 mm
Pad konektor	lubang 1,0 mm	pad 1,2 mm	0,5 mm

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat berdasarkan tabel adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Jalur motor sudah cukup lebar, tetapi jaraknya ke jalur lain terlalu sempit.
☐ B. Jalur relai sudah sesuai karena arusnya hanya 1 A dan jaraknya 0,6 mm.
☐ C. Pad konektor terlalu kecil sehingga cincin tembaga setelah dibor akan tipis.
☐ D. Jalur sensor sudah sesuai pedoman untuk lebar jalur dan jarak antarjalur.
☐ E. Pad IC harus diperbesar lagi karena diameternya baru dua kali diameter lubang.

5. Papan modul kendali relai buatan kelompok Elsa selesai dietsa, dibilas, dan tonernya sudah dibersihkan (2027). Pemeriksaan dengan kaca pembesar menunjukkan satu jalur

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

menuju relai putus di satu titik sepanjang sekitar 0,5 mm karena terkikis, sedangkan jalur lain utuh. Lubang belum dibor dan komponen belum dipasang.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang paling tepat adalah ....

A. Menyambung celah dengan timah atau kawat tipis, lalu menguji kontinuitas jalur dengan multimeter
B. Menutup celah dengan spidol permanen sampai warna jalur tampak menyambung kembali di titik itu
C. Merendam papan kembali dalam FeCl3 beberapa menit agar tembaga di sekitar celah menyambung lagi
D. Mengolesi celah dengan cairan pelindung yang tebal agar jalur tersambung dan tidak teroksidasi
E. Melanjutkan ke tahap pengeboran dan memeriksa jalur itu setelah seluruh komponen selesai disolder

6. Reza di unit produksi SMK Harapan Bangsa akan menyolder resistor SMD berukuran sangat kecil pada papan modul sensor (2027). Komponen itu tidak muat dipegang jari, dan papan harus tetap diam agar kedua tangan bebas memegang solder dan timah. Di meja tersedia pinset, tang lancip, tang kombinasi, dan penjepit PCB.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pasangan perkakas dan fungsinya yang tepat adalah ....

A. Tang lancip untuk menempatkan komponen, tang kombinasi untuk menahan papan agar tidak bergeser
B. Pinset untuk menempatkan komponen, tang kombinasi untuk menahan papan agar tidak bergeser
C. Pinset untuk menempatkan komponen, penjepit PCB untuk menahan papan agar tidak bergeser
D. Penjepit PCB untuk menempatkan komponen, pinset untuk menahan papan agar tidak bergeser
E. Tang lancip untuk menempatkan komponen, penjepit PCB untuk menahan papan agar tidak bergeser

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

7. Kelompok Galih memasang skun garpu pada empat kabel catu lampu LED 12 V untuk pameran sekolah (2027). Pada uji tarik pelan, terminal di kabel ketiga terlepas dari kabelnya. Ukuran terminal sudah sesuai penampang kabel. Di meja ada tang crimping berlekuk rahang bertanda warna, tang kombinasi, palu kecil, dan tang pengupas kabel. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Tindakan yang tepat untuk memperbaiki pekerjaan itu adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Menjepit ulang terminal yang sama sekuat tenaga memakai tang kombinasi.
☐ B. Memasang terminal baru pada kabel itu dan tidak memakai ulang terminal yang terlepas.
☐ C. Memukul leher terminal memakai palu kecil agar pipih dan rapat pada kabel.
☐ D. Memilih lekuk rahang crimping yang warnanya sama dengan warna terminal.
☐ E. Menguji tarik pelan setiap kabel setelah dicrimping sebelum catu dipasang.

8. Citra mencetak pola jalur modul sensor suhu pada kertas glossy memakai printer laser, lalu mentransfernya ke papan tembaga dengan setrika (2027). Sebelum etsa, ia memeriksa papan: toner utuh, jalur dan pad rapi, serta jarak pad sesuai komponen. Namun tulisan "SUHU-1" yang ikut tercetak tampak terbalik kiri-kanan seperti bayangan cermin di papan, padahal terbaca normal di kertas cetak. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Penyebab dan tindakan yang paling tepat adalah ....

A. Setrika terlalu panas sehingga toner melebar; toner dikerik lalu papan dilanjutkan ke tahap etsa
B. Kertas bergeser saat disetrika sehingga gambar terbalik; kertas direkatkan lalu disetrika ulang
C. Tembaga kurang bersih sehingga toner membalik; papan diamplas lagi lalu kertas disetrika ulang
D. Gambar dicetak tanpa opsi cermin; gambar dicetak ulang secara cermin lalu ditransfer ke papan baru
E. Toner tipis di sebagian tempat sehingga tulisan terbalik; tulisan ditebalkan dengan spidol permanen

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

9. Kelompok Bagus mencocokkan papan hasil transfer toner untuk modul timer dengan IC DIP-14, yang jarak antarkakinya 2,54 mm (2027). Dengan jangka sorong, jarak dari pusat pad pertama ke pusat pad ketujuh pada satu deret terukur 16,8 mm. Jalur dan pad tampak rapi, tidak melebar, dan toner utuh.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penyebab dan perbaikan yang paling tepat adalah ....

A. Hasil cetak mengecil sekitar 10%; gambar dicetak ulang pada ukuran lebih besar lalu ditransfer ulang
B. Hasil cetak membesar sekitar 10%; gambar dicetak ulang pada skala 100% lalu dicocokkan dengan IC
C. Toner melebar karena setrika terlalu panas; toner dikerik di sela pad lalu papan dilanjutkan ke etsa
D. Papan memuai saat disetrika; panas setrika diturunkan lalu transfer diulang pada papan yang sama
E. Pad terlalu kecil untuk IC; pad diperbesar pada desain lalu dibor dengan mata bor yang lebih besar

10. Pagar otomatis rancangan kelompok Anton (2027) memakai dua komponen yang saling berhadapan: satu memancarkan sinar inframerah, yang lain menerimanya. Bila sinar terhalang, gerbang berhenti. Pada skema, keduanya digambar seperti dioda dengan dua panah kecil di dekatnya; hanya arah panahnya yang berbeda.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pasangan simbol dan komponen yang tepat adalah ....

A. Panah keluar adalah fotodioda penerima, panah masuk adalah LED pemancar
B. Panah keluar adalah dioda zener, panah masuk adalah fotodioda penerima
C. Panah keluar adalah LED pemancar, panah masuk adalah dioda zener penahan
D. Panah keluar adalah LED pemancar, panah masuk adalah fotodioda penerima
E. Kedua panah adalah LED; arah panah hanya menunjukkan polaritas kaki

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

11. Kelompok Rudi menyiapkan komponen catu daya mini dari gambar skema (2027): elko C1 (dua pelat, satu melengkung, bertanda +), kapasitor keramik C2 (dua garis lurus sejajar tanpa tanda), dioda D1 (segitiga dan garis), LED D2, resistor R1 (persegi panjang polos), dan potensiometer VR1. Mereka menandai komponen yang arah pemasangannya harus diperhatikan.
(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. Elko C1 harus dipasang dengan kaki bertanda + ke sisi yang lebih positif.
☐ B. Dioda D1 harus dipasang dengan sisi garisnya (katoda) sesuai arah pada skema.
☐ C. Kapasitor keramik C2 harus dipasang dengan salah satu kakinya ke sisi negatif.
☐ D. LED D2 hanya menyala bila anodanya lebih positif daripada katodanya.
☐ E. Resistor R1 dan potensiometer VR1 harus dipasang dengan kaki bertanda ke ground.

12. Kelompok Okta akan mengebor papan modul kendali (2027). Mata bor yang tersedia: 0,7; 0,9; 1,1; dan 1,3 mm. Hasil ukur jangka sorong: kaki LED 0,5 mm, kaki terminal blok 0,9 mm, dan kaki relai 1,0 mm. Pedoman bengkel: diameter lubang 0,2 sampai 0,3 mm lebih besar daripada kaki.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat tentang pengeboran adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Mata bor ditekan kuat agar lubang selesai cepat dan tidak melenceng.
☐ B. Kaki LED yang berdiameter 0,5 mm dibor dengan mata bor 0,7 mm.
☐ C. Kaki relai yang berdiameter 1,0 mm dibor dengan mata bor 1,3 mm.
☐ D. Kaki terminal blok 0,9 mm dibor dengan mata bor 0,9 mm agar pas rapat.
☐ E. Pusat pad ditandai dengan penitik dan papan dialasi kayu sebelum dibor.

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

13. Kania di bengkel audio "Nada Prima" menyambung kabel tembaga tebal ke pelat logam ground pada kotak amplifier (2027). Solder 25 W bermata runcing yang biasa ia pakai untuk resistor tidak mampu melelehkan timah di pelat itu walaupun ditempelkan cukup lama; timah hanya menggumpal di mata solder. Di meja tersedia solder 25 W mata runcing, solder 60 W mata pahat, solder 60 W mata runcing, dan amplas.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Langkah yang paling tepat adalah ....

A. Tetap memakai solder 25 W, tetapi menempelkannya lebih lama sampai pelat cukup panas
B. Memakai solder 60 W bermata pahat agar panasnya besar dan menyentuh bidang yang lebih luas
C. Menambah flux dalam jumlah banyak agar timah mampu melelehkan pelat logam yang dingin
D. Memakai solder 60 W bermata runcing agar panasnya terkumpul pada satu titik kecil di pelat
E. Mengamplas mata solder 25 W sampai tajam agar panasnya lebih terpusat pada pelat logam

14. Bengkel servis radio Gema Teknik menyusun skema pengisi daya aki 12 V untuk lampu darurat kantor (2027). Skema memuat sakelar S1, lampu, LED indikator, dan sekering F1 (persegi panjang yang ditembus garis lurus). Menurut aturan bengkel, F1 harus melindungi seluruh rangkaian dari arus berlebih tanpa membuat aki terhubung singkat.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Letak F1 yang paling tepat pada skema adalah ....

A. Seri pada jalur positif, tepat setelah kutub + aki dan sebelum sakelar S1
B. Paralel dengan aki, dari kutub + ke kutub −, agar menyerap arus yang berlebih
C. Paralel dengan lampu, dari jalur + ke ground, agar arus lampu terbagi dua
D. Seri hanya pada kabel lampu, sesudah sakelar S1, karena lampu beban terbesar
E. Seri hanya dengan LED indikator, karena LED paling mudah rusak oleh arus lebih

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

15. Kelompok Maya merakit pengendali pompa air mini (2027). Pada skema, kumparan relai K1 digambar di sisi pengendali (baterai 5 V), sedangkan kontak K1 yang terbuka digambar di sisi pompa (baterai 12 V). Keduanya diberi kode K1 dan dihubungkan garis putus-putus. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Bila baterai 5 V dilepas dari kumparan K1, kontak K1 kembali terbuka dan pompa berhenti.	○	○
Arus pompa 12 V mengalir melalui kumparan K1 sebelum menuju pompa karena kodenya sama.	○	○
Garis putus-putus antara kumparan dan kontak adalah kawat yang harus disolder pada papan.	○	○

16. Yoga menyolder kaki LED pada pad papan lampu hias di bengkel sekolah (2027). Ia menyentuhkan ujung timah langsung ke mata solder. Timah meleleh menjadi gumpalan di mata solder, tetapi tidak melekat pada pad maupun kaki LED ketika digeser ke sambungan. Mata solder sudah ditinning, dan pad serta kaki sudah bersih.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Perbaikan cara menyolder yang paling tepat adalah ....

A. Menempelkan mata solder pada pad dan kaki sekaligus, lalu menyentuhkan timah di sisi seberang
B. Menaikkan suhu solder ke tingkat tertinggi supaya gumpalan timah langsung mengalir ke pad dan kaki
C. Menempelkan timah pada mata solder lebih lama sampai gumpalannya cukup besar untuk menutup pad
D. Menempelkan mata solder pada kaki LED saja karena pad akan ikut panas lewat kaki yang tersambung
E. Menahan mata solder pada pad beberapa detik, mengangkatnya, lalu menyentuhkan timah ke pad panas

17. Setelah menyolder header 6 pin pada modul sensor suhu (2027), Fajar menguji kontinuitas dengan multimeter pada papan yang belum bertegangan. Dengan kaca pembesar tampak satu gumpalan timah menutup celah di antara dua pad. Pin 5 dan pin 6 memang dihubungkan jalur tembaga ke ground; pin lainnya harus terpisah.

Pasangan pad	Seharusnya	Hasil uji
Pin 1 – Pin 2	terpisah	tidak berbunyi
Pin 2 – Pin 3	terpisah	berbunyi
Pin 3 – Pin 4	terpisah	tidak berbunyi
Pin 5 – Pin 6	tersambung	berbunyi

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

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

A. Pin 2–3 dan pin 5–6 terjembatani timah; kedua pasang dipanaskan lalu timahnya disedot
B. Pin 2–3 sambungan dingin; kedua kaki disolder ulang dengan sedikit tambahan timah baru
C. Hanya pin 5–6 yang tidak wajar; tembaga di antara kedua pad dikerik dengan cutter
D. Pin 2–3 terhubung sisa tembaga; tembaga di antara kedua pad dikerik dengan cutter
E. Pin 2–3 terjembatani timah; timah berlebih diambil dengan kawat pengisap lalu diuji lagi

18. Kelompok Novi selesai mengetsa enam papan di bengkel sekolah (2027). Tersisa sekitar satu liter larutan FeCl3 bekas di baki plastik. Novi sudah memakai kacamata dan harus memindahkan serta menangani larutan itu dengan benar.
(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 sarung tangan karet dan celemek saat memindahkan larutan bekas.
☐ B. Menuang larutan bekas ke saluran air karena sudah encer setelah dipakai berulang.
☐ C. Menyimpan larutan bekas dalam wadah tertutup berlabel untuk diserahkan ke pengumpul B3 berizin.
☐ D. Memindahkan larutan ke ember logam yang kuat supaya tidak mudah bocor di jalan.
☐ E. Membilas kulit dengan air mengalir yang banyak bila terkena larutan, lalu melapor ke guru.

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

19. Kelompok Laras memeriksa papan alarm sederhana yang baru dietsa sebelum menyolder komponen (2027). Gambar memperlihatkan sisi tembaga papan itu. Rangkaiannya terdiri atas konektor baterai J1, sakelar S1, resistor R1, LED D1, dan buzzer BZ1.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat berdasarkan tata letak tersebut adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)



Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. R1 dan D1 tersusun seri dalam satu cabang karena R1 kaki kedua langsung tersambung ke anoda D1.

☐ B. Katoda D1 dan pad BZ1 − sama-sama tersambung ke jalur yang menuju J1 −.

☐ C. S1 hanya mengendalikan cabang R1–D1, sehingga BZ1 tetap dapat bekerja bila S1 dibuka.

☐ D. J1 + tersambung langsung ke R1 kaki pertama tanpa melalui S1.

☐ E. Karena ada celah pada jalurnya, BZ1 tidak mendapat arus dari J1 + walaupun S1 ditutup.

20. Kevin menyiapkan daftar belanja resistor untuk kit penguat mini di bengkel sekolah (2027). Nilai ditulis singkat pada skema, dan ia ingin menyusun urutan dari hambatan terkecil ke terbesar sebelum mengambil resistor dari laci.

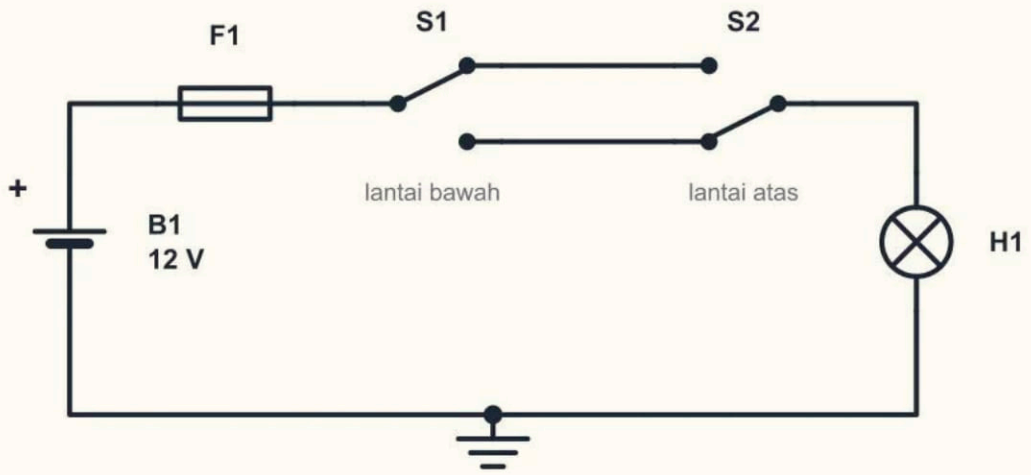
Kode	Tertulis
R1	2k7
R2	8R2
R3	4M7
R4	0R22

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

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Urutan hambatan dari yang terkecil ke terbesar adalah ....

A. R2, R4, R1, R3
B. R4, R1, R2, R3
C. R4, R2, R1, R3
D. R4, R2, R3, R1
E. R3, R1, R2, R4

21. Gambar menunjukkan skema lampu tangga 12 V dengan dua sakelar SPDT, S1 di lantai bawah dan S2 di lantai atas, serta sekering F1 pada jalur positif. Posisi kedua sakelar adalah seperti pada gambar (2027). Dua kawat penghantar menghubungkan S1 dengan S2.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat berdasarkan gambar adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)



Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Pada posisi seperti gambar, S1 dan S2 memakai kawat penghantar yang berbeda sehingga jalur arus ke H1 terputus.
☐ B. Pada posisi seperti gambar, lampu H1 menyala karena arus mengalir dari F1 melalui S1 dan S2 ke H1.
☐ C. Memindahkan S1 dan S2 sekaligus ke posisi seberangnya menyalakan lampu H1.
☐ D. Memindahkan hanya S2 ke posisi seberangnya menyalakan lampu H1.
☐ E. Bila lampu menyala, arus lampu juga mengalir melalui F1 karena F1 seri dengan seluruh rangkaian.

22. Tasya baru selesai menguji rangkaian pengisi daya mini di papan percobaan dan kini akan membuat PCB-nya (2027). Guru memintanya membuat satu gambar baru yang memperlihatkan posisi pad, bentuk jalur tembaga, dan ukuran papan sebenarnya, supaya dapat dicetak 1:1 untuk transfer toner. Tasya sudah memiliki skema, diagram blok, dan foto papan percobaan.

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

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Gambar yang harus dibuat Tasya adalah ....

A. Skema yang digambar ulang dengan simbol lebih besar dan jalur yang lebih rapi
B. Tata letak PCB yang memuat posisi pad dan jalur dalam ukuran sebenarnya papan
C. Diagram blok yang memuat fungsi tiap bagian rangkaian dalam kotak berpanah
D. Gambar papan percobaan yang memuat kabel jumper dan baris yang dipakai
E. Daftar komponen yang memuat kode, nilai, dan jumlah tiap komponen rangkaian

23. Unit produksi SMK Mandala Teknik memeriksa PCB kit lampu malam (2027). Uji kontinuitas pada papan yang belum bertegangan menghasilkan kelompok titik yang saling tersambung, yang disebut simpul. S1 adalah sakelar, R1 dan R2 resistor, LED1 dan LED2 dioda cahaya, dan C1 elko.

Simpul	Titik yang tersambung
A	J1 (+), S1 kaki 1
B	S1 kaki 2, R1 kaki 1, R2 kaki 1, C1 (+)
C	R1 kaki 2, LED1 anoda
D	R2 kaki 2, LED2 anoda
G	J1 (−), LED1 katoda, LED2 katoda, C1 (−)

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat tentang susunan komponen adalah ....

A. R1 dan R2 paralel karena kaki 1 keduanya sama-sama tersambung ke simpul B
B. LED1 dan LED2 paralel karena katoda keduanya sama-sama tersambung ke simpul G
C. C1 seri dengan S1 karena keduanya sama-sama tersambung pada simpul B
D. R1 seri dengan LED1 karena hanya keduanya yang bertemu pada simpul C
E. R2 paralel dengan LED2 karena keduanya sama-sama tersambung ke simpul D

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

24. Kelompok Mira memindahkan skema timer lampu ke tata letak PCB satu layer (2027). Skema itu memuat satu IC 8 kaki, beberapa resistor dan kapasitor, sebuah LED, dan satu titik yang jalurnya harus melompati jalur lain. Saat presentasi, guru mengajukan tiga pernyataan untuk dinilai kelas.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

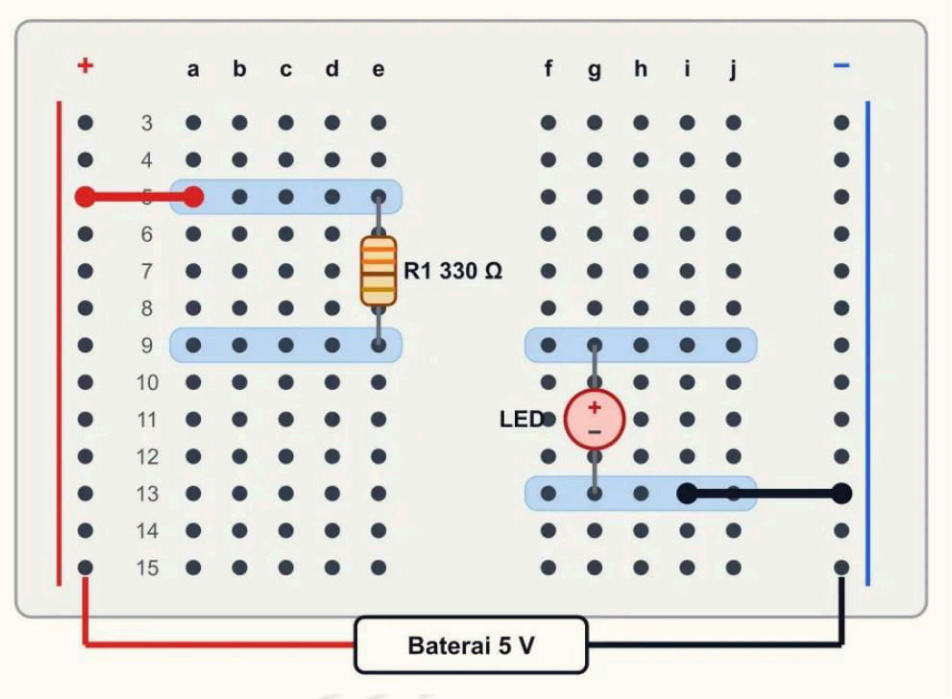
Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Letak R1 pada tata letak boleh berjauhan dari letaknya di skema, asalkan pad R1 tetap tersambung ke simpul yang sama dengan di skema.	○	○
Jumper yang dipasang pada tata letak harus digambar di skema sebagai komponen tersendiri bernomor JP1.	○	○
Pada gambar sisi tembaga, urutan kaki IC 8 kaki tampak berbalik: yang berlawanan arah jarum jam dari sisi komponen tampak searah jarum jam.	○	○

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

25. Ilham merakit lampu indikator pada papan percobaan dengan catu 5 V (2027). Gambar menunjukkan posisi komponen: resistor R1 330 Ω dan LED yang kaki panjangnya (anoda) berada di baris 9. Polaritas LED sudah benar, dan baterai serta LED dalam keadaan baik. Setelah baterai dihubungkan, LED tidak menyala.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penyebab yang paling tepat adalah ....



A. Nilai R1 330 Ω terlalu besar sehingga arus rangkaian terlalu kecil untuk menyalakan LED

B. Rel + dan rel − berada di sisi papan yang berseberangan sehingga baterai tidak tersambung

C. Kedua kaki R1 berada pada baris yang sama sehingga R1 terhubung singkat dan arus berlebih

D. Kaki katoda LED dan kabel hitam berada di baris yang sama sehingga LED terhubung singkat

E. R1 berada di sisi kiri celah tengah dan anoda LED di sisi kanan sehingga baris 9 terputus

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 · Perkakas tangan dan teknik menyolder	2, 6, 7, 13, 16, 17	___ / 6	Ulangi hlm. 81
Sub bab 2.2 · Pembuatan PCB satu layer	3, 4, 5, 8, 9, 12, 18	___ / 7	Ulangi hlm. 96
Sub bab 2.3 · Simbol komponen dan rangkaian listrik	1, 10, 11, 14, 15, 21	___ / 6	Ulangi hlm. 111
Sub bab 2.4 · Membaca dan membuat gambar skema serta tata letak PCB	19, 20, 22, 23, 24, 25	___ / 6	Ulangi hlm. 126

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 3 · Konsep Dasar Kelistrikan dan Rangkaian Elektronika

SMKTEL-B3

Setelah mempelajari bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan besaran listrik dasar, satuannya, dan membaca label perangkat
- memakai hukum Ohm dan rumus daya untuk memilih resistor, adaptor, dan sekering
- menganalisis rangkaian seri, paralel, dan campuran, termasuk akibat hubung singkat dan putus
- [object Object]

Peta bab

Sub bab	Judul
3.1	Besaran dan karakteristik listrik dasar
3.2	Hukum Ohm dan daya listrik
3.3	Rangkaian seri, paralel, dan campuran
3.4	Rangkaian aplikasi elektronika dasar

Bab 3 di LMS

Buka seluruh latihan bab ini di LMS.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktel&node=SMKTEL-B3

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

Sub bab 3.1 · Besaran dan karakteristik listrik dasar

SMKTEL-3.1

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu **menjelaskan besaran dan karakteristik listrik dasar**: arus, tegangan, hambatan, daya, energi, jenis arus, bahan penghantar, dan satuannya. Soalnya jarang bertanya "apa satuan arus". Soal biasanya menceritakan sebuah alat di bengkel atau unit produksi sekolah, memberi sebuah **label** (misalnya "Output 12 V ⎓ 2 A" atau "baterai 3.000 mAh"), lalu meminta kamu **menafsirkan label itu**, **menghitung daya atau energi**, atau **menilai pernyataan** tentang arus dan tegangan. Bentuknya pilihan ganda, pilihan ganda kompleks, atau pernyataan Benar/Salah. Kesalahan paling sering bukan karena hitungannya sulit, melainkan karena satuan, awalan, atau arti sebuah angka pada label salah dibaca.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan arus, tegangan, dan hambatan dengan analogi aliran air, serta menyebut satuan dan alat ukurnya;
- membedakan arus searah (DC) dan arus bolak-balik (AC), dan membedakan konduktor, isolator, dan semikonduktor;
- mengonversi satuan dengan awalan p, n, µ, m, k, dan M tanpa salah letak koma;
- membaca label perangkat (masukan, keluaran, tegangan, arus, daya) dan memilih sumber yang sesuai;
- menghitung daya dan energi (W, Wh, kWh), serta menghitung kapasitas dan lama pakai baterai (mAh dan Wh).

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Hampir semua alat di bengkel elektronikamu, dari solder sampai charger, bekerja karena **muatan listrik** bergerak. Untuk membicarakannya kita memakai beberapa besaran: arus, tegangan, hambatan, daya, dan energi. Besaran-besaran itu saling terkait, dan seluruh bab ini bertumpu padanya. Karena itu, pahami dulu bayangan dasarnya, baru rumusnya.

1. Listrik berawal dari muatan

Semua benda tersusun dari atom. Di dalam atom ada **proton** (bermuatan positif), **elektron** (bermuatan negatif), dan **neutron** (tidak bermuatan). Pada logam seperti tembaga, sebagian elektron tidak terikat kuat pada atomnya. Elektron ini disebut **elektron bebas**, dan ia dapat bergeser dari satu atom ke atom lain. Ketika elektron bebas didorong bergerak searah, mengalirlah **arus listrik**.

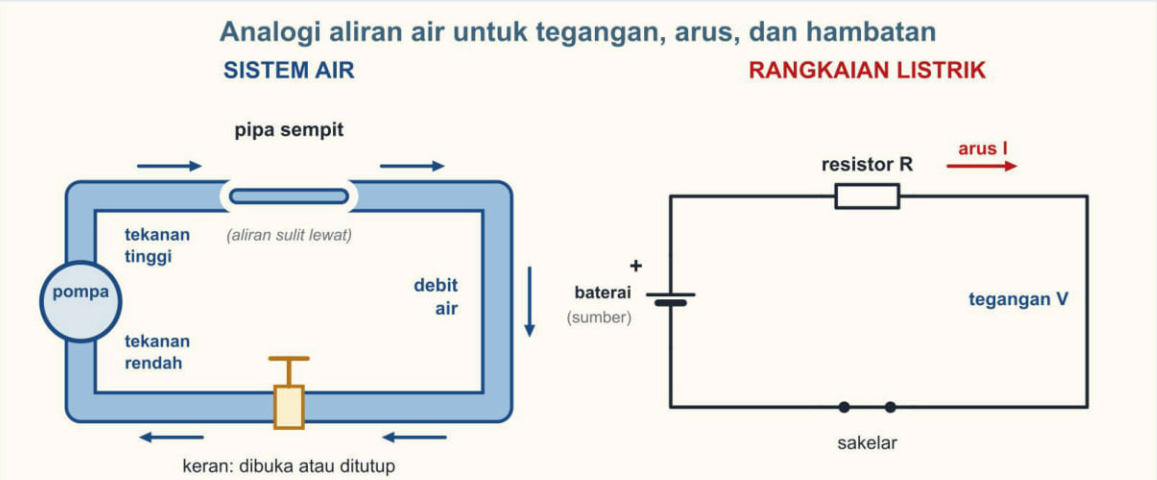
Banyaknya muatan diukur dengan satuan **coulomb** (C). Satu elektron membawa muatan yang

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

sangat kecil, sehingga satu coulomb setara dengan sekitar $6{,}24 \times 10^{18}$ elektron. Kamu tidak perlu menghafal angka itu. Yang perlu kamu ingat: arus berarti muatan yang mengalir.

2. Arus, tegangan, dan hambatan lewat analogi air

Muatan listrik tidak terlihat, jadi para teknisi membayangkannya sebagai air. Lihat Gambar 3.1. Sebuah pompa mendorong air melewati pipa. Makin kuat pompa, makin besar tekanannya. Pipa yang sempit menyulitkan aliran. Keran membuka atau menutup jalur.



Sistem air	Rangkaian listrik	Satuan
pompa (menghasilkan tekanan)	baterai atau catu daya (sumber)	—
perbedaan tekanan	tegangan V (dorongan listrik)	volt (V)
debit air (banyaknya air mengalir)	arus I (aliran muatan listrik)	ampere (A)
pipa sempit	hambatan R (penghalang aliran)	ohm (Ω)
keran	sakelar	—

Gambar 3.1 Analogi aliran air untuk tegangan, arus, dan hambatan, beserta tabel padanannya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Arus listrik (I)** adalah banyaknya muatan yang melewati suatu titik tiap detik. Ia seperti **debit air**. Satuannya **ampere** (A). Satu ampere berarti satu coulomb melewati titik itu tiap detik. Arus diukur dengan **amperemeter** yang dipasang **seri** (di dalam jalur arus).
- **Tegangan listrik (V)** adalah beda "tekanan" listrik antara dua titik, yaitu dorongan yang membuat muatan mengalir. Ia seperti **perbedaan tekanan air**. Satuannya **volt** (V). Tegangan selalu diukur **antara dua titik**, dengan **voltmeter** yang dipasang **paralel** (di samping komponen yang diukur). Satu baterai AA bertegangan 1,5 V, aki motor 12 V, dan listrik rumah 220 V.
- **Hambatan listrik (R)** adalah seberapa sulit arus melewati sebuah benda. Ia seperti **pipa sempit**. Satuannya **ohm** (Ω). Resistor adalah komponen yang sengaja dibuat untuk memberi hambatan tertentu.

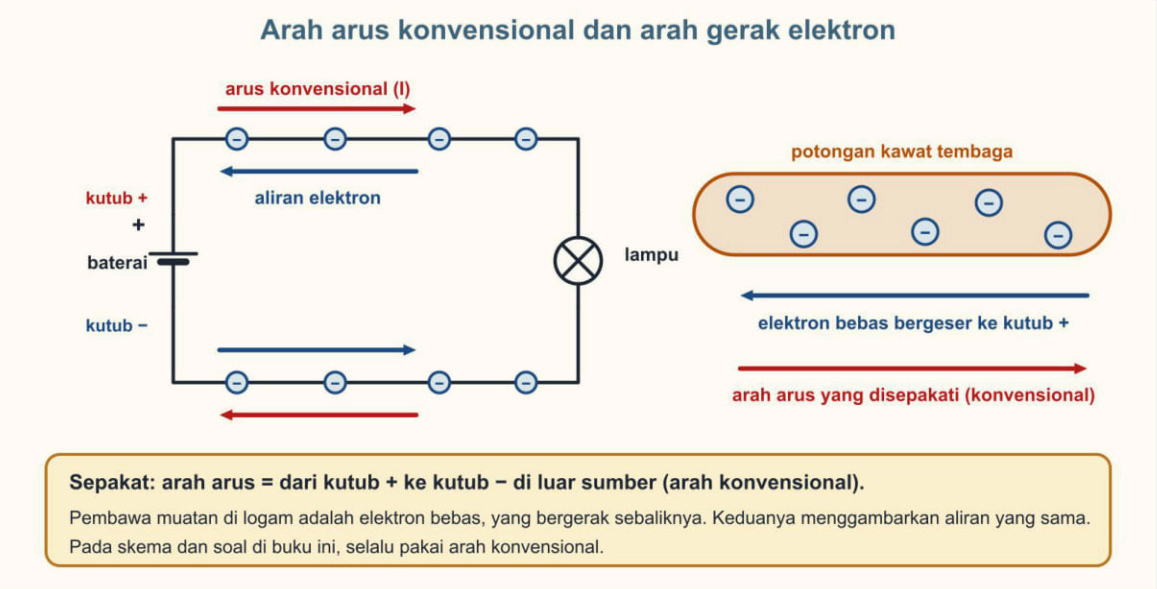
Analogi ini juga menjelaskan satu hal yang sering disalahpahami. Pompa hanya menyediakan **tekanan**. Berapa banyak air yang mengalir bergantung pada pipa yang dilewati. Begitu pula **sumber tegangan** seperti baterai atau adaptor: ia menyediakan tegangan, sedangkan **arus ditentukan oleh beban** yang disambungkan. Bila bebannya "besar" (hambatannya kecil), arus

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

yang mengalir besar. Bila bebannya "kecil", arus yang mengalir kecil. Jadi tulisan "2 A" pada adaptor bukan arus yang dipaksakan, melainkan **batas arus maksimum** yang aman diberikan.

3. Arah arus

Sebelum orang mengetahui adanya elektron, para ilmuwan sepakat bahwa arus mengalir dari kutub positif (+) ke kutub negatif (−) di luar sumber. Kesepakatan itu disebut **arah arus konvensional**. Kemudian ditemukan bahwa pembawa muatan di logam adalah elektron, yang bergerak **sebaliknya**, dari kutub − ke kutub +. Lihat Gambar 3.2. Kedua gambaran itu melukiskan aliran yang sama dan hasil hitungannya pun sama. Karena kesepakatan lama sudah dipakai di seluruh skema dan buku, **arus selalu digambar dengan arah konvensional**, dan buku ini juga mengikutinya.



Gambar 3.2 Arah arus konvensional (merah) dan arah gerak elektron (biru) pada rangkaian sederhana. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

4. Hambatan: apa yang menentukan besarnya?

Hambatan sebuah penghantar bergantung pada tiga hal. Makin **panjang** kawat, makin besar hambatannya. Makin **tipis** kawat (luas penampang kecil), makin besar hambatannya. Dan **bahannya** ikut menentukan: tembaga jauh lebih mudah dialiri arus daripada besi. Itulah sebabnya kabel yang panjang dan tipis dapat membuat alat di ujungnya kekurangan tegangan. Hal ini dibahas lagi pada sub bab Hukum Ohm.

Berdasarkan kemudahan mengalirkan arus, bahan dibagi tiga.

Golongan	Sifat	Contoh	Pemakaian
Konduktor	banyak elektron bebas, mudah mengalirkan arus	tembaga, aluminium, perak, emas	kabel, jalur PCB, kaki komponen
Isolator	hampir tidak punya elektron bebas, menahan arus	karet, plastik, kaca, keramik, kayu kering	selubung kabel, gagang obeng, casing
Semikonduktor	daya hantarnya di antara keduanya dan dapat diatur	silikon, germanium	dioda, transistor, IC, LED

Pada sub bab komponen aktif, kamu akan melihat bahwa sifat "dapat diatur" milik semikonduktor itulah yang membuat transistor dan IC mungkin dibuat.

5. Daya dan energi

Lampu 5 W dan lampu 25 W sama-sama menyala, tetapi lampu 25 W lebih terang dan menyerap "lebih banyak listrik". **Daya listrik (P)** adalah **laju** pemakaian energi listrik, yaitu seberapa cepat energi dipakai. Satuannya **watt** (W). Daya dihitung dengan

$P = V \times I$

Dengan V dalam volt dan I dalam ampere, hasilnya dalam watt. Asalnya masuk akal bila kamu menengok artinya: tegangan adalah energi tiap satuan muatan, dan arus adalah muatan tiap detik. Hasil kali keduanya adalah energi tiap detik, yaitu daya. Sebuah alat 12 V yang mengambil arus 2 A berdaya $12 \times 2 = 24$ W. Dari rumus yang sama diperoleh bentuk lain: $I = P \div V$ dan $V = P \div I$. Rumus $I = P \div V$ sangat berguna untuk mencari arus sebuah alat dari label dayanya.

Daya hanyalah laju. Untuk mengetahui **berapa banyak** energi yang terpakai, kita perlu mengalikannya dengan **waktu**:

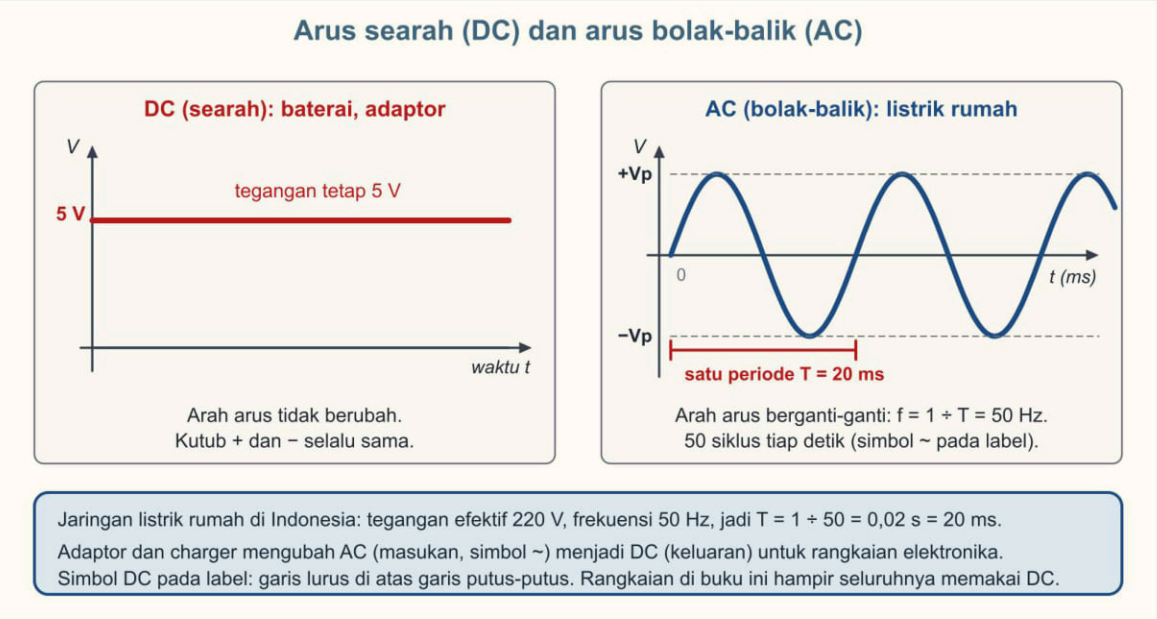
$E = P \times t$

Satuan resmi energi adalah joule, tetapi di dunia kelistrikan satuan yang dipakai adalah **watt-jam (Wh)** dan **kilowatt-jam (kWh)**. Satu Wh berarti daya 1 W bekerja selama 1 jam. Satu kWh sama dengan 1.000 Wh. Meteran listrik rumah mencatat energi dalam kWh, dan tagihan listrik dihitung dari kWh dikalikan tarif per kWh. Ingat perbedaannya: **watt** mengukur daya (seberapa cepat), **watt-jam** mengukur energi (seberapa banyak). Lampu 60 W yang menyala selama 1 jam memakai 60 Wh, sedangkan lampu 30 W yang menyala selama 2 jam memakai energi yang sama.

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

6. Arus searah (DC) dan arus bolak-balik (AC)

Lihat Gambar 3.3. Pada **arus searah** (*direct current*, DC), arah arus tetap dan tegangannya konstan, seperti pada baterai, aki, dan keluaran adaptor. Simbolnya berupa garis lurus di atas garis putus-putus (⎓). Pada **arus bolak-balik** (*alternating current*, AC), arah arus dan polaritas tegangan berganti-ganti secara teratur. Simbolnya gelombang kecil (~).



Gambar 3.3 Grafik konsep tegangan terhadap waktu: DC (tetap) dan AC (berubah arah secara berulang). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Satu kali "bolak" dan satu kali "balik" disebut satu **siklus**. Waktu satu siklus adalah **periode** (T, dalam detik), dan jumlah siklus tiap detik adalah **frekuensi** (f, dalam **hertz**, Hz). Keduanya berkaitan:

$$f = 1 \div T$$

Listrik jaringan PLN di rumah dan bengkel berfrekuensi **50 Hz**, jadi periodenya T = 1 ÷ 50 = 0,02 s = 20 ms. Tegangannya 220 V (nilai efektif). Rangkaian elektronika umumnya memerlukan DC dengan tegangan rendah, sehingga charger dan adaptor bertugas mengubah AC dari stopkontak menjadi DC. Itulah sebabnya label charger memuat dua bagian: **masukan** (Input) bertanda ~ dan **keluaran** (Output) bertanda ⎓.

7. Awalan satuan

Nilai di elektronika bisa sangat kecil atau sangat besar: kapasitor 0,000000047 F dan resistor 4.700.000 Ω. Agar tidak menulis banyak nol, satuan diberi **awalan**. Lihat Gambar 3.4.

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

Awalan satuan dan cara mengonversinya

Awalan	Simbol	Faktor	Contoh di elektronika
piko	p	10^{-12} (satu per triliun)	22 pF = 22 × 10^{-12} F (kapasitor kecil)
nano	n	10^{-9} (satu per miliar)	47 nF = 0,047 µF
mikro	µ	10^{-6} (satu per sejuta)	100 µF; 330 µA = 0,33 mA
mili	m	10^{-3} (satu per seribu)	150 mA = 0,15 A; 20 mV
(tanpa awalan)	—	**1**	A, V, Ω, W, F, Hz
kilo	k	10^{3} (seribu)	2,2 kΩ = 2.200 Ω; 3 kW
mega	M	10^{6} (sejuta)	4,7 MΩ = 4.700.000 Ω; 1 MHz

Tangga konversi: tiap satu tingkat berjarak 1.000 kali



Bergerak ke kanan (awalan lebih kecil): angka dikali 1.000. Bergerak ke kiri (awalan lebih besar): angka dibagi 1.000.

Contoh: 0,15 A → mA ke kanan satu tingkat → 150 mA. 4.700 Ω → kΩ ke kiri satu tingkat → 4,7 kΩ.

Perhatikan huruf besar dan kecil: m = mili (sangat kecil), M = mega (sangat besar). mΩ dan MΩ berbeda jauh.

Gambar 3.4 Tabel awalan satuan (p, n, µ, m, k, M) dan tangga konversinya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Hubungan antartingkat selalu **1.000 kali**. Satu kΩ sama dengan 1.000 Ω, satu A sama dengan 1.000 mA, satu mA sama dengan 1.000 µA, dan satu µF sama dengan 1.000 nF. Cara mengonversi:

1. Tentukan arah. Dari awalan besar ke kecil (misalnya A ke mA), angkanya **membesar**: kalikan 1.000 untuk tiap tingkat.
2. Dari awalan kecil ke besar (misalnya Ω ke kΩ), angkanya **mengecil**: bagi 1.000 untuk tiap tingkat.
3. Tingkat yang dilewati = jumlah kali ×1.000 atau ÷1.000. Dari A ke µA berarti dua tingkat, jadi × 1.000.000.
4. Periksa kemasukakalannya: 0,15 A menjadi 150 mA (angka naik, satuan turun satu tingkat).

Perhatikan huruf besar dan kecil. **m** berarti mili (seperseribu), sedangkan **M** berarti mega (sejuta). Selisihnya satu miliar kali, jadi mΩ dan MΩ sama sekali berbeda.

8. Membaca label perangkat

Setiap adaptor atau charger memuat label. Contoh sebuah adaptor modul kamera: "Input 100–240 V~ 50/60 Hz 0,3 A; Output 12 V ⎓ 1 A". Bagian Input menyatakan sumber yang boleh dipasang, yaitu AC antara 100 sampai 240 V. Bagian Output menyatakan apa yang dikeluarkan: DC bertegangan **tetap** 12 V dan dapat memberi arus sampai **1 A**. Daya keluaran maksimumnya P = 12 × 1 = 12 W.

Aturan memilih adaptor atau catu daya untuk sebuah beban:

1. **Tegangan keluaran harus sama** dengan tegangan kerja beban. Lebih rendah, beban tidak bekerja baik. Lebih tinggi, beban dapat rusak.
2. **Arus maksimum adaptor harus lebih besar** daripada arus yang dibutuhkan beban. Adaptor yang arus maksimumnya terlalu kecil akan panas dan dapat rusak.
3. **Jenis arusnya sesuai** (DC untuk rangkaian elektronika).

Karena arus beban tidak tertulis pada banyak alat, kamu menghitungnya dari daya: I = P ÷ V.

9. Baterai: mAh dan Wh

Baterai ditandai dengan tegangan dan **kapasitas** dalam **mAh** (miliampere-jam) atau Ah. Kapasitas 2.000 mAh berarti baterai itu dapat memberi arus 2.000 mA selama 1 jam, atau 200 mA selama 10 jam, dalam keadaan ideal. Satuan mAh mengukur **muatan**, bukan energi. Energi baru diperoleh bila kapasitas dikalikan tegangannya:

E (Wh) = V × kapasitas (Ah)

Karena itu baterai 3,7 V dan baterai 12 V yang sama-sama berkapasitas 2.000 mAh menyimpan energi yang berbeda, dan hanya energi (Wh) yang adil untuk membandingkannya. Lama pemakaian dihitung dari energi dibagi daya beban: t = E ÷ P. Perkiraan ini mengabaikan rugi-rugi, jadi pemakaian sebenarnya sedikit lebih singkat.

Susunan baterai juga penting. Baterai yang disusun **seri** menjumlahkan tegangannya: tiga baterai 1,5 V menghasilkan 4,5 V, sedangkan kapasitasnya tetap. Baterai yang disusun **paralel**

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

mempertahankan tegangannya, tetapi kapasitasnya bertambah. Baterai yang dipasang paralel haruslah sejenis dan sama tegangannya.

Ringkasan

- Arus (A) = aliran muatan; tegangan (V) = dorongan; hambatan (Ω) = penghalang. Sumber tegangan menentukan tegangan, **beban menentukan arus**.
- P = V × I (W); E = P × t (Wh, kWh); 1 kWh = 1.000 Wh.
- DC searah, AC bolak-balik (50 Hz di rumah, T = 20 ms). Konduktor, isolator, semikonduktor dibedakan oleh banyaknya elektron bebas.
- Tiap awalan berjarak 1.000 kali. Baterai: mAh = muatan, Wh = V × Ah = energi.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Konversi satuan

Fitri sedang menyiapkan lembar data untuk usaha servis kecil milik keluarganya. Ia menemukan lima nilai dengan awalan berbeda dan harus menyeragamkannya: (a) 2,2 kΩ ke Ω; (b) 150 mA ke A; (c) 0,047 µF ke nF; (d) 4.700.000 Ω ke MΩ; (e) 12 µA ke mA. *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

1. (a) kΩ ke Ω turun satu tingkat, jadi angka dikali 1.000: 2,2 × 1.000 = 2.200 Ω.
2. (b) mA ke A naik satu tingkat, jadi angka dibagi 1.000: 150 ÷ 1.000 = 0,15 A.
3. (c) µF ke nF turun satu tingkat, jadi dikali 1.000: 0,047 × 1.000 = 47 nF.
4. (d) Ω ke MΩ naik dua tingkat (Ω → kΩ → MΩ), jadi dibagi 1.000.000: 4.700.000 ÷ 1.000.000 = 4,7 MΩ.
5. (e) µA ke mA naik satu tingkat, jadi dibagi 1.000: 12 ÷ 1.000 = 0,012 mA.

Jawaban: (a) **2.200 Ω**, (b) **0,15 A**, (c) **47 nF**, (d) **4,7 MΩ**, (e) **0,012 mA**.

Contoh 2 — Menentukan arus beban dari label dan memilih adaptor

Bengkel "Elektra Prima" memasang tiga perangkat pada papan pameran: router berlabel 9 V dan 0,6 A, kamera pengawas berlabel 12 V dan 9 W, dan lampu LED berlabel 5 V dan 2,5 W. Di laci tersedia lima adaptor keluaran DC: A (9 V, 1 A), B (12 V, 1 A), C (12 V, 0,4 A), D (5 V, 2 A), dan E (24 V, 1 A). Pilih adaptor yang aman untuk tiap perangkat. *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

1. Tentukan arus tiap beban. Router sudah diberi arusnya: 0,6 A. Kamera: I = P ÷ V = 9 ÷ 12 = 0,75 A. Lampu LED: I = 2,5 ÷ 5 = 0,5 A.
2. Cari adaptor bertegangan sama. Router 9 V → A. Kamera 12 V → B atau C. Lampu 5 V → D. Adaptor E (24 V) tidak cocok untuk siapa pun.
3. Periksa arus maksimum. Router: A memberi 1 A, lebih besar dari 0,6 A, sehingga aman. Kamera: B memberi 1 A, lebih besar dari 0,75 A, aman; C hanya 0,4 A, lebih kecil dari 0,75 A, sehingga akan kepanasan. Lampu: D memberi 2 A, lebih besar dari 0,5 A, aman.

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

4. Hitung daya yang diambil tiap beban dibandingkan dengan kemampuan adaptor sebagai pemeriksaan: router 9 × 0,6 = 5,4 W (dari adaptor A, maksimum 9 W); kamera 9 W (dari B, maksimum 12 W); lampu 2,5 W (dari D, maksimum 10 W).

Jawaban: router **A**, kamera **B**, lampu LED **D**. Adaptor C ditolak karena arus maksimumnya kurang; adaptor E ditolak karena tegangannya salah.

Contoh 3 — Energi dan biaya listrik alat bengkel

Unit produksi sekolah "Mandiri Karya" memakai mesin bor PCB 120 W selama 2 jam per hari dan kipas penyedot asap solder 30 W selama 6 jam per hari. Unit itu bekerja 24 hari dalam sebulan (2027). Dengan anggapan tarif listrik Rp1.500 per kWh, hitung energi dan biaya listrik kedua alat itu per bulan. *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif; tarif hanya anggapan.*

1. Energi bor per hari: E = P × t = 120 W × 2 jam = 240 Wh.
2. Energi kipas per hari: 30 W × 6 jam = 180 Wh.
3. Jumlahkan per hari: 240 + 180 = 420 Wh = 0,42 kWh (dibagi 1.000).
4. Untuk 24 hari: 0,42 kWh × 24 = 10,08 kWh.
5. Biaya: 10,08 kWh × Rp1.500 = Rp15.120.

Jawaban: **10,08 kWh** per bulan, dengan biaya **Rp15.120**.

Contoh 4 — Kapasitas baterai dan lama pakai

Sebuah power bank untuk praktik lapangan bertanda 3,7 V dan 10.000 mAh. Tim "Cahaya Desa" ingin memakainya untuk menyalakan lampu USB 5 V yang menarik arus 0,5 A. Hitung energi yang tersimpan dan lama lampu dapat menyala (rugi-rugi diabaikan). *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

1. Ubah kapasitas ke Ah: 10.000 mAh ÷ 1.000 = 10 Ah.
2. Hitung energi: E = V × kapasitas = 3,7 V × 10 Ah = 37 Wh.
3. Hitung daya lampu: P = V × I = 5 V × 0,5 A = 2,5 W.
4. Hitung lama pakai: t = E ÷ P = 37 Wh ÷ 2,5 W = 14,8 jam.
5. Periksa jebakan: membagi 10.000 mAh dengan 500 mA menghasilkan 20 jam, tetapi itu salah karena 10.000 mAh berada pada 3,7 V sedangkan lampu bekerja pada 5 V. Perbandingan yang benar harus memakai energi (Wh).

Jawaban: energi **37 Wh**, lampu menyala sekitar **14,8 jam**.

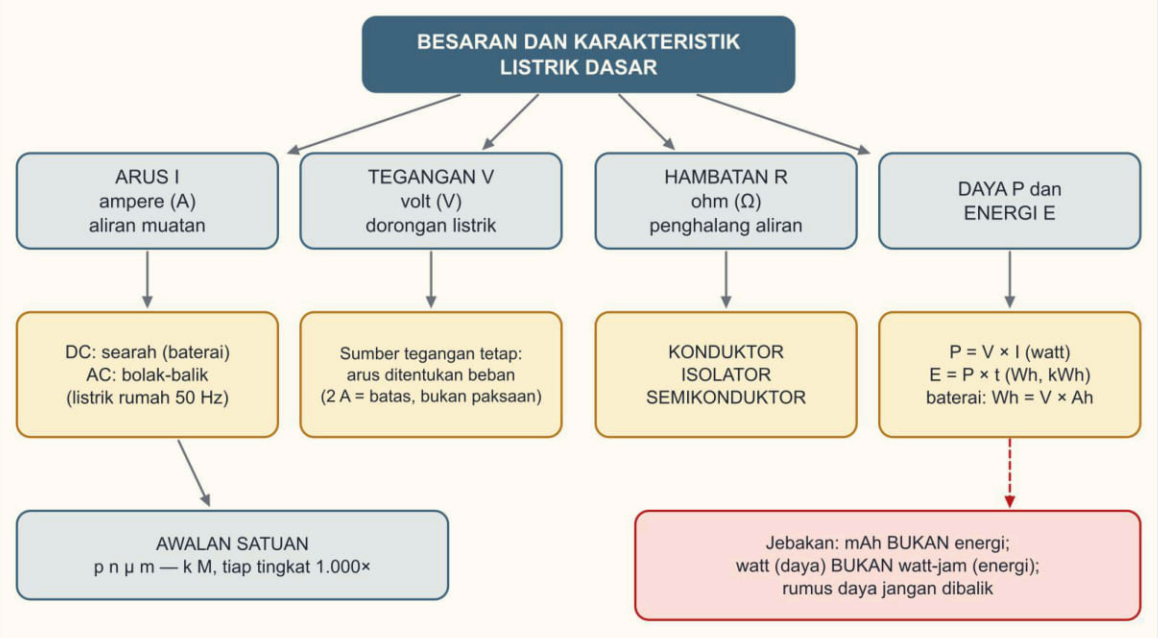
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Arus** (A) mengalir, **tegangan** (V) mendorong, **hambatan** (Ω) menghalangi. Sumber tegangan tetap menentukan tegangan; **arus ditentukan beban**, dan angka "A" pada adaptor adalah batas maksimum.
- **P = V × I** (watt); **E = P × t** (Wh, kWh); 1 kWh = 1.000 Wh. Watt bukan watt-jam.
- **DC** searah (baterai, keluaran adaptor); **AC** bolak-balik (listrik rumah 50 Hz, T = 20 ms).
- **Konduktor** menghantar, **isolator** menahan, **semikonduktor** di antaranya dan dapat diatur.
- Awalan **p n µ m k M**: tiap tingkat 1.000 kali; **m** bukan **M**.
- Baterai: **mAh adalah muatan**; energi **Wh = V × Ah**.

Gambar 3.5 merangkum semuanya.



Gambar 3.5 Peta konsep besaran dan karakteristik listrik dasar. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal besaran listrik:

1. **Tulis semua angka beserta satuannya**, lalu ubah ke satuan dasar (A, V, Ω, W) sebelum menghitung.
2. **Tentukan apa yang ditanyakan**: arus, daya, energi, atau lama pakai. Pilih rumusnya: $I = P \div V$, $P = V \times I$, $E = P \times t$.
3. **Tafsirkan label dengan benar.** Angka tegangan pada keluaran adalah tegangan tetap, angka arus adalah batas maksimum.
4. **Periksa kemasukakalan hasil.** Arus charger ponsel tidak mungkin ribuan ampere; bila hasilnya aneh, cek letak koma dan awalan.

Jebakan khas:

- **"Adaptor 2 A memaksa 2 A ke setiap beban."** Salah. Arus ditentukan beban sampai batas maksimum adaptor.
- **Rumus dibalik.** Menghitung $I = V \div P$ atau menyamakan I dengan $P \times V$ menghasilkan angka yang tampak wajar tetapi salah. Cek dengan satuan: $W \div V = A$.
- **Daya tertukar dengan energi.** Watt (laju) berbeda dari watt-jam (jumlah). Alat berdaya besar yang menyala sebentar bisa memakai energi lebih kecil daripada alat berdaya kecil yang menyala lama.
- **mAh dikira satuan energi.** Bandingkan baterai dengan Wh, bukan mAh saja dan bukan tegangan saja.
- **Awalan salah.** Koma bergeser tiga tempat tiap tingkat; m dan M tertukar.
- **Arah arus.** Pada skema, arus mengalir dari kutub + keluar sumber, bukan arah elektron.
- **Pernyataan "lebih berdaya, lebih hemat".** Pada lama menyala yang sama, daya lebih besar berarti energi lebih besar.

Educational Institutions

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut memberi dua lampu dengan label tegangan dan daya, lalu meminta kamu menarik kesimpulan tentang arus dan hambatan keduanya. Gunakan hubungan $P = V \times I$ (bagian 5) dan arti sumber tegangan tetap (bagian 2) untuk menguji setiap pernyataan, dan perhatikan jebakan rumus yang dibalik.

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

►. Bengkel servis memakai dua lampu kerja yang dipasang paralel pada aki 12 V (2027): lampu L1 berlabel 12 V/6 W dan lampu L2 berlabel 12 V/12 W. Andi akan memilih sekering untuk masing-masing lampu, sehingga ia perlu mengetahui arus yang ditarik setiap lampu terlebih dahulu. Kedua lampu menyala normal.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat tentang kedua lampu adalah ....

A. L1 menarik arus 2 A karena dayanya lebih kecil
B. Kedua lampu menarik arus sama karena tegangannya sama
C. L2 menarik arus 1 A, yaitu dua kali arus L1
D. L2 memiliki hambatan lebih besar daripada L1
E. L1 menarik arus 0,5 A dan L2 menarik arus 2 A

Pembahasan **Kunci: C**

Konsep: P = V × I sehingga I = P ÷ V. Pada tegangan yang sama, lampu berdaya lebih besar menarik arus lebih besar dan hambatannya lebih kecil (R = V ÷ I).

Langkah:
1. L1: I = 6 ÷ 12 = 0,5 A.
2. L2: I = 12 ÷ 12 = 1 A = 2 × 0,5 A.

Analisis setiap opsi:
- **A.** ✗ Jebakan: rumus terbalik (V ÷ P = 12 ÷ 6 = 2).
- **B.** ✗ Tegangan sama, tetapi daya berbeda sehingga arusnya berbeda.
- **C.** ✓ I L2 = 12 ÷ 12 = 1 A, dua kali 0,5 A.
- **D.** ✗ R L2 = 12 ÷ 1 = 12 Ω, lebih kecil daripada R L1 = 12 ÷ 0,5 = 24 Ω.
- **E.** ✗ Arus L1 benar 0,5 A, tetapi arus L2 dihitung terbalik (24 ÷ 12).

Jawaban: C.

NEXT LEVEL STUDY

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk setiap soal, tulis dulu satuan semua angka, rumus yang dipakai, lalu hitungannya.

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

1. Sari membaca label charger ponsel di ruang praktik (2027): "Input 100–240 V~ 50/60 Hz 0,5 A; Output 5 V ⎓ 2 A". Ia ingin memakai charger itu untuk mengisi baterai ponsel, earphone nirkabel yang kebutuhannya 5 V 0,5 A, dan sebuah lampu meja USB. Temannya berpendapat bahwa charger 2 A akan "memaksakan" arus 2 A ke setiap alat yang disambungkan.
(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
Keluaran charger berupa tegangan searah (DC) 5 V.	○	○
Daya keluaran maksimum charger tersebut adalah 10 W.	○	○
Earphone nirkabel itu akan dialiri arus 2 A karena charger tertulis 2 A.	○	○

2. Bengkel elektronika sekolah memakai tiga solder 40 W yang menyala 5 jam setiap hari praktik (2027). Untuk laporan penghematan energi, siswa menghitung energi listrik yang dipakai solder-solder itu. Mereka juga membandingkan solder 40 W dengan solder 60 W bila keduanya menyala dengan lama yang sama.
(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
Solder 60 W memakai energi lebih sedikit daripada solder 40 W bila menyala sama lama karena lebih cepat panas.	○	○
Energi listrik ketiga solder dalam satu hari praktik adalah 0,6 kWh.	○	○
Energi satu solder 40 W selama 5 jam adalah 200 Wh.	○	○

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

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

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa sebuah adaptor berlabel "5 V 2 A" tidak membuat alat yang hanya butuh 0,5 A dialiri arus 2 A?
- Dapatkah kamu menjelaskan, tanpa melihat buku, mengapa dua baterai dengan kapasitas mAh sama bisa menyimpan energi berbeda, dan bagaimana membandingkannya?
- **Yang harus kuingat:** sumber menentukan tegangan, beban menentukan arus; daya P = V × I, energi E = P × t; satuan selalu diperiksa awalan dan konversinya.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 3.1: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktel&node=SMKTEL-3.1

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Sub bab 3.2 · Hukum Ohm dan daya listrik

SMKTEL-3.2

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu **menggunakan hukum dasar kelistrikan**, yaitu hukum Ohm dan rumus daya, untuk menyelesaikan masalah rangkaian. Soalnya bercerita tentang sebuah komponen atau alat di bengkel: resistor yang menghitam, elemen pemanas, lampu, adaptor, sekering, atau kabel panjang. Kamu diminta menghitung arus, tegangan, hambatan, atau daya, lalu **mengambil keputusan**: resistor pengganti berdaya berapa, adaptor yang mana, sekering berapa ampere. Pada soal Benar/Salah, beberapa pernyataan memuat hasil hitungan yang tampak masuk akal tetapi salah satu angkanya keliru karena rumus terbalik atau koma bergeser.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menghitung arus, tegangan, atau hambatan dengan $V = I \times R$ dan menjelaskan mengapa rumus itu benar;
- menghitung daya dengan $P = V \times I$, $P = I^2 \times R$, dan $P = V^2 \div R$, serta memilih bentuk yang cocok dengan data soal;
- memilih rating daya resistor, adaptor, dan sekering dengan cadangan yang wajar;
- menghitung jatuh tegangan dan rugi daya pada kabel, serta membaca arus dari resistor shunt;
- menjelaskan akibat perubahan tegangan atau arus terhadap daya.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Pada sub bab sebelumnya kamu mengenal tegangan, arus, dan hambatan satu per satu. Sekarang kita menghubungkannya. Hubungan itu sederhana, tetapi hampir semua hitungan rangkaian bertumpu padanya, jadi pahami dulu dari mana ia datang.

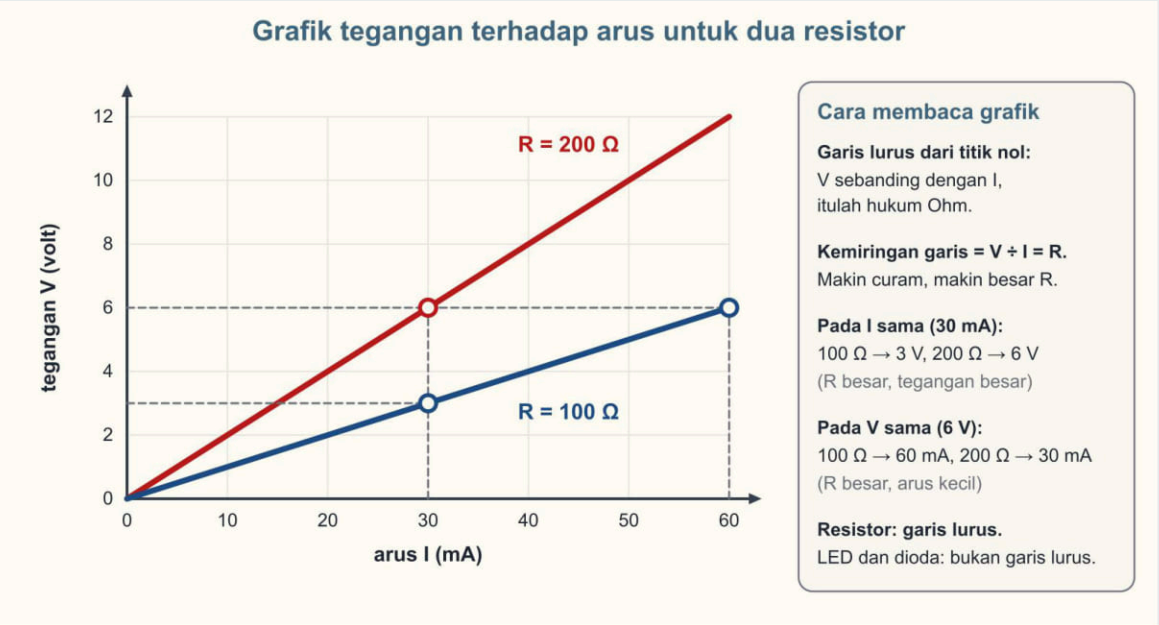
1. Hukum Ohm: dari mana asalnya?

Pada sekitar tahun 1827, fisikawan Jerman Georg Simon Ohm meneliti hubungan antara tegangan dan arus pada kawat penghantar. Ia mendapati sesuatu yang teratur: bila tegangan dinaikkan, arus ikut naik **dalam perbandingan yang sama**. Tegangan dua kali lebih besar menghasilkan arus dua kali lebih besar, asalkan kawatnya tetap. Dengan analogi air: tekanan dua kali lebih besar pada pipa yang sama membuat debit dua kali lebih besar.

Bila kita mengukur tegangan dan arus pada sebuah resistor, lalu menggambar hasilnya, titik-titik itu membentuk **garis lurus yang melewati titik nol**. Lihat Gambar 3.6. Perbandingan $V \div I$ selalu sama, dan perbandingan itulah yang kita sebut **hambatan** (R). Pada gambar, resistor 100 Ω menghasilkan 3 V pada 30 mA ($3 \div 0{,}03 = 100$), sedangkan resistor 200 Ω

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

menghasilkan 6 V pada 30 mA. Kemiringan garis sama dengan R: makin curam, makin besar hambatannya.



Gambar 3.6 Grafik tegangan terhadap arus untuk resistor 100 Ω dan 200 Ω. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Dari sini lahirlah **hukum Ohm**:

$V = I \times R$

dengan V dalam volt, I dalam ampere, dan R dalam ohm. Satu ohm adalah hambatan yang membuat tegangan 1 V menghasilkan arus 1 A. Hukum ini berlaku untuk **resistor** dan penghantar yang hambatannya tetap. Komponen semikonduktor seperti dioda dan LED tidak membentuk garis lurus, sehingga hukum Ohm tidak dapat dipakai begitu saja untuk komponen itu. Pada pelajaran nanti, kamu akan melihat LED diberi resistor pembatas justru karena sifatnya yang tidak lurus.

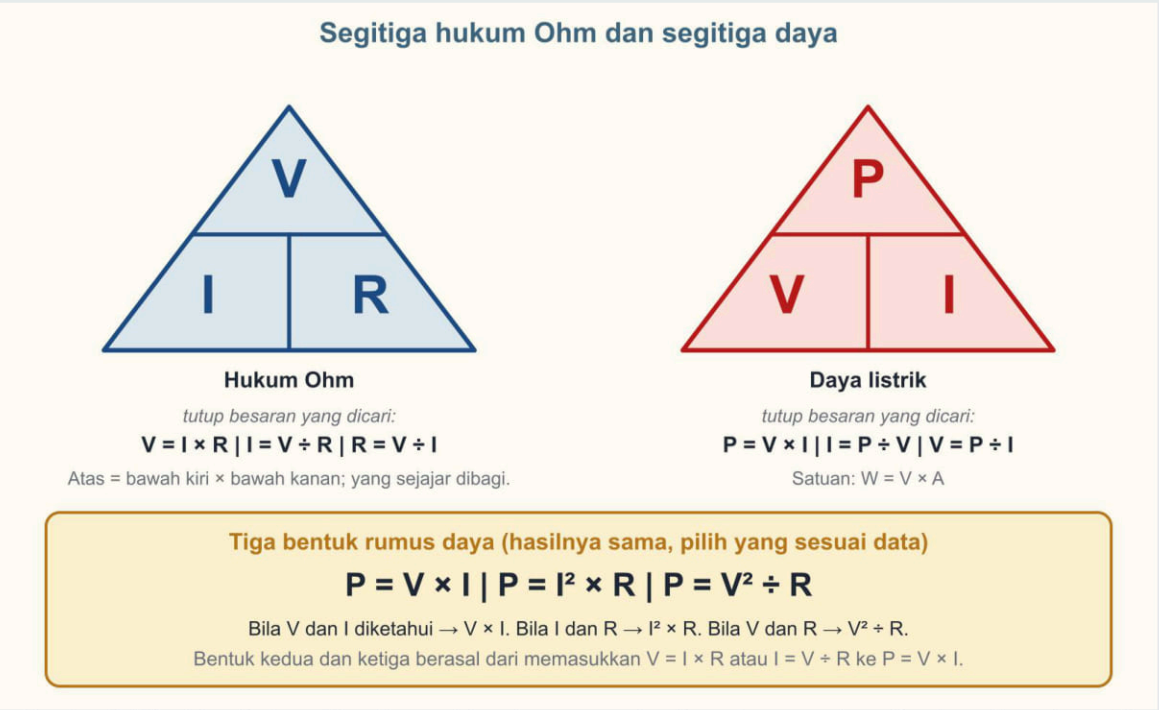
2. Tiga bentuk rumus dan segitiga Ohm

Dari $V = I \times R$, kita dapat membalik rumusnya dengan aljabar sederhana:

- $V = I \times R$ (mencari tegangan),
- $I = V \div R$ (mencari arus),
- $R = V \div I$ (mencari hambatan).

Untuk membantu ingatan, tulis ketiganya dalam segitiga (Gambar 3.7): V di puncak, I dan R di bawah. **Tutup besaran yang dicari**. Bila yang tersisa berdampingan di bagian bawah, kalikan; bila yang tersisa bertingkat (satu di atas, satu di bawah), bagi. Segitiga ini hanya alat bantu. Yang lebih penting adalah paham arti masing-masing: arus makin besar bila tegangan naik atau hambatan turun.

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



Gambar 3.7 Segitiga hukum Ohm dan segitiga daya, serta tiga bentuk rumus daya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

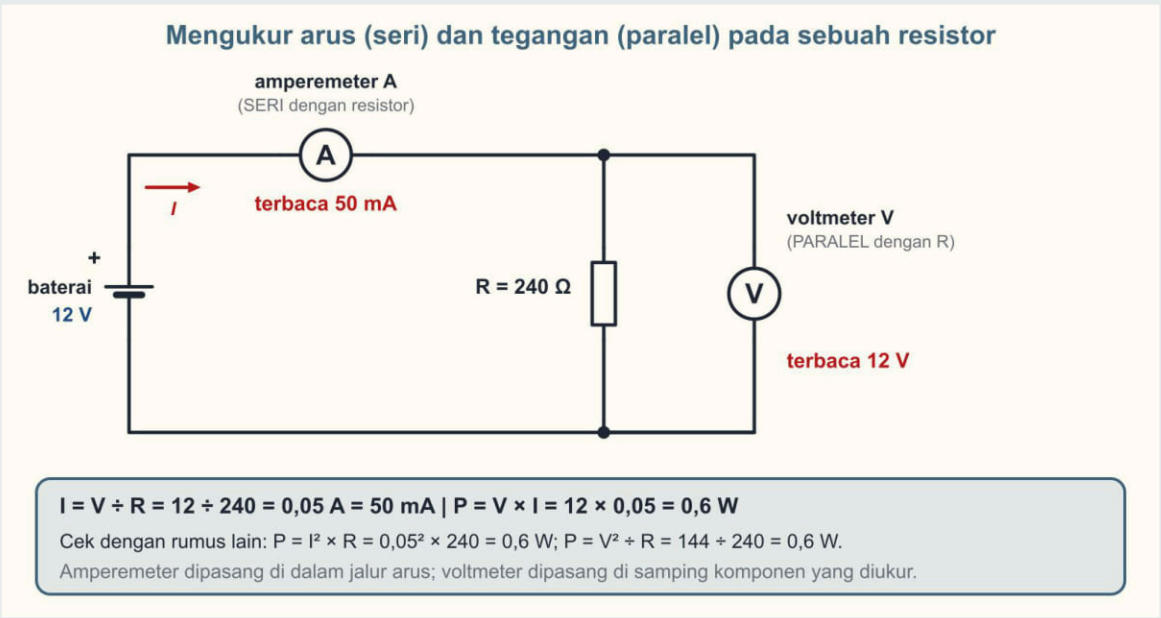
Agar hitungan tidak salah, seragamkan satuan lebih dulu. Dua pasangan yang sering muncul memudahkan hidup: **kΩ × mA = V** dan **V ÷ kΩ = mA**. Contoh: resistor 5 kΩ dialiri 2 mA bertegangan 5 × 2 = 10 V, tanpa perlu mengubah ke ohm dan ampere. Namun bila kΩ bertemu A, atau Ω bertemu mA, ubah dulu ke satuan dasar.

Contoh cepat: sebuah resistor bertegangan 9 V ketika dialiri 3 mA. Hambatannya R = V ÷ I = 9 ÷ 3 = 3 kΩ (V dibagi mA langsung menghasilkan kΩ). Bila kamu mengubahnya dulu ke satuan dasar, hasilnya sama: 9 ÷ 0,003 = 3.000 Ω. Kedua cara benar, asalkan satuannya konsisten. Kesalahan terjadi bila kamu mencampur mA dengan Ω, sehingga hasilnya salah seribu kali.

3. Mengukur dengan amperemeter dan voltmeter

Lihat Gambar 3.8. Untuk membuktikan hukum Ohm pada sebuah resistor, kita memasang **amperemeter di seri** dengan resistor (arus harus melewati alat itu) dan **voltmeter di paralel** (dipasang di kedua kaki resistor). Pada gambar, baterai 12 V dan resistor 240 Ω menghasilkan arus 12 ÷ 240 = 0,05 A = 50 mA. Bila kedua alat ukur tertukar posisi, hasilnya salah dan alat dapat rusak. Cara memakai multimeter dibahas lebih rinci pada bab alat ukur.

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



Gambar 3.8 Skema resistor 240 Ω dengan amperemeter (seri) dan voltmeter (paralel), beserta hitungan arus dan daya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

4. Daya listrik: tiga bentuk rumus

Daya adalah laju energi, dan P = V × I (watt). Dengan hukum Ohm kita dapat menuliskannya dalam dua bentuk lain, yang berguna bila salah satu besaran tidak diketahui:

- Bila V dan I diketahui: **$P = V \times I$**.
- Bila I dan R diketahui: masukkan V = I × R, diperoleh **$P = I^2 \times R$**.
- Bila V dan R diketahui: masukkan I = V ÷ R, diperoleh **$P = V^2 \div R$**.

Ketiganya memberi hasil yang sama. Pilih yang datanya tersedia, jangan menghitung bolak-balik. Pada resistor, semua daya yang diserap berubah menjadi **panas**. Karena itu resistor memiliki **rating daya**, yaitu daya maksimum yang masih aman diserapnya terus-menerus. Ukuran yang umum adalah 1/4 W, 1/2 W, 1 W, dan 2 W (resistor lebih besar ada, tetapi jarang dipakai di rangkaian kecil). Resistor yang melebihi ratingnya akan panas, berubah warna menjadi hitam atau cokelat gosong, bahkan terbakar. Hambatannya pun dapat bergeser. Panas itu sama dengan yang membuat kabel dan solder menjadi hangat: setiap benda berhambatan yang dialiri arus mengubah sebagian energi listrik menjadi kalor. Pada pemanas, solder, dan setrika, perubahan itu memang tujuan alatnya. Pada kabel dan resistor biasa, panas adalah rugi yang harus dijaga agar tidak melewati batas aman.

Praktik di bengkel: **pilih rating setidaknya dua kali daya yang diserap** (cadangan). Resistor yang bekerja tepat di batas ratingnya cepat panas, sedangkan yang bekerja separuhnya jauh lebih awet. Bila hitungan menunjukkan 0,3 W, jangan pasang resistor 1/2 W yang tepat di atasnya dengan cadangan tipis. Cadangan dua kali berarti butuh minimal 0,6 W, sehingga pilih 1 W.

5. Daya berubah lebih cepat daripada tegangan atau arus

Perhatikan $P = V^2 \div R$ dan $P = I^2 \times R$. Pangkat dua membuat daya berubah **jauh lebih cepat** daripada tegangan atau arus. Bila kamu menggandakan arus, hambatan harus menanggung empat kali lipat panas. Itulah sebabnya kabel dan resistor yang "hanya sedikit" kelebihan arus dapat gosong.

- Tegangan turun **setengah** pada R tetap: daya menjadi $(1/2)^2$ = **seperempat**. (Arusnya juga turun setengah, jadi V × I menjadi 1/2 × 1/2 = 1/4.)
- Tegangan naik **dua kali**: daya menjadi **empat kali**.
- Arus naik **tiga kali** pada R tetap: daya menjadi **sembilan kali**. Contoh: resistor 10 Ω yang dialiri 0,5 A menyerap $0{,}5^2 \times 10 = 2{,}5$ W; pada 1,5 A ia menyerap $1{,}5^2 \times 10 = 22{,}5$ W (2,5 × 9).

Karena itu daya yang dikira "hanya turun separuh" adalah salah satu jebakan paling sering. Mengurangi tegangan setengah pada elemen pemanas membuatnya hanya menghangat, bukan panas separuhnya.

6. Memilih adaptor, sekering, dan kabel

Hukum Ohm dan rumus daya dipakai untuk **memilih perlengkapan yang aman**.

- **Adaptor atau catu daya.** Hitung arus beban: I = P ÷ V. Pilih adaptor bertegangan sama

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

dan arus maksimum **lebih besar** daripada arus beban (misalnya aturan bengkel dengan cadangan 20 sampai 30 persen agar adaptor tidak bekerja di batas).

- **Sekering** (*fuse*) adalah kawat tipis yang sengaja dibuat putus bila arus melebihi nilainya, sehingga memutus rangkaian sebelum kabel atau alat terbakar. Sekering dijual dalam ukuran bertingkat. Pilihlah **nilai standar terkecil yang lebih besar daripada arus kerja normal**. Terlalu kecil, sekering putus tanpa sebab. Terlalu besar, ia tidak melindungi kabel. Bila beberapa beban menyala bersamaan dari satu sumber (tersusun paralel pada tegangan yang sama), jumlahkan dayanya untuk mendapat daya total, lalu hitung arus totalnya: I total = P total ÷ V. Menjumlahkan arus tiap beban memberi hasil yang sama.
- **Kabel.** Kabel yang terlalu tipis untuk arusnya menjadi hangat atau panas. Penampang kabel dipilih menurut arus yang akan lewat (lihat keterangan dari pabrik kabel). Sekering dipasang lebih kecil daripada batas arus kabel agar sekering putus lebih dulu.

7. Jatuh tegangan dan rugi daya pada kabel

Kabel bukan penghantar sempurna: ia memiliki hambatan kecil, makin besar bila kabel makin **panjang** dan makin **tipis**. Arus yang melewatinya menyebabkan **jatuh tegangan** pada kabel:

V kabel = I × R kabel

Tegangan itu hilang di kabel, sehingga beban menerima lebih sedikit daripada tegangan sumber. Rugi dayanya menjadi panas di kabel: P kabel = I^2 × R kabel (atau V kabel × I). Karena jalur arus memanjang **pergi dan pulang**, hambatan yang dihitung adalah hambatan kedua kawat. Cara mengurangi jatuh tegangan: **pakai kabel lebih tebal** (hambatan lebih kecil), **perpendek kabel**, atau **naikkan tegangan** sehingga arusnya lebih kecil untuk daya yang sama. Pada tegangan rendah seperti 5 V atau 12 V, jatuh tegangan 1 V sudah terasa besar (8 sampai 20 persen), sedangkan pada 220 V jauh lebih kecil secara proporsional.

8. Resistor shunt

Resistor shunt adalah resistor berhambatan sangat kecil yang dipasang seri dengan beban untuk **mengukur arus**. Arus yang lewat menimbulkan tegangan kecil pada shunt: V = I × R. Dengan voltmeter kita mengukur tegangan itu, lalu arusnya dihitung: I = V ÷ R shunt. Karena hambatannya kecil, shunt hampir tidak mengurangi tegangan beban. Namun ia tetap menyerap daya (P = V × I), jadi ratingnya harus cukup.

Ringkasan

- V = I × R; I = V ÷ R; R = V ÷ I. Seragamkan satuan lebih dulu (kΩ × mA = V).
- P = V × I = I^2 × R = V^2 ÷ R. Rating daya resistor dipilih sekitar dua kali daya yang diserap.
- Tegangan ½ → daya ¼; arus 2× → daya 4×.
- Adaptor dan sekering dipilih di atas arus beban; kabel yang panjang dan tipis menyebabkan jatuh tegangan V = I × R kabel.

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

▣ CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Arus, daya, dan rating resistor

Teknisi Gita di Bengkel "Sinar Teknik" sedang merakit papan sensor. Satu resistor 120 Ω akan dipasang pada tegangan 6 V, dan ia harus memilih rating daya yang aman dengan aturan bengkel: rating minimal dua kali daya yang diserap. Stok resistor: 1/4 W, 1/2 W, 1 W, dan 2 W. *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

1. Hitung arus: I = V ÷ R = 6 ÷ 120 = 0,05 A = 50 mA.
2. Hitung daya: P = V × I = 6 × 0,05 = 0,3 W.
3. Periksa dengan bentuk lain: P = I^2 × R = $0{,}05^2$ × 120 = 0,0025 × 120 = 0,3 W; P = V^2 ÷ R = 36 ÷ 120 = 0,3 W. Hasilnya sama.
4. Terapkan aturan cadangan: 2 × 0,3 = 0,6 W.
5. Pilih rating terkecil yang paling sedikit 0,6 W: 1/4 W (0,25 W) dan 1/2 W (0,5 W) kurang, 1 W cukup.

Jawaban: arus **50 mA**, daya **0,3 W**, resistor yang dipasang berating **1 W**.

Contoh 2 — Memilih adaptor untuk tiga beban

Unit produksi sekolah "Teknika Mandiri" menguji tiga beban: elemen pemanas mini 12 V berhambatan 4 Ω, pompa air mini berlabel 6 V dan 9 W, serta modul sensor berlabel 5 V dan 250 mA. Aturan unit: arus maksimum adaptor minimal 1,25 kali arus beban. Stok adaptor DC: P (12 V, 2 A), Q (12 V, 5 A), R (6 V, 2 A), S (5 V, 1 A), dan T (5 V, 0,5 A). Pilih adaptor terkecil yang memenuhi untuk tiap beban. *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

1. Elemen pemanas: I = V ÷ R = 12 ÷ 4 = 3 A (dayanya 12 × 3 = 36 W). Dengan cadangan: 3 × 1,25 = 3,75 A.
2. Pompa: I = P ÷ V = 9 ÷ 6 = 1,5 A. Dengan cadangan: 1,5 × 1,25 = 1,875 A.
3. Sensor: arus sudah diketahui, 250 mA = 0,25 A. Dengan cadangan: 0,25 × 1,25 = 0,3125 A.
4. Cocokkan tegangan dan arus. Elemen 12 V butuh minimal 3,75 A: P (2 A) kurang, Q (5 A) memenuhi. Pompa 6 V butuh minimal 1,875 A: R (2 A) memenuhi. Sensor 5 V butuh minimal 0,3125 A: T (0,5 A) dan S (1 A) memenuhi; yang terkecil adalah T.

Jawaban: elemen pemanas **Q**, pompa **R**, sensor **T**.

Contoh 3 — Jatuh tegangan dan rugi daya pada kabel

Sebuah pompa air 24 V di kebun praktik sekolah menarik arus 5 A. Kabel pergi dan pulang ke pompa memiliki hambatan total 0,6 Ω. Hitung tegangan yang diterima pompa dan daya yang hilang di kabel (anggap arus tetap 5 A), lalu bandingkan bila kabel diganti yang lebih tebal sehingga hambatannya setengah. *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

1. Jatuh tegangan pada kabel: V = I × R = 5 × 0,6 = 3 V.
2. Tegangan yang diterima pompa: 24 − 3 = 21 V (turun 3 ÷ 24 = 12,5 persen).
3. Rugi daya di kabel: P = I^2 × R = 5^2 × 0,6 = 25 × 0,6 = 15 W (cek: 3 V × 5 A = 15 W).
4. Dengan kabel yang hambatannya setengah (0,3 Ω): jatuh tegangan 5 × 0,3 = 1,5 V, pompa menerima 24 − 1,5 = 22,5 V, rugi daya 25 × 0,3 = 7,5 W.

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

Jawaban: pompa menerima **21 V** dan kabel membuang **15 W**; dengan kabel setengah hambatan, pompa menerima **22,5 V** dan kabel membuang **7,5 W**.

Contoh 4 — Arus dari resistor shunt

Tim robot sekolah memasang resistor shunt 0,05 Ω seri dengan motor untuk memantau arusnya. Voltmeter pada kedua kaki shunt terbaca 0,12 V. Tentukan arus motor, daya yang diserap shunt, dan rating shunt yang aman bila aturan timnya dua kali daya. Rating yang tersedia: 1/4 W, 1/2 W, 1 W. *Kasus disusun untuk contoh; tim dan tokoh fiktif.*

1. Arus: I = V ÷ R = 0,12 ÷ 0,05 = 2,4 A.
2. Daya shunt: P = V × I = 0,12 × 2,4 = 0,288 W (cek: $I^2 \times R = 5{,}76 \times 0{,}05 = 0{,}288$ W).
3. Dengan cadangan: 2 × 0,288 = 0,576 W.
4. Rating minimal 0,576 W: 1/4 W dan 1/2 W kurang; pilih 1 W.

Jawaban: arus motor **2,4 A**, daya shunt **0,288 W**, rating shunt **1 W**.

Contoh 5 — Memilih sekering untuk beberapa beban

Panel 12 V di ruang praktik "Lentera Ilmu" memasok tiga beban yang dapat menyala bersamaan: lampu kerja 15 W, pompa pendingin 30 W, dan radio bengkel 9 W. Aturan pemasangan: sekering dipilih dari ukuran standar terkecil yang lebih besar daripada arus total. Ukuran yang tersedia: 1 A, 2 A, 3 A, 5 A, 10 A, dan 15 A. Kabel panel mampu dialiri 10 A. *Kasus disusun untuk contoh; tempat dan tokoh fiktif.*

1. Jumlahkan daya: 15 + 30 + 9 = 54 W.
2. Hitung arus total: I = P ÷ V = 54 ÷ 12 = 4,5 A. (Pemeriksaan: 15 ÷ 12 = 1,25 A; 30 ÷ 12 = 2,5 A; 9 ÷ 12 = 0,75 A; jumlahnya 4,5 A.)
3. Cari ukuran standar terkecil yang lebih besar dari 4,5 A: 3 A kurang, 5 A cukup.
4. Periksa terhadap kabel: 5 A masih di bawah batas kabel 10 A, sehingga sekering akan putus sebelum kabel terbebani berlebih.

Jawaban: sekering **5 A**.

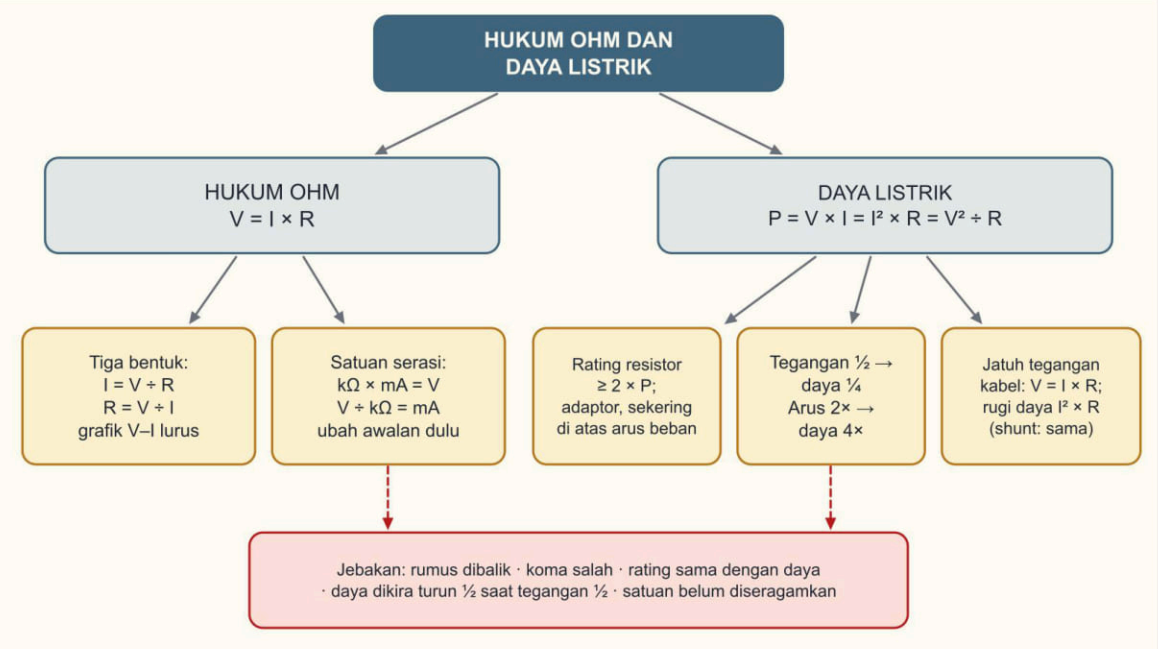
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **V = I × R**; **I = V ÷ R**; **R = V ÷ I**. Seragamkan satuan lebih dulu (kΩ × mA = V).
- **P = V × I = I^2 × R = V^2 ÷ R**. Pilih bentuk yang datanya ada.
- **Rating resistor sekitar dua kali daya** yang diserap. Rating yang sama dengan daya tidak aman.
- **Tegangan setengah → daya seperempat**; arus dua kali → daya empat kali.
- **Adaptor dan sekering** dipilih di atas arus beban; **kabel panjang dan tipis** menurunkan tegangan beban (V = I × R kabel) dan membuang daya (I^2 × R).
- **Shunt**: resistor kecil seri dengan beban; arus = tegangan shunt ÷ hambatannya.

Gambar 3.9 merangkum semuanya.



Gambar 3.9 Peta konsep hukum Ohm dan daya listrik. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal hukum Ohm dan daya:

1. **Tulis yang diketahui dan yang ditanyakan**, lengkap dengan satuan, lalu seragamkan satuan.
2. **Pilih rumus** yang memuat besaran diketahui dan ditanya. Bila tersedia dua data, hitung dulu satu besaran antara (misalnya arus), baru daya.
3. **Periksa kemasukakalan.** Arus ratusan ampere untuk sebuah resistor kecil di tegangan beberapa volt jelas keliru. Cek ulang dengan rumus lain ($P = V \times I$ dan $P = V^2 \div R$ harus sama).
4. **Terapkan aturan soal** (cadangan dua kali, ukuran standar, arus pengenal di atas arus beban) sebagai langkah terakhir, bukan lompat langsung ke pilihan jawaban.
5. Pada soal Benar/Salah, hitung tiap pernyataan sendiri-sendiri.

Jebakan khas:

- **Rumus terbalik**: $I = R \div V$ atau $R = I \div V$. Cek dengan satuan: $V \div \Omega = A$.
- **Koma salah letak**: $6 \div 120$ sama dengan 0,05, bukan 0,5. Perkirakan besarnya dulu.
- **Rating sama dengan daya**: resistor 1 W yang menyerap 1 W bukan pilihan aman bila ada aturan cadangan.
- **Daya turun separuh saat tegangan separuh**: yang benar seperempat bila hambatan tetap.
- **Satuan belum diseragamkan**: mA tertukar dengan A, kΩ tertukar dengan Ω.
- **Hanya menjumlah daya tanpa tegangan**: arus total beban paralel dihitung dari daya total dibagi tegangan.
- **Sekering "makin besar makin aman"**: sekering terlalu besar tidak melindungi kabel; pilih nilai standar terkecil di atas arus kerja.

Educational Institutions

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut meminta beberapa hasil sekaligus: arus, daya, dan pilihan rating komponen. Gunakan hukum Ohm (bagian 1–2), rumus daya (bagian 4), dan aturan rating dengan cadangan, lalu uji setiap pilihan terhadap ketiga hasil itu.

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

►. Pada papan penguat yang diservis Dewi (2027), resistor 100 Ω berukuran 1/4 W tampak menghitam. Saat penguat bekerja, tegangan pada kedua kaki resistor itu terukur 10 V. Aturan bengkel: rating daya resistor pengganti minimal dua kali daya yang diserapnya. Dewi menghitung arus dan daya resistor sebelum memilih pengganti.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Hasil perhitungan dan resistor pengganti yang tepat adalah ....

A. Arus 0,1 A; daya 0,1 W; diganti resistor 1/4 W
B. Arus 0,1 A; daya 1 W; diganti resistor 1 W
C. Arus 0,1 A; daya 1 W; diganti resistor 2 W
D. Arus 10 A; daya 100 W; diganti resistor 200 W
E. Arus 1 A; daya 10 W; diganti resistor 20 W

Pembahasan **Kunci: C**

Konsep: Hukum Ohm: I = V ÷ R. Daya: P = V × I. Rating daya dipilih lebih besar daripada daya yang diserap agar resistor tidak panas berlebihan.

Langkah:
1. I = 10 V ÷ 100 Ω = 0,1 A.
2. P = 10 V × 0,1 A = 1 W.
3. Rating minimal 2 × 1 W = 2 W.

Analisis setiap opsi:
- **A.** ✗ Daya disamakan dengan nilai arus (0,1); padahal P = V × I.
- **B.** ✗ Jebakan: hitungannya benar, tetapi aturan cadangan dua kali tidak diterapkan.
- **C.** ✓ I = 0,1 A, P = 1 W, rating 2 W.
- **D.** ✗ Arus dihitung R ÷ V = 100 ÷ 10 (rumus terbalik).
- **E.** ✗ Salah letak koma: 10 ÷ 100 dikira 1.

Jawaban: C.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Tulis dulu yang diketahui, rumus yang dipakai, dan hasil tiap langkah sebelum memilih jawaban.

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

1. Fajar memasang LED strip pada etalase koperasi sekolah (2027). Label LED strip tertulis 12 V DC, daya total 18 W. Di lemari bengkel tersedia lima adaptor dengan label keluaran berbeda, dan Fajar harus memilih satu adaptor yang aman dipakai terus-menerus tanpa kepanasan. Guru mengingatkan agar arus pengenal adaptor lebih besar daripada arus yang dibutuhkan beban.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Adaptor yang paling tepat dipilih adalah ....

A. 12 V DC, 1 A
B. 24 V DC, 2 A
C. 12 V DC, 2 A
D. 9 V DC, 2 A
E. 5 V DC, 4 A

2. Rudi menguji elemen pemanas kecil untuk inkubator telur buatan siswa (2027). Elemen itu memiliki hambatan 24 Ω (dianggap tetap) dan dipasang pada sumber 12 V DC. Ia juga mencoba menurunkan tegangan sumber menjadi 6 V untuk melihat pengaruhnya terhadap panas elemen, lalu mencatat hasil hitungannya di 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
Pada 12 V, arus yang mengalir melalui elemen adalah 0,5 A.	○	○
Pada 12 V, daya elemen adalah 6 W.	○	○
Pada 6 V, daya elemen menjadi 3 W karena tegangannya turun setengah.	○	○

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

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

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa daya pada resistor menjadi seperempat ketika tegangannya diturunkan setengah, padahal tegangannya hanya "setengah"?
- Dapatkah kamu memilih rating daya resistor dan menjelaskan mengapa rating itu dipilih lebih besar daripada daya yang diserap?
- **Yang harus kuingat:** $V = I \times R$ dan $P = V \times I$ (juga $I^2 \times R$ dan $V^2 \div R$); rating dipilih dengan cadangan; daya berubah menurut kuadrat tegangan atau arus.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 3.2: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktel&node=SMKTEL-3.2

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

Sub bab 3.3 · Rangkaian seri, paralel, dan campuran

SMKTEL-3.3

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu **menganalisis rangkaian seri, paralel, dan campuran**: menentukan hambatan total, arus, tegangan, dan daya di setiap bagian. Ini salah satu subtopik yang paling banyak memuat soal sulit, karena soalnya jarang meminta satu hitungan tunggal. Biasanya soal menceritakan sebuah rangkaian di papan percobaan, lalu meminta kamu **menyusun resistor dari stok** agar menghasilkan nilai dan rating tertentu, **membaca gambar rangkaian campuran** dan menalar apa yang terjadi bila sakelar ditutup atau sebuah lampu putus, atau **mendiagnosis gangguan dari tabel hasil ukur**. Soal pernyataan Benar/Salah sering menaruh satu angka yang keliru, misalnya hambatan paralel yang dijumlahkan.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- membedakan susunan seri dan paralel pada gambar, serta menjelaskan sifat arus dan tegangan pada masing-masing;
- menghitung hambatan total, arus, tegangan, dan daya pada rangkaian seri, paralel, dan campuran;
- memakai pembagi tegangan, pembagi arus, dan hukum Kirchhoff tingkat dasar;
- menjelaskan akibat resistor putus dan hubung singkat pada arus dan tegangan di tiap resistor;
- menyusun nilai hambatan yang tidak ada di stok dari resistor yang tersedia.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Hampir tidak ada rangkaian elektronika yang hanya berisi satu resistor. Komponen disambung berderet atau bercabang, dan cara menyambungnya menentukan arus serta tegangan di setiap bagian. Hanya ada dua cara dasar menyambung, **seri** dan **paralel**, dan rangkaian yang lebih rumit tersusun dari gabungan keduanya. Bila kamu menguasai ciri keduanya, rangkaian apa pun dapat kamu uraikan sedikit demi sedikit.

1. Seri dan paralel: dua cara menyambung

Bayangkan jalan raya. Pada susunan **seri**, semua kendaraan melewati satu jalan tunggal dan tidak ada persimpangan, sehingga setiap pos pemeriksaan dilewati semua kendaraan. Pada susunan **paralel**, jalan terbagi menjadi beberapa lajur, dan setiap kendaraan memilih salah satu lajur.

- **Seri**: komponen disambung ujung ke ujung dalam satu jalur. **Arus yang mengalir sama** di semua komponen, karena tidak ada percabangan.

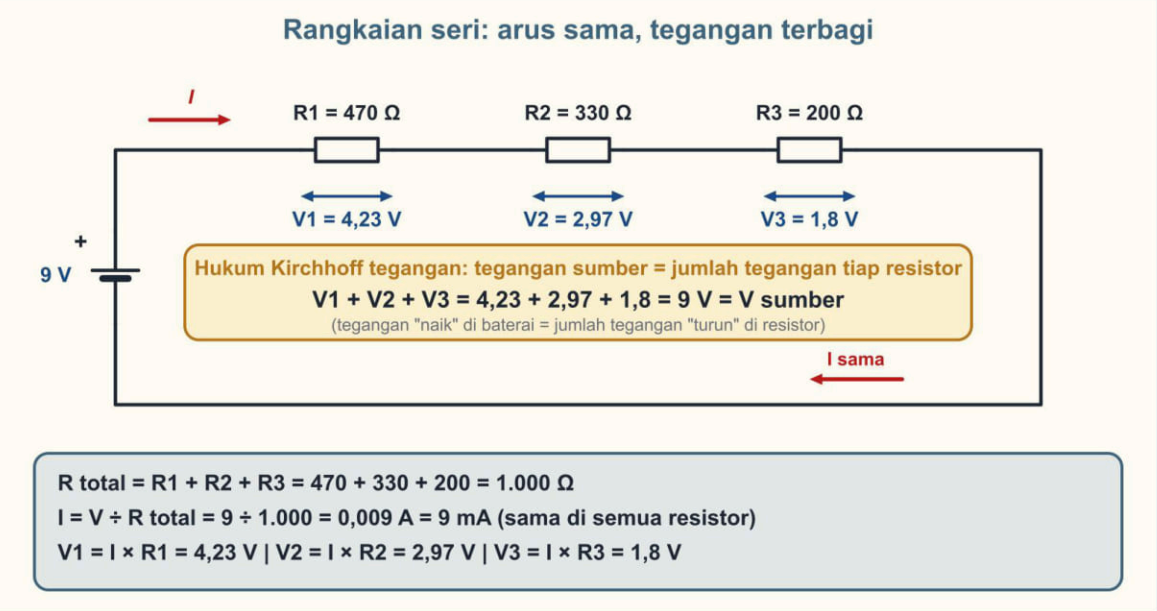
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- **Paralel**: komponen disambung sehingga kedua ujungnya bertemu di dua titik yang sama. **Tegangan di semua cabang sama**, dan arus total **terbagi** ke cabang-cabang itu.

Cara mengenalinya pada gambar: bila kamu dapat menelusuri satu jalur arus tanpa percabangan dari satu komponen ke komponen berikutnya, keduanya seri. Bila kedua kaki dua komponen terhubung ke titik yang sama, keduanya paralel.

2. Rangkaian seri

Lihat Gambar 3.10. Tiga resistor R1, R2, dan R3 disusun seri pada baterai 9 V.



Gambar 3.10 Rangkaian seri tiga resistor dengan arah arus, tegangan tiap resistor, dan hukum Kirchhoff tegangan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Hambatan total. Arus harus melewati ketiga resistor satu per satu, jadi hambatannya bertambah:

R total = R1 + R2 + R3 + …

Pada gambar, R total = 470 + 330 + 200 = 1.000 Ω. Hambatan total seri selalu **lebih besar** daripada hambatan terbesar di antara resistornya.

Arus. Dengan hukum Ohm, I = V ÷ R total = 9 ÷ 1.000 = 0,009 A = 9 mA. Arus sebesar itu mengalir di R1, R2, dan R3 sekaligus.

Tegangan terbagi. Tegangan di tiap resistor mengikuti hukum Ohm: V1 = I × R1 = 0,009 × 470 = 4,23 V, V2 = 0,009 × 330 = 2,97 V, V3 = 0,009 × 200 = 1,8 V. Resistor yang lebih besar menerima bagian tegangan yang lebih besar. Bila ketiganya dijumlahkan: 4,23 + 2,97 + 1,8 = 9 V, sama dengan tegangan sumber. Itulah **hukum Kirchhoff tegangan** (KVL) dalam bentuk paling dasar: **jumlah tegangan pada semua komponen dalam satu loop sama dengan tegangan sumber**. Bayangkan tangga: sumber "menaikkan" tegangan 9 V, dan resistor-resistor "menurunkannya" kembali sedikit demi sedikit hingga habis.

Pembagi tegangan. Dari hasil di atas lahir rumus pintas. Tegangan di resistor ke-i adalah bagian dari tegangan sumber sebanding dengan hambatannya:

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

V i = V sumber × R i ÷ R total

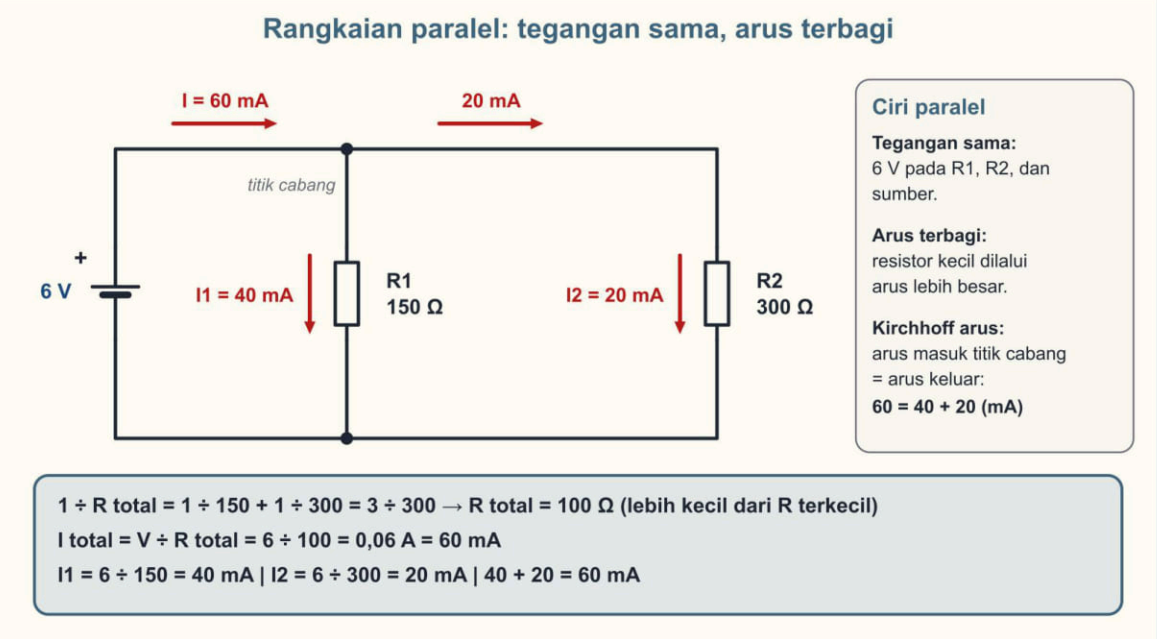
Contoh: sumber 9 V dipasang pada R1 = 2 kΩ dan R2 = 1 kΩ seri. Tegangan di R2 adalah 9 × 1 ÷ (2 + 1) = 3 V. Rangkaian dua resistor seri seperti ini disebut **pembagi tegangan**, dan dipakai untuk menurunkan tegangan atau membaca sensor.

Daya. Karena arusnya sama, daya di tiap resistor P = I^2 × R sebanding dengan R: resistor terbesar paling panas. Daya total sama dengan jumlah daya semua resistor, dan juga sama dengan V sumber × I. Bila dua resistor identik disusun seri, daya total dibagi **rata**: masing-masing menanggung setengahnya, bukan seluruhnya.

Bila satu komponen putus, jalur terputus dan arus berhenti di seluruh rangkaian. Itulah mengapa rangkaian lampu hias murah padam seluruhnya bila satu bola lampunya lepas.

3. Rangkaian paralel

Lihat Gambar 3.11. Dua resistor R1 = 150 Ω dan R2 = 300 Ω dipasang pada baterai 6 V, masing-masing pada satu cabang.



Gambar 3.11 Rangkaian paralel dua resistor dengan arus tiap cabang dan hukum Kirchhoff arus. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Tegangan sama. Kedua ujung tiap cabang tersambung langsung ke kutub baterai, jadi setiap cabang menerima **6 V penuh**, tidak peduli berapa banyak cabangnya.

Arus terbagi. Setiap cabang mengalirkan arus sendiri menurut hukum Ohm: I1 = 6 ÷ 150 = 0,04 A = 40 mA, I2 = 6 ÷ 300 = 0,02 A = 20 mA. Cabang berhambatan kecil dilalui arus lebih besar. Arus total yang ditarik dari sumber adalah jumlahnya: 40 + 20 = 60 mA. Itulah **hukum Kirchhoff arus** (KCL): **jumlah arus yang masuk ke sebuah titik cabang sama dengan jumlah arus yang keluar dari titik itu**. Muatan tidak menumpuk dan tidak hilang di titik cabang.

Pembagi arus. Untuk dua cabang, arus total terbagi dengan perbandingan terbalik terhadap hambatan. Arus di R1 adalah I total × R2 ÷ (R1 + R2) = 60 × 300 ÷ 450 = 40 mA. Perhatikan

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

letaknya: yang dipakai di pembilang adalah hambatan **cabang lain**.

Hambatan total. Menambah cabang berarti membuka jalan baru bagi arus, sehingga hambatan total **turun**. Rumusnya memakai kebalikan:

1 ÷ R total = 1 ÷ R1 + 1 ÷ R2 + 1 ÷ R3 + …

Pada gambar: 1 ÷ R total = 1 ÷ 150 + 1 ÷ 300 = 2 ÷ 300 + 1 ÷ 300 = 3 ÷ 300, sehingga R total = 100 Ω. Hasil ini **lebih kecil** daripada hambatan terkecil (150 Ω). Bila hasilnya ternyata lebih besar dari salah satu resistor, pasti ada yang keliru. Dua pintasan sering berguna:

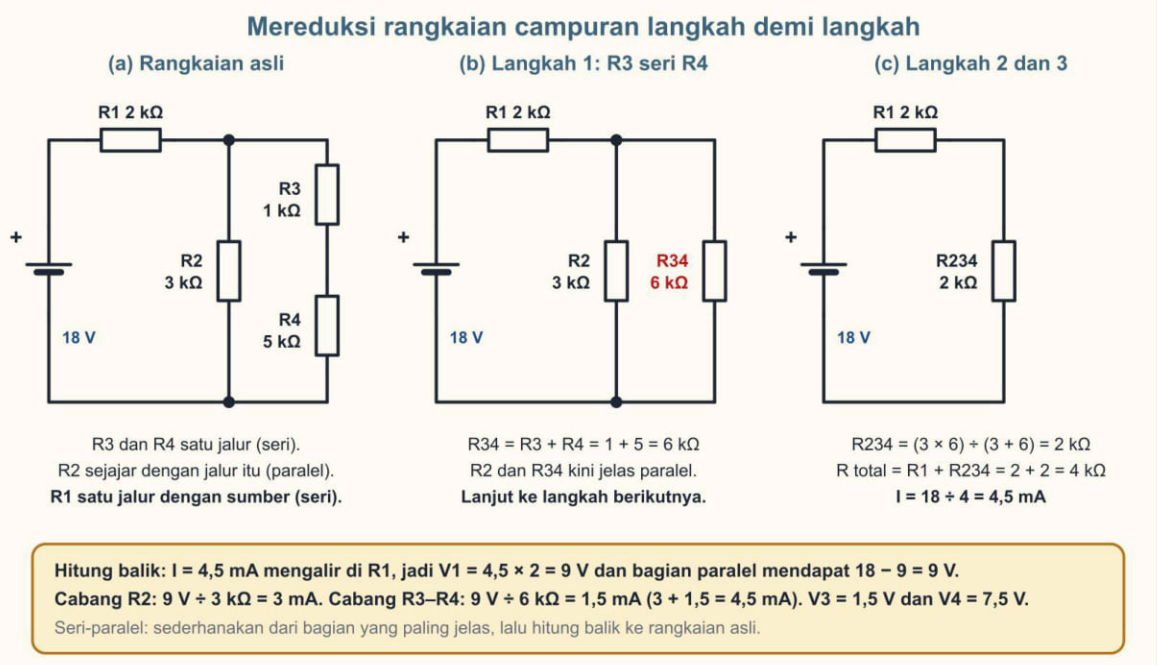
- **Dua resistor:** R total = (R1 × R2) ÷ (R1 + R2). Untuk 150 dan 300: 45.000 ÷ 450 = 100 Ω.
- **n resistor identik:** R total = R ÷ n. Tiga resistor 330 Ω paralel menghasilkan 330 ÷ 3 = 110 Ω.

Daya. Tegangannya sama, jadi daya P = V^2 ÷ R **berbanding terbalik** dengan R: resistor terkecil menyerap daya terbesar. Daya total adalah jumlah daya tiap cabang. Dua resistor identik yang diparalel juga membagi daya total secara rata.

Bila satu cabang putus, hanya cabang itu yang padam. Cabang lain tetap menerima tegangan penuh dan arusnya tidak berubah. Itulah sebabnya instalasi rumah dibuat paralel: lampu di kamar tetap menyala walau lampu di dapur putus.

4. Rangkaian campuran

Rangkaian campuran memuat bagian seri dan bagian paralel sekaligus. Kuncinya satu: **sederhanakan dari bagian yang paling jelas, lalu hitung balik**. Lihat Gambar 3.12 dengan sumber 18 V.



Gambar 3.12 Tiga skema berurutan: rangkaian asli, R3 dan R4 digabung, lalu seluruh bagian paralel digabung. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Langkah mereduksi:

1. **Cari pasangan yang jelas seri atau paralel.** R3 dan R4 berada dalam satu jalur tanpa percabangan di antaranya, jadi seri.
2. **Ganti pasangan itu dengan satu hambatan setara.** R34 = 1 + 5 = 6 kΩ.
3. **Gambar ulang dan ulangi.** Sekarang R2 (3 kΩ) dan R34 (6 kΩ) jelas paralel: (3 × 6) ÷ (3 + 6) = 2 kΩ.
4. **Ulangi sampai tersisa satu hambatan.** R1 seri dengan 2 kΩ itu, jadi R total = 2 + 2 = 4 kΩ.
5. **Hitung balik.** Arus total I = 18 ÷ 4 = 4,5 mA mengalir di R1, sehingga V1 = 4,5 × 2 = 9 V. Bagian paralel mendapat 18 − 9 = 9 V. Dari 9 V itu, cabang R2 mengalirkan 9 ÷ 3 = 3 mA dan cabang R3–R4 mengalirkan 9 ÷ 6 = 1,5 mA (3 + 1,5 = 4,5 mA, cocok). Tegangan di R3 = 1,5 × 1 = 1,5 V dan di R4 = 1,5 × 5 = 7,5 V.

Perhatikan satu sifat penting: **menambah beban paralel pada bagian yang berseri dengan hambatan lain menurunkan tegangan di bagian paralel itu**. Contoh: sumber 10 V, resistor seri 200 Ω, dan satu beban 300 Ω. Beban menerima 10 × 300 ÷ (200 + 300) = 6 V. Bila beban kedua 300 Ω dipasang paralel, hambatan bagian paralel menjadi 150 Ω dan tegangannya turun menjadi 10 × 150 ÷ (200 + 150) ≈ 4,29 V. Hambatan total turun, arus total naik, tetapi resistor seri menyerap bagian tegangan yang lebih besar, sehingga bagian paralel memperoleh lebih sedikit. Pada lampu, tegangan lebih kecil berarti nyala lebih redup, sedangkan lampu di jalur utama menjadi lebih terang. Kecerahan lampu mengikuti daya yang diserapnya. Ingat pula bahwa komponen yang berada di jalur utama dilalui seluruh arus: bila ia putus, semua cabang di belakangnya ikut padam. Bila yang putus sebuah cabang paralel, cabang lain tetap menyala.

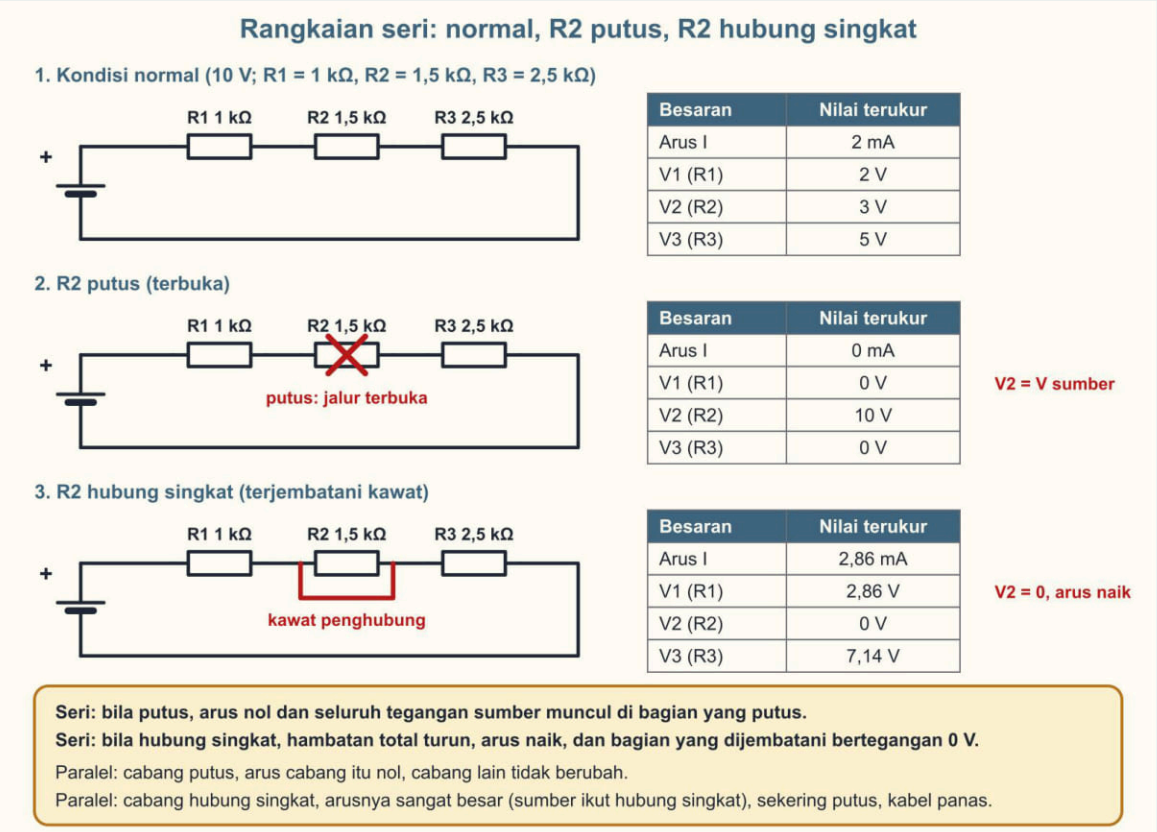
5. Hubung singkat dan putus

Dua gangguan ini sering tertukar. Bedanya mudah diingat dengan analogi pipa: **putus** seperti pipa tersumbat total, sedangkan **hubung singkat** seperti pipa yang bocor dan membuka jalan pintas tanpa hambatan.

- **Putus (rangkaian terbuka)**: hambatan di titik itu menjadi tak terhingga. Pada rangkaian seri, **arus menjadi nol**, tegangan di semua resistor lain 0 V, dan **seluruh tegangan sumber muncul di titik yang putus**.
- **Hubung singkat**: sebuah komponen terjembatani oleh jalan tanpa hambatan. Tegangan di komponen itu menjadi **0 V**. Pada rangkaian seri, hambatan total turun, sehingga **arus naik** dan tegangan di resistor lain ikut naik.

Gambar 3.13 membandingkannya pada rangkaian seri 10 V dengan R1 = 1 kΩ, R2 = 1,5 kΩ, dan R3 = 2,5 kΩ.

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



Gambar 3.13 Rangkaian seri dalam tiga keadaan: normal, R2 putus, dan R2 hubung singkat, beserta nilai terukurnya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Keadaan normal: R total = 5 kΩ, I = 2 mA, tegangan 2 V, 3 V, dan 5 V. Bila R2 putus: arus 0 mA, V1 dan V3 turun menjadi 0 V, dan V2 = 10 V. Bila R2 hubung singkat: R total = 3,5 kΩ, I = 10 ÷ 3,5 ≈ 2,86 mA, V1 ≈ 2,86 V, V2 = 0 V, dan V3 ≈ 7,14 V.

Pada rangkaian paralel, akibatnya berbeda. Cabang yang putus hanya kehilangan arusnya sendiri, dan cabang lain tidak berubah. Cabang yang hubung singkat (atau sumber yang hubung singkat) memberi jalan tanpa hambatan bagi **seluruh** arus, sehingga arusnya sangat besar. Kabel panas, sumber rusak, dan sekering putus. Itulah alasan sekering dipasang pada catu daya.

Cara membaca tabel hasil ukur untuk mendiagnosis: lihat dulu **arus**. Arus nol berarti ada yang putus; arus lebih besar daripada normal berarti ada hambatan yang hilang (hubung singkat). Lalu cari resistor yang tegangannya tidak wajar: tegangan sama dengan sumber menunjuk titik putus, tegangan nol bersamaan dengan arus naik menunjuk komponen yang tersingkat.

6. Menyusun nilai hambatan dari stok

Resistor dijual dalam nilai-nilai tertentu. Bila nilai yang kamu butuhkan tidak ada di stok, kamu dapat **menyusunnya** dari resistor yang ada:

- Nilai **lebih besar** daripada resistor yang ada: gunakan **seri** (menjumlah).
- Nilai **lebih kecil**: gunakan **paralel** (hambatan total turun).
- Dua resistor identik paralel menghasilkan setengah nilainya; dua resistor identik seri menghasilkan dua kali nilainya.

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

- Perhatikan juga **daya**. Dua resistor identik, baik seri maupun paralel, membagi daya total secara rata, sehingga rating gabungannya dua kali rating satu resistor. Bila nilainya berbeda, pembagiannya tidak rata: pada paralel resistor terkecil menanggung daya terbesar, pada seri resistor terbesar. Periksa daya tiap resistor terhadap ratingnya masing-masing.

Cara kerjanya: bandingkan target dengan stok, coba susunan paling sedikit resistor lebih dulu, lalu **hitung dan periksa hasilnya**. Jangan menganggap dua resistor "kira-kira" cukup bila soal meminta nilai tepat.

Ringkasan

	Seri	Paralel
Arus	sama di semua komponen	terbagi ke cabang
Tegangan	terbagi (pembagi tegangan)	sama di semua cabang
Hambatan total	R1 + R2 + ... (lebih besar)	1 ÷ R = Σ 1 ÷ Ri (lebih kecil)
Daya	sebanding R	berbanding terbalik R
Bila satu putus	semua mati	hanya cabang itu
Hukum	Kirchhoff tegangan	Kirchhoff arus

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Tiga resistor seri

Fani menyusun tiga resistor seri sebagai beban uji catu daya 9 V di lab sekolah: R1 = 470 Ω, R2 = 330 Ω, dan R3 = 200 Ω. Hitung hambatan total, arus, tegangan dan daya tiap resistor, lalu periksa apakah resistor 1/4 W aman. *Kasus disusun untuk contoh; tokoh fiktif.*

1. R total = 470 + 330 + 200 = 1.000 Ω.
2. I = V ÷ R total = 9 ÷ 1.000 = 0,009 A = 9 mA.
3. Tegangan tiap resistor: V1 = 0,009 × 470 = 4,23 V; V2 = 0,009 × 330 = 2,97 V; V3 = 0,009 × 200 = 1,8 V. Periksa dengan pembagi tegangan untuk R1: 9 × 470 ÷ 1.000 = 4,23 V. Jumlahnya 4,23 + 2,97 + 1,8 = 9 V.
4. Daya tiap resistor: P1 = 4,23 × 0,009 = 0,03807 W ≈ 38 mW; P2 = 2,97 × 0,009 = 0,02673 W ≈ 27 mW; P3 = 1,8 × 0,009 = 0,0162 W ≈ 16 mW. Jumlahnya 0,081 W, sama dengan V × I = 9 × 0,009 = 0,081 W.
5. Rating: daya terbesar 38 mW, jauh di bawah 250 mW (1/4 W), jadi aman.

Jawaban: R total **1.000 Ω**, arus **9 mA**, tegangan **4,23 V, 2,97 V, 1,8 V**, daya **sekitar 38, 27, dan 16 mW**; resistor 1/4 W aman.

Contoh 2 — Resistor paralel

Sumber 6 V dipasang pada R1 = 150 Ω dan R2 = 300 Ω paralel. Tentukan hambatan total dan arus tiap cabang. Lalu hitung hambatan tiga resistor 100 Ω, 200 Ω, dan 400 Ω yang diparalel, serta tiga resistor identik 330 Ω paralel. *Kasus disusun untuk contoh.*

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

1. Dua resistor: R total = (150 × 300) ÷ (150 + 300) = 45.000 ÷ 450 = 100 Ω.
2. Arus total: I = 6 ÷ 100 = 0,06 A = 60 mA.
3. Arus cabang: I1 = 6 ÷ 150 = 40 mA; I2 = 6 ÷ 300 = 20 mA. Periksa: 40 + 20 = 60 mA.
4. Tiga resistor 100, 200, 400 Ω: 1 ÷ R total = 1 ÷ 100 + 1 ÷ 200 + 1 ÷ 400 = 0,01 + 0,005 + 0,0025 = 0,0175. Jadi R total = 1 ÷ 0,0175 ≈ 57,14 Ω (lebih kecil daripada 100 Ω, benar).
5. Tiga resistor identik 330 Ω: R total = 330 ÷ 3 = 110 Ω.

Jawaban: **100 Ω**; **40 mA dan 20 mA**; tiga resistor 100, 200, 400 Ω menghasilkan **sekitar 57,14 Ω**; tiga resistor 330 Ω menghasilkan **110 Ω**.

Contoh 3 — Rangkaian campuran lengkap dengan daya

Rangkaian pada Gambar 3.12 berisi sumber 18 V, R1 = 2 kΩ seri dengan gabungan paralel R2 = 3 kΩ dan jalur R3 = 1 kΩ yang seri dengan R4 = 5 kΩ. Tentukan hambatan total, arus total, arus dan tegangan tiap resistor, serta daya tiap resistor. *Angka disusun untuk contoh.*

1. R34 = R3 + R4 = 1 + 5 = 6 kΩ.
2. R234 = (3 × 6) ÷ (3 + 6) = 2 kΩ.
3. R total = R1 + R234 = 2 + 2 = 4 kΩ.
4. Arus total: I = 18 ÷ 4 = 4,5 mA (arus di R1).
5. Tegangan: V1 = 4,5 × 2 = 9 V; bagian paralel: 18 − 9 = 9 V.
6. Arus cabang: I2 = 9 ÷ 3 = 3 mA; arus jalur R3–R4 = 9 ÷ 6 = 1,5 mA. Periksa: 3 + 1,5 = 4,5 mA.
7. Tegangan R3 = 1,5 mA × 1 kΩ = 1,5 V; R4 = 1,5 × 5 = 7,5 V. Periksa: 1,5 + 7,5 = 9 V.
8. Daya: P1 = 9 V × 4,5 mA = 40,5 mW; P2 = 9 × 3 = 27 mW; P3 = 1,5 × 1,5 = 2,25 mW; P4 = 7,5 × 1,5 = 11,25 mW. Jumlahnya 81 mW, sama dengan 18 V × 4,5 mA = 81 mW.

Jawaban: R total **4 kΩ**, I total **4,5 mA**; V1 = 9 V, V2 = 9 V, V3 = 1,5 V, V4 = 7,5 V; I2 = 3 mA, I3 = I4 = 1,5 mA; daya **40,5; 27; 2,25; dan 11,25 mW**.

Contoh 4 — Mendiagnosis gangguan dari tabel ukur

Modul uji tiga resistor seri milik bengkel "Nusa Elektronik" dirancang untuk sumber 12 V dengan R1 = 2 kΩ, R2 = 4 kΩ, dan R3 = 6 kΩ. Teknisi Bagas mengukur dua modul yang bermasalah dan mencatat hasilnya. *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

Modul	I	V1	V2	V3
Rancangan	1 mA	2 V	4 V	6 V
Modul A	0 mA	0 V	12 V	0 V
Modul B	1,2 mA	0 V	4,8 V	7,2 V

1. Hitung nilai rancangan sebagai pembanding: R total = 12 kΩ, I = 12 ÷ 12 = 1 mA; tegangan 2, 4, dan 6 V.
2. Modul A: arus 0 mA, berarti jalur terputus. Seluruh 12 V muncul pada R2, jadi R2 putus.
3. Modul B: arus naik menjadi 1,2 mA. Berarti hambatan total turun menjadi 12 ÷ 1,2 = 10 kΩ, yaitu 2 kΩ lebih kecil. V1 = 0 V menunjukkan R1 (2 kΩ) tersingkat.

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

4. Periksa: tanpa R1, R total = 4 + 6 = 10 kΩ; I = 1,2 mA; V2 = 1,2 × 4 = 4,8 V; V3 = 1,2 × 6 = 7,2 V. Cocok dengan tabel.

Jawaban: modul A: **R2 putus**; modul B: **R1 hubung singkat**.

Contoh 5 — Menyusun nilai dari stok

Sebuah rangkaian sensor memerlukan resistor tepat 750 Ω, padahal di laci hanya ada resistor 1 kΩ, 3 kΩ (dua buah), dan 470 Ω. Tentukan susunan dengan resistor paling sedikit, lalu hitung arus dan daya tiap resistor bila dipasang pada 6 V. *Kasus disusun untuk contoh.*

1. Target 750 Ω lebih kecil daripada semua resistor yang ada, jadi gunakan paralel.
2. Coba dua resistor: 1 kΩ ‖ 3 kΩ = (1.000 × 3.000) ÷ (1.000 + 3.000) = 3.000.000 ÷ 4.000 = 750 Ω. Tepat.
3. Arus total pada 6 V: 6 ÷ 750 = 0,008 A = 8 mA.
4. Arus cabang: 1 kΩ: 6 ÷ 1.000 = 6 mA; 3 kΩ: 6 ÷ 3.000 = 2 mA; jumlahnya 8 mA.
5. Daya: resistor 1 kΩ: 6 × 6 mA = 36 mW; resistor 3 kΩ: 6 × 2 mA = 12 mW; jumlahnya 48 mW = 6 V × 8 mA. Resistor 1/4 W lebih dari cukup.

Jawaban: **1 kΩ paralel 3 kΩ** (dua resistor); arus **6 mA dan 2 mA**; daya **36 mW dan 12 mW**.

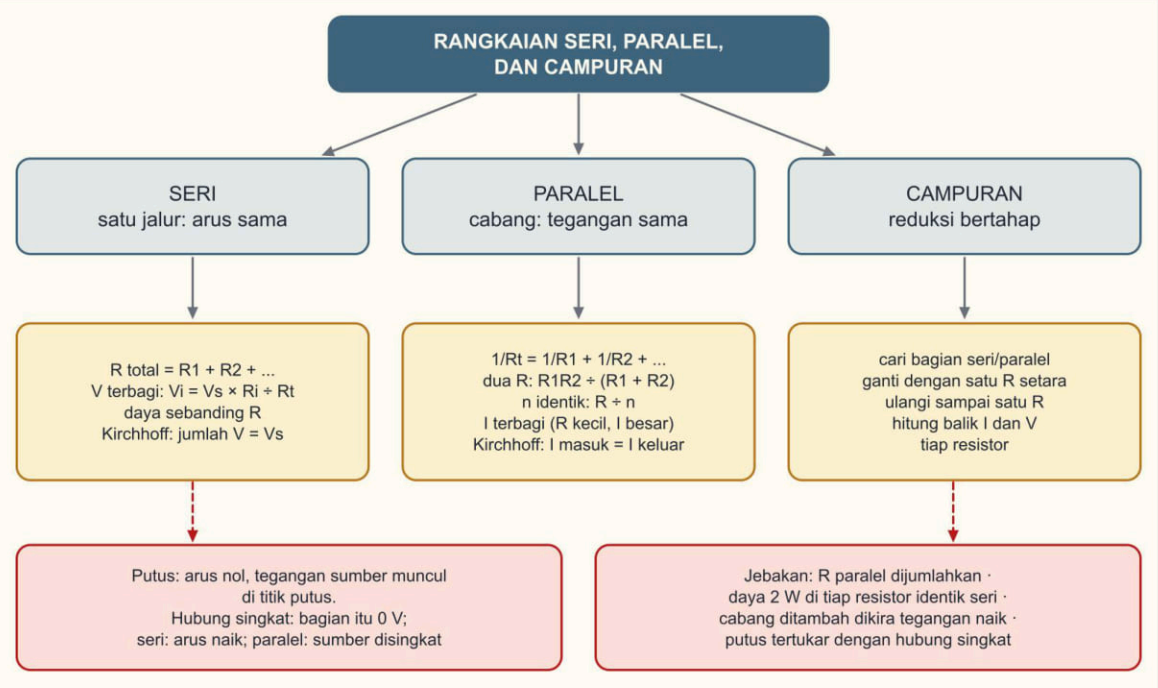
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Seri**: satu jalur, **arus sama**, tegangan terbagi, **R total = R1 + R2 + ...**; pembagi tegangan V i = V sumber × R i ÷ R total.
- **Paralel**: cabang, **tegangan sama**, arus terbagi, **1 ÷ R total = Σ 1 ÷ Ri**; dua resistor R1R2 ÷ (R1 + R2); n identik R ÷ n; R total lebih kecil daripada yang terkecil.
- **Campuran**: sederhanakan bertahap dari bagian yang jelas, lalu hitung balik arus dan tegangan.
- **Kirchhoff**: jumlah tegangan dalam satu loop = tegangan sumber; arus masuk titik cabang = arus keluar.
- **Putus**: arus nol (seri), tegangan sumber muncul di titik putus. **Hubung singkat**: komponen 0 V, arus naik (seri); paralel: sumber disingkat.
- **Daya**: seri sebanding R; paralel berbanding terbalik R; dua resistor identik membagi daya rata.

Gambar 3.14 merangkum semuanya.



Gambar 3.14 Peta konsep rangkaian seri, paralel, dan campuran. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal rangkaian:

1. **Kenali susunan.** Tandai tiap pasangan: bisakah arus melewati satu tanpa melewati yang lain (seri) atau kedua ujungnya bertemu (paralel)?
2. **Sederhanakan bertahap** dan gambar ulang. Jangan mengerjakan seluruh rangkaian dalam satu rumus panjang.
3. **Hitung R total, lalu arus total**, kemudian hitung balik tegangan dan arus tiap bagian.
4. **Periksa dengan hukum Kirchhoff:** jumlah tegangan dalam loop sama dengan sumber, jumlah arus cabang sama dengan arus total, dan jumlah daya sama dengan V × I sumber.
5. **Periksa kemasukakalan**: R paralel harus lebih kecil dari yang terkecil; R seri harus lebih besar dari yang terbesar.
6. Untuk soal gangguan, **lihat arus lebih dulu** (nol = putus, naik = hubung singkat), baru tegangan tiap komponen.

Jebakan khas:

- **R paralel dijumlahkan.** Dua resistor paralel selalu menghasilkan nilai di bawah yang terkecil.
- **Daya total dikira ditanggung tiap resistor.** Pada dua resistor identik seri atau paralel, daya total terbagi rata, bukan dikali dua.
- **Putus tertukar dengan hubung singkat.** Putus: arus nol dan tegangan sumber di titik putus. Hubung singkat: tegangan nol di komponen itu dan arus naik.
- **Menambah cabang dikira menaikkan tegangan.** Menambah cabang menurunkan hambatan total dan menaikkan arus total, dan tegangan bagian paralel justru turun bila ada resistor seri di jalur utama.
- **Seri dan paralel tertukar** saat memakai rumus. Cek dengan kemasukakalan.
- **Rumus dua resistor dipakai untuk tiga resistor.** Rumus (R1 × R2) ÷ (R1 + R2) hanya untuk dua resistor; untuk tiga, pakai kebalikan atau gabungkan bertahap.
- **Pembagi arus terbalik.** Yang di pembilang adalah hambatan cabang lain.
- **"Nilai kira-kira cukup."** Bila soal meminta nilai tepat, hitung susunannya sampai tepat; lalu periksa juga rating dayanya.

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut meminta kamu menyusun resistor dari stok agar mencapai nilai hambatan dan rating daya tertentu, lalu menilai beberapa pernyataan susunan. Gunakan sifat paralel dan seri (bagian 2 dan 3), pintasan dua resistor dan n resistor identik, serta pembagian daya pada resistor identik (bagian 6).

►. Untuk menguji catu daya, Irfan membutuhkan beban resistor 50 Ω yang mampu menahan daya 2 W (2027). Di laci tersedia banyak resistor 100 Ω 1 W dan resistor 25 Ω 1 W. Ia

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

menuliskan beberapa rencana susunan di buku kerjanya, lalu meminta guru memeriksanya sebelum menyolder.

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

Pernyataan yang tepat tentang rencana susunan resistor tersebut adalah ....

(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Dua resistor 100 Ω 1 W yang disusun paralel menghasilkan hambatan 50 Ω.

☐ B. Dua resistor 100 Ω 1 W yang disusun seri menghasilkan hambatan 50 Ω.

☐ C. Pada susunan paralel dua resistor 100 Ω, beban 2 W terbagi sama, masing-masing 1 W.

☐ D. Pada susunan seri dua resistor 25 Ω, setiap resistor menanggung daya 2 W.

☐ E. Satu resistor 100 Ω yang diparalel dengan satu resistor 25 Ω menghasilkan hambatan 50 Ω.

Pembahasan **Kunci: A, C**

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

Konsep: Seri: R total = R1 + R2, arus sama. Paralel: R total = (R1 × R2) ÷ (R1 + R2), tegangan sama. Pada dua resistor identik, daya total terbagi rata ke keduanya.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 ✓** 100 × 100 ÷ (100 + 100) = 50 Ω; dua resistor sama yang diparalel = setengah nilainya.

• **Pernyataan 2 ✗** Seri dijumlahkan: 100 + 100 = 200 Ω.

• **Pernyataan 3 ✓** Kedua resistor sama besar dan bertegangan sama, sehingga daya terbagi rata: 2 W ÷ 2 = 1 W, sesuai rating.

• **Pernyataan 4 ✗** Jebakan: arus yang sama melewati dua resistor yang sama besar, sehingga daya terbagi rata 1 W per resistor, bukan 2 W.

• **Pernyataan 5 ✗** 100 × 25 ÷ (100 + 25) = 2.500 ÷ 125 = 20 Ω.

Jawaban: pernyataan 1, 3.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Gambar ulang rangkaiannya bila perlu, tulis hasil tiap langkah, lalu periksa dengan hukum Kirchhoff sebelum memilih jawaban.

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

1. Rangkaian seri R1–R2–R3 pada modul pembagi tegangan bekerja tidak normal (2027). Galih mencatat hasil ukur saat rangkaian diberi sumber 12 V dan membandingkannya dengan nilai rancangan.

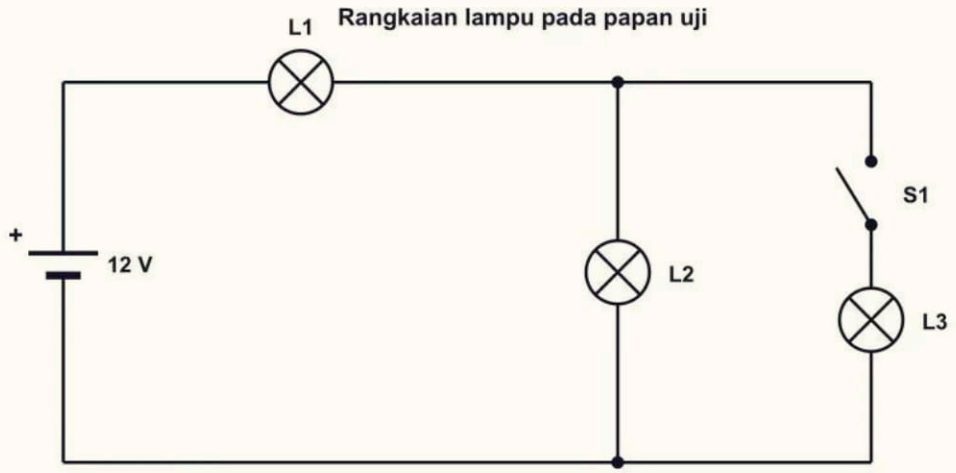
Titik ukur	Hasil ukur	Nilai rancangan
Tegangan sumber	12,0 V	12 V
Tegangan R1 (1 kΩ)	3,75 V	1,85 V
Tegangan R2 (2,2 kΩ)	8,25 V	4,06 V
Tegangan R3 (3,3 kΩ)	0 V	6,09 V
Arus rangkaian	3,75 mA	1,85 mA

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

A. R3 putus karena tegangannya terukur 0 V
B. R1 dan R2 rusak karena tegangannya naik dua kali
C. Sumber terlalu besar karena arusnya naik dua kali
D. R3 hubung singkat sehingga arus rangkaian naik
E. R2 berubah nilai menjadi lebih besar dari 2,2 kΩ

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

2. Untuk lampu panggung mini, Wira merakit tiga lampu identik pada papan uji seperti pada gambar (2027). Ia ingin memahami perubahan nyala setiap lampu ketika sakelar S1 ditutup dan ketika salah satu lampu putus, sebelum rangkaian dipasang di panggung sekolah.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat tentang rangkaian tersebut adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)



L1, L2, L3: lampu identik 12 V (hambatan dianggap tetap); S1 digambar terbuka

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Saat S1 terbuka, L1 dan L2 tersusun seri dan masing-masing mendapat 6 V.
☐ B. Saat S1 ditutup, L1 menyala lebih terang daripada saat S1 terbuka.
☐ C. Saat S1 ditutup, L2 menyala lebih terang daripada saat S1 terbuka.
☐ D. Bila L1 putus, L2 dan L3 ikut padam walaupun S1 tertutup.
☐ E. Bila L2 putus saat S1 tertutup, L3 tetap menyala.

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

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa hambatan total dua resistor paralel selalu lebih kecil daripada resistor terkecilnya, dan bagaimana kamu menggunakan fakta itu untuk memeriksa hitunganmu?
- Dapatkah kamu menjelaskan perbedaan akibat resistor putus dan hubung singkat pada rangkaian seri, termasuk arus dan tegangan tiap resistor?
- **Yang harus kuingat:** seri berarti arus sama dan R dijumlah; paralel berarti tegangan sama dan kebalikan R dijumlah; rangkaian campuran disederhanakan bertahap lalu dihitung balik.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 3.3: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.
next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktel&node=SMKTEL-3.3

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

Sub bab 3.4 · Rangkaian aplikasi elektronika dasar

SMKTEL-3.4

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu **menjelaskan dan menerapkan rangkaian aplikasi elektronika dasar yang sederhana dan aman**. Soalnya hampir selalu bercerita tentang sebuah rakitan siswa yang **tidak bekerja seperti yang diharapkan**: adaptor yang keluarannya turun saat dibebani, lampu otomatis yang bekerja terbalik, lampu kedip yang tampak menyala terus, atau relai yang tidak mau bekerja. Kamu diminta **menalar penyebabnya** dari gejala, angka hasil ukur, atau gambar skema. Bentuk soalnya pilihan ganda, pilihan ganda kompleks (lebih dari satu jawaban benar), dan pernyataan Benar/Salah. Sub bab ini termasuk yang paling banyak memuat soal sulit, karena satu soal menuntut beberapa konsep sekaligus: blok rangkaian, hitungan sederhana, dan logika diagnosis.

Kuncinya satu kalimat: **setiap rangkaian aplikasi adalah susunan blok kecil yang masing-masing punya tugas**. Bila kamu paham tugas tiap blok dan angka yang seharusnya muncul, gejala apa pun bisa kamu telusuri ke blok yang bermasalah.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan tugas tiap blok catu daya linier (trafo, penyearah, filter, regulator) dan menghitung tegangan puncak serta tegangan DC keluaran penyearah jembatan;
- menjelaskan riak (*ripple*), peran kapasitor filter, dan akibat bila kapasitor rusak;
- menghitung tegangan keluaran pembagi tegangan dan menjelaskan cara kerja sensor cahaya LDR bersama trimpot;
- menjelaskan transistor sebagai sakelar yang menggerakkan relai, termasuk fungsi dioda pelindung;
- menghitung frekuensi dan duty cycle IC 555 astabil, serta menjelaskan pengaruh nilai C dan R;
- mendiagnosis gejala menjadi dugaan penyebab dengan urutan: catu, bias, sinyal, beban.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Alat elektronika yang kamu pegang sehari-hari, seperti charger, lampu otomatis, atau lampu kedip sepeda, dibuat dari beberapa rangkaian kecil yang saling menyambung. Tiap rangkaian kecil itu sudah punya "resep" yang baku. Sub bab ini membahas lima resep yang paling sering muncul di bengkel dan di soal: **catu daya linier**, **pembagi tegangan dengan sensor**, **transistor sebagai sakelar dengan relai**, **pewaktu IC 555**, dan **LED dengan resistor pembatas**. Setelah itu kamu belajar cara memeriksanya bila rusak. Semua angka di sini bertegangan rendah. Bagian yang tersambung ke jala-jala 220 V berbahaya; di bengkel sekolah, bagian itu hanya dikerjakan

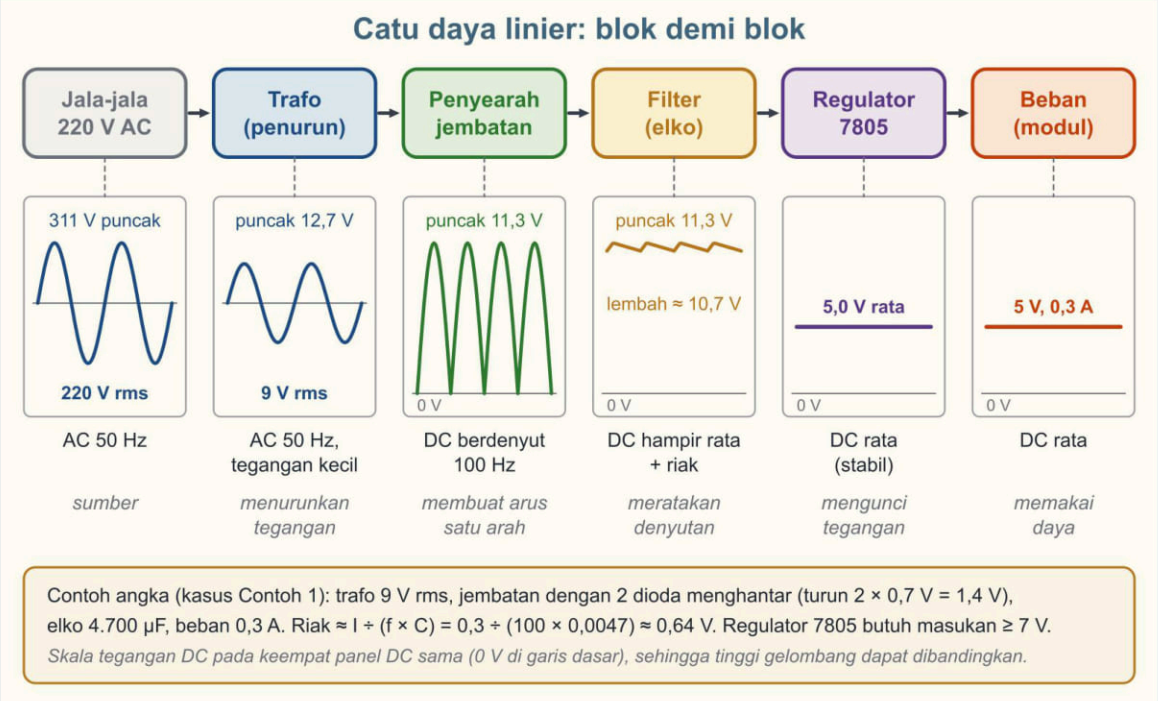
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

dengan modul trafo tertutup, di bawah pengawasan guru, dan pengukuran dilakukan di sisi tegangan rendah.

1. Catu daya linier: dari jala-jala ke tegangan DC yang tenang

Rangkaian digital dan sensor butuh tegangan DC yang rata, misalnya 5 V. Jala-jala PLN justru AC 220 V yang naik turun 50 kali per detik. **Catu daya linier** mengubahnya lewat empat blok berurutan (lihat Gambar 3.15):

1. **Trafo** menurunkan tegangan AC, misalnya dari 220 V menjadi 9 V. Trafo juga memisahkan rangkaianmu dari jala-jala sehingga lebih aman. Angka pada trafo adalah nilai **rms** (*root mean square*), yaitu nilai efektif: tegangan DC yang memberi daya panas yang sama pada sebuah resistor. Gelombang AC sebenarnya mencapai nilai yang lebih tinggi pada puncaknya: **tegangan puncak = Vrms × $\sqrt{2}$** ($\sqrt{2} \approx 1{,}414$). Trafo 9 V rms punya puncak 9 × 1,414 ≈ 12,7 V.
2. **Penyearah** (dioda) membuat arus mengalir satu arah saja, sehingga keluarannya DC berdenyut.
3. **Filter** (kapasitor elektrolit, **elko**) menyimpan muatan saat tegangan naik dan melepasnya saat tegangan turun, sehingga denyutan teredam.
4. **Regulator** (IC seri 78xx) menjaga keluaran tetap pada nilai tertentu walau tegangan masukan atau beban berubah sedikit.



Gambar 3.15 Diagram blok catu daya linier dan bentuk gelombang tiap blok. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Keempat blok itu bekerja berantai. Kerusakan di satu blok akan terlihat sebagai gejala di blok sesudahnya. Karena itu, mendiagnosis catu daya berarti **mengukur dari depan ke belakang**.

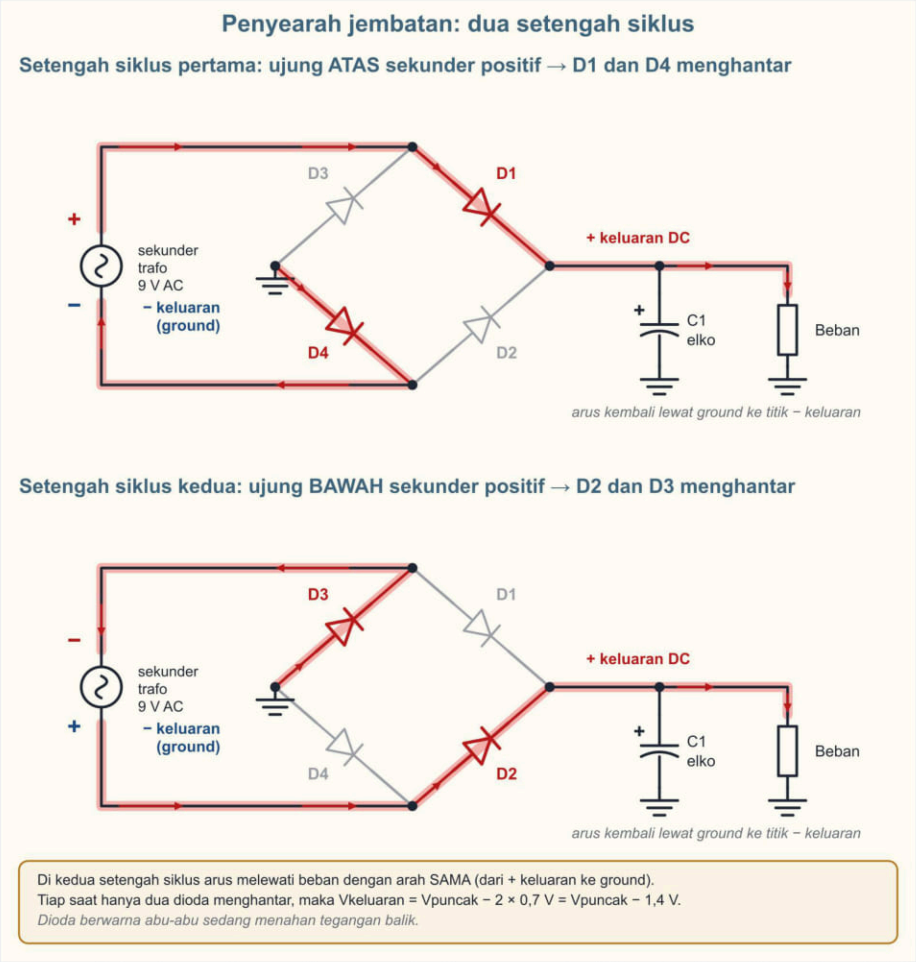
2. Penyearah: setengah gelombang, gelombang penuh, dan jembatan

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

Dioda menghantar bila anodanya lebih positif dari katodanya (sekitar 0,7 V untuk dioda silikon, dibahas di sub bab 4.5). Ada tiga susunan penyearah.

Susunan	Jumlah dioda	Dioda yang menghantar pada tiap saat	Tegangan DC keluaran (tanpa filter, puncak)	Frekuensi riak (dari 50 Hz)
Setengah gelombang	1	1, hanya pada setengah siklus	Vpuncak − 0,7 V	50 Hz
Gelombang penuh (trafo CT)	2	1	Vpuncak (satu belitan) − 0,7 V	100 Hz
Jembatan	4	2	Vpuncak − 1,4 V	100 Hz

Penyearah setengah gelombang membuang separuh siklus, sehingga denyutannya jarang dan sulit diratakan. **Penyearah gelombang penuh** memakai dua belitan sekunder dengan titik tengah (*center tap*, CT) dan dua dioda. **Penyearah jembatan** (Gambar 3.16) memakai empat dioda dan hanya satu belitan sekunder, sehingga paling sering dipakai.



Gambar 3.16 Penyearah jembatan dan arah arus pada dua setengah siklus. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Cara membaca Gambar 3.16: pada setengah siklus pertama, ujung atas sekunder positif. Arus mengalir lewat D1, melewati beban dari titik **positif keluaran** ke ground, lalu kembali lewat D4.

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

Pada setengah siklus kedua, ujung bawah positif. Arus lewat D2, melewati beban dengan **arah yang sama**, lalu kembali lewat D3. Dua dioda yang tidak menghantar menahan tegangan balik. Keluaran positif selalu berada di pertemuan **katoda** dioda (sisi bergaris), keluaran negatif di pertemuan **anoda**.

Pada jembatan, arus selalu melewati **dua dioda berderet**, sehingga tegangan hilang 2 × 0,7 V = **1,4 V**:

$V_{dc\ (puncak)} = V_{rms} \times \sqrt{2} - 1{,}4\ V$

Dioda penyearah juga punya batas: **arus maju rata-rata** dan **tegangan balik maksimum**. Dioda seri 1N4001 sampai 1N4007 tahan arus rata-rata sekitar 1 A, dengan tegangan balik 50 V (1N4001) sampai 1.000 V (1N4007). Pilih dioda yang batasnya jauh di atas nilai kerja.

3. Filter kapasitor dan riak

Keluaran penyearah belum rata. Tegangannya naik ke puncak, turun ke nol, naik lagi. Kapasitor elko dipasang **paralel dengan beban** untuk meratakannya. Saat tegangan penyearah naik, kapasitor mengisi sampai mendekati puncak. Saat tegangan penyearah turun di bawah tegangan kapasitor, dioda berhenti menghantar dan **kapasitor sendiri yang memberi arus ke beban**, sehingga tegangannya turun pelan. Turunnya tegangan itu disebut **riak** (*ripple*), dan besarnya dapat diperkirakan:

$\text{riak} \approx I \div (f \times C)$

Dengan I = arus beban (A), f = frekuensi riak (Hz), C = kapasitansi (F), dan hasilnya dalam volt. Alasannya sederhana: selama satu periode riak ($T = 1 \div f$), kapasitor melepas muatan $Q = I \times T$, dan tegangannya turun sebesar $Q \div C = I \div (f \times C)$. Rumus ini perkiraan kasar yang cukup untuk memilih elko.

Dari rumus itu kamu dapat membaca tiga hal:

- **Arus beban lebih besar, riak lebih besar.** Itu sebabnya adaptor yang baik saat tanpa beban bisa bermasalah saat dibebani.
- **Kapasitansi lebih besar, riak lebih kecil.** Elko berkapasitansi lebih kecil dari seharusnya membuat riak membesar, bukan mengecil.
- **Frekuensi riak lebih tinggi, riak lebih kecil.** Jembatan (100 Hz) menghasilkan riak separuh dari setengah gelombang (50 Hz) untuk elko dan beban yang sama.

Beberapa fakta tentang elko yang sering menjadi penyebab gangguan:

- **Elko berkutub.** Kaki **+** harus ke sisi tegangan lebih positif. Bila terbalik, elko dapat memanas, menggembung, bahkan pecah.
- **Tegangan kerja** yang tertulis pada badan harus lebih tinggi dari tegangan yang bekerja padanya, dengan cadangan (pegangan umum: 1,5 sampai 2 kali).
- Elko yang tua, panas, atau bocor **kehilangan kapasitansinya**. Gejalanya: riak membesar, bagian atas badan menggembung, kadang cairan merembes. Elko semacam ini harus diganti, bukan dibiarkan.
- Multimeter DC membaca **nilai rata-rata**. Pada keluaran penyearah gelombang penuh tanpa

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

filter, rata-rata itu sekitar **0,637 × Vpuncak**. Bila hasil ukurmu sebesar itu, filter tidak bekerja.

4. Regulator: menjaga keluaran tetap

Tegangan di elko masih berubah menurut beban dan jala-jala. **Regulator linier IC seri 78xx** memperbaikinya. Dua angka terakhir menunjukkan tegangan keluaran: 7805 = 5 V, 7809 = 9 V, 7812 = 12 V. Kakinya tiga: masukan (IN), ground (GND), keluaran (OUT). Syaratnya: **tegangan masukan harus beberapa volt di atas tegangan keluaran**, kira-kira Vout + 2 V atau lebih (untuk 7805, masukan minimum sekitar 7 V). Bila masukan turun di bawah batas itu, regulator tidak dapat mempertahankan keluarannya, dan keluaran ikut turun.

Akibatnya, yang menentukan bukan hanya puncak, melainkan **lembah riak** di masukan regulator. Lembah = tegangan puncak − riak. Lembah ini harus tetap di atas Vout + 2 V. Selisih tegangan masukan–keluaran regulator dibuang sebagai **panas**: P = (Vin − Vout) × I. Pembahasan lengkapnya ada di sub bab 4.5.

5. Pembagi tegangan dan sensor cahaya

Pembagi tegangan (sub bab 3.3) memakai dua resistor seri, R1 di sisi sumber dan R2 di sisi ground. Tegangan di titik tengah:

Vout = Vin × R2 ÷ (R1 + R2)

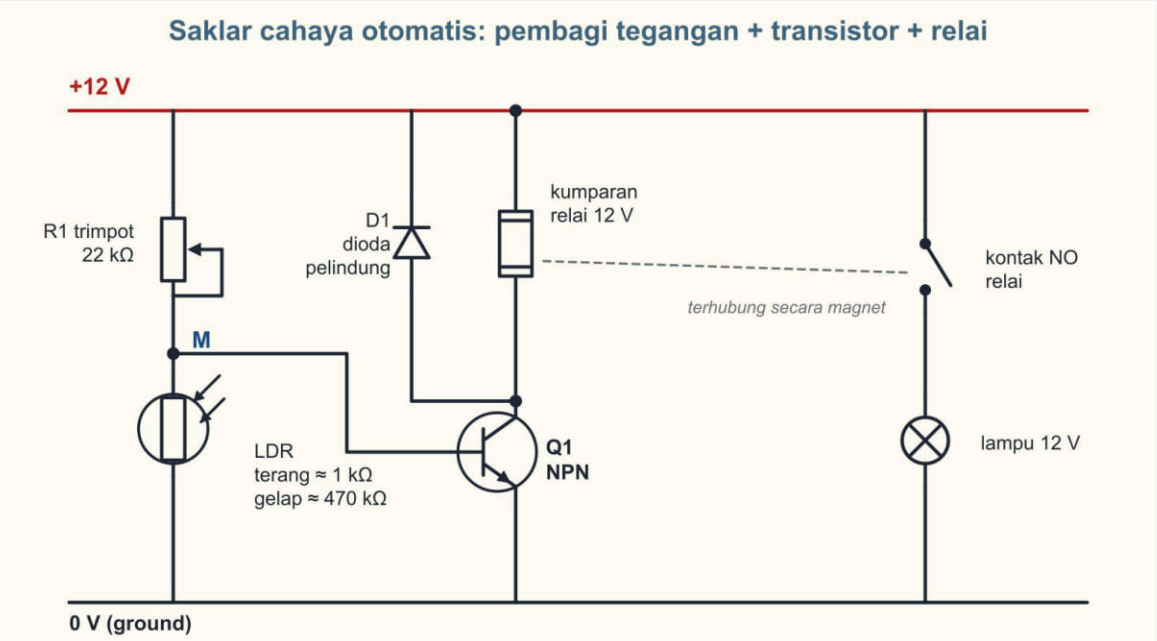
Misalnya Vin = 9 V, R1 = 33 kΩ, R2 = 12 kΩ: Vout = 9 × 12 ÷ 45 = 2,4 V. Rumus ini berlaku bila beban di titik tengah hampir tidak menarik arus, seperti masukan transistor yang arus basisnya kecil dibanding arus pembagi.

Pembagi menjadi **sensor** bila salah satu resistornya diganti komponen yang hambatannya berubah menurut keadaan:

- **LDR** (*light dependent resistor*): hambatannya **besar saat gelap** (puluhan hingga ratusan kΩ) dan **kecil saat terang** (sekitar 1 kΩ atau kurang).
- **NTC**: hambatannya turun saat suhu naik.
- **Trimpot** (potensiometer kecil): hambatan yang disetel dengan obeng untuk menentukan batas peka.

Perhatikan Gambar 3.17. Trimpot R1 di sisi atas, LDR di sisi bawah (ke ground). Saat **gelap**, hambatan LDR besar, sehingga bagian terbesar tegangan jatuh di LDR dan tegangan titik M **naik**. Saat **terang**, hambatan LDR kecil dan tegangan M **turun**. Titik M tersambung ke basis transistor NPN. Transistor mulai menghantar bila tegangan basis mencapai sekitar 0,7 V. Jadi rangkaian ini menyalakan beban **saat gelap**. Bila posisi LDR dan trimpot dibalik, pembagi bekerja berkebalikan: tegangan M naik saat terang. Posisi komponen sensor di pembagi menentukan arah kerja rangkaian.

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



Keadaan	Hambatan LDR	Tegangan titik M	Q1	Relai dan lampu
Terang	≈ 1 kΩ	12 × 1 ÷ 23 ≈ 0,52 V (< 0,7 V)	putus	relai lepas, lampu padam
Gelap	≈ 470 kΩ	12 × 470 ÷ 492 ≈ 11,5 V (tertahan ≈ 0,7 V)	jenuh	relai tarik, lampu menyala

LDR ada di sisi BAWAH (ke ground): makin gelap, hambatannya makin besar, tegangan M makin tinggi, transistor menghantar.
Jika posisi LDR dan trimpot dibalik, pembagi bekerja berkebalikan.

Gambar 3.17 Saklar cahaya: pembagi tegangan LDR, transistor, dan relai. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Trimpot mengatur **batas peka**. Memperkecil R1 membuat tegangan M mencapai 0,7 V pada hambatan LDR yang lebih kecil, yaitu saat cahaya masih cukup terang. Memperbesar R1 menuntut ruangan lebih gelap sebelum beban menyala.

6. Transistor sebagai sakelar dan relai

Pada Gambar 3.17, **transistor NPN** dipakai sebagai **sakelar elektronik**. Arus kecil ke basis mengendalikan arus yang jauh lebih besar dari kolektor ke emitor. Ada dua keadaan: **putus** (tegangan basis di bawah 0,7 V, tidak ada arus kolektor, kolektor bertegangan hampir sama dengan catu) dan **jenuh** (basis mendapat arus cukup, transistor menghantar penuh, tegangan kolektor–emitor tinggal sekitar 0,2 V). Cara menghitung arus basis ada di sub bab 4.5.

Beban di kolektor di sini adalah **kumparan relai**. **Relai** adalah sakelar yang digerakkan magnet. Arus kumparan membuat magnet menarik kontak, sehingga **kontak NO** (*normally open*, biasanya terbuka) menutup dan menyalakan lampu. Keuntungan relai: lampu dengan daya besar dapat dikendalikan oleh sinyal lemah, dan rangkaian kendali terpisah dari rangkaian beban.

Kumparan adalah **induktor**. Saat arusnya tiba-tiba diputus, induktor membangkitkan **lonjakan tegangan balik** yang bisa belasan atau puluhan volt dan merusak transistor. Karena itu dipasang **dioda pelindung** paralel dengan kumparan: **katoda ke sisi +**, anoda ke sisi kolektor. Saat transistor aktif, dioda terbalik sehingga tidak berpengaruh. Saat transistor putus, dioda memberi jalan bagi arus kumparan sehingga lonjakan teredam. Bila dioda terpasang terbalik, ia

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

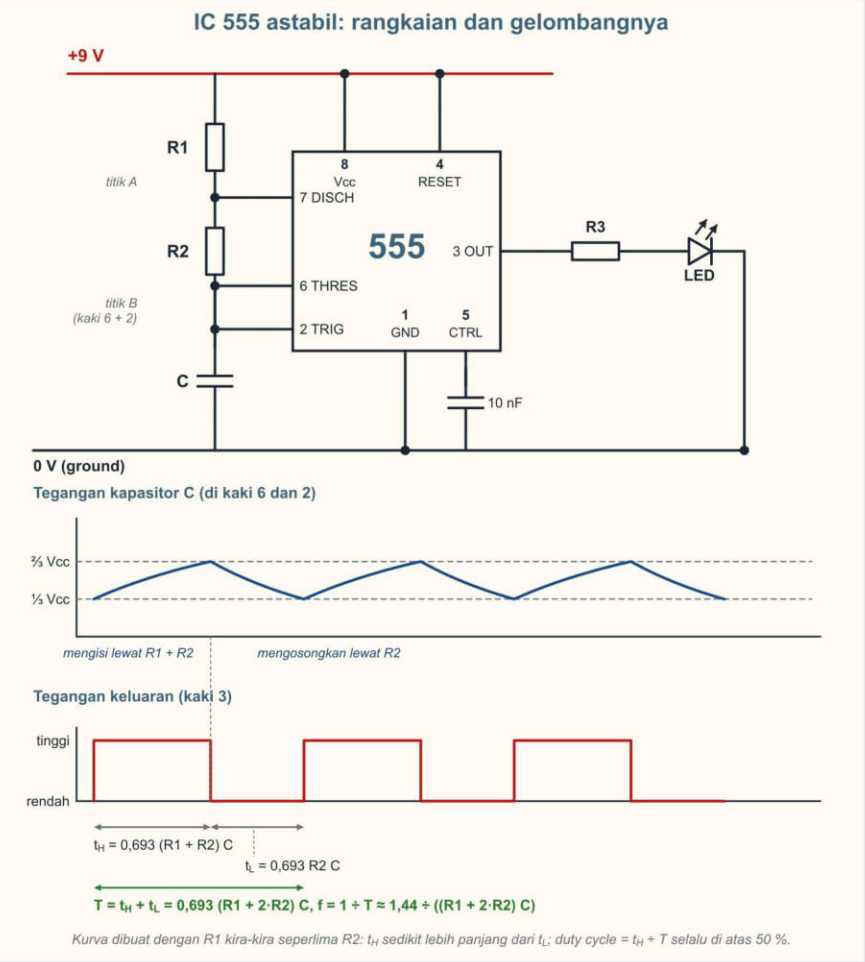
menghubung-singkatkan catu saat transistor menghantar.

7. Pewaktu IC 555 astabil

IC 555 adalah pewaktu serbaguna dengan delapan kaki. Dalam mode **astabil** ia terus berosilasi: keluarannya bergantian tinggi dan rendah tanpa dipicu. Cocok untuk lampu kedip dan pembangkit nada. Lihat Gambar 3.18.

Kaki yang dipakai: 1 (GND), 2 (TRIG), 3 (OUT, keluaran), 4 (RESET, ke +), 5 (CTRL, diberi kapasitor kecil 10 nF ke ground), 6 (THRES), 7 (DISCH), 8 (Vcc). Resistor R1 dari + ke kaki 7, R2 dari kaki 7 ke kaki 6, kaki 6 dan 2 disatukan, lalu kapasitor C ke ground.

Cara kerjanya: kapasitor C **mengisi** lewat R1 dan R2 sampai tegangannya mencapai ⅔ Vcc. Pada saat itu keluaran jadi rendah dan kaki 7 menghubungkan kapasitor ke ground, sehingga C **mengosongkan** lewat R2 sampai ⅓ Vcc. Lalu keluaran tinggi lagi dan siklus berulang. Karena batas ⅓ dan ⅔ ditetapkan oleh Vcc itu sendiri, frekuensi **hampir tidak bergantung pada tegangan catu**.



Gambar 3.18 IC 555 astabil: rangkaian dan gelombang keluaran. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Waktunya:

- Waktu tinggi: tH = 0,693 × (R1 + R2) × C
- Waktu rendah: tL = 0,693 × R2 × C
- Periode: T = tH + tL = 0,693 × (R1 + 2·R2) × C
- Frekuensi: **f = 1 ÷ T ≈ 1,44 ÷ ((R1 + 2·R2) × C)**
- **Duty cycle** (persentase waktu tinggi) = (R1 + R2) ÷ (R1 + 2·R2). Nilainya selalu di atas 50 %.

Satuan wajib dalam Ω dan F agar f keluar dalam Hz. Dari rumus terlihat bahwa **f berbanding terbalik dengan C dan dengan R**: C sepuluh kali lebih besar membuat frekuensi sepuluh kali lebih rendah. Kapasitor pewaktu **sangat menentukan** kedipan.

Satu fakta tentang mata: kedipan di atas sekitar 25 Hz tidak terlihat lagi sebagai kedipan, melainkan tampak **menyala terus** dengan terang lebih redup. Jadi LED yang "tidak berkedip padahal keluaran 555 berosilasi" biasanya berosilasi terlalu cepat.

8. LED dan resistor pembatas

LED menyala bila dialiri arus maju sekitar 10 sampai 20 mA, dengan tegangan maju (Vf) sekitar 1,8–2,0 V untuk merah dan sekitar 3 V untuk biru atau putih. LED tidak boleh dihubungkan langsung ke catu; tanpa resistor, arusnya melonjak dan LED rusak. **Resistor pembatas** dihitung dengan:

R = (Vsumber − Vf) ÷ I

Misalnya sumber 5 V, LED merah Vf = 2 V, arus yang diinginkan 15 mA: R = (5 − 2) ÷ 0,015 = 200 Ω. Nilai standar terdekat di atasnya, **220 Ω**, memberi arus 3 ÷ 220 ≈ 13,6 mA, aman. Memilih nilai sedikit lebih besar mengurangi arus dan terang, bukan merusak. Resistor yang terlalu kecil dapat membuat LED panas dan putus. Polaritas LED dibahas di sub bab 4.5.

9. Mendiagnosis: dari gejala ke penyebab

Soal diagnosis menceritakan gejala. Kerjakan dengan **urutan baku**: **catu → bias → sinyal → beban**.

1. **Catu**: apakah tegangan sumber sampai ke rangkaian dan cukup besar?
2. **Bias**: apakah tegangan kerja transistor/IC tepat (basis, kolektor, kaki tegangan IC)?
3. **Sinyal**: apakah denyut, gelombang, atau frekuensi sesuai rencana?
4. **Beban**: apakah relai, LED, atau lampu menerima daya dan tidak rusak?

Berikut pola gejala yang paling sering.

Gejala	Dugaan penyebab	Cara membuktikan
Keluaran regulator jauh di bawah nilai, makin turun saat dibebani	Masukan regulator terlalu rendah atau lembah riak di bawah batas; elko kehilangan kapasitansi	Ukur tegangan di elko; periksa riak dengan osiloskop; ganti elko
Elko menggembung, riak besar	Elko rusak atau terpasang terbalik	Periksa polaritas dan kondisi fisik; ukur kapasitansi

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

Tegangan di elko sekitar 0,6 kali puncak, bukan mendekati puncak	Filter tidak bekerja (elko terbuka atau terlepas)	Bandingkan dengan 0,637 × Vpuncak
Tidak ada tegangan sama sekali	Sekering putus, kabel lepas, trafo atau sakelar rusak	Ukur dari sumber ke belakang
Relai aktif di saat yang salah	Logika sensor terbalik (komponen pembagi tertukar)	Ukur tegangan titik M saat terang dan gelap
Relai tidak aktif walau sinyal ada	Transistor putus, arus basis kurang, kumparan putus	Ukur VBE dan VCE
LED menyala terus padahal seharusnya berkedip	Frekuensi terlalu tinggi (C salah nilai)	Hitung f dari nilai R dan C; ukur dengan osiloskop
Transistor panas dan lonjakan tegangan	Dioda pelindung kumparan hilang atau terbalik	Periksa arah dioda

Penelusuran yang baik selalu menghitung dulu **nilai yang seharusnya** muncul, lalu membandingkannya dengan hasil ukur. Selisihnya menunjuk blok yang bermasalah.

Ringkasan: catu daya linier = trafo → penyearah → filter → regulator; jembatan memberi Vdc = Vrms × √2 − 1,4 V; riak ≈ I ÷ (f × C); pembagi dengan LDR menentukan kapan transistor menghantar; transistor sebagai sakelar menggerakkan relai dengan dioda pelindung; f 555 ≈ 1,44 ÷ ((R1 + 2·R2) × C).

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Catu daya modul sensor kelas

Bengkel SMK "Cipta Karya" merakit catu daya 5 V untuk modul sensor di meja praktik. Trafo bertuliskan 9 V (rms), penyearah jembatan memakai dioda silikon, elko filter 4.700 µF, dan regulator 7805. Beban modul 0,3 A. Regulator 7805 membutuhkan tegangan masukan minimal 7 V. Tentukan (a) tegangan puncak sekunder dan tegangan DC puncak di elko, (b) riak serta lembahnya, apakah regulator aman, dan (c) apa yang terjadi bila elko rusak sehingga kapasitansinya tinggal 470 µF. *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

1. Hitung tegangan puncak sekunder: 9 × 1,414 = 12,73 V.
2. Kurangi dua dioda: 12,73 − 1,4 = **11,33 V** (tegangan DC puncak di elko).
3. Hitung riak dengan 4.700 µF. Ubah satuan: 4.700 µF = 0,0047 F. Riak = 0,3 ÷ (100 × 0,0047) = 0,3 ÷ 0,47 = **0,64 V**.
4. Hitung lembah: 11,33 − 0,64 = **10,69 V**. Nilai ini di atas 7 V, sehingga regulator aman dan keluarannya tetap 5 V.
5. Ulangi dengan elko rusak: 470 µF = 0,00047 F. Riak = 0,3 ÷ (100 × 0,00047) = 0,3 ÷ 0,047 = **6,38 V**. Lembah = 11,33 − 6,38 = **4,95 V**.

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

6. Bandingkan dengan syarat: 4,95 V di bawah 7 V. Pada saat lembah itu regulator tidak lagi mendapat masukan cukup, sehingga keluarannya ikut turun dan bergetar.

Jawaban: (a) puncak sekunder 12,73 V dan DC puncak 11,33 V; (b) riak 0,64 V, lembah 10,69 V, regulator aman; (c) riak 6,38 V dan lembah 4,95 V, **jauh di bawah 7 V**, sehingga keluaran 5 V tidak terjaga. Penyebabnya elko, bukan regulator.

Contoh 2 — Tegangan keluaran pembagi sensor cahaya

Kelompok Dewi memasang saklar cahaya seperti Gambar 3.17 untuk menyalakan lampu penerang rak gudang. Catu 12 V, trimpot R1 disetel 22 kΩ di sisi atas, LDR di sisi bawah. Hambatan LDR saat rak terang sekitar 1 kΩ dan saat gelap sekitar 470 kΩ. Transistor mulai menghantar bila tegangan titik M mencapai sekitar 0,7 V. Tentukan tegangan M pada dua keadaan, hambatan LDR yang tepat memicu transistor, dan kapan lampu menyala. *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

1. Tulis rumus: Vout = Vin × R2 ÷ (R1 + R2), dengan R2 = LDR.
2. Keadaan **terang**: R2 = 1 kΩ. Vout = 12 × 1 ÷ (22 + 1) = 12 ÷ 23 = **0,52 V**. Nilai ini di bawah 0,7 V, sehingga transistor putus dan lampu padam.
3. Keadaan **gelap**: R2 = 470 kΩ. Vout = 12 × 470 ÷ (22 + 470) = 5.640 ÷ 492 = **11,46 V**. Jauh di atas 0,7 V, sehingga transistor menghantar (tegangan basis kemudian tertahan sekitar 0,7 V) dan relai menarik.
4. Cari titik pemicu: 0,7 = 12 × R2 ÷ (22 + R2). Maka 0,7 × (22 + R2) = 12 × R2, 15,4 + 0,7·R2 = 12·R2, sehingga 15,4 = 11,3·R2, dan R2 = 15,4 ÷ 11,3 = 1,363 kΩ ≈ **1,4 kΩ**.
5. Jadi lampu menyala saat hambatan LDR melewati sekitar 1,4 kΩ, yaitu saat cahaya meredup.

Jawaban: terang 0,52 V (lampu padam), gelap 11,46 V (lampu menyala), pemicu pada LDR ≈ 1,4 kΩ. Bila R1 diperkecil menjadi 10 kΩ, titik pemicu turun menjadi sekitar 0,62 kΩ (0,7 × 10 ÷ 11,3), sehingga LDR berhambatan 1 kΩ pun sudah memicu transistor: rangkaian menjadi lebih peka dan menyala saat masih cukup terang.

Contoh 3 — Lampu isyarat dengan IC 555

Pak Anton, pembina unit produksi sekolah, ingin lampu isyarat berkedip sekitar 2 kali per detik. Ia memakai IC 555 astabil dengan R1 = 1 kΩ, R2 = 75 kΩ, dan C = 4,7 µF. Tentukan frekuensi, waktu tinggi, waktu rendah, dan duty cycle, lalu hitung frekuensi bila C diganti 47 µF dan 470 nF. *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

1. Hitung R1 + 2·R2 = 1.000 + 2 × 75.000 = 151.000 Ω. Ubah C = 4,7 µF = 0,0000047 F.
2. Frekuensi: f = 1,44 ÷ (151.000 × 0,0000047) = 1,44 ÷ 0,7097 = **2,03 Hz**.
3. Waktu tinggi: tH = 0,693 × (1.000 + 75.000) × 0,0000047 = 0,693 × 76.000 × 0,0000047 = **0,248 s**.
4. Waktu rendah: tL = 0,693 × 75.000 × 0,0000047 = **0,244 s**.
5. Duty cycle = (R1 + R2) ÷ (R1 + 2·R2) = 76.000 ÷ 151.000 = 0,503 = **50,3 %**.
6. C = 47 µF (10 kali lebih besar): f = 2,03 ÷ 10 = **0,203 Hz**, kira-kira satu kedipan tiap 5 detik.
7. C = 470 nF = 0,00000047 F (10 kali lebih kecil): f = 2,03 × 10 = **20,3 Hz**. Kedipan secepat itu hampir tidak terlihat sebagai kedipan.

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

Jawaban: f ≈ 2,03 Hz, tH ≈ 0,248 s, tL ≈ 0,244 s, duty cycle ≈ 50,3 %. Dengan 47 µF f ≈ 0,203 Hz; dengan 470 nF f ≈ 20,3 Hz.

Contoh 4 — Membaca hasil ukur adaptor yang rusak

Seorang teknisi servis menerima adaptor 5 V buatan siswa (trafo 9 V, jembatan, elko 4.700 µF, regulator 7805, beban 0,3 A). Hasil ukur: sekunder trafo 9,4 V AC; tegangan DC di elko 7,6 V; keluaran regulator sekitar 4 V dan bergetar saat dibebani. Dioda dan trafo belum diperiksa. Tentukan blok yang rusak. *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

1. Periksa catu: sekunder 9,4 V AC sesuai trafo 9 V. **Trafo baik.**
2. Hitung nilai yang seharusnya di elko: puncak = 9,4 × 1,414 = 13,29 V; DC = 13,29 − 1,4 = **11,89 V** (dikurangi riak kecil).
3. Bandingkan: terukur 7,6 V, jauh di bawah 11,9 V.
4. Uji dugaan "tanpa filter, gelombang penuh": rata-rata = 0,637 × 11,89 = **7,57 V**. Ini sangat dekat dengan 7,6 V.
5. Uji dugaan "satu dioda jembatan putus" (menjadi setengah gelombang): rata-rata ≈ (1 ÷ π) × (13,29 − 0,7) = 0,318 × 12,59 = **4,0 V**. Tidak cocok dengan 7,6 V.
6. Simpulan: gelombang penuh bekerja (empat dioda baik), tetapi **tidak ada peredaman**. Elko terbuka, terlepas, atau kehilangan kapasitansinya. Keluaran regulator turun karena masukannya sering jatuh di bawah 7 V.

Jawaban: **elko filter rusak**. Penggantian regulator tidak akan memperbaiki apa pun. Ganti elko (kutub + ke jalur positif), lalu ukur ulang.

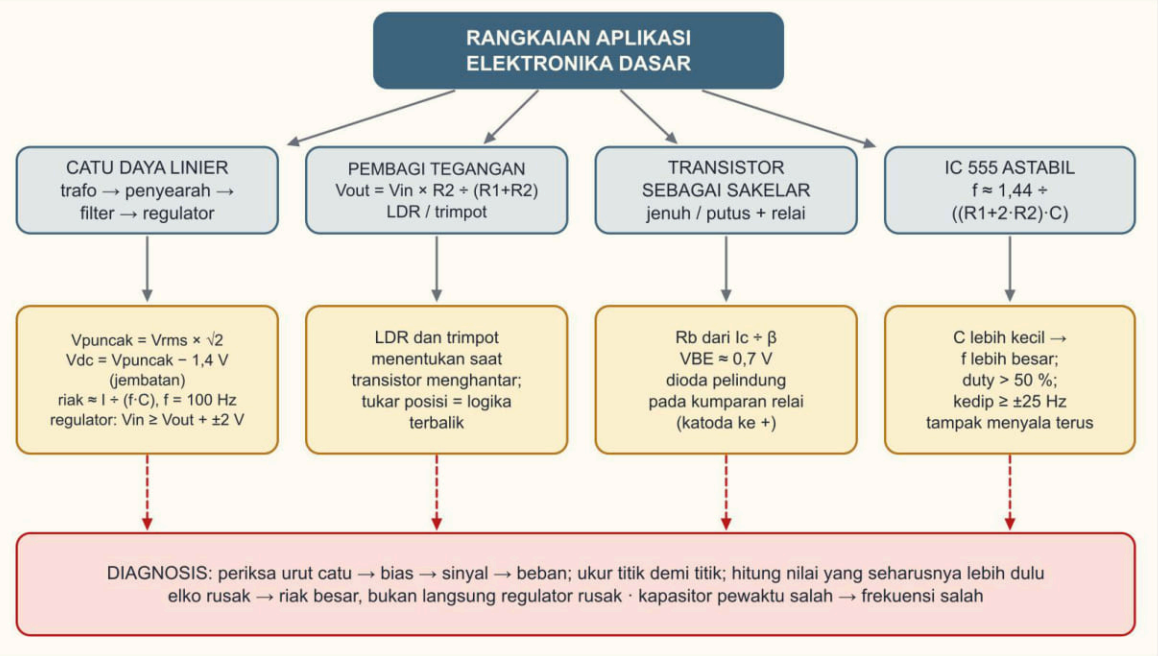
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Catu daya linier** = trafo → penyearah → filter → regulator. Tegangan puncak = Vrms × √2; jembatan: Vdc = Vpuncak − 1,4 V; riak ≈ I ÷ (f × C) dengan f = 100 Hz untuk penyearah gelombang penuh.
- Regulator 78xx butuh masukan beberapa volt di atas keluaran; **lembah riak** harus tetap di atas batas itu. Elko rusak membuat riak besar dan keluaran turun.
- **Pembagi tegangan:** Vout = Vin × R2 ÷ (R1 + R2). LDR gelap = hambatan besar. Posisi LDR dan trimpot menentukan arah kerja rangkaian.
- **Transistor sebagai sakelar** menggerakkan relai; **dioda pelindung** paralel kumparan dengan katoda ke +.
- **IC 555 astabil:** f ≈ 1,44 ÷ ((R1 + 2·R2) × C); duty cycle di atas 50 %; C lebih kecil berarti f lebih besar; kedipan di atas sekitar 25 Hz tampak menyala terus.
- **LED:** R = (Vsumber − Vf) ÷ I.
- Diagnosis: **catu → bias → sinyal → beban**; hitung nilai yang seharusnya dulu.

Gambar 3.19 merangkum semuanya.



Gambar 3.19 Peta konsep rangkaian aplikasi elektronika dasar. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal diagnosis:

1. **Gambar atau tulis blok rangkaian** (misalnya trafo → jembatan → elko → regulator → beban) dan tandai blok tempat gejala muncul.
2. **Hitung nilai yang seharusnya** di tiap titik. Rumus kunci: Vpuncak = Vrms × √2, jembatan −1,4 V, Vout pembagi, f 555.
3. **Cocokkan dengan hasil ukur.** Selisih terbesar menunjuk blok bermasalah. Tegangan DC yang sekitar 0,6 kali puncak berarti filter mati.
4. **Bayangkan tiap pilihan:** "Bila ini rusak, apa gejalanya?" Pilih yang gejalanya persis sama dengan cerita, termasuk detail kecil di dalam cerita, sebab detail itu biasanya petunjuk.
5. **Periksa satuan** (µF, nF, kΩ) sebelum menghitung.

Jebakan khas:

- **"Regulator rusak"** dipilih setiap kali keluaran turun. Padahal elko atau tegangan masukan yang lebih sering menjadi sebab.
- **Mengganti dengan regulator bertegangan lebih tinggi** untuk menaikkan keluaran, padahal penyebabnya tidak diperbaiki.
- **Elko berkapasitansi lebih kecil** dianggap mengurangi riak. Yang benar: lebih besar, riak lebih kecil.
- **Penyearah dikira sudah menghasilkan DC rata.** Ia hanya DC berdenyut.
- **LDR dan trimpot tertukar** dianggap sama saja. Letaknya menentukan kapan transistor menghantar.
- **Kapasitor pewaktu dikira tidak memengaruhi frekuensi.** Padahal f berbanding terbalik dengan C.
- **Kedipan cepat dianggap menyala terus karena IC rusak.** Keluaran yang bersih berfrekuensi tinggi berarti IC bekerja.
- **Tegangan catu dikira menentukan frekuensi 555** astabil. Pengaruhnya kecil.
- **Salah satuan:** µF dengan nF, kΩ dengan Ω, mA dengan A.

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menggambarkan adaptor buatan siswa yang keluarannya menyimpang dari yang diharapkan. Pakai blok catu daya pada Gambar 3.15, rumus riak pada bagian 3, dan syarat masukan regulator pada bagian 4. Telusuri dari trafo ke regulator, lalu uji setiap pernyataan satu per satu.

►. Adaptor buatan siswa (2027) terdiri atas trafo 12 V AC, penyearah jembatan, elko filter 2200 µF, dan regulator 7809. Keluarannya hanya sekitar 7 V dan makin turun saat dibebani. Osiloskop menunjukkan riak (ripple) yang sangat besar pada masukan regulator,

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

dan bagian atas elko filter tampak menggembung. Trafo dan dioda sudah diuji baik.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat tentang rangkaian itu adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Regulator 7809 memerlukan tegangan masukan beberapa volt di atas 9 V agar keluarannya stabil.
☐ B. Regulator diganti 7812 agar keluarannya naik kembali menjadi 9 V.
☐ C. Penyearah jembatan sudah menghasilkan DC rata sehingga elko sekadar berfungsi sebagai pengaman.
☐ D. Elko yang menggembung patut diganti karena riak besar membuat tegangan masuk regulator sesaat turun.
☐ E. Elko pengganti sebaiknya berkapasitansi lebih kecil agar riak tegangannya berkurang.

Pembahasan **Kunci: A, D**

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

Konsep: Catu daya teregulasi: trafo menurunkan tegangan → penyearah mengubah AC menjadi DC berdenyut → elko meratakan → regulator menstabilkan. Regulator linier butuh selisih tegangan masuk–keluar beberapa volt; elko rusak membuat riak besar.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✓ Bila tegangan masuk turun mendekati atau di bawah 9 V, regulator tidak dapat mempertahankan 9 V.
• **Pernyataan 2** ✗ 7812 dirancang mengeluarkan 12 V dan membutuhkan masukan lebih tinggi lagi; penyebabnya tetap tidak diperbaiki.
• **Pernyataan 3** ✗ Penyearah menghasilkan DC berdenyut; elko yang meratakannya.
• **Pernyataan 4** ✓ Elko rusak kehilangan kapasitansi, riak membesar, dan lembah riak turun di bawah batas kerja regulator.
• **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: kapasitansi lebih kecil justru membuat riak lebih besar.

Jawaban: pernyataan 1, 4.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk setiap soal, tulis dulu blok yang bermasalah atau rumus yang dipakai, baru pilih jawabannya.

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

1. Kelompok Yusuf merakit kit lampu taman otomatis: pembagi tegangan trimpot–LDR mengendalikan transistor, transistor mengaktifkan relai, dan kontak NO relai menyalakan lampu 12 V (2027). Hasilnya terbalik: lampu menyala saat siang terang dan padam saat malam. Pada siang hari terdengar bunyi "klik" dari relai dan LED indikator kumparan relai menyala. Semua komponen sudah dicek baik sebelum dipasang.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penyebab yang paling mungkin adalah ....

A. Posisi LDR dan trimpot di pembagi tegangan tertukar
B. Kontak relai yang dipakai NC, bukan kontak NO
C. Dioda pada kumparan relai terpasang terbalik
D. Trimpot diputar terlalu jauh sehingga terlalu peka
E. Transistor terhubung singkat antara kolektor–emitor

2. Kelompok Dani merakit kit lampu kedip dengan IC 555 mode astabil (2027). Menurut panduan, LED berkedip sekitar 1 kali per detik (1 Hz) dengan kapasitor pewaktu C1 = 10 µF. Hasilnya LED tampak menyala terus dengan terang sedang. Osiloskop pada kaki keluaran IC menunjukkan gelombang kotak bersih berfrekuensi sekitar 1 kHz. Kedua resistor pewaktu sudah dicek sesuai panduan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penyebab yang paling mungkin adalah ....

A. IC 555 rusak sehingga keluarannya tidak dapat berkedip
B. C1 yang terpasang 10 nF, bukan 10 µF seperti panduan
C. Resistor LED terlalu kecil sehingga LED menyala terus
D. Tegangan catu terlalu rendah sehingga IC berosilasi cepat
E. LED terpasang terbalik sehingga menyala setengah terang

Kunci singkat: 1. A 2. B

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa tegangan DC di elko yang hanya sekitar 0,6 kali tegangan puncak membuktikan filter tidak bekerja, dan apa yang akan kamu ganti?
- Bila sebuah rangkaian pembagi tegangan memberi gejala "terbalik", bagian mana yang pertama kamu curigai, dan bagaimana kamu membuktikannya dengan multimeter?
- **Yang harus kuingat:** periksa catu daya dari depan ke belakang dan hitung nilai yang seharusnya lebih dulu; riak ≈ I ÷ (f × C); f 555 ≈ 1,44 ÷ ((R1 + 2·R2) × C).

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 3.4: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.
next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktel&node=SMKTEL-3.4

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

Kuis Akhir Bab 3

SMKTEL-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-smktel&node=SMKTEL-KB3

1. Pak Teguh menguji sebuah modul di bengkel "Cahaya Servis" memakai generator fungsi (2027). Keluaran generator berupa sinyal AC yang satu siklus lengkapnya berlangsung 4 ms. Sebagai pembanding, ia mencatat listrik jaringan PLN di bengkel yang berfrekuensi 50 Hz dan keluaran sebuah charger yang berlabel 5 V DC.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat tentang sinyal dan sumber-sumber tersebut adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

- ☐ A. Frekuensi sinyal generator adalah 25 Hz karena periodenya 4 ms.
- ☐ B. Frekuensi sinyal generator adalah 250 Hz karena f = 1 ÷ T dengan T = 0,004 s.
- ☐ C. Frekuensi sinyal generator lebih rendah daripada listrik PLN karena periodenya hanya 4 ms.
- ☐ D. Periode listrik PLN 50 Hz adalah 20 ms, lebih panjang daripada periode sinyal generator.
- ☐ E. Polaritas sinyal generator berganti secara berkala, sedangkan polaritas keluaran charger tetap.

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

2. Arman menyiapkan beban uji untuk catu daya 12 V di lab elektronika sekolah (2027). Ia hanya memiliki resistor 47 Ω berating 2 W. Ia membandingkan dua rencana: (a) memasang satu resistor langsung pada catu 12 V, atau (b) memasang dua resistor 47 Ω itu seri pada catu 12 V. Hambatan resistor dianggap tetap.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Pada rencana (b), tiap resistor menyerap sekitar 1,5 W.	○	○
Pada rencana (a), arus yang mengalir sekitar 0,26 A.	○	○
Pada rencana (a), resistor menyerap sekitar 3,1 W sehingga melebihi rating 2 W.	○	○

3. Di bengkel Pak Hasan (2027), tiga kabel tembaga dibandingkan untuk menyuplai solder station dari stopkontak yang berjarak jauh. Kabel P panjangnya 5 m dengan penampang 1,5 mm². Kabel Q berpenampang sama dengan P, tetapi panjangnya 15 m. Kabel R panjangnya 5 m seperti P, tetapi penampangnya 0,75 mm². Ketiganya berbahan tembaga yang sama.
(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
Hambatan kabel Q lebih besar daripada hambatan kabel P.	○	○
Hambatan kabel R lebih kecil daripada kabel P karena penampang R lebih tipis.	○	○
Di antara ketiga kabel, kabel P memiliki hambatan terkecil.	○	○

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

4. Pak Joko memodifikasi hotplate mini untuk praktik PCB (2027). Elemen pemanasnya berlabel 12 V, 36 W dengan batas daya aman 60 W. Karena adaptor 12 V rusak, ia memakai adaptor 18 V yang tersedia dan menganggap hambatan elemen tetap. Pak Joko berpendapat, "Tegangan naik 1,5 kali, jadi daya paling naik 1,5 kali menjadi 54 W, masih di bawah 60 W."
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penilaian yang tepat atas pendapat Pak Joko adalah ....

A. Tepat, karena daya sebanding dengan tegangan sehingga naik 1,5 kali menjadi 54 W
B. Tepat, karena hambatan elemen tetap sehingga dayanya juga tetap sebesar 36 W
C. Keliru, karena daya sebanding pangkat tiga tegangan sehingga menjadi 121,5 W
D. Belum dapat dinilai, karena hambatan elemen harus diukur lebih dulu dengan ohmmeter
E. Keliru, karena daya sebanding kuadrat tegangan sehingga menjadi 81 W, melebihi 60 W

5. Zahra memasang kamera pemantau 12 V yang menarik arus 1,2 A di ujung kebun praktik sekolah (2027). Jarak catu daya ke kamera 20 m, sehingga kabel pergi dan kabel pulang masing-masing 20 m. Agar kamera bekerja normal, jatuh tegangan pada kabel tidak boleh lebih dari 0,6 V. Zahra memilih penampang kabel tembaga terkecil yang memenuhi syarat itu.

Penampang	Hambatan per meter
0,5 mm^2	0,035 Ω
0,75 mm^2	0,023 Ω
1,5 mm^2	0,012 Ω
2,5 mm^2	0,007 Ω
4 mm^2	0,0044 Ω

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penampang kabel yang tepat dipilih adalah ....

A. 0,5 mm^2
B. 0,75 mm^2
C. 1,5 mm^2
D. 2,5 mm^2
E. 4 mm^2

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

6. Unit produksi SMK "Mandiri Teknika" mencatat daya dan lama nyala lima peralatan dalam satu hari kerja (2027). Pak Bima ingin tahu peralatan yang memakai energi listrik terbanyak per hari agar jadwal pemakaiannya dapat diatur ulang.

Peralatan	Daya	Lama nyala per hari
Pemanas pra-PCB	400 W	30 menit
Kipas penyedot asap	30 W	6 jam
Lampu meja LED	10 W	10 jam
Charger laptop	65 W	4 jam
Mesin bor PCB	150 W	1 jam

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Peralatan yang memakai energi listrik terbanyak per hari adalah ....

A. Pemanas pra-PCB, 12.000 Wh
B. Kipas penyedot asap, 180 Wh
C. Lampu meja LED, 100 Wh
D. Mesin bor PCB, 150 Wh
E. Charger laptop, 260 Wh

7. Rangga memeriksa papan sensor suhu rakitan unit produksi SMK (2027). Satu resistor pull-up bernilai 4,7 kΩ. Multimeter DC yang dipasang di kedua kaki resistor itu membaca 2,35 V saat rangkaian bekerja. Rangga mencatat arus yang melewati resistor itu pada lembar uji.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Arus yang melewati resistor tersebut adalah ....

A. 0,5 mA
B. 2 mA
C. 5 mA
D. 11 mA
E. 0,5 A

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

8. Tim robot SMK membuat paket baterai dari enam sel lithium identik untuk lomba robot lapangan (2027). Setiap sel bertanda 3,7 V dan 2.000 mAh. Tiga sel disusun seri, lalu dua rangkaian seri yang sama disambung paralel. Paket itu menyalakan lampu sorot 11,1 V berdaya 7,4 W; rugi-rugi diabaikan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Lama lampu sorot dapat menyala sampai baterai habis adalah ....

A. 2 jam
B. 3 jam
C. 6 jam
D. 9 jam
E. 18 jam

9. Teknisi Salsa memeriksa lampu kabin berlabel 12 V, 24 W (2027). Karena adaptor 12 V sedang dipinjam, lampu itu sementara disambung ke catu daya 9 V. Hambatan filamen dianggap tetap pada kedua tegangan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Daya yang diserap lampu pada catu 9 V adalah ....

A. 42,7 W
B. 24 W
C. 18 W
D. 13,5 W
E. 3,4 W

10. Kirana menjalani PKL di lab kalibrasi sebuah pabrik modul sensor (2027). Pada lembar data ia mencatat arus diam tiga modul: modul 1 sebesar 0,25 mA, modul 2 sebesar 180 µA, dan modul 3 sebesar 0,07 mA. Pembimbingnya meminta jumlah ketiga arus itu ditulis dalam satuan µA agar semua angka seragam.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Jumlah arus diam ketiga modul adalah ....

A. 5.000 µA
B. 500 µA
C. 437 µA
D. 275 µA
E. 180,32 µA

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

11. Dalam praktikum hukum Ohm, Ilham mengukur tegangan dan arus pada dua komponen, X dan Y, memakai catu daya variabel (2027). Salah satunya sebuah resistor dan yang lain sebuah LED merah, tetapi labelnya belum dicatat.

Tegangan (V)	Arus X (mA)	Arus Y (mA)
1,0	5	0
1,5	7,5	0
1,8	9	2
2,0	10	12

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

Pernyataan yang tepat berdasarkan tabel adalah ....

(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Komponen X memenuhi hukum Ohm dengan hambatan tetap 200 Ω.

☐ B. Komponen Y memiliki hambatan tetap 167 Ω karena pada 2,0 V arusnya 12 mA.

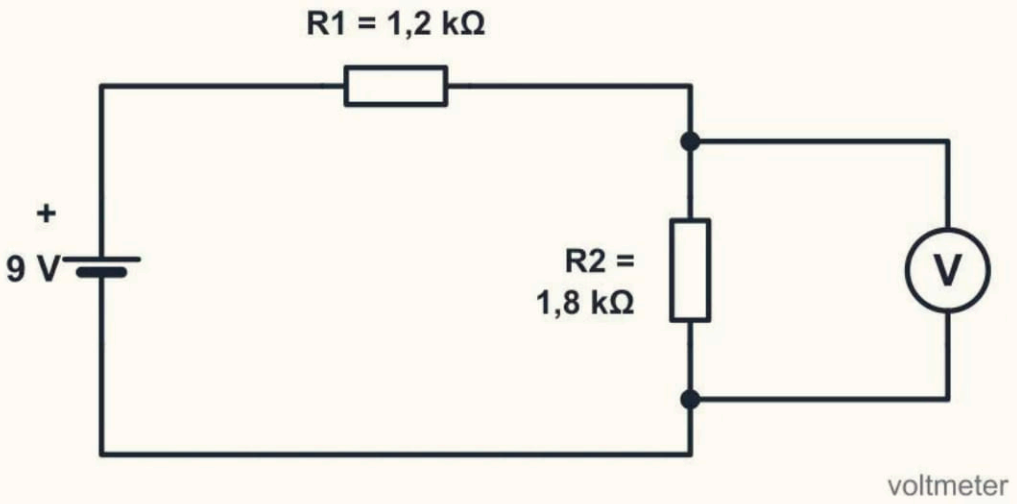
☐ C. Komponen Y tidak memenuhi hukum Ohm karena perbandingan V ÷ I-nya berubah-ubah.

☐ D. Bila tegangan pada komponen X dinaikkan menjadi 3,0 V, arusnya menjadi sekitar 15 mA.

☐ E. Komponen Y adalah resistor karena arusnya bertambah ketika tegangan dinaikkan.

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

12. Dimas merakit pembagi tegangan seperti pada gambar di lab elektronika SMK (2027) untuk menurunkan tegangan baterai bagi sebuah modul sensor. Baterai dianggap ideal, dan voltmeter dipasang di kedua ujung R2 tanpa memengaruhi rangkaian. Dimas ingin menghitung dulu nilai yang seharusnya terbaca.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tegangan yang terbaca pada voltmeter adalah ....



A. 9,0 V
B. 5,4 V
C. 4,5 V
D. 3,6 V
E. 0,54 V

13. Dua resistor, R1 = 100 Ω dan R2 = 300 Ω, disusun seri pada catu daya 20 V sebagai beban uji di unit produksi SMK (2027). Tantri menghitung arus, tegangan, dan daya tiap resistor sebelum memilih rating daya resistor dari stok yang tersedia: 1/4 W, 1/2 W, dan 1 W.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat tentang rangkaian tersebut adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Arus pada R1 dan pada R2 sama besar, yaitu 50 mA, karena keduanya seri.
☐ B. Tegangan pada R1 lebih besar daripada R2 karena arus mengalir lebih dulu ke R1.
☐ C. Daya yang diserap R2 adalah 0,75 W, yaitu tiga kali daya yang diserap R1.
☐ D. Resistor 1/2 W sudah aman dipasang sebagai R2 karena arusnya hanya 50 mA.
☐ E. Bila R2 diganti resistor 1 kΩ, arus rangkaian naik karena hambatannya lebih besar.

14. Oki memasang lampu indikator berlabel 6 V, 1,2 W pada aki 12 V di panel praktik (2027) dengan satu resistor seri untuk menurunkan tegangan. Aturan bengkel: rating daya resistor minimal dua kali daya yang diserapnya. Rating yang tersedia: 1/2 W, 1 W, 2 W, dan

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

5 W.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Resistor seri yang tepat dipasang adalah ....

A. 120 Ω; 5 W
B. 60 Ω; 5 W
C. 30 Ω; 1 W
D. 30 Ω; 2 W
E. 30 Ω; 5 W

15. Pompa mini dan kipas pendingin pada unit produksi SMK dipasang paralel (2027). Hambatan kumparan pompa 20 Ω dan kipas 60 Ω. Amperemeter di jalur sumber membaca arus total 0,8 A. Intan menghitung tegangan, arus, dan daya tiap cabang dari pembacaan itu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat tentang rangkaian tersebut adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Tegangan pada kedua cabang sama, yaitu 12 V, karena keduanya paralel.
☐ B. Arus total terbagi sama, yaitu 0,4 A pada tiap cabang, karena tegangannya sama.
☐ C. Kipas 60 Ω menyerap daya 7,2 W, lebih besar daripada pompa 20 Ω.
☐ D. Arus pada cabang pompa 20 Ω adalah 0,6 A, tiga kali arus cabang kipas.
☐ E. Hambatan gabungan kedua cabang adalah 15 Ω, lebih kecil daripada 20 Ω.

16. Lab elektronika sekolah menyiapkan dua beban uji untuk catu daya 12 V (2027): resistor 120 Ω dan resistor 40 Ω yang dipasang paralel. Amperemeter dipasang seri di jalur dari catu daya ke kedua beban, dan Bu Lestari menghitung nilai yang seharusnya terbaca sebelum rangkaian dinyalakan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat tentang rangkaian tersebut adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

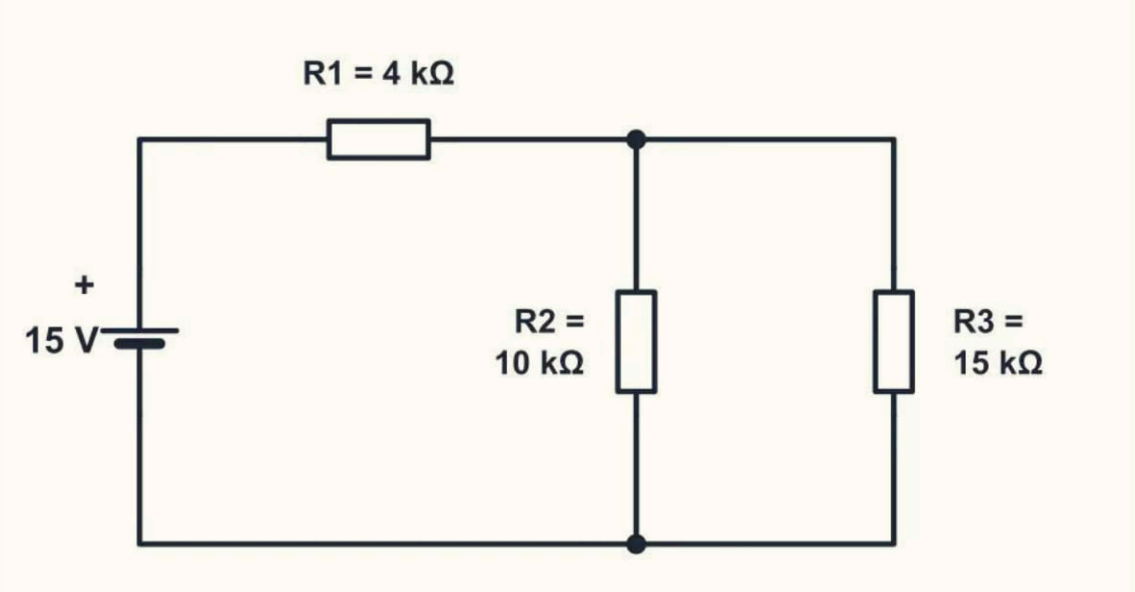
Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Hambatan gabungan kedua beban adalah 160 Ω karena kedua hambatan dijumlahkan.
☐ B. Amperemeter membaca arus 0,4 A, yaitu jumlah arus kedua cabang beban.
☐ C. Arus pada beban 40 Ω tiga kali arus pada beban 120 Ω karena hambatannya sepertiga.
☐ D. Beban 120 Ω menyerap daya lebih besar karena hambatannya lebih besar.
☐ E. Daya total yang diserap kedua beban adalah 4,8 W.

17. Rafi menguji rangkaian campuran pada papan percobaan seperti pada gambar (2027). Baterai dianggap ideal dan semua resistor bernilai tetap. Ia menghitung arus, tegangan, dan daya tiap resistor sebelum menyalakan rangkaian.

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 rangkaian tersebut adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)



Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Hambatan total rangkaian adalah 10 kΩ, karena R2 dan R3 paralel bernilai 6 kΩ.
☐ B. Tegangan pada R3 adalah 6 V, sama dengan tegangan yang jatuh pada R1.
☐ C. Arus yang keluar dari baterai adalah 1,5 mA, sama dengan arus yang melewati R1.
☐ D. Arus pada R3 lebih besar daripada arus pada R2 karena nilai R3 lebih besar.
☐ E. Daya terbesar diserap oleh R1, yaitu 9 mW, lebih besar daripada R2 dan R3.

18. Panel lampu praktik 12 V di bengkel "Nusa Karya" memasang tiga lampu paralel L1, L2, dan L3 (2027). Pak Reza mencatat arus dengan amperemeter sebelum dan sesudah salah satu lampu padam. Tegangan sumber tetap 12 V.

Titik ukur	Sebelum	Sesudah
Arus total dari sumber	1,2 A	0,8 A
Arus lampu L1	0,2 A	0,2 A
Arus lampu L2	0,4 A	0 A
Arus lampu L3	0,6 A	0,6 A

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kesimpulan yang tepat berdasarkan tabel adalah ....

A. L2 putus; hambatan total sekarang 15 Ω
B. L2 hubung singkat; hambatan total sekarang 15 Ω
C. L2 putus; hambatan total sekarang 10 Ω
D. L3 putus; hambatan total sekarang 15 Ω
E. L2 putus; hambatan total sekarang 20 Ω

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

19. Unit produksi SMK memasok pemanas mini 60 Ω dari catu 12 V melalui kabel panjang dan sekering yang hambatan gabungannya 30 Ω, tersusun seri dengan pemanas (2027). Pak Arman lalu memasang pemanas kedua yang identik dengan yang pertama, paralel dengan pemanas pertama. Hambatan pemanas dianggap tetap.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tegangan pada tiap pemanas sebelum dan sesudah pemanas kedua dipasang adalah ....

A. 8 V lalu 4,8 V
B. 8 V lalu 6 V
C. 8 V lalu 8 V
D. 8 V lalu 12 V
E. 12 V lalu 12 V

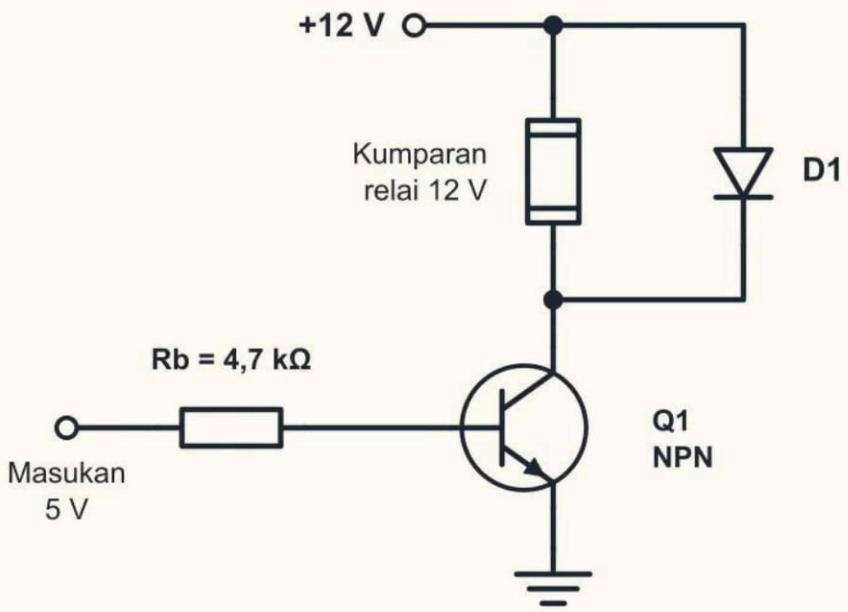
20. Kelompok Bima merakit lampu isyarat dengan IC 555 mode astabil di unit produksi SMK (2027). Resistor pewaktu R1 = 10 kΩ dan R2 = 47 kΩ, kapasitor pewaktu C = 10 µF, dengan catu 9 V. Bima menghitung frekuensi dan waktu nyala sebelum mengubah beberapa komponen.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat tentang lampu isyarat tersebut adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Frekuensi kedipan sekitar 1,4 Hz, dihitung dengan $f = 1{,}44 \div ((R1 + 2 \cdot R2) \times C)$.
☐ B. Lampu menyala (keluaran tinggi) lebih lama daripada padam, karena waktu tinggi memuat R1 + R2.
☐ C. Bila C diganti 100 µF, frekuensi kedipan menjadi sekitar 14 Hz karena kapasitornya lebih besar.
☐ D. Bila catu dinaikkan dari 9 V menjadi 12 V, frekuensi kedipan naik secara nyata.
☐ E. Bila C diganti 1 µF, frekuensi sekitar 14 Hz, sehingga lampu masih tampak berkedip.

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

21. Gilang menggambar skema rangkaian pengendali relai 12 V yang digerakkan transistor NPN dari sinyal masukan 5 V (2027). Skema itu akan dirakit apa adanya di unit produksi SMK, dan semua komponen dalam keadaan baik.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Hal yang terjadi ketika sinyal masukan 5 V diberikan dan transistor menghantar adalah ....



A. Dioda D1 terbias maju dan menghubung singkat kumparan, sehingga relai tidak menarik dan transistor memanas.
B. Dioda D1 tidak berpengaruh saat transistor menghantar, tetapi lonjakan tegangan kumparan tidak teredam saat transistor putus.
C. Dioda D1 terbias balik, relai menarik dengan normal, dan lonjakan tegangan kumparan teredam saat transistor putus.
D. Dioda D1 menahan arus basis dari masukan, sehingga transistor tidak pernah menghantar dan relai tidak pernah menarik.
E. Dioda D1 memberi arus tetap ke kumparan, sehingga relai terus menarik walaupun sinyal masukan sudah dilepas.

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

22. Naufal merakit catu daya 5 V di lab elektronika sekolah (2027): trafo 6 V (rms), penyearah jembatan berdioda silikon, elko filter 3.300 µF, dan regulator 7805 yang memerlukan tegangan masukan minimal 7 V. Beban sebesar 0,5 A, dan frekuensi riak 100 Hz.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Tegangan DC puncak di elko sekitar 7,1 V.	○	○
Riak di elko sekitar 1,5 V, sehingga lembah tegangannya sekitar 5,6 V.	○	○
Regulator tetap menghasilkan 5 V stabil karena tegangan puncak 7,1 V sudah di atas 7 V.	○	○

23. Adaptor 5 V buatan siswa dibawa ke bengkel servis "Surya Elektro" (2027). Rangkaiannya: trafo, penyearah jembatan, elko filter, dan regulator 7805. Tanpa beban, Pak Yoga mengukur beberapa titik dan mencatatnya pada tabel.

Titik ukur	Hasil ukur
Sekunder trafo (AC)	12,0 V
Elko filter (DC)	15,5 V
Masukan regulator 7805 (DC)	15,5 V
Keluaran regulator 7805 (DC)	15,4 V

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Dugaan penyebab dan tindakan yang tepat adalah ....

A. Trafo kurang kuat, tegangan sekundernya rendah; ganti dengan trafo yang tegangan sekundernya lebih tinggi
B. Elko filter bocor sehingga riak besar; ganti dengan elko yang kapasitansinya lebih besar
C. Satu dioda jembatan putus sehingga penyearahan setengah gelombang; ganti dioda yang putus
D. Regulator 7805 rusak, masukan dan keluarannya tersambung; ganti regulator sebelum dibebani
E. Semua blok baik karena tegangan keluaran tanpa beban memang mendekati tegangan masukan

24. Citra memasang lampu indikator berupa LED hijau pada panel 12 V di ruang praktik (2027). Menurut lembar data, tegangan maju LED 2,2 V dan arus maksimumnya 10 mA. Citra ingin arus LED mendekati 10 mA tanpa melampauinya, memakai satu resistor seri dari stok standar yang tersedia: 100 Ω, 820 Ω, 1 kΩ, 1,2 kΩ, dan 1,5 kΩ.

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

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

A. 100 Ω
B. 820 Ω
C. 1 kΩ
D. 1,2 kΩ
E. 1,5 kΩ

25. Kelompok Melati merakit sensor suhu untuk kipas otomatis di lab elektronika (2027). Pembagi tegangan terdiri atas catu 5 V, resistor R1 10 kΩ di sisi atas, dan termistor NTC di sisi bawah (ke ground); keluarannya diambil dari titik tengah dan tidak dibebani. Pada 25 °C NTC bernilai 10 kΩ, dan pada 50 °C nilainya turun menjadi 4 kΩ.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tegangan keluaran pembagi pada suhu 50 °C adalah ....

A. 1,4 V
B. 2,0 V
C. 2,5 V
D. 3,6 V
E. 4,0 V

Tabel skor dan anjuran

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 3.1 · Besaran dan karakteristik listrik dasar	1, 3, 6, 8, 10	___ / 5	Ulangi hlm. 158
Sub bab 3.2 · Hukum Ohm dan daya listrik	2, 4, 5, 7, 9, 11	___ / 6	Ulangi hlm. 172
Sub bab 3.3 · Rangkaian seri, paralel, dan campuran	12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19	___ / 8	Ulangi hlm. 185
Sub bab 3.4 · Rangkaian aplikasi elektronika dasar	20, 21, 22, 23, 24, 25	___ / 6	Ulangi hlm. 199

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 · Alat Ukur dan Komponen Elektronika

SMKTEL-B4

Setelah mempelajari bab ini, kamu dapat:

- mengukur tegangan, arus, dan hambatan dengan multimeter dan menghindari kesalahan pemakaian
- membaca layar osiloskop dan menyetel trigger, skala, serta probe
- membaca kode nilai resistor dan kapasitor
- memilih dan memakai komponen pasif serta komponen aktif dalam rangkaian DC sederhana

Peta bab

Sub bab	Judul
4.1	Mengukur dengan multimeter analog dan digital
4.2	Mengukur dengan osiloskop
4.3	Kode nilai komponen pasif
4.4	Komponen pasif dalam rangkaian: resistor, kapasitor, induktor
4.5	Komponen aktif: dioda, LED, transistor, dan regulator

Bab 4 di LMS

Buka seluruh latihan bab ini di LMS.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktel&node=SMKTEL-B4

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

Sub bab 4.1 · Mengukur dengan multimeter analog dan digital

SMKTEL-4.1

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu **mengukur besaran listrik dengan multimeter**: memasang alat dengan benar, memilih fungsi dan batas ukur, lalu membaca hasilnya. Soal pada elemen ini jarang menanyakan nama bagian alat. Soal menceritakan seorang teknisi atau siswa yang sedang mengukur sesuatu di bengkel, lalu memintamu **menentukan langkah yang tepat**, **membaca layar atau jarum pada gambar**, atau **mencari penyebab** hasil ukur yang aneh. Kata kunci yang hampir selalu menentukan jawaban adalah: dipasang **seri** atau **paralel**, rangkaian **hidup** atau **mati**, dan skala **yang mana** yang dibaca.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menyebut fungsi selektor dan lubang colok multimeter, serta menempatkan probe merah dan hitam dengan benar;
- mengukur tegangan (paralel), arus (seri), dan hambatan (komponen dilepas, rangkaian mati) dengan urutan yang aman;
- memakai mode kontinuitas dan uji dioda, lalu menafsirkan hasilnya;
- memilih batas ukur yang tepat dan membaca jarum multimeter analog pada skala yang sesuai;
- menjelaskan akibat salah pemasangan, misalnya sekering internal putus atau hambatan komponen terbaca terlalu kecil.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Di meja kerja teknisi elektronika, alat yang paling sering diambil adalah multimeter. Teknisi memakainya untuk mengecek baterai, mencari kabel putus, memeriksa resistor, menguji dioda, sampai memastikan sebuah catu daya benar-benar mengeluarkan tegangan. Satu alat dapat melakukan semuanya karena di dalamnya ada beberapa rangkaian ukur yang dipilih lewat selektor. Karena itu hasil ukur yang benar bergantung pada tiga keputusan: **fungsi apa yang dipilih, bagaimana alat dipasang pada rangkaian, dan bagaimana hasilnya dibaca**. Sub bab ini membahas ketiganya.

1. Multimeter analog dan digital

Multimeter adalah alat ukur yang dapat mengukur tegangan, arus, dan hambatan (karena itu juga disebut AVO meter: ampere, volt, ohm). Ada dua jenis.

- **Multimeter analog** menunjukkan hasil dengan **jarum** yang bergerak di atas skala bercetak. Jarum digerakkan oleh kumparan kecil di dalam medan magnet: makin besar arus yang lewat, makin jauh jarum menyimpang. Kelebihannya, kamu dapat melihat gerak jarum dan

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

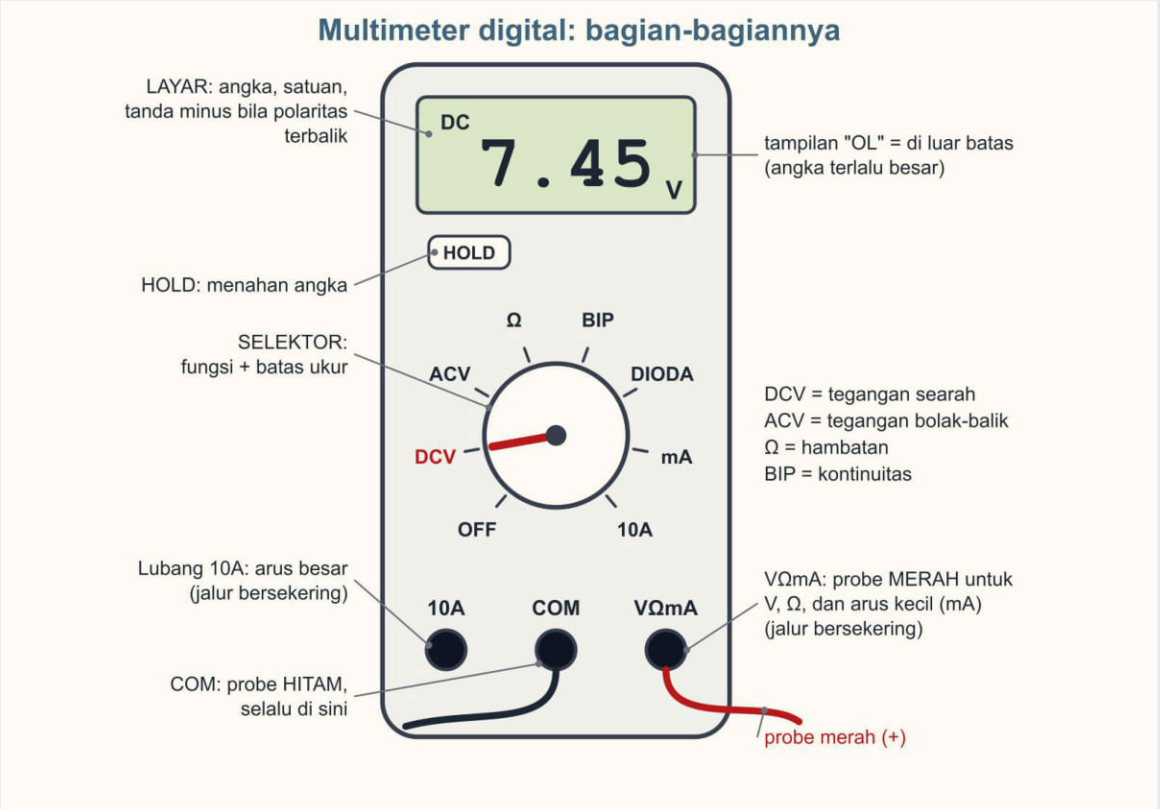
kecenderungan perubahan nilai. Kekurangannya, pembacaan memakai mata sehingga bisa meleset, dan ada beberapa skala yang harus dipilih dengan benar.

- **Multimeter digital** menunjukkan hasil sebagai **angka pada layar**. Alat mengubah tegangan yang diukur menjadi angka lewat rangkaian elektronik. Pembacaan mudah dan teliti, dan tanda minus muncul otomatis bila polaritas terbalik. Pada pengukuran tegangan, alat digital biasanya hanya sedikit membebani rangkaian.

Kedua jenis memakai prinsip pemasangan yang sama. Yang berbeda hanya cara membaca. Kita membahas alat digital lebih dulu karena paling banyak dipakai, lalu cara membaca jarum analog.

2. Bagian multimeter dan lubang colok

Lihat Gambar 4.1. Bagian yang wajib kamu kenal adalah sebagai berikut.



Gambar 4.1 Multimeter digital berlabel: layar, selektor, dan tiga lubang colok. Pada alat nyata tiap fungsi punya beberapa batas ukur; gambar disederhanakan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Layar** menampilkan angka, satuan, dan tanda minus. Tampilan "OL" (*overload*) berarti nilai yang diukur melebihi batas ukur terpilih, atau, pada pengukuran hambatan, rangkaian terbuka (tak ada hubungan).
- **Selektor** memilih fungsi dan batas ukur: **DCV** (tegangan searah), **ACV** (tegangan bolak-balik), **Ω** (hambatan), **BIP** (kontinuitas, alat berbunyi bila tersambung), **dioda**, serta fungsi arus (mA dan 10 A). Posisi **OFF** mematikan alat.
- **Lubang COM** (*common*) adalah lubang untuk probe **hitam**. Probe hitam selalu di sini.
- **Lubang VΩmA** adalah lubang probe **merah** untuk mengukur tegangan, hambatan, dan arus kecil (mA).

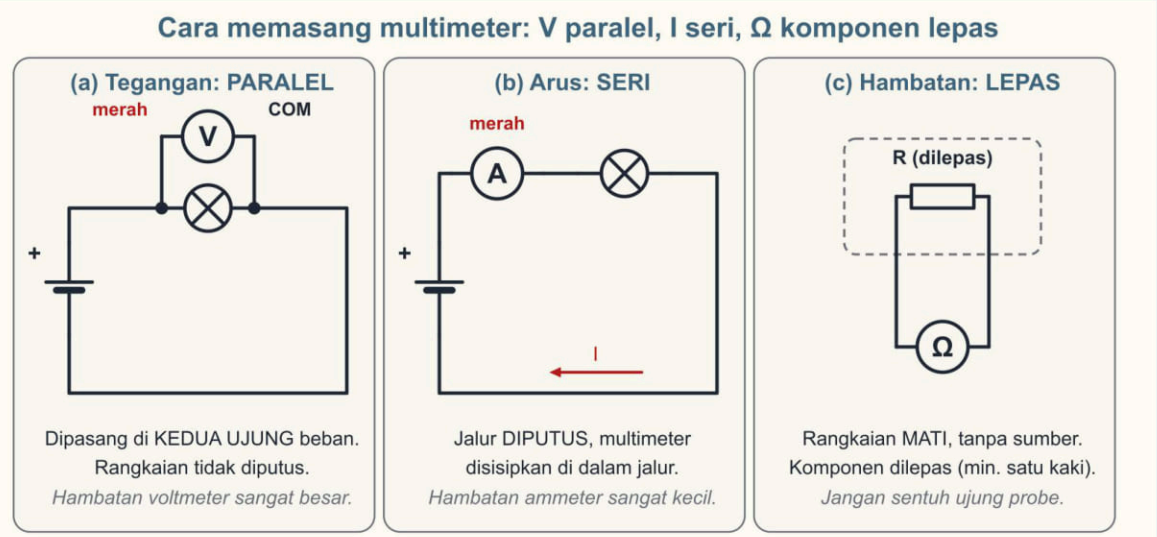
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- **Lubang 10A** adalah lubang probe merah khusus untuk **arus besar**, sampai sekitar 10 A.
- **Probe** adalah dua kabel ukur: merah untuk polaritas positif, hitam untuk COM. Ujung logamnya disentuhkan ke titik ukur.

Kedua lubang arus (mA dan 10A) dilindungi **sekering** di dalam alat. Itu penting dan akan kita bahas lagi di bagian 8.

3. Mengukur tegangan: pasang paralel

Tegangan adalah beda potensial antara dua titik, jadi kamu mengukurnya **di antara dua titik**. Lihat Gambar 4.2 bagian (a) dan (b).



Gambar 4.2 Cara memasang multimeter: (a) tegangan dipasang paralel, (b) arus dipasang seri, (c) hambatan diukur pada komponen yang dilepas. 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

Pasang multimeter **paralel** dengan beban, yaitu pada kedua ujung beban, tanpa memutus rangkaian. Langkahnya:

1. Colokkan probe hitam ke COM dan probe merah ke VΩmA.
2. Putar selektor ke **DCV** (sumber baterai, adaptor, atau catu daya DC) atau **ACV** (tegangan bolak-balik, misalnya sekunder trafo).
3. Pilih batas ukur yang lebih besar daripada tegangan perkiraan (lihat bagian 5).
4. Sentuhkan probe merah ke sisi yang lebih positif dan probe hitam ke sisi yang lebih negatif.
5. Baca layar. Tanda minus pada pengukuran DC berarti probe merah menyentuh titik yang lebih negatif; **besar tegangannya tetap angka yang terbaca**, hanya polaritasnya yang terbalik. Itu bukan kerusakan alat dan bukan baterai bertegangan negatif.

Voltmeter dirancang **berhambatan sangat besar** sehingga hampir tidak mengubah rangkaian yang diukur. Itulah sebabnya ia boleh "ditempelkan" paralel pada sumber atau beban yang sedang hidup.

4. Mengukur arus: pasang seri

Arus adalah aliran muatan yang melewati sebuah titik, jadi kamu mengukurnya **di dalam jalur**: multimeter harus dilewati seluruh arus yang ingin diukur. Lihat Gambar 4.2 bagian (b). Langkahnya:

1. Matikan sumber atau lepaskan satu sambungan sehingga jalur **terputus**.
2. Sisipkan multimeter di celah itu, **seri** dengan beban: arus masuk lewat probe merah (dari sisi positif), keluar lewat probe hitam.
3. Colokkan probe merah ke **VΩmA** (arus kecil, sampai beberapa ratus mA) atau ke **10A** (arus besar). Putar selektor ke fungsi arus yang sesuai.
4. Hidupkan sumber, baca layar, lalu matikan sumber sebelum melepas multimeter.

Berbeda dengan voltmeter, **ammeter berhambatan sangat kecil**. Alasannya, ia disisipkan seri dan tidak boleh menghalangi arus. Akibatnya, **ammeter tidak boleh dipasang paralel pada sumber atau pada beban**: arus akan mengalir besar lewat alat yang hambatannya hampir nol, sama seperti menghubung-singkatkan sumber. Kesalahan ini adalah penyebab paling umum rusaknya multimeter dan akan dibahas pada bagian 8.

Bila kamu tidak tahu perkiraan arusnya, mulailah dari batas ukur yang paling besar (lubang 10A) lalu turun bertahap. Sebelum memindahkan probe merah dari lubang satu ke lubang lain, **lepaskan dulu probe dari rangkaian**.

5. Batas ukur dan cara membaca jarum analog

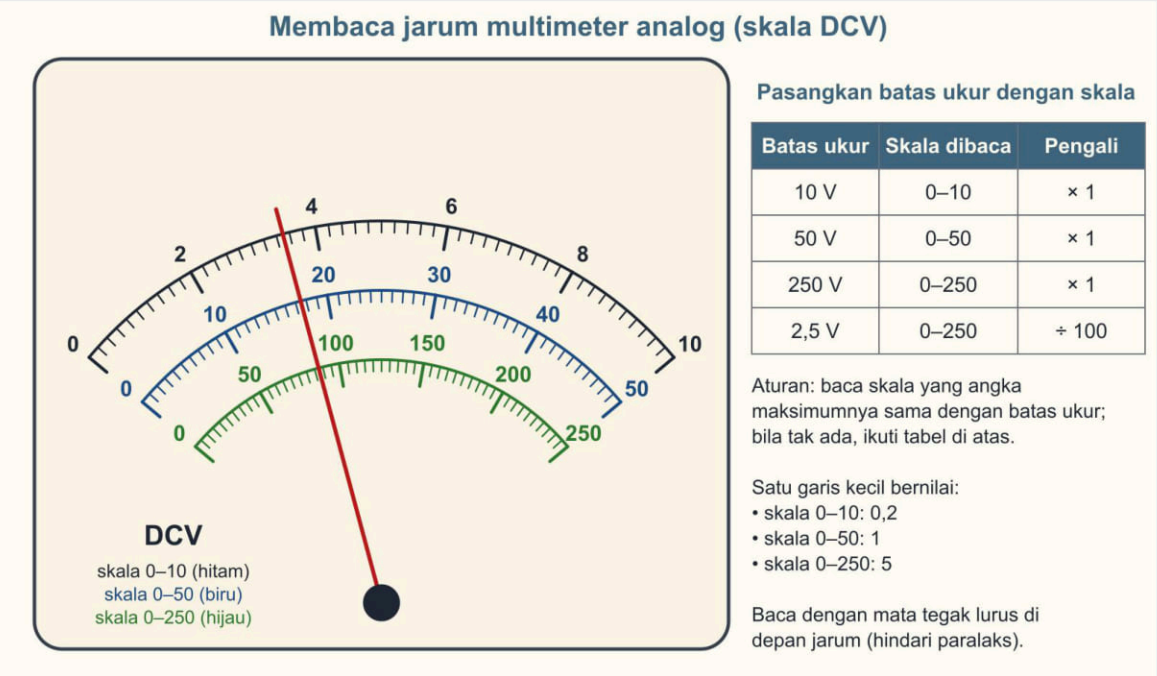
Batas ukur (*range*) adalah nilai terbesar yang dapat ditampilkan pada posisi selektor itu. Aturannya sama untuk alat analog maupun digital: **pilih batas ukur terkecil yang masih lebih besar daripada nilai perkiraan**. Contoh: untuk tegangan sekitar 12 V pada alat dengan batas 2 V, 20 V, 200 V, dan 600 V, pilih 20 V. Bila terlalu kecil, alat digital menampilkan OL dan jarum analog menyimpang melewati ujung skala (berbahaya bagi jarum). Bila terlalu besar, hasil kurang teliti: pada alat digital angka yang tampil lebih sedikit, pada alat analog jarum hanya

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

bergerak sedikit.

Pada alat analog, jarum sebaiknya menyimpang cukup jauh, misalnya lebih dari separuh skala, agar mudah dan teliti dibaca.

Pada **multimeter analog**, selektor menunjukkan nilai yang membuat jarum menyimpang **penuh** (ujung skala). Pada pelat skalanya ada beberapa busur dengan angka maksimum berbeda. Lihat Gambar 4.3: tersedia skala 0–10, 0–50, dan 0–250.



Gambar 4.3 Jarum multimeter analog dengan tiga skala DCV dan tabel pasangan batas ukur dengan skala. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Aturan membaca jarum:

1. **Pilih skala yang angka maksimumnya sama dengan batas ukur** pada selektor (misalnya selektor 50 → skala 0–50). Bila skala yang cocok tidak ada, alat memakai skala lain dengan faktor tertentu: misalnya selektor 2,5 memakai skala 0–250, sehingga bacaan **dibagi** 100 (lihat tabel pada gambar).
2. **Hitung nilai satu garis kecil**: selisih dua garis besar bernomor dibagi jumlah ruas di antaranya. Pada Gambar 4.3 skala 0–10 punya garis besar tiap 2 dan sepuluh ruas, sehingga satu garis kecil = 0,2; skala 0–50: 1; skala 0–250: 5.
3. **Baca posisi ujung jarum** dengan mata tegak lurus di depan jarum. Bila jarum berada di antara dua garis kecil, taksir (misalnya tepat di tengah berarti setengah garis kecil). Bayangan jarum pada cermin skala, kalau ada, harus berimpit dengan jarum agar tidak terjadi kesalahan paralaks.

Perhatikan bahwa **satu posisi jarum menghasilkan beberapa angka berbeda** pada skala berbeda. Angka yang benar hanya satu: yang berasal dari skala sesuai batas ukur. Itulah sebabnya jebakan pada soal membaca jarum selalu berupa pembacaan pada skala yang salah.

Pengukuran hambatan pada alat analog memakai skala sendiri yang **terbalik** (nol di kanan, tak berhingga di kiri) dan tidak rata. Bacaan dikalikan pengali selektor (×1, ×10, ×1k). Sebelum mengukur hambatan, hubung-singkatkan kedua probe lalu putar knob "0 Ω ADJ" sampai jarum tepat di nol. Ingat juga bahwa pada fungsi hambatan alat analog, **probe hitam terhubung ke kutub positif baterai di dalam alat**, kebalikan dari fungsi tegangan.

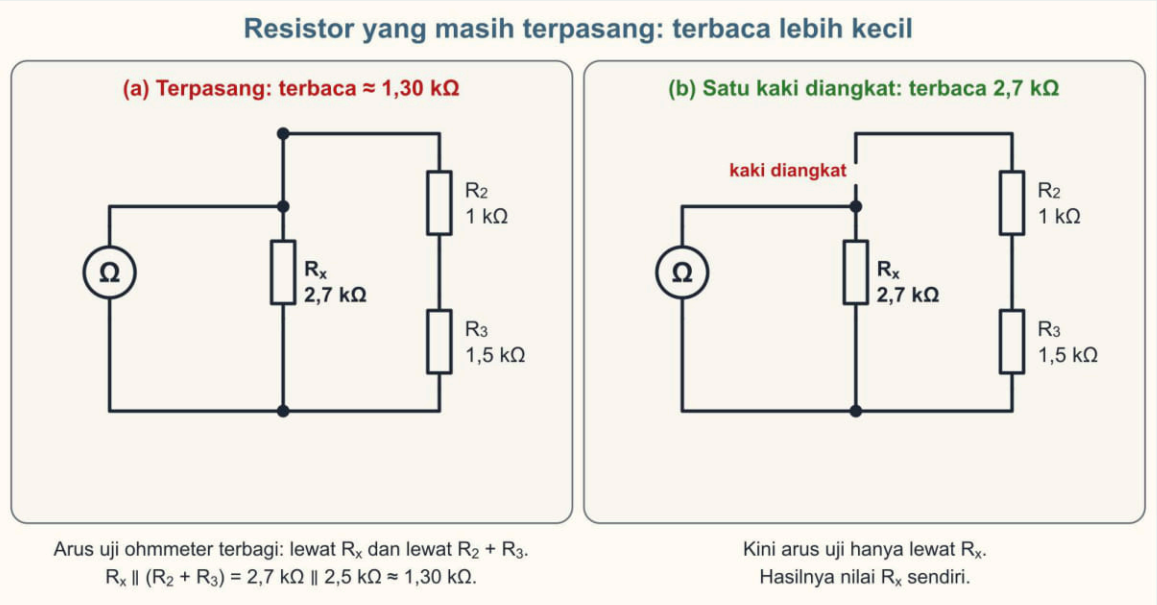
6. Mengukur hambatan: komponen lepas, rangkaian mati

Hambatan diukur dengan cara berbeda dari tegangan dan arus. Pada fungsi Ω, alat sendiri yang mengirim arus uji kecil dari baterainya ke komponen, lalu menghitung hambatan dari tegangan yang terbentuk. Maka ada dua aturan wajib:

- **Rangkaian harus mati**: tidak ada sumber tegangan lain. Kapasitor besar sebaiknya dikosongkan lebih dulu. Tegangan dari luar dapat menimbulkan hasil keliru atau merusak alat.
- **Komponen harus berdiri sendiri**: lepaskan komponen, atau minimal angkat satu kakinya dari papan.

Mengapa harus dilepas? Lihat Gambar 4.4. Bila resistor masih terpasang, arus uji ohmmeter tidak hanya lewat resistor itu, tetapi juga lewat jalur lain yang menyambung kedua kakinya. Hambatan jalur lain itu **paralel** dengan resistor, sehingga hambatan gabungan **selalu lebih kecil** daripada nilai resistor sebenarnya.

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



Gambar 4.4 Resistor yang masih terpasang terbaca lebih kecil (a); setelah satu kaki diangkat terbaca nilai sebenarnya (b). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Aturan tambahan: **jangan menyentuh ujung logam probe dan kaki komponen dengan jari** saat mengukur. Tubuh juga punya hambatan; tangan yang menyentuh kedua ujung membuat hambatan tubuh ikut terukur paralel, sehingga hasilnya lebih kecil, terutama pada resistor bernilai besar. Pegang probe pada bagian berinsulasi.

7. Kontinuitas dan uji dioda

Kontinuitas adalah ada tidaknya hubungan listrik yang baik antara dua titik. Putar selektor ke **BIP**. Alat mengirim arus uji kecil dan berbunyi bila hambatan antara kedua probe sangat kecil (kira-kira beberapa puluh ohm, bergantung alat). Pemakaiannya: memeriksa kabel putus atau tertukar, sekering, sakelar, dan jalur tembaga pada PCB. Seperti pengukuran hambatan, **rangkaian harus mati**.

Uji dioda memeriksa sambungan semikonduktor. Putar selektor ke simbol **dioda**, lalu:

- Sentuhkan probe merah ke **anoda** dan probe hitam ke **katoda** (arah maju). Dioda silikon yang baik menampilkan kira-kira **0,5 sampai 0,7 V**.
- Balik probe (arah mundur). Dioda yang baik menampilkan **OL**.

Hasil uji (dua arah)	Kesimpulan
maju ±0,6 V, mundur OL	dioda baik
OL pada kedua arah	dioda putus
hampir 0 pada kedua arah	dioda hubung singkat

Angka yang tampil pada uji dioda adalah **tegangan jatuh** (dalam volt), bukan hambatan.

8. Sekering internal dan akibat salah pemasangan

Jalur arus multimeter dilindungi **sekering**, yaitu kawat tipis di dalam alat yang sengaja putus

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

bila arus melebihi batas (lazimnya sekitar 200 mA untuk jalur mA, dan lebih besar untuk jalur 10 A). Kesalahan paling sering adalah menempelkan probe pada fungsi arus langsung ke sumber, misalnya ke kutub baterai atau ke dua kutub adaptor. Karena hambatan ammeter hampir nol, arus melonjak dan sekering putus.

Cirinya khas: setelah kejadian, **hanya pengukuran arus yang gagal** (terbaca 0 padahal rangkaian hidup), sedangkan pengukuran tegangan dan hambatan tetap normal, karena jalur tegangan dan hambatan tidak memakai sekering itu. Tindakan yang benar: buka casing sesuai petunjuk, **ganti sekering dengan jenis dan rating yang sama**. Jangan mengganti dengan sekering berating lebih besar atau menjembatani dudukan sekering dengan kawat. Perlindungan alat dan pemakainya hilang, dan alat dapat rusak parah atau memicu bahaya.

Kesalahan umum lain dan akibatnya ringkas dalam daftar berikut.

- **Selektor di fungsi arus, lalu probe ditempelkan ke dua titik tegangan**: sekering putus (atau jarum analog rusak).
- **Selektor di Ω pada rangkaian yang hidup**: hasil ngawur dan alat bisa rusak.
- **Selektor masih di Ω atau mA saat probe ditempelkan ke sumber**: sama seperti di atas. Biasakan menaruh selektor di DCV atau OFF setelah selesai.
- **Batas ukur terlalu kecil**: OL (digital) atau jarum menghantam ujung skala (analog).

Seluruh pembahasan sub bab ini berlaku untuk **tegangan rendah** di bengkel dan lab sekolah. Tegangan jala-jala (listrik rumah) berbahaya; pengukurannya dilakukan di bawah bimbingan guru.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Membaca jarum pada beberapa batas ukur

Pak Dedi mengukur tegangan sebuah catu daya di lab dengan multimeter analog. Jarum berhenti seperti pada Gambar 4.3. Selektor DCV dapat diputar ke 2,5; 10; 50; atau 250. Tentukan hasil ukur pada tiap kemungkinan posisi selektor. *Kasus disusun untuk contoh; tokoh fiktif.*

1. Amati letak jarum pada skala hitam 0–10: jarum berada tepat di tengah antara garis kecil 3,4 dan 3,6. Satu garis kecil bernilai 0,2, maka bacaan = 3,5.
2. Selektor 10: skala 0–10 sesuai, bacaan = **3,5 V**.
3. Selektor 50: skala 0–50. Garis kecil bernilai 1 dan jarum berada di tengah antara 17 dan 18, jadi 17,5. Cek: 3,5 × 5 = 17,5. Hasil **17,5 V**.
4. Selektor 250: skala 0–250. Garis kecil bernilai 5 dan jarum di tengah antara 85 dan 90, jadi 87,5. Cek: 3,5 × 25 = 87,5. Hasil **87,5 V**.
5. Selektor 2,5: gunakan skala 0–250 lalu bagi 100: 87,5 ÷ 100 = 0,875. Hasil **0,875 V** (dibulatkan 0,88 V).

Jawaban: 3,5 V (batas 10), 17,5 V (batas 50), 87,5 V (batas 250), dan 0,875 V (batas 2,5). Posisi jarum sama, tetapi angkanya bergantung pada batas ukur yang dipilih.

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

Contoh 2 — Memilih selektor dan batas ukur untuk enam pekerjaan

Siswa PKL di sebuah bengkel servis mendapat enam tugas ukur. Multimeter digital yang dipakai memiliki batas DCV 200 mV, 2 V, 20 V, 200 V, 600 V; ACV 20 V, 200 V, 600 V; arus 20 mA, 200 mA, 10 A; hambatan 200 Ω sampai 20 MΩ. Tentukan pengaturannya. *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

1. Pilih fungsi dari jenis besaran dan sumbernya, lalu pilih batas terkecil yang masih lebih besar daripada nilai perkiraan.
2. Tentukan lubang probe merah: VΩmA untuk V, Ω, dan arus kecil; 10A untuk arus besar.

Pekerjaan	Selektor	Probe merah di	Cara memasang
Tegangan baterai AA ±1,5 V	DCV 2 V	VΩmA	paralel dengan baterai
Keluaran adaptor ±12 V DC	DCV 20 V	VΩmA	paralel di keluaran adaptor
Sekunder trafo ±9 V AC	ACV 20 V	VΩmA	paralel dengan sekunder
Resistor lepas ±47 kΩ	Ω 200 kΩ	VΩmA	probe di kedua kaki resistor yang dilepas
Arus buzzer ±30 mA	arus 200 mA	VΩmA	seri di jalur buzzer
Kabel diduga putus	BIP	VΩmA	probe di kedua ujung kabel, rangkaian mati

1. Periksa batas yang dipilih. Untuk 1,5 V, batas 2 V cukup. Untuk 12 V, batas 2 V terlalu kecil dan 200 V terlalu kasar, jadi 20 V. Untuk arus 30 mA, batas 20 mA terlalu kecil (OL), jadi 200 mA. Untuk 47 kΩ, batas 20 kΩ terlalu kecil dan 2 MΩ terlalu kasar, jadi 200 kΩ.

Jawaban: sesuai tabel. Pola yang sama dipakai di setiap soal pemilihan alat: besaran → fungsi, perkiraan nilai → batas ukur terkecil yang cukup, jenis besaran → paralel atau seri.

Contoh 3 — Hambatan yang terbaca saat resistor terpasang

Rizky memeriksa resistor Rx bergelang merah–ungu–merah–emas (2,7 kΩ ±5 %) pada papan yang dimatikan. Resistor itu masih tersambung ke dua resistor yang berderet seri, 1 kΩ dan 1,5 kΩ, yang menghubungkan kedua kakinya (Gambar 4.4a). Multimeter menunjukkan sekitar 1,30 kΩ. Benarkah angka itu? Apa yang harus dilakukan? *Kasus disusun untuk contoh; tokoh fiktif.*

1. Hitung hambatan jalur lain: 1 kΩ + 1,5 kΩ = 2,5 kΩ (seri dijumlahkan).
2. Jalur itu paralel dengan Rx: R = (2,7 × 2,5) ÷ (2,7 + 2,5) = 6,75 ÷ 5,2 ≈ 1,298 kΩ, dibulatkan 1,30 kΩ.
3. Angka 1,30 kΩ sama dengan nilai gabungan. Jadi alat bekerja benar; **yang terukur bukan Rx sendiri**.
4. Rentang toleransi Rx: 2,7 kΩ × 0,95 = 2,565 kΩ sampai 2,7 kΩ × 1,05 = 2,835 kΩ. Angka 1,30 kΩ jauh di luar rentang, tetapi itu bukan alasan mengganti resistor.
5. Tindakan: angkat satu kaki Rx dari papan (Gambar 4.4b), ukur lagi tanpa menyentuh ujung logam, lalu bandingkan dengan rentang 2,565–2,835 kΩ.

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

Jawaban: 1,30 kΩ benar sebagai hambatan gabungan, tetapi belum menunjukkan nilai Rx; lepaskan satu kaki lalu ukur ulang.

Contoh 4 — Memilih lubang untuk mengukur arus pompa

Pompa air mini 6 V pada maket irigasi sekolah berdaya 2,1 W. Teknisi ingin mengukur arusnya dengan multimeter digital contoh pada Contoh 2 (batas arus 20 mA, 200 mA, dan 10 A). Tentukan lubang dan selektor yang dipakai. *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

1. Perkirakan arus dari daya: I = P ÷ V = 2,1 W ÷ 6 V = 0,35 A = 350 mA.
2. Bandingkan dengan batas ukur: 350 mA lebih besar daripada 200 mA, jadi batas 200 mA dan 20 mA tidak cukup (sekering jalur mA dapat putus).
3. Pakai jalur arus besar: probe merah ke lubang **10A**, selektor ke posisi arus 10 A.
4. Putus jalur pompa, sisipkan multimeter **seri**: dari sisi positif catu → probe merah, probe hitam → pompa.
5. Hidupkan catu, baca layar (sekitar 0,35 A), matikan catu, lalu lepas multimeter dan kembalikan selektor ke DCV atau OFF.

Jawaban: lubang 10A dan selektor 10 A, dipasang seri, hasil sekitar 0,35 A.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

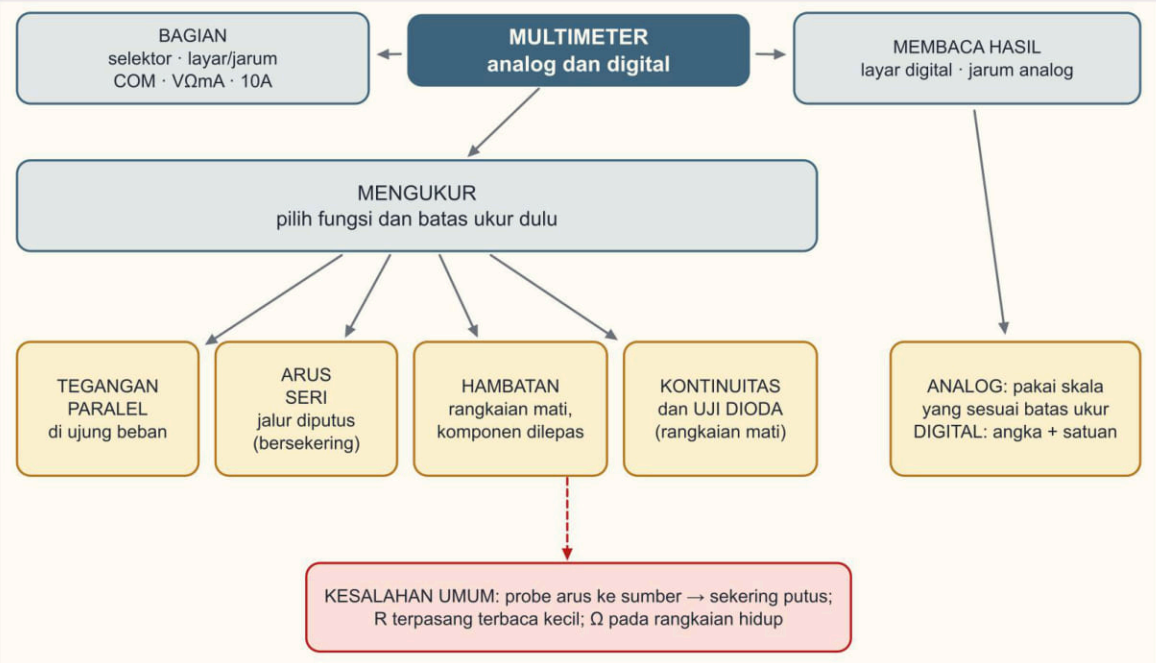
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Tegangan → paralel** (di kedua ujung beban, rangkaian tidak diputus). **Arus → seri** (jalur diputus, alat disisipkan). **Hambatan → rangkaian mati dan komponen dilepas** (minimal satu kaki).
- Probe **hitam selalu di COM**; probe merah di **VΩmA** (V, Ω, arus kecil) atau **10A** (arus besar). Pindahkan probe dan selektor **sebelum** menyentuh rangkaian.
- Pilih **batas ukur terkecil yang masih lebih besar** dari nilai perkiraan. Alat digital: OL berarti terlalu kecil atau rangkaian terbuka.
- Analog: baca pada **skala yang angka maksimumnya sama dengan batas ukur**; nilai satu garis kecil dihitung dari selisih garis besar.
- Kontinuitas dan uji dioda hanya pada rangkaian **mati**. Dioda baik: ±0,6 V arah maju, OL arah mundur.
- Probe arus ditempel ke sumber → **sekering putus** (arus 0, V dan Ω masih normal) → ganti dengan rating **sama**.
- Komponen terpasang terbaca **lebih kecil** karena paralel dengan jalur lain.

Gambar 4.5 merangkum semuanya.



Gambar 4.5 Peta konsep pengukuran dengan multimeter. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal pengukuran dengan multimeter:

1. **Tentukan besaran** yang diminta: tegangan, arus, atau hambatan. Dari sini pasangannya langsung terlihat: paralel, seri, atau komponen dilepas.
2. **Periksa kondisi rangkaian**: hidup atau mati. Hambatan, kontinuitas, dan uji dioda menuntut rangkaian mati.
3. **Periksa lubang dan selektor**: probe hitam di COM; merah di VΩmA atau 10A sesuai besar arus; selektor sesuai besaran.
4. **Bandingkan batas ukur dengan perkiraan nilai.** Batas terlalu kecil: OL atau jarum menghantam ujung skala. Batas terlalu besar: kurang teliti.
5. **Untuk gambar jarum**, cari dulu batas ukur pada selektor, tunjuk skala yang angka maksimumnya sama, hitung nilai satu garis kecil, baru baca. Cek silang dengan skala lain dikali faktor.
6. **Untuk hasil aneh**, tanyakan: apakah ada jalur paralel, apakah sekering mungkin putus, apakah polaritas terbalik, apakah jari menyentuh ujung probe?

Jebakan khas:

- **Probe fungsi arus ditempel ke kutub sumber.** Itu hubung singkat. Jawaban yang "mengukur arus baterai langsung" salah; arus diukur seri dengan beban.
- **"Hasil ukur kecil berarti komponen rusak."** Pada komponen terpasang, hasil yang lebih kecil dapat berasal dari jalur paralel.
- **Membaca skala yang salah.** Opsi salah biasanya angka dari skala lain atau angka skala yang belum dikalikan atau dibagi faktornya.
- **Tanda minus dianggap alat rusak atau baterai terbalik.** Tanda minus hanya polaritas probe.
- **Mengganti sekering dengan rating lebih besar** atau menjembatani dudukannya dengan kawat dianggap "lebih aman". Itu menghilangkan perlindungan.
- **Memilih lubang 10A "karena lebih tahan" untuk semua arus.** Untuk arus kecil, hasilnya kurang teliti, dan alat tidak dapat menampilkan satuan mA dengan baik.
- **Memegang kedua ujung komponen saat mengukur hambatan.** Hambatan tubuh ikut terukur.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menceritakan seorang siswa yang salah memasang probe lalu menemukan gejala aneh pada alatnya. Gunakan bagian 4 (mengukur arus) dan bagian 8 (sekering internal) untuk menalar penyebab dan tindakan yang benar, lalu uji tiap opsi dengan Strategi dan jebakan di atas.

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

►. Saat praktik, Fani memutar selektor multimeter digital ke posisi mA lalu langsung menempelkan kedua probe ke kutub baterai 9 V untuk "mengukur arus baterai" (2027). Terdengar bunyi kecil. Sejak itu, pengukuran arus pada rangkaian apa pun terbaca 0,00 mA, sedangkan pengukuran tegangan dan resistansi dengan multimeter yang sama tetap normal.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang paling tepat adalah ....

A. Mengganti sekring dalam multimeter dengan sekring berating sama
B. Mengganti baterai multimeter karena dayanya terkuras saat kejadian
C. Mengukur arus memakai lubang 10 A seterusnya karena lebih tahan
D. Mengganti sekring dalam multimeter dengan sekring rating lebih besar
E. Menyambung kedua ujung dudukan sekring memakai kawat tembaga

Pembahasan **Kunci: A**

Konsep: Pada posisi arus, multimeter berhambatan sangat kecil dan harus dipasang seri dengan beban. Menempelkannya langsung ke kutub sumber sama dengan hubung singkat, sehingga sekring pelindung jalur mA putus. Tegangan dan resistansi memakai jalur lain sehingga tetap normal.

Langkah:
1. Probe mA di kutub baterai → hubung singkat → sekring jalur mA putus.
2. Hanya pengukuran arus yang gagal → sesuai sekring jalur mA putus.
3. Ganti sekring dengan ukuran dan rating sama; ke depan, ukur arus secara seri.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Pelindung jalur arus dipulihkan dengan rating yang sama.
• **B.** ✗ Bila baterai multimeter lemah, pengukuran tegangan dan resistansi ikut terganggu.
• **C.** ✗ Jebakan: lubang 10 A memang masih dapat dipakai, tetapi kurang teliti untuk arus kecil dan jalur mA tetap rusak.
• **D.** ✗ Jebakan: rating lebih besar membuat sekring terlambat putus sehingga multimeter dapat rusak.
• **E.** ✗ Kawat menghilangkan perlindungan sama sekali dan berbahaya.

Jawaban: A.

✎ LATIHAN

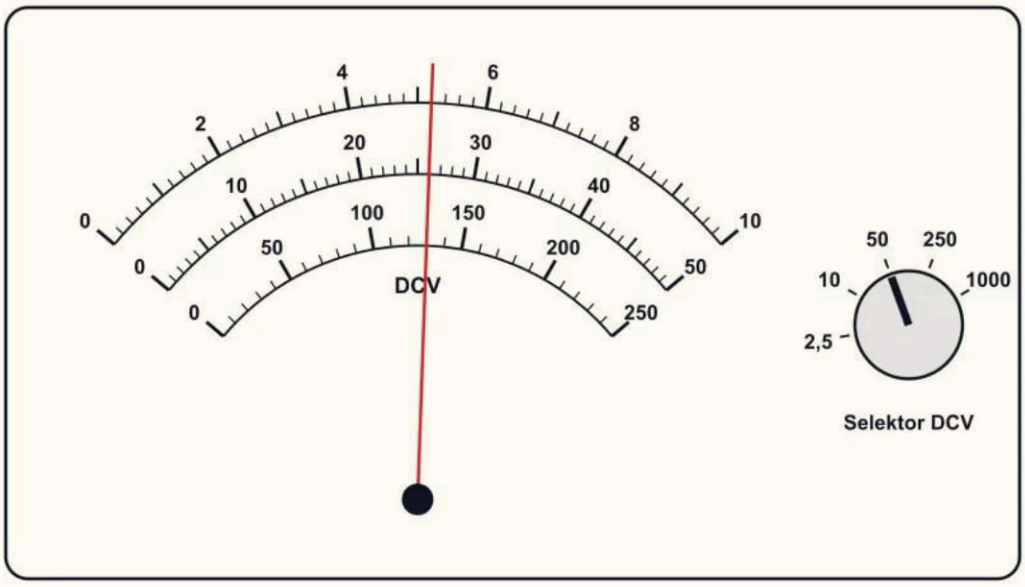
Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk tiap soal, tulis dulu besaran yang diukur, kondisi rangkaian, dan skala atau lubang yang dipakai, baru pilih jawabannya.

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

1. Rina memeriksa resistor R5 bergelang coklat–hitam–oranye–emas (10 kΩ ±5%) pada papan penguat yang sudah dimatikan dan dicabut dari sumber (2027). Multimeter digital pada batas ukur 20 kΩ menunjukkan 6,8 kΩ. Di skema, kedua kaki R5 juga tersambung ke beberapa komponen lain. Rina harus memutuskan apakah R5 diganti.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Langkah yang paling tepat dilakukan Rina adalah ....

A. Mengganti R5 karena 6,8 kΩ berada di luar toleransi ±5%
B. Melepas satu kaki R5, lalu mengukur tanpa menyentuh ujung probe
C. Mengukur ulang R5 pada batas 200 kΩ agar hasilnya lebih teliti
D. Melepas satu kaki R5, lalu mengukur sambil memegang kedua kakinya
E. Menukar probe merah–hitam, lalu memakai hasil yang lebih besar

2. Wahyu mengukur tegangan baterai paket 24 V pada sistem panel surya sekolah saat sedang diisi (2027) dengan multimeter analog. Posisi selektor dan jarum multimeter tampak seperti pada gambar. Hasil pengukuran harus ditulis pada lembar pemeriksaan harian.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Hasil pengukuran yang tepat adalah ....



A. 5,2 V
B. 26 V
C. 130 V
D. 2,6 V
E. 52 V

Kunci singkat: 1. B 2. B

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

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa voltmeter dipasang paralel dan ammeter dipasang seri? Apa yang terjadi bila keduanya tertukar?
- Sebuah jarum menunjuk ke posisi yang sama pada tiga skala. Bagaimana kamu memastikan skala mana yang harus dibaca?
- **Yang harus kuingat:** tegangan paralel, arus seri, hambatan pada komponen lepas dan rangkaian mati; baca skala yang sesuai batas ukur; probe arus ke sumber membuat sekering putus.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 4.1: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktel&node=SMKTEL-4.1

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Sub bab 4.2 · Mengukur dengan osiloskop

SMKTEL-4.2

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu **mengukur besaran elektronika dengan osiloskop** dan **menganalisis sinyal** yang tampil di layarnya. Level soalnya mencakup Aplikasi (mengoperasikan alat, menyetel, mengukur) dan Penalaran (menafsirkan tampilan, mencari penyebab gambar yang tidak wajar). Soal biasanya bergambar: layar dengan kotak-kotak, gelombang, dan sebuah kotak pengaturan (VOLTS/DIV, TIME/DIV, kopling, probe, trigger). Kamu diminta **menghitung Vpp, periode, frekuensi, atau duty cycle**, atau **menentukan tindakan** ketika gambar bergeser, terlalu kecil, atau nilainya tidak masuk akal. Kunci jawaban hampir selalu berupa perkalian "jumlah kotak × pengaturan" yang diikuti satu langkah lagi, misalnya dibagi dua, dibalik menjadi frekuensi, atau dikali faktor probe.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menyebut fungsi layar, kotak (div), VOLTS/DIV, TIME/DIV, kopling, trigger, dan probe;
- menghitung Vpp, Vp, Vrms (sinus), periode, frekuensi, dan duty cycle dari tampilan layar;
- menyetel osiloskop agar gelombang tampil jelas dan memuat dua periode;
- menjelaskan fungsi trigger dan mengatasi tampilan yang bergeser;
- memakai probe ×1 dan ×10 dengan faktor probe yang sesuai dan melakukan kompensasi;
- menjalankan langkah pengukuran secara berurutan dan aman.

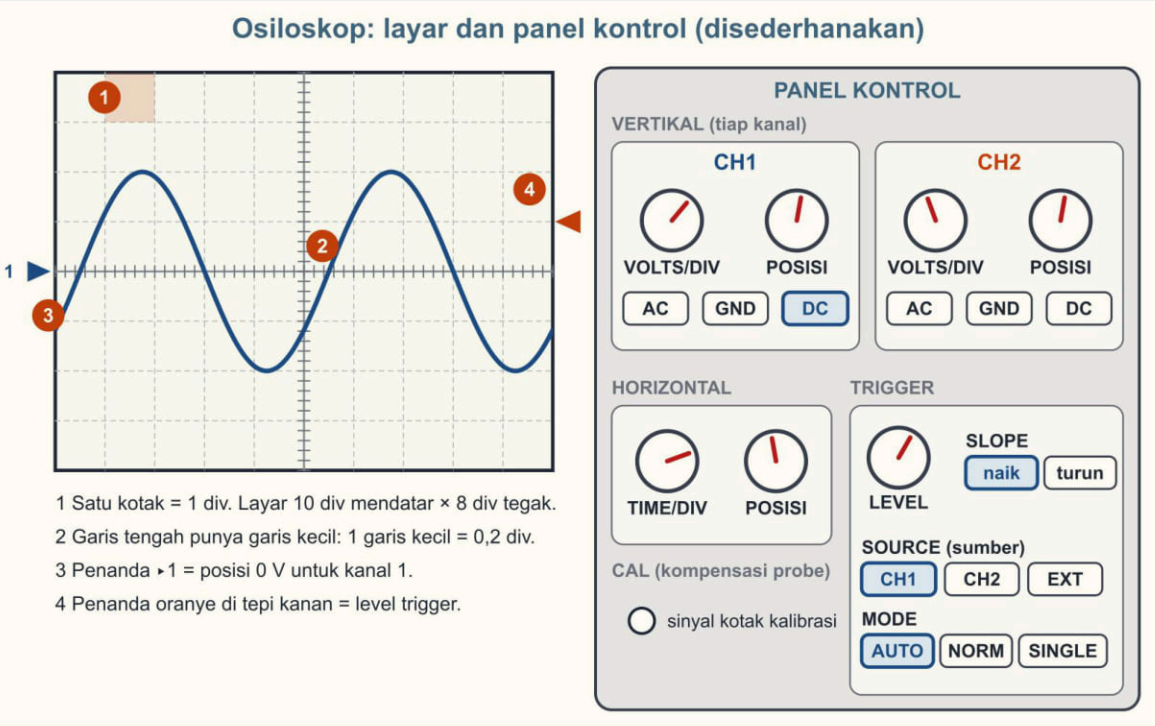
◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Multimeter memberi kamu satu angka. Itu cukup untuk baterai atau catu daya, tetapi tidak cukup untuk sinyal yang berubah cepat: suara dari mikrofon, denyut kontrol motor, atau keluaran penguat. Untuk itu teknisi memakai **osiloskop**, alat yang **menggambar grafik tegangan terhadap waktu** pada sebuah layar. Dari grafik itu kamu dapat membaca besar tegangan, seberapa cepat sinyal berulang, bentuknya, sampai gangguan yang menyertainya. Kuncinya satu: layar hanyalah kotak-kotak, dan nilai sebenarnya diperoleh dengan **mengalikan jumlah kotak dengan pengaturan alat**.

1. Layar, kotak, dan panel kontrol

Lihat Gambar 4.6. Layar osiloskop dibagi menjadi **kotak** besar yang disebut **div** (*division*): **10 kotak mendatar** dan **8 kotak tegak**. Garis tengah vertikal dan horizontal memiliki garis kecil; satu kotak dibagi lima garis kecil, sehingga **satu garis kecil = 0,2 div**. Sumbu mendatar adalah **waktu** yang berjalan dari kiri ke kanan. Sumbu tegak adalah **tegangan**. Penanda kecil di tepi kiri (misalnya "1") menunjukkan posisi **0 V** untuk kanal itu.

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



Gambar 4.6 Layar osiloskop (10 × 8 kotak) dan panel kontrol yang disederhanakan: VOLTS/DIV dan kopling tiap kanal, TIME/DIV, trigger, dan terminal CAL. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Panel kontrol memuat beberapa kelompok yang harus kamu kenal.

- **Vertikal** (satu kelompok per kanal, CH1 dan CH2): knob **VOLTS/DIV** menentukan berapa volt tiap kotak tegak; knob **POSISI** menggeser gambar naik-turun; sakelar **kopling** AC / GND / DC.
- **Horizontal**: knob **TIME/DIV** menentukan berapa waktu tiap kotak mendatar.
- **Trigger**: knob **LEVEL**, pilihan **SOURCE** (sumber), **SLOPE** (naik atau turun), dan **MODE** (AUTO, NORM, SINGLE). Bagian ini membuat gambar diam.
- **CAL**: terminal yang mengeluarkan sinyal kotak standar untuk menyetel probe.

2. VOLTS/DIV dan TIME/DIV: mengubah kotak menjadi angka

Layar tidak memberi angka. Kamu menghitungnya sendiri dengan dua rumus dasar:

- **Tegangan** = jumlah kotak tegak × VOLTS/DIV
- **Waktu** = jumlah kotak mendatar × TIME/DIV

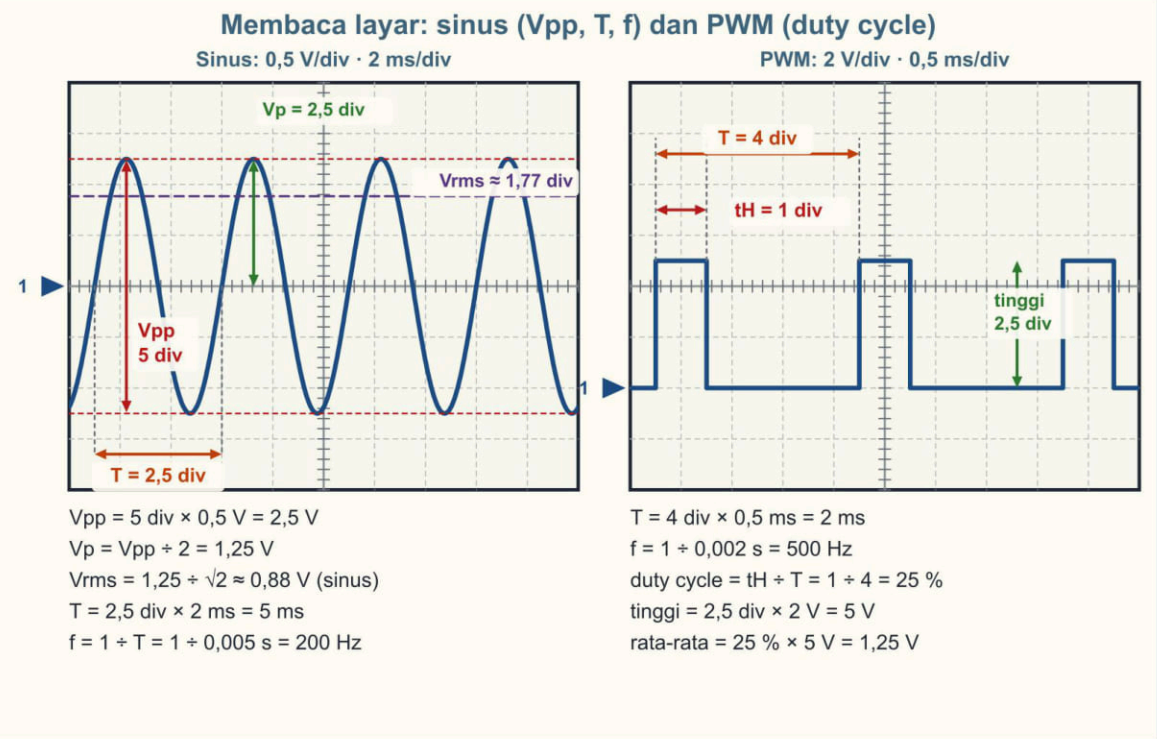
Misalnya gelombang setinggi 3 kotak pada VOLTS/DIV 2 V memiliki tinggi 3 × 2 = 6 V. Gambar yang sama pada VOLTS/DIV 1 V hanya 3 V. Jadi **bentuk di layar tidak berarti apa-apa sebelum kamu membaca pengaturan skalanya**. Memperbesar atau memperkecil VOLTS/DIV hanya mengubah tampilan, bukan sinyalnya. Hal yang sama berlaku untuk TIME/DIV: nilai yang kecil merenggangkan gelombang, nilai yang besar memadatkannya.

Pada soal dengan dua kanal, tiap kanal punya VOLTS/DIV sendiri. Hitung tegangan masing-masing kanal dengan skalanya sendiri; jangan membandingkan jumlah kotaknya saja.

3. Vpp, Vp, Vrms, periode, dan frekuensi

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

Lihat Gambar 4.7 (bagian kiri). Dari gelombang sinus kamu dapat membaca beberapa besaran.



Gambar 4.7 Membaca layar osiloskop: sinus 0,5 V/div dan 2 ms/div (kiri), serta PWM 2 V/div dan 0,5 ms/div (kanan); semua gelombang dihitung dari rumus. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Vpp** (tegangan puncak-ke-puncak, *peak-to-peak*) adalah jarak tegak dari puncak atas ke puncak bawah. Vpp = jumlah kotak puncak-ke-puncak × VOLTS/DIV.
- **Vp** (tegangan puncak) adalah jarak dari garis 0 V ke puncak. Untuk sinus yang simetris, **Vp = Vpp ÷ 2**. Jadi Vpp adalah dua kali Vp. Salah satu kekeliruan paling umum ialah menulis Vpp sebagai Vp atau sebaliknya.
- **Vrms** (tegangan efektif) adalah nilai tegangan DC yang menghasilkan daya sama dengan sinyal itu. Untuk sinus saja: **$V_{rms} = V_p \div \sqrt{2} \approx 0{,}707 \times V_p$**. Multimeter pada fungsi ACV umumnya menampilkan nilai efektif, bukan puncak. Karena itu angka multimeter dan osiloskop untuk sinyal yang sama tampak berbeda padahal keduanya benar: osiloskop menunjukkan bentuk dan puncak, multimeter menunjukkan nilai efektif. Untuk gelombang kotak simetris, Vrms sama dengan Vp, jadi faktor 0,707 **hanya** untuk sinus.
- **Periode (T)** adalah waktu satu gelombang penuh, yaitu jarak mendatar antara dua titik yang sama pada gelombang berikutnya (dua puncak berurutan, atau dua perpotongan naik berurutan dengan garis 0 V). T = jumlah kotak satu gelombang × TIME/DIV.
- **Frekuensi (f)** adalah banyaknya gelombang per detik, dalam hertz (Hz). **$f = 1 \div T$** dan **$T = 1 \div f$**. Periode 5 ms (0,005 s) berarti frekuensi 200 Hz. Jangan menulis periode sebagai frekuensi: 5 ms bukan 5 Hz.

Kebiasaan yang membantu: **ukur satu gelombang penuh**, bukan setengah. Ukur dari titik yang mudah dilihat (perpotongan dengan garis tengah), gunakan garis kecil 0,2 div untuk pecahan kotak, lalu kalikan dengan TIME/DIV.

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

4. Bentuk gelombang: sinus, kotak, dan PWM

Tiga bentuk gelombang paling sering muncul di bengkel.

- **Sinus**: gelombang mulus naik-turun, seperti tegangan PLN dan keluaran generator fungsi pada mode sinus.
- **Gelombang kotak**: tegangan melompat antara dua nilai, tinggi dan rendah, dengan waktu tinggi sama dengan waktu rendah. Sinyal clock rangkaian digital berbentuk kotak.
- **PWM** (*pulse width modulation*, modulasi lebar pulsa) juga berbentuk kotak, tetapi **waktu tingginya tidak sama dengan waktu rendahnya**. Dengan mengubah lebar pulsa tinggi, rangkaian mengatur daya yang sampai ke beban, misalnya kecepatan kipas atau kecerahan LED.

Besaran PWM adalah **duty cycle** (siklus kerja): perbandingan waktu tinggi (tH) terhadap satu periode penuh (T).

Duty cycle = tH ÷ T × 100 %

Perhatikan bahwa pembaginya adalah **satu periode penuh**, bukan waktu rendah. Bagian kanan Gambar 4.7 menunjukkan tH = 1 kotak dan T = 4 kotak, sehingga duty cycle = 25 %. Tegangan rata-rata beban sama dengan duty cycle dikali tegangan tinggi (25 % × 5 V = 1,25 V). Itulah alasan PWM dapat mengatur daya tanpa membuang panas pada resistor.

5. Kopling AC, DC, dan GND

Sakelar **kopling** (*coupling*) menentukan komponen sinyal mana yang diteruskan ke layar.

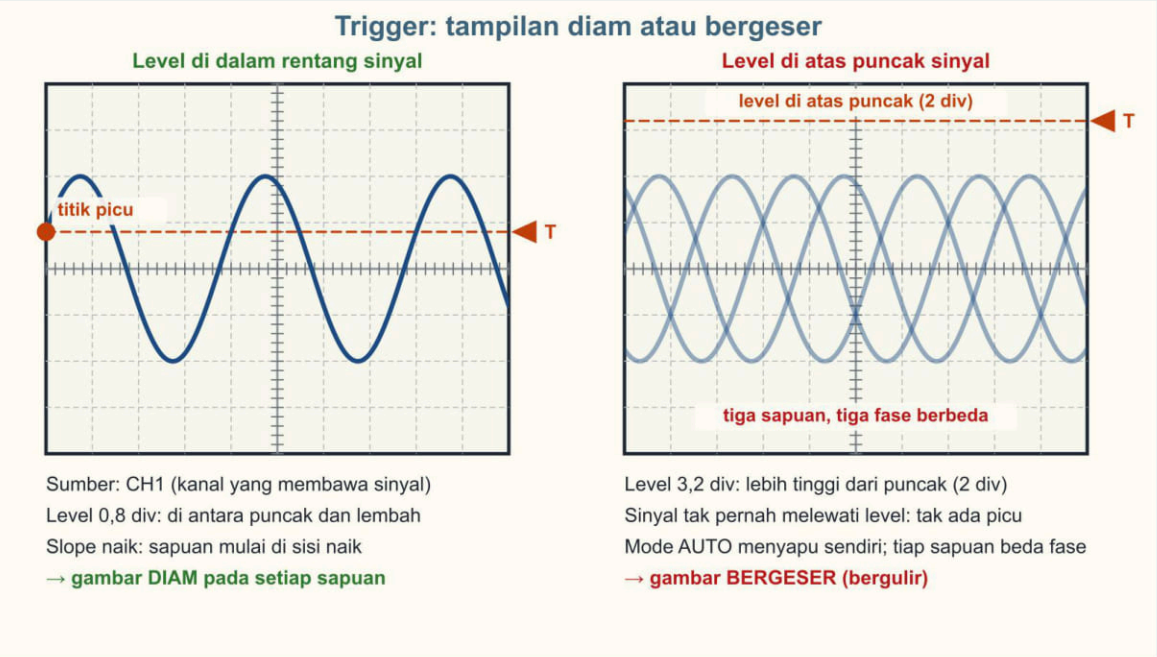
- **DC**: seluruh sinyal tampil, termasuk tegangan searahnya. Gunakan untuk melihat nilai tegangan sebenarnya.
- **AC**: komponen searah ditahan (diblokir oleh kapasitor di dalam alat), sehingga hanya bagian yang berubah yang tampil, berpusat di sekitar 0 V. Gunakan untuk melihat **riak** kecil di atas tegangan DC yang besar, misalnya riak keluaran catu daya, karena VOLTS/DIV dapat dibuat kecil tanpa gambar keluar layar.
- **GND**: masukan diputus dari sinyal dan dihubungkan ke ground sehingga layar menunjukkan garis 0 V. Pakai untuk menaruh garis acuan 0 V dengan knob POSISI sebelum mengukur tegangan DC.

Untuk membaca **nilai DC**, selalu pakai kopling DC.

6. Trigger: membuat gambar diam

Osiloskop menggambar sinyal dengan **menyapu** layar dari kiri ke kanan berulang-ulang. Bila setiap sapuan mulai pada titik berbeda pada gelombang, gambar tampak bergeser. **Trigger** adalah rangkaian yang menentukan **kapan sapuan dimulai**, yaitu pada saat sinyal melewati suatu tegangan tertentu. Karena setiap sapuan mulai pada titik yang sama, gambar tampak diam. Lihat Gambar 4.8.

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



Gambar 4.8 Pengaruh level trigger: di dalam rentang sinyal gambar diam (kiri); di atas puncak sinyal gambar bergeser (kanan). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Pengaturan trigger ada empat.

1. **Source** (sumber): sinyal yang dipakai untuk memicu. Biasanya CH1 atau CH2; pilih **kanal yang benar-benar membawa sinyal yang diamati**. EXT berarti sinyal dari terminal luar, LINE berarti dari listrik jala-jala. Bila sumber trigger diatur ke kanal yang tidak tersambung ke apa pun, tidak ada titik picu yang stabil.
2. **Level**: tegangan yang harus dilewati sinyal agar sapuan dimulai. Level harus berada **di antara puncak dan lembah** sinyal. Level di atas puncak atau di bawah lembah tidak pernah dilewati sinyal, sehingga tidak ada picu (Gambar 4.8 kanan).
3. **Slope**: apakah picu terjadi saat sinyal sedang **naik** atau **turun** melewati level.
4. **Mode**: **AUTO** menyapu terus walaupun tidak ada picu (gambar tetap muncul tetapi dapat bergeser bila tidak terpicu), **NORM** hanya menyapu bila ada picu (tanpa picu, layar kosong atau membeku), **SINGLE** menyapu satu kali lalu berhenti untuk menangkap peristiwa sekali jalan.

Menaikkan atau menurunkan VOLTS/DIV atau TIME/DIV **tidak memperbaiki** trigger; keduanya hanya mengubah ukuran gambar. Banyak osiloskop punya tombol **Auto Set** yang mengatur skala dan trigger secara otomatis. Hasilnya tetap harus kamu periksa.

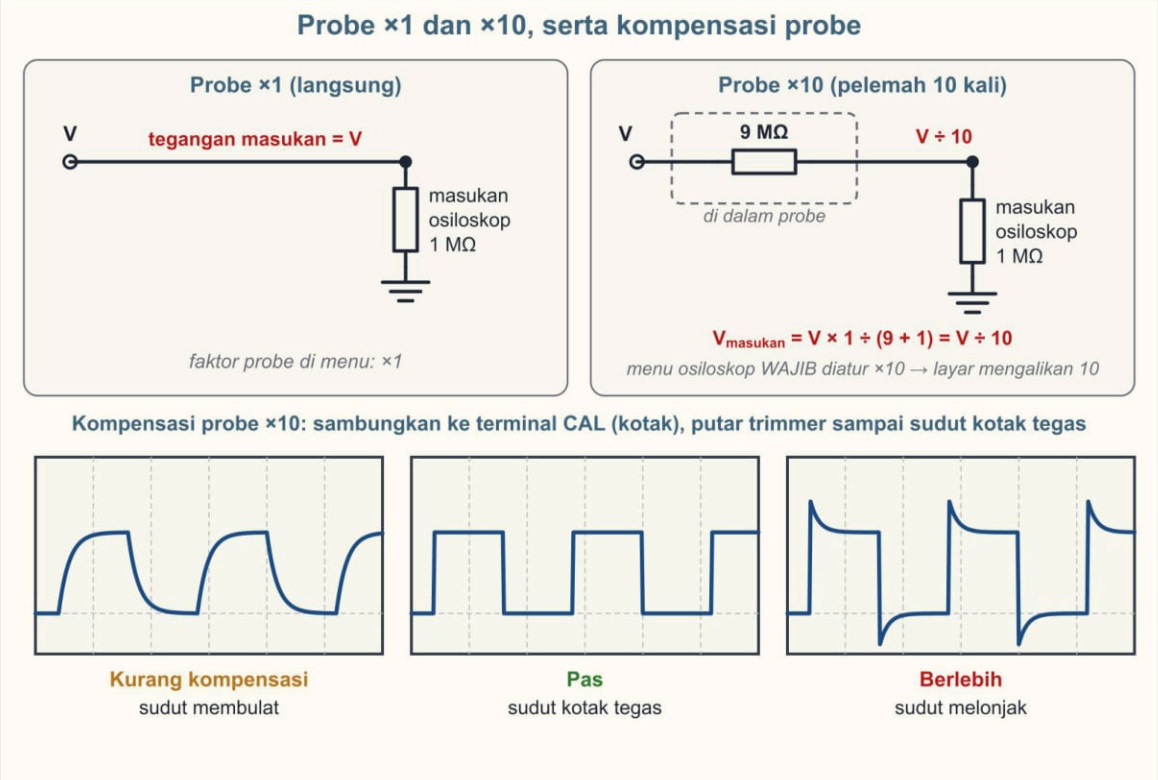
7. Probe, kompensasi, dan ground jepit

Probe adalah kabel ukur osiloskop. Di ujungnya ada sakelar faktor **×1** dan **×10**.

- **×1**: sinyal langsung masuk ke osiloskop. Cocok untuk sinyal kecil dan frekuensi rendah, tetapi membebani rangkaian lebih besar.
- **×10**: di dalam probe ada resistor seri sekitar 9 MΩ yang bersama masukan osiloskop (1 MΩ) membentuk pembagi tegangan, sehingga yang masuk hanya **sepersepuluh** (Gambar 4.9). Beban pada rangkaian jauh lebih ringan, sehingga probe ×10 lazim dipakai sebagai pilihan

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

umum.



Gambar 4.9 Probe ×1 dan ×10 (atas) dan tiga bentuk sinyal kotak pada kompensasi probe (bawah). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Karena sinyal dilemahkan sepuluh kali, osiloskop harus tahu. Itulah fungsi **faktor probe pada menu osiloskop**: bila diatur ×10, osiloskop mengalikan 10 pada angka VOLTS/DIV sehingga bacaan kembali menjadi nilai sebenarnya. **Faktor di sakelar probe dan di menu harus sama.** Bila tidak, semua pembacaan tegangan salah persis 10 kali (terlalu kecil bila probe ×10 tetapi menu ×1; terlalu besar bila probe ×1 tetapi menu ×10).

Kompensasi probe adalah penyetelan trimmer kecil pada probe ×10 supaya probe meneruskan sinyal cepat dengan bentuk yang benar. Caranya: sambungkan probe ke terminal CAL (sinyal kotak standar), lalu putar trimmer dengan obeng kecil sampai sudut gelombang kotak tampak **tegas**. Bila sudut membulat, kompensasi kurang; bila sudut melonjak, kompensasi berlebih (Gambar 4.9 bawah). Lakukan kompensasi setiap kali probe dipasang ke kanal baru.

Ground jepit (*ground clip*) adalah kabel pendek berpenjepit pada probe. Jepit ini dihubungkan ke **titik ground rangkaian** yang diukur. Pada banyak osiloskop meja, ground probe terhubung ke pembumian alat, jadi **jangan menjepitkannya pada titik yang bertegangan** karena itu menjadi hubung singkat. Tanpa ground jepit, tampilan tampak berderau dan tidak dapat dipercaya. Pasang jepit ground lebih dulu, baru sentuhkan ujung probe ke titik ukur.

8. Langkah pengukuran

Urutan kerja yang aman dan efisien:

1. Nyalakan osiloskop; tunggu layar siap.
2. Pasang probe ke kanal; **samakan faktor probe di menu dengan sakelar probe**; lakukan

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

kompensasi pada terminal CAL.

3. Atur kopling GND, taruh garis 0 V pada posisi yang diinginkan dengan knob POSISI.
4. Jepit ground ke ground rangkaian, lalu sentuhkan ujung probe ke titik ukur. Pindahkan kopling ke DC (nilai sebenarnya) atau AC (hanya komponen berubah).
5. Atur **VOLTS/DIV** sampai gelombang cukup besar tanpa keluar layar, dan **TIME/DIV** sampai tampak dua atau tiga periode.
6. Atur trigger: sumber = kanal sinyal, level di antara puncak dan lembah, slope sesuai, mode AUTO untuk kebanyakan pekerjaan.
7. Baca jumlah kotak, kalikan dengan pengaturan (dan faktor probe jika menu tidak mengalikannya), lalu hitung Vpp, T, f, atau duty cycle.
8. Selesai: matikan sumber sinyal, lepas probe, lalu rapikan alat.

9. Mengapa tampilan bergeser, kecil, atau tak masuk akal

Gejala	Penyebab yang mungkin	Tindakan
gambar bergeser atau bergulir	sumber trigger bukan kanal sinyal; level di luar rentang sinyal	pilih sumber yang benar; turunkan level ke antara puncak dan lembah; coba Auto Set
layar kosong pada mode NORM	tidak ada picu	pindah ke AUTO, perbaiki level
gambar terlalu kecil (hampir datar)	VOLTS/DIV terlalu besar	perkecil VOLTS/DIV
gambar keluar layar atau terpotong	VOLTS/DIV terlalu kecil	perbesar VOLTS/DIV
terlalu rapat atau terlalu renggang	TIME/DIV tidak sesuai	sesuaikan TIME/DIV sampai tampak dua atau tiga periode
bacaan tegangan salah persis 10 kali	faktor probe berbeda dengan menu	samakan faktor
gambar berderau, banyak gangguan	jepit ground belum terpasang atau longgar	pasang jepit ground ke ground rangkaian
sudut kotak membulat atau melonjak	probe belum dikompensasi	setel trimmer pada terminal CAL
garis DC tidak tampak, hanya riak	kopling AC	pindah ke DC untuk melihat nilai DC

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Membaca Vpp, periode, frekuensi, dan nilai efektif

Laboratorium sekolah memeriksa keluaran sebuah generator fungsi pada mode sinus. Tampilan layar sama seperti Gambar 4.7 bagian kiri: VOLTS/DIV 0,5 V; TIME/DIV 2 ms; gelombang naik tinggi 2,5 kotak di atas garis tengah dan turun 2,5 kotak di bawahnya, dan satu gelombang

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

penuh lebarnya 2,5 kotak. Hitung Vpp, Vp, Vrms, T, dan f. *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

1. Vpp: puncak-ke-puncak = 2,5 + 2,5 = 5 kotak. Vpp = 5 × 0,5 V = **2,5 V**.
2. Vp = Vpp ÷ 2 = 2,5 ÷ 2 = **1,25 V**.
3. Vrms (sinus) = Vp ÷ √2 = 1,25 ÷ 1,414 ≈ **0,88 V**. Itulah angka yang ditampilkan multimeter pada ACV.
4. Periode: T = 2,5 kotak × 2 ms = **5 ms** = 0,005 s.
5. Frekuensi: f = 1 ÷ T = 1 ÷ 0,005 = **200 Hz**.

Jawaban: Vpp 2,5 V, Vp 1,25 V, Vrms ≈ 0,88 V, T = 5 ms, dan f = 200 Hz.

Contoh 2 — Menyetel VOLTS/DIV dan TIME/DIV

Sinyal sensor 250 Hz bertegangan 3 Vpp akan diamati. Pilihan VOLTS/DIV: 0,1; 0,2; 0,5; 1; 2; 5 V. Pilihan TIME/DIV: 0,1; 0,2; 0,5; 1; 2; 5 ms. Pilih pengaturan agar gelombang setinggi mungkin tetapi tetap muat pada 8 kotak tegak, serta minimal dua periode tampil pada 10 kotak mendatar dengan TIME/DIV terkecil yang memenuhi. *Kasus disusun untuk contoh; usaha fiktif.*

1. Vertikal: tinggi di layar = Vpp ÷ VOLTS/DIV. Pada 0,1 V/div: 30 kotak (keluar); 0,2 V/div: 15 kotak (keluar); 0,5 V/div: 6 kotak (muat, kurang dari 8); 1 V/div: 3 kotak (muat, tetapi lebih kecil). Pilih **0,5 V/div**.
2. Periode: T = 1 ÷ 250 = 0,004 s = 4 ms. Dua periode = 8 ms.
3. Lebar layar = 10 kotak × TIME/DIV. Pada 0,5 ms/div: 5 ms (hanya 1,25 periode, kurang); pada 1 ms/div: 10 ms (2,5 periode, memenuhi). Pilih **1 ms/div**.
4. Periksa: satu periode = 4 ms ÷ 1 ms = 4 kotak, dan 6 kotak tegak ≤ 8.

Jawaban: VOLTS/DIV 0,5 V dan TIME/DIV 1 ms. Satu periode tampak selebar 4 kotak dan tinggi gelombang 6 kotak.

Contoh 3 — Faktor probe yang tidak sama dengan menu

Tim robotik mengukur sinyal kotak keluaran sebuah penguat motor. Sakelar probe diatur ×10, tetapi menu kanal osiloskop masih ×1. VOLTS/DIV 0,5 V; tinggi gelombang di layar 3,2 kotak. (a) Berapa nilai yang terbaca dan berapa tegangan sebenarnya? (b) Berapa VOLTS/DIV yang ditampilkan setelah menu diatur ×10 dan berapa hasilnya? *Kasus disusun untuk contoh; tim dan usaha fiktif.*

1. Bacaan sementara (menu ×1): 3,2 kotak × 0,5 V = **1,6 Vpp**.
2. Probe ×10 melemahkan sinyal sepuluh kali, sedangkan menu ×1 tidak mengalikannya kembali. Tegangan sebenarnya = 1,6 × 10 = **16 Vpp**.
3. Setelah menu diatur ×10, osiloskop menampilkan 0,5 × 10 = 5 V/div.
4. Hasil langsung: 3,2 kotak × 5 V = **16 Vpp**, sesuai langkah 2.

Jawaban: sebelum diperbaiki terbaca 1,6 Vpp padahal sebenarnya 16 Vpp; setelah menu ×10 layar menunjukkan 5 V/div dan hasil 16 Vpp.

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

Contoh 4 — Duty cycle dan tegangan rata-rata PWM

Sebuah mikrokontroler mengatur kecepatan kipas pendingin lemari kontrol dengan sinyal PWM tinggi 5 V. Layar sama dengan Gambar 4.7 bagian kanan: VOLTS/DIV 2 V; TIME/DIV 0,5 ms; satu periode lebarnya 4 kotak, dan bagian tinggi lebarnya 1 kotak. Tentukan frekuensi, duty cycle, tinggi pulsa terukur, dan tegangan rata-rata. *Kasus disusun untuk contoh; usaha fiktif.*

1. Periode: T = 4 kotak × 0,5 ms = **2 ms**.
2. Frekuensi: f = 1 ÷ 0,002 s = **500 Hz**.
3. Waktu tinggi: tH = 1 kotak × 0,5 ms = 0,5 ms. Duty cycle = 0,5 ÷ 2 = 0,25 = **25 %**.
4. Tinggi pulsa terukur: 2,5 kotak × 2 V = **5 V**, sesuai spesifikasi.
5. Tegangan rata-rata = 25 % × 5 V = **1,25 V**.

Jawaban: 500 Hz, duty cycle 25 %, tinggi 5 V, dan rata-rata 1,25 V. Bila duty cycle dinaikkan menjadi 50 %, tegangan rata-rata menjadi 2,5 V dan kipas berputar lebih cepat.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

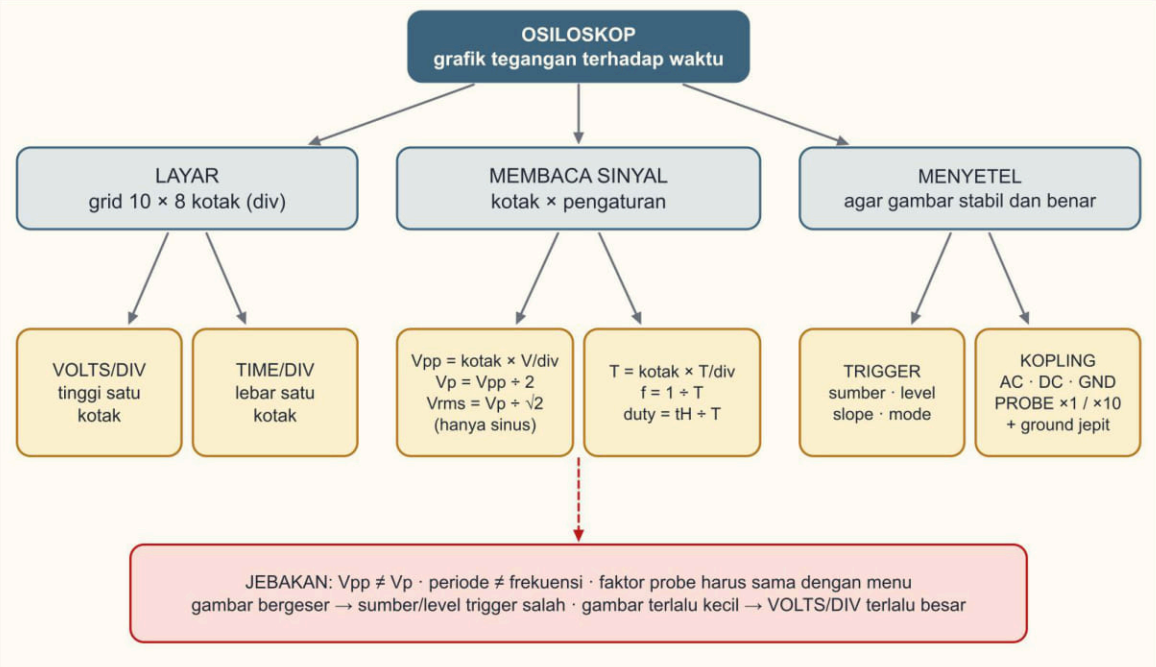
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- Layar = **10 × 8 kotak (div). Tegangan = kotak tegak × VOLTS/DIV. Waktu = kotak mendatar × TIME/DIV.** Bentuk di layar tidak berarti tanpa skalanya.
- **Vpp = 2 × Vp. Vrms = Vp ÷ √2** (hanya sinus). Multimeter ACV menampilkan nilai efektif.
- **f = 1 ÷ T**; ukur satu gelombang penuh. **Duty cycle = tH ÷ T × 100 %.**
- **Trigger**: sumber = kanal sinyal, level di antara puncak dan lembah, slope, mode (AUTO, NORM, SINGLE). Gambar bergeser → periksa sumber dan level.
- **Kopling**: DC melihat semuanya; AC memblok DC; GND memperlihatkan 0 V.
- **Probe ×10** melemahkan 10 kali; faktor probe di **menu harus sama** dengan sakelar probe. Kompensasi pada terminal CAL; ground jepit ke ground rangkaian.
- Gambar terlalu kecil → VOLTS/DIV terlalu besar; bacaan salah tepat 10 kali → faktor probe.

Gambar 4.10 merangkum semuanya.



Gambar 4.10 Peta konsep pengukuran dengan osiloskop. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal osiloskop:

1. **Cari pengaturan pada gambar atau teks** (VOLTS/DIV, TIME/DIV, faktor probe, kopling, sumber trigger) sebelum menghitung apa pun.
2. **Hitung jumlah kotak dengan teliti**: untuk Vpp dari puncak atas ke puncak bawah; untuk periode satu gelombang penuh. Gunakan garis kecil 0,2 div untuk pecahan.
3. **Kalikan dengan pengaturan yang tepat**: kotak tegak dengan VOLTS/DIV, kotak mendatar dengan TIME/DIV. Pada soal dua kanal, tiap kanal dengan skalanya sendiri.
4. **Lakukan satu langkah lanjutan** yang diminta: Vp = Vpp ÷ 2; Vrms = Vp ÷ √2; f = 1 ÷ T; duty = tH ÷ T; koreksi faktor probe.
5. **Untuk soal "mengapa gambar tidak stabil"**, periksa berurutan: sumber trigger, level trigger, mode, baru pengaturan skala.
6. **Cek kewajaran**: apakah nilai yang kamu hitung masuk akal untuk alat atau sinyal yang diceritakan?

Jebakan khas:

- **Vpp dikira tegangan puncak** (atau sebaliknya): kamu salah faktor dua.
- **Periode ditulis sebagai frekuensi**: 5 ms bukan 5 Hz; f = 1 ÷ T.
- **Menghitung jumlah gelombang, bukan satu periode**: periode dibaca dari satu gelombang penuh.
- **Faktor probe di menu dikira tidak penting**: bacaan salah persis 10 kali.
- **VOLTS/DIV diubah untuk "menstabilkan"** gambar. Yang menstabilkan adalah trigger, bukan skala.
- **Sumber trigger ke kanal kosong**: gambar bergeser walaupun level benar.
- **Nilai 0,707 dipakai untuk semua gelombang**: faktor itu hanya untuk sinus.
- **Duty cycle dihitung tinggi ÷ rendah**: pembaginya satu periode penuh.
- **Dua kanal dibandingkan dengan jumlah kotaknya**, padahal VOLTS/DIV kedua kanal dapat berbeda.

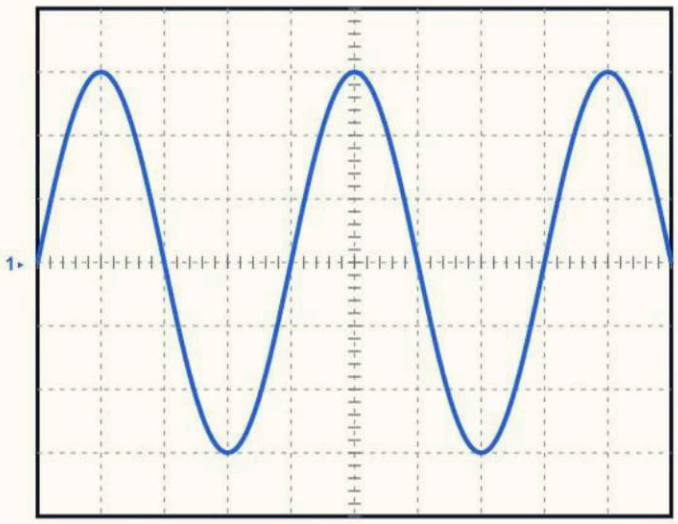
● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menggambarkan sebuah layar dengan kotak, gelombang, dan kotak pengaturan. Pakailah bagian 2 dan 3 (kotak × pengaturan, lalu rumus lanjutan), serta Gambar 4.7, untuk menghitung dua besaran yang diminta. Lalu uji tiap opsi dengan jebakan di atas, terutama kesalahan faktor dua dan pembalikan periode menjadi frekuensi.

►. Aldi memeriksa keluaran generator sinyal di lab dengan osiloskop. Tampilan layar dan pengaturan osiloskop tampak seperti pada gambar (2027). Hasil pengukuran harus ditulis di lembar kerja dalam bentuk tegangan puncak-ke-puncak (Vpp) dan frekuensi (f).

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

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Data yang tepat ditulis Aldi di lembar kerja adalah ....



Pengaturan	
CH1	2 V/div
Kopling	DC
Probe	×1
TIME/DIV	5 ms/div
Trigger	CH1, naik

A. Vpp = 6 V dan f = 50 Hz
B. Vpp = 12 V dan f = 20 Hz
C. Vpp = 12 V dan f = 50 Hz
D. Vpp = 24 V dan f = 50 Hz
E. Vpp = 12 V dan f = 25 Hz

Pembahasan **Kunci: C**

Konsep: Vpp = jumlah kotak vertikal puncak-ke-lembah × VOLTS/DIV. Periode T = jumlah kotak horizontal satu gelombang × TIME/DIV, dan f = 1 ÷ T.

Langkah:
1. Puncak +3 kotak, lembah −3 kotak → 6 kotak × 2 V = 12 Vpp.
2. Satu gelombang penuh = 4 kotak × 5 ms = 20 ms.
3. f = 1 ÷ 0,020 s = 50 Hz.

Analisis setiap opsi:
- **A.** ✗ Jumlah kotak (6) ditulis sebagai volt tanpa dikalikan 2 V/div.
- **B.** ✗ Jebakan: periode 20 ms ditulis sebagai frekuensi 20 Hz; seharusnya f = 1 ÷ 20 ms.
- **C.** ✓ 6 kotak × 2 V = 12 Vpp dan f = 1 ÷ 20 ms = 50 Hz.
- **D.** ✗ Tegangan puncak (3 kotak = 6 V) dikalikan dua lalu dikalikan dua lagi.
- **E.** ✗ Satu gelombang dihitung 8 kotak (dua gelombang), sehingga periode dikira 40 ms.

Jawaban: C.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Tulis dulu pengaturan yang tertera dan jumlah kotak yang kamu hitung, baru pilih jawaban.

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

1. Lina mengatur generator fungsi menghasilkan gelombang kotak 1 kHz, 4 Vpp, lalu mengukurnya dengan osiloskop (2027). Sakelar pada badan probe berada di posisi ×10, sedangkan menu probe kanal 1 osiloskop tertulis ×1. Layar menampilkan gelombang kotak 1 kHz yang bersih dengan tinggi 0,4 Vpp. Saat generator diukur dengan osiloskop lain, hasilnya tepat 4 Vpp.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penjelasan dan tindakan yang paling tepat adalah ....

A. Generator terbebani osiloskop; generator perlu diganti
B. Kopling AC memotong tegangan; kopling diubah ke DC
C. VOLTS/DIV terlalu besar; VOLTS/DIV diperkecil
D. Jepit ground probe belum terpasang; jepit dipasang
E. Faktor probe ×10 tak sesuai menu; menu diubah ×10

2. Bagas mengamati sinyal sinus 2 kHz dari generator fungsi pada kanal 2 osiloskop (2027). Gelombang tampak terus bergeser ke kiri sehingga sulit diukur. Pengaturan saat itu: sumber trigger CH1 (kanal 1 tidak tersambung ke apa pun), level trigger berada di atas puncak gelombang, VOLTS/DIV 1 V, dan TIME/DIV 0,2 ms.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang dapat membuat tampilan gelombang menjadi stabil adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Mengubah sumber trigger ke CH2, kanal yang menerima sinyal.
☐ B. Mengubah VOLTS/DIV menjadi 2 V agar gelombang berhenti bergeser.
☐ C. Menurunkan level trigger sampai berada di antara puncak dan lembah gelombang.
☐ D. Mengubah TIME/DIV agar tampak lebih sedikit gelombang di layar.
☐ E. Menekan tombol Auto Set bila tersedia, lalu memeriksa ulang pengaturannya.

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

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

✔ PERIKSA DIRI

- Apa beda tegangan puncak (Vp), puncak-ke-puncak (Vpp), dan efektif (Vrms) pada sinus, dan alat mana yang menampilkan nilai efektif?
- Gambar di layar terus bergeser ke kiri. Sebutkan tiga hal yang kamu periksa pada trigger, berurutan.
- **Yang harus kuingat:** tegangan = kotak × VOLTS/DIV, waktu = kotak × TIME/DIV, f = 1 ÷ T; gambar bergeser dibereskan dengan trigger; faktor probe di menu harus sama dengan sakelar probe.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 4.2: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktel&node=SMKTEL-4.2

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Sub bab 4.3 · Kode nilai komponen pasif

SMKTEL-4.3

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu mengenali **komponen pasif** (resistor, kapasitor, potensiometer) lewat **kode umumnya**. Subtopik ini dalam Peta Topik bernama "Kode Nilai dan Kemasan Komponen Elektronika", jadi kamu juga perlu tahu bentuk kemasan komponen. Soal biasanya menyajikan **tabel**: daftar laci gudang dengan label, atau komponen dengan warna gelang atau kode angka. Kamu diminta **menentukan nilai** dari kodenya, **mencari yang tidak cocok** dengan labelnya, atau **memilih komponen yang memenuhi syarat** (nilai dan toleransi). Kata kunci: **pengali menyatakan jumlah nol yang ditambahkan, dan angka 0 berarti tanpa nol tambahan**, serta **satuan dasar kapasitor adalah pF**.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- membaca nilai dan toleransi resistor 4 gelang dan 5 gelang, termasuk pengali emas dan perak;
- membaca kode angka resistor SMD (3 dan 4 angka, huruf R) dan menentukan warna gelang untuk nilai tertentu;
- membaca kode kapasitor (tiga angka, huruf toleransi, kode tegangan) dan mengubah satuan pF, nF, dan µF;
- menyebut nilai standar deret E12 dan membaca kode potensiometer;
- mengenali kemasan komponen THT dan SMD, serta memeriksa komponen dengan multimeter terhadap toleransinya.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Bayangkan laci gudang berisi ratusan resistor kecil sepanjang kuku. Tidak ada tulisan yang cukup besar di badannya, tetapi teknisi tetap mengenali nilainya dalam sekejap. Rahasianya adalah **kode**: warna gelang pada resistor lubang, deretan angka pada komponen permukaan, atau tiga angka pada kapasitor. Kode itu singkat, tetapi aturannya pasti. Jika kamu hafal pola dan alasannya, kamu tidak akan keliru membaca. Sub bab ini membahas kode resistor, kode kapasitor, nilai standar, potensiometer, dan kemasan komponen.

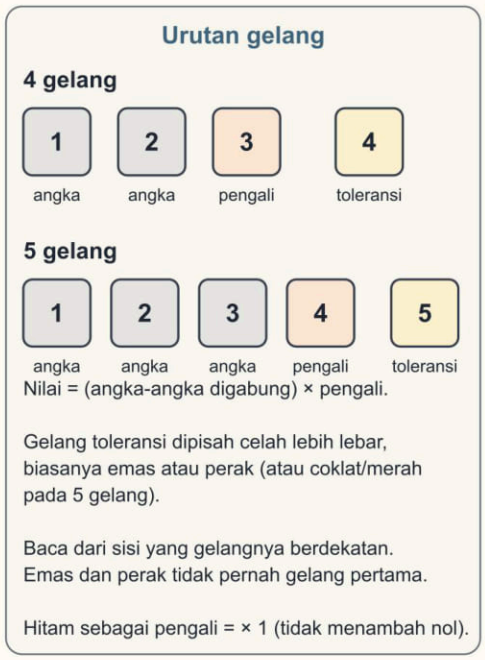
1. Resistor dan kode warna 4 gelang

Resistor adalah komponen yang menghambat arus; nilainya dalam ohm (Ω). Resistor lubang kecil memakai **gelang warna** yang melingkari badannya. Setiap warna mewakili angka, pengali, atau toleransi. Lihat Gambar 4.11.

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

Kode warna resistor

Warna	Angka	Pengali	Toleransi
hitam	0	× 1	—
coklat	1	× 10	± 1 %
merah	2	× 100	± 2 %
oranye	3	× 1.000 (1 k)	—
kuning	4	× 10.000 (10 k)	—
hijau	5	× 100 k	± 0,5 %
biru	6	× 1 M	± 0,25 %
ungu	7	× 10 M	± 0,1 %
abu-abu	8	× 100 M	± 0,05 %
putih	9	× 1 G	—
emas	—	× 0,1	± 5 %
perak	—	× 0,01	± 10 %
(tanpa gelang)	—	—	± 20 %



Gambar 4.11 Tabel kode warna resistor beserta urutan gelang pada resistor 4 dan 5 gelang. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Angka warna: **hitam 0, coklat 1, merah 2, oranye 3, kuning 4, hijau 5, biru 6, ungu 7, abu-abu 8, putih 9**. Urutan ini sama dengan urutan warna pelangi di tengahnya, dengan hitam dan coklat di awal serta abu-abu dan putih di akhir.

Pada resistor **4 gelang**:

- gelang 1 = angka pertama;
- gelang 2 = angka kedua;
- gelang 3 = **pengali**: 10 pangkat angka warna itu (merah = 10^2 = 100, oranye = 10^3 = 1.000, dan seterusnya);
- gelang 4 = **toleransi**.

Nilai = (angka 1 dan angka 2 digabung) × pengali. Contoh: hijau (5), biru (6), oranye (× 1.000) berarti 56 × 1.000 = 56.000 Ω = 56 kΩ.

Cara cepat: pengali berarti **menambahkan nol di belakang angka gabungan sebanyak angka warnanya**: merah menambah 2 nol, oranye 3 nol, kuning 4 nol. Kesalahan yang sering terjadi ialah menganggap **hitam menambah satu nol**. Hitam bernilai 0, jadi pengalinya 10^0 = 1 dan **tidak ada nol yang ditambahkan**. Misalnya hijau–biru–hitam bernilai 56 Ω, bukan 560 Ω. Bila kamu selalu memakai "pengali = 10 pangkat angka warna", kesalahan itu tidak terjadi.

Pengali emas dan perak dipakai untuk resistor bernilai kecil. **Emas = × 0,1** dan **perak = × 0,01**. Misalnya merah (2), ungu (7), emas (× 0,1) = 27 × 0,1 = 2,7 Ω.

2. Toleransi, 5 gelang, dan cara menentukan arah baca

Nilai resistor yang tertulis tidak persis sama dengan nilai sebenarnya. Pabrik menjamin nilai sebenarnya berada dalam **toleransi**, yaitu simpangan yang diizinkan dalam persen. **Emas =**

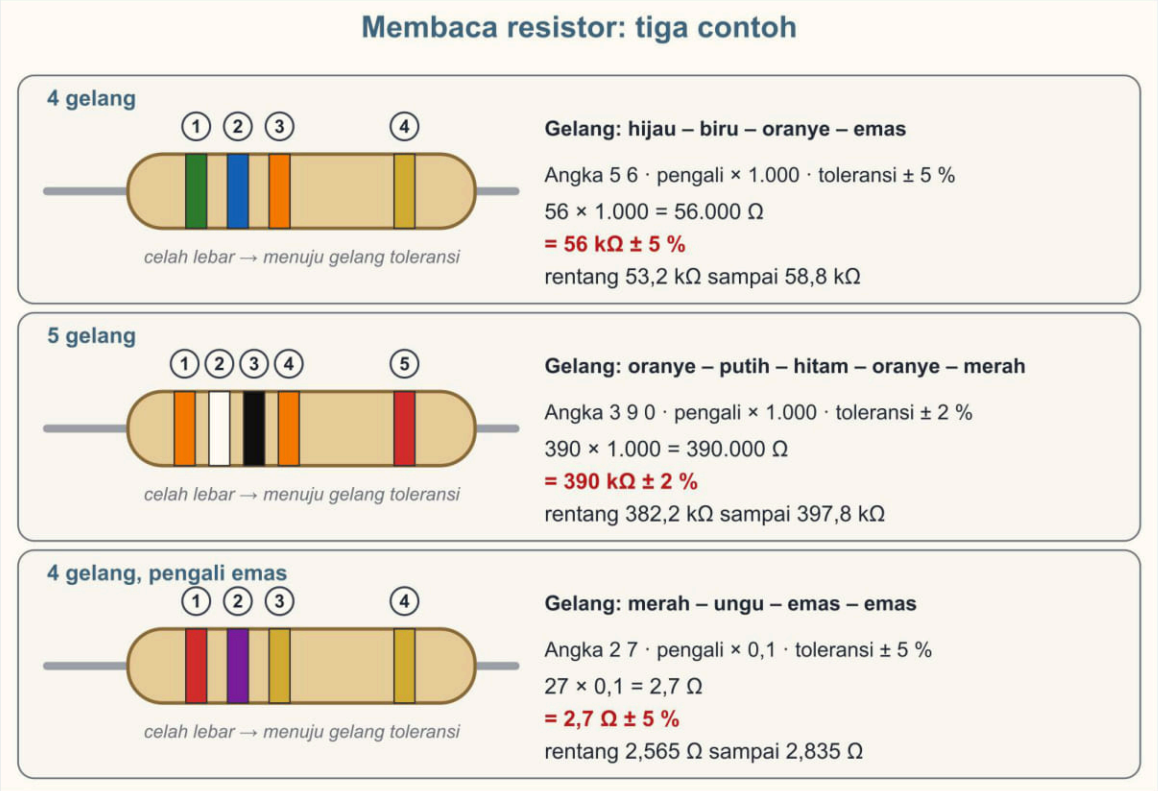
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

±5 %, **perak = ±10 %**, **coklat = ±1 %**, **merah = ±2 %**, dan resistor tanpa gelang toleransi = ±20 %. Warna lain yang lebih langka (hijau ±0,5 %, biru ±0,25 %, ungu ±0,1 %, abu-abu ±0,05 %) ada di Gambar 4.11. Toleransi ±1 % atau lebih kecil dipakai pada rangkaian yang menuntut ketelitian, seperti penguat sensor.

Rentang yang diizinkan = nilai × (1 − toleransi) sampai nilai × (1 + toleransi). Resistor 56 kΩ ±5 % bernilai antara 53,2 kΩ (56 × 0,95) dan 58,8 kΩ (56 × 1,05).

Resistor **5 gelang** dipakai bila diperlukan ketelitian lebih tinggi. Urutannya: **tiga angka**, **pengali**, lalu **toleransi**. Misalnya oranye (3), putih (9), hitam (0), oranye (× 1.000), merah (±2 %) berarti 390 × 1.000 = 390.000 Ω = 390 kΩ ±2 %.

Lihat Gambar 4.12 untuk tiga contoh lengkap.



Gambar 4.12 Tiga contoh membaca resistor: 4 gelang, 5 gelang, dan 4 gelang dengan pengali emas. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Dari sisi mana resistor dibaca? Tiga petunjuk membantu:

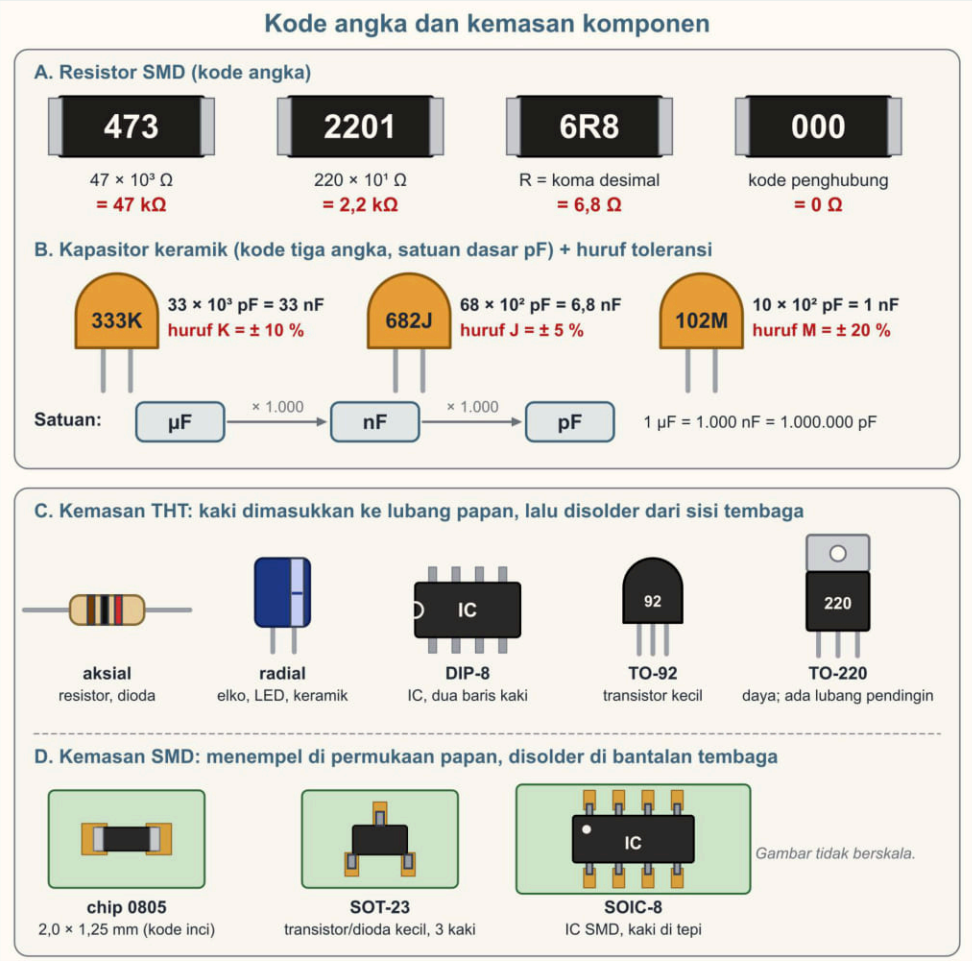
1. Gelang toleransi dipisahkan **celah lebih lebar** daripada jarak antargelang lain. Baca dari ujung yang berseberangan dengan celah itu.
2. **Emas dan perak tidak pernah menjadi gelang pertama.** Bila ada gelang emas atau perak di salah satu ujung, ujung itu adalah ujung toleransi.
3. Pada 5 gelang, bila gelang terakhir coklat atau merah (toleransi ±1 % atau ±2 %), gelang itu tetap gelang toleransi dan arah baca ditentukan dari celahnya.

3. Kode angka resistor SMD

Resistor **SMD** (*surface mount device*) berbentuk kotak kecil yang dilekatkan di permukaan papan. Badannya terlalu kecil untuk gelang, sehingga nilainya ditulis dengan **kode angka** (lihat Gambar 4.13 bagian A).

- **Kode 3 angka**: dua angka pertama adalah **angka nilai**, angka ketiga adalah **pangkat sepuluh pengali**. Kode "AB C" bernilai **AB × 10^C Ω**. Misalnya 473 = 47 × 10^3 = 47.000 Ω = 47 kΩ.
- **Kode 4 angka**: tiga angka pertama adalah angka nilai dan angka keempat adalah pangkat sepuluh. Kode "ABC D" bernilai ABC × 10^D Ω. Misalnya 2201 = 220 × 10^1 = 2.200 Ω = 2,2 kΩ. Kode 4 angka dipakai pada resistor berketelitian tinggi (toleransi kecil).
- **Huruf R** berarti **koma desimal** (digantikan oleh R). 6R8 = 6,8 Ω. 0R5 = 0,5 Ω.
- **000** atau **0** menandakan resistor 0 Ω, yaitu jumper penghubung pada papan.

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



Gambar 4.13 Kode angka resistor SMD dan kapasitor keramik, tangga satuan, serta kemasan komponen THT dan SMD. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Perhatikan peran **angka ketiga 0**. Karena $10^0 = 1$, angka ketiga 0 berarti **tanpa nol tambahan**: kode 100 bernilai 10 × 1 = 10 Ω, bukan 100 Ω. Kekeliruan ini sama dengan masalah pengali hitam pada resistor gelang.

4. Kapasitor: satuan dan kode

Kapasitor menyimpan muatan listrik; kemampuannya disebut **kapasitansi**, dalam **farad (F)**. Farad terlalu besar untuk komponen elektronika, sehingga dipakai satuan kecil:

- **1 µF** (mikrofarad) = 10^{-6} F
- **1 nF** (nanofarad) = 10^{-9} F, dan **1 µF = 1.000 nF**
- **1 pF** (pikofarad) = 10^{-12} F, dan **1 nF = 1.000 pF**, sehingga **1 µF = 1.000.000 pF**

Perpindahan satu langkah (µF → nF → pF) mengalikan 1.000. Urutan menurun inilah yang harus kamu hafal; sering kali soal sengaja menukar nF dan pF.

Kapasitor keramik kecil dan kapasitor film memakai **kode tiga angka**, dengan **satuan dasar pF**. Seperti kode SMD: dua angka pertama adalah nilai, angka ketiga adalah pangkat sepuluh. Kode "AB C" bernilai **AB × 10^C pF**.

- 103 = 10 × 10^3 pF = 10.000 pF = 10 nF.

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

- 471 = 47 × 10^1 pF = 470 pF.
- Angka ketiga 0 berarti tanpa nol tambahan: 330 = 33 pF, bukan 330 pF.
- Bila hanya ada dua angka (misalnya 47), nilainya langsung dalam pF.

Setelah tiga angka kadang ada **huruf** yang menunjukkan **toleransi** kapasitor: **J = ±5 %**, **K = ±10 %**, **M = ±20 %**. Jadi "333K" berarti 33 × 10^3 pF = 33 nF dengan toleransi ±10 %.

Kapasitor film dan polyester kadang memuat **kode tegangan kerja** di depan angka, misalnya "2E473K". Kode huruf-angka di depan menandakan tegangan maksimum yang boleh diberikan. Beberapa contoh yang umum: 1H = 50 V, 1J = 63 V, 2A = 100 V, 2E = 250 V. Kode ini bervariasi antarpabrikan, jadi bila ragu periksa lembar data. "2E473K" berarti 47 nF, ±10 %, tegangan kerja 250 V. Kapasitor elektrolit (elko) yang berukuran lebih besar menuliskan nilai dan tegangannya langsung, misalnya "100 µF 25 V", serta ada tanda pada sisi kaki negatif; pembahasan lebih lanjut ada pada sub bab komponen pasif dalam rangkaian.

5. Nilai standar: deret E12

Pabrik tidak membuat resistor bernilai sembarang. Nilai dibuat mengikuti **deret nilai standar** supaya masuk akal secara ekonomi. Untuk resistor toleransi ±10 % dipakai **deret E12**, yaitu 12 nilai per kelipatan sepuluh:

Dekade	Nilai deret E12
10 sampai 82	10, 12, 15, 18, 22, 27, 33, 39, 47, 56, 68, 82
dikalikan 10	100, 120, 150, 180, 220, 270, 330, 390, 470, 560, 680, 820
dikalikan 1.000	1 k, 1,2 k, 1,5 k, 1,8 k, 2,2 k, 2,7 k, 3,3 k, 3,9 k, 4,7 k, 5,6 k, 6,8 k, 8,2 k

Setiap nilai kira-kira 1,21 kali nilai sebelumnya (karena 10^(1/12) ≈ 1,21), sehingga rentang toleransi ±10 % nilai yang berdekatan saling bertumpang. Untuk toleransi ±5 % dipakai **deret E24** (24 nilai per dekade, termasuk 11, 13, 16, 20, 24, 30, 36, 43, 51, 62, 75, 91). Toleransi ±1 % memakai deret yang lebih rapat lagi (E96).

Bila hasil hitung rancangan tidak ada di deret, pilih nilai deret yang **terdekat**. Misalnya perhitungan menghasilkan 1,3 kΩ. Nilai E12 terdekat adalah 1,2 kΩ (selisih 0,1) dan 1,5 kΩ (selisih 0,2), jadi pilih 1,2 kΩ, atau susun dua resistor seri atau paralel untuk mendekati nilai itu.

6. Potensiometer dan trimpot

Potensiometer adalah resistor yang nilainya dapat diubah dengan memutar atau menggeser. Ia memiliki **tiga kaki**: dua kaki ujung (di antaranya ada hambatan total) dan satu kaki tengah, **penyapu** (*wiper*). Memutar poros menggerakkan penyapu sehingga hambatan antara penyapu dan masing-masing ujung berubah, sedangkan jumlah keduanya tetap sama dengan hambatan total. **Trimpot** adalah potensiometer kecil yang disetel dengan obeng.

Nilainya biasanya tertulis dengan kode seperti "B103" atau "A50K".

- Angka atau huruf K menyatakan **nilai total**: 103 = 10 × 10^3 = 10 kΩ; 50K = 50 kΩ.
- Huruf di depan menyatakan **jenis kurva**: **B = linier** (hambatan berubah sebanding dengan

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

putaran), **A = logaritmik** (umum untuk pengatur volume audio). Sebagian produk memakai huruf lain, jadi periksa lembar data.

Untuk memeriksa potensiometer 10 kΩ dengan multimeter Ω: ukur antara dua kaki ujung, hasilnya sekitar 10 kΩ pada posisi apa pun. Ukur antara penyapu dan satu ujung: hasil berubah dari mendekati 0 sampai mendekati 10 kΩ saat poros diputar. Jumlah dua pengukuran penyapu ke ujung kiri dan ke ujung kanan sama dengan hambatan total.

7. Kemasan komponen: THT dan SMD

Kemasan (*package*) adalah bentuk fisik komponen dan susunan kakinya. Dua keluarga besar adalah THT dan SMD (Gambar 4.13 bagian C dan D).

THT (*through-hole technology*): kaki komponen **dimasukkan ke lubang** papan lalu disolder di sisi tembaga. Mudah dipegang dan dipasang tangan, sehingga umum di bengkel sekolah dan prototipe. Kemasan THT yang perlu kamu kenal:

- **Aksial**: kaki keluar dari kedua ujung badan, segaris. Contoh: resistor dan dioda penyearah.
- **Radial**: kedua kaki keluar dari satu sisi badan. Contoh: elko, kapasitor keramik, LED.
- **DIP** (*dual in-line package*): IC dengan dua baris kaki berjarak 2,54 mm. Ada takik atau titik di dekat kaki nomor 1.
- **TO-92**: badan setengah silinder dengan tiga kaki, untuk transistor kecil.
- **TO-220**: badan plastik dengan **tab logam berlubang** untuk dipasang pada pendingin, untuk komponen berdaya lebih besar seperti regulator tegangan dan transistor daya.

SMD (*surface mount device*): komponen **menempel di permukaan** papan pada bantalan tembaga, tanpa lubang. Ukurannya kecil dan ringan sehingga pabrik memasangnya dengan mesin pada produksi massal (teknologi SMT). Kemasan SMD yang perlu kamu kenal:

- **Chip persegi panjang** untuk resistor dan kapasitor, dengan kode ukuran empat angka dalam inci: **0603** (±1,6 × 0,8 mm), **0805** (±2,0 × 1,25 mm), dan **1206** (±3,2 × 1,6 mm).
- **SOT-23**: kemasan kecil bertiga kaki untuk transistor atau dioda.
- **SOIC**: IC SMD dengan kaki berbentuk sayap camar di dua sisi.

Hubungan kemasan dengan daya dan ukuran: komponen berdaya lebih besar membutuhkan badan yang lebih besar untuk membuang panas. Pada resistor THT, ukuran badan menunjukkan daya (misalnya ¼ W lebih kecil daripada 1 W). Pada resistor chip, kode ukuran yang lebih besar berarti daya lebih besar (misalnya 0603 sekitar 1/10 W dan 1206 sekitar ¼ W; nilai pastinya tertera pada lembar data). Komponen yang menghasilkan panas besar memakai TO-220 dengan pendingin.

Hubungan kemasan dengan teknik solder: **THT** disolder per kaki dengan solder biasa; **SMD** perlu ujung solder kecil, flux, dan pinset, serta kehati-hatian karena panas mudah merusak komponen kecil. Melepas IC SMD memakai solder uap dengan suhu dan aliran udara yang diatur agar komponen di sekitarnya tidak tertiup. Cara mengenali kemasan: periksa apakah ada kaki yang menembus papan (THT) atau komponen menempel rata (SMD); lihat bentuk badan dan jumlah kaki; baca kode ukuran atau nama kemasan pada lembar data.

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

8. Memeriksa nilai dengan multimeter

Kode memberi nilai dan toleransi; multimeter membuktikannya. Putar selektor ke Ω dengan batas ukur yang sesuai, lepaskan satu kaki komponen dari papan (sehingga jalur paralel tidak ikut terukur), dan pegang probe pada bagian berinsulasi. Bandingkan hasil dengan **rentang toleransi**: bila berada di dalam rentang, resistor layak pakai; bila di luar, resistor dikembalikan atau diganti. Hasil ukur yang sedikit berbeda dari nilai tertulis namun masih di dalam rentang bukanlah kerusakan.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Membaca lima resistor

Bagian gudang sekolah mengecek lima resistor dari kantong campuran. Tentukan nilai dan toleransi tiap resistor. *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

Gelang (kiri ke kanan)	Perhitungan	Hasil
coklat – hijau – kuning – emas	15 × 10.000	150 kΩ ±5 %
biru – abu-abu – merah – perak	68 × 100	6,8 kΩ ±10 %
oranye – oranye – hitam – hitam – coklat	330 × 1	330 Ω ±1 %
coklat – hitam – hitam – emas – coklat	100 × 0,1	10 Ω ±1 %
hijau – coklat – hitam – perak	51 × 1	51 Ω ±10 %

1. Tentukan 4 atau 5 gelang dari celahnya, lalu pisahkan gelang toleransi.
2. Gabungkan angka (dua angka pada 4 gelang, tiga angka pada 5 gelang).
3. Kalikan dengan 10 pangkat angka gelang pengali (hitam = × 1; emas = × 0,1; perak = × 0,01).
4. Tulis toleransi dari gelang terakhir.

Jawaban: sesuai kolom Hasil. Perhatikan baris 3 dan 5: pengali hitam tidak menambah nol, dan pada baris 4 pengali emas membuat nilainya lebih kecil daripada angka gabungannya.

Contoh 2 — Menentukan warna gelang untuk nilai tertentu

Seorang siswa membutuhkan tiga resistor: (a) 33 kΩ ±5 % (4 gelang); (b) 1,2 MΩ ±1 % (5 gelang); (c) 0,47 Ω ±5 % (4 gelang). Tentukan urutan warna gelangnya. *Kasus disusun untuk contoh; tokoh fiktif.*

1. (a) 33 kΩ = 33 × 1.000. Angka 3 dan 3 → oranye, oranye. Pengali 1.000 = 10^3 → oranye. ±5 % → emas. Urutan: **oranye – oranye – oranye – emas**.
2. (b) 1,2 MΩ = 1.200.000 Ω = 120 × 10.000. Tiga angka 1, 2, 0 → coklat, merah, hitam. Pengali 10.000 = 10^4 → kuning. ±1 % → coklat. Urutan: **coklat – merah – hitam – kuning – coklat**.
3. (c) 0,47 Ω = 47 × 0,01. Angka 4 dan 7 → kuning, ungu. Pengali 0,01 → perak. ±5 % → emas. Urutan: **kuning – ungu – perak – emas**.

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

4. Periksa balik: (a) 33 × 1.000 = 33 kΩ ✓; (b) 120 × 10.000 = 1,2 MΩ ✓; (c) 47 × 0,01 = 0,47 Ω ✓.

Jawaban: (a) oranye–oranye–oranye–emas; (b) coklat–merah–hitam–kuning–coklat; (c) kuning–ungu–perak–emas.

Contoh 3 — Mengubah kode kapasitor menjadi satuan nF dan µF

Tiga kapasitor keramik bertuliskan 683K, 331, dan 225M. Tentukan nilai tiap kapasitor dalam pF, nF, dan µF, beserta toleransinya, lalu urutkan dari terkecil ke terbesar. *Kasus disusun untuk contoh; usaha fiktif.*

1. **683K**: 68 × 10^3 pF = 68.000 pF = 68 nF = 0,068 µF. Huruf K = ±10 %.
2. **331**: 33 × 10^1 pF = 330 pF = 0,33 nF = 0,00033 µF. Tanpa huruf toleransi.
3. **225M**: 22 × 10^5 pF = 2.200.000 pF = 2.200 nF = 2,2 µF. Huruf M = ±20 %.
4. Urutkan: 330 pF < 68.000 pF < 2.200.000 pF.

Jawaban: 330 pF (0,33 nF) < 68 nF (0,068 µF, ±10 %) < 2,2 µF (±20 %).

Contoh 4 — Kode angka resistor SMD

Tiga resistor SMD pada sebuah papan servis bertuliskan 152, 1003, dan 2R2. Tentukan nilainya. *Kasus disusun untuk contoh; usaha fiktif.*

1. **152**: kode 3 angka, 15 × 10^2 = 1.500 Ω = **1,5 kΩ**.
2. **1003**: kode 4 angka, 100 × 10^3 = 100.000 Ω = **100 kΩ**.
3. **2R2**: huruf R = koma desimal, jadi 2,2 Ω = **2,2 Ω**.

Jawaban: 1,5 kΩ; 100 kΩ; dan 2,2 Ω.

Contoh 5 — Memeriksa toleransi dengan multimeter

Resistor bergelang coklat–abu-abu–hitam–coklat–coklat dipakai pada penguat sensor yang menuntut ketelitian. Dua resistor dari kantong yang sama diukur dengan multimeter dan menghasilkan 1,79 kΩ dan 1,83 kΩ. Resistor mana yang layak dipakai? *Kasus disusun untuk contoh; usaha fiktif.*

1. Baca kode: 180 × 10 = 1.800 Ω = 1,8 kΩ, toleransi coklat = ±1 %.
2. Hitung rentang: 1% dari 1.800 Ω = 18 Ω, jadi batasnya 1.782 Ω sampai 1.818 Ω (1,782 kΩ sampai 1,818 kΩ).
3. Bandingkan: 1,79 kΩ = 1.790 Ω berada di dalam rentang. 1,83 kΩ = 1.830 Ω berada di atas batas 1.818 Ω.

Jawaban: resistor yang terukur 1,79 kΩ layak dipakai; yang terukur 1,83 kΩ di luar toleransi ±1 %, sehingga dikembalikan atau tidak dipakai.

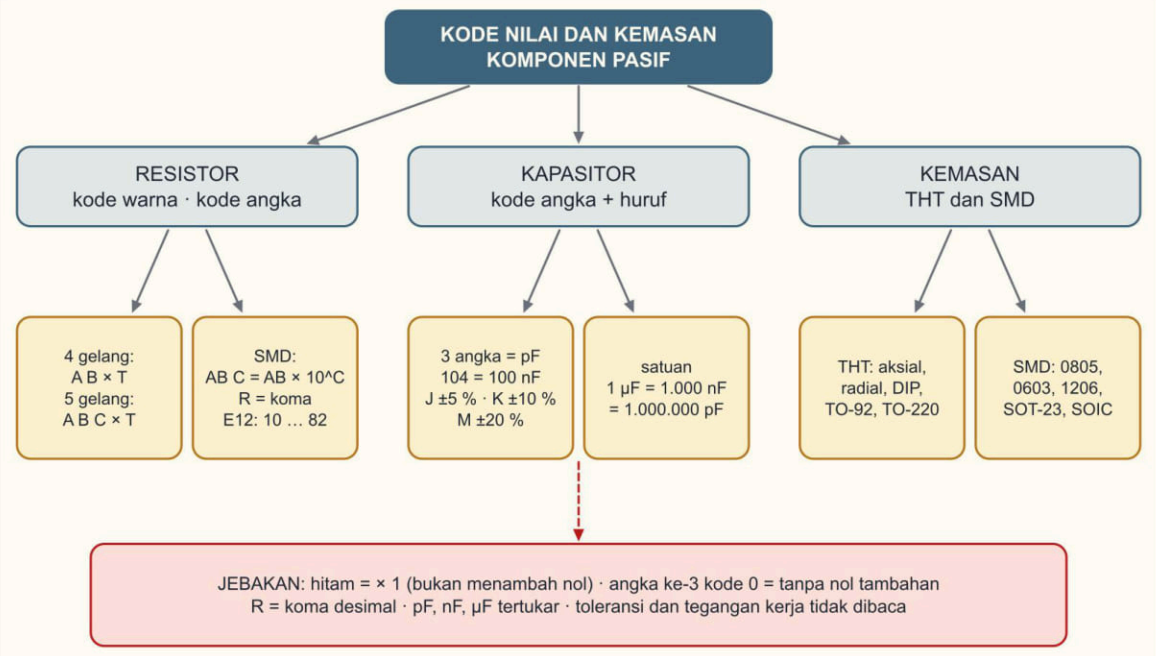
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Resistor gelang**: nilai = (angka-angka gabungan) × 10^(angka warna pengali). **Hitam = × 1**; **emas = × 0,1**; **perak = × 0,01**. Toleransi: **emas ±5 %, perak ±10 %, coklat ±1 %, merah ±2 %**.
- **Resistor SMD**: "AB C" = AB × 10^C; "ABC D" = ABC × 10^D; **R = koma desimal**; angka terakhir 0 = tanpa nol tambahan.
- **Kapasitor**: tiga angka dalam **pF**; huruf **J ±5 %, K ±10 %, M ±20 %**; **1 µF = 1.000 nF = 1.000.000 pF**.
- **Deret E12** (10, 12, 15, 18, 22, 27, 33, 39, 47, 56, 68, 82) untuk toleransi ±10 %; pilih nilai terdekat bila perlu.
- **Potensiometer**: tiga kaki; kode seperti B103 = linier 10 kΩ.
- **Kemasan**: THT (aksial, radial, DIP, TO-92, TO-220) dan SMD (chip 0603/0805/1206, SOT-23, SOIC); badan lebih besar = daya lebih besar.
- Periksa dengan multimeter: **satu kaki dilepas**, bandingkan dengan **rentang toleransi**.

Gambar 4.14 merangkum semuanya.



Gambar 4.14 Peta konsep kode nilai dan kemasan komponen pasif. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal kode nilai komponen:

1. **Tentukan jenis kode**: gelang warna, angka SMD, atau angka kapasitor; dan jumlah gelang atau angka.
2. **Pisahkan bagian-bagian kode**: angka nilai, pengali (pangkat sepuluh), lalu toleransi (gelang terakhir atau huruf).
3. **Hitung nilai** dengan rumus AB × 10^C dan ubah ke satuan yang diminta (Ω, kΩ, MΩ atau pF, nF, µF).
4. **Pada soal tabel**, hitung SETIAP baris sebelum memilih; jangan berhenti pada baris yang tampak janggal pertama.
5. **Periksa syarat tambahan**: toleransi, tegangan kerja, atau rentang ukur. Dua opsi dapat memiliki nilai sama tetapi hanya satu yang memenuhi toleransi atau tegangan.
6. **Cek kewajaran satuan**: pF, nF, dan µF berselisih 1.000 kali.

Jebakan khas:

- **Gelang hitam dikira menambah satu nol.** Pengali hitam = × 1.
- **Pengali merah atau oranye tertukar** (× 100 dan × 1.000). Selalu pakai angka warna sebagai pangkat sepuluh.
- **Angka ketiga 0 pada kode angka dikira menambah satu nol.** Angka 0 berarti tanpa nol tambahan; 100 = 10 Ω dan 330 pF = 33 pF.
- **Huruf R dilewati.** R adalah koma desimal.
- **pF dan nF tertukar**, atau satuan tidak dikonversi ke satuan yang sama dengan label.
- **Nilai benar tetapi toleransi atau tegangan tidak memenuhi syarat.** Opsi yang tampak benar dapat gugur karena huruf toleransi atau kode tegangan.
- **Resistor dibaca dari arah yang salah.** Baca dari ujung yang berseberangan dengan gelang toleransi.
- **Hasil ukur sedikit berbeda dianggap rusak.** Selama berada dalam rentang toleransi, komponen baik.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menyajikan laci gudang dengan label dan warna gelang. Hitung nilai tiap resistor dengan aturan pada bagian 1 dan 2 (angka, pengali, toleransi), lalu cari yang tidak cocok. Jebakan terbesar ada pada pengali, jadi periksa setiap baris.

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

►. Saat merapikan gudang komponen (2027), Putri mengambil satu resistor dari setiap laci dan mencocokkan gelang warnanya dengan label laci.

Laci	Label laci	Warna gelang resistor
1	1 kΩ	coklat – hitam – merah – emas
2	470 Ω	kuning – ungu – coklat – emas
3	22 kΩ	merah – merah – oranye – emas
4	68 Ω	biru – abu-abu – hitam – emas
5	3,3 kΩ	oranye – oranye – coklat – emas

Kode angka warna: hitam 0, coklat 1, merah 2, oranye 3, kuning 4, hijau 5, biru 6, ungu 7, abu-abu 8, putih 9.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Laci yang isinya tidak sesuai dengan labelnya adalah ....

A. Laci 2, karena isinya bernilai 47 Ω
B. Laci 3, karena isinya bernilai 2,2 kΩ
C. Laci 4, karena isinya bernilai 680 Ω
D. Laci 1, karena isinya bernilai 100 Ω
E. Laci 5, karena isinya bernilai 330 Ω

Pembahasan **Kunci: E**

Konsep: Resistor 4 gelang: gelang 1 dan 2 = dua angka pertama, gelang 3 = pengali 10^n (n = angka warna), gelang 4 = toleransi (emas ±5%).

Langkah:
1. Laci 1: $10 \times 10^2 = 1.000\ \Omega = 1\ k\Omega$ ✓.
2. Laci 2: $47 \times 10^1 = 470\ \Omega$ ✓.
3. Laci 3: $22 \times 10^3 = 22\ k\Omega$ ✓.
4. Laci 4: $68 \times 10^0 = 68\ \Omega$ ✓.
5. Laci 5: $33 \times 10^1 = 330\ \Omega$, bukan 3,3 kΩ ✗.

Analisis setiap opsi:
- **A.** ✗ Gelang ketiga coklat dibaca ×1, padahal coklat = ×10; laci 2 sesuai.
- **B.** ✗ Gelang oranye dibaca ×100, padahal oranye = ×1.000; laci 3 sesuai.
- **C.** ✗ Jebakan: gelang hitam dikira menambah satu nol, padahal hitam = ×1; laci 4 sesuai.
- **D.** ✗ Gelang merah dibaca ×10, padahal merah = ×100; laci 1 sesuai.
- **E.** ✓ 33 × 10 = 330 Ω, sedangkan labelnya 3,3 kΩ.

Jawaban: E.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk setiap soal, tulis dulu hasil perhitungan tiap baris atau tiap pernyataan, baru pilih jawaban.

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

1. Dimas menyortir kapasitor keramik dari papan bekas ke dalam laci berlabel nilai (2027). Ada tiga jenis kode pada badan kapasitor: "104", "220", dan "472". Label laci di gudang ditulis dalam satuan pF, nF, atau µF, sehingga Dimas harus mengubah kode itu ke satuan yang sesuai sebelum memasukkan kapasitor ke laci.
(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
Kapasitor berkode 104 dimasukkan ke laci 100 nF (0,1 µF).	○	○
Kapasitor berkode 220 dimasukkan ke laci 220 nF.	○	○
Kapasitor berkode 472 dimasukkan ke laci 4,7 nF.	○	○

2. Teknisi gudang meminta Lina memeriksa kecocokan kode resistor SMD dengan label gulungannya (2027). Kode SMD tiga angka: dua angka pertama adalah angka nilai dan angka ketiga adalah jumlah nol; huruf R menunjukkan koma desimal.

Gulungan	Label	Kode pada resistor
R1	10 kΩ	103
R2	4,7 kΩ	472
R3	100 Ω	100
R4	4,7 Ω	4R7
R5	220 Ω	221

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Gulungan yang isinya tidak sesuai dengan labelnya adalah ....

A. R2, karena kodenya bernilai 472 Ω
B. R4, karena kodenya bernilai 47 Ω
C. R3, karena kodenya bernilai 10 Ω
D. R5, karena kodenya bernilai 2,2 kΩ
E. R1, karena kodenya bernilai 103 Ω

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

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

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa gelang hitam sebagai pengali berarti × 1 dan bukan "tambah satu nol"? Bagaimana hal yang sama berlaku pada angka ketiga kode kapasitor?
- Sebuah kapasitor bertuliskan "473J". Berapa nilainya dalam nF dan berapa toleransinya?
- **Yang harus kuingat:** nilai = angka × 10^pengali (hitam = × 1); satuan dasar kapasitor pF dan 1 µF = 1.000 nF; periksa toleransi dengan rentang nilai × (1 ± toleransi).

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 4.3: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktel&node=SMKTEL-4.3

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

Sub bab 4.4 · Komponen pasif dalam rangkaian: resistor, kapasitor, induktor

SMKTEL-4.4

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu **menerapkan komponen pasif pada rangkaian DC sederhana** bertegangan rendah. Kata kerjanya "menerapkan", bukan "menyebutkan". Soal tidak akan bertanya "apa kepanjangan LDR". Soal akan menceritakan sebuah papan atau proyek, lalu memintamu **memilih nilai resistor**, **memilih susunan atau pengganti kapasitor** dari tabel stok, atau **menjelaskan mengapa sebuah rangkaian berperilaku tertentu**. Hampir semua soal di bagian ini memakai hitungan satu langkah dan satu aturan seleksi: "mana yang memenuhi semua syarat sekaligus?".

Sub bab ini tidak mengulang kode warna dan kode angka (itu ada di sub bab 4.3). Di sini kamu belajar **untuk apa** resistor, kapasitor, dan induktor dipasang, bagaimana nilainya dihitung, dan bagaimana memilih penggantinya.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menghitung resistor pembatas arus LED dan menjelaskan cara kerja pembagi tegangan;
- menjelaskan fungsi potensiometer, trimpot, LDR, dan NTC pada rangkaian;
- menjelaskan fungsi kapasitor (menyimpan muatan, filter, kopling, penyangga) dan membaca label elko: kapasitansi, tegangan kerja, suhu kerja, ukuran;
- menghitung kapasitansi dan menilai tegangan kerja susunan kapasitor seri dan paralel, serta memilih elko pengganti;
- menghitung konstanta waktu RC, serta menjelaskan induktor dan trafo dengan rasio lilitan.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

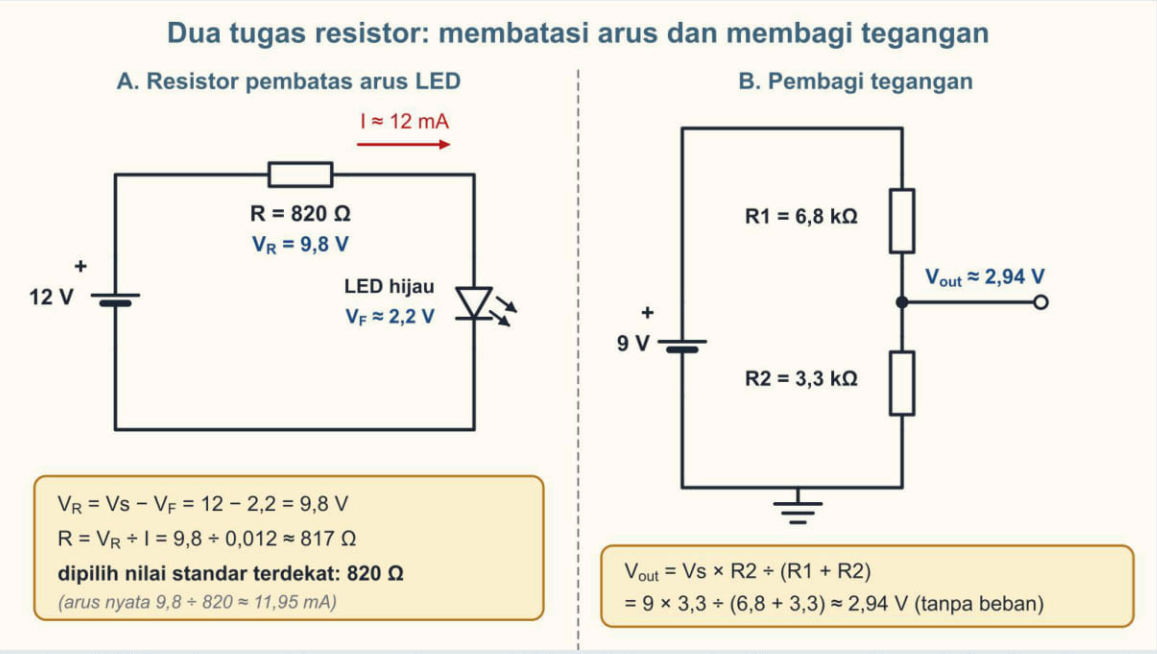
Hampir setiap papan elektronika yang kamu buka penuh dengan komponen kecil berkaki dua: resistor, kapasitor, dan kumparan. Mereka disebut **komponen pasif** karena tidak menguatkan sinyal dan tidak mengendalikan arus lewat sinyal lain. Mereka hanya menahan, menyimpan, atau membagi. Namun pekerjaan "menahan, menyimpan, dan membagi" itulah yang membuat LED aman dinyalakan, catu daya rata, dan pewaktu bisa menghitung detik. Satu komponen pasif yang salah pilih, misalnya kapasitor yang tegangan kerjanya kurang, cukup untuk membuat papan rusak.

1. Resistor: membatasi arus dan membagi tegangan

Resistor adalah komponen yang menghambat arus listrik. Hambatannya diukur dalam ohm (Ω). Hukum Ohm (sub bab 3.2) menghubungkan tiga besaran: V = I × R. Dari situ resistor punya dua

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

tugas utama. Lihat Gambar 4.15.



Gambar 4.15 Dua tugas resistor: pembatas arus LED (kiri) dan pembagi tegangan (kanan). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Tugas pertama: membatasi arus. LED (*light emitting diode*, dioda pemancar cahaya) tidak punya hambatan yang berarti ketika menyala. Jika LED disambung langsung ke baterai, arus melonjak dan LED cepat rusak. Karena itu LED **selalu** dipasang seri dengan sebuah resistor. LED punya **tegangan maju (VF)**, yaitu tegangan yang tertinggal pada LED ketika menyala. Nilainya bergantung pada warna: LED merah dan kuning sekitar 1,8–2,1 V, hijau sekitar 2,0–2,2 V, sedangkan biru dan putih sekitar 3 V atau lebih. Selisih antara tegangan sumber dan VF jatuh pada resistor. Langkahnya:

1. Hitung tegangan pada resistor: VR = Vs − VF.
2. Tentukan arus LED yang diinginkan (I). Banyak LED indikator terang cukup pada 10–20 mA; kamu selalu membaca batas arus maksimum dari lembar data.
3. Hitung R = VR ÷ I.
4. Pilih nilai resistor **standar yang paling dekat** (bukan hasil hitungan mentah), lalu hitung ulang arus nyatanya.
5. Periksa daya resistor: P = VR × I. Pilih resistor yang daya ratingnya sekitar dua kali daya hitungan (ukuran umum 1/4 W, 1/2 W, 1 W).

Perhatikan arahnya. Resistor lebih besar berarti arus lebih kecil dan LED lebih redup. Resistor lebih kecil berarti arus lebih besar dan LED lebih terang, tetapi lewat batas arus maksimum LED akan rusak. Karena itu bila hasil hitungan tidak ada di stok, pilih nilai standar yang **sedikit lebih besar**, supaya arus tetap di bawah batas.

Tugas kedua: membagi tegangan. Dua resistor seri, R1 di atas dan R2 di bawah, menghasilkan tegangan di titik tengahnya. Rumusnya: Vout = Vs × R2 ÷ (R1 + R2). Pembagi tegangan dipakai untuk membuat tegangan acuan, menurunkan tegangan sinyal, dan membaca sensor. Ada satu syarat yang sering dilupakan: rumus ini berlaku bila **beban di titik tengah hampir tidak menarik arus**. Bila sesuatu disambung ke titik Vout, beban itu menjadi paralel dengan R2. Hambatan R2 turun dan Vout ikut turun (contoh 2 menunjukkan angkanya). Aturan praktis: beban sebaiknya paling sedikit sekitar sepuluh kali R2.

Tugas lain yang lebih singkat: resistor mengubah arus menjadi tegangan (arus mengalir di resistor, tegangan di ujungnya diukur), menahan kaki masukan IC pada level tertentu, dan pada catu daya menjadi jalur pengosong kapasitor (*bleeder*).

2. Resistor yang nilainya dapat berubah: potensiometer, trimpot, LDR, NTC

Potensiometer adalah resistor dengan tiga kaki: dua kaki ujung (ujung jalur resistif) dan satu kaki tengah yang disebut **penyapu** (*wiper*). Memutar poros menggeser penyapu sepanjang jalur. Ada dua cara memakainya.

- **Sebagai pembagi tegangan.** Kedua kaki ujung dihubungkan ke sumber dan ground, penyapu menjadi keluaran. Tegangan di penyapu berubah dari 0 V sampai tegangan sumber ketika poros diputar. Contoh: potensiometer 22 kΩ pada sumber 9 V. Di posisi tengah keluarannya 4,5 V. Arus yang mengalir di jalur resistifnya adalah 9 V ÷ 22 kΩ ≈ 0,41 mA, dan nilainya tetap sama ke mana pun penyapu digeser, sebab kedua ujungnya selalu tersambung ke sumber dan ground.

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

- **Sebagai resistor variabel (reostat).** Hanya dua kaki yang dipakai: satu kaki ujung dan penyapu. Hambatan antara keduanya berubah ketika poros diputar.

Potensiometer **linear** berubah merata terhadap putaran. Potensiometer **logaritmik** berubah tidak merata dan dipakai untuk pengatur volume audio. Pada banyak potensiometer huruf B menandai tipe linear dan huruf A tipe logaritmik; selalu cek lembar data karena kebiasaan pabrik berbeda. **Trimpot** adalah potensiometer kecil yang disetel sekali dengan obeng, lalu dibiarkan, misalnya untuk menyetel batas sensitivitas sebuah sensor.

LDR (*light dependent resistor*) adalah resistor yang hambatannya turun ketika kena cahaya. Dalam gelap hambatannya besar (puluhan kΩ sampai MΩ, bergantung tipe), dalam terang kecil (kira-kira beberapa ratus Ω sampai beberapa kΩ). **NTC** (*negative temperature coefficient*) adalah resistor yang hambatannya **turun ketika suhu naik**. Nilai NTC ditulis pada suhu 25 °C; "NTC 10 kΩ" berarti 10 kΩ pada 25 °C. Lawannya, **PTC**, hambatannya naik ketika panas. LDR dan NTC hampir selalu dipasang sebagai salah satu kaki pembagi tegangan, supaya perubahan hambatan tampil sebagai perubahan tegangan yang dapat dibaca rangkaian berikutnya.

3. Kapasitor: menyimpan muatan

Kapasitor tersusun dari dua pelat penghantar yang dipisahkan bahan penyekat tipis yang disebut **dielektrik**. Bila diberi tegangan, kapasitor menyimpan muatan: **Q = C × V**, dengan Q muatan (coulomb), C kapasitansi, dan V tegangan. Satuan kapasitansi adalah farad (F). Karena 1 F sangat besar, yang dipakai adalah µF (10^{-6} F), nF (10^{-9} F), dan pF (10^{-12} F). Kapasitor yang kapasitansinya besar menyimpan lebih banyak muatan pada tegangan yang sama.

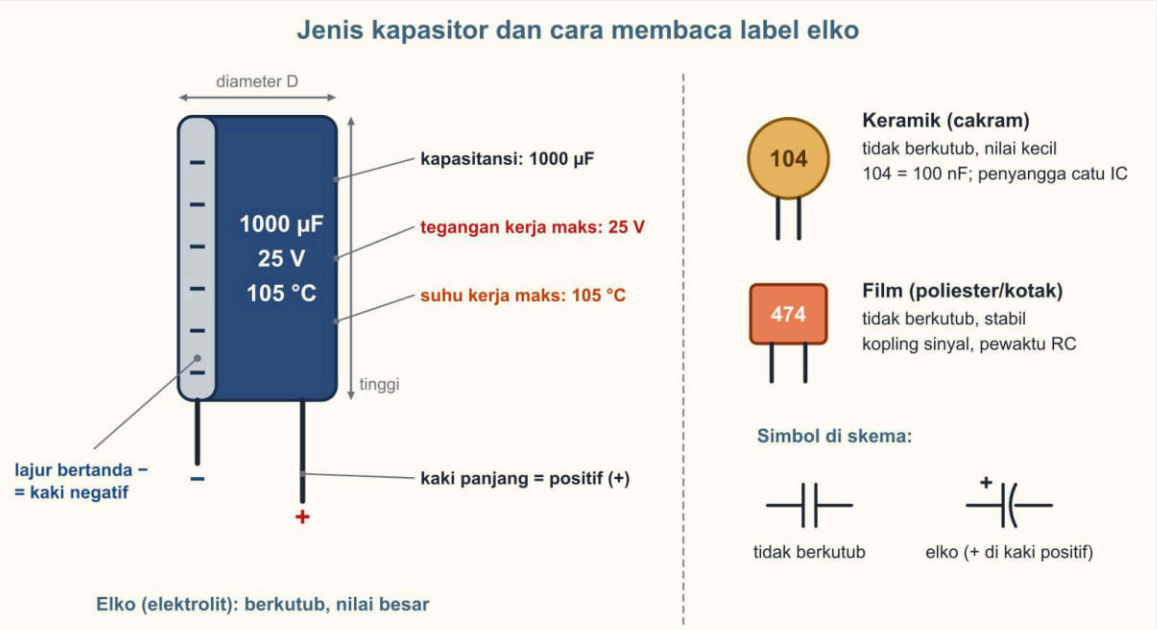
Sifat penting untuk rangkaian DC: ketika kapasitor sudah penuh terisi, **arus DC berhenti mengalir**. Kapasitor memblokir arus searah, tetapi sinyal yang berubah-ubah (AC) tetap "lewat" karena kapasitor terus terisi dan terkosong. Dari sifat itu lahir empat fungsi:

- **Filter catu daya.** Setelah penyearah, tegangan masih bergelombang (riak). Kapasitor besar mengisi saat tegangan naik dan memberi arus saat tegangan turun, sehingga keluaran lebih rata.
- **Kopling.** Kapasitor menyambung dua tingkat penguat: sinyal AC lewat, tegangan DC masing-masing tingkat tetap terpisah.
- **Penyangga (*decoupling*).** Kapasitor kecil, misalnya 100 nF, dipasang paralel antara kaki catu IC dan ground, **sedekat mungkin** dengan kaki itu. Ia menyediakan arus sesaat yang dibutuhkan IC dan meredam gangguan di jalur catu. Bila dipasang jauh, jalur panjang yang menghubungkannya sudah membawa gangguan.
- **Pewaktu.** Waktu pengisian kapasitor melalui resistor dapat dihitung (bagian 7).

4. Jenis kapasitor dan membaca label elko

Lihat Gambar 4.16. Kapasitor dibagi menurut bahan dielektriknya.

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



Gambar 4.16 Jenis kapasitor dan cara membaca label elko. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Keramik (cakram)**: kecil, **tidak berkutub**, nilainya kecil (pF sampai sekitar 1 µF). Kodenya tiga angka: "104" berarti 10 × 10^4 pF = 100.000 pF = 100 nF. Dipakai sebagai penyangga di dekat IC.
- **Film (poliester, kotak)**: tidak berkutub, stabil. Kode "474" berarti 47 × 10^4 pF = 470 nF = 0,47 µF. Dipakai untuk kopling dan pewaktu.
- **Elektrolit (elko)**: tabung berisi cairan elektrolit, nilainya besar (µF sampai ribuan µF). **Elko berkutub**: ada kaki positif dan kaki negatif.

Pada badan elko tercetak kapasitansi, tegangan kerja, dan suhu kerja, misalnya "1000 µF 25 V 105 °C". Kaki **negatif** ditandai lajur berisi tanda "−" pada badan, dan biasanya kaki ini lebih pendek. Kaki positif lebih panjang. Empat hal pada label harus kamu pahami:

1. **Kapasitansi (µF)** menentukan kemampuan menyimpan muatan. Toleransi elko umumnya besar, sekitar ±20 %, jadi nilai terukur boleh meleset dari angka di badan.
2. **Tegangan kerja (V)** adalah tegangan **maksimum** yang boleh dikenakan terus-menerus. Tegangan rangkaian harus **lebih rendah** dari tegangan kerja; teknisi biasanya memberi cadangan sekitar 25–50 % (rangkaian 12 V memakai elko 16 V atau 25 V, bukan 10 V). Elko yang kelebihan tegangan menggembung dan dapat pecah. Tegangan kerja yang lebih tinggi dari kebutuhan **tidak masalah**, hanya badannya biasanya lebih besar.
3. **Suhu kerja maksimum (85 °C atau 105 °C).** Elko memakai cairan; panas membuat cairan menguap dan elko cepat kering. Sebagai kaidah kasar, tiap kenaikan suhu sekitar 10 °C umur elko kira-kira menjadi separuh. Elko 105 °C lebih tahan panas daripada elko 85 °C. Di dekat pendingin regulator, resistor daya, atau trafo, pakailah 105 °C.
4. **Ukuran (diameter × tinggi).** Elko pengganti harus muat di ruang yang tersedia, termasuk jarak antarkaki yang cocok dengan lubang papan.

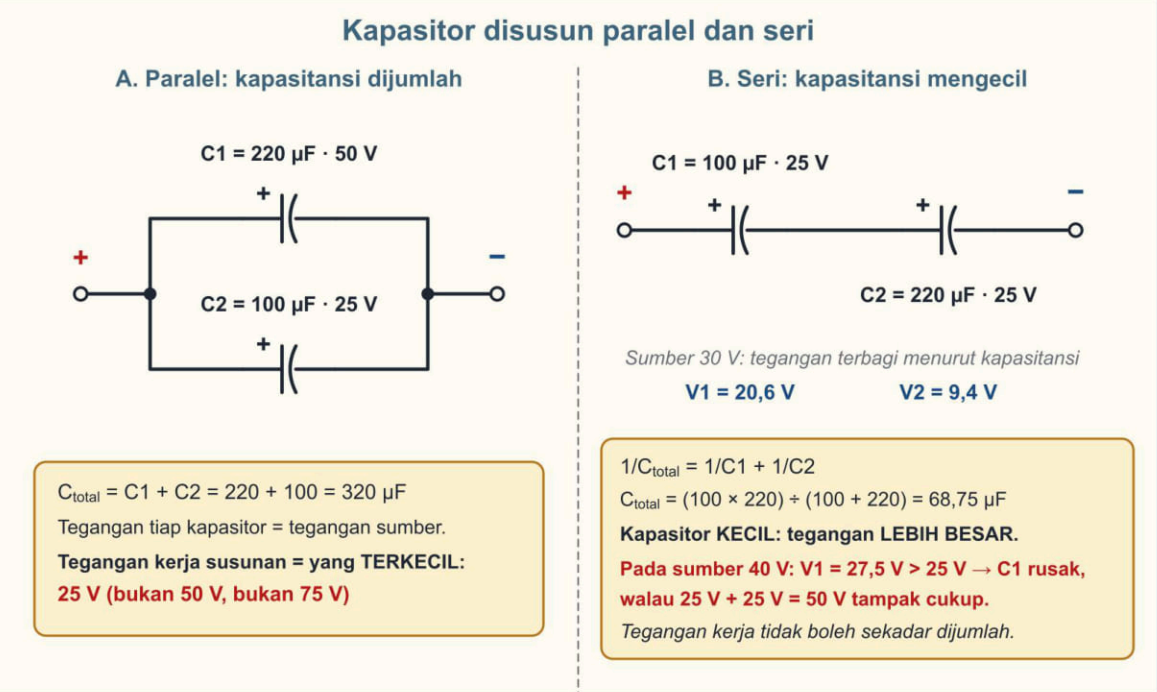
Polaritas wajib benar. Elko yang dipasang terbalik memanas, menggembung, dan dapat

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

meledak. Ketika memeriksa papan, lihat lajur "−" dan cocokkan dengan tanda di papan. Elko yang pada **bagian atasnya menggembung** atau bocor cairan sudah rusak dan harus diganti. Elko besar yang baru dicabut dari catu daya masih menyimpan muatan: kosongkan lewat resistor (beberapa ratus ohm sampai 1 kΩ), jangan dengan menghubungsingkatkan kakinya memakai obeng.

5. Kapasitor seri dan paralel

Lihat Gambar 4.17. Dua cara menyusun kapasitor memberi hasil yang berlawanan dengan resistor, jadi hati-hati.



Gambar 4.17 Kapasitor paralel (kiri) dan seri (kanan), dengan kapasitansi total dan pembagian tegangan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Paralel. Semua kapasitor tersambung antara dua titik yang sama (kaki positif bersama, kaki negatif bersama). Pelat-pelatnya seolah bertambah luas, sehingga **kapasitansi dijumlah**: Ct = C1 + C2 + …. Tiap kapasitor menerima tegangan yang sama dengan sumber. Akibatnya **tegangan kerja susunan paralel adalah tegangan kerja yang terkecil** di antara semuanya. Satu kapasitor 16 V yang diparalel dengan kapasitor 50 V tetap membuat susunan itu hanya aman sampai 16 V. Pada Gambar 4.17: 220 µF/50 V ‖ 100 µF/25 V menghasilkan 320 µF dan tegangan kerja 25 V.

Seri. Kapasitor disambung berderet, kaki negatif yang satu ke kaki positif berikutnya. Jarak antarpelat seolah bertambah, sehingga **kapasitansi mengecil**: 1/Ct = 1/C1 + 1/C2 + …. Untuk dua kapasitor: Ct = (C1 × C2) ÷ (C1 + C2). Dua kapasitor sama nilainya menghasilkan setengahnya. Kapasitansi total selalu **lebih kecil dari kapasitor yang terkecil**.

Pada seri, **tegangan sumber terbagi** di antara kapasitor. Pembagiannya **terbalik terhadap kapasitansi**: kapasitor yang lebih kecil menanggung tegangan lebih besar. Untuk dua kapasitor, tegangan pada C1 = Vsumber × C2 ÷ (C1 + C2). Maka jangan menyimpulkan "dua kapasitor 25 V

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

seri tahan 50 V". Hal itu benar hanya bila kapasitansi keduanya sama dan sifat bocornya sama, sehingga tegangan terbagi rata. Bila kapasitansinya berbeda, kapasitor kecil dapat menerima lebih dari tegangan kerjanya sementara jumlah tegangan kerja tampak cukup. Pada elko ada kerumitan tambahan: arus bocor tiap elko berbeda, sehingga pembagian tegangan pada kenyataannya tidak persis menurut rumus. Di dunia kerja, elko seri untuk tegangan tinggi diberi resistor penyeimbang, dan di tingkat dasar teknisi lebih suka **memilih satu elko bertegangan kerja cukup** atau susunan paralel. Pada soal, selalu periksa kedua syarat: kapasitansi total **dan** tegangan yang diterima tiap kapasitor.

6. Memilih elko pengganti

Elko yang rusak diganti dengan elko lain yang memenuhi **empat syarat sekaligus**. Kerjakan berurutan sambil mencoret yang gugur.

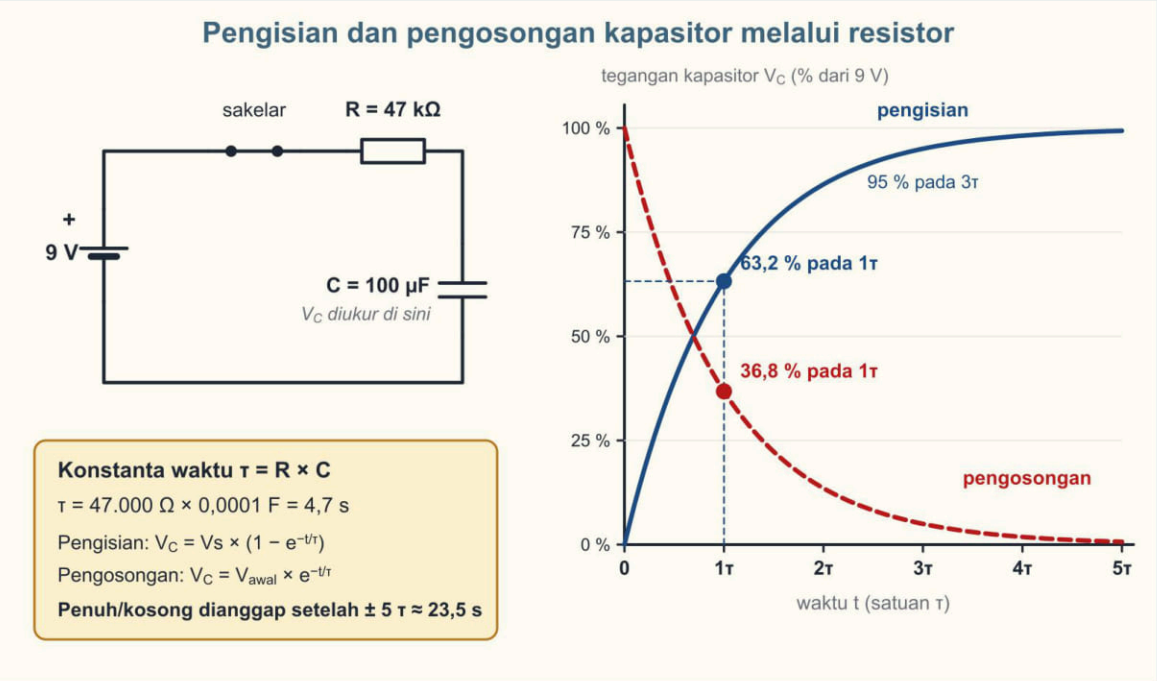
1. **Kapasitansi sama**, atau sedikit lebih besar (misalnya selisih belasan persen). Terlalu kecil membuat riak membesar. Terlalu besar bisa membebani penyearah karena arus awal pengisian membesar.
2. **Tegangan kerja ≥ tegangan kerja yang lama**, dan tentu di atas tegangan rangkaian. Tegangan lebih tinggi boleh.
3. **Suhu kerja ≥ yang lama.** Bila elko lama menggembung karena letaknya dekat sumber panas, pengganti yang berspesifikasi 85 °C yang sama akan rusak lagi; pilih 105 °C.
4. **Ukuran muat** pada ruang yang ada. Elko yang bagus tetapi diameternya lebih besar dari ruangan tidak berguna.

Periksa polaritas dan potong kaki seperlunya, lalu solder dengan rapi (sub bab 2.1).

7. Konstanta waktu RC

Kapasitor tidak terisi seketika bila dihubungkan ke sumber melalui resistor. Pengisiannya cepat di awal, makin lama makin lambat, seperti mengisi bak air lewat pipa sempit: awalnya deras, mendekati penuh melambat. Lihat Gambar 4.18.

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



Gambar 4.18 Kurva pengisian (biru) dan pengosongan (merah) kapasitor melalui resistor, dengan titik pada satu konstanta waktu. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Ukuran lamanya disebut **konstanta waktu**, ditulis τ (tau):

τ = R × C

dengan R dalam ohm, C dalam farad, dan τ dalam detik. Sifat yang perlu kamu hafal sebagai angka kerja:

Waktu	Tegangan kapasitor saat diisi (dari 0 V ke Vs)	Tegangan saat dikosongkan (dari Vs ke 0 V)
1 τ	± 63 % dari Vs	tinggal ± 37 %
2 τ	± 86 %	± 14 %
3 τ	± 95 %	± 5 %
5 τ	± 99 % (dianggap penuh)	± 1 % (dianggap kosong)

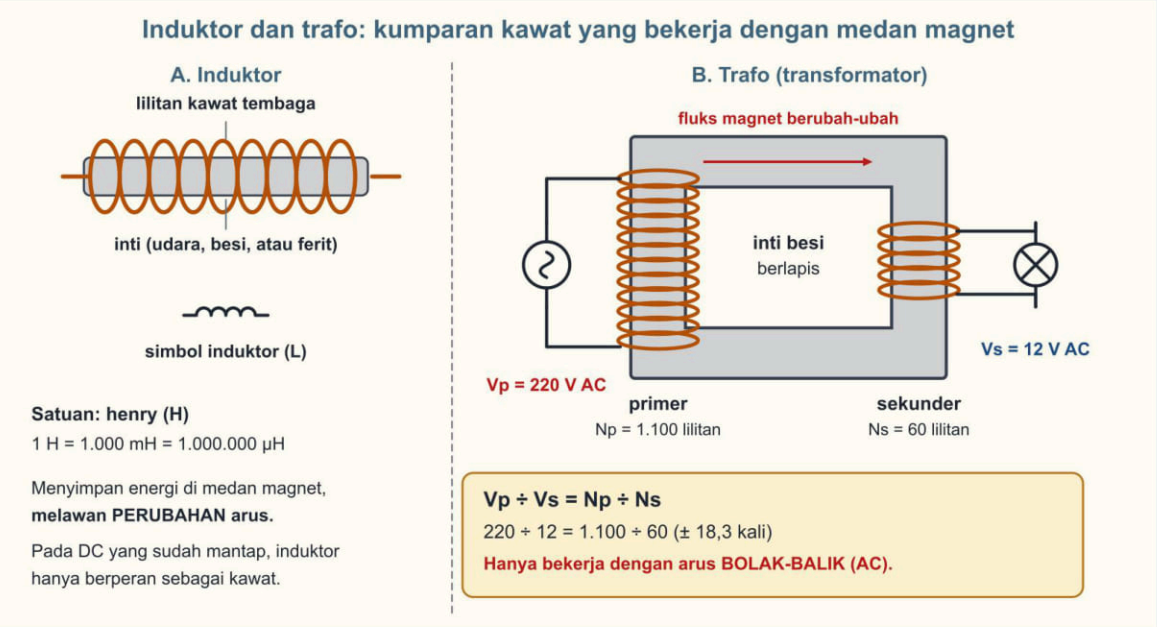
Artinya, untuk **resistor lebih besar atau kapasitor lebih besar, τ lebih besar, sehingga pengisian dan pengosongan lebih lambat**. Resistor atau kapasitor lebih kecil membuatnya lebih cepat. Inilah dasar pewaktu: lampu yang padam perlahan setelah sakelar dimatikan, penunda nyala, dan pewaktu IC 555 (sub bab 3.4). Satuan harus konsisten: 47 kΩ = 47.000 Ω dan 100 µF = 0,0001 F, bukan 100 F.

8. Induktor dan trafo

Lihat Gambar 4.19. **Induktor** adalah kumparan kawat tembaga, dengan inti udara, besi, atau ferit. Ketika arus mengalir, kumparan menghasilkan medan magnet dan menyimpan energi di dalamnya. Kemampuannya disebut **induktansi (L)**, satuan henry (H); yang umum adalah mH dan µH. Sifat pentingnya: induktor **melawan perubahan arus**. Pada arus DC yang sudah mantap, induktor tidak menghalangi apa-apa kecuali hambatan kawatnya, jadi berperan seperti

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

kawat. Pada sinyal yang berubah cepat, ia menahan. Karena itu induktor dipakai pada filter dan sebagai kumparan relai, solenoid, serta motor. Satu sifat lagi yang harus diingat: ketika arus melalui induktor diputus mendadak, kumparan menghasilkan tegangan lonjakan tinggi. Itu sebabnya kumparan relai diberi dioda pelindung (sub bab 5.1).



Gambar 4.19 Induktor (kiri) dan trafo dengan rasio lilitan (kanan). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Trafo (transformator) adalah dua kumparan, **primer** dan **sekunder**, pada satu inti besi. Arus bolak-balik di primer menghasilkan medan magnet yang terus berubah, dan perubahan itu menimbulkan tegangan di sekunder. Perbandingan tegangan sama dengan perbandingan jumlah lilitan:

Vp ÷ Vs = Np ÷ Ns

Bila Ns lebih sedikit dari Np, tegangan sekunder lebih rendah (trafo **penurun**, *step-down*). Bila lebih banyak, tegangan lebih tinggi (trafo **penaik**, *step-up*). Contoh pada Gambar 4.19: primer 1.100 lilitan dengan 220 V menghasilkan 12 V pada sekunder 60 lilitan, karena Ns = 1.100 × 12 ÷ 220 = 60. Pada trafo ideal, daya primer sama dengan daya sekunder (Vp × Ip = Vs × Is), jadi pada tegangan yang menurun, arus sekunder lebih besar daripada arus primer. Trafo **hanya bekerja dengan tegangan yang berubah (AC)**; sumber DC tetap tidak menimbulkan tegangan di sekunder. Trafo dibahas lagi sebagai bagian mesin listrik di sub bab 5.1.

9. Ringkasan

Resistor membatasi arus dan membagi tegangan; LED selalu butuh resistor seri. Potensiometer, LDR, dan NTC adalah resistor yang nilainya berubah. Kapasitor menyimpan muatan: memblokir DC, meloloskan AC, serta menjadi filter, kopling, penyangga, dan pewaktu. Paralel menjumlah kapasitansi dan tegangan kerjanya mengikuti yang terkecil; seri mengecilkan kapasitansi dan membagi tegangan tidak rata. Elko berkutub dan label tegangan kerja, suhu, serta ukuran menentukan pengganti yang benar. $\tau = R \times C$. Induktor melawan perubahan arus, dan trafo

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

mengubah tegangan AC menurut rasio lilitan.

▣ CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Resistor pembatas LED panel

Bengkel "Sinar Elektro" membuat panel kontrol dengan lampu indikator LED hijau. Panel mendapat catu 12 V. Lembar data LED: tegangan maju sekitar 2,2 V, arus yang diinginkan 12 mA, arus maksimum 20 mA. Stok resistor: 560 Ω, 680 Ω, 820 Ω, 1 kΩ, dan 2,2 kΩ. Tentukan resistor yang dipakai dan daya yang dihamburkannya. *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

1. Hitung tegangan pada resistor: VR = 12 − 2,2 = 9,8 V.
2. Hitung hambatan: R = 9,8 V ÷ 0,012 A ≈ 817 Ω.
3. Pilih nilai standar terdekat yang tidak membuat arus melewati batas: 820 Ω. Arus nyata: 9,8 ÷ 820 ≈ 0,01195 A ≈ 11,95 mA, di bawah 20 mA.
4. Uji pilihan lain. 560 Ω memberi 9,8 ÷ 560 = 17,5 mA (masih di bawah 20 mA, tetapi sudah mendekati batas). 680 Ω memberi 14,4 mA. 1 kΩ memberi 9,8 mA (lebih redup).
5. Hitung daya pada 820 Ω: P = 9,8 × 0,01195 ≈ 0,117 W. Dua kali daya itu sekitar 0,23 W, jadi resistor 1/4 W (0,25 W) sudah cukup.

Jawaban: **820 Ω, daya ≈ 0,117 W (pakai resistor 1/4 W)**.

Contoh 2 — Pembagi tegangan dan pengaruh beban

Unit produksi sekolah membutuhkan tegangan acuan sekitar 3 V dari baterai 9 V untuk sebuah modul sensor. Rakitan memakai R1 = 6,8 kΩ (atas) dan R2 = 3,3 kΩ (bawah). Hitung Vout tanpa beban, lalu bila modul sensor setara beban 10 kΩ disambung ke titik Vout. *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

1. Tanpa beban: Vout = 9 × 3,3 ÷ (6,8 + 3,3) = 29,7 ÷ 10,1 ≈ 2,94 V.
2. Dengan beban 10 kΩ, beban paralel dengan R2: R2′ = (3,3 × 10) ÷ (3,3 + 10) = 33 ÷ 13,3 ≈ 2,48 kΩ.
3. Vout baru = 9 × 2,48 ÷ (6,8 + 2,48) ≈ 22,3 ÷ 9,28 ≈ 2,41 V.
4. Selisihnya 2,94 − 2,41 = 0,53 V, hampir 18 % dari nilai semula. Beban 10 kΩ terlalu "berat" untuk pembagi ini.

Jawaban: **± 2,94 V tanpa beban dan ± 2,41 V dengan beban 10 kΩ**. Perbaikannya: perkecil R1 dan R2 dengan perbandingan sama, atau pakai beban yang jauh lebih besar dari R2.

Contoh 3 — Susunan seri dan paralel kapasitor

Sebuah papan catu membutuhkan filter dengan kapasitansi minimal 300 µF pada tegangan 20 V. Gudang hanya punya satu kapasitor 220 µF/50 V dan satu kapasitor 100 µF/25 V. Teknisi juga bertanya apakah 100 µF/25 V dapat diseri dengan 220 µF/25 V pada sumber 30 V dan pada 40 V. *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

1. Paralel 220 µF dan 100 µF: Ct = 220 + 100 = 320 µF, lebih dari 300 µF.

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

2. Tegangan kerja susunan paralel = yang terkecil = 25 V, lebih tinggi dari 20 V. Susunan ini memenuhi.
3. Seri 100 µF dan 220 µF: Ct = (100 × 220) ÷ (100 + 220) = 22.000 ÷ 320 = 68,75 µF. Nilainya lebih kecil dari 100 µF.
4. Pada sumber 30 V: V pada 100 µF = 30 × 220 ÷ 320 ≈ 20,6 V dan V pada 220 µF = 30 × 100 ÷ 320 ≈ 9,4 V. Keduanya di bawah 25 V, jadi aman.
5. Pada sumber 40 V: V pada 100 µF = 40 × 220 ÷ 320 = 27,5 V. Angka ini melebihi 25 V, jadi kapasitor 100 µF rusak, walaupun 25 V + 25 V = 50 V tampak cukup.

Jawaban: **Paralel 220 µF // 100 µF (320 µF, tegangan kerja 25 V) memenuhi syarat. Susunan seri hanya aman bila tegangan tiap kapasitor tidak melewati tegangan kerjanya: aman pada 30 V, tidak aman pada 40 V.**

Contoh 4 — Memilih elko pengganti dari stok

Pada papan pengatur kipas 12 V, elko 100 µF/16 V/85 °C menggembung. Letaknya dekat resistor daya yang panas, dan ruang pemasangannya hanya muat diameter maksimum 6,3 mm. Stok bengkel:

Kode	Kapasitansi	Tegangan kerja	Suhu maks.	Diameter
M1	100 µF	10 V	105 °C	5 mm
M2	100 µF	25 V	85 °C	6,3 mm
M3	100 µF	25 V	105 °C	8 mm
M4	120 µF	25 V	105 °C	6,3 mm
M5	47 µF	35 V	105 °C	5 mm

Pilih elko pengganti yang tepat. *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

1. Syarat tegangan: harus di atas 12 V (dan ≥ 16 V seperti yang lama). M1 (10 V) gugur.
2. Syarat suhu: dekat sumber panas, jadi 105 °C. M2 (85 °C) gugur.
3. Syarat ukuran: diameter ≤ 6,3 mm. M3 (8 mm) gugur.
4. Syarat kapasitansi: sama atau sedikit lebih besar. M5 (47 µF) terlalu kecil. M4 (120 µF) lebih besar 20 %, masih wajar.

Jawaban: **M4**, karena memenuhi kapasitansi, tegangan, suhu, dan ukuran sekaligus.

Contoh 5 — Konstanta waktu RC

Lampu sinyal pada model gerbang diberi pewaktu sederhana: kapasitor 100 µF diisi dari catu 9 V melalui resistor 47 kΩ, dengan awal 0 V. Hitung konstanta waktunya, tegangan kapasitor setelah 1 τ dan setelah 2 detik, waktu yang dibutuhkan untuk mencapai 6 V, serta lama pengosongan hingga dianggap kosong bila kemudian dikosongkan lewat resistor 10 kΩ. *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

1. Konversi satuan: 47 kΩ = 47.000 Ω; 100 µF = 0,0001 F.
2. τ = R × C = 47.000 × 0,0001 = 4,7 detik.

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

3. Setelah 1 τ (4,7 s): VC = 9 × (1 − e^{-1}) ≈ 9 × 0,632 ≈ 5,69 V.
4. Setelah 2 detik: VC = 9 × (1 − e^(−2÷4,7)) ≈ 3,12 V.
5. Waktu mencapai 6 V: 6 ÷ 9 = 66,7 % dari Vs. Bentuk kurva memberi t = τ × ln(3) ≈ 4,7 × 1,10 ≈ 5,16 s.
6. Pengosongan lewat 10 kΩ: τ = 10.000 × 0,0001 = 1 s. Dianggap kosong setelah 5 τ = 5 detik.

Jawaban: **τ = 4,7 s; VC ≈ 5,69 V pada 1 τ dan ≈ 3,12 V pada 2 s; mencapai 6 V sekitar 5,2 s; pengosongan lewat 10 kΩ selesai sekitar 5 s**.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

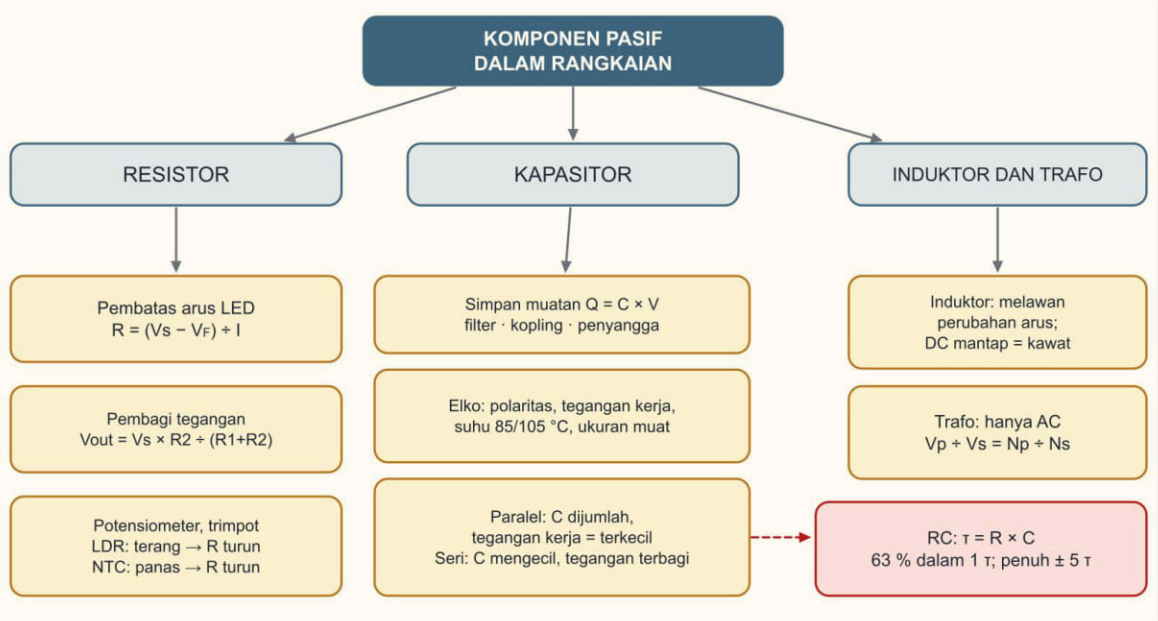
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **LED selalu seri dengan resistor:** R = (Vs − VF) ÷ I; pilih nilai standar terdekat dan cek daya.
- **Pembagi tegangan:** Vout = Vs × R2 ÷ (R1 + R2); beban di Vout menurunkan hasilnya.
- **Potensiometer** tiga kaki (ujung, penyapu, ujung); **LDR** turun saat terang; **NTC** turun saat panas.
- **Kapasitor:** Q = C × V; memblokir DC, meloloskan AC; filter, kopling, penyangga, pewaktu.
- **Elko berkutub** (lajur − = negatif; kaki panjang +); periksa kapasitansi, tegangan kerja, suhu 85/105 °C, dan ukuran.
- **Paralel:** Ct = C1 + C2, tegangan kerja = yang **terkecil**. **Seri:** Ct mengecil, tegangan terbagi (kapasitor kecil menanggung lebih besar).
- **τ = R × C;** 63 % setelah 1 τ; penuh atau kosong setelah ± 5 τ.
- **Induktor** melawan perubahan arus (DC mantap = kawat). **Trafo** hanya AC: Vp ÷ Vs = Np ÷ Ns.

Gambar 4.20 merangkum semuanya.



Gambar 4.20 Peta konsep komponen pasif dalam rangkaian. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal komponen pasif:

1. **Tulis semua syarat soal sebagai daftar pendek**: kapasitansi, tegangan kerja, suhu, ukuran, rentang arus, dan sebagainya.
2. **Hitung dulu, lalu seleksi.** Untuk resistor atau susunan kapasitor, hitung nilai tiap pilihan. Untuk pengganti elko, coret pilihan yang gagal satu syarat saja.
3. **Periksa satuan** sebelum menghitung: kΩ ke Ω, µF ke F, mA ke A.
4. **Periksa arah perubahan.** Hambatan lebih besar membuat arus lebih kecil; kapasitansi atau resistor lebih besar membuat τ lebih besar.
5. **Periksa batas, bukan hanya nilai tengah.** Arus yang berada dalam rentang yang diminta tidak cukup bila daya resistor atau tegangan kerja kapasitor terlampaui.

Jebakan khas:

- **Pilihan yang "hampir benar".** Satu pilihan memenuhi tiga syarat tetapi gagal pada satu syarat yang disebut singkat di soal, misalnya suhu atau ukuran. Pembuat soal memang menyiapkan pilihan seperti itu.
- **Tegangan kerja paralel dijumlah.** Susunan paralel mengikuti tegangan kerja yang **terkecil**, bukan yang terbesar atau jumlahnya.
- **Seri dianggap menambah kapasitansi.** Seri justru mengecilkan kapasitansi; yang naik hanya batas tegangan, itu pun dengan syarat.
- **Kapasitansi besar dianggap selalu lebih baik.** Kapasitansi besar dengan tegangan kerja di bawah tegangan rangkaian tetap salah.
- **Elko pengganti sama persis dengan yang rusak.** Bila penyebab rusaknya adalah panas, spesifikasi yang sama akan rusak lagi.
- **Resistor LED yang lebih besar dikira "lebih aman dan terang".** Lebih besar berarti lebih redup. Arus yang terlalu kecil membuat LED tidak terlihat jelas.
- **Hasil hitungan resistor dipakai mentah.** Nilai standar sering sedikit berbeda; pilih yang sedikit lebih besar bila ingin arus tidak melewati batas.
- **Pembagi tegangan tanpa memeriksa beban.** Rumus pembagi hanya berlaku bila beban sangat besar.
- **Elko dipasang tanpa memeriksa polaritas.** Terbalik berarti rusak atau meledak.

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut meminta kamu memilih sebuah resistor seri dari stok untuk LED pada tegangan tertentu, dengan rentang arus yang ditentukan. Pakailah langkah resistor pembatas LED pada bagian 1 (Gambar 4.15): hitung VR, hitung arus tiap pilihan, lalu cocokkan dengan rentang arus yang diminta.

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

►. Yogi memasang LED indikator pada pin keluaran mikrokontroler 5 V di proyek tempat sampah otomatis (2027). Lembar data LED: tegangan kerja 2 V. Agar pin mikrokontroler aman dan LED terlihat terang, arus LED harus berada pada rentang 10–20 mA. Stok resistor di bengkel: 120 Ω, 330 Ω, 470 Ω, 220 Ω, dan 1 kΩ.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Resistor seri yang tepat dipilih adalah ....

A. Resistor 120 Ω
B. Resistor 330 Ω
C. Resistor 470 Ω
D. Resistor 220 Ω
E. Resistor 1 kΩ

Pembahasan **Kunci: D**

Konsep: Resistor pembatas LED: VR = Vsumber − VLED, I = VR ÷ R.

Langkah:
1. VR = 5 − 2 = 3 V.
2. 220 Ω → I = 3 ÷ 220 ≈ 13,6 mA (dalam rentang 10–20 mA).
3. Pilihan lain di luar rentang.

Analisis setiap opsi:
- **A.** ✗ I = 3 ÷ 120 = 25 mA, melebihi 20 mA.
- **B.** ✗ Jebakan: I = 3 ÷ 330 ≈ 9,1 mA, sedikit di bawah 10 mA.
- **C.** ✗ I = 3 ÷ 470 ≈ 6,4 mA, di bawah 10 mA.
- **D.** ✓ I ≈ 13,6 mA, di dalam rentang.
- **E.** ✗ I = 3 ÷ 1.000 = 3 mA, LED redup.

Jawaban: D.

NEXT LEVEL STUDY

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Tulis dulu daftar syarat soal, hitung tiap pilihan, lalu coret yang gagal.

1. Di papan catu daya 12 V, elko C7 bertuliskan 1000 µF 16 V 85 °C menggembung. Letaknya menempel pada pendingin regulator yang panas, dan ruang pemasangannya hanya muat diameter maksimum 10 mm (2027). Stok di bengkel:

Kode	Kapasitansi	Tegangan	Suhu maks.	Diameter
K1	1000 µF	25 V	105 °C	10 mm
K2	1000 µF	16 V	85 °C	10 mm
K3	1000 µF	16 V	105 °C	12,5 mm
K4	1200 µF	10 V	105 °C	10 mm
K5	680 µF	25 V	105 °C	8 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.)
Kapasitor pengganti yang paling tepat adalah ....

A. Kapasitor K1
B. Kapasitor K2
C. Kapasitor K3
D. Kapasitor K4
E. Kapasitor K5

2. Catu daya panel kendali memerlukan kapasitor filter minimal 2200 µF dengan tegangan kerja minimal 25 V, karena tegangan pada kapasitor mencapai 18 V (2027). Stok gudang sebagai berikut.

Kode	Kapasitansi	Tegangan kerja	Jumlah
P	1000 µF	25 V	2 buah
Q	2200 µF	16 V	2 buah
R	4700 µF	10 V	1 buah
S	1500 µF	35 V	1 buah

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

A. Dua kapasitor P disusun paralel
B. Satu P diparalel dengan satu Q
C. Dua kapasitor Q disusun seri
D. Kapasitor R dipasang sendiri
E. Satu S diparalel dengan satu P

Kunci singkat: 1. A 2. E

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

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa dua kapasitor 25 V yang disusun seri tidak otomatis boleh dipakai pada 50 V, dan apa yang harus kamu periksa lebih dulu?
- Dapatkah kamu menghitung resistor pembatas sebuah LED dari tegangan sumber, tegangan maju, dan arus yang diinginkan, lalu menjelaskan cara memilih elko pengganti dari tabel stok?
- **Yang harus kuingat:** LED perlu resistor seri; paralel menjumlah kapasitansi dengan tegangan kerja terkecil; elko pengganti harus memenuhi kapasitansi, tegangan, suhu, dan ukuran sekaligus; $\tau = R \times C$.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 4.4: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktel&node=SMKTEL-4.4

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Sub bab 4.5 · Komponen aktif: dioda, LED, transistor, dan regulator

SMKTEL-4.5

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu **menjelaskan dan menerapkan komponen elektronika aktif dalam rangkaian DC sederhana bertegangan rendah**. Soalnya bukan "sebutkan kaki transistor". Soal bercerita tentang sebuah rakitan di bengkel, lab, atau unit produksi sekolah, lalu meminta kamu **membaca hasil ukur** (multimeter dalam mode uji dioda, tegangan VBE dan VCE), **memilih komponen dari tabel stok** dengan memeriksa jenis dan rating, **menghitung** (resistor basis, panas regulator, resistor LED), atau **menentukan pernyataan yang benar** tentang rangkaian itu. Pernyataan Benar/Salah sering menaruh satu kata yang keliru, misalnya "putus" padahal gejalanya "hubung singkat". Sub bab ini termasuk yang paling banyak memuat soal sulit.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan bias maju dan bias mundur pada dioda dan menentukan kondisi dioda dari hasil uji multimeter;
- menjelaskan fungsi dioda zener sebagai penstabil dan menghitung resistor serinya;
- memasang LED dengan polaritas dan resistor pembatas yang benar, termasuk LED RGB anoda bersama dan katoda bersama;
- membedakan transistor NPN dan PNP, menunjuk kaki basis, kolektor, dan emitor, serta menjelaskan keadaan putus dan jenuh;
- menghitung resistor basis dan memilih transistor dari data VCE maksimum dan IC maksimum dengan cadangan;
- menghitung daya panas regulator 78xx dan menjelaskan mengapa regulator panas belum tentu rusak.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Komponen pasif (resistor, kapasitor, induktor) hanya menghambat, menyimpan, atau melepas energi. **Komponen aktif** dapat mengendalikan arus atau mengubah arah dan bentuk aliran listrik. Dioda, LED, transistor, dan regulator IC adalah komponen aktif yang paling sering kamu temui di meja praktik: charger, lampu indikator, saklar elektronik, dan catu daya semuanya memakainya. Semua angka di sub bab ini bertegangan rendah.

1. Semikonduktor: dasar dari semua komponen aktif

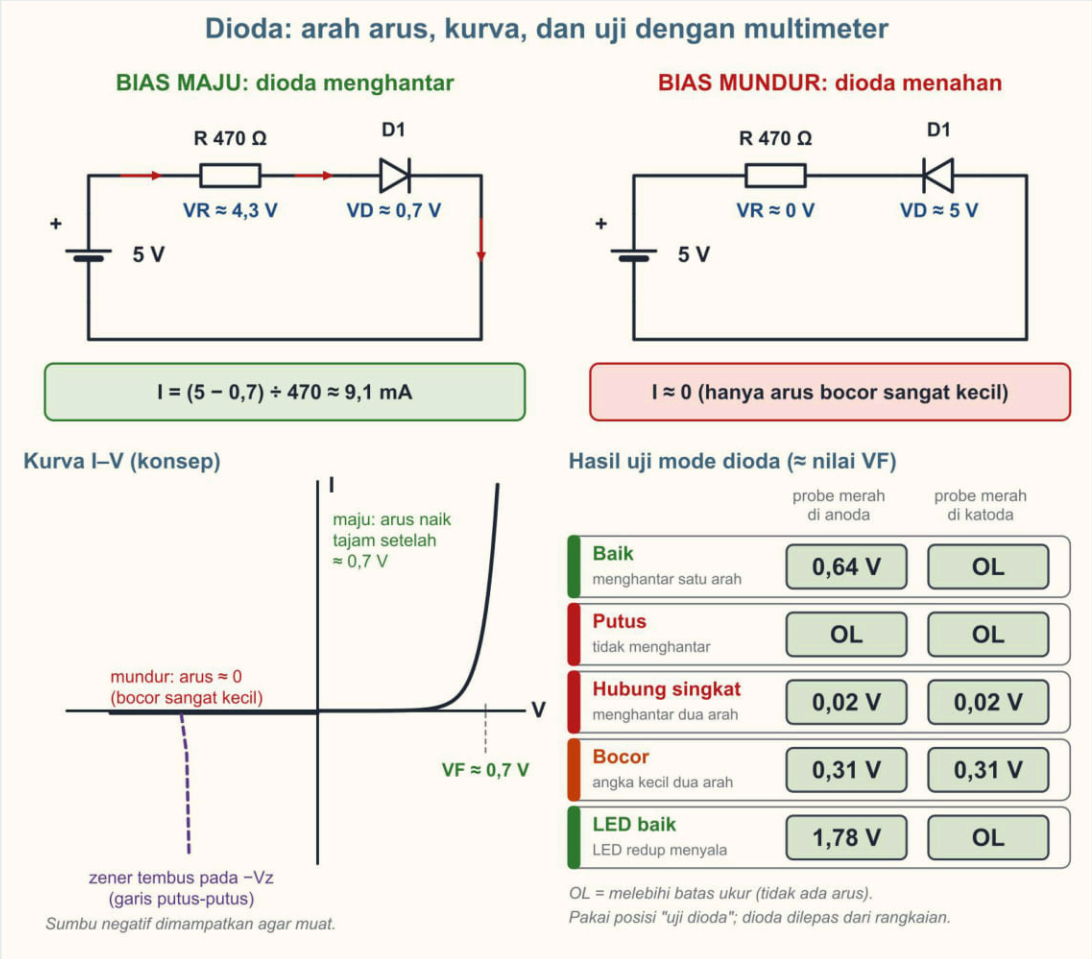
Bahan **semikonduktor**, misalnya silikon, menghantar listrik lebih baik daripada isolator tetapi lebih buruk daripada logam. Silikon murni dapat "disisipi" sedikit atom lain (proses **doping**). Doping menghasilkan dua jenis bahan: **tipe N**, kaya elektron bebas, dan **tipe P**, kaya "lubang"

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

kosong yang berperilaku seperti muatan positif. Bila bahan P dan N disambung, terbentuk **sambungan PN**. Di bidang sambungan itu muncul penghalang kecil, kira-kira **0,7 V pada silikon**. Arus baru dapat lewat bila tegangan luar mengalahkan penghalang itu. Inilah asal angka 0,7 V yang kamu temui berulang kali di sub bab ini.

2. Dioda: pintu satu arah

Dioda adalah satu sambungan PN dengan dua kaki: **anoda** (sisi P) dan **katoda** (sisi N). Pada badan dioda, katoda ditandai **gelang atau garis**; pada simbol, katoda adalah sisi garis, dan segitiga menunjuk ke arah arus.



Gambar 4.21 Dioda: bias maju dan mundur, kurva I–V, dan hasil uji multimeter. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Lihat Gambar 4.21:

- **Bias maju**: anoda dihubungkan ke sisi yang lebih positif. Setelah tegangan melampaui sekitar **0,7 V** (silikon), dioda menghantar dan hanya menyisakan jatuh tegangan sekitar 0,7 V. Sisa tegangan sumber jatuh di resistor. Pada sumber 5 V dan R = 470 Ω, arusnya (5 − 0,7) ÷ 470 ≈ 9,1 mA.
- **Bias mundur**: anoda dihubungkan ke sisi yang lebih negatif. Dioda menahan arus (hanya bocor sangat kecil). Seluruh tegangan sumber jatuh di dioda dan tidak ada tegangan di resistor.

Dioda tidak menghantar dengan hambatan tetap seperti resistor. Arusnya naik sangat tajam begitu melewati 0,7 V, sehingga **dioda selalu dipasang dengan resistor pembatas atau beban**. Tanpa itu arus melonjak dan dioda rusak.

Dua batas yang tertera di datasheet: **arus maju maksimum** dan **tegangan balik maksimum**. Dioda penyearah seri 1N400x tahan sekitar 1 A; dioda sinyal kecil seperti 1N4148 dipakai untuk arus kecil dan pensaklaran cepat. Seperti komponen lain, pilih dengan cadangan.

Menguji dioda dengan multimeter digital. Putar selektor ke simbol dioda, lepaskan dioda dari rangkaian, lalu ukur dua kali: probe **merah** (positif) di anoda lalu probe merah di katoda. Multimeter mengalirkan arus kecil dan menampilkan jatuh tegangan.

Hasil uji (probe merah di anoda, lalu di katoda)	Arti
sekitar 0,5–0,7 V, lalu OL	Dioda **baik**: menghantar satu arah, menahan arah sebaliknya
OL, lalu OL	Dioda **putus** (terbuka): tidak menghantar sama sekali
sekitar 0,00 V, lalu sekitar 0,00 V	Dioda **hubung singkat**: menghantar di dua arah
angka kecil yang sama di dua arah (misalnya 0,3 V)	Dioda **bocor**: rusak sebagian

OL (*over limit*) berarti melebihi batas ukur: tidak ada arus mengalir. Perhatikan bahwa OL di **dua** arah artinya putus, sedangkan 0,00 V di dua arah artinya hubung singkat. Kedua kata itu sering ditukar. Dioda yang putus, hubung singkat, atau bocor semuanya harus diganti.

3. Dioda zener: penstabil tegangan

Zener adalah dioda yang sengaja dibuat agar **tembus (menghantar) pada tegangan mundur tertentu**, yang disebut tegangan zener (Vz), misalnya 5,1 V atau 9,1 V. Setelah tembus, tegangan di kakinya bertahan hampir tetap walau arusnya berubah. Karena itu zener dipasang **bias mundur**: **katoda (sisi bergaris) ke sisi positif**, anoda ke ground.

Rangkaian penstabil sederhana (Gambar 4.22, bagian bawah) memasang resistor seri Rs dari sumber, lalu zener paralel dengan beban. Tegangan beban = Vz. Rs menanggung selisih tegangan sumber dan Vz.

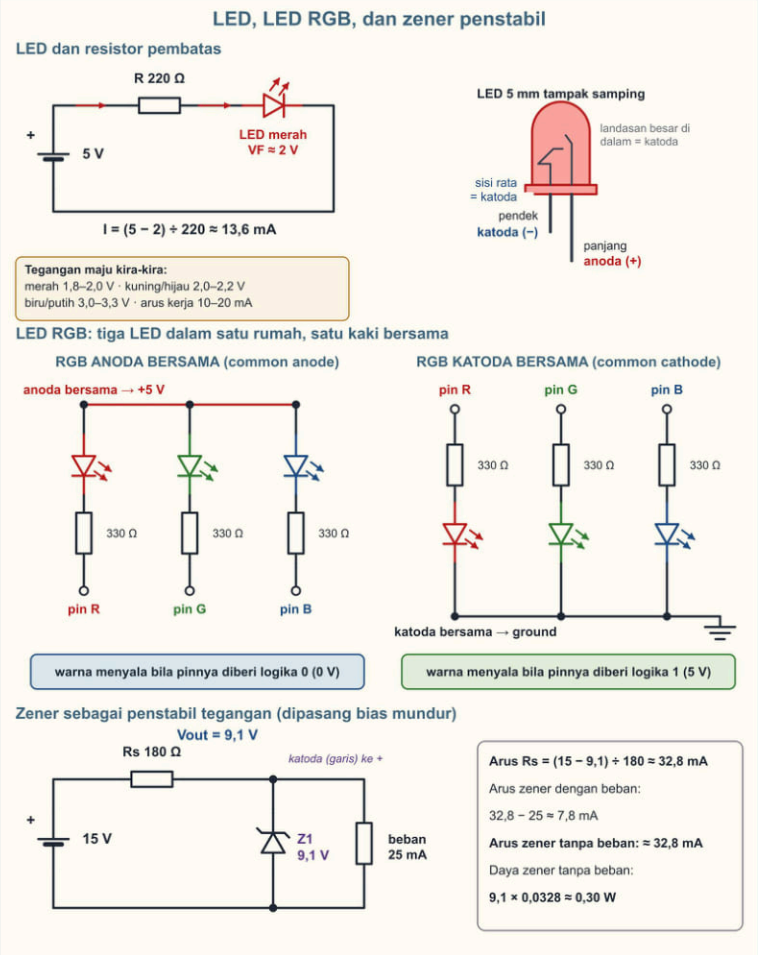
Rumus resistor seri: **Rs = (Vin − Vz) ÷ (Iz minimum + Ibeban)**. Contoh: Vin 15 V, zener 9,1 V, beban 25 mA, arus zener minimum yang aman 5 mA. Rs maksimum = (15 − 9,1) ÷ (0,005 +

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

0,025) = 5,9 ÷ 0,03 ≈ 197 Ω. Pilih nilai standar di bawahnya, **180 Ω**. Arus lewat Rs = 5,9 ÷ 180 ≈ 32,8 mA. Dengan beban, zener mengalirkan 32,8 − 25 ≈ 7,8 mA. **Tanpa beban**, seluruh 32,8 mA lewat zener, daya zener 9,1 × 0,0328 ≈ 0,30 W. Maka zener 0,5 W cukup. Resistor Rs menanggung 5,9 × 0,0328 ≈ 0,19 W, sehingga gunakan resistor 0,5 W.

Dua kesalahan yang sering terjadi:

- **Zener terpasang terbalik** (bias maju): ia berperilaku seperti dioda biasa dan tegangan keluarannya hanya sekitar 0,7 V, bukan Vz.
- **Zener putus**: tidak ada yang menahan tegangan, sehingga keluaran tanpa beban naik mendekati tegangan sumber. Zener yang putus tidak membuat keluaran menjadi 0,7 V.



Gambar 4.22 LED, LED RGB, dan zener penstabil. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

4. LED dan LED RGB

LED (*light emitting diode*) adalah dioda yang memancarkan cahaya saat menghantar. Ia punya polaritas: **kaki yang lebih panjang adalah anoda (+)**, kaki pendek adalah katoda (−), dan sisi rata pada tepi lensa juga menandai katoda. Di dalam lensa, landasan besar adalah katoda. Tegangan maju LED lebih tinggi dari dioda silikon: merah sekitar 1,8–2,0 V, kuning dan hijau sekitar 2,0–2,2 V, biru dan putih sekitar 3,0–3,3 V. Arus kerjanya biasanya 10–20 mA. **LED wajib memakai resistor pembatas**: R = (Vsumber − Vf) ÷ I (sub bab 3.4).

Uji LED dengan multimeter dalam mode dioda: LED baik menampilkan tegangan maju (misalnya sekitar 1,8 V untuk merah) dan **menyala redup** pada arah maju, serta OL pada arah sebaliknya.

LED RGB menyatukan tiga LED (merah, hijau, biru) dalam satu rumah dengan empat kaki. Salah satu kaki **dipakai bersama**. Pencampuran tiga warna menghasilkan banyak warna. Ada dua jenis (Gambar 4.22, bagian tengah):

- **Anoda bersama (*common anode*):** tiga anoda disatukan dan dihubungkan ke **+ catu**. Tiap warna dikendalikan lewat katodanya (melalui resistor ke pin). Warna menyala bila pinnya **ditarik ke 0 V (logika 0)**, karena arus baru mengalir saat ada selisih tegangan. Logikanya "aktif rendah".
- **Katoda bersama (*common cathode*):** tiga katoda disatukan ke **ground**. Warna menyala bila pinnya diberi **logika 1 (tegangan positif)**.

Bila kaki bersama salah disambung, tidak ada arus, dan LED RGB tetap padam walaupun pin dikirim sinyal. Tiap warna butuh resistor sendiri karena tegangan maju tiap warna berbeda.

5. Transistor BJT: kaki dan jenis

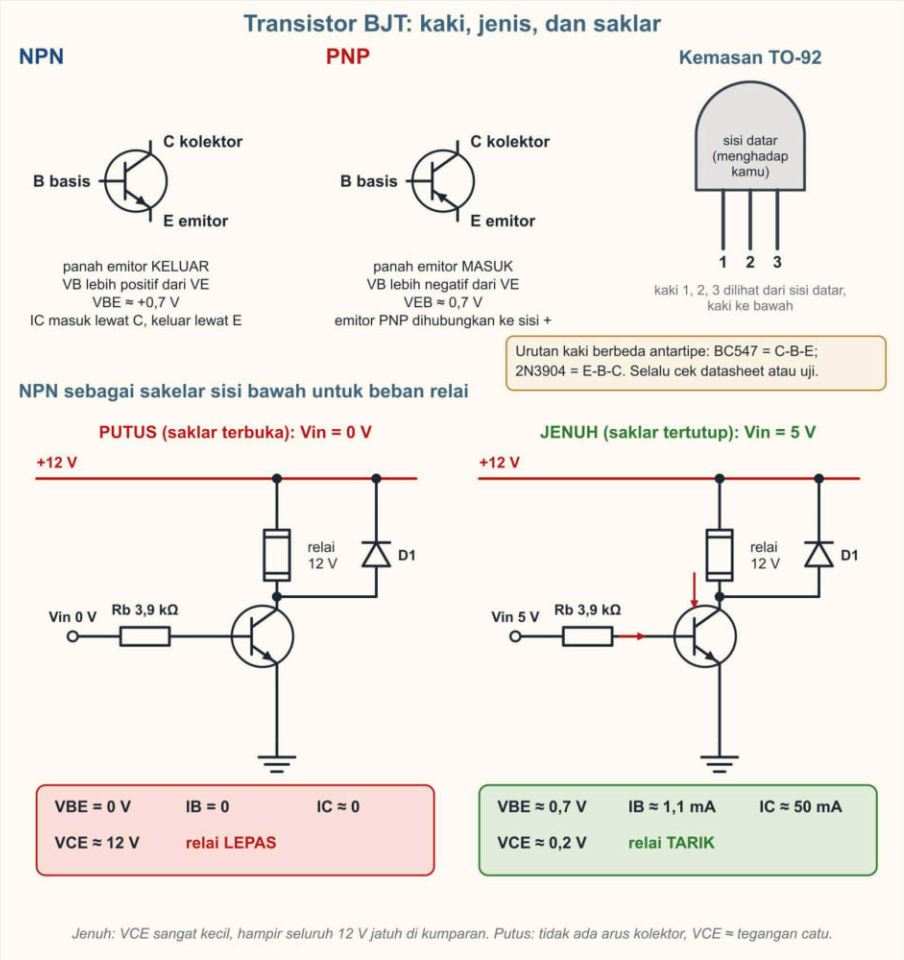
Transistor dwikutub (*bipolar junction transistor*, BJT) adalah dua sambungan PN berurutan dengan tiga kaki: **basis (B)**, **kolektor (C)**, dan **emitor (E)**. Arus kecil ke basis mengendalikan arus yang jauh lebih besar antara kolektor dan emitor. Dalam daerah kerja penguat, **IC = β × IB**, dengan β (disebut juga hFE) bernilai puluhan sampai ratusan dan tercantum pada datasheet. Arus emitor IE = IB + IC.

Ada dua jenis (Gambar 4.23):

- **NPN**: arus utama mengalir dari kolektor ke emitor. Basis harus **lebih positif dari emitor sekitar 0,7 V** (VBE ≈ +0,7 V). Panah emitor pada simbol **keluar**.
- **PNP**: arus utama mengalir dari emitor ke kolektor. Basis harus **lebih negatif dari emitor sekitar 0,7 V** (VEB ≈ 0,7 V). Panah emitor **masuk** (menuju basis).

Cara mudah mengingat: panah menunjuk arah arus di emitor. Pada NPN keluar ("Not Pointing iN"), pada PNP masuk.

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



Gambar 4.23 Transistor NPN dan PNP: kaki, simbol, dan keadaan putus serta jenuh. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Pada kemasan plastik **TO-92**, kaki dibaca dari **sisi datar yang menghadap kamu**, kaki ke bawah. **Urutannya berbeda antartipe**: BC547 berurutan C-B-E, sedangkan 2N3904 berurutan E-B-C. Karena itu selalu cek datasheet atau uji dengan multimeter. Uji ini bekerja seperti dua dioda: pada NPN, probe merah di basis dan probe hitam di emitor atau kolektor menampilkan sekitar 0,5–0,8 V, dibalik menampilkan OL. Antara kolektor dan emitor, multimeter menampilkan OL di dua arah.

6. Transistor sebagai sakelar

Transistor paling sering dipakai sebagai **sakelar elektronik** yang menghidupkan beban seperti relai, buzzer, kipas, atau lampu dari sinyal kecil (misalnya dari gerbang logika). Hanya ada dua keadaan (Gambar 4.23, bagian bawah):

- **Putus** (*cutoff*): tidak ada arus basis, VBE kurang dari 0,7 V (biasanya 0 V), **IC ≈ 0**, sehingga tidak ada tegangan jatuh pada beban. **VCE ≈ tegangan catu.** Sakelar terbuka.
- **Jenuh** (*saturation*): arus basis cukup besar sehingga transistor menghantar penuh. **VCE tinggal sekitar 0,1–0,3 V**, hampir seluruh tegangan catu jatuh di beban. Sakelar tertutup.

Resistor basis menentukan arus basis. Langkahnya:

1. Hitung arus beban: IC = Vcatu ÷ Rbeban (atau arus yang tertera).

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

2. Hitung arus basis minimum: IB(min) = IC ÷ β, memakai β **minimum** di datasheet.
3. Agar pasti jenuh, **lipatkan dua sampai tiga kali**: IB = 2 sampai 3 × IB(min).
4. Hitung resistor basis: Rb = (Vin − VBE) ÷ IB, dengan VBE ≈ 0,7 V. Bulatkan ke nilai standar **sedikit di bawah** hasil hitung agar IB tidak berkurang.

Sisi bawah dan sisi atas. NPN dengan **emitor ke ground** dan beban di antara +catu dan kolektor disebut **sakelar sisi bawah**. Ini susunan paling sederhana, dan basis cukup diberi sinyal positif. **PNP** dipakai sebagai **sakelar sisi atas**: emitor ke +catu, beban dari kolektor ke ground, dan basis harus **ditarik turun** hingga sekitar 0,7 V di bawah emitor agar menghantar. Memakai PNP pada sisi bawah tidak cocok, karena basisnya tidak dapat ditarik lebih negatif dari emitor yang sudah berada di ground.

Dioda pelindung. Beban berupa kumparan (relai, motor kecil, solenoid) menghasilkan lonjakan tegangan balik saat arusnya diputus. Pasang dioda **paralel beban, katoda ke +** (sub bab 3.4).

Rating transistor. Datasheet memuat batas yang tidak boleh dilampaui: **VCE maksimum** (tegangan kolektor–emitor), **IC maksimum** (arus kolektor), dan daya total. Pilih transistor dengan batas **lebih tinggi dari nilai kerja dengan cadangan**, misalnya 1,5 sampai 2 kali. Cadangan itu menahan lonjakan dan panas. Batas yang tepat sama dengan nilai kerja berarti tidak ada ruang aman. Jenis (NPN/PNP) juga harus cocok dengan susunan sisi bawah atau sisi atas.

Membaca keadaan dari hasil ukur. Nilai VBE dan VCE menunjukkan keadaan transistor:

VBE	VCE	Kesimpulan
≈ 0 V (sinyal ada)	≈ catu	Basis tidak terbias: Rb putus atau sinyal tidak sampai
≈ 0,7 V	≈ 0,1–0,3 V	Jenuh normal, beban mendapat tegangan
≈ 0,7 V	≈ catu	Basis sudah terbias, tetapi C–E tidak menghantar: transistor rusak (kaki C–E terbuka)
≈ 0,7 V	tidak terukur seperti catu	Jalur kolektor (misalnya kumparan) putus

Bila kumparan putus, kolektor tidak tersambung ke +catu, sehingga VCE tidak terukur sama dengan catu. Terukurnya VCE sebesar catu justru membuktikan jalur kumparan tersambung.

7. Regulator tegangan IC 78xx

Regulator 78xx menjaga keluaran tetap pada nilai tertentu: 7805 = 5 V, 7809 = 9 V, 7812 = 12 V. Kakinya tiga; pada kemasan **TO-220**, dilihat dari sisi bertulisan dengan kaki ke bawah, urutannya **1 = masukan (IN), 2 = ground (GND), 3 = keluaran (OUT)** (Gambar 4.24). Pada rangkaian, dipasang kapasitor sekitar 0,33 µF di masukan dan 0,1 µF di keluaran untuk menjaga kestabilan.

Syarat kerja: **tegangan masukan harus beberapa volt di atas keluaran**, kira-kira Vout + 2 V (untuk 7805, minimal sekitar 7 V). Batas atasnya juga ada (untuk 7805 sekitar 35 V), dan arus

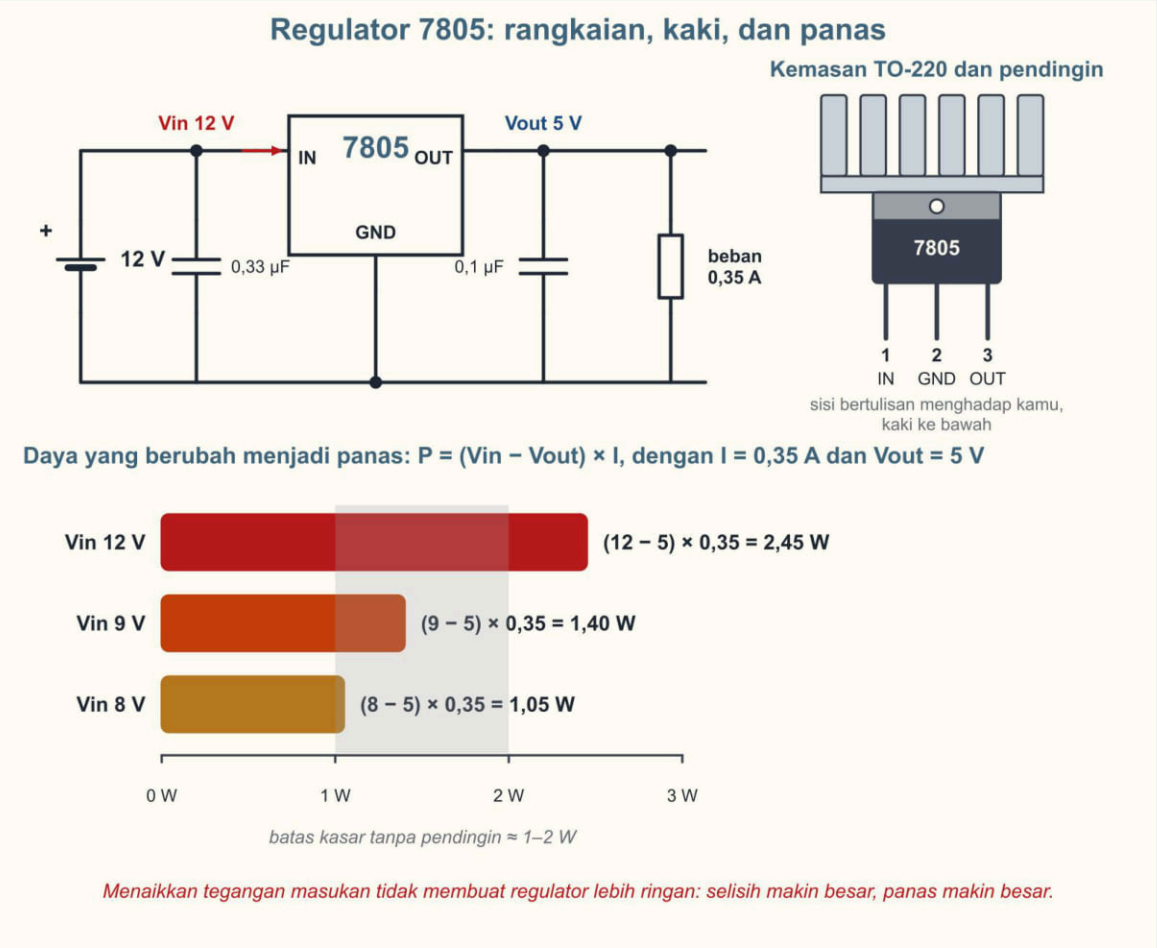
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

maksimum sekitar 1 A dengan pendingin.

Regulator linier bekerja seperti resistor variabel otomatis. Ia **membuang selisih tegangan masukan–keluaran sebagai panas**:

P = (Vin − Vout) × I

Misalnya Vin 12 V, Vout 5 V, beban 0,35 A: P = 7 × 0,35 = 2,45 W. Efisiensinya hanya Vout ÷ Vin = 5 ÷ 12 ≈ 42 %. Selisih yang besar berarti panas yang besar. Karena itu **menaikkan tegangan masukan tidak membuat regulator "lebih ringan"; justru makin panas.** Tanpa pendingin, regulator TO-220 hanya nyaman membuang sekitar 1–2 W (angka kasar; lihat datasheet). Di atas itu, pasang **pendingin (*heatsink*)** atau turunkan tegangan masukan mendekati batas minimum (tetapi lembah riak tetap harus di atas batas, lihat sub bab 3.4).



Gambar 4.24 Regulator 7805: rangkaian, kaki, pendingin, dan daya panas. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Regulator yang terasa **panas belum tentu rusak**. Ukur dulu: bila keluarannya tepat 5 V, ia bekerja normal dan hanya membuang selisih tegangan. Regulator rusak bila keluarannya salah (nol, atau sama dengan masukan) atau bila ia **terlalu panas karena dibebani melebihi kemampuannya**. IC ini punya pengaman termal dan arus bawaan, tetapi pengaman tidak boleh diandalkan untuk waktu lama.

> **Pengayaan.** Perkiraan pendingin: suhu sambungan maksimum regulator sekitar 125 °C. Bila suhu

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

> ruang 35 °C dan P = 2,45 W, hambatan termal total maksimum = (125 − 35) ÷ 2,45 ≈ 36,7 °C/W. Hambatan termal sambungan–casing sekitar 5 °C/W (periksa datasheet), maka pendingin harus berhambatan termal sekitar 30 °C/W atau kurang.

Ringkasan: dioda menghantar maju pada ≈ 0,7 V (silikon); uji dioda: baik = angka maju dan OL, putus = OL dua arah, hubung singkat = 0,00 V dua arah; zener bias mundur; LED perlu resistor, RGB anoda bersama aktif rendah; transistor jenuh punya VCE kecil dan putus punya VCE ≈ catu; resistor basis dari IC ÷ β dengan kelipatan; rating dengan cadangan; regulator membuang panas P = (Vin − Vout) × I.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Resistor basis untuk relai bel

Unit produksi SMK "Bina Karya" membuat pewaktu bel istirahat. Gerbang logika 5 V menghidupkan relai 12 V (hambatan kumparan 240 Ω) melalui transistor NPN sebagai sakelar sisi bawah. β minimum transistor 100. Tentukan arus kolektor, resistor basis, dan periksa apakah transistor jenuh. Periksa juga bila dipakai Rb = 47 kΩ. *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

1. Arus kolektor: IC = 12 ÷ 240 = 0,05 A = **50 mA**.
2. Arus basis minimum: IB(min) = IC ÷ β = 50 mA ÷ 100 = **0,5 mA**.
3. Agar pasti jenuh, ambil dua kali: IB = 2 × 0,5 = **1 mA**.
4. Resistor basis: Rb = (5 − 0,7) ÷ 0,001 = 4.300 Ω = 4,3 kΩ. Nilai standar sedikit di bawahnya: **3,9 kΩ**.
5. Periksa dengan 3,9 kΩ: IB = 4,3 ÷ 3.900 = 0,00110 A = **1,10 mA**. Ini 2,2 kali IB(min), sehingga transistor jenuh. VCE tinggal sekitar 0,2 V, jadi kumparan mendapat sekitar 11,8 V.
6. Periksa dengan 47 kΩ: IB = 4,3 ÷ 47.000 = 0,0000915 A = **0,0915 mA**. Arus kolektor paling tinggi β × IB = 100 × 0,0915 = 9,15 mA, jauh di bawah 50 mA. Transistor tidak jenuh dan relai tidak menarik.

Jawaban: IC = 50 mA; Rb yang tepat **3,9 kΩ** (IB ≈ 1,10 mA, jenuh). Dengan 47 kΩ, IB hanya ≈ 0,09 mA sehingga relai tidak bekerja.

Contoh 2 — Panas regulator dan keputusan pendingin

Pak Hasan merakit catu 5 V untuk papan sensor yang menarik 0,35 A dari adaptor 12 V melalui regulator 7805. Hitung daya yang menjadi panas, efisiensinya, dan putuskan apakah perlu pendingin. Bandingkan bila adaptor diganti 9 V dan 8 V (anggap lembah riak tetap di atas batas minimum). *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

1. Rumus: P = (Vin − Vout) × I.
2. Adaptor 12 V: P = (12 − 5) × 0,35 = 7 × 0,35 = **2,45 W**.
3. Efisiensi: 5 ÷ 12 = 0,417 atau **41,7 %**. Sisanya, 58,3 %, menjadi panas.

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

4. Bandingkan dengan batas kasar tanpa pendingin sekitar 1–2 W. Nilai 2,45 W melampauinya, maka **pendingin diperlukan**.
5. Adaptor 9 V: P = (9 − 5) × 0,35 = 4 × 0,35 = **1,40 W**. Berada di dalam rentang 1–2 W, sehingga pendingin kecil dianjurkan.
6. Adaptor 8 V: P = (8 − 5) × 0,35 = 3 × 0,35 = **1,05 W**. Panas jauh lebih kecil, tetapi masukan 8 V sudah dekat batas minimum sekitar 7 V, sehingga lembah riak harus diperiksa.

Jawaban: daya panas 2,45 W (efisiensi 41,7 %) sehingga **perlu pendingin**. Dengan adaptor 9 V panas turun menjadi 1,40 W dan dengan 8 V menjadi 1,05 W. Regulator yang panas pada 12 V tidak rusak; ia sedang membuang selisih tegangan. Adaptor 15 V justru memberi (15 − 5) × 0,35 = 3,5 W, lebih panas.

Contoh 3 — Menentukan kondisi dioda dari hasil uji

Seorang teknisi servis menguji lima komponen dari adaptor rusak dengan multimeter digital mode dioda. Hasil (probe merah di anoda, lalu di katoda): X1 = 0,64 V lalu OL; X2 = OL lalu OL; X3 = 0,02 V lalu 0,02 V; X4 = 0,31 V lalu 0,31 V; X5 (LED merah) = 1,78 V lalu OL, LED menyala redup saat probe merah di anoda. Tentukan kondisi tiap komponen dan tindakannya. *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

1. Pola dioda **baik**: satu arah menampilkan 0,5–0,7 V, arah lain OL.
2. X1: 0,64 V maju dan OL balik. **Baik**, dapat dipasang kembali.
3. X2: OL di kedua arah. Tidak menghantar sama sekali, jadi **putus**. Ganti.
4. X3: 0,02 V di kedua arah, hampir nol. Menghantar dua arah, jadi **hubung singkat**. Ganti.
5. X4: angka yang sama (0,31 V) di kedua arah. Tidak menahan arah balik, jadi **bocor**. Ganti.
6. X5: LED memberi 1,78 V di arah maju (sesuai LED merah) dan OL balik, serta menyala redup. LED **baik**.

Jawaban: X1 baik; X2 putus (ganti); X3 hubung singkat (ganti); X4 bocor (ganti); X5 baik. Perhatikan beda X2 (OL di dua arah) dengan X3 (nol di dua arah).

Contoh 4 — Memilih transistor dari tabel stok

Sebuah kipas mini 9 V menarik 0,35 A dan akan dikendalikan transistor sebagai sakelar sisi bawah (emitor ke ground, kipas di antara +9 V dan kolektor). Aturan bengkel: VCE maksimum minimal 2 kali tegangan catu dan IC maksimum minimal 2 kali arus beban. Stok: S1 NPN 45 V 0,1 A; S2 NPN 40 V 0,8 A; S3 PNP 60 V 1 A; S4 NPN 15 V 3 A; S5 NPN 100 V 0,6 A. Pilih yang paling tepat. *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

1. Syarat jenis: sisi bawah memerlukan **NPN**. S3 (PNP) gugur.
2. Syarat tegangan: VCE ≥ 2 × 9 = **18 V**. S4 (15 V) gugur.
3. Syarat arus: IC ≥ 2 × 0,35 = **0,7 A**. S1 (0,1 A) gugur. S5 (0,6 A) juga gugur, walaupun tegangannya paling besar.
4. S2: NPN, 40 V ≥ 18 V, dan 0,8 A ≥ 0,7 A. **Memenuhi semuanya.**
5. Kipas adalah beban induktif, jadi tambahkan dioda pelindung paralel kipas (katoda ke +9 V).

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

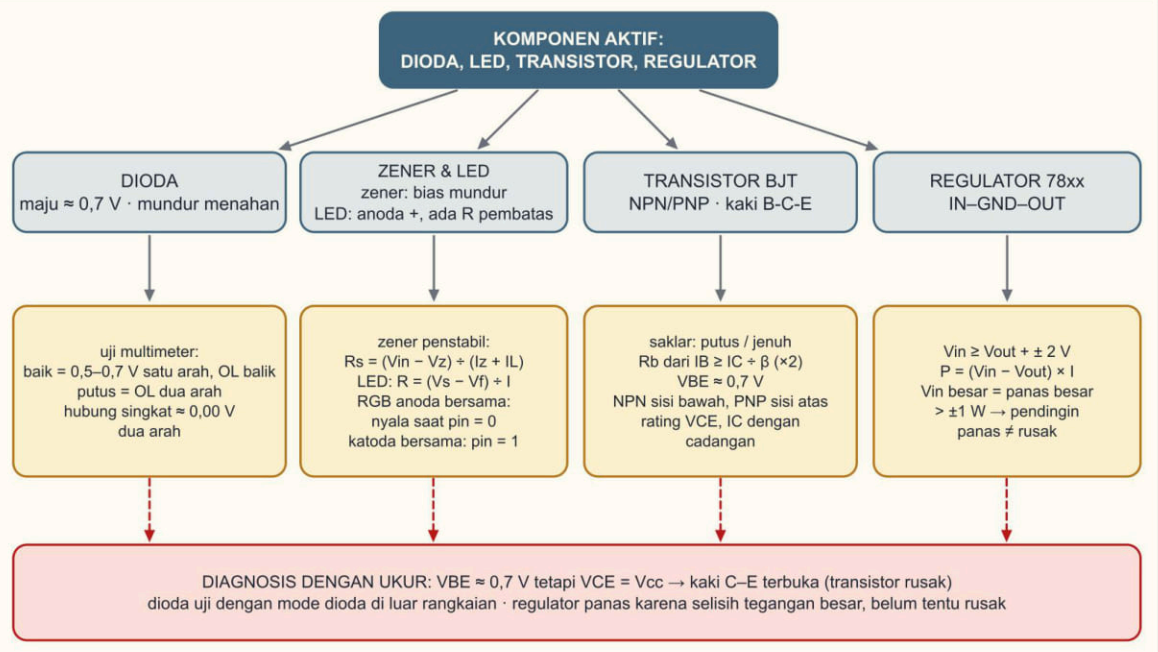
Jawaban: **S2**. Tiap pilihan lain gugur karena satu syarat: jenis (S3), tegangan (S4), atau arus (S1 dan S5).

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Dioda:** menghantar maju pada ≈ 0,7 V (silikon), menahan mundur. Uji mode dioda: baik = 0,5–0,7 V satu arah dan OL arah lain; **putus = OL dua arah; hubung singkat ≈ 0,00 V dua arah**.
- **Zener:** dipasang bias mundur (katoda ke +), menstabilkan tegangan pada Vz; Rs = (Vin − Vz) ÷ (Iz + Ibeban). Terbalik berarti keluaran ≈ 0,7 V.
- **LED:** kaki panjang = anoda; wajib resistor R = (Vs − Vf) ÷ I. **RGB anoda bersama** menyala saat pin = 0; **katoda bersama** menyala saat pin = 1.
- **Transistor:** NPN dengan emitor ke ground = sakelar sisi bawah; VBE ≈ 0,7 V; putus VCE ≈ catu, jenuh VCE ≈ 0,2 V. Rb = (Vin − 0,7) ÷ IB dengan IB ≥ IC ÷ β (dilipatkan 2–3).
- **Rating:** VCE maks. dan IC maks. harus di atas nilai kerja dengan cadangan; jenis harus cocok.
- **Regulator 78xx:** kaki IN-GND-OUT; masukan ≥ Vout + ± 2 V; panas P = (Vin − Vout) × I; panas belum tentu rusak.

Gambar 4.25 merangkum semuanya.



Gambar 4.25 Peta konsep komponen aktif: dioda, LED, transistor, dan regulator. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal komponen aktif:

1. **Kenali komponen dan jenisnya** (dioda, zener, LED, NPN/PNP, regulator) dan cara pasangnya (sisi bawah atau atas).
2. **Tulis nilai patokan:** 0,7 V untuk dioda dan VBE, 0,2 V untuk VCE jenuh, "masukan regulator ≥ Vout + 2 V".
3. **Hitung dulu** nilai yang seharusnya (IC, IB, Rb, daya) sebelum membaca pilihan.
4. **Bandingkan dengan hasil ukur atau tabel**, lalu pilih pernyataan yang cocok dengan kedua-duanya.
5. **Periksa tiap syarat satu per satu** pada soal tabel stok (jenis, tegangan, arus); satu syarat gagal berarti gugur.

Jebakan khas:

- **OL di dua arah dibaca hubung singkat** dan 0,00 V di dua arah dibaca putus. Yang benar: OL dua arah = putus; 0,00 V dua arah = hubung singkat.
- **PNP dipakai sebagai sakelar sisi bawah.** PNP cocok di sisi atas.
- **Rating tepat sama dengan nilai kerja** dianggap cukup. Pilih yang ada cadangannya.
- **Rating terbesar dipilih tanpa memeriksa jenis** (NPN atau PNP).
- **Regulator panas dikira rusak,** dan **tegangan masukan dinaikkan agar "lebih ringan"**. Selisih besar justru menambah panas.
- **Zener dipasang bias maju** (keluaran hanya 0,7 V), atau zener putus dikira menghasilkan 0,7 V.
- **LED RGB anoda bersama diberi logika 1** agar menyala; yang benar logika 0.
- **VBE 0,7 V tetapi VCE sama dengan catu** dikira baik; padahal itu tanda jalur C–E tidak menghantar.
- **Resistor basis diperbesar** agar transistor menghantar. Resistor lebih besar justru mengecilkan arus basis.
- **Satuan:** mA dengan A, kΩ dengan Ω.

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menyajikan hasil uji dioda dengan multimeter. Gunakan tabel hasil uji pada bagian 2 (Gambar 4.21): bandingkan setiap angka dengan pola dioda baik, putus, atau hubung singkat, lalu putuskan tiap pernyataan Benar atau Salah.

►. Sinta menguji tiga dioda penyearah 1N4007 dari adaptor rusak dengan multimeter digital pada mode uji dioda (2027). Hasilnya: D1 terbaca 0,58 V saat probe merah di anoda dan "OL" saat probe dibalik; D2 terbaca 0,00 V pada kedua arah; D3 terbaca "OL" pada kedua arah. Ia akan mengganti dioda yang rusak sebelum adaptor dirakit kembali.

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
D1 dalam kondisi baik dan dapat dipasang kembali.	○	○
D2 dalam kondisi putus sehingga tidak dapat menghantarkan arus.	○	○
D3 harus diganti karena tidak menghantar pada kedua arah.	○	○

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

Konsep: Mode uji dioda: arah maju dioda silikon terbaca ±0,5–0,7 V; arah balik OL. Kedua arah ≈0 V = hubung singkat; kedua arah OL = putus.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** Menghantar arah maju (≈0,58 V) dan menahan arah balik (OL) = dioda baik.

• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: 0,00 V pada kedua arah berarti D2 terhubung singkat (bocor total), bukan putus.

• **Pernyataan 3 → Benar.** OL pada kedua arah berarti sambungan di dalam dioda terbuka (putus).

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk setiap soal, tulis dulu nilai patokan dan syarat yang kamu pakai, baru pilih jawabannya.

1. Solenoid kunci pintu lab (12 V, 0,5 A) akan dikendalikan transistor NPN sebagai sakelar sisi bawah: emitor ke ground, solenoid di antara +12 V dan kolektor (2027). Aturan bengkel: VCE maks. dan IC maks. transistor minimal 1,5 kali nilai kerjanya. Data stok:

Kode	Jenis	VCE maks.	IC maks.
T1	NPN	17 V	1,5 A
T2	NPN	20 V	0,8 A
T3	PNP	60 V	2 A
T4	NPN	15 V	3 A
T5	NPN	60 V	0,7 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.)
Transistor yang paling tepat dipilih adalah ....

A. Transistor T2
B. Transistor T5
C. Transistor T3
D. Transistor T4
E. Transistor T1

2. Relai pengendali pompa akuarium tidak bekerja (2027). Rangkaiannya: transistor NPN dengan emitor ke ground, kumparan relai 12 V di antara +12 V dan kolektor, serta dioda pelindung paralel kumparan. Saat sinyal kendali diberikan, relai tidak berbunyi. Hendra mengukur VBE = 0,7 V dan VCE = 12 V. Resistor basis sudah sesuai rancangan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat tentang hasil pengukuran tersebut adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. VBE 0,7 V menunjukkan sambungan basis–emitor mendapat bias maju.
☐ B. VCE 12 V menunjukkan hampir tidak ada arus kolektor yang mengalir.
☐ C. Kumparan relai putus karena relai tidak berbunyi saat diberi sinyal.
☐ D. Transistor patut diduga rusak (C–E terbuka) karena sudah dibias tetapi tidak menghantar.
☐ E. Resistor basis perlu diganti yang lebih besar agar transistor menghantar.

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

✔ PERIKSA DIRI

- Apa beda hasil uji dioda yang putus dan yang hubung singkat, dan mengapa keduanya harus diganti?
- Mengapa regulator yang panas belum tentu rusak, dan apa yang kamu ukur untuk membuktikannya?
- **Yang harus kuingat:** dioda ≈ 0,7 V maju; OL dua arah = putus, 0,00 V dua arah = hubung singkat; transistor sakelar: jenuh VCE kecil, putus VCE ≈ catu; rating dengan cadangan; panas regulator P = (Vin − Vout) × I.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 4.5: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.
next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktel&node=SMKTEL-4.5

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

Kuis Akhir Bab 4

SMKTEL-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.

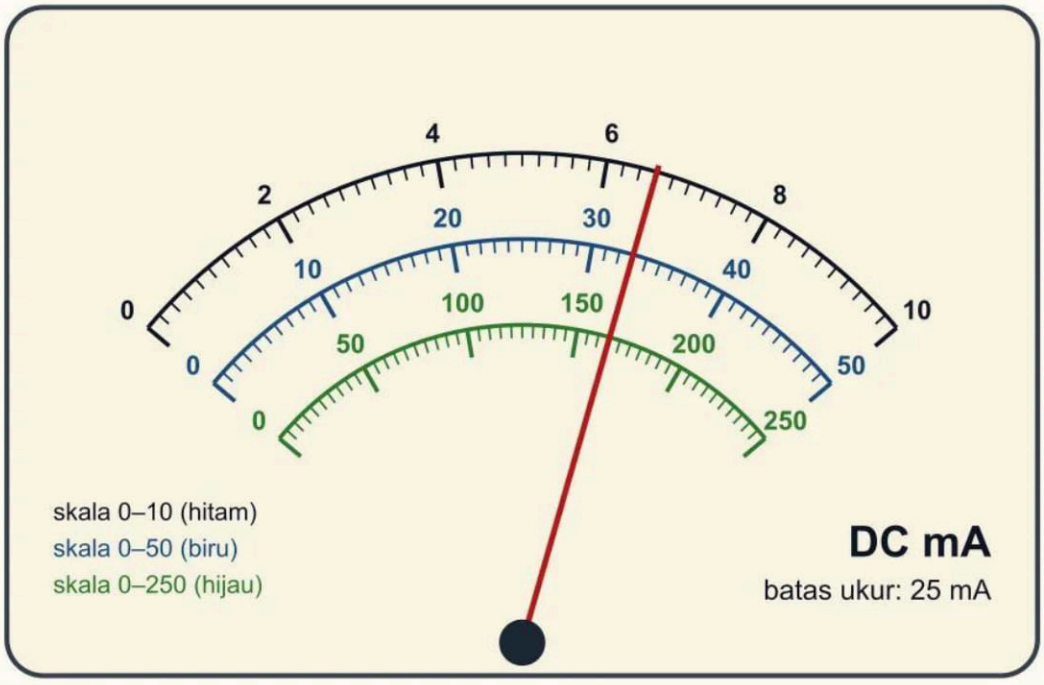
Kerjakan Kuis Bab 4 di LMS

Skor dan progresmu tersimpan di LMS.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktel&node=SMKTEL-KB4

1. Hendri mengukur arus pengisian modul sensor tenaga surya milik unit produksi SMK (2027) dengan multimeter analog yang dipasang seri pada jalur pengisian. Selektor berada pada DC mA batas 25 mA. Jarum tampak seperti pada gambar, dan hasilnya akan ditulis pada lembar pemeriksaan harian.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Hasil pengukuran yang tepat adalah ....



A. 165 mA
B. 33 mA
C. 16,5 mA
D. 6,6 mA
E. 1,65 mA

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

2. Dalam praktik di lab SMK (2027), Kirana mengamati sinyal sinus dari generator audio pada osiloskop. Gelombang setinggi 5,6 kotak dari puncak atas ke puncak bawah pada pengaturan 1 V/div, dan satu gelombang penuh selebar 4 kotak pada pengaturan 2,5 ms/div. Kirana juga akan membandingkannya dengan multimeter pada fungsi ACV. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*

Pernyataan yang tepat tentang sinyal itu adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Tegangan puncak (Vp) sinyal itu sebesar 5,6 V.
☐ B. Tegangan puncak-ke-puncak (Vpp) sinyal itu sebesar 5,6 V.
☐ C. Frekuensi sinyal itu sebesar 10 Hz karena periodenya 10 ms.
☐ D. Frekuensi sinyal itu sebesar 100 Hz karena periodenya 10 ms.
☐ E. Multimeter pada fungsi ACV akan menunjukkan sekitar 2,0 V.

3. Gina mengatur kecerahan strip LED 12 V pada lampu belajar buatan unit produksi SMK (2027) dengan sinyal PWM yang bertegangan tinggi 12 V. Osiloskop pada pengaturan 2 ms/div menunjukkan satu periode PWM selebar 5 kotak, dengan bagian tinggi selebar 3 kotak. Hasil pengamatan itu akan dicatat pada lembar kerja bersama nilai yang diterima strip LED.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Frekuensi PWM dan tegangan rata-rata yang diterima strip LED adalah ....

A. 100 Hz dan 7,2 V
B. 100 Hz dan 4,8 V
C. 10 Hz dan 7,2 V
D. 100 Hz dan 12 V
E. 167 Hz dan 7,2 V

4. Syifa menyiapkan osiloskop untuk praktik di lab elektronika (2027). Ia menyambungkan probe ×10 ke terminal CAL yang mengeluarkan gelombang kotak standar. Sudut gelombang kotak di layar tampak membulat dan naiknya landai, padahal pengaturan VOLTS/DIV dan TIME/DIV sudah sesuai. Hasil praktik akan dinilai guru pembimbing, sehingga Syifa ingin memastikan probe bekerja dengan benar sebelum mengukur rangkaian.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Tindakan yang tepat adalah ....

A. Menurunkan level trigger sampai gelombang berhenti bergeser
B. Memperbesar VOLTS/DIV sampai sudut gelombang tampak tajam
C. Memutar trimmer pada probe dengan obeng kecil sampai sudut tegas
D. Memindahkan kopling dari DC ke AC agar bentuk gelombang membaik
E. Mengubah faktor probe pada menu dari ×10 menjadi ×1

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

5. Rangga mengukur sekunder trafo bel sekolah berlabel 12 V (2027) memakai multimeter digital. Selektor ia putar ke DCV batas 20 V, lalu probe disentuhkan ke kedua kabel sekunder. Layar menampilkan angka kecil yang berubah-ubah mendekati 0 V, sehingga Rangga menyimpulkan trafo itu rusak.
(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
Trafo itu pasti rusak karena fungsi DCV seharusnya menampilkan nilai mendekati 12 V.	○	○
Angka mendekati 0 V muncul karena fungsi DCV tidak cocok untuk tegangan bolak-balik.	○	○
Pada fungsi ACV batas 20 V, trafo yang baik terbaca beberapa volt, bukan mendekati 0 V.	○	○

6. Salsa akan mengukur hambatan kumparan relai (perkiraan 270 Ω) pada papan pengendali pompa yang baru dimatikan (2027). Di papan ada elko besar yang mungkin masih menyimpan muatan, dan kumparan tersambung paralel dengan sebuah dioda. Multimeter digitalnya memiliki batas hambatan 200 Ω, 2 kΩ, 20 kΩ, dan 200 kΩ.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Langkah yang tepat untuk mengukur hambatan kumparan itu adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Mengosongkan elko lebih dulu lewat resistor sebelum memakai fungsi hambatan.
☐ B. Memilih batas 200 Ω karena nilai perkiraan 270 Ω paling dekat dengan batas itu.
☐ C. Memilih batas 2 kΩ karena batas terkecil yang masih lebih besar dari 270 Ω.
☐ D. Melepas satu kaki kumparan dari papan agar dioda tidak ikut terukur.
☐ E. Membiarkan papan tetap tersambung ke catu agar arus uji mengalir lebih mantap.

7. Saat merapikan kotak komponen unit produksi SMK (2027), Jamal menemukan resistor lima gelang. Dari kiri ke kanan warnanya coklat – hitam – hitam – merah – coklat. Celah antara gelang pertama dan gelang kedua tampak jelas lebih lebar daripada celah antargelang lainnya. Jamal harus menulis nilai dan toleransinya pada label laci.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Nilai dan toleransi resistor itu adalah ....

A. 10 kΩ ±1%
B. 1,2 kΩ ±1%
C. 12 Ω ±1%
D. 10 Ω ±2%
E. 120 Ω ±1%

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

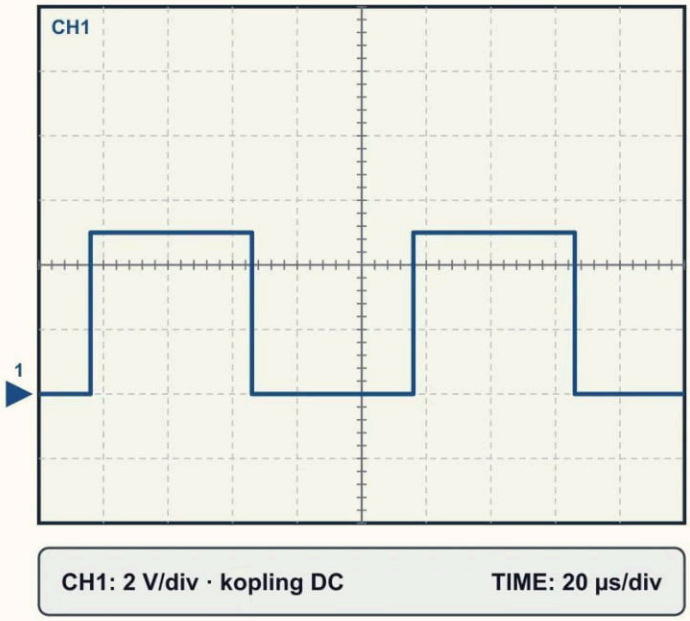
8. Citra mengukur tegangan aki kecil 12 V untuk alarm bengkel (2027) memakai multimeter digital dengan batas DCV 200 mV, 2 V, 20 V, 200 V, dan 600 V. Tegangan aki diperkirakan sekitar 12,6 V. Selektor ia putar ke 2 V, probe merah ke kutub positif dan probe hitam ke kutub negatif, tetapi layar hanya menampilkan "OL". Hasil ukur harus paling teliti.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Tindakan yang paling tepat adalah ....

A. Memutar selektor ke batas 20 V, lalu mengukur ulang tegangan aki
B. Memutar selektor ke batas 200 V, lalu mengukur ulang tegangan aki
C. Menukar probe merah dan hitam, lalu mengukur ulang tegangan aki
D. Mengganti baterai multimeter, lalu mengukur ulang tegangan aki
E. Memutar selektor ke ACV 20 V, lalu mengukur ulang tegangan aki

9. Farhan menguji sinyal clock dari papan pewaktu di lab elektronika (2027) memakai osiloskop. Tampilan layar dan pengaturannya tampak pada gambar; tanda ▸1 di tepi kiri layar menunjukkan posisi 0 V kanal 1. Lembar uji meminta tegangan tingkat tinggi sinyal terhadap 0 V dan frekuensinya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Data yang tepat dicatat Farhan adalah ....



A. 5 V dan 10 Hz
B. 5 V dan 10 kHz
C. 5 V dan 20 kHz
D. 2,5 V dan 10 kHz
E. 1 V dan 10 kHz

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

10. Setelah elko filternya diganti, catu daya 12 V DC di lab SMK dicurigai masih beriak (2027). Umar ingin melihat riak yang diperkirakan sekitar 0,2 Vpp pada layar osiloskop dengan 8 kotak tegak. Pada kopling DC dan 2 V/div, garis tegangan tampak lurus dan riaknya tidak terlihat sama sekali.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Pengaturan yang paling tepat agar riak terbaca jelas adalah ....

A. Kopling DC dengan VOLTS/DIV 50 mV
B. Kopling GND dengan VOLTS/DIV 50 mV
C. Kopling AC dengan VOLTS/DIV 2 V
D. Kopling AC dengan VOLTS/DIV 50 mV
E. Kopling DC dengan VOLTS/DIV 5 V

11. Fadli akan memeriksa arus pemanas mini pada papan uji di lab SMK (2027), tetapi sekering jalur arus multimeternya putus dan belum ada pengganti. Pemanas itu dipasang seri dengan resistor bergelang kuning–ungu–emas–emas yang boleh dipakai sebagai pengukur arus. Dengan multimeter pada DCV, tegangan di kedua kaki resistor itu terbaca 1,88 V.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Arus yang mengalir melalui pemanas adalah ....

A. 8,8 A
B. 2,5 A
C. 4,0 A
D. 0,04 A
E. 0,40 A

12. Modul kamera pemantau pintu di unit produksi SMK memerlukan catu 9 V dengan arus 0,45 A, dan akan dicatu adaptor 15 V DC (2027). Aturan bengkel: bila daya yang menjadi panas pada regulator lebih dari 1,5 W, wajib dipasang pendingin. Stok regulator IC seri 78xx:

Kode	Tegangan keluaran	Arus maksimum
R1	5 V	1 A
R2	9 V	1 A
R3	9 V	0,1 A
R4	12 V	1 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.)

Regulator yang dipilih beserta daya panas dan keputusan pendingin yang tepat adalah ....

A. R3; panas 2,70 W; pakai pendingin
B. R2; panas 4,05 W; pakai pendingin
C. R4; panas 1,35 W; tanpa pendingin
D. R2; panas 6,75 W; pakai pendingin
E. R2; panas 2,70 W; pakai pendingin

13. Hamdan menguji arah pemasangan dioda silikon pada catu 5 V di bengkel elektronika (2027). Dioda dipasang seri dengan resistor 430 Ω dalam dua susunan: pada susunan X anoda dihubungkan ke sisi positif catu, sedangkan pada susunan Y anoda dihubungkan ke sisi negatif. Tegangan maju dioda dianggap 0,7 V.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Pernyataan yang tepat tentang kedua susunan itu adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Pada susunan X, arus rangkaian sekitar 10 mA, sesuai tegangan resistor dibagi 430 Ω.
☐ B. Pada susunan Y, arus rangkaian juga sekitar 10 mA karena resistornya sama.
☐ C. Pada susunan Y, hampir seluruh 5 V jatuh pada dioda dan resistor hampir tanpa tegangan.
☐ D. Pada susunan X, resistor boleh dilepas karena dioda menahan sendiri arus berlebih.
☐ E. Pada susunan X, tegangan pada resistor sekitar 4,3 V karena dioda menyisakan 0,7 V.

14. Oven pengering papan PCB di unit produksi SMK memakai pembagi tegangan pada catu 5 V (2027): termistor NTC dipasang di sisi atas (ke +5 V) dan resistor tetap 10 kΩ di sisi bawah (ke ground), dengan keluaran diambil dari titik tengahnya. Data hambatan NTC:

Suhu	Hambatan NTC
25 °C	10 kΩ
40 °C	5,3 kΩ
60 °C	2,5 kΩ

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

Tegangan keluaran pembagi saat suhu 60 °C adalah ....

A. 1,0 V
B. 2,5 V
C. 4,0 V
D. 3,3 V
E. 1,25 V

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

15. Prototipe driver kipas dirakit di papan lubang oleh siswa kelas X unit produksi SMK (2027), dan versi produksinya nanti memakai papan SMD. Komponennya: transistor yang menghamburkan daya sekitar 2 W, IC pengendali 8 kaki, dan beberapa resistor chip berkode tiga angka. Pilihan kemasan yang ada: TO-92, TO-220 bertab, DIP-8, dan SOIC-8. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*

Pernyataan yang tepat tentang pemilihan kemasan dan pembacaan kode itu adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Resistor chip berkode 100 bernilai 100 Ω karena angka ketiga selalu menambah nol.

☐ B. Transistor yang menghamburkan 2 W sebaiknya berkemasan TO-220 dan dipasang pada pendingin.

☐ C. IC berkemasan DIP-8 lebih mudah disolder tangan pada papan lubang karena kakinya dimasukkan ke lubang.

☐ D. IC berkemasan SOIC-8 dapat langsung dipasang pada papan lubang berjarak kaki 2,54 mm.

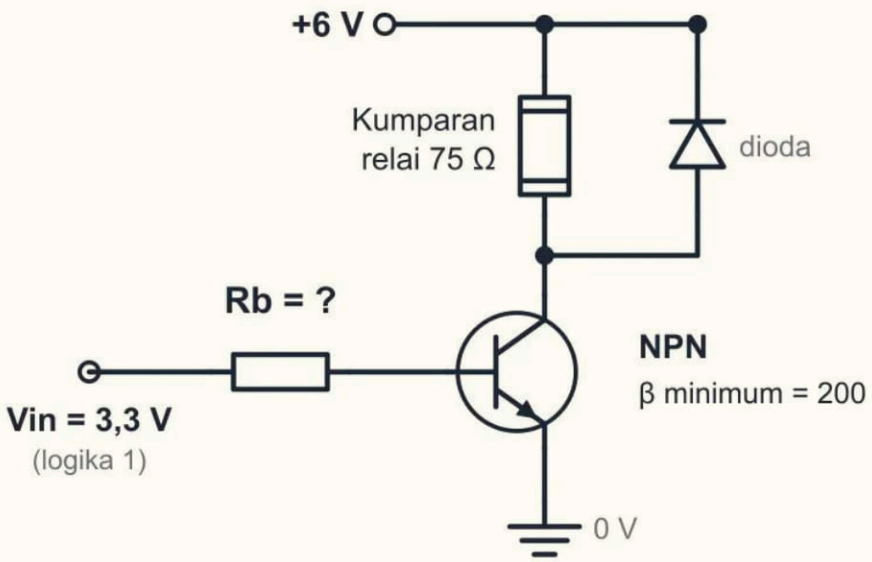
☐ E. Resistor chip berkode 223 bernilai 22 kΩ karena angka ketiga menyatakan pangkat sepuluh.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

16. Zahra merancang pengendali kipas kecil dengan relai 6 V pada papan uji unit produksi SMK (2027). Skema rangkaian tampak pada gambar. Aturan bengkel: arus basis dipilih 2 sampai 3 kali arus basis minimum agar transistor pasti jenuh. Resistor basis harus dipilih dari nilai standar yang ada di stok.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Resistor basis Rb yang tepat adalah ....



A. 2,7 kΩ
B. 680 Ω
C. 4,7 kΩ
D. 6,8 kΩ
E. 1,2 kΩ

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

17. Unit produksi SMK membuat adaptor 9 V dari trafo penurun tegangan jala-jala 220 V (2027). Kumparan primer berjumlah 1.760 lilitan, dan beban pada sekunder menarik arus 1,1 A. Adaptor itu akan dipakai untuk menyalakan modul lampu ruang kelas, dan trafo dianggap ideal (tanpa rugi daya).
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Pernyataan yang tepat tentang trafo itu adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Arus pada kumparan primer sekitar 27 A, karena tegangan primer lebih besar.
☐ B. Kumparan sekunder berjumlah 72 lilitan, sesuai perbandingan tegangan 220 : 9.
☐ C. Arus pada kumparan primer sekitar 45 mA, sesuai kesamaan daya primer dan sekunder.
☐ D. Bila lilitan sekunder dijadikan 144, tegangan sekunder naik menjadi 18 V.
☐ E. Bila primer disambung ke baterai DC, sekunder tetap menghasilkan tegangan 9 V.

18. Rangkaian pewaktu di unit produksi SMK memerlukan resistor 5,1 kΩ dengan toleransi ±5% (2027). Stok bengkel hanya resistor deret E12 (toleransi ±10%) bernilai 3,9 kΩ; 4,7 kΩ; 5,6 kΩ; dan 6,8 kΩ. Perakitan harus selesai hari ini sebelum pesanan dikirim, sehingga Ratih tidak sempat menunggu kiriman resistor baru dan akan memilih serta mengukur resistor dari stok itu dengan multimeter.
(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
Nilai 5,1 kΩ bukan nilai deret E12, sehingga tidak ada resistor 5,1 kΩ di stok.	○	○
Resistor 5,6 kΩ yang terukur 5,3 kΩ memenuhi kebutuhan karena berada dalam batas 5,1 kΩ ±5%.	○	○
Resistor 4,7 kΩ yang terukur 4,8 kΩ memenuhi kebutuhan karena nilai tertulisnya paling dekat dengan 5,1 kΩ.	○	○

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

19. Lampu tangga asrama sekolah memakai pewaktu sederhana (2027): kapasitor 220 µF diisi melalui resistor 47 kΩ, dan lampu padam setelah kapasitor terisi mendekati penuh. Penghuni sering mengeluh lampu padam sebelum mereka sampai di lantai atas, sehingga Prita, teknisi asrama, ingin mengubah lama waktunya.
(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
Konstanta waktu rangkaian itu sekitar 10 detik.	○	○
Mengganti resistor 47 kΩ dengan 22 kΩ membuat waktu pengisian menjadi lebih lama.	○	○
Mengganti kapasitor 220 µF dengan 470 µF membuat waktu pengisian menjadi lebih lama.	○	○

20. Laras memperbaiki papan penguat mikrofon di bengkel servis (2027). Di jalur catu ia menemukan dua kapasitor keramik yang dipasang paralel, berkode "473" dan "104" pada badannya. Papan itu berdengung karena gangguan pada jalur catu. Untuk memesan pengganti, Laras perlu menuliskan kapasitansi total kedua kapasitor itu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Kapasitansi total yang tepat adalah ....

A. 577 nF
B. 147 nF
C. 32 nF
D. 147 pF
E. 14,7 nF

21. Unit produksi SMK membuat lampu penanda arah yang memakai dua LED merah dipasang seri dan dicatu 12 V DC (2027). Tegangan maju tiap LED sekitar 2,0 V. Nyala harus paling terang, tetapi arus LED tidak boleh melewati 20 mA dan resistor tidak boleh menghamburkan daya melebihi ratingnya. Resistor pembatas dipilih dari stok berikut.

Kode	Hambatan	Rating daya
R1	270 Ω	1/4 W
R2	330 Ω	1/4 W
R3	470 Ω	1/8 W
R4	470 Ω	1/4 W
R5	680 Ω	1/4 W

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

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

Resistor yang paling tepat dipilih adalah ....

A. Resistor R1
B. Resistor R2
C. Resistor R3
D. Resistor R4
E. Resistor R5

22. Panel pengisian aki di unit produksi SMK memiliki catu 13,8 V (2027). Modul sensor 6,8 V yang menarik arus 17 mA dicatu lewat penstabil zener 6,8 V: resistor seri Rs dari catu, dan zener dipasang bias mundur paralel dengan modul. Agar zener tetap menstabilkan, arus zener minimal 5 mA. Rs dipilih dari deret E12 dengan nilai terbesar yang masih menjamin syarat itu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Resistor Rs yang tepat adalah ....

A. 330 Ω
B. 100 Ω
C. 560 Ω
D. 270 Ω
E. 220 Ω

23. Anisa memasang dioda 1N4007 paralel dengan kumparan relai 12 V yang dikendalikan transistor NPN sakelar sisi bawah (emitor ke ground) pada papan uji SMK (2027). Katoda dioda ia sambung ke kolektor dan anodanya ke +12 V. Begitu sinyal kendali diberikan, relai tidak bekerja dan transistor terasa panas.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Pernyataan yang tepat tentang kejadian itu adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Saat transistor menghantar, dioda terbias maju sehingga arus besar mengalir lewat dioda dan transistor.
☐ B. Kumparan relai hampir tidak mendapat arus karena dioda menjadi jalan pintas bertegangan sekitar 0,7 V.
☐ C. Dioda terbalik hanya mengganggu saat relai dimatikan, sehingga saat dihidupkan relai tetap bekerja normal.
☐ D. Pemasangan yang benar ialah katoda dioda ke +12 V dan anoda dioda ke kolektor transistor.
☐ E. Pada pemasangan yang benar, dioda ikut mengalirkan arus kumparan setiap kali transistor menghantar.

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

24. Eko menemukan transistor berkemasan TO-92 yang kodenya terhapus pada papan bekas di bengkel PKL (2027). Ia menguji tiga kakinya (diberi nomor 1, 2, 3) dengan multimeter digital mode dioda dan mencatat hasilnya.

Probe merah di kaki	Probe hitam di kaki	Layar
1	2	OL
2	1	0,63 V
2	3	0,66 V
3	2	OL
1	3	OL
3	1	OL

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

Jenis dan kaki basis transistor itu adalah ....

A. PNP; basis di kaki 2
B. NPN; basis di kaki 2
C. NPN; basis di kaki 1
D. PNP; basis di kaki 1
E. NPN; basis di kaki 3

25. Elko C3 pada papan catu pompa akuarium 12 V milik bengkel servis Pak Ardi menggembung (2027). Labelnya 2200 µF 25 V 85 °C. Elko itu menempel pada trafo yang hangat, dan ruang pemasangannya hanya muat diameter sampai 13 mm. Pak Ardi menyiapkan beberapa elko pengganti dan akan melepas C3 dari papan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Pernyataan yang tepat tentang penggantian elko itu adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Pengganti sebaiknya berspesifikasi 105 °C karena elko lama rusak akibat panas dari trafo.
☐ B. Elko 2200 µF 16 V 85 °C cukup sebagai pengganti karena tegangannya masih di atas 12 V.
☐ C. Kaki elko yang berlajur tanda minus pada badannya disambung ke sisi positif papan.
☐ D. Elko 2200 µF 35 V 105 °C berdiameter 12,5 mm memenuhi syarat kapasitansi, tegangan, suhu, dan ukuran.
☐ E. Sebelum dilepas, elko dikosongkan lewat resistor, bukan dengan menghubungsingkatkan kakinya memakai obeng.

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 · Mengukur dengan multimeter analog dan digital	1, 5, 6, 8, 11	___ / 5	Ulangi hlm. 228
Sub bab 4.2 · Mengukur dengan osiloskop	2, 3, 4, 9, 10	___ / 5	Ulangi hlm. 243
Sub bab 4.3 · Kode nilai komponen pasif	7, 15, 18, 20	___ / 4	Ulangi hlm. 257
Sub bab 4.4 · Komponen pasif dalam rangkaian: resistor, kapasitor, induktor	14, 17, 19, 21, 25	___ / 5	Ulangi hlm. 271
Sub bab 4.5 · Komponen aktif: dioda, LED, transistor, dan regulator	12, 13, 16, 22, 23, 24	___ / 6	Ulangi hlm. 288

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 · Mesin Listrik dan Pengoperasian Peralatan

SMKTEL-B5

Setelah mempelajari bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan prinsip kerja dan jenis mesin listrik serta memilih yang sesuai kebutuhan
- menelusuri rangkaian pengendali motor dengan relai, pengunci, dan pembalik arah
- mengoperasikan catu daya laboratorium, generator fungsi, dan solder uap sesuai prosedur

Peta bab

Sub bab	Judul
5.1	Mesin listrik dan pengendaliannya
5.2	Pengoperasian peralatan elektronika dasar

Bab 5 di LMS

Buka seluruh latihan bab ini di LMS.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktel&node=SMKTEL-B5

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

Sub bab 5.1 · Mesin listrik dan pengendaliannya

SMKTEL-5.1

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu **menjelaskan prinsip kerja dan jenis mesin listrik**, serta **prinsip dasar pengendaliannya**. Bentuk soalnya hampir selalu sebuah kasus kerja: sebuah proyek atau mesin model yang punya syarat gerak tertentu, lalu kamu diminta **memilih motor yang paling sesuai**, **menentukan cara mengendalikan arah putarnya**, atau **menemukan penyebab sebuah rangkaian kendali tidak berfungsi**. Soal juga dapat menanyakan kerja sebuah trafo atau mengapa sebuah komponen tidak boleh diberi tegangan jenis tertentu.

Kata kunci pada soal seperti ini ada di syarat-syaratnya: "berputar terus", "berhenti tepat di sudut tertentu", "tanpa sensor", "dua arah", "sumber DC". Pilihan yang benar adalah yang memenuhi **semua** syarat, bukan sebagian.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan prinsip motor (gaya pada kawat berarus di medan magnet) dan generator sebagai kebalikannya;
- membedakan motor DC magnet permanen, motor stepper, servo, dan motor AC satu fasa, lalu memilih motor menurut kebutuhan;
- menghitung sudut langkah dan jumlah langkah motor stepper;
- menjelaskan dan menelusuri rangkaian pengunci start–stop, rangkaian maju–mundur dengan interlock, serta jembatan H;
- menjelaskan kerja trafo dan memakai rasio lilitan Vp ÷ Vs = Np ÷ Ns.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

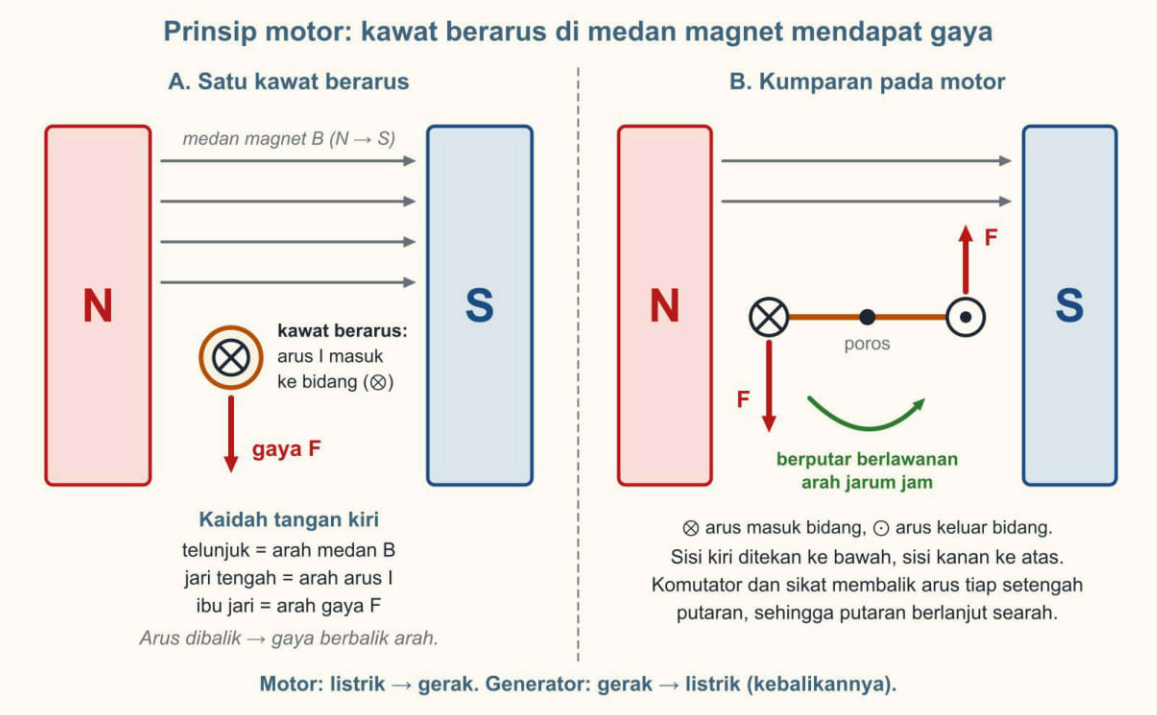
Kipas angin, pompa air, mesin bor, pintu otomatis, printer, sampai robot: semuanya digerakkan oleh **mesin listrik**. **Motor** mengubah energi listrik menjadi gerak putar. **Generator** melakukan sebaliknya. Seorang teknisi elektronika jarang merancang motornya sendiri, tetapi hampir selalu harus **memilih** motor yang cocok dan **mengendalikannya**: menghidupkan, mematikan, membalik arah, dan mengatur kecepatan atau posisi. Karena itu sub bab ini terdiri dari dua bagian: jenis mesin (bagian 1–6) dan pengendaliannya (bagian 7–10), ditambah trafo (bagian 11).

1. Prinsip kerja motor dan generator

Lihat Gambar 5.1. Dasar semua motor listrik adalah satu gejala: **kawat berarus yang berada dalam medan magnet mendapat gaya**. Besar gaya makin besar bila arus makin besar dan medan magnet makin kuat. Arah gaya tegak lurus terhadap arah arus dan arah medan, dan dapat

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

ditentukan dengan **kaidah tangan kiri**: telunjuk menunjukkan arah medan magnet (dari kutub utara N ke selatan S), jari tengah menunjukkan arah arus, dan ibu jari menunjukkan arah gaya.



Gambar 5.1 Prinsip motor: gaya pada kawat berarus di medan magnet (kiri) dan kumparan yang berputar (kanan). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Kalau arus dibalik, gaya ikut berbalik arah. Pada motor, kawat dililit menjadi **kumparan** dan dipasang pada poros yang dapat berputar. Dua sisi kumparan membawa arus berlawanan arah, sehingga satu sisi didorong ke atas dan sisi lainnya ke bawah. Hasilnya adalah gaya putar. Agar putaran terus berlanjut searah, arus pada kumparan harus dibalik setiap setengah putaran. Pada motor DC pekerjaan itu dilakukan oleh **komutator** (cincin tembaga terbelah yang ikut berputar) dan **sikat** (batang karbon yang menempel pada komutator dan menyalurkan arus dari catu).

Generator bekerja dengan prinsip yang berkebalikan: bila poros diputar dari luar sehingga kumparan memotong medan magnet, di kumparan timbul tegangan. Contohnya dinamo lampu sepeda dan alternator kendaraan. Itu sebabnya sebuah motor DC kecil yang porosnya diputar tangan dapat menyalakan LED: ia menjadi generator.

2. Motor DC magnet permanen

Motor DC kecil yang paling umum di bengkel dan proyek sekolah memakai **magnet permanen** sebagai medan magnet pada bagian diam (**stator**), sedangkan kumparan berada pada bagian berputar (**rotor**). Cirinya:

- **Kecepatan** kira-kira sebanding dengan tegangan yang diberikan. Tegangan lebih tinggi berarti lebih cepat, sampai batas tegangan yang tertulis pada motor.
- **Arah putar** bergantung pada polaritas. Menukar kabel positif dan negatif membalik arah putarnya.
- **Arus awal besar.** Pada saat mulai berputar, arus jauh lebih besar daripada saat sudah

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

berputar stabil. Karena itu sumber dan sakelar harus mampu menyalurkan arus itu.

- Biasanya dilengkapi **gearbox** (roda gigi reduksi) yang menurunkan kecepatan dan menaikkan tenaga putar (torsi). Motor "bergearbox" dipakai pada robot roda dan pintu model.
- **Motor DC tanpa sikat** (*brushless*) tidak memakai komutator dan sikat; arusnya dialihkan oleh rangkaian elektronik pengendali. Awet dan cepat, tetapi tidak dapat dijalankan hanya dengan menyambung ke baterai.

Motor DC biasa **tidak punya sensor posisi**. Kamu dapat membuatnya berputar, berhenti, atau berbalik arah, tetapi tidak dapat menyuruhnya berhenti tepat di sudut tertentu tanpa tambahan sensor atau sakelar batas.

3. Motor stepper

Motor stepper berputar **selangkah demi selangkah**. Di dalamnya ada beberapa kumparan yang dialiri arus bergantian oleh rangkaian pengemudi (*driver*). Setiap pulsa yang diberikan menggeser poros satu **langkah** dengan sudut yang sama besar:

sudut langkah = 360° ÷ jumlah langkah per putaran

Misalnya motor dengan 200 langkah per putaran memiliki sudut langkah 360° ÷ 200 = 1,8°. Sebaliknya, jumlah langkah per putaran = 360° ÷ sudut langkah. Mode **setengah langkah** (*half step*) membuat sudutnya menjadi separuh, jadi lebih halus.

Karena setiap pulsa menghasilkan gerak tetap, **posisi poros dapat dihitung dari jumlah pulsa**, tanpa sensor posisi. Frekuensi pulsa menentukan kecepatan putar, dan pulsa yang diberikan terus-menerus membuat motor **berputar terus** searah. Dua kelemahan perlu dipahami: bila beban terlalu berat atau pulsa terlalu cepat, motor dapat **kehilangan langkah** dan posisi hitungan menjadi salah tanpa diketahui; dan motor memerlukan driver, tidak cukup disambung ke baterai.

4. Motor servo

Lihat Gambar 5.2 untuk perbandingan semua jenis motor. **Motor servo** adalah satu paket tertutup: motor DC kecil, gearbox, sensor posisi (biasanya potensiometer), dan rangkaian pengendali. Servo dikendalikan **sinyal PWM**: sinyal berbentuk pulsa yang diulang kira-kira tiap 20 ms, dan **lebar pulsa** menentukan sudut tujuan. Pada servo hobi yang umum, lebar pulsa sekitar 1 ms sampai 2 ms memetakan seluruh rentang gerak, dengan sekitar 1,5 ms di posisi tengah (nilai tepatnya tertulis pada lembar data). Servo punya tiga kabel: catu positif, ground, dan sinyal.

Ciri utamanya: **posisi sangat tepat dan ditahan**, tetapi **rentang geraknya terbatas**, umumnya sekitar 180° (ada tipe lain, lihat lembar data). Servo standar **tidak dapat berputar terus** melewati 360°. Ada servo "putaran kontinu", tetapi jenis itu kehilangan fungsi pengaturan posisi: sinyalnya hanya mengatur kecepatan dan arah.

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

Membandingkan jenis motor menurut cara kendali dan geraknya

Jenis motor	Cara dikendalikan	Gerak dan posisi	Cocok untuk
 Motor DC magnet permanen	tegangan naik → makin cepat polaritas dibalik → arah balik PWM mengatur kecepatan	tanpa sensor, tidak dapat berhenti di sudut tertentu; berputar terus	kipas mini, roda model, pompa mini, bor PCB
 Motor stepper	pulsa diberikan berurutan 1 pulsa = 1 langkah sudut sudut = 360° ÷ langkah/putaran	posisi tepat tanpa sensor; dapat berputar terus searah	piringan pemutar, printer 3D, mesin CNC kecil
 Motor servo	sinyal PWM: lebar pulsa (± 1–2 ms tiap ± 20 ms) menentukan sudut tujuan	posisi tepat tetapi rentang terbatas (umumnya sekitar 180°); tidak berputar terus	lengan robot, palang pintu model, kemudi model
 Motor AC satu fasa	tegangan jala-jala 220 V AC kapasitor membuat medan putar saat motor mulai	kecepatan hampir tetap; berputar terus; tidak ada pengaturan posisi	kipas angin, pompa air, mesin cuci

Motor AC 220 V melampaui batas tegangan rendah kisi-kisi: dipelajari prinsipnya, tidak dipraktikkan tanpa guru.

Gambar 5.2 Perbandingan motor DC, stepper, servo, dan motor AC satu fasa. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

5. Motor AC satu fasa

Motor yang dipakai pada kipas angin, pompa air rumah tangga, dan mesin cuci umumnya **motor induksi satu fasa** yang bekerja dengan tegangan jala-jala 220 V AC. Di dalam stator ada dua lilitan: lilitan utama dan lilitan bantu. Satu lilitan saja menghasilkan medan magnet yang hanya "berdenyut" di tempat, tidak berputar, sehingga motor tidak mampu mulai berputar sendiri. **Kapasitor** dipasang seri dengan lilitan bantu supaya arus pada lilitan itu bergeser waktunya terhadap arus lilitan utama. Dua medan yang bergeser waktu itu bersama-sama membentuk **medan magnet putar** yang menarik rotor dan membuatnya berputar.

Akibat praktisnya: bila kapasitor rusak, motor hanya berdengung dan tidak mau mulai, padahal kumparannya baik. Kecepatannya hampir tetap, ditentukan frekuensi jala-jala. Motor ini tidak punya pengaturan posisi.

Keselamatan. Tegangan 220 V berada di atas batas tegangan rendah yang menjadi cakupan kisi-kisi. Prinsip motor AC dipelajari di sini; membongkar atau menguji motor bertegangan jala-jala dilakukan hanya dengan bimbingan guru, dengan sumber yang dimatikan dan dicabut.

6. Memilih motor menurut kebutuhan

Memilih motor adalah mencocokkan **syarat** dengan **kemampuan**. Tulis dulu syaratnya, lalu coret jenis motor yang melanggar satu syarat.

Syarat dari kasus	Motor yang cocok	Alasan
berputar terus, kecepatan bebas, sumber DC, tanpa ketelitian posisi	motor DC (bergearbox bila perlu tenaga)	sederhana dan murah
berhenti tepat di sudut tertentu, tanpa sensor, dan boleh berputar terus	motor stepper	sudut dihitung dari jumlah pulsa
menuju dan menahan sudut tertentu dalam rentang terbatas	servo	sensor posisi sudah di dalamnya
daya besar, sumber 220 V AC, kecepatan tetap	motor induksi AC (satu fasa)	langsung dari jala-jala
arah dapat dibalik	motor DC atau stepper (dengan rangkaian pengendali)	polaritas atau urutan pulsa dibalik

Periksa juga **tegangan dan arus** motor terhadap sumber yang tersedia, serta **tenaga putar** (torsi) yang dibutuhkan. Motor yang memenuhi gerakan tetapi tegangannya tidak cocok dengan sumber tetap gugur.

7. Relai dan kontaktor: arus kecil mengendalikan arus besar

Pin mikrokontroler, tombol kecil, dan rangkaian logika tidak kuat menyalurkan arus motor. **Relai** menyelesaikan masalah itu. Relai adalah sakelar yang digerakkan elektromagnet. Ia terdiri dari **kumparan** dan satu atau lebih **kontak**. Ketika kumparan dialiri arus, ia menjadi magnet dan menarik kontak sehingga kontak berpindah posisi. Ada dua jenis kontak:

- **NO** (*normally open*): terbuka ketika kumparan tidak dialiri arus, menutup ketika relai aktif.
- **NC** (*normally closed*): tertutup ketika kumparan tidak dialiri arus, membuka ketika relai

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

aktif.

Rangkaian kumparan (arus kecil) terpisah dari rangkaian kontak (arus motor). **Kontaktor** adalah relai berukuran lebih besar untuk arus dan daya yang besar. Ia memiliki **kontak utama** yang tebal untuk menyalurkan daya ke motor, dan **kontak bantu** yang kecil untuk rangkaian kendali. Rating kontak (misalnya "10 A, 250 V") harus lebih besar dari arus dan tegangan beban, dan tegangan kumparan harus sesuai dengan catu pengendalinya.

Dioda pelindung. Kumparan relai adalah induktor. Ketika arusnya diputus, kumparan menghasilkan lonjakan tegangan tinggi yang dapat merusak transistor atau mikrokontroler yang mengemudikannya. **Dioda pelindung** dipasang **paralel dengan kumparan**, dengan **katoda ke sisi positif** dan anoda ke sisi negatif. Ketika catu normal, dioda terbalik dan tidak berbuat apa-apa. Ketika arus diputus, dioda menyalurkan arus induksi sehingga lonjakan teredam. Kumparan relai AC tidak memakai dioda ini.

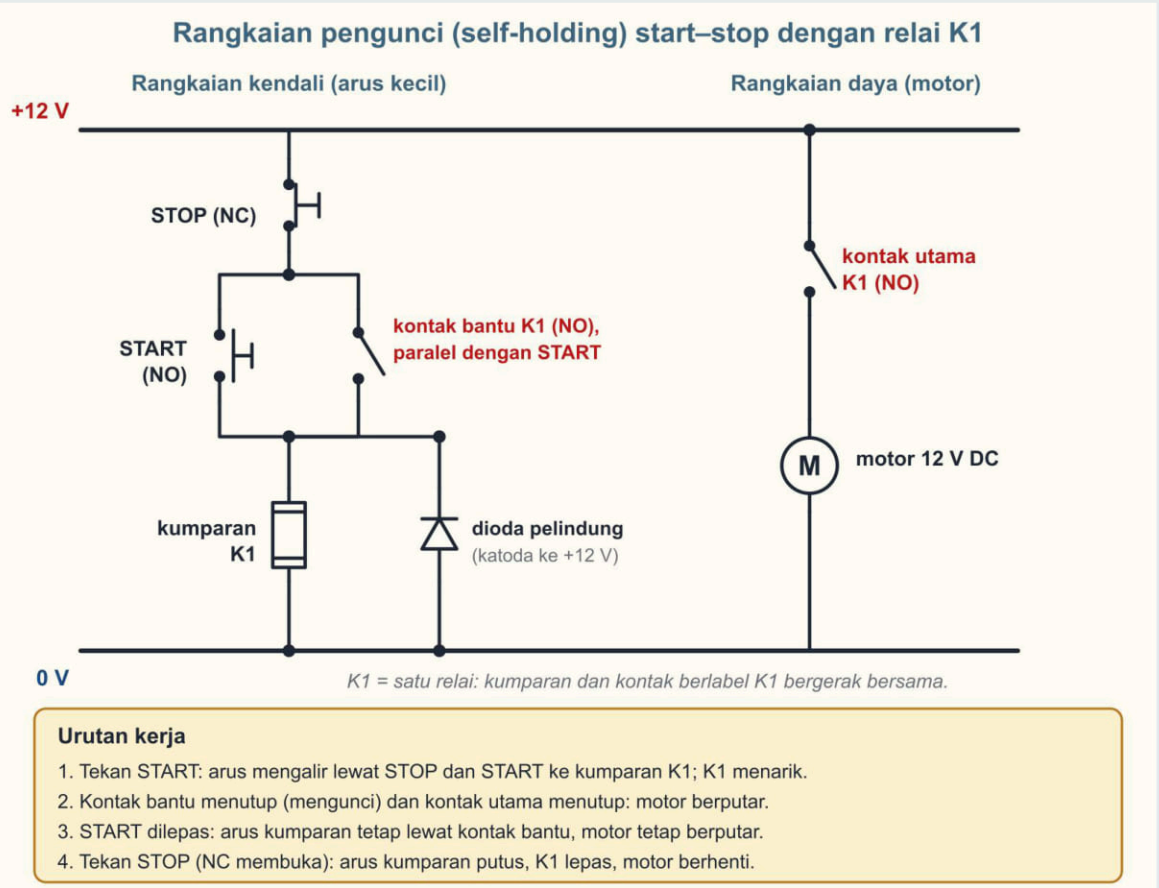
8. Rangkaian pengunci start–stop

Lihat Gambar 5.3. Pada mesin sungguhan, operator menekan tombol sebentar lalu mesin harus tetap berjalan sampai dimatikan. Tombol tekan (pegas) kembali terbuka ketika dilepas, jadi diperlukan **pengunci** (*self-holding*). Susunannya:

1. **Tombol STOP bertipe NC**, dipasang **seri** pada jalur kumparan. Dalam keadaan biasa jalur tersambung; ketika ditekan jalurnya putus.
2. **Tombol START bertipe NO**.
3. **Kontak bantu NO milik relai itu sendiri** dipasang **paralel dengan tombol START**.
4. **Kontak utama NO** relai menyalurkan daya ke motor.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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



Gambar 5.3 Rangkaian pengunci start–stop: kumparan K1, tombol STOP (NC), tombol START (NO), kontak bantu K1, kontak utama K1, dan dioda pelindung. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Cara kerjanya: saat START ditekan, arus mengalir lewat STOP dan START ke kumparan, relai menarik. Kontak bantu ikut menutup, sehingga ada jalan lain bagi arus di sisi START. Ketika START dilepas, arus kumparan tetap mengalir lewat kontak bantu: rangkaian **terkunci**. Kontak utama yang menutup menjalankan motor. Menekan STOP memutus jalur seri, kumparan kehilangan arus, relai lepas, kontak bantu terbuka lagi, dan motor berhenti. Untuk menyalakan lagi, START harus ditekan lagi.

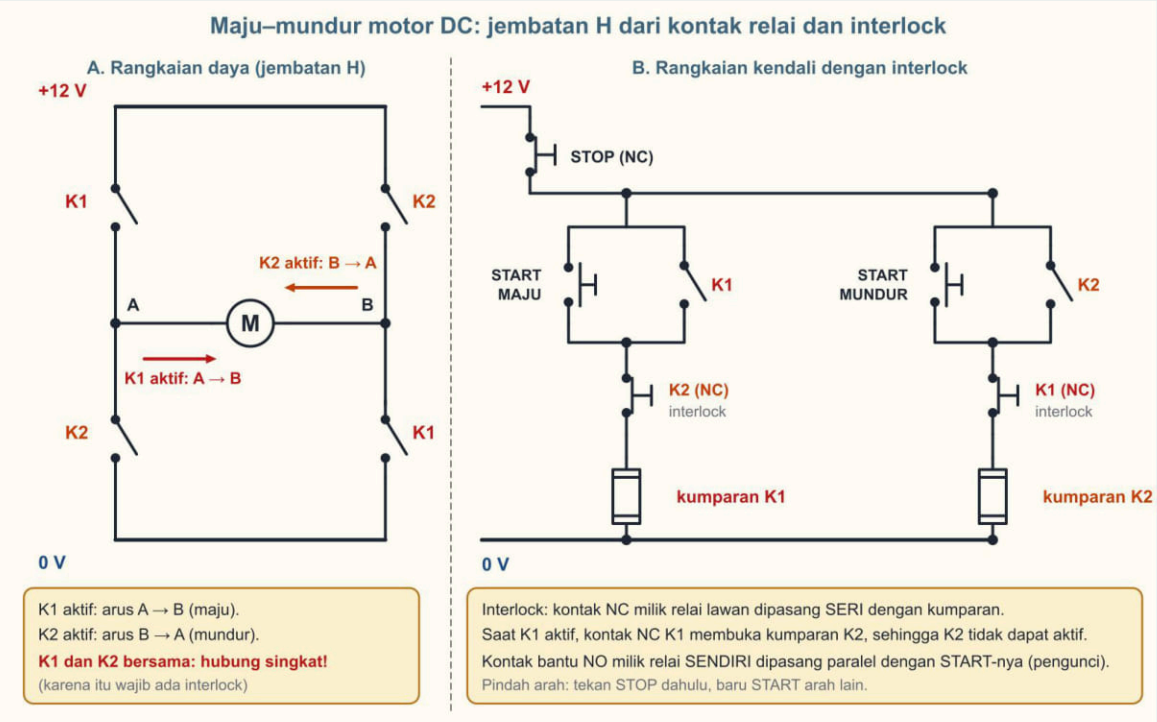
Mengapa STOP memakai NC? Ada dua alasan. Pertama, STOP selalu berada di jalur kumparan dan dapat memutusnya kapan saja. Kedua, bila kabel STOP lepas atau putus, jalur menjadi putus dan mesin tidak dapat menyala: kegagalan komponen berakhir pada keadaan aman. STOP bertipe NO justru membuat kumparan tidak pernah dialiri arus.

Dari sini kamu dapat menalar gejala sebuah rangkaian yang tidak bekerja: telusuri jalur arus kumparan pada tiap peristiwa (START ditekan, START dilepas, STOP ditekan), lalu cari bagian yang membuat arus kumparan terputus pada saat seharusnya mengalir.

9. Maju–mundur dan interlock; jembatan H

Lihat Gambar 5.4. Untuk **membalik arah** motor DC magnet permanen, polaritas tegangan pada motor harus dibalik. Caranya adalah **jembatan H**: empat sakelar disusun menyerupai huruf H, dengan motor di tengah (garis mendatar H). Sakelar bisa berupa kontak relai, transistor, atau MOSFET, atau sudah terpasang di dalam IC driver motor.

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



Gambar 5.4 Jembatan H dari kontak relai (kiri) dan rangkaian kendali dengan interlock (kanan). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- Bila sakelar kiri atas dan kanan bawah menutup (relai K1), arus mengalir dari kiri ke kanan melalui motor: motor berputar ke satu arah.
- Bila sakelar kanan atas dan kiri bawah menutup (relai K2), arus melewati motor dari kanan ke kiri: arah putar berbalik.
- Bila **dua sakelar pada sisi yang sama menutup bersamaan** (kiri atas dengan kiri bawah, atau kanan atas dengan kanan bawah), catu daya langsung terhubung singkat. Itu merusak sumber, kontak, dan kabel.

Untuk mencegahnya, dipakai **interlock**: pengunci silang. Pada rangkaian dengan dua relai, **kontak NC milik relai lawan** dipasang **seri dengan kumparan**. Ketika K1 aktif, kontak NC K1 yang ada di jalur kumparan K2 terbuka, sehingga K2 tidak mungkin aktif; begitu juga sebaliknya. Tiap relai juga tetap memiliki pengunci sendiri (kontak bantu NO paralel dengan tombol startnya) dan satu tombol STOP bersama. Untuk berpindah arah, tekan STOP lebih dulu agar relai pertama lepas, baru tekan START arah lain. Perhatikan perbedaannya: **pengunci** memakai kontak NO milik relai itu sendiri, dipasang **paralel** dengan START; **interlock** memakai kontak NC milik relai lawannya, dipasang **seri** dengan kumparan.

Pada versi elektronik, jembatan H dibuat dari transistor atau MOSFET atau IC driver motor. Prinsipnya sama, dan kamu tetap tidak boleh menyalakan dua sakelar pada sisi yang sama bersamaan. Motor adalah beban induktif, sehingga driver biasanya dilengkapi dioda pelindung.

10. Mengatur kecepatan dengan PWM, dan proteksi

PWM (*pulse width modulation*, modulasi lebar pulsa) mengatur kecepatan motor DC dengan menyalakan dan mematikan tegangan sangat cepat. Perbandingan waktu menyala terhadap satu periode disebut **duty cycle (D)**: D = t_nyala ÷ T. Tegangan rata-rata yang dirasakan motor = D ×

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

Vs. Pada duty cycle 25 % dan sumber 12 V, rata-rata 3 V; motor berputar lebih lambat. Pada 100 %, motor mendapat tegangan penuh. Cara ini hemat energi dibandingkan resistor seri atau potensiometer yang membuang selisih tegangan menjadi panas. Pada motor, PWM memberi kecepatan, **bukan arah**: arah tetap ditentukan polaritas.

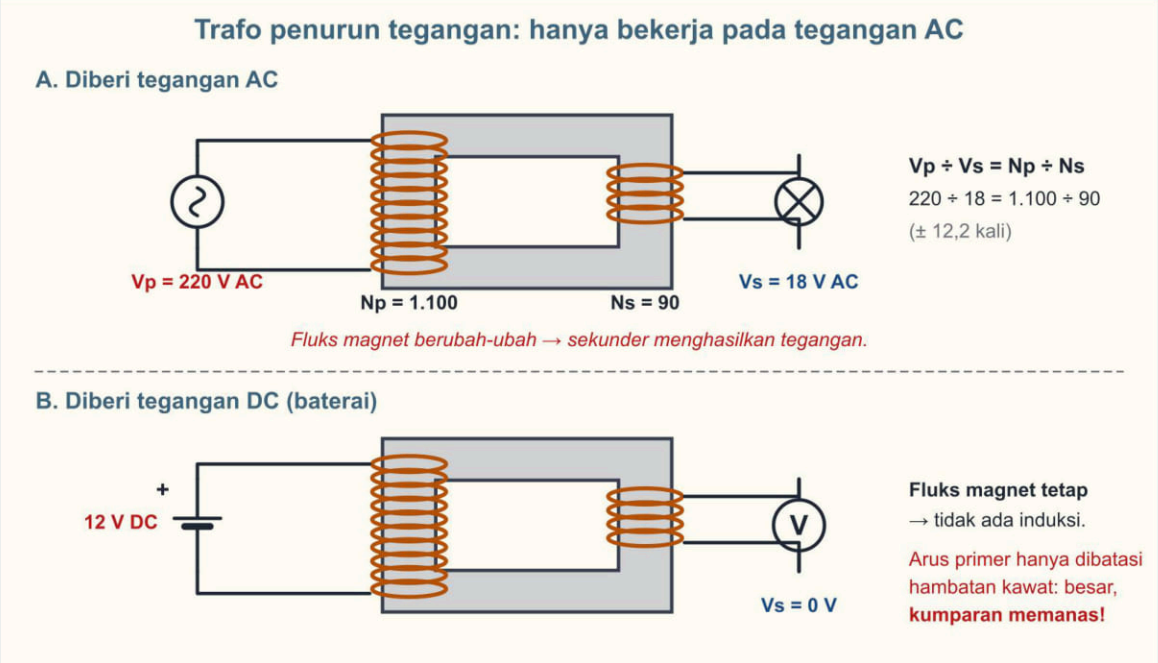
Proteksi. Rangkaian motor diberi sekering atau pemutus arus yang dipasang seri dengan catu dan dipilih sedikit di atas arus kerja, supaya putus ketika motor tertahan atau terjadi hubung singkat. Pada motor mesin yang lebih besar dipakai relai pengaman beban lebih (*thermal overload relay*). Setelah pengaman bekerja, cari penyebabnya sebelum menyalakan lagi.

11. Trafo (transformator)

Lihat Gambar 5.5. **Trafo** sering dihitung sebagai mesin listrik walaupun tidak berputar. Ia terdiri dari dua kumparan, **primer** dan **sekunder**, pada satu inti besi berlapis. Arus bolak-balik pada primer menimbulkan medan magnet yang terus berubah. Medan yang berubah itu menembus kumparan sekunder dan menimbulkan tegangan di sana. Perbandingan tegangan sama dengan perbandingan lilitan:

Vp ÷ Vs = Np ÷ Ns

Bila sekunder lebih sedikit lilitannya, tegangan lebih rendah: trafo **penurun** (*step-down*), seperti trafo pada adaptor. Bila lebih banyak, tegangan lebih tinggi: trafo **penaik** (*step-up*). Pada trafo ideal, daya yang masuk sama dengan daya yang keluar: Vp × Ip = Vs × Is. Jadi bila tegangan diturunkan, arus sekunder lebih besar daripada arus primer.



Gambar 5.5 Trafo penurun tegangan: bekerja pada AC (atas), tidak menghasilkan tegangan pada DC (bawah). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Syarat utama: **trafo hanya bekerja bila tegangan primer berubah-ubah (AC)**. Bila primer diberi tegangan DC dari baterai, medan magnet yang dihasilkan tetap, sehingga **tidak ada tegangan di sekunder**. Lebih buruk lagi, arus primer hanya dibatasi hambatan kawat yang

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

kecil, sehingga arus besar mengalir dan kumparan memanas. Menyambung trafo ke DC untuk "mendapat tegangan lebih rendah" adalah kesalahan klasik. Untuk menurunkan tegangan DC, pakai pembagi tegangan atau regulator (sub bab 3.4 dan 4.5), bukan trafo.

12. Ringkasan

Motor bekerja karena kawat berarus dalam medan magnet mendapat gaya; generator berkebalikan. Motor DC: polaritas menentukan arah, tegangan atau PWM menentukan kecepatan, tanpa sensor posisi. Stepper: sudut langkah = 360° ÷ langkah per putaran, posisi dari jumlah pulsa, dapat berputar terus. Servo: posisi tepat lewat sinyal PWM, rentang terbatas. Motor AC satu fasa memerlukan kapasitor untuk mulai berputar. Trafo hanya bekerja dengan AC dan memenuhi Vp ÷ Vs = Np ÷ Ns. Relai atau kontaktor memungkinkan arus kecil mengendalikan arus besar; kumparannya diberi dioda pelindung. Pengunci: STOP (NC) seri, START (NO) paralel dengan kontak bantu NO. Maju–mundur memakai interlock dan jembatan H.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Memilih motor untuk tiga mesin model

Bengkel "Kreasi Mesin" menerima tiga pesanan mesin model dari sekolah. Semua memakai catu 12 V DC. Mesin A: kipas pendingin yang berputar terus; kecepatan bebas. Mesin B: lengan capit yang harus bergerak ke sudut tertentu antara 0° dan 90° lalu menahannya. Mesin C: pemberi pakan ikan berpiringan 6 lubang yang harus maju tepat satu lubang tiap jadwal, terus ke arah yang sama, tanpa sensor posisi. Pilih jenis motor untuk tiap mesin. *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

1. Tulis syarat tiap mesin. A: putar terus, tanpa ketelitian posisi. B: sudut tertentu, tahan posisi, rentang terbatas. C: berhenti tepat tiap lubang, searah terus, tanpa sensor.
2. Mesin A tidak butuh ketepatan posisi: motor DC biasa cukup, sederhana dan murah.
3. Mesin B butuh posisi tepat dalam rentang terbatas (90° masuk dalam rentang sekitar 180° servo): servo.
4. Mesin C butuh gerak tetap per langkah, tanpa sensor, dan boleh berputar terus: stepper. Servo gugur karena tidak dapat berputar terus; motor DC gugur karena tidak punya sensor posisi.

Jawaban: **A = motor DC, B = servo, C = motor stepper**.

Contoh 2 — Menelusuri rangkaian pengunci

Pada model pompa air 12 V, jalur kumparan relai K1 tersusun seperti Gambar 5.3: tombol STOP (NC) seri, lalu tombol START (NO) paralel dengan kontak bantu NO K1, lalu kumparan K1. Kontak utama NO K1 menyalurkan daya ke pompa. Telusuri keadaan K1 dan pompa pada lima peristiwa berikut. *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

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

Peristiwa	Jalur kumparan	K1	Pompa
1. Awal, tidak ada yang ditekan	START terbuka, kontak bantu terbuka: putus	lepas	mati
2. START ditekan	STOP tertutup + START tertutup: tersambung	menarik	menyala (kontak utama menutup)
3. START dilepas	START terbuka, tetapi kontak bantu K1 sudah menutup: tetap tersambung	tetap menarik	tetap menyala
4. STOP ditekan	STOP terbuka: jalur putus	lepas	mati
5. STOP dilepas	STOP tertutup lagi, tetapi START dan kontak bantu terbuka: putus	tetap lepas	tetap mati

Pengecekan satu kemungkinan kesalahan: bila kontak bantu terpasang **NC** (bukan NO), pada peristiwa 3 K1 yang menarik membuat kontak NC membuka, jalur putus, K1 lepas, kontak NC menutup lagi, dan K1 menarik lagi. Relai akan bergetar menyala-padam.

Jawaban: **start → menyala; lepas START → tetap menyala; STOP → mati; relai bergetar bila kontak bantu NC**.

Contoh 3 — Langkah dan sudut motor stepper

Stepper kecil pada alat uji memiliki sudut langkah 7,5°. Hitung jumlah langkah per putaran, jumlah langkah untuk memutar 60° dan 150°, serta frekuensi pulsa bila poros harus berputar 30 putaran per menit. *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

1. Langkah per putaran = 360° ÷ 7,5° = 48 langkah.
2. Untuk 60°: 60 ÷ 7,5 = 8 langkah.
3. Untuk 150°: 150 ÷ 7,5 = 20 langkah.
4. 30 putaran per menit = 30 ÷ 60 = 0,5 putaran per detik.
5. Frekuensi pulsa = 48 langkah × 0,5 putaran/detik = 24 langkah per detik (24 Hz).

Jawaban: **48 langkah per putaran; 8 langkah untuk 60°; 20 langkah untuk 150°; frekuensi pulsa 24 Hz**.

Contoh 4 — Rasio trafo adaptor

Sebuah trafo adaptor memiliki primer 1.760 lilitan yang disambung ke jala-jala 220 V AC dan dibutuhkan keluaran 15 V AC. Hitung jumlah lilitan sekunder, lalu arus primer ideal bila sekunder dibebani 0,8 A. *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

1. Pakai Vp ÷ Vs = Np ÷ Ns, jadi Ns = Np × Vs ÷ Vp.
2. Ns = 1.760 × 15 ÷ 220 = 120 lilitan.
3. Daya sekunder = Vs × Is = 15 × 0,8 = 12 W.
4. Trafo ideal: daya primer sama dengan 12 W, sehingga Ip = 12 ÷ 220 ≈ 0,0545 A ≈ 54,5 mA.
5. Periksa arah: tegangan menurun (220 → 15 V), arus sekunder lebih besar dari arus primer (0,8 A dibanding 0,0545 A).

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

Jawaban: **Ns = 120 lilitan; arus primer ideal ± 54,5 mA** (pada trafo nyata sedikit lebih besar karena rugi-rugi).

Contoh 5 — PWM untuk motor dan sinyal servo

Sebuah motor DC 12 V dikendalikan PWM dengan periode 2 ms. Hitung waktu menyala dan tegangan rata-rata bila duty cycle 25 % dan 60 %. Selain itu, sebuah servo menerima pulsa selebar 1,5 ms tiap 20 ms. Berapa duty cycle-nya? *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

1. Waktu menyala = D × T. Untuk 25 %: 0,25 × 2 ms = 0,5 ms. Tegangan rata-rata = 0,25 × 12 V = 3 V.
2. Untuk 60 %: 0,6 × 2 ms = 1,2 ms. Tegangan rata-rata = 0,6 × 12 V = 7,2 V.
3. Servo: D = 1,5 ms ÷ 20 ms = 0,075 = 7,5 %. Ini PWM juga, tetapi duty cycle servo tidak menentukan tegangan rata-rata, melainkan **lebar pulsanya** menentukan sudut tujuan.

Jawaban: **25 %: 0,5 ms dan 3 V; 60 %: 1,2 ms dan 7,2 V; servo 7,5 %**.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Prinsip motor:** kawat berarus dalam medan magnet mendapat gaya; arah dengan kaidah tangan kiri. **Generator** = kebalikannya.
- **Motor DC magnet permanen:** balik polaritas = balik arah; PWM atau tegangan = kecepatan; tanpa sensor posisi.
- **Stepper:** sudut langkah = 360° ÷ langkah per putaran; posisi dari jumlah pulsa; dapat berputar terus.
- **Servo:** sinyal PWM = sudut; rentang terbatas; tidak berputar terus.
- **Motor AC satu fasa:** kapasitor membuat medan putar awal.
- **Trafo:** hanya AC; Vp ÷ Vs = Np ÷ Ns; DC tidak menimbulkan tegangan dan membuat primer panas.
- **Relai/kontaktor:** arus kecil mengendalikan arus besar; **dioda pelindung** paralel kumparan (katoda ke +).
- **Pengunci:** STOP (NC) seri, START (NO) paralel kontak bantu NO relai itu sendiri.
- **Maju–mundur:** interlock = kontak NC relai lawan seri dengan kumparan; jembatan H; dua sakelar pada sisi sama jangan menutup bersamaan.

Gambar 5.6 merangkum semuanya.



Gambar 5.6 Peta konsep mesin listrik dan pengendaliannya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal pemilihan motor:

1. **Daftar semua syarat gerak**: putar terus atau terbatas, posisi tepat atau tidak, ada sensor atau tidak, jenis sumber (DC atau AC).
2. **Coret motor yang melanggar satu syarat.** Satu pelanggaran sudah cukup untuk menggugurkan.
3. **Periksa sumber dan tegangan** pada tiap pilihan yang tersisa.

Langkah menjawab soal rangkaian kendali:

1. **Beri nama tiap kontak** (NO atau NC, milik relai yang mana) dan tiap tombol.
2. **Telusuri satu peristiwa pada satu waktu**: tekan START, lepas START, tekan STOP.
3. **Bandingkan dengan gejala.** Gejala menentukan bagian mana yang tidak bekerja.
4. **Periksa dua relai yang aktif bersamaan.** Bila rangkaian memungkinkannya, itu berbahaya.

Jebakan khas:

- **Servo dianggap dapat berputar terus.** Servo standar hanya bergerak dalam rentang terbatas.
- **Motor DC dianggap dapat berhenti di sudut tertentu.** Tanpa sensor, itu tidak mungkin.
- **Trafo diberi DC.** Tidak ada tegangan sekunder dan primer menjadi panas.
- **Tombol STOP dipasang NO.** Jalur kumparan tidak pernah tersambung.
- **Pengunci dan interlock tertukar.** Pengunci: NO sendiri, paralel dengan START. Interlock: NC lawan, seri dengan kumparan.
- **Satu relai dianggap cukup membalik arah.** Satu relai dengan kontak sederhana hanya menyalakan atau mematikan.
- **Dua relai maju–mundur tanpa interlock.** Bila keduanya aktif bersamaan, catu terhubung singkat.
- **PWM dianggap mengatur arah.** PWM mengatur kecepatan.
- **Rumus trafo dibalik** (Np ÷ Ns diganti Ns ÷ Np). Periksa arah: tegangan turun berarti sekunder lebih sedikit lilitannya.

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menuntut kamu memilih cara mengendalikan arah putar sebuah motor DC lewat tombol, dengan tetap menjaga keamanan rangkaian. Pakailah bagian 2 (sifat motor DC) serta bagian 7 sampai 9 (relai, pengunci, dan maju–mundur) dengan Gambar 5.3 dan 5.4. Uji tiap pilihan: apakah ia memenuhi **semua** syarat gerak yang disebut soal, dan apakah ia aman?

►. Siswa membuat model palang pintu parkir dengan motor DC magnet permanen 12 V (2027). Palang harus naik saat tombol NAIK ditekan dan turun saat tombol TURUN ditekan,

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

memakai motor yang sama. Sakelar batas di posisi atas dan bawah akan menghentikan motor. Guru meminta siswa memilih cara pengendalian arah putaran motor yang tepat. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Cara pengendalian yang paling tepat adalah ....

A. Mengatur tegangan motor dengan potensiometer seri
B. Memasang dioda seri agar motor berputar satu arah
C. Menukar kabel motor secara permanen setelah palang naik
D. Membalik polaritas motor dengan dua relai berinterlock
E. Memakai satu relai untuk menyalakan dan mematikan motor

Pembahasan **Kunci: D**

Konsep: Arah putaran motor DC magnet permanen dibalik dengan membalik polaritas tegangan. Dua relai (atau rangkaian jembatan H) diberi interlock agar keduanya tidak aktif bersamaan sehingga catu tidak terhubung singkat.

Langkah:
1. Syarat: arah putar dapat dibalik kapan pun lewat tombol.
2. Membalik arah = membalik polaritas motor.
3. Dua relai berinterlock memberi dua arah dengan aman.

Analisis setiap opsi:
- **A.** ✗ Potensiometer mengubah kecepatan, bukan arah.
- **B.** ✗ Dioda seri justru membuat motor hanya dapat berputar satu arah.
- **C.** ✗ Menukar kabel secara permanen hanya memberi satu arah lagi.
- **D.** ✓ Polaritas dibalik sesuai tombol, interlock mencegah hubung singkat.
- **E.** ✗ Jebakan: satu relai dapat menyalakan motor, tetapi tidak dapat membalik arah putarnya.

Jawaban: D.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk tiap soal, tulis dulu syarat gerak atau urutan peristiwanya, baru pilih jawabannya.

1. Tim lomba membuat model mesin penyortir buah (2027). Piringan penyortir harus berputar terus searah dan berhenti tepat setiap 45° untuk menjatuhkan buah ke delapan wadah. Rangkaian tidak memakai sensor posisi apa pun, dan sumber yang tersedia hanya aki 12 V DC. Guru meminta tim memilih motor yang paling sesuai dari katalog toko. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Motor yang paling tepat dipilih adalah ....

A. Motor DC bergearbox 12 V, 60 rpm
B. Motor servo standar 12 V, 0–180°
C. Motor stepper 12 V, 1,8° per langkah
D. Motor induksi 1 fase 220 V, 1.400 rpm
E. Motor DC tanpa sikat 12 V, 3.000 rpm

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

2. Trainer konveyor mini 24 V DC memakai tombol start (NO), tombol stop (NC), dan relai K1 (2027). Menurut gambar kerja, kontak bantu NO K1 dipasang paralel dengan tombol start, dan kontak utama NO K1 menyalakan motor. Hasil rakitan Joni: motor berputar hanya selama tombol start ditekan, lalu berhenti begitu tombol dilepas. Relai terdengar menarik saat tombol start ditekan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penyebab yang paling mungkin adalah ....

A. Kontak pengunci K1 paralel tombol start tidak tersambung
B. Tombol stop yang dipasang bertipe NO, bukan NC
C. Kumparan relai K1 putus sehingga kontaknya tidak tertarik
D. Tegangan catu 24 V terlalu rendah untuk menahan relai
E. Kontak utama K1 ke motor tersambung pada terminal NC

Kunci singkat: 1. C 2. A

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa servo standar tidak cocok untuk piringan yang harus berputar terus, sedangkan motor stepper cocok?
- Dapatkah kamu menggambar rangkaian pengunci start–stop dari ingatan, lalu menunjukkan mengapa STOP memakai kontak NC dan kontak bantu dipasang paralel dengan START?
- **Yang harus kuingat:** pilih motor dengan mencocokkan semua syarat; trafo hanya untuk AC; pengunci = STOP NC seri + kontak bantu NO paralel START; maju–mundur butuh interlock.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 5.1: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktel&node=SMKTEL-5.1

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

Sub bab 5.2 · Pengoperasian peralatan elektronika dasar

SMKTEL-5.2

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu **mengoperasikan peralatan elektronika dasar** dengan benar dan aman. Bentuk soalnya berupa kasus di lab atau bengkel: seorang siswa akan menyalakan prototipe, menguji penguat, melepas komponen, atau menyambung sistem suara. Kamu diminta menentukan **langkah yang tepat**, sering dalam bentuk soal pilihan ganda kompleks: beberapa pernyataan harus kamu nilai satu per satu, dan yang benar boleh lebih dari satu.

Hal yang diuji bukan menghafal tombol sebuah merek alat, melainkan **alasan di balik urutan langkah**: mengapa tegangan diatur tanpa beban, mengapa amplitudo dinaikkan bertahap, mengapa alat panas harus didinginkan, mengapa komponen dilepas sebelum diukur. Kalau kamu memahami alasannya, urutan yang benar mudah ditemukan.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menyusun prosedur umum untuk mengoperasikan peralatan atau rangkaian yang baru pertama kali dinyalakan;
- mengoperasikan catu daya laboratorium: tegangan, batas arus, polaritas, serta arti mode CV dan CC;
- mengatur generator fungsi (bentuk gelombang, frekuensi, amplitudo, offset) dengan ground bersama;
- memakai solder berpengatur suhu dan solder uap (*hot air*) dengan benar, termasuk mendinginkannya;
- mengukur komponen dengan LCR meter dan menyusun urutan menyambung serta mematikan sistem audio sederhana.

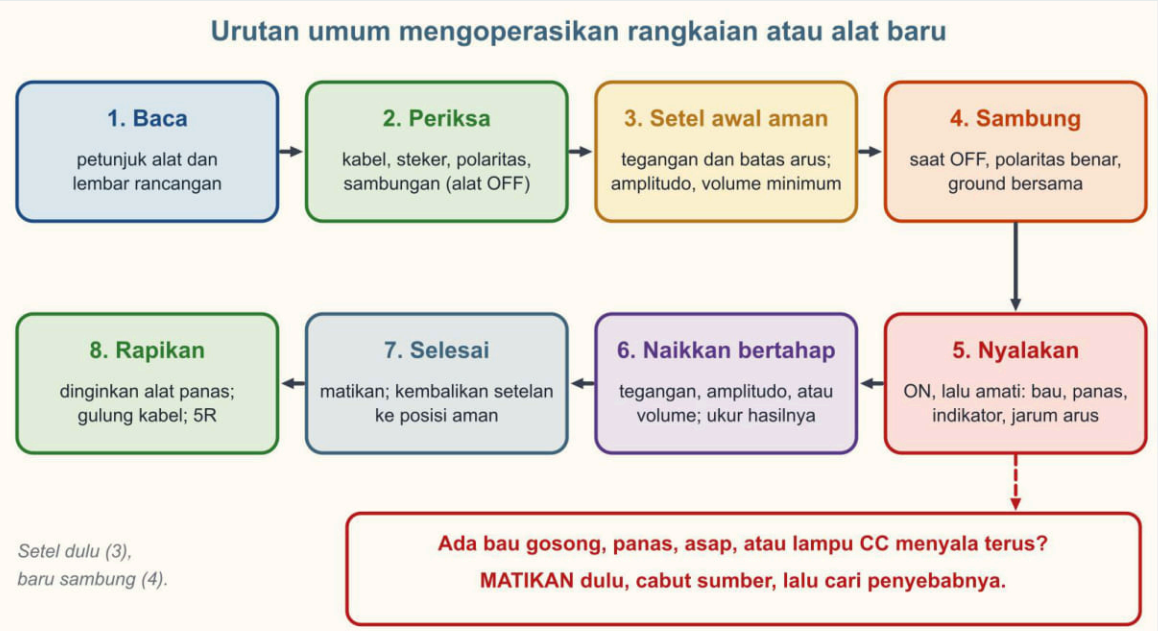
◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Alat ukur dan alat bantu di lab elektronika dibuat untuk dipakai berulang kali, tetapi hampir semuanya bisa rusak, atau merusak rangkaianmu, bila dipakai sembarangan. Catu daya yang tegangannya terlalu tinggi dapat membakar komponen. Generator yang amplitudonya terlalu besar dapat merusak masukan penguat. Solder yang terlalu panas melepas jalur tembaga. Amplifier yang dinyalakan dengan volume penuh dapat merusak speaker dalam sekejap. Sub bab ini membahas lima alat dan satu prosedur umum yang berlaku untuk semuanya. Prinsip pelindungnya sama: **mulai dari yang aman, sambung saat alat mati, naikkan bertahap, amati, lalu matikan dengan urutan yang benar.**

1. Prosedur umum pengoperasian peralatan baru

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

Lihat Gambar 5.7. Sebelum mengoperasikan alat apa pun, termasuk yang belum pernah kamu pakai, ikuti delapan langkah ini.



Gambar 5.7 Urutan umum mengoperasikan rangkaian atau alat baru, dengan cabang bahaya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **Baca petunjuk** alat dan lembar rancangan rangkaian. Cari tegangan, arus, dan batas yang diizinkan.
2. **Periksa** kondisi fisik: kabel yang terkelupas, steker yang longgar, kaki komponen yang bengkok, polaritas komponen, dan hasil solderan. Semua dikerjakan dalam keadaan alat **mati** dan dicabut.
3. **Setel awal pada keadaan aman:** tegangan catu diatur lebih dulu, batas arus diatur, amplitudo generator pada nilai terkecil, volume pada minimum.
4. **Sambung** kabel dalam keadaan alat atau keluarannya **mati (OFF)**, dengan polaritas benar dan ground bersama.
5. **Nyalakan (ON)** dan **amati**: bau gosong, komponen yang panas, asap, lampu peringatan, jarum atau angka arus yang tidak wajar.
6. **Naikkan bertahap** (tegangan, amplitudo, atau volume) sambil mengukur hasilnya.
7. **Selesai:** matikan, lalu kembalikan setelan ke posisi aman (volume nol, amplitudo terkecil, batas arus aman).
8. **Rapikan:** dinginkan alat panas sebelum disimpan, gulung kabel, bersihkan meja kerja (5R), dan catat bila ada kerusakan.

Bila pada langkah 5 kamu mencium bau gosong, melihat asap, merasakan komponen sangat panas, atau lampu pembatas arus menyala terus, **matikan dulu**, cabut sumber, baru cari penyebabnya. Jangan mencoba "memperbaiki sambil menyala".

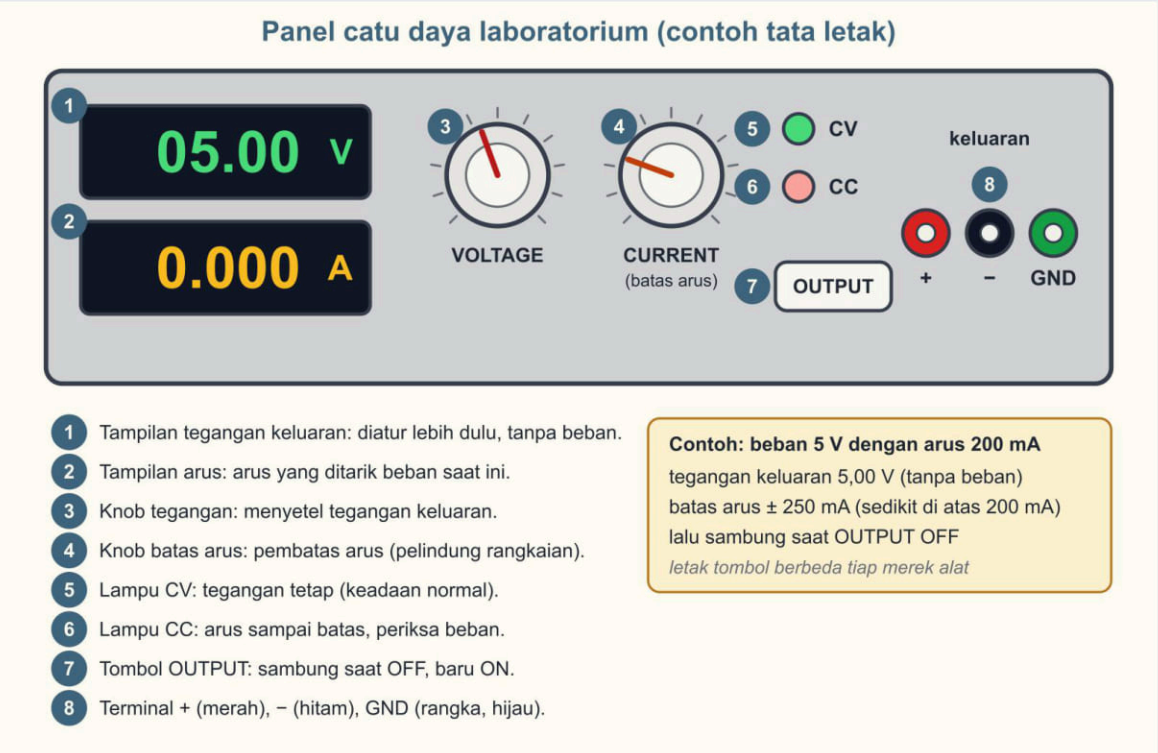
Alasan urutan ini sederhana. Setelan awal yang aman memastikan rangkaianmu tidak menerima tegangan atau sinyal yang salah pada saat pertama kali tersambung. Menyambung

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

saat OFF mencegah percikan dan hubung singkat sesaat. Menaikkan bertahap membuat kesalahan terlihat ketika masih kecil.

2. Catu daya laboratorium

Catu daya laboratorium (sering disebut *bench power supply*) menghasilkan tegangan DC yang dapat kamu atur, dan dilengkapi **pembatas arus**. Lihat Gambar 5.8 untuk bagian-bagiannya: tampilan tegangan dan arus, knob tegangan, knob batas arus, lampu mode **CV** dan **CC**, tombol **OUTPUT**, serta terminal positif (+, merah), negatif (−, hitam), dan ground (GND, rangka).



Gambar 5.8 Panel catu daya laboratorium dan contoh pengaturan untuk beban 5 V dan 200 mA. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Mode CV dan CC. Catu daya bekerja dalam salah satu dari dua mode.

- **CV** (*constant voltage*, tegangan tetap): ini keadaan normal. Tegangan keluaran tetap sesuai setelan, dan arus ditentukan oleh beban. Lampu CV menyala.
- **CC** (*constant current*, arus tetap): terjadi bila beban mencoba menarik arus lebih besar dari **batas arus** yang kamu setel. Catu daya lalu menahan arus pada batas itu dan menurunkan tegangan keluaran. Lampu CC menyala. Itu **tanda ada masalah** pada beban, misalnya hubung singkat atau salah rakit. Menaikkan tegangan atau batas arus bukan solusinya; matikan keluaran dan periksa rangkaian.

Urutan menyetel dan menyambung:

1. **Matikan keluaran (OUTPUT OFF).** Pastikan beban belum tersambung.
2. **Atur tegangan** sesuai kebutuhan rangkaian, saat keluaran **belum tersambung ke beban** (lihat tampilan atau ukur dengan voltmeter). Dengan begitu rangkaianmu tidak pernah menerima tegangan yang salah.

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

3. **Atur batas arus sedikit di atas kebutuhan** rangkaian, misalnya 20–30 % di atasnya. Cara menyetelnya berbeda tiap alat; ikuti petunjuknya. Jangan memutar batas arus ke maksimum "supaya tidak kekurangan arus": arus ditentukan beban, bukan oleh catu daya, dan batas maksimum menghilangkan perlindungan ketika ada kesalahan rakit. Jangan juga mengaturnya terlalu rendah, sebab rangkaian yang normal akan terhenti di mode CC.
4. **Sambungkan** kabel merah ke titik positif rangkaian dan kabel hitam ke ground rangkaian, saat keluaran masih OFF. Polaritas terbalik dapat merusak komponen berkutub seperti elko, dioda, dan IC.
5. **Aktifkan keluaran (OUTPUT ON)** dan amati: lampu CV menyala, arus pada tampilan wajar.
6. Setelah selesai, **matikan keluaran** lebih dulu, baru lepas kabel.

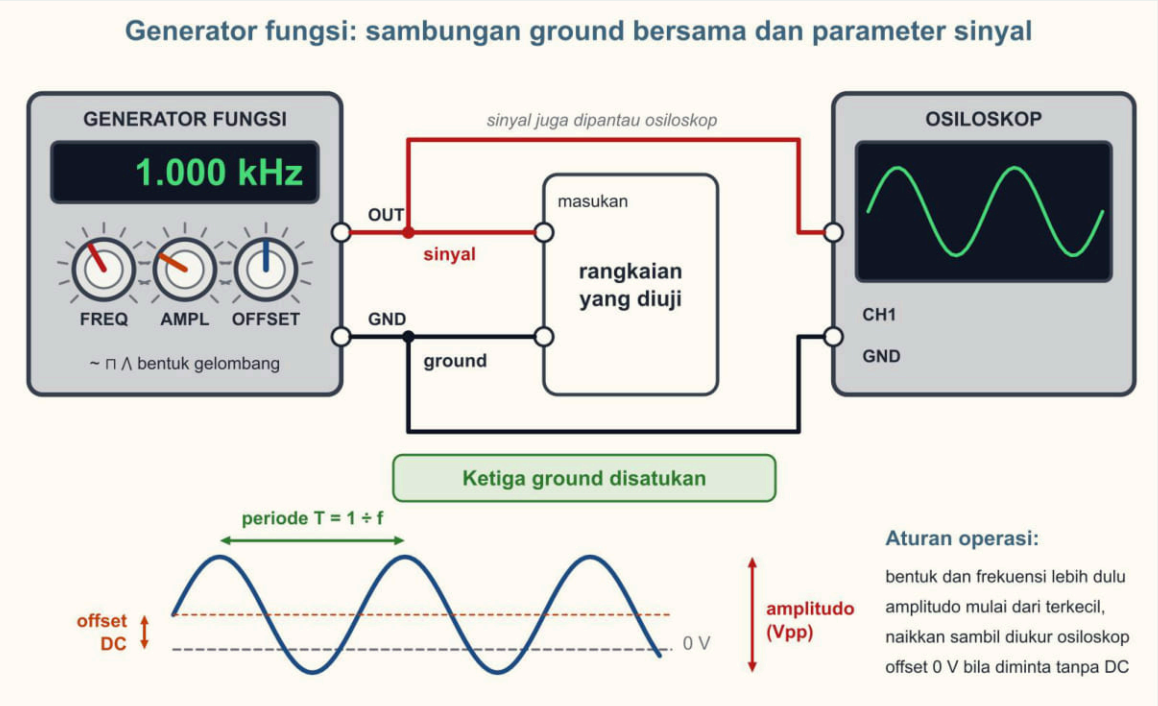
Terminal GND pada catu daya terhubung ke rangka alat dan biasanya ke pembumian. Terminal itu bukan terminal negatif; jangan menyambungkannya sembarangan ke bagian rangkaian bila tidak diperlukan.

3. Generator fungsi

Generator fungsi menghasilkan sinyal listrik yang dapat kamu atur untuk menguji rangkaian, misalnya penguat, filter, atau pewaktu. Lihat Gambar 5.9. Ada empat pengaturan utama:

- **Bentuk gelombang:** sinus, kotak, atau segitiga (kadang gerigi dan lainnya).
- **Frekuensi (f):** banyaknya siklus per detik, dalam hertz (Hz), kHz, atau MHz. Periodenya $T = 1 \div f$.
- **Amplitudo:** besar sinyal, biasanya ditulis dalam **Vpp** (volt puncak ke puncak: jarak dari puncak bawah ke puncak atas).
- **Offset DC:** tegangan DC yang ditambahkan ke sinyal. Offset menggeser seluruh gelombang ke atas atau ke bawah. Bila rangkaian harus menerima sinyal "tanpa DC", offset diatur **nol**, bukan maksimum. Pada gelombang kotak dengan amplitudo 3 Vpp dan offset +1,5 V, sinyal bergerak antara 0 V dan 3 V (puncak atas = offset + Vpp ÷ 2, puncak bawah = offset − Vpp ÷ 2).

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



Gambar 5.9 Generator fungsi disambung ke rangkaian dan osiloskop dengan ground bersama, serta parameter sinyal (amplitudo, offset, periode). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Menyambung dengan ground bersama. Kabel generator biasanya berujung BNC dengan dua jepit buaya: **merah untuk sinyal**, **hitam untuk ground**. Sinyal membutuhkan jalur untuk kembali ke sumbernya. Karena itu jepit hitam **harus** dihubungkan ke ground rangkaian. Ground generator, ground rangkaian, dan ground osiloskop **disatukan**. Jepit hitam yang dibiarkan menggantung membuat sinyal tidak stabil dan berderau (*noise*), bahkan dapat menyebabkan hasil ukur yang menyesatkan.

Urutan mengatur:

1. Pilih bentuk gelombang dan frekuensi.
2. Atur **offset** sesuai kebutuhan (nol bila tidak diminta DC).
3. Mulai dari **amplitudo terkecil**, sambungkan ke rangkaian, lalu **naikkan perlahan** sambil memeriksa sinyal pada osiloskop sampai besar yang diminta. Kenop amplitudo sering tidak berskala rinci, dan angka pada layar generator dapat berbeda dengan sinyal sebenarnya pada rangkaian, jadi **osiloskoplah yang menjadi ukuran sebenarnya**.
4. Setelah selesai, kembalikan amplitudo ke terkecil dan matikan keluaran.

Mengapa dinaikkan bertahap? Bila amplitudo sudah besar sejak awal, masukan penguat menerima sinyal yang terlalu kuat sehingga sinyal terpotong (cacat) dan komponen dapat rusak.

4. Solder berpengatur suhu (solder station)

Solder yang menjadi alat utama dibahas pada sub bab 2.1. Pada **solder station**, suhu mata solder dapat disetel dan dijaga stabil. Beberapa aturan:

- **Suhu secukupnya.** Untuk timah bertimbal, yang meleleh di sekitar 183 °C, suhu kerja

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

umumnya sekitar 300–350 °C. Timah bebas timbal meleleh lebih tinggi (sekitar 217–220 °C) sehingga suhu kerjanya sedikit lebih tinggi. Suhu terlalu tinggi mempercepat oksidasi mata solder, merusak komponen, dan melepaskan jalur tembaga.

- **Pilih mata solder yang sesuai.** Bentuk dan ukuran mata dipilih menurut titik yang disolder. Mata yang terlalu kecil tidak menyalurkan panas cukup; yang terlalu besar menyentuh bagian lain.
- **Bersihkan sebelum menyolder** dengan spons lembap atau kawat kuningan (*brass wool*), supaya oksida terbuang.
- **Lapisi dengan timah tipis (*tinning*)** sebelum solder dimatikan atau ditinggalkan. Lapisan ini melindungi mata solder dari oksidasi.
- **Jangan mengikir atau mengamplas** mata solder yang menghitam. Mata solder berlapis pelindung; lapisan itu hilang bila dikikir, dan mata cepat rusak.
- **Taruh pada dudukannya** dan matikan bila tidak dipakai. Gunakan ventilasi karena asap flux tidak baik untuk dihirup.

5. Solder uap (hot air)

Solder uap memanaskan dengan semburan udara panas, bukan dengan menyentuhkan mata solder. Alat ini dipakai untuk komponen SMD, khususnya IC dengan banyak kaki yang tidak mungkin dilepas satu per satu. Pengaturannya ada tiga: **suhu**, **aliran udara**, dan **nozzle** (corong).

- **Suhu:** mulai dari nilai yang dianjurkan panduan alat dan komponen (untuk timah bertimbal biasanya sekitar 300–350 °C pada nozzle), lalu sesuaikan secukupnya. Suhu tertinggi tidak membuat pekerjaan lebih baik; ia merusak papan dan komponen.
- **Aliran udara:** sedang. Aliran terlalu kuat meniup komponen kecil di sekitarnya, termasuk kapasitor dan resistor SMD yang hanya ditahan pasta timah.
- **Nozzle:** pilih sesuai ukuran komponen agar panas terkumpul pada komponen itu.
- **Flux** diberikan pada kaki untuk membantu timah mengalir dan menyebar.
- **Komponen plastik** di sekitar (konektor, pelindung) mudah meleleh; jauhkan semburan udara atau lindungi.

Cara melepas IC SMD:

1. Beri flux pada kaki IC, pasang nozzle yang sesuai, dan atur suhu dan aliran udara.
2. Panaskan dengan **menggerakkan nozzle memutar** di atas IC agar **semua kaki** panas merata. Memanaskan satu sisi saja membuat sisi lain belum meleleh dan jalur terangkat.
3. Setelah timah pada **semua kaki** tampak meleleh (IC bergerak bila disentuh ringan dengan pinset), **angkat** IC. Jangan mencungkil sebelum timah meleleh.
4. Matikan pemanas, lalu **biarkan kipas alat berjalan sampai alat dingin** sebelum steker dicabut. Elemen pemanas didinginkan oleh kipas alat itu sendiri; mencabut steker saat masih panas merusak elemen. Banyak alat memiliki mode pendinginan otomatis.

Bila IC akan dipasang kembali, bersihkan pad dari sisa timah, beri flux, taruh IC dengan arah yang benar (tanda titik atau takik), lalu panaskan dengan cara yang sama sampai timah

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

mengalir.

6. LCR meter

LCR meter mengukur **induktansi (L)**, **kapasitansi (C)**, dan **hambatan (R)**, dan sering juga faktor kerugian atau hambatan seri ekivalen (ESR). Banyak multimeter digital memiliki mode kapasitansi yang bekerja serupa. Pengukuran dilakukan pada frekuensi uji tertentu (misalnya 100 Hz atau 1 kHz), yang dapat dipilih pada alat yang lengkap.

Aturan pengukuran:

1. **Matikan dan lepas dari rangkaian.** Komponen yang masih tersambung ke rangkaian ikut terukur bersama komponen lain yang terhubung paralel, sehingga hasilnya keliru.
2. **Kosongkan muatan kapasitor** sebelum diukur. Kapasitor yang masih bermuatan dapat merusak alat. Kosongkan lewat resistor, bukan dengan menghubungsingkatkan kaki langsung dengan obeng.
3. **Pilih mode** yang benar (C, L, atau R) dan **rentang atau frekuensi** yang cocok. Kapasitor besar diukur pada frekuensi rendah, kapasitor kecil pada frekuensi lebih tinggi.
4. **Sambungkan** kaki komponen ke klip atau soket pengukuran. Pada alat yang memintanya, lakukan "nol" (*zeroing*) dengan klip terbuka dan terhubung singkat lebih dulu.
5. **Bandingkan hasil dengan nilai yang tertulis dan toleransinya.** Elko bernilai 220 µF dengan toleransi ±20 % boleh terukur 176 sampai 264 µF. Di luar rentang itu, komponen patut diganti. Elko yang mengering biasanya terukur jauh di bawah nilai tertulis.

Jangan memakai mode ohm untuk "mengukur" kapasitor. Mode itu hanya menunjukkan pengisian sesaat, bukan nilai kapasitansi. Mode kapasitansi pun tidak boleh dipakai pada rangkaian yang bertegangan.

7. Sistem audio sederhana

Sistem suara sederhana tersusun berderet: **sumber** (mikrofon atau laptop) → **mixer** → **amplifier** → **speaker**. Setiap bagian harus disambung dan dinyalakan dengan urutan yang menjaga speaker dan amplifier.

Menyambung dan menyalakan:

1. Pastikan semua alat **mati** dan **volume pada minimum** (gain dan master).
2. Sambungkan semua kabel sinyal, termasuk **kabel speaker ke amplifier**, sebelum menyalakan apa pun. Menyambung speaker saat amplifier menyala dapat menimbulkan hentakan keras dan merusak peralatan.
3. Nyalakan dari **sumber ke amplifier**: sumber, lalu mixer, dan **amplifier paling akhir**. Dengan demikian lonjakan akibat menyalakan alat sebelumnya tidak sampai ke speaker.
4. Naikkan volume **perlahan**. Bila indikator puncak (*peak* atau *clip*) pada mixer menyala terus, sinyal terlalu besar dan suara terpotong (cacat); turunkan gain.

Mematikan: urutannya **kebalikan**: kecilkan volume, matikan amplifier lebih dulu, lalu mixer, lalu sumber.

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

Impedansi speaker. Setiap amplifier mencantumkan **beban minimum** (misalnya 4 Ω atau 8 Ω). Impedansi total speaker yang tersambung tidak boleh lebih kecil dari angka itu, bila tidak amplifier dapat panas dan rusak. Dua speaker yang disusun paralel menghasilkan impedansi yang lebih kecil (dua speaker 8 Ω paralel menjadi 4 Ω), sedangkan susunan seri menjumlahkan (dua speaker 8 Ω seri menjadi 16 Ω). Periksa juga daya yang mampu ditahan speaker.

8. Ringkasan

Semua peralatan dioperasikan dengan pola yang sama: baca petunjuk, periksa, setel awal aman, sambung saat OFF dengan polaritas benar, nyalakan dan amati, naikkan bertahap, lalu matikan dan rapikan. Catu daya: atur tegangan tanpa beban, batas arus sedikit di atas kebutuhan, CC menyala berarti ada masalah. Generator fungsi: bentuk, frekuensi, amplitudo, offset; ground bersama; amplitudo naik bertahap, ukur dengan osiloskop. Solder station: suhu secukupnya, bersihkan, lapisi timah, jangan dikikir. Solder uap: suhu dan udara sedang, nozzle sesuai, flux, gerak memutar, angkat saat timah leleh, dinginkan dengan kipas alat. LCR meter: lepas dan kosongkan muatan, pilih mode, bandingkan dengan toleransi. Audio: sambung dulu, volume minimum, amplifier terakhir dinyalakan, impedansi tidak di bawah beban minimum.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Menyetel catu daya untuk beban 5 V dan 200 mA

Siswa unit produksi "Karya Mandiri" akan menguji modul sensor yang bekerja pada 5 V dengan arus 200 mA. Mereka memakai catu daya laboratorium dengan pengaturan tegangan dan batas arus. Susun langkah menyetel dan menyambung, tentukan batas arus yang masuk akal, dan jelaskan arti lampu CC menyala setelah keluaran diaktifkan. *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

1. Pastikan OUTPUT OFF dan modul belum tersambung.
2. Atur tegangan ke 5,00 V (periksa pada tampilan atau voltmeter).
3. Tentukan batas arus: sedikit di atas kebutuhan. 200 mA × 1,25 = 250 mA, jadi atur batas arus sekitar 250 mA.
4. Sambungkan kabel merah ke terminal 5 V modul dan kabel hitam ke ground modul, saat OUTPUT masih OFF.
5. Aktifkan OUTPUT. Lampu CV menyala dan arus pada tampilan mendekati 200 mA bila modul normal. Daya yang diserap: 5 V × 0,2 A = 1 W.
6. Bila lampu CC menyala dan arus tertahan 250 mA, modul meminta lebih dari batas. Itu tanda salah rakit atau hubung singkat. Matikan OUTPUT, periksa rangkaian, jangan menaikkan batas arus.

Jawaban: **tegangan 5,00 V, batas arus ± 250 mA, sambung saat OFF; CC menyala menandakan masalah pada beban**.

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

Contoh 2 — Urutan sambung sistem audio dan pemeriksaan impedansi

OSIS "Nusa Bangsa" menyiapkan sistem suara aula: laptop → mixer → amplifier → speaker. Label amplifier: "beban minimum 4 Ω". Tersedia dua speaker 8 Ω dan dua speaker 4 Ω. Susun urutan menyalakan dan mematikan, lalu tentukan apakah dua speaker 8 Ω, dan dua speaker 4 Ω, boleh dipasang paralel. *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

1. Pastikan semua alat mati dan volume minimum. Sambungkan semua kabel, termasuk kabel speaker.
2. Urutan menyalakan: laptop → mixer → amplifier (terakhir). Naikkan volume perlahan.
3. Urutan mematikan: volume turun → amplifier → mixer → laptop.
4. Dua speaker 8 Ω paralel: 8 × 8 ÷ (8 + 8) = 4 Ω. Nilai ini sama dengan beban minimum 4 Ω, jadi diperbolehkan.
5. Dua speaker 4 Ω paralel: 4 × 4 ÷ (4 + 4) = 2 Ω. Itu di bawah beban minimum 4 Ω, jadi tidak boleh.

Jawaban: **nyala: sumber → mixer → amplifier; mati: sebaliknya. Dua speaker 8 Ω paralel (4 Ω) boleh; dua speaker 4 Ω paralel (2 Ω) tidak boleh**.

Contoh 3 — Melepas IC SMD dengan solder uap

Teknisi bengkel "Prima Servis" harus melepas IC SMD 16 kaki dari papan modul sensor. Di dekat IC ada dua resistor chip kecil dan sebuah soket plastik. Papan memakai timah bertimbal. Tentukan pengaturan dan langkahnya, dan apa yang dilakukan setelah selesai. *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

1. Beri flux pada kaki IC dan pasang nozzle yang sesuai dengan ukuran IC.
2. Atur suhu dari nilai awal yang dianjurkan panduan alat (untuk timah bertimbal, sekitar 300–350 °C), bukan maksimum. Atur aliran udara pada tingkat sedang, bukan kuat, supaya resistor chip kecil tidak tertiup. Jauhkan semburan dari soket plastik atau lindungi.
3. Gerakkan nozzle memutar di atas IC agar semua kaki panas bersamaan.
4. Setelah timah semua kaki meleleh (IC bergerak bila disentuh pinset), angkat IC. Jangan mencungkil sebelum itu.
5. Matikan pemanas dan biarkan kipas alat berjalan sampai dingin, baru cabut steker. Taruh pegangan alat pada dudukannya.

Jawaban: **flux, suhu dan aliran udara sedang, nozzle sesuai, gerak memutar, angkat saat semua timah meleleh, lalu dinginkan alat dengan kipasnya sebelum steker dicabut**.

Contoh 4 — Menilai komponen dengan LCR meter

Dua komponen diukur dengan LCR meter setelah dilepas dari papan dan dikosongkan muatannya: elko bertuliskan 220 µF ±20 % terbaca 150 µF, dan kapasitor film bertuliskan 100 nF ±10 % terbaca 93 nF. Tentukan komponen mana yang masih layak. *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

1. Elko: batas bawah = 220 × (1 − 0,2) = 176 µF; batas atas = 220 × 1,2 = 264 µF.
2. Terbaca 150 µF, di bawah 176 µF. Elko di luar toleransi, kemungkinan kering, jadi diganti.

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

3. Kapasitor film: batas bawah = 100 × 0,9 = 90 nF; batas atas = 100 × 1,1 = 110 nF.
4. Terbaca 93 nF, di dalam rentang 90–110 nF. Kapasitor film masih layak.

Jawaban: **elko diganti (150 µF di luar 176–264 µF); kapasitor film masih layak (93 nF di dalam 90–110 nF)**.

Contoh 5 — Menyetel generator fungsi untuk sinyal kotak

Siswa menguji masukan logika yang membutuhkan gelombang kotak 2 kHz yang bergerak antara 0 V dan 3 V. Tentukan amplitudo dan offset, periode sinyal, serta cara menyambungkan dan menaikkan amplitudonya. *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

1. Rentang 0 V sampai 3 V berarti amplitudo puncak ke puncak = 3 V, yaitu 3 Vpp.
2. Titik tengahnya 1,5 V, jadi offset = +1,5 V. Pemeriksaan: puncak atas = 1,5 + 3 ÷ 2 = 3 V; puncak bawah = 1,5 − 3 ÷ 2 = 0 V.
3. Periode T = 1 ÷ f = 1 ÷ 2000 = 0,0005 s = 0,5 ms.
4. Pilih bentuk kotak dan frekuensi 2 kHz. Sambungkan kabel merah ke masukan logika dan kabel hitam ke ground rangkaian, yang juga menjadi ground osiloskop.
5. Mulai dari amplitudo terkecil dan naikkan perlahan, memantau osiloskop sampai tampak gerak 0 V ke 3 V.

Jawaban: **3 Vpp, offset +1,5 V, periode 0,5 ms, ground bersama, amplitudo dinaikkan bertahap**.

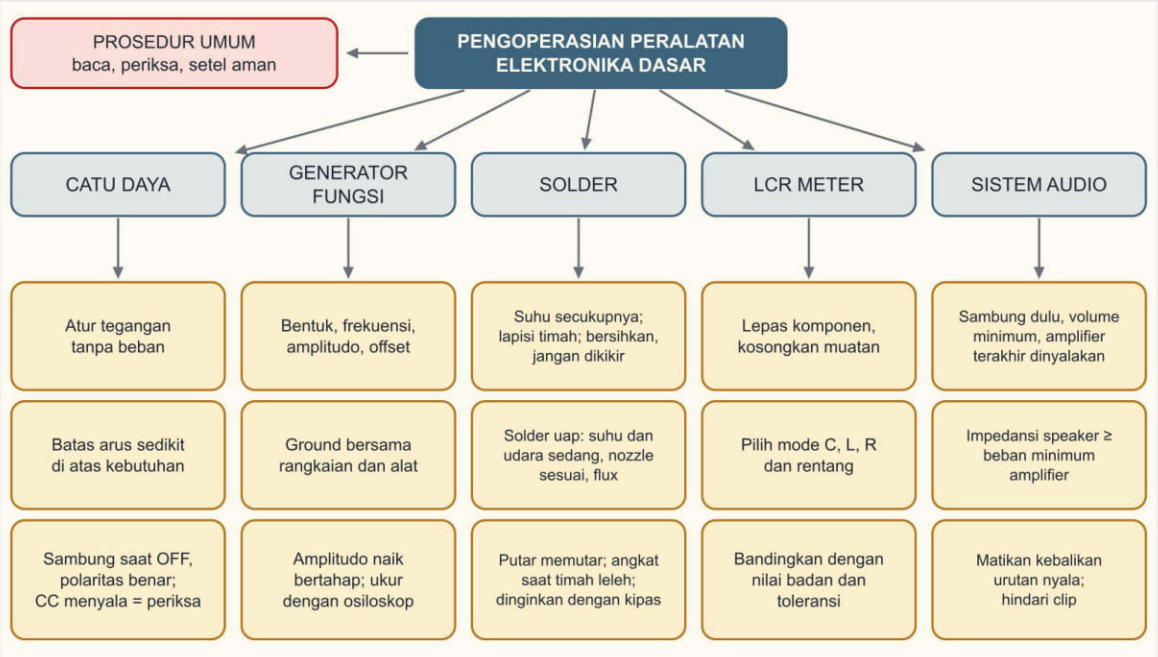
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Prosedur umum:** baca → periksa → setel awal aman → sambung saat OFF dengan polaritas benar → nyalakan dan amati → naikkan bertahap → matikan dan rapikan.
- **Catu daya:** tegangan diatur tanpa beban; batas arus sedikit di atas kebutuhan (jangan maksimum); **CV** = normal, **CC** = arus sampai batas, ada masalah.
- **Generator fungsi:** bentuk, frekuensi, amplitudo (Vpp), offset (nol bila tanpa DC); **ground bersama**; amplitudo dinaikkan bertahap dan diukur dengan osiloskop.
- **Solder station:** suhu secukupnya, bersihkan dengan spons atau kawat kuningan, lapisi timah, jangan dikikir.
- **Solder uap:** suhu dan aliran udara sedang, nozzle sesuai, flux, gerak memutar, angkat saat semua timah meleleh, dinginkan dengan kipas alat.
- **LCR meter:** komponen dilepas dan dikosongkan muatannya; pilih mode; bandingkan dengan nilai dan toleransi.
- **Audio:** sambung dulu, volume minimum, amplifier terakhir dinyalakan dan pertama dimatikan; impedansi speaker tidak di bawah beban minimum.

Gambar 5.10 merangkum semuanya.



Gambar 5.10 Peta konsep pengoperasian peralatan elektronika dasar. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal pengoperasian alat:

1. **Tentukan tujuan pengujian** yang disebut soal (nilai tegangan, besar sinyal, komponen yang akan dilepas).
2. **Nilai tiap pernyataan satu per satu**, terutama pada soal pilihan ganda kompleks. Pernyataan benar bisa lebih dari satu.
3. **Tanyakan dua hal** pada tiap langkah: apakah ia **melindungi rangkaian atau alat**, dan apakah urutannya benar (setel dulu, sambung saat OFF, naikkan bertahap).
4. **Periksa angka** bila ada: batas arus di atas kebutuhan tetapi bukan maksimum; impedansi speaker dibandingkan beban minimum; toleransi.

Jebakan khas:

- **"Batas arus dimaksimumkan supaya tidak kekurangan arus."** Arus ditentukan beban; batas maksimum menghilangkan perlindungan.
- **"Indikator CC menyala, naikkan tegangan."** CC menandakan masalah; matikan dan periksa.
- **"Offset dimaksimumkan agar sinyal lebih kuat."** Offset menambah DC, bukan memperkuat sinyal.
- **"Jepit ground generator dilepas karena sinyal lewat jepit merah."** Tanpa ground sinyal tidak stabil.
- **"Amplitudo penuh sejak awal agar cepat selesai."** Masukan dapat menerima sinyal terlalu besar.
- **"Aliran udara maksimum agar panas cepat merata."** Komponen kecil tertiup.
- **"Satu sisi IC dipanaskan dengan suhu tertinggi."** Sisi lain belum meleleh dan jalur terkelupas.
- **"Steker langsung dicabut agar solder uap cepat dingin."** Elemen pemanas perlu didinginkan oleh kipas alat.
- **"Mata solder yang hitam dikikir sampai mengilap."** Lapisan pelindung rusak.
- **"Elko diukur saat masih di papan dan menyala."** Komponen paralel mengacaukan hasil; mode kapasitansi tidak boleh dipakai pada rangkaian bertegangan.
- **"Mode ohm dipakai untuk kapasitor."** Mode ohm tidak menunjukkan nilai kapasitansi.
- **Speaker paralel tanpa memeriksa impedansi** dan **urutan menyalakan audio terbalik** (amplifier dulu).

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menyangkut pengoperasian catu daya laboratorium untuk menyalakan prototipe yang belum pernah menyala. Pakailah bagian 2 dan Gambar 5.8, serta prosedur umum pada

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

Gambar 5.7. Nilai tiap pernyataan: apakah ia menjaga rangkaian aman, dan apakah urutannya benar?

►. Mega akan menyalakan prototipe pengendali kipas yang baru dirakit memakai catu daya laboratorium yang memiliki pengaturan tegangan dan batas arus (2027). Lembar rancangan menyebutkan rangkaian bekerja pada 9 V dengan arus maksimum 300 mA. Ini pertama kalinya rangkaian itu dinyalakan, dan Mega belum yakin semua sambungannya benar.

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

Langkah pengoperasian catu daya yang tepat adalah ....

(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Mengatur tegangan ke 9 V saat keluaran belum disambungkan ke prototipe.

☐ B. Mengatur batas arus sedikit di atas kebutuhan, misalnya sekitar 350 mA.

☐ C. Memutar batas arus ke maksimum agar prototipe tidak kekurangan arus saat menyala.

☐ D. Menaikkan tegangan bila indikator CC menyala, agar prototipe dapat bekerja normal.

☐ E. Menyambung kabel merah ke + dan hitam ke ground prototipe sebelum keluaran diaktifkan.

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

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

Konsep: Catu daya laboratorium: atur tegangan tanpa beban, atur batas arus sedikit di atas kebutuhan, sambung dengan polaritas benar saat keluaran OFF, lalu aktifkan. Mode CC (constant current) menyala bila beban menarik arus sampai batas, tanda ada masalah pada beban.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Tegangan diatur lebih dulu tanpa beban agar prototipe tidak menerima tegangan yang salah.

• **Pernyataan 2** ✓ Bila ada hubung singkat, catu daya membatasi arus sehingga komponen tidak terbakar.

• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: arus yang diambil ditentukan beban; batas arus maksimum justru menghilangkan perlindungan saat ada salah rakit.

• **Pernyataan 4** ✗ Indikator CC berarti arus mencapai batas (kemungkinan salah rakit/hubung singkat); keluaran dimatikan dan rangkaian diperiksa.

• **Pernyataan 5** ✓ Sambungan dibuat saat keluaran mati dengan polaritas yang benar.

Jawaban: pernyataan 1, 2, 5.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk tiap pernyataan, tulis dulu alasannya (melindungi apa, atau urutan mana), baru tentukan benar atau tidaknya.

1. Tika akan menguji penguat audio buatan kelompoknya (2027). Lembar uji meminta sinyal masukan sinus 1 kHz dengan amplitudo 200 mVpp tanpa tegangan DC. Ia memakai

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

generator fungsi yang kenop amplitudonya tidak berskala rinci, osiloskop untuk memantau, dan kabel BNC–jepit buaya (merah = sinyal, hitam = ground).
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Langkah pengoperasian yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Memutar kenop DC offset ke maksimum agar sinyal yang masuk ke penguat lebih kuat.
☐ B. Memilih bentuk gelombang sinus dan mengatur frekuensi pada 1 kHz.
☐ C. Membiarkan jepit hitam terlepas karena sinyal dikirim lewat jepit merah.
☐ D. Memastikan besar amplitudo dengan osiloskop karena kenop generator tidak berskala rinci.
☐ E. Memulai amplitudo dari nilai terkecil, lalu menaikkannya perlahan sampai 200 mVpp.

2. Rio akan melepas IC SMD 32 kaki dari papan kontrol printer memakai solder uap (hot air) agar IC dapat diperiksa (2027). Di sekitar IC terdapat kapasitor SMD berukuran kecil dan konektor plastik. Ia sudah memberi flux pada kaki IC, memilih nozzle sesuai ukuran IC, dan mengatur suhu sesuai panduan alat.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Langkah yang paling tepat dilakukan Rio adalah ....

A. Memanaskan satu sisi IC pada suhu tertinggi sampai IC terangkat
B. Memakai aliran udara maksimum agar panas cepat merata ke kaki
C. Menggerakkan nozzle memutar merata, mengangkat IC saat timah leleh
D. Mencungkil IC sedikit demi sedikit sejak awal pemanasan
E. Mencabut steker solder uap segera setelah selesai agar cepat dingin

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

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

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa batas arus catu daya tidak boleh diputar ke maksimum, dan apa arti lampu CC yang menyala?
- Dapatkah kamu menyebut urutan menyalakan dan mematikan sistem audio, serta tiga langkah melepas IC SMD dengan solder uap tanpa merusak papan?
- **Yang harus kuingat:** mulai dari setelan aman, sambung saat OFF, naikkan bertahap, amati, lalu matikan dengan urutan yang benar; ground generator disatukan dengan ground rangkaian.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 5.2: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktel&node=SMKTEL-5.2

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Kuis Akhir Bab 5

SMKTEL-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-smktel&node=SMKTEL-KB5

1. Rafi membongkar drone mainan yang rusak dan mengambil sebuah motor DC tanpa sikat (brushless) dari dalamnya (2027). Di lab SMK ia menyambungkan dua dari tiga kabel motor itu langsung ke baterai 12 V; motor hanya bergetar sesaat dan tidak berputar. Setelah ketiga kabel disambungkan ke modul pengendali kecepatan elektronik (ESC) bawaan drone dan diberi baterai yang sama, motor berputar lancar.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penjelasan yang paling tepat adalah ....

A. Baterai 12 V terlalu rendah, sehingga motor jenis ini hanya berputar pada tegangan jala-jala

B. Polaritas baterai terbalik, sehingga gaya putar saling meniadakan dan rotor hanya bergetar

C. Tanpa komutator dan sikat, arus kumparan harus dialihkan berurutan oleh pengendali elektronik

D. Magnet permanen pada rotor sudah lemah, sehingga gaya putarnya lebih kecil daripada gesekan

E. Motor jenis ini memerlukan tegangan bolak-balik satu fasa seperti pada motor kipas angin

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

2. Tim proyek lomba SMK "Mekatron Muda" mencatat syarat gerak tiga mesin model dan jenis motor yang dipilih untuk masing-masing (2027). Semua mesin memakai catu DC dari baterai.

Mesin	Syarat gerak	Motor yang dipilih
Kemudi	Menuju sudut tertentu antara 30° dan 150° sesuai sinyal PWM, lalu bertahan di sudut itu	Motor DC bergearbox
Pemindah kartu	Maju tepat satu langkah tiap pulsa, boleh berputar terus searah, tanpa sensor posisi	Motor stepper
Roda penggerak	Berputar terus ke dua arah dengan tenaga besar	Motor servo standar

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

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Motor DC bergearbox tepat untuk kemudi karena gearbox membuat poros berhenti tepat di sudut yang diminta sinyal PWM.	○	○
Motor stepper tepat untuk pemindah kartu karena posisi poros dapat dihitung dari jumlah pulsa tanpa sensor posisi.	○	○
Motor servo standar tepat untuk roda penggerak karena servo dapat berputar terus ke dua arah selama diberi sinyal.	○	○

3. Unit produksi SMK "Cipta Karya" menguji pemutar piringan pada alat pengisi permen model (2027). Piringan digerakkan motor stepper berlangkah 200 per putaran dalam mode langkah penuh, dengan pulsa dari pengendali berfrekuensi 100 Hz (100 pulsa tiap detik). Hasil uji dicatat oleh tim.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang benar tentang hasil uji tersebut adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Jika motor kehilangan langkah karena beban berat, jumlah pulsa tidak lagi menunjukkan posisi piringan yang sebenarnya.
☐ B. Untuk memutar piringan sejauh 54° pada mode langkah penuh diperlukan 20 pulsa.
☐ C. Sudut tiap langkah motor ini 1,8°, sehingga 200 pulsa memutar piringan tepat satu putaran.
☐ D. Pada mode setengah langkah, pulsa 100 Hz yang sama memutar piringan 60 putaran per menit.
☐ E. Pada pulsa 100 Hz piringan berputar dengan kecepatan 30 putaran per menit.

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

4. Pada praktik di lab elektronika SMK "Bina Teknik" tahun 2027, Dimas menyambungkan voltmeter DC ke terminal sebuah motor DC magnet permanen bekas mainan. Poros motor diputar searah jarum jam dengan bor tangan dan voltmeter menunjukkan +3,2 V. Dimas lalu memutar poros berlawanan arah jarum jam pada kecepatan yang sama, tanpa mengubah sambungan voltmeter.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Hasil yang terbaca pada voltmeter dan alasannya adalah ....

A. Tetap +3,2 V karena magnet permanen pada motor tidak pernah berubah arah
B. Sekitar −3,2 V karena arah gerak kawat terhadap medan magnet ikut berbalik
C. Nol volt karena motor hanya dapat menerima listrik dan tidak menghasilkannya
D. Tetap +3,2 V karena komutator selalu menyearahkan keluaran ke satu polaritas
E. Berubah positif-negatif terus karena motor menghasilkan listrik bolak-balik

5. Bengkel "Elektra Jaya" memasang lampu halogen 12 V/24 W sebagai penerang meja kerja memakai trafo penurun yang dianggap ideal (2027). Primer trafo berlilitan 1.100 dan disambung ke jala-jala 220 V AC, sedangkan sekunder berlilitan 60 dan hanya menyalakan lampu itu. Teknisi akan memilih sekering untuk sisi primer.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Arus yang mengalir pada sisi primer saat lampu menyala normal adalah ....

A. Sekitar 109 mA
B. Sekitar 2,0 A
C. Sekitar 36,7 A
D. Sekitar 10,9 mA
E. Sekitar 0,55 A

6. Tim robotika SMK "Garuda Nusantara" memasang servo standar pada lengan penyapu model buatannya (2027). Lembar data servo menyebutkan: pulsa 1,0 ms membawa lengan ke 0°, pulsa 2,0 ms ke 180°, sudut berubah sebanding dengan lebar pulsa, dan pulsa diulang tiap 20 ms. Lengan harus berhenti dan bertahan di sudut 135°.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Lebar pulsa yang harus dikirim pengendali adalah ....

A. Pulsa selebar 1,35 ms yang diulang tiap 20 ms
B. Pulsa selebar 1,50 ms yang diulang tiap 20 ms
C. Pulsa selebar 0,75 ms yang diulang tiap 20 ms
D. Pulsa selebar 1,75 ms yang diulang tiap 20 ms
E. Pulsa selebar 15,0 ms yang diulang tiap 20 ms

7. Hafiz menguji strip LED 12 V yang normalnya menarik sekitar 500 mA pada catu daya laboratorium (2027). Sebelum menyambung beban, tegangan telah diatur 12,0 V dan batas arus 0,60 A. Setelah kabel disambung ke strip dan OUTPUT diaktifkan, lampu CC menyala, tampilan menunjukkan 1,8 V dan 0,60 A, dan strip hanya menyala redup.

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 benar tentang keadaan tersebut adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Catu daya rusak karena tidak mampu mempertahankan tegangan 12,0 V yang sudah disetel.
☐ B. Tegangan turun menjadi 1,8 V karena catu daya menahan arus pada batas 0,60 A.
☐ C. Strip digoyang-goyang saat menyala untuk mencari sambungan yang longgar pada kabelnya.
☐ D. OUTPUT dimatikan lebih dulu sebelum kabel dan strip diperiksa.
☐ E. Strip atau kabelnya kemungkinan menarik arus lebih dari 0,60 A, misalnya hubung singkat sebagian.

8. Mesin bor PCB mini di bengkel SMK "Teknik Mandiri" dikendalikan rangkaian pengunci 12 V: tombol START (NO), tombol STOP (NC) yang dipasang seri dengan kumparan relai, dan kontak bantu NO relai yang dipasang paralel dengan START (2027). Saat mesin dipindahkan, kabel pada terminal tombol STOP terlepas sehingga jalurnya terbuka. Hendra kemudian menekan tombol START.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Keadaan motor dan alasannya adalah ....

A. Motor menyala normal dan hanya fungsi tombol STOP yang hilang
B. Motor menyala selama START ditekan dan mati saat START dilepas
C. Motor tidak menyala karena jalur ke kumparan terputus di terminal STOP
D. Motor menyala terus dan tidak dapat dimatikan karena relai terkunci
E. Motor berdengung dan relai bergetar karena arus kumparan tidak stabil

9. Setelah pentas seni di aula SMK "Karya Bangsa" (2027), petugas mematikan sistem suara yang tersusun laptop → mixer → amplifier → speaker. Seorang petugas mematikan mixer lebih dulu sehingga dari speaker terdengar bunyi "tuk" yang keras. Guru menegur dan meminta urutan yang benar diterapkan pada acara berikutnya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Urutan mematikan yang tepat adalah ....

A. Kecilkan volume, matikan amplifier, matikan mixer, lalu matikan laptop
B. Matikan laptop, matikan mixer, matikan amplifier, lalu kecilkan volume
C. Matikan mixer, matikan laptop, kecilkan volume, lalu matikan amplifier
D. Cabut kabel speaker, kecilkan volume, matikan mixer, lalu matikan amplifier
E. Matikan amplifier, kecilkan volume, matikan laptop, lalu matikan mixer

10. Model lift barang di unit produksi SMK "Karya Persada" digerakkan motor DC 12 V melalui dua relai: K1 untuk NAIK dan K2 untuk TURUN (2027). Tiap relai punya pengunci sendiri, dan keduanya memakai satu tombol STOP bersama. Guru meminta siswa menambahkan

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

pengaman agar K1 dan K2 tidak pernah menarik bersamaan, sebab catu dapat terhubung singkat.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Langkah pengamanan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

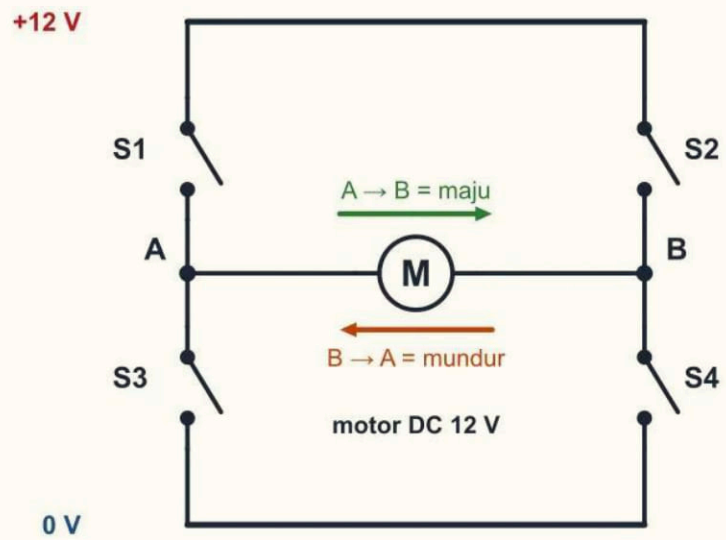
☐ A. Memasang kontak bantu NC K2 seri dengan kumparan K1.
☐ B. Memasang kontak bantu NC K1 seri dengan kumparan K2.
☐ C. Memasang kontak bantu NO K2 paralel dengan kumparan K1.
☐ D. Menekan STOP lebih dulu agar relai yang aktif lepas, lalu menekan tombol arah lawan.
☐ E. Memasang kontak bantu NO K1 paralel dengan tombol TURUN.

11. Unit produksi SMK "Nusa Karya" membuat kipas mini 9 V DC yang kecepatannya diatur dengan PWM (2027). Pengendali menghasilkan pulsa berfrekuensi 500 Hz; pada tiap periode, tegangan 9 V diberikan selama 0,8 ms dan selebihnya motor tidak diberi tegangan. Guru meminta siswa memperkirakan tegangan rata-rata yang dirasakan motor.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tegangan rata-rata tersebut adalah ....

A. 7,2 V, dari 0,8 ms dikali tegangan sumber 9 V
B. 3,6 V, dari duty cycle 40 % dikali tegangan 9 V
C. 5,4 V, dari duty cycle 60 % dikali tegangan 9 V
D. 4,5 V, dari setengah tegangan sumber 9 V saja
E. 22,5 V, dari periode 2 ms dibagi 0,8 ms dikali 9 V

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

12. Siswa SMK "Wira Mekatronika" menguji jembatan H untuk motor DC 12 V pada model gerbang lipat seperti pada gambar (2027). Keempat sakelar S1–S4 berupa kontak relai yang awalnya terbuka. Arus dari A ke B memutar motor maju, sedangkan arus dari B ke A memutar motor mundur. Pada tiap percobaan, pengendali menutup dua sakelar sekaligus. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Pernyataan yang benar tentang hasil percobaan adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)



Semua sakelar S1–S4 digambar dalam keadaan terbuka.

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Menutup S1 dan S2 membuat motor berputar maju dengan tegangan penuh 12 V.

☐ B. Menutup S1 dan S4 membuat arus mengalir dari A ke B sehingga motor berputar maju.

☐ C. Menutup S1 dan S3 membuat catu daya terhubung singkat melalui sisi kiri jembatan.

☐ D. Menutup S2 dan S4 membuat arus mengalir dari B ke A sehingga motor berputar mundur.

☐ E. Menutup S2 dan S3 membuat arus mengalir dari B ke A sehingga motor berputar mundur.

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

13. Dika menyetel generator fungsi untuk menguji rangkaian pewaktu pada praktik di bengkel elektronika SMK (2027). Layar generator menampilkan frekuensi 0,25 kHz. Sebelum menyambungkan generator, guru menanyakan lama satu siklus sinyal itu agar Dika dapat memilih skala waktu osiloskop.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Lama satu siklus (periode) sinyal tersebut adalah ....

A. 4 detik
B. 4 milidetik
C. 0,25 detik
D. 250 milidetik
E. 40 milidetik

14. Teknisi magang di bengkel "Servis Cepat" akan melepas IC SMD 8 kaki dari modul pengisi daya memakai solder uap (2027). Di dekat IC terdapat sebuah dioda SMD kecil dan kabel pita berselubung plastik. Ia sudah memberi flux dan memasang nozzle yang sesuai ukuran IC.
(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
Aliran udara diatur sedang agar dioda SMD kecil di dekat IC tidak tertiup lepas.	○	○
Bila dua kaki belum meleleh, IC dicungkil pelan sambil dipanaskan supaya cepat terlepas.	○	○
Setelah IC terangkat, pemanas dimatikan dan kipas dibiarkan hidup sampai alat dingin.	○	○

15. Siswa SMK "Tunas Elektro" merakit pengendali pompa DC mini 12 V (2027). Catu rangkaian kendali 12 V DC. Arus kerja pompa 4 A, dan saat mulai berputar arusnya sesaat mencapai sekitar 8 A. Siswa memeriksa lima relai pada tabel stok bengkel.

Relai	Tegangan kumparan	Rating kontak
P	12 V DC	4 A
Q	24 V DC	16 A
R	5 V DC	16 A
S	12 V DC	6 A
T	12 V DC	10 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.)
Relai yang paling tepat dan alasannya adalah ....

A. Relai P, karena kumparan cocok dan rating kontak sama dengan arus kerja pompa
B. Relai Q, karena rating kontaknya terbesar sehingga paling aman untuk arus pompa
C. Relai R, karena kumparan 5 V hemat daya dan rating kontaknya juga paling besar
D. Relai T, karena kumparan cocok dan rating kontak lebih besar daripada arus awal
E. Relai S, karena kumparan cocok dan rating kontak lebih besar daripada arus kerja

16. Unit produksi SMK "Cahaya Nusa" membuat panel lampu dari tiga modul LED 12 V yang masing-masing menarik arus 150 mA (2027). Panel diuji pertama kali dengan catu daya laboratorium yang memiliki pembatas arus. Guru meminta siswa menyetel batas arus kira-kira 25 % di atas kebutuhan rangkaian.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Batas arus yang paling sesuai adalah ....

A. Sekitar 190 mA, yaitu arus satu modul ditambah 25 %
B. Sekitar 450 mA, yaitu sama dengan arus total ketiga modul
C. Sekitar 1,0 A, yaitu arus total ketiga modul ditambah 125 %
D. Sekitar 375 mA, yaitu arus dua modul ditambah 25 %
E. Sekitar 560 mA, yaitu arus total ketiga modul ditambah 25 %

17. Rina menyetel generator fungsi untuk memberi sinyal sinus ke rangkaian uji di lab elektronika SMK (2027). Layar generator menunjukkan amplitudo 6 Vpp dan offset DC +2 V. Ia memantau sinyal pada osiloskop yang kopling masukannya DC, sehingga tegangan DC ikut tampak.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Nilai puncak atas dan puncak bawah sinyal yang tampak adalah ....

A. Atas +8 V dan bawah −4 V
B. Atas +3 V dan bawah −3 V
C. Atas +5 V dan bawah −1 V
D. Atas +8 V dan bawah +2 V
E. Atas +5 V dan bawah −3 V

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

18. Siswa SMK "Lentera Bangsa" mengukur empat kapasitor bekas dengan LCR meter setelah dilepas dari papan dan dikosongkan muatannya (2027). Hasilnya dibandingkan dengan nilai dan toleransi pada badan komponen.

Kapasitor	Nilai pada badan	Toleransi	Terbaca
A	47 µF	±20 %	40 µF
B	2,2 µF	±10 %	1,9 µF
C	680 µF	±20 %	520 µF
D	10 µF	±20 %	11,2 µF

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang benar tentang kelayakan kapasitor adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. D perlu diganti karena 11,2 µF lebih besar daripada nilai pada badannya.
☐ B. A masih layak karena 40 µF berada dalam rentang 37,6–56,4 µF.
☐ C. B masih layak karena selisihnya hanya 0,3 µF dari nilai pada badannya.
☐ D. C perlu diganti karena 520 µF berada di bawah batas bawah 544 µF.
☐ E. Kapasitor yang terbaca kurang dari nilai pada badannya pasti sudah rusak.

19. Gina bereksperimen dengan solder station di lab SMK "Citra Teknik" memakai timah bebas timbal yang meleleh sekitar 217–220 °C (2027). Mata solder bersih dan sudah dilapisi timah tipis. Ia mencoba tiga setelan suhu pada kaki komponen yang sama dan mencatat hasilnya.

Percobaan	Suhu setelan	Hasil sambungan
1	230 °C	Timah menggumpal, tidak mengalir, permukaan kusam
2	350 °C	Timah mengalir, permukaan mengilap, kaki dan pad terbasahi
3	480 °C	Timah mengalir, flux cepat gosong, mata solder menghitam, satu pad terangkat

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

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kesimpulan dan setelan yang tepat untuk pekerjaan berikutnya adalah ....

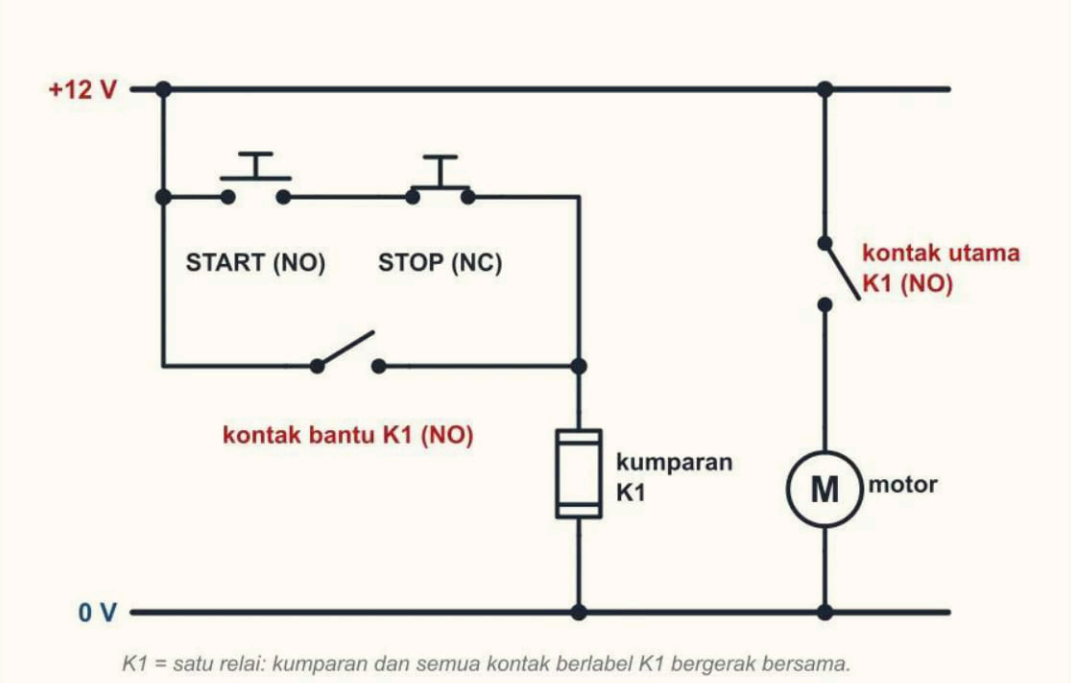
A. Pakai 230 °C, karena suhu itu sudah di atas titik leleh sehingga cukup untuk menyolder
B. Pakai 480 °C, karena suhu tinggi membuat timah mengalir lebih cepat dan pekerjaan lebih singkat
C. Pakai 480 °C dengan waktu menyolder diperpendek supaya pad tidak ikut terangkat
D. Pakai 350 °C, karena panasnya cukup di atas titik leleh tetapi belum merusak komponen
E. Pakai 230 °C dengan waktu pemanasan diperlama sampai timah mengalir pada sambungan

20. Alat uji milik siswa SMK "Puncak Teknik" mengemudikan relai 12 V dengan transistor NPN yang emitornya ke 0 V (2027). Pada alat pertama yang bekerja baik, dioda pelindung dipasang paralel dengan kumparan relai: katoda ke sisi +12 V dan anoda ke kolektor transistor. Pada alat kedua, Bimo memasang dioda itu terbalik. Setelah catu dihidupkan, ia memberi arus basis sehingga transistor menghantar penuh.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Akibat yang paling mungkin terjadi adalah ....

A. Arus mengalir lewat dioda dan transistor tanpa melewati kumparan, sehingga relai tidak menarik
B. Relai menarik seperti biasa dan hanya lonjakan tegangan saat pemutusan arus yang tidak teredam
C. Dioda tidak berpengaruh sehingga alat kedua bekerja persis sama dengan rangkaian pertama
D. Relai menarik terus dan tidak mau lepas karena dioda menahan arus kumparan mengalir
E. Transistor terlindung lebih baik sehingga relai menarik dengan arus yang lebih kecil

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

21. Fira merakit rangkaian kendali penggiling kopi model dengan satu relai K1 persis seperti gambar rancangannya (2027). Tombol START bertipe NO, tombol STOP bertipe NC, dan kontak bantu K1 bertipe NO. Sebelum catu 12 V dihidupkan, guru meminta Fira memperkirakan kerja rangkaian itu dari keadaan relai lepas.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kerja rangkaian sesuai gambar adalah ....



K1 = satu relai: kumparan dan semua kontak berlabel K1 bergerak bersama.

A. Motor menyala hanya selama START ditekan dan berhenti begitu START dilepas
B. Motor tidak dapat menyala karena STOP bertipe NC memutus jalur kumparan
C. Motor berhenti selama STOP ditekan, lalu menyala lagi begitu STOP dilepas
D. Relai bergetar menyala-padam sejak START ditekan karena kontak bantu bertipe NO
E. Motor menyala terkunci setelah START ditekan, tetapi STOP tidak mematikannya

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

22. Rangkaian pengisi daya aki mini buatan kelompok Bayu baru selesai disolder dan akan dinyalakan pertama kali dengan catu daya laboratorium (2027). Saat OUTPUT diaktifkan dan tegangan dinaikkan perlahan, tercium bau gosong dari sekitar regulator dan komponen itu terasa sangat panas.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Langkah yang tepat dilakukan kelompok Bayu adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Mematikan OUTPUT catu daya lebih dulu sebelum mencari penyebabnya.
☐ B. Membiarkan rangkaian menyala beberapa menit lagi untuk melihat apakah panasnya turun sendiri.
☐ C. Memeriksa polaritas komponen berkutub dan hasil solderan sebelum mencoba menyalakan lagi.
☐ D. Menyalakan ulang dari setelan awal aman setelah penyebabnya diperbaiki, dengan tegangan naik bertahap.
☐ E. Menaikkan tegangan lebih tinggi untuk melihat apakah regulator akan bekerja normal.

23. Lutfi menguji penguat mikrofon buatan kelompoknya di lab SMK (2027). Penguat bekerja dari catu 9 V, menguatkan sinyal 20 kali, dan keluarannya baru mulai terpotong bila melebihi 8 Vpp. Lutfi memberi sinyal sinus 1 kHz dari generator fungsi dan memantau keluaran dengan osiloskop. Saat amplitudo generator dinaikkan ke 0,5 Vpp, puncak gelombang keluaran tampak terpotong datar.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Amplitudo masukan terbesar dari generator agar keluaran belum terpotong adalah ....

A. Sekitar 0,45 Vpp
B. Sekitar 0,50 Vpp
C. Sekitar 4,0 Vpp
D. Sekitar 160 Vpp
E. Sekitar 0,40 Vpp

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

24. Studio radio SMK "Suara Pelajar" memakai amplifier berlabel "Beban minimum 3 Ω" dan empat speaker identik berimpedansi 6 Ω (2027). Siswa menghitung impedansi total beberapa susunan speaker untuk memeriksa keamanan amplifier.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang benar tentang susunan speaker tersebut adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Dua speaker paralel menghasilkan 3 Ω, sehingga masih boleh karena tidak di bawah beban minimum.

☐ B. Dua speaker seri menghasilkan 3 Ω, sebab impedansi susunan seri dibagi jumlah speaker.

☐ C. Tiga speaker paralel menghasilkan 2 Ω, sehingga masih boleh karena mendekati beban minimum.

☐ D. Empat speaker semuanya paralel menghasilkan 1,5 Ω, sehingga amplifier terancam panas dan rusak.

☐ E. Dua pasang speaker seri yang kedua pasangannya diparalelkan menghasilkan 6 Ω dan boleh dipakai.

25. Praktikan SMK "Mitra Elektronika" menyambungkan rangkaian lampu LED 5 V ke catu daya laboratorium yang memiliki terminal merah (+), hitam (−), dan terminal ground (GND) berwarna hijau pada rangka alat (2027). Tegangan sudah disetel 5 V dan OUTPUT masih mati.
(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
Terminal GND sama dengan terminal negatif sehingga dapat dipakai sebagai pengganti kabel hitam.	○	○
Kabel merah dihubungkan ke titik positif dan kabel hitam ke titik ground rangkaian.	○	○
Setelah selesai, OUTPUT dimatikan lebih dulu sebelum kabel dilepas.	○	○

Tabel skor dan anjuran

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 5.1 · Mesin listrik dan pengendaliannya	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 15, 20, 21	__ / 13	Ulangi hlm. 316
Sub bab 5.2 · Pengoperasian peralatan elektronika dasar	7, 9, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 22, 23, 24, 25	__ / 12	Ulangi hlm. 332

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 6 · Dasar Teknik Digital

SMKTEL-B6

Setelah mempelajari bab ini, kamu dapat:

- mengonversi bilangan desimal, biner, dan heksadesimal
- menjelaskan gerbang logika dasar dan menyusun tabel kebenaran rangkaian logika
- menulis persamaan Boolean dari rangkaian logika dan sebaliknya
- menyederhanakan persamaan logika dengan peta Karnaugh

Peta bab

Sub bab	Judul
6.1	Sistem bilangan
6.2	Gerbang logika dasar
6.3	Menyusun dan membaca tabel kebenaran
6.4	Persamaan Boolean dan penyederhanaan aljabar
6.5	Peta Karnaugh

Bab 6 di LMS

Buka seluruh latihan bab ini di LMS.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktel&node=SMKTEL-B6

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

Sub bab 6.1 · Sistem bilangan

SMKTEL-6.1

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi untuk elemen Dasar Teknik Digital meminta kamu memahami **sistem bilangan** sebagai dasar semua rangkaian digital. Pada soal, kemampuan ini muncul sebagai kasus di bengkel atau lab: sebuah modul diatur dengan DIP switch, sebuah deretan LED menampilkan data, atau sebuah alamat ditulis dalam heksadesimal. Kata kerja yang diminta adalah **mengonversi** dan **membaca**: mengubah bilangan antara desimal, biner, dan heksadesimal, lalu menerapkannya pada perangkat. Soalnya berbentuk pilihan ganda dan menuntut ketelitian, bukan hafalan. Perhitungan yang dipakai hanya penjumlahan, pembagian dengan 2, dan perkalian dengan 16.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan perbedaan sinyal analog dan digital, serta arti bit, nibble, dan byte;
- mengubah bilangan biner ke desimal dan sebaliknya dengan dua cara, yaitu penjumlahan bobot dan pembagian dengan 2;
- mengubah bilangan biner ke heksadesimal dan sebaliknya, serta heksadesimal ke desimal;
- menuliskan bilangan desimal dalam kode BCD dan membaca kembali kode BCD;
- membaca DIP switch, deretan LED, register 8 bit, dan penampil 7 segmen dengan memperhatikan bit paling kiri sebagai bobot terbesar.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Ponsel, lampu lalu lintas, mesin ATM, dan papan skor lomba robot bekerja dengan cara yang sama: di dalamnya ada rangkaian yang hanya mengenal dua keadaan, yaitu hidup atau mati. **Teknik digital** adalah cabang elektronika yang mengolah informasi dengan dua keadaan itu. Agar angka, huruf, dan perintah dapat dituliskan hanya dengan dua keadaan, kita memerlukan cara menulis bilangan yang cocok. Itulah **sistem bilangan**. Sub bab ini membahas tiga cara menulis bilangan (desimal, biner, dan heksadesimal) dan cara mengubah yang satu menjadi yang lain.

1. Analog dan digital

Bayangkan dua alat ukur tegangan. Multimeter jarum bergerak mulus: jarum dapat berhenti di mana saja, misalnya pada 2,31 V atau 2,32 V. Besaran yang bernilai berkesinambungan seperti ini disebut **besaran analog**. Multimeter digital menampilkan angka berhingga, misalnya 2,31 V; nilai di antara dua angka tampilan tidak ada.

Sinyal pada rangkaian digital lebih sederhana lagi. Sinyalnya hanya punya dua keadaan:

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

tegangan rendah dan tegangan tinggi. Satu keadaan kita tulis **0**, keadaan lainnya **1**. Sakelar lampu adalah contoh yang mudah: lampu mati (0) atau lampu menyala (1), tidak ada setengah menyala. Keuntungan sinyal dua keadaan ialah tahan terhadap gangguan kecil. Tegangan yang sedikit bergeser tetap terbaca sebagai 0 atau 1 yang sama, sehingga data lebih mudah disimpan dan diolah.

Satu angka 0 atau 1 disebut **bit** (singkatan *binary digit*, angka biner). Satu bit hanya dapat menyimpan dua kemungkinan. Untuk menyimpan lebih banyak kemungkinan, bit dikumpulkan:

Satuan	Isi	Banyak kombinasi
bit	1 angka biner	2
nibble	4 bit	$2^4 = 16$
byte	8 bit	$2^8 = 256$

Rumusnya: **n bit memiliki 2^n kombinasi**. Delapan LED yang masing-masing nyala atau mati dapat menampilkan 256 pola berbeda. Bila pola itu kita beri nomor mulai dari 0, nomornya berakhir di 255. Jadi satu byte menyimpan bilangan 0 sampai 255. Ingat selisih satu ini: **bilangan terbesar n bit adalah $2^n - 1$**.

2. Bobot posisi pada bilangan desimal

Sebelum mempelajari biner, lihat dulu cara kerja bilangan desimal yang kamu pakai setiap hari. Bilangan 528 bukan lima, dua, dan delapan yang dijejerkan begitu saja. Setiap angka punya **bobot** menurut letaknya:

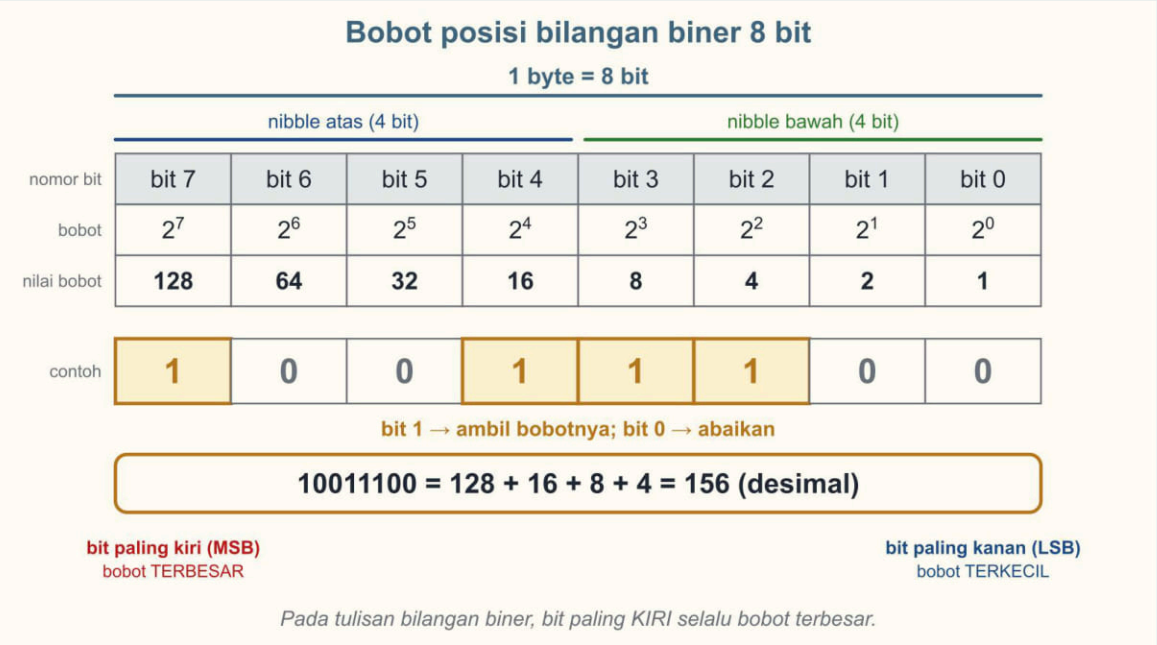
$528 = 5 \times 100 + 2 \times 10 + 8 \times 1$

Dari kanan ke kiri bobotnya 1, 10, 100, yaitu 10^0, 10^1, 10^2. Angka paling kiri bernilai paling besar. Sistem desimal memakai sepuluh lambang (0 sampai 9), sehingga bobotnya kelipatan 10. Jadi, **banyak lambang** itulah yang menentukan bobot. Gagasan yang sama dipakai pada biner dan heksadesimal, hanya dengan banyak lambang yang berbeda.

3. Bilangan biner

Sistem **biner** hanya memakai dua lambang, 0 dan 1. Karena itu bobot tiap posisi adalah kelipatan 2: $2^0 = 1$, $2^1 = 2$, $2^2 = 4$, $2^3 = 8$, dan seterusnya. Gambar 6.1 menunjukkan delapan posisi dalam satu byte.

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



Gambar 6.1 Bobot posisi bilangan biner 8 bit: dari kiri 128, 64, 32, 16, 8, 4, 2, 1. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Perhatikan tiga hal pada gambar itu.

1. **Bit paling kiri adalah bit terbesar** (*most significant bit*, MSB) dengan bobot 128. **Bit paling kanan adalah bit terkecil** (*least significant bit*, LSB) dengan bobot 1. Aturan ini berlaku untuk setiap bilangan biner yang kamu tulis di kertas.
2. Nomor bit dihitung dari 0 di sebelah kanan. Bit nomor 7 bobotnya $2^7 = 128$. Bobot sebuah bit selalu 2 pangkat nomor bitnya, jadi bit nomor 5 bobotnya $2^5 = 32$, bukan 5.
3. Delapan bit dibagi dua nibble. Nibble atas (empat bit kiri) dan nibble bawah (empat bit kanan) nanti sangat berguna untuk heksadesimal.

Biner ke desimal. Jumlahkan bobot semua posisi yang bernilai 1; posisi bernilai 0 diabaikan. Contoh kecil: 1011 mempunyai bit 1 pada bobot 8, 2, dan 1. Jadi 1011 = 8 + 2 + 1 = 11.

4. Desimal ke biner: dua cara

Ada dua cara yang sama benarnya. Pilih yang paling nyaman, dan gunakan cara lain untuk memeriksa.

Cara A: penjumlahan bobot. Tulis bobot 128, 64, 32, 16, 8, 4, 2, 1. Dari kiri, tanyakan: "Muatkah bobot ini pada sisa bilangan?" Bila muat, tulis 1 dan kurangi; bila tidak, tulis 0. Contoh untuk 45:

1. 128 tidak muat dalam 45, tulis 0. 64 tidak muat, tulis 0.
2. 32 muat. Tulis 1. Sisa 45 − 32 = 13.
3. 16 tidak muat dalam 13, tulis 0.
4. 8 muat. Tulis 1. Sisa 13 − 8 = 5.
5. 4 muat. Tulis 1. Sisa 5 − 4 = 1.
6. 2 tidak muat, tulis 0. 1 muat, tulis 1. Sisa 0.

Hasil: 45 = 0010 1101. Periksa: 32 + 8 + 4 + 1 = 45.

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

Cara B: pembagian dengan 2. Bagi bilangan dengan 2 berulang-ulang. Catat sisanya (0 atau 1) setiap kali, sampai hasil bagi menjadi 0. **Sisa dibaca dari bawah ke atas**: sisa terakhir adalah bit terbesar. Untuk 45: 45 ÷ 2 = 22 sisa 1; 22 ÷ 2 = 11 sisa 0; 11 ÷ 2 = 5 sisa 1; 5 ÷ 2 = 2 sisa 1; 2 ÷ 2 = 1 sisa 0; 1 ÷ 2 = 0 sisa 1. Dibaca dari bawah ke atas: 1 0 1 1 0 1, yaitu 101101. Dengan nol di depan agar genap 8 bit, hasilnya 0010 1101, sama dengan cara A.

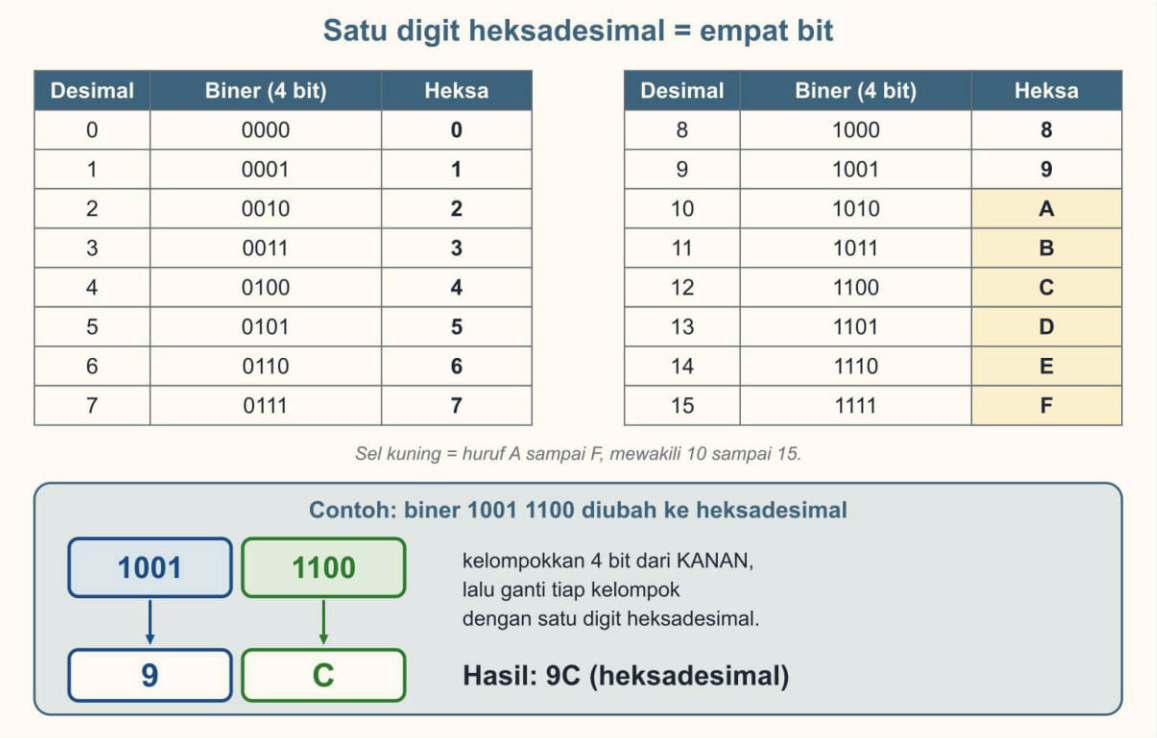
5. Heksadesimal

Bilangan biner mudah dipahami mesin, tetapi panjang dan sulit dibaca manusia. Sebuah byte memerlukan delapan angka, dan satu salah ketik sudah mengubah segalanya. Karena itu, teknisi memakai **heksadesimal** (disingkat *hex*): sistem dengan **enam belas lambang**. Sepuluh lambang pertama adalah 0 sampai 9. Enam sisanya memakai huruf:

Huruf	A	B	C	D	E	F
Nilai	10	11	12	13	14	15

Karena ada 16 lambang, bobot tiap posisi adalah kelipatan 16: $16^0 = 1$, $16^1 = 16$, $16^2 = 256$. Untuk membedakan, bilangan heksadesimal sering ditulis dengan awalan 0x (0x9C) atau dengan angka kecil di kanan bawah ($9C_{16}$). Pada buku ini cukup ditulis "9C (heksadesimal)" agar jelas.

Alasan heksadesimal begitu berguna: **satu digit heksadesimal tepat mewakili empat bit**, karena $16 = 2^4$. Jadi satu byte hanya perlu dua digit heksadesimal, satu untuk tiap nibble. Gambar 6.2 memuat tabel lengkapnya.



Gambar 6.2 Tabel desimal, biner 4 bit, dan heksadesimal untuk 0 sampai 15, beserta cara mengubah biner ke heksadesimal. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Biner ke heksadesimal. Kelompokkan bit empat-empat **mulai dari kanan**, lalu ganti tiap kelompok dengan satu digit sesuai tabel. Contoh 0010 1101: 0010 adalah 2 dan 1101 adalah D

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

(13), jadi hasilnya 2D.

Heksadesimal ke biner. Kebalikannya: ganti tiap digit dengan empat bit. Hati-hati pada huruf. B adalah **sebelas**, jadi ditulis 1011. Jangan membacanya sebagai dua angka 1 dan 1, dan jangan menukar urutan bitnya menjadi 1101 (yang adalah D). Urutan dua digit pun penting: E3 berbeda dengan 3E.

Heksadesimal ke desimal. Digit kiri dikalikan 16, lalu ditambah digit kanan. Contoh 2D: 2 × 16 + 13 = 32 + 13 = 45. Hasilnya cocok dengan perhitungan di bagian 4.

Desimal ke heksadesimal. Ada dua jalan. Jalan pertama: ubah dulu ke biner, lalu kelompokkan empat-empat. Jalan kedua: bagi dengan 16. Sisa pembagian adalah digit kanan, hasil bagi adalah digit kiri. Contoh 45 ÷ 16 = 2 sisa 13, sehingga hasilnya 2 dan D, yaitu 2D.

Satu peringatan penting: **heksadesimal bukan desimal**. Tulisan "58 (heksadesimal)" bernilai 5 × 16 + 8 = 88, bukan 58. Selalu periksa dulu bilangan itu ditulis dalam sistem apa.

6. BCD: desimal yang ditulis dengan bit

Kadang perangkat digital harus menampilkan angka desimal biasa, misalnya pada jam digital atau papan skor. Untuk itu dipakai **BCD** (*binary coded decimal*, desimal berkode biner). Pada BCD, **setiap digit desimal ditulis sendiri-sendiri sebagai empat bit**:

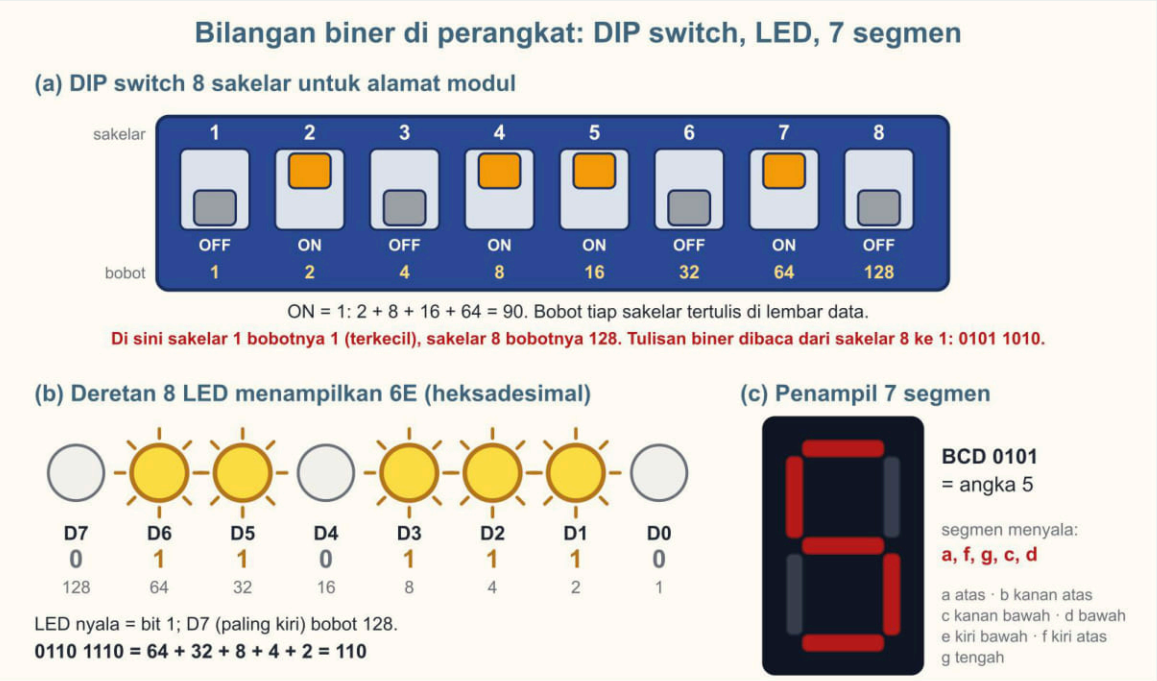
Digit	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
BCD	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001

Kombinasi 1010 sampai 1111 tidak dipakai dalam BCD, karena tidak ada digit desimal yang bernilai 10 atau lebih. Angka 31 menjadi dua nibble: 3 → 0011 dan 1 → 0001, sehingga BCD-nya 0011 0001. Bandingkan dengan biner murni: 31 = 16 + 8 + 4 + 2 + 1 = 0001 1111. **BCD dan biner murni adalah dua hal berbeda**, walaupun sama-sama memakai angka 0 dan 1. Untuk membaca BCD, jangan menjumlahkan bobot: baca tiap nibble sebagai satu digit desimal.

7. Penerapan di bengkel dan lab

Gambar 6.3 menunjukkan tiga tempat yang paling sering kamu temui.

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



Gambar 6.3 Bilangan biner pada DIP switch, deretan LED, dan penampil 7 segmen. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **DIP switch.** Deretan sakelar kecil pada papan modul, dipakai untuk mengatur alamat atau pilihan. Sakelar ON berarti bit 1, OFF berarti bit 0. Bobot tiap sakelar dituliskan di lembar data modul. Pada Gambar 6.3(a), sakelar 1 bernilai 1 dan sakelar 8 bernilai 128, sehingga tulisan binernya dibaca dari sakelar 8 ke sakelar 1. **Jangan menganggap nomor sakelar sama dengan nomor posisi di tulisan biner.** Baca dulu lembar datanya.
- **Deretan LED.** Trainer digital dan modul keluaran menampilkan satu byte lewat delapan LED. LED nyala berarti bit 1. LED paling kiri (D7) biasanya bit terbesar, tetapi soal atau lembar data selalu menyebutkannya. Pada Gambar 6.3(b), pola 0110 1110 sama dengan 6E (heksadesimal) dan bernilai 110.
- **Register 0 sampai 255.** Mikrokontroler menyimpan banyak nilai dalam register 8 bit. Pada pengatur kecepatan kipas dengan PWM, nilai 0 berarti kipas mati dan 255 berarti kecepatan penuh. Kecepatan perkiraan adalah nilai ÷ 255. Misalnya nilai 192 kira-kira 75 % dari kecepatan penuh.
- **Penampil 7 segmen.** Tujuh batang LED membentuk angka. Satu digit ditentukan oleh empat bit BCD. Sebuah IC dekoder BCD ke 7 segmen mengubah empat bit itu menjadi segmen yang menyala. Pada Gambar 6.3(c), BCD 0101 menyalakan segmen a, f, g, c, dan d sehingga tampil angka 5. Papan skor dua digit memakai dua nibble: nibble kiri untuk puluhan dan nibble kanan untuk satuan.

8. Ringkasan

Bilangan digital ditulis dengan dua lambang (biner), enam belas lambang (heksadesimal), atau digit desimal berkode (BCD). Bobot posisi menentukan nilai, dan **bit atau digit paling kiri selalu bobot terbesar**. Konversi desimal ke biner dapat dilakukan dengan penjumlahan bobot atau pembagian 2. Konversi biner dan heksadesimal paling mudah lewat kelompok empat bit.

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

> Untuk perangkat, selalu baca lembar data lebih dulu sebelum menerjemahkan posisi sakelar atau LED.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Desimal ke biner, lalu ke heksadesimal

Dina mengisi register pengatur lampu di bengkel elektronika "Sinar Muda" dengan bilangan desimal 156. Pembimbing memintanya menuliskan nilai itu dalam biner 8 bit dan dalam heksadesimal untuk lembar program. *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

1. Cara A (bobot). 128 muat dalam 156, tulis 1, sisa 156 − 128 = 28. 64 dan 32 tidak muat, tulis 0 dan 0. 16 muat, tulis 1, sisa 12. 8 muat, tulis 1, sisa 4. 4 muat, tulis 1, sisa 0. 2 dan 1 tidak muat, tulis 0 dan 0. Biner: 1001 1100.
2. Cara B (bagi 2) untuk memeriksa. 156 ÷ 2 = 78 sisa 0; 78 ÷ 2 = 39 sisa 0; 39 ÷ 2 = 19 sisa 1; 19 ÷ 2 = 9 sisa 1; 9 ÷ 2 = 4 sisa 1; 4 ÷ 2 = 2 sisa 0; 2 ÷ 2 = 1 sisa 0; 1 ÷ 2 = 0 sisa 1. Dibaca dari bawah ke atas: 1001 1100. Sama dengan langkah 1.
3. Kelompokkan empat-empat: 1001 = 9 dan 1100 = C (12). Heksadesimal: 9C.
4. Periksa lewat heksadesimal: 9 × 16 + 12 = 144 + 12 = 156. Cocok.

Jawaban: 156 = **1001 1100** (biner) = **9C** (heksadesimal).

Contoh 2 — Heksadesimal ke biner, lalu ke LED

Modul keluaran di lab otomasi memiliki deretan 8 LED, D7 (kiri, bobot 128) sampai D0 (kanan, bobot 1). Program mengirim data 6E (heksadesimal). Tentukan LED mana yang menyala dan nilai desimalnya. *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

1. Ganti tiap digit dengan 4 bit. 6 = 0110. E = 14 = 1110.
2. Sambungkan: 0110 1110.
3. Cocokkan dengan LED dari kiri. D7 = 0 (mati), D6 = 1, D5 = 1, D4 = 0, D3 = 1, D2 = 1, D1 = 1, D0 = 0.
4. LED yang menyala: D6, D5, D3, D2, dan D1.
5. Nilai desimal: 64 + 32 + 8 + 4 + 2 = 110. Periksa dengan rumus: 6 × 16 + 14 = 96 + 14 = 110.

Jawaban: LED **D6, D5, D3, D2, dan D1** menyala; nilainya **110**.

Contoh 3 — BCD pada papan skor

Papan skor dua digit di unit produksi sekolah menerima data 8 bit dalam BCD. Pertama, data 1001 0100 dikirim. Kedua, skor 62 harus dikirim. Tentukan angka yang tampil pada data pertama dan data BCD untuk skor 62, lalu bandingkan dengan biner murni 62. *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

1. Data pertama dipecah menjadi dua nibble: 1001 dan 0100.
2. Baca tiap nibble sebagai satu digit. 1001 = 9 dan 0100 = 4. Angka yang tampil: 94.
3. Skor 62 ditulis per digit. 6 = 0110 dan 2 = 0010. Data BCD: 0110 0010.

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

4. Biner murni 62 dicari dengan bobot: 32 + 16 + 8 + 4 + 2 = 62, sehingga 0011 1110.
5. Bandingkan: 0110 0010 (BCD) tidak sama dengan 0011 1110 (biner murni). Bila papan skor mengira data BCD itu biner murni, ia akan membaca 64 + 32 + 2 = 98 dan menampilkan angka yang salah.

Jawaban: data pertama menampilkan **94**; skor 62 dalam BCD adalah **0110 0010**, berbeda dari biner murni **0011 1110**.

Contoh 4 — Register PWM

Kecepatan kipas pendingin di ruang server mini diatur dengan register 8 bit: 0 berarti mati, 255 berarti kecepatan penuh. Program menulis nilai C0 (heksadesimal). Berapa nilai desimalnya dan kira-kira berapa persen kecepatan kipas? *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

1. C = 12, sehingga C0 = 12 × 16 + 0 = 192.
2. Bandingkan dengan nilai penuh: 192 ÷ 255 = 0,753.
3. Kecepatan kira-kira 75 % dari penuh.
4. Periksa lewat biner: C0 = 1100 0000 = 128 + 64 = 192. Cocok.

Jawaban: nilainya **192**, sekitar **75 %** dari kecepatan penuh.

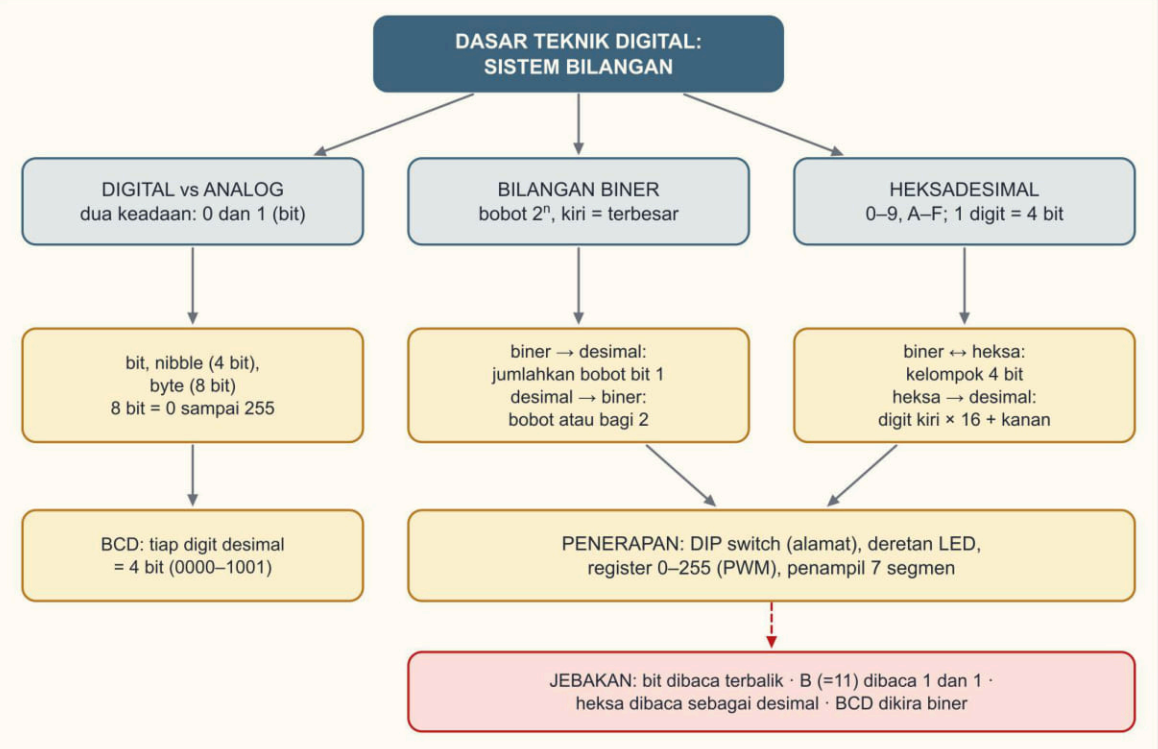
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Digital** memakai dua keadaan, 0 dan 1 (bit). **4 bit = 1 nibble, 8 bit = 1 byte.** Byte menyimpan 0 sampai 255 (n bit: 2^n kombinasi, nilai terbesar $2^n - 1$).
- Biner: bobot **128, 64, 32, 16, 8, 4, 2, 1** dari kiri ke kanan. **Bit paling kiri = bobot terbesar.**
- Biner ke desimal: jumlahkan bobot bit 1. Desimal ke biner: pakai bobot, atau bagi 2 dan baca sisa dari **bawah ke atas**.
- Heksadesimal: 0 sampai 9 dan A = 10, B = 11, C = 12, D = 13, E = 14, F = 15. **Satu digit = empat bit.** Heksa ke desimal: digit kiri × 16 + digit kanan.
- **BCD**: tiap digit desimal menjadi 4 bit (0000 sampai 1001). BCD tidak sama dengan biner murni.
- Pada DIP switch dan deretan LED, baca lembar data lebih dulu; bobot posisi tidak selalu sama dengan nomor sakelar.

Gambar 6.4 merangkum semuanya.



Gambar 6.4 Peta konsep sistem bilangan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal konversi atau pembacaan perangkat:

1. **Tentukan sistem bilangannya.** Apakah data ditulis desimal, biner, heksadesimal, atau BCD? Tulis jawabannya di pinggir soal.
2. **Tulis bobot posisi di atas bilangan.** Untuk 8 bit: 128, 64, 32, 16, 8, 4, 2, 1. Jangan menghitung dari kepala.
3. **Pastikan arahnya.** Bit paling kiri adalah bobot terbesar. Bila soal menyebut sakelar atau LED bernomor, cocokkan nomor itu dengan bobotnya dari keterangan soal.
4. **Untuk heksadesimal, ubah per digit** menjadi empat bit. Tulis nibble kiri dan nibble kanan dengan jarak, jangan digabung tanpa pemisah.
5. **Periksa dengan jalan kedua.** Setelah mendapat biner, jumlahkan kembali bobotnya. Setelah mendapat heksadesimal, hitung digit kiri × 16 + digit kanan.
6. **Cocokkan dengan opsi** hanya setelah kamu punya jawaban sendiri.

Jebakan khas:

- **Bit dibaca terbalik.** Kamu menganggap bit paling kanan sebagai yang terbesar, atau urutan sakelar dan LED dianggap sama dengan urutan tulisan biner. Hasilnya bilangan yang tampak masuk akal tetapi salah.
- **Dua digit heksadesimal tertukar.** E3 dibaca 3E. Kedua bilangan berbeda jauh nilainya (227 dan 62).
- **Huruf heksadesimal dikonversi salah.** B ditulis 1101 (itu D), atau B dibaca sebagai "1 dan 1".
- **Bobot bergeser satu posisi.** Kamu mulai dari 2 atau 256, bukan dari 1. Hasilnya dua kali lipat atau separuh dari yang benar.
- **Heksadesimal dibaca sebagai desimal.** Angka yang "kelihatan" seperti desimal tetap harus dihitung dengan bobot 16 bila soal menyebut heksadesimal.
- **BCD dikira biner murni**, atau sebaliknya.
- **Nomor sakelar disamakan dengan bobot.** Sakelar 3 tidak otomatis bernilai 3 atau 2^3.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut meminta kamu mengatur sebuah modul sensor lewat deretan sakelar. Gunakan bagian 3 (bobot posisi biner), bagian 4 (desimal ke biner), dan bagian 7 (DIP switch) untuk menguji tiap pilihan. Perhatikan lebih dulu apa yang dikatakan soal tentang bobot sakelar.

►. Modul sensor di lab otomasi memakai DIP switch 8 sakelar untuk mengatur nomor alamat (2027). Pada lembar data, sakelar 1 bernilai 1, sakelar 2 bernilai 2, sakelar 3 bernilai 4, dan seterusnya sampai sakelar 8 bernilai 128. Sakelar yang ON bernilai 1. Teknisi meminta Hana mengatur modul itu ke alamat desimal 37.

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

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Sakelar yang harus diposisikan ON adalah ....

A. Sakelar 1, 3, dan 6
B. Sakelar 3, 6, dan 8
C. Sakelar 1, 4, dan 6
D. Sakelar 2, 3, dan 6
E. Sakelar 1, 3, dan 5

Pembahasan **Kunci: A**

Konsep: Bilangan biner: setiap bit bernilai 2^n. Desimal diuraikan menjadi jumlah nilai bit yang bernilai 1.

Langkah:
1. 37 = 32 + 4 + 1.
2. Nilai 1 = sakelar 1, nilai 4 = sakelar 3, nilai 32 = sakelar 6.
3. Biner 0010 0101.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ 1 + 4 + 32 = 37.
• **B.** ✗ Jebakan: urutan biner 00100101 dibaca dari kiri sebagai sakelar 1, sehingga posisi sakelar terbalik.
• **C.** ✗ 1 + 8 + 32 = 41.
• **D.** ✗ 2 + 4 + 32 = 38.
• **E.** ✗ Jebakan: 32 = 2^5 sehingga dikira milik sakelar 5, padahal sakelar 1 bernilai 2^0; sakelar 5 bernilai 16 sehingga totalnya 21.

Jawaban: A.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk setiap soal, tulis dulu bobot posisinya, lalu kerjakan konversinya, baru pilih jawaban.

1. Trainer digital di lab menampilkan data 8 bit melalui deretan delapan LED (2027). LED paling kiri adalah bit terbesar (bernilai 128) dan LED paling kanan bit terkecil (bernilai 1). Dari kiri ke kanan, keadaan LED adalah: mati – nyala – nyala – mati – nyala – mati – mati – nyala. Guru meminta Dewa menuliskan nilai desimalnya di lembar kerja.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Nilai desimal yang tepat adalah ....

A. 150
B. 69
C. 210
D. 52
E. 105

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

2. Lampu hias 8 LED di stan pameran jurusan dikendalikan mikrokontroler (2027). Setiap pola ditulis sebagai bilangan heksadesimal 8 bit; LED 8 adalah bit terbesar, LED 1 bit terkecil, dan bit bernilai 1 berarti LED menyala. Pola berikutnya bernilai B4 (heksadesimal). Sebelum diunggah, Sinta memeriksa LED mana yang akan menyala. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
LED yang menyala pada pola tersebut adalah ....

A. LED 1, 3, 4, dan 6
B. LED 7, 4, 2, dan 1
C. LED 8, 7, 5, dan 3
D. LED 8, 6, dan 5
E. LED 8, 6, 5, dan 3

Kunci singkat: 1. E 2. E

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa bilangan 1000 0000 jauh lebih besar daripada 0000 0001, padahal keduanya hanya memuat satu angka 1?
- Dapatkah kamu mengubah 0xA7 (heksadesimal) ke biner dan ke desimal tanpa melihat tabel, lalu memeriksanya dengan jalan lain?
- **Yang harus kuingat:** bit paling kiri adalah bobot terbesar; satu digit heksadesimal sama dengan empat bit; BCD menulis tiap digit desimal sebagai empat bit.



Latihan interaktif di LMS

Sub bab 6.1: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktel&node=SMKTEL-6.1

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

Sub bab 6.2 · Gerbang logika dasar

SMKTEL-6.2

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu memahami **prinsip kerja gerbang logika dasar**. Pada soal, kemampuan ini muncul sebagai kasus perancangan kecil di bengkel atau lab: sebuah alarm dengan dua sensor, sebuah mesin model dengan pengaman, atau sebuah lampu yang harus dapat dikendalikan dari dua tempat. Kamu diminta menentukan gerbang yang tepat, menilai pernyataan tentang rangkaian logikanya, atau membaca apa yang terjadi bila sensor atau LED bersifat aktif-rendah. Bentuk soalnya bisa pilihan ganda biasa atau pilihan ganda kompleks (lebih dari satu jawaban benar). Kata kunci soalnya hampir selalu **kapan keluaran bernilai 1**.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan level logika 0 dan 1 serta arti logika positif;
- menyebutkan simbol, ungkapan Boolean, dan tabel kebenaran gerbang NOT, AND, OR, NAND, NOR, XOR, dan XNOR;
- memakai analogi sakelar (seri = AND, paralel = OR) untuk memeriksa sebuah gerbang;
- membuat NOT, AND, dan OR hanya dari gerbang NAND, dan menjelaskan mengapa NAND disebut gerbang universal;
- menyebutkan IC gerbang seri 74xx, kaki catu daya, dan cara memasangnya dengan benar;
- menangani sensor atau LED yang aktif-rendah, lalu memilih gerbang untuk alarm, pengaman mesin, dan sakelar tangga.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Rangkaian digital mengambil keputusan dengan cara yang sangat sederhana. Mesin pembuat kemasan menyala bila tombol start ditekan dan kemasan sudah terpasang. Alarm gudang berbunyi bila pintu terbuka atau ada getaran. Setiap keputusan seperti ini memadukan beberapa sinyal 0 dan 1 menjadi satu sinyal keluaran. Alat yang memadukannya disebut **gerbang logika**. Sub bab ini membahas tujuh gerbang dasar, cara membacanya, dan cara memakainya pada IC di bengkel. Sebelumnya kamu perlu tahu apa arti 0 dan 1 secara listrik.

1. Level logika

Pada rangkaian digital, 0 dan 1 adalah **tegangan**. Pada keluarga IC yang paling umum di trainer sekolah, catu dayanya sekitar 5 V. Tegangan dekat 0 V dibaca **logika 0** (rendah), dan tegangan mendekati 5 V dibaca **logika 1** (tinggi). Pada IC TTL standar, masukan yang tegangannya di bawah kira-kira 0,8 V dibaca 0, dan yang di atas kira-kira 2 V dibaca 1. Daerah di antaranya tidak

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

menentu, sehingga tegangan di situ harus dihindari.

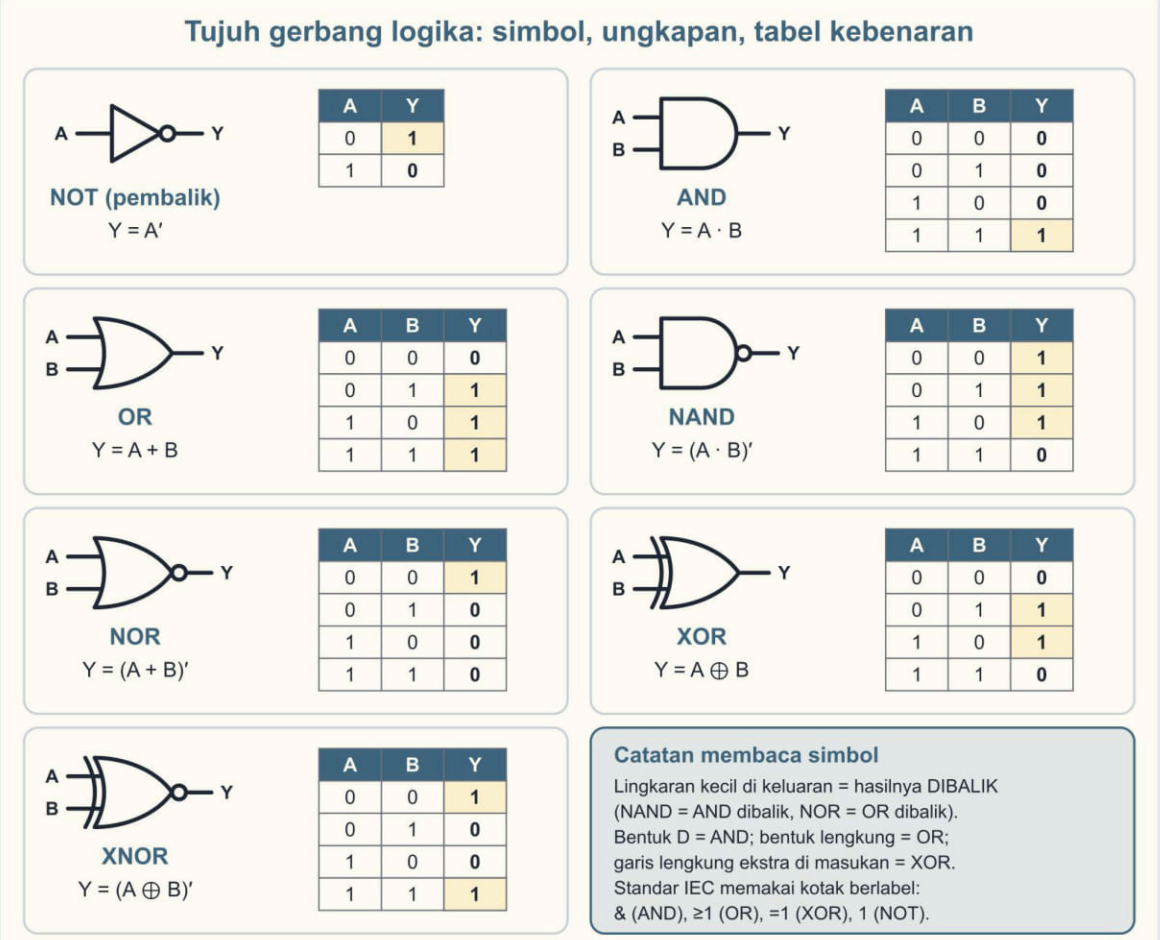
Pemberian nilai "tinggi = 1" disebut **logika positif**, dan inilah yang dipakai di seluruh buku ini. Ada pula **logika negatif**, yaitu tegangan rendah dianggap 1. Karena itu, dalam soal selalu baca baik-baik keterangan "bernilai 1 saat apa".

2. Gerbang, ungkapan Boolean, dan tabel kebenaran

Gerbang logika adalah rangkaian dengan satu atau lebih masukan dan satu keluaran yang hanya bernilai 0 atau 1. Hubungan antara masukan dan keluaran ditulis dengan dua cara:

- **Tabel kebenaran**: daftar semua kombinasi masukan beserta keluarannya. Gerbang dengan dua masukan punya $2^2 = 4$ baris.
- **Ungkapan Boolean**: rumus singkat. Tanda titik (·) berarti **dan**, tanda plus (+) berarti **atau** (bukan penjumlahan biasa), dan tanda petik atas (′) berarti **dibalik**. Jadi A′ dibaca "bukan A".

Gambar 6.5 memuat simbol, ungkapan, dan tabel kebenaran ketujuh gerbang. Simbol bentuk khusus pada gambar dipakai pada skema yang kamu temui di buku dan lembar data. Standar IEC menggambar gerbang sebagai kotak berlabel: "&" untuk AND, "≥1" untuk OR, "=1" untuk XOR, dan "1" untuk NOT.



Gambar 6.5 Simbol, ungkapan Boolean, dan tabel kebenaran tujuh gerbang logika. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

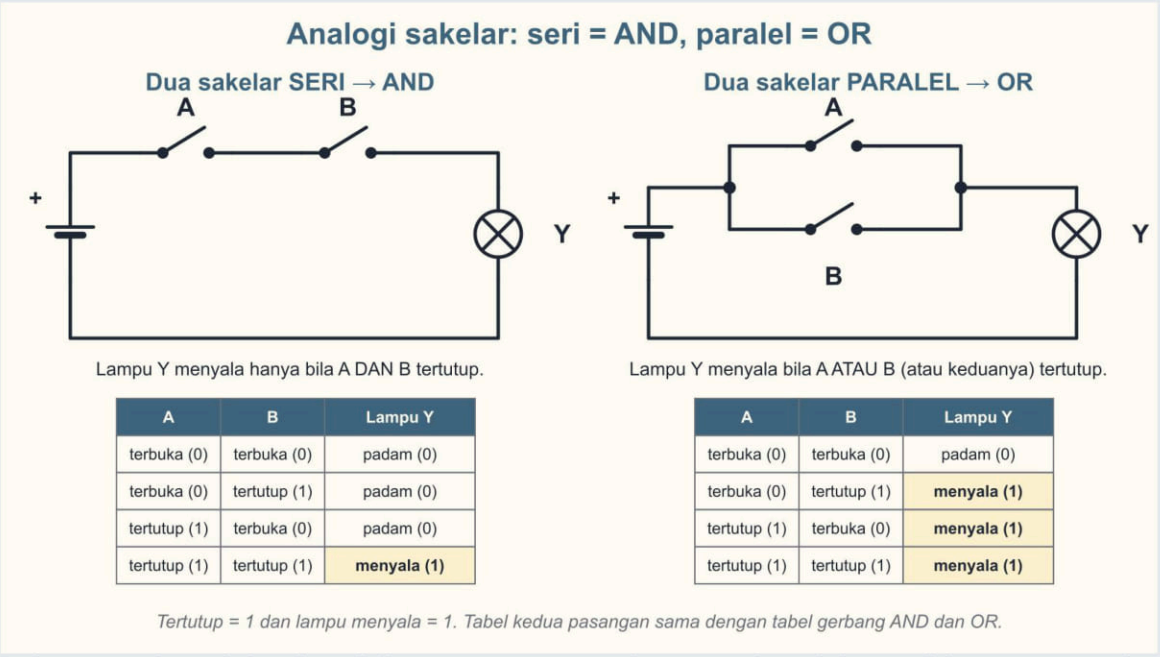
3. Tiga gerbang pokok: NOT, AND, OR

NOT (pembalik). Satu masukan, satu keluaran. Keluaran selalu kebalikan masukan: masukan 0 menghasilkan 1, masukan 1 menghasilkan 0. Ungkapannya Y = A′. Segitiga dengan lingkaran kecil di ujung keluaran adalah simbolnya.

AND (dan). Keluaran 1 **hanya bila semua masukan 1**. Pada dua masukan, hanya baris 1-1 yang menghasilkan 1. Ungkapannya Y = A · B. AND dipakai bila semua syarat harus terpenuhi. Contoh: mesin penyolder otomatis jalan bila tombol start ditekan **dan** suhu sudah siap.

OR (atau). Keluaran 1 **bila sedikitnya satu masukan 1**. Hanya baris 0-0 yang menghasilkan 0. Ungkapannya Y = A + B. OR dipakai bila salah satu syarat sudah cukup. Contoh: kipas pendingin menyala bila suhu panas **atau** kelembapan tinggi.

Analogi sakelar. Cara paling mudah mengingat AND dan OR adalah membayangkan lampu dan sakelar pada Gambar 6.6. Dua sakelar **seri** harus tertutup keduanya agar arus mengalir: itulah AND. Dua sakelar **paralel** cukup satu yang tertutup: itulah OR. Anggap sakelar tertutup sebagai 1 dan lampu menyala sebagai 1. Tabelnya akan sama dengan tabel gerbang.



Lampu Y menyala hanya bila A DAN B tertutup.

A	B	Lampu Y
terbuka (0)	terbuka (0)	padam (0)
terbuka (0)	tertutup (1)	padam (0)
tertutup (1)	terbuka (0)	padam (0)
tertutup (1)	tertutup (1)	**menyala (1)**

Lampu Y menyala bila A ATAU B (atau keduanya) tertutup.

A	B	Lampu Y
terbuka (0)	terbuka (0)	padam (0)
terbuka (0)	tertutup (1)	**menyala (1)**
tertutup (1)	terbuka (0)	**menyala (1)**
tertutup (1)	tertutup (1)	**menyala (1)**

Tertutup = 1 dan lampu menyala = 1. Tabel kedua pasangan sama dengan tabel gerbang AND dan OR.

Gambar 6.6 Analogi sakelar: dua sakelar seri menyerupai gerbang AND, dua sakelar paralel menyerupai gerbang OR. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

4. NAND dan NOR: kebalikan AND dan OR

NAND (*not AND*) adalah AND yang keluarannya dibalik. Karena itu keluarannya **0 hanya bila semua masukan 1**, dan 1 pada semua kombinasi lain. Pada dua masukan, tabelnya 1, 1, 1, 0. Ungkapannya Y = (A · B)′. Simbolnya adalah bentuk AND dengan lingkaran kecil di keluaran.

NOR (*not OR*) adalah OR yang keluarannya dibalik. Keluarannya **1 hanya bila semua masukan 0**. Pada dua masukan, tabelnya 1, 0, 0, 0. Ungkapannya Y = (A + B)′. NOR cocok untuk persyaratan "keadaan aman hanya bila tidak ada satu pun sensor aktif".

Lingkaran kecil di keluaran selalu berarti "dibalik". Perhatikan bahwa NAND tidak sama dengan AND: tabel keduanya persis berkebalikan pada setiap baris.

5. XOR dan XNOR: berbeda atau sama

XOR (*exclusive OR*, atau eksklusif) bernilai 1 **bila kedua masukan berbeda** (0 dan 1, atau 1 dan 0), dan 0 bila sama. Ungkapannya Y = A ⊕ B. Bedanya dengan OR hanya satu: pada masukan 1-1, OR menghasilkan 1 tetapi XOR menghasilkan 0.

XNOR adalah XOR yang dibalik: keluaran 1 **bila kedua masukan sama**. Ungkapannya Y = (A ⊕ B)′. XNOR berguna sebagai pembanding: keluarannya 1 bila dua sinyal bernilai sama.

Penerapan XOR yang terkenal adalah **sakelar tangga**: lampu dapat dinyalakan dan dimatikan dari dua tempat. Pada setiap pembalikan satu sakelar, keluaran berubah keadaan. Sifat "berubah setiap satu masukan dibalik" dimiliki XOR dan XNOR. Keduanya berbeda pada keadaan awalnya: pada masukan 0-0, XOR memberi 0 (lampu padam) dan XNOR memberi 1 (lampu menyala).

6. Gerbang tiga masukan atau lebih

Gerbang AND, OR, NAND, dan NOR juga ada dengan tiga atau empat masukan. Aturannya sama. AND tiga masukan bernilai 1 bila ketiganya 1. OR tiga masukan bernilai 1 bila sedikitnya satu masukan 1. Tabel tiga masukan memiliki $2^3 = 8$ baris (cara menyusunnya dibahas di sub bab 6.3). AND tiga masukan juga dapat dibuat dari dua AND dua masukan yang dirangkai bertingkat, karena (A · B) · C sama dengan A · B · C. Bila sebuah keluaran hanya ditentukan oleh satu sinyal, sinyal itu dapat langsung dipakai tanpa gerbang.

7. IC gerbang seri 74xx

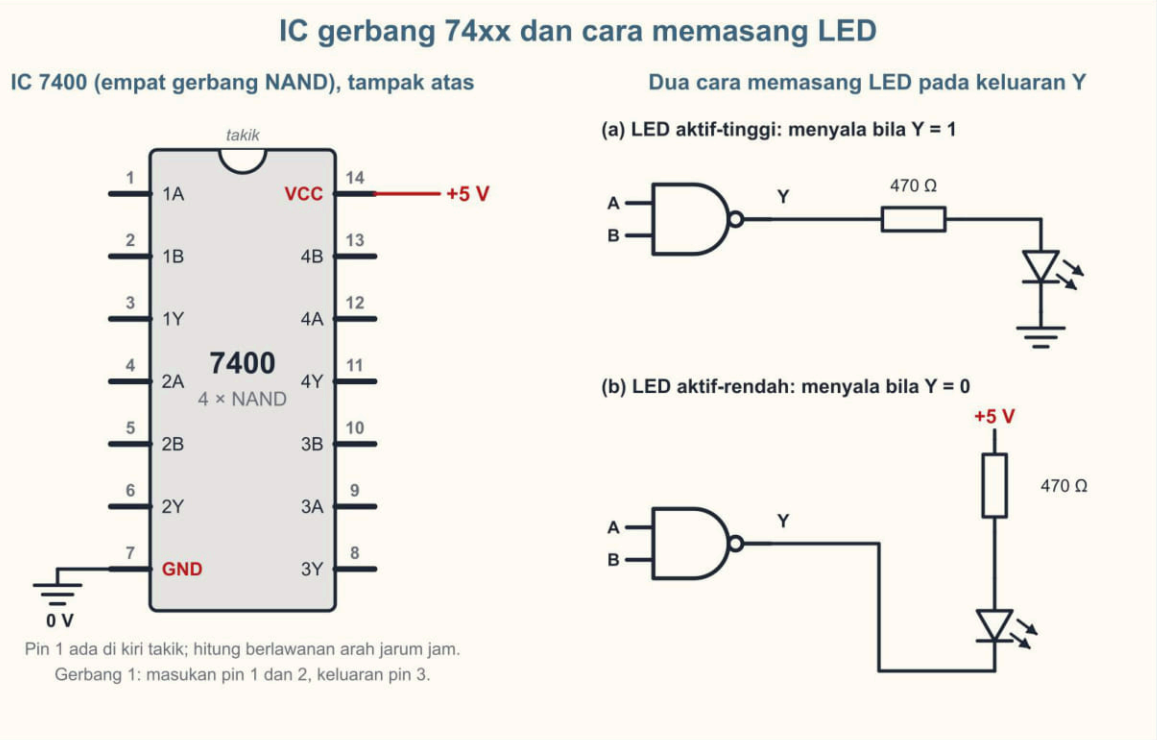
Gerbang logika hampir selalu dibeli sebagai IC, tiap IC berisi beberapa gerbang yang sejenis. Pada seri 74xx yang paling dikenal:

Nomor	Isi IC
7400	empat gerbang NAND dua masukan
7402	empat gerbang NOR dua masukan
7404	enam gerbang NOT (pembalik)
7408	empat gerbang AND dua masukan
7432	empat gerbang OR dua masukan
7486	empat gerbang XOR dua masukan

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

Sebuah huruf sering disisipkan di antara angka, misalnya 74LS00 atau 74HC00. Huruf itu menunjukkan **keluarga** (LS = TTL daya rendah, HC = CMOS cepat). Fungsinya sama dengan 7400, tetapi sifat listriknya sedikit berbeda.

Gambar 6.7 menunjukkan IC 7400 dalam kemasan DIP 14 kaki. Perhatikan beberapa hal.



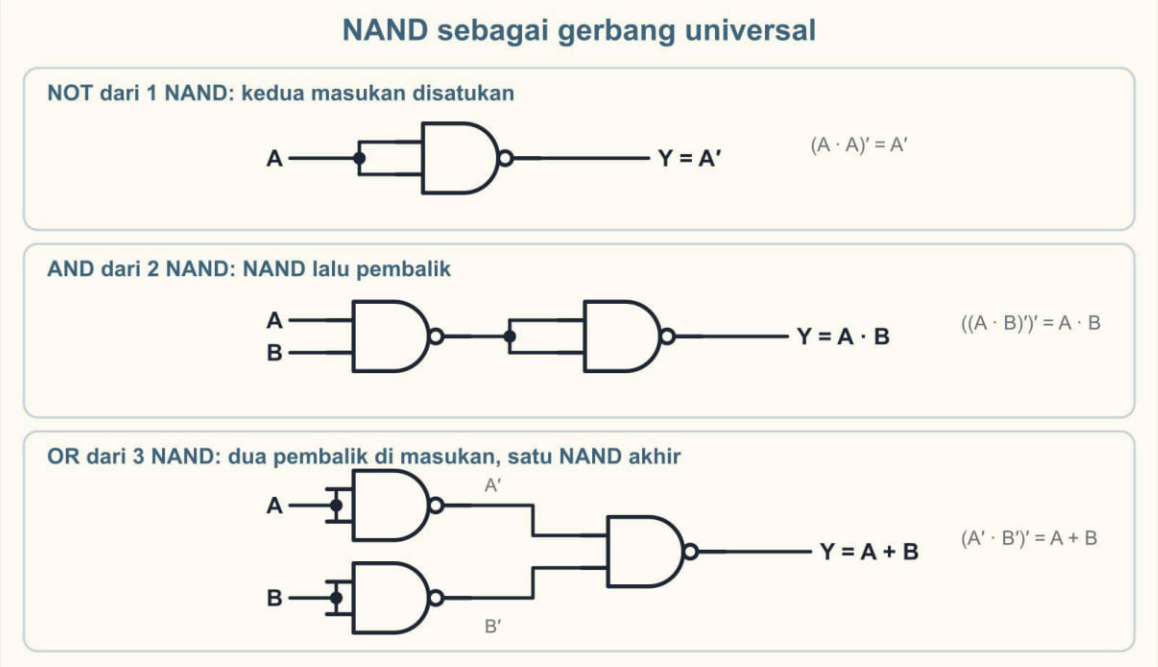
Gambar 6.7 IC 7400 tampak atas beserta dua cara memasang LED pada keluaran gerbang. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Takik** (lekukan setengah lingkaran) menandai ujung atas. Kaki 1 ada di kiri takik, lalu kaki dihitung turun di sisi kiri sampai kaki 7, dan naik di sisi kanan sampai kaki 14 (berlawanan arah jarum jam bila dilihat dari atas).
- **Kaki 14 (VCC)** harus mendapat catu daya +5 V dan **kaki 7 (GND)** harus ke 0 V. Gerbang tidak akan bekerja bila kaki catu tidak tersambung, walaupun semua kaki masukan sudah benar. Seri TTL dianjurkan memakai catu 4,75 V sampai 5,25 V. Pasang polaritasnya dengan benar dan jangan memberi tegangan lebih tinggi.
- Pada 7400, tiap gerbang memakai tiga kaki: dua masukan (A dan B) dan satu keluaran (Y). Gerbang 1 memakai kaki 1, 2, dan 3. **Susunan kaki tidak sama pada semua IC.** Misalnya 7402 meletakkan keluarannya pada kaki yang berbeda dari 7400. Selalu baca lembar data (*datasheet*) IC yang dipakai.
- **Masukan yang tidak dipakai jangan dibiarkan melayang.** Sambungkan ke +5 V (logika 1) bila gerbangnya AND atau NAND, dan ke 0 V (logika 0) bila gerbangnya OR atau NOR, supaya fungsi gerbang tidak berubah. Pada IC CMOS, masukan yang melayang mudah menimbulkan hasil acak.

8. NAND sebagai gerbang universal

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

Gerbang universal adalah gerbang yang dapat dipakai untuk membuat semua gerbang lain. NAND, juga NOR, bersifat universal. Gambar 6.8 menunjukkan caranya untuk NAND.



Gambar 6.8 NOT, AND, dan OR yang dibuat hanya dari gerbang NAND. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **NOT dari satu NAND.** Sambungkan kedua masukan NAND menjadi satu. Hasilnya $(A \cdot A)' = A'$.
2. **AND dari dua NAND.** NAND pertama menghasilkan $(A \cdot B)'$. NAND kedua dipasang sebagai pembalik, sehingga $((A \cdot B)')' = A \cdot B$.
3. **OR dari tiga NAND.** Dua NAND sebagai pembalik membalik A dan B menjadi A' dan B'. NAND ketiga menghasilkan $(A' \cdot B')'$. Hasil ini sama dengan $A + B$, yang dapat kamu buktikan lewat tabel kebenarannya.
4. **NOR** diperoleh dengan membalik OR itu dengan satu NAND pembalik lagi, sehingga memerlukan empat NAND.

Mengapa ini penting? Satu IC 7400 (Gambar 6.7) berisi empat NAND. Di gudang atau di rak komponen, satu jenis IC saja sudah cukup untuk membuat gerbang apa pun. Itu menghemat biaya dan ruang papan.

9. Logika aktif-rendah

Sampai sekarang kita menganggap "aktif" berarti 1. Banyak perangkat justru **aktif-rendah**: keadaan aktifnya adalah logika **0**. Dua contoh yang paling sering kamu temui:

- **LED aktif-rendah.** Anoda LED terhubung ke +5 V melalui resistor, dan katodanya ke keluaran gerbang (Gambar 6.7b). LED menyala saat keluaran **0**, karena arus dapat mengalir ke keluaran yang bertegangan rendah. Saat keluaran 1, tegangan antara +5 V dan keluaran terlalu kecil untuk menyalakan LED, sehingga LED padam. Pada keluaran TTL, kemampuan menyerap arus lebih besar daripada kemampuan memberi arus, sehingga pemasangan

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

seperti ini umum pada trainer.

- **Sensor aktif-rendah.** Sensor memberi **0 saat mendeteksi** dan 1 saat tidak. Contoh: sakelar pintu yang kontaknya menarik keluaran ke 0 V ketika pintu terbuka.

Aturan pemakaiannya satu: **ubah dulu keadaan menjadi nilai logika, baru gunakan gerbang**. LED aktif-rendah yang menyala berarti keluaran 0, bukan 1. Sensor aktif-rendah yang mendeteksi berarti masukan 0; bila rangkaian membutuhkan 1 untuk keadaan "terdeteksi", balikkan sinyalnya dengan gerbang NOT lebih dulu. Hal yang sama berlaku bila kamu ingin membandingkan hasil dengan tabel: tulis dulu kolom keluaran dalam bentuk 0 dan 1.

10. Penerapan di bengkel dan lab

- **Alarm dengan dua sensor.** Bila alarm harus berbunyi saat *salah satu* sensor aktif, pakai **OR**. Bila hanya boleh berbunyi saat *kedua* sensor aktif (agar tidak sering salah bunyi), pakai **AND**.
- **Pengaman mesin dua tangan.** Pada mesin pres atau potong, operator harus menekan dua tombol sekaligus supaya kedua tangannya jauh dari area bahaya. Syaratnya semua tombol (dan sensor pelindung) harus aktif bersamaan, sehingga rangkaian memakai **AND**.
- **Sakelar tangga.** Dua sakelar mengendalikan satu lampu dengan gerbang **XOR** (atau dua sakelar SPDT, seperti pada instalasi rumah).
- **Indikator "aman".** Lampu hijau menyala hanya bila tidak ada sensor bahaya yang aktif: gerbang **NOR**.

11. Ringkasan

Gerbang logika memadukan sinyal 0 dan 1 menjadi satu keputusan. AND meminta semua masukan 1, OR meminta sedikitnya satu, XOR meminta masukan berbeda. NAND, NOR, dan XNOR adalah kebalikannya. NAND dan NOR adalah gerbang universal. IC 74xx perlu catu 5 V pada kaki VCC dan GND. Pada perangkat aktif-rendah, 0 berarti aktif.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Memilih gerbang untuk empat persyaratan

Unit produksi sekolah "Karya Cipta" merancang empat rangkaian kecil. (a) Kipas ruang peralatan menyala bila suhu tinggi atau kelembapan tinggi. (b) Pengisi baterai mulai bekerja hanya bila baterai terpasang dan adaptor tersambung. (c) Lampu "bebas" menyala hanya bila dua sensor tidak aktif. (d) Lampu "tidak cocok" menyala bila dua kunci pilihan berada pada posisi berbeda. Setiap sinyal bernilai 1 saat aktif. Tentukan gerbang untuk tiap rangkaian. *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

1. Tuliskan syarat dengan kata kerja logika. (a) "salah satu cukup": atau. (b) "kedua harus": dan. (c) "tidak ada satu pun aktif": semua masukan 0. (d) "posisi berbeda": berbeda.
2. Cocokkan dengan gerbang. "Atau" = OR. "Dan" = AND. "Keluaran 1 hanya bila semua masukan 0" = NOR. "Keluaran 1 bila masukan berbeda" = XOR.

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

3. Periksa dengan satu baris. (c) dengan masukan 0-0 harus 1: NOR(0, 0) = 1. Dengan masukan 1-0 harus 0: NOR(1, 0) = 0. Cocok. (d) dengan masukan 0-1 harus 1: XOR(0, 1) = 1; dengan masukan 1-1 harus 0: XOR(1, 1) = 0. Cocok.

Jawaban: (a) **OR**, (b) **AND**, (c) **NOR**, (d) **XOR**.

Contoh 2 — Alarm gudang dengan sensor aktif-rendah

Gudang komponen di bengkel "Teknik Prima" dipasangi alarm. Sensor magnet pada pintu memberi logika **0 saat pintu terbuka** dan 1 saat pintu tertutup (aktif-rendah). Sensor getar memberi 1 saat ada getaran. Buzzer harus berbunyi (keluaran 1) bila pintu terbuka **atau** ada getaran. Rancang rangkaiannya dan buktikan dengan tabel. *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

1. Beri nama: P = sensor pintu (1 = tertutup), G = sensor getar (1 = getar), Y = buzzer.
2. Ubah syarat pintu menjadi nilai logika. "Pintu terbuka" berarti P = 0. Rangkaian OR memerlukan sinyal bernilai 1 untuk "pintu terbuka", jadi P dibalik: P' bernilai 1 saat pintu terbuka.
3. Gabungkan dengan OR: $Y = P' + G$.
4. Buktikan dengan tabel (P, G): (0, 0) → $P' = 1$, Y = 1 (pintu terbuka, buzzer bunyi). (0, 1) → Y = 1. (1, 0) → $P' = 0$, Y = 0 (pintu tertutup dan tenang, buzzer diam). (1, 1) → Y = 1 (ada getaran).
5. Alternatif hemat: gerbang NAND dengan masukan P dan G' menghasilkan $(P \cdot G')'$, yang juga memberi 1, 1, 0, 1 untuk keempat baris di atas.

Jawaban: pasang gerbang **NOT pada sinyal pintu**, lalu gabungkan dengan gerbang **OR** bersama sinyal getar: **$Y = P' + G$**.

Contoh 3 — Rancangan dengan IC 7400 saja

Dalam proyek siswa, rangkaian membutuhkan satu gerbang AND dan satu gerbang OR dua masukan. Di rak hanya tersedia IC 7400. Berapa gerbang NAND yang diperlukan, berapa IC, dan buktikan bahwa OR dari NAND benar. *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

1. AND dari NAND memerlukan 2 NAND (NAND lalu pembalik).
2. OR dari NAND memerlukan 3 NAND (dua pembalik pada masukan, satu NAND akhir).
3. Jumlah: 2 + 3 = 5 gerbang NAND.
4. Satu IC 7400 berisi 4 gerbang, jadi 5 gerbang memerlukan 2 IC (total 8 gerbang, 3 sisa).
5. Buktikan OR: $Y = (A' \cdot B')'$. A = 0, B = 0: $(1 \cdot 1)' = 0$, sama dengan OR. A = 0, B = 1: $(1 \cdot 0)' = 1$. A = 1, B = 0: $(0 \cdot 1)' = 1$. A = 1, B = 1: $(0 \cdot 0)' = 1$. Hasil 0, 1, 1, 1 adalah tabel OR.

Jawaban: **5 gerbang NAND**, yaitu **2 IC 7400**; tabel $(A' \cdot B')'$ sama dengan tabel OR.

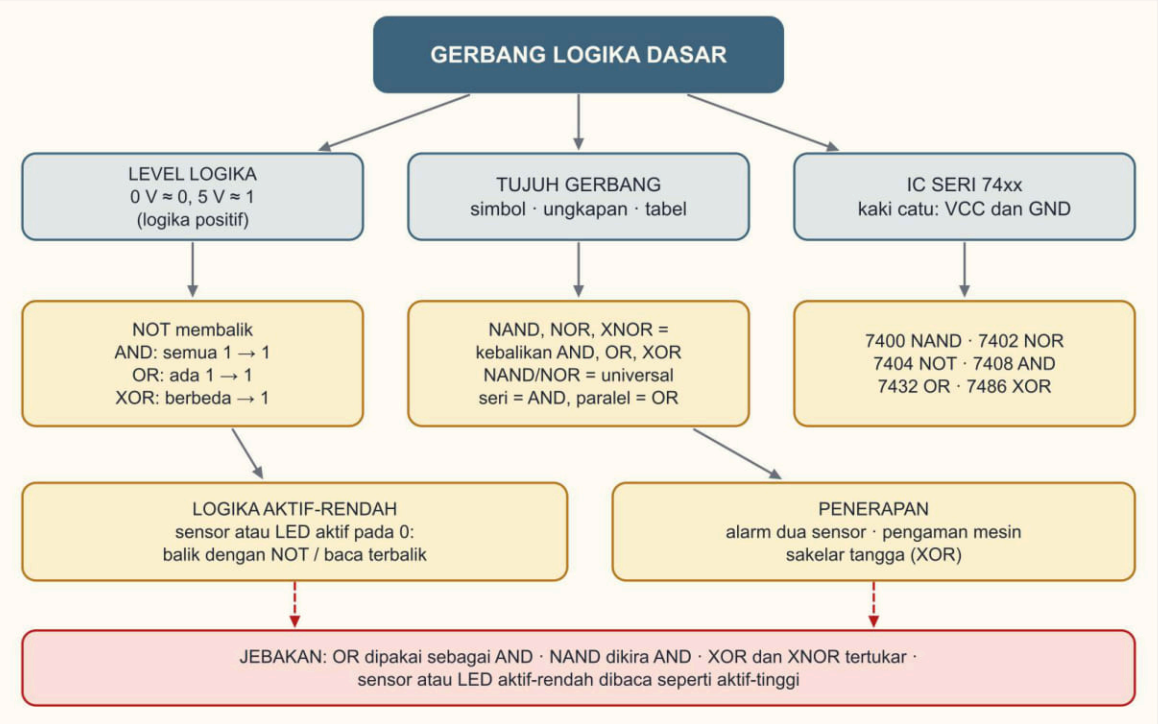
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Logika positif:** tegangan tinggi (sekitar 5 V) = 1, tegangan rendah (sekitar 0 V) = 0.
- **AND:** keluaran 1 bila semua masukan 1 (sakelar seri). **OR:** keluaran 1 bila ada masukan 1 (sakelar paralel). **NOT:** membalik.
- **NAND, NOR, XNOR** adalah AND, OR, XOR yang dibalik. **XOR:** 1 bila masukan berbeda; **XNOR:** 1 bila masukan sama.
- **NAND dan NOR gerbang universal.** NOT = 1 NAND, AND = 2 NAND, OR = 3 NAND.
- **IC 74xx:** 7400 NAND, 7402 NOR, 7404 NOT, 7408 AND, 7432 OR, 7486 XOR. Kaki catu: VCC +5 V dan GND 0 V; masukan tak terpakai jangan melayang.
- **Aktif-rendah:** LED menyala dan sensor aktif saat 0. Ubah dulu keadaan menjadi 0 dan 1 sebelum memilih gerbang.

Gambar 6.9 merangkum semuanya.



Gambar 6.9 Peta konsep gerbang logika dasar. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal gerbang logika:

1. **Tentukan arti 1 untuk setiap sinyal.** Tulis di pinggir soal: sensor ini bernilai 1 saat apa, LED ini menyala saat keluaran berapa.
2. **Ubah syarat soal menjadi kata logika:** semua (dan), salah satu (atau), tidak ada satu pun (semua 0), berbeda, atau sama.
3. **Balikkan sinyal yang aktif-rendah** dengan NOT sebelum masuk ke gerbang.
4. **Cocokkan dengan gerbang**, lalu uji dengan dua baris tabel: baris yang seharusnya menghasilkan 1 dan baris yang seharusnya menghasilkan 0.
5. Untuk soal pilihan ganda kompleks, **nilai setiap pernyataan sendiri-sendiri**; jangan menganggap satu pernyataan benar menentukan yang lain.

Jebakan khas:

- **OR dipakai pada tempat AND.** Syarat yang harus terpenuhi semuanya dipasang dengan OR, sehingga keluaran sudah aktif padahal syarat belum lengkap.
- **NAND dikira AND**, atau NOR dikira OR. Lingkaran kecil di keluaran berarti dibalik; hasilnya berkebalikan di setiap baris.
- **XOR dan XNOR tertukar.** XOR 1 bila berbeda; XNOR 1 bila sama. Periksa dengan baris 0-0.
- **XOR dikira sama dengan OR.** Keduanya berbeda hanya pada masukan 1-1.
- **Sensor atau LED aktif-rendah dibaca seperti aktif-tinggi.** LED menyala berarti keluaran 0, bukan 1.
- **Pembalik dilupakan atau dipasang pada sinyal yang salah.** Cek apakah sinyal yang dibalik memang yang aktif-rendah.
- **Catu IC dilupakan.** Rangkaian benar di gambar tetapi IC tidak bekerja karena kaki VCC atau GND tidak tersambung.
- **Susunan kaki dianggap sama pada semua IC.** Baca lembar data.

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut meminta kamu menilai pernyataan tentang sebuah rangkaian logika yang dirancang untuk alarm. Gunakan bagian 3 sampai 5 (AND, OR, NAND, XOR), bagian 9 (aktif-rendah), dan bagian 10 (penerapan). Nilailah setiap pernyataan satu per satu dengan menulis keluarannya untuk kombinasi masukan yang penting.

►. Siswa membuat model alarm pintu kulkas (2027). Sensor pintu A bernilai 1 saat pintu terbuka, dan pewaktu B bernilai 1 bila pintu sudah terbuka lebih dari 30 detik. Lampu dalam harus menyala setiap kali pintu terbuka, sedangkan buzzer berbunyi bila pintu terbuka dan pewaktu sudah habis. Keluaran bernilai 1 berarti lampu menyala atau buzzer berbunyi.

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 rangkaian logika model tersebut adalah ....

(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Bila buzzer memakai gerbang OR, buzzer baru berbunyi setelah pintu terbuka lebih dari 30 detik.

☐ B. Buzzer dapat dikendalikan gerbang AND dengan masukan A dan B.

☐ C. Lampu dalam dapat langsung dikendalikan sinyal A tanpa gerbang tambahan.

☐ D. Gerbang NAND dengan masukan A dan B menghasilkan 1 tepat saat pintu terbuka lebih dari 30 detik.

☐ E. Bila sensor pintu diganti jenis yang memberi 0 saat pintu terbuka, sinyalnya perlu dibalik dengan NOT.

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

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

Konsep: AND bernilai 1 bila semua masukan 1; OR bernilai 1 bila salah satu masukan 1; NAND kebalikan AND; NOT membalik logika sinyal.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: OR bernilai 1 begitu A = 1, sehingga buzzer langsung berbunyi saat pintu dibuka.

• **Pernyataan 2** ✓ Buzzer = A · B, bernilai 1 hanya bila kedua syarat terpenuhi.

• **Pernyataan 3** ✓ Lampu = A; lampu menyala setiap kali A = 1.

• **Pernyataan 4** ✗ NAND justru bernilai 0 saat A = 1 dan B = 1.

• **Pernyataan 5** ✓ Agar syarat "pintu terbuka" kembali bernilai 1 sebelum masuk gerbang.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk setiap pernyataan, tulis dulu nilai keluarannya pada kombinasi masukan yang relevan, baru tentukan benar atau salah.

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

1. Siswa membuat model mesin pres plat dengan pengaman (2027). Motor pres hanya boleh berjalan (logika 1) bila tombol kiri DAN tombol kanan ditekan bersamaan oleh kedua tangan operator, serta pintu pelindung tertutup. Tombol kiri dan kanan memberi logika 1 saat ditekan. Ada dua jenis sensor pintu di gudang: jenis P memberi 1 saat pintu tertutup, jenis Q memberi 0 saat pintu tertutup.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat tentang rangkaian logikanya adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Bila memakai sensor P, ketiga sinyal dapat langsung masuk gerbang AND tiga masukan.
☐ B. Gerbang OR dipakai agar operator dapat menjalankan mesin dengan satu tangan.
☐ C. Bila memakai sensor Q, sinyal pintu dilewatkan gerbang NOT sebelum masuk gerbang AND.
☐ D. Gerbang NAND tiga masukan menjalankan motor tepat saat ketiga syarat terpenuhi.
☐ E. Dua gerbang AND dua masukan yang dirangkai bertingkat dapat menggantikan AND tiga masukan.

2. Siswa membuat model lampu tangga dengan sakelar A di bawah dan sakelar B di atas (2027). Setiap sakelar memberi logika 0 atau 1. Lampu harus dapat dinyalakan atau dimatikan dari sakelar mana pun: setiap kali salah satu sakelar dibalik, keadaan lampu berubah. Pada keadaan awal, kedua sakelar bernilai 0 dan lampu padam.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat tentang gerbang logika untuk model tersebut adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Gerbang XOR sesuai karena lampu berubah keadaan setiap kali salah satu sakelar dibalik.
☐ B. Gerbang OR sesuai karena lampu menyala bila salah satu sakelar bernilai 1.
☐ C. Bila kedua sakelar bernilai 1, keluaran XOR bernilai 0 sehingga lampu padam.
☐ D. Gerbang XNOR juga membalik keadaan lampu setiap kali satu sakelar dibalik, tetapi lampu menyala pada keadaan awal.
☐ E. Gerbang AND sesuai karena lampu menyala bila kedua sakelar dibalik bersamaan.

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

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

✔ PERIKSA DIRI

- Apa yang sama dan apa yang berbeda antara XOR dan XNOR, baik pada tabelnya maupun pada keadaan saat kedua masukan bernilai 0?
- Dapatkah kamu menggambar NOT, AND, dan OR dari gerbang NAND tanpa melihat buku, lalu membuktikan salah satunya dengan tabel?
- **Yang harus kuingat:** AND = semua 1, OR = ada 1, XOR = berbeda; NAND, NOR, XNOR membalik hasilnya; pada logika aktif-rendah, 0 berarti aktif.



Latihan interaktif di LMS

Sub bab 6.2: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktel&node=SMKTEL-6.2

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Sub bab 6.3 · Menyusun dan membaca tabel kebenaran

SMKTEL-6.3

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu **menyusun tabel kebenaran rangkaian logika**. Pada soal, tabel kebenaran hadir di dua arah. Ada soal yang memberi rangkaian lalu meminta tabelnya. Ada yang memberi tabel dan meminta rangkaian yang tepat. Ada pula yang memberi hasil pengujian sebuah IC di trainer, dengan LED sebagai indikator, lalu meminta kesimpulan: gerbang apa ini, atau gerbang mana yang rusak. Bagian yang paling sering membuat siswa salah bukan hitungannya, melainkan **ketelitian**: baris terlewat, kolom antara tidak dibuat, atau LED aktif-rendah dibaca seperti LED biasa. Soal ini bertingkat sulit karena semua langkahnya harus benar sekaligus.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menentukan jumlah baris tabel kebenaran dan menyusun masukan secara berurutan seperti bilangan biner;
- mengisi tabel kebenaran dari rangkaian bertingkat dengan kolom antara;
- mengubah uraian kata menjadi tabel kebenaran;
- membuat rangkaian dari tabel kebenaran dengan metode jumlah suku hasil kali, dan mengenali gerbang tunggal dari pola keluarannya;
- menguji IC gerbang dengan trainer dan LED, termasuk LED aktif-rendah, lalu menyimpulkan kondisi gerbang.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Seorang teknisi yang merakit rangkaian logika tidak boleh hanya yakin rangkaiannya benar. Ia harus **membuktikannya**: untuk setiap kemungkinan keadaan masukan, apakah keluarannya sesuai yang diinginkan? Alat pembuktiannya adalah **tabel kebenaran**. Pada sub bab 6.2 kamu sudah mengenal tabel ini untuk satu gerbang. Sekarang kita memakainya untuk rangkaian yang lebih besar, untuk merancang, dan untuk menguji IC di meja kerja.

1. Mengapa tabel kebenaran dibuat

Tabel kebenaran menjawab tiga pertanyaan praktis.

1. **Apa yang dilakukan rangkaian ini?** Tabelnya menggambarkan kerja rangkaian untuk semua kemungkinan masukan, tanpa ada yang tertinggal.
2. **Apakah rancanganku sesuai keinginan?** Kamu membuat tabel dari uraian kebutuhan lebih dulu (tabel rancangan), lalu membandingkannya dengan tabel dari rangkaian atau hasil uji.
3. **Apakah dua rangkaian sama?** Dua rangkaian dengan kolom keluaran yang sama pada

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

semua baris memiliki fungsi yang sama, walaupun gambarnya berbeda.

2. Jumlah baris dan urutan masukan

Setiap masukan bernilai 0 atau 1. Untuk **n masukan**, banyak kombinasi adalah $\mathbf{2^n}$:

Jumlah masukan	1	2	3	4	5
Jumlah baris	2	4	8	16	32

Karena itu tabel dua masukan berisi empat baris dan tabel tiga masukan berisi delapan baris. **Semua baris harus ada.** Satu baris terlewat berarti satu keadaan tidak diuji, dan di situlah kesalahan rangkaian sering bersembunyi.

Agar tidak ada yang terlewat, **susun masukan seperti bilangan biner yang naik**, dari semua 0 sampai semua 1. Untuk tiga masukan A, B, C (A paling kiri): 000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111. Ada pola yang memudahkan, seperti pada Gambar 6.10:

- kolom paling kanan (C) berganti setiap **1 baris**: 0 1 0 1 0 1 0 1;
- kolom tengah (B) berganti setiap **2 baris**: 0 0 1 1 0 0 1 1;
- kolom paling kiri (A) berganti setiap **4 baris**: 0 0 0 0 1 1 1 1.

Untuk empat masukan, masukan paling kiri berganti setiap 8 baris. Pola ini sama dengan penghitung biner pada sub bab 6.1, sehingga kamu dapat memeriksa urutan sendiri: baris ke-6 pada tabel tiga masukan berisi 101, karena 5 (nomor urut mulai dari 0) ditulis 101 dalam biner.

Tabel kebenaran tiga masukan dengan kolom antara

Baris	A	B	C	P = (A · B)'	Y = P · C
1	0	0	0	1	**0**
2	0	0	1	1	**1**
3	0	1	0	1	**0**
4	0	1	1	1	**1**
5	1	0	0	1	**0**
6	1	0	1	1	**1**
7	1	1	0	0	**0**
8	1	1	1	0	**0**

Pola urutan masukan

C (paling kanan)
berganti tiap 1 baris
0 1 0 1 0 1 0 1

B (tengah)
berganti tiap 2 baris
0 0 1 1 0 0 1 1

A (paling kiri)
berganti tiap 4 baris
0 0 0 0 1 1 1 1

Masukan dibaca sebagai bilangan biner: 000 sampai 111.

n masukan → 2^n baris: 1 → 2 · 2 → 4 · 3 → 8 · 4 → 16 · 5 → 32

Kolom P adalah kolom antara: hasil gerbang pertama, dihitung dulu sebelum Y.

Gambar 6.10 Tabel kebenaran tiga masukan dengan kolom antara P dan keluaran Y. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

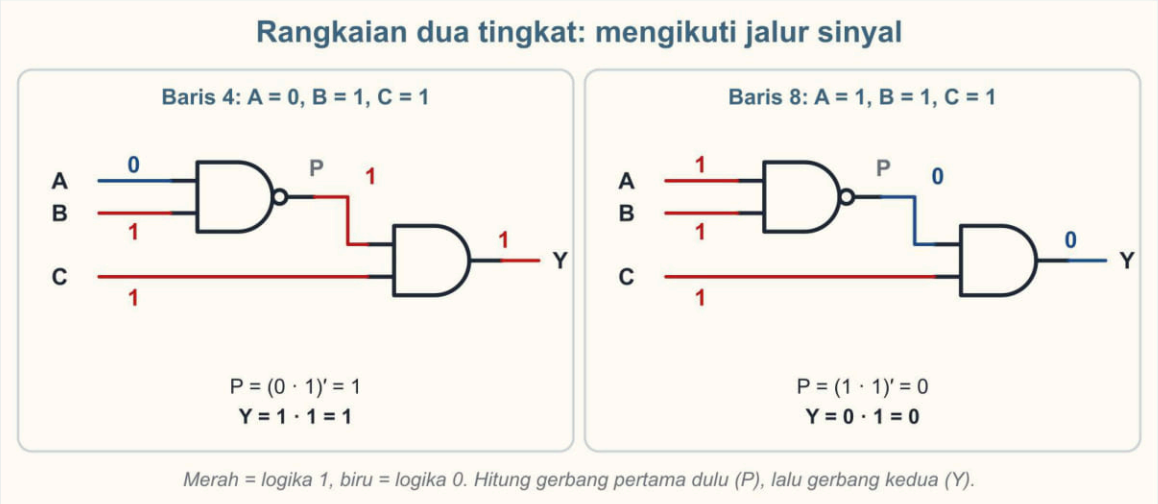
3. Mengisi tabel dari rangkaian bertingkat

Rangkaian **bertingkat** adalah rangkaian yang keluaran sebuah gerbang menjadi masukan gerbang berikutnya. Contohnya pada Gambar 6.11: keluaran gerbang NAND menjadi salah satu masukan gerbang AND. Mengisi tabelnya mudah bila kamu memakai **kolom antara**, yaitu kolom tambahan untuk keluaran setiap gerbang di tengah rangkaian.

Langkah-langkahnya:

1. **Beri nama** setiap keluaran gerbang di tengah rangkaian, misalnya P, Q, dan seterusnya. Keluaran akhir diberi nama Y.
2. **Buat kolom**: masukan (A, B, C, ...), kolom antara (P, Q, ...), lalu Y.
3. **Isi kolom masukan** dengan semua 2^n kombinasi, berurutan seperti bilangan biner.
4. **Isi kolom antara** untuk gerbang yang masukannya langsung dari masukan rangkaian. Pada Gambar 6.10, $P = (A \cdot B)'$ adalah NAND dari A dan B.
5. **Isi kolom berikutnya** dengan keluaran gerbang yang memakai kolom antara tadi sebagai masukan. Pada gambar, $Y = P \cdot C$, yaitu AND dari P dan C.
6. **Periksa** beberapa baris dengan mengikuti jalur sinyal di gambar rangkaian.

Gambar 6.11 menunjukkan dua baris dengan cara "mengikuti kawat". Pada baris 8 (A = 1, B = 1, C = 1), NAND dari 1 dan 1 menghasilkan P = 0. AND dari P = 0 dan C = 1 menghasilkan Y = 0. Pada baris 4 (A = 0, B = 1, C = 1), NAND dari 0 dan 1 menghasilkan P = 1, lalu AND dari 1 dan 1 menghasilkan Y = 1.



Gambar 6.11 Mengikuti jalur sinyal pada rangkaian dua tingkat untuk dua baris tabel. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Hasil lengkapnya ada pada kolom Y di Gambar 6.10: 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 0. Keluaran bernilai 1 pada baris 2, 4, dan 6, yaitu hanya bila C = 1 dan tidak sekaligus A = 1 dan B = 1. **Tanpa kolom antara, satu kesalahan kecil pada P akan menular ke seluruh Y dan sulit dilacak.** Dengan kolom antara, kamu dapat memeriksa tiap gerbang sendiri.

4. Dari uraian kata ke tabel kebenaran

Sering kebutuhan rangkaian diberikan sebagai kalimat, misalnya "lampu menyala bila pintu

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

tertutup dan tombol ditekan". Cara mengubahnya ke tabel:

1. **Tentukan masukan dan arti nilai 1.** "A = 1 bila pintu tertutup", "B = 1 bila tombol ditekan", "Y = 1 bila lampu menyala". Inilah langkah yang sering dilupakan.
2. **Terjemahkan kata penghubung** menjadi gerbang:

Kata dalam uraian	Arti logika
dan, serta, bersamaan	AND
atau, salah satu	OR
tidak, bukan, belum	NOT (membalik)
kecuali	AND dengan masukan yang dibalik
tidak ada satu pun	semua masukan 0 (NOR)
berbeda / tepat salah satu	XOR
sama	XNOR

1. **Isi kolom Y** untuk setiap baris: tulis 1 bila uraian terpenuhi pada baris itu, dan 0 bila tidak.
2. **Periksa** satu baris yang pasti memenuhi dan satu baris yang pasti tidak memenuhi.

Contoh kecil: "Y menyala bila A aktif dan B tidak aktif." Hanya baris A = 1, B = 0 yang memenuhi, sehingga kolom Y bernilai 0, 0, 1, 0 untuk baris 00, 01, 10, 11. Perhatikan bahwa kata "tidak" membalik B, bukan A.

5. Dari tabel ke rangkaian

Mengenali gerbang tunggal dari pola keluaran. Tulis kolom keluaran dari atas ke bawah pada urutan masukan 00, 01, 10, 11. Bandingkan dengan pola enam gerbang:

Pola keluaran	Gerbang	Cara mengingat
0 0 0 1	AND	hanya 1 bila keduanya 1
0 1 1 1	OR	0 hanya pada 0-0
1 1 1 0	NAND	kebalikan AND
1 0 0 0	NOR	kebalikan OR
0 1 1 0	XOR	1 bila berbeda
1 0 0 1	XNOR	1 bila sama

Pola lain yang bukan gerbang tunggal juga ada. Pola 0 0 1 1 berarti keluaran sama dengan A saja, dan 0 1 0 1 sama dengan B saja (cukup kawat). Pola 1 1 0 0 sama dengan A′ dan 1 0 1 0 sama dengan B′ (satu gerbang NOT). **Bila pola tidak cocok dengan semuanya, rangkaian itu memerlukan lebih dari satu gerbang**, misalnya sebuah pembalik di salah satu masukan. Untuk kasus itu pakai metode berikut.

Metode jumlah suku hasil kali. Metode ini selalu berhasil, berapa pun jumlah masukannya.

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

1. Tandai semua baris yang keluarannya **1**.
2. Untuk tiap baris itu tulis satu **suku** hasil kali (AND) dari semua masukan. Masukan yang bernilai **1** pada baris itu ditulis apa adanya, masukan yang bernilai **0** ditulis dengan tanda ′ (dibalik dengan NOT).
3. Gabungkan semua suku dengan **OR**.
4. Gambar: satu gerbang AND untuk tiap suku (dengan NOT pada masukan yang ditandai ′), lalu satu gerbang OR di akhir.

Contoh dua masukan dengan keluaran 1 hanya pada baris 01 dan 10. Baris 01 menghasilkan suku $A' \cdot B$. Baris 10 menghasilkan suku $A \cdot B'$. Hasil gabungannya $Y = A' \cdot B + A \cdot B'$. Bila kamu mencocokkannya dengan tabel gerbang, pola 0 1 1 0 itu adalah XOR, jadi satu gerbang XOR sudah cukup dan lebih hemat.

Cara cepat bila hanya satu baris yang bernilai 0. Misalkan dua masukan dan keluaran bernilai 0 hanya pada baris A = 0, B = 1. Maka keluaran 1 bila A tidak sama dengan 0 **atau** B tidak sama dengan 1, yaitu $Y = A + B'$. Satu pembalik pada B dan satu gerbang OR sudah cukup. Aturan umum: tiap masukan ditulis 1 bila ia berbeda dari nilainya pada baris 0 itu, lalu semuanya digabung dengan OR. Cara ini dapat diperiksa dengan menghitung keempat baris.

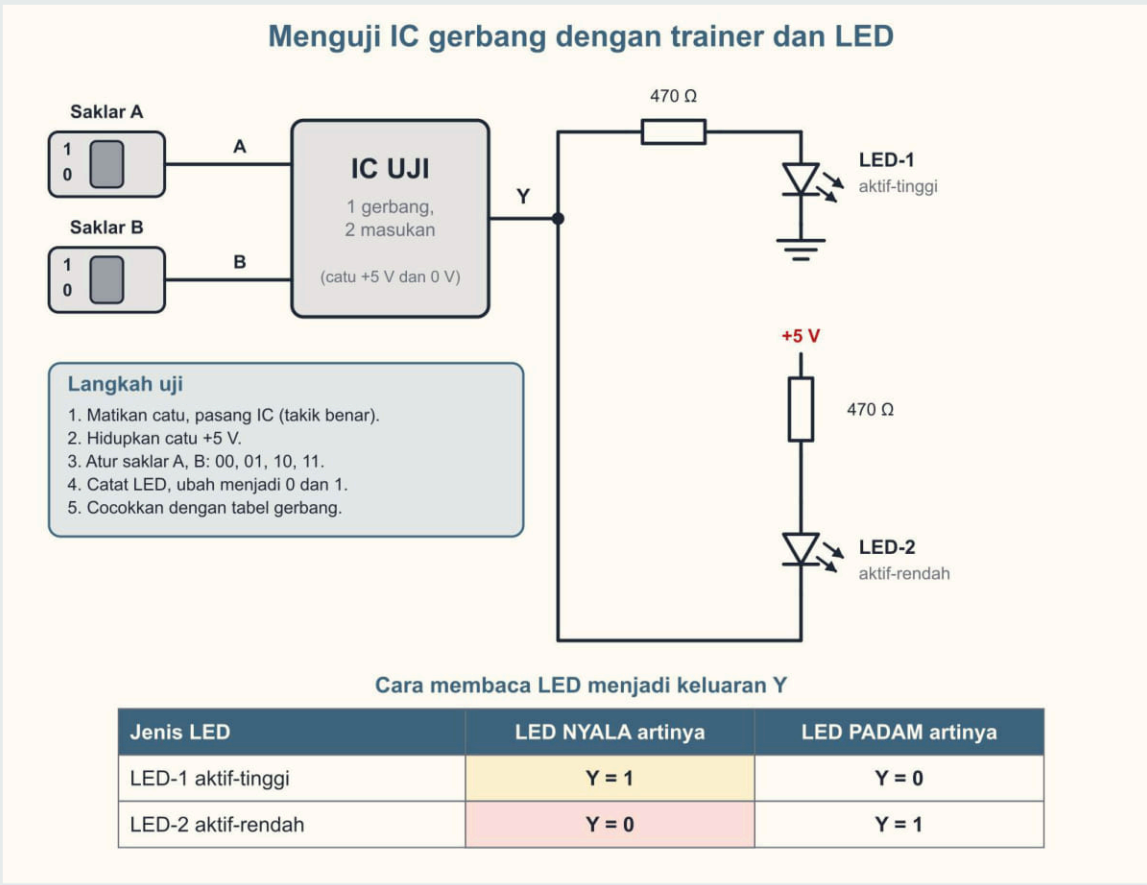
Rangkaian yang diperoleh dengan metode jumlah suku hasil kali sudah benar, tetapi belum tentu paling sederhana. Sub bab 6.4 dan 6.5 membahas cara menyederhanakannya.

6. Menguji IC gerbang dengan trainer dan LED

Sebelum IC dipakai pada rangkaian, ujilah dulu. IC bekas, IC yang labelnya pudar, atau IC yang terkena hubung singkat dapat rusak sebagian. Alat yang dipakai adalah trainer digital: ada saklar logika sebagai masukan (posisi 0 atau 1) dan LED sebagai indikator keluaran. Gambar 6.12 menunjukkan susunannya.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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



Cara membaca LED menjadi keluaran Y

Jenis LED	LED NYALA artinya	LED PADAM artinya
LED-1 aktif-tinggi	Y = 1	Y = 0
LED-2 aktif-rendah	Y = 0	Y = 1

Gambar 6.12 Menguji IC gerbang dengan saklar logika dan LED aktif-tinggi atau aktif-rendah. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Prosedurnya:

1. Matikan catu daya, lalu pasang IC dengan takik menghadap arah yang benar. **Jangan memasang atau mencabut IC saat catu menyala.**
2. Hubungkan kaki catu IC: VCC ke +5 V dan GND ke 0 V.
3. Hubungkan dua masukan satu gerbang ke saklar logika A dan B, dan keluarannya ke LED.
4. Hidupkan catu. Atur A dan B ke 00, 01, 10, lalu 11. Catat keadaan LED pada tiap kombinasi.
5. **Ubah catatan LED menjadi nilai 0 dan 1**, lalu bandingkan dengan tabel gerbang yang diharapkan.
6. Uji **setiap gerbang** di dalam IC satu per satu. Satu IC 7400 berisi empat gerbang, dan keempatnya mungkin tidak semuanya baik.

Membaca LED. Inilah titik yang paling sering keliru. Ada dua cara memasang LED (Gambar 6.12):

- **LED aktif-tinggi:** menyala bila keluaran **1**, padam bila keluaran 0.
- **LED aktif-rendah:** menyala bila keluaran **0**, padam bila keluaran 1.

Jadi catatan "padam, padam, padam, nyala" berarti keluaran 0, 0, 0, 1 pada LED aktif-tinggi, tetapi keluaran 1, 1, 1, 0 pada LED aktif-rendah. Dua pola itu menunjuk gerbang yang berbeda, yaitu AND dan NAND. **Selalu tulis dulu jenis LED-nya**, baru terjemahkan.

Menarik kesimpulan. Gerbang yang kolom keluarannya sama dengan tabel acuan pada keempat baris berarti baik. Gerbang yang menyimpang pada satu baris atau lebih berarti tidak berfungsi sebagai gerbang itu. Gerbang lain pada IC yang sama masih dapat dipakai bila hasil ujinya benar, karena setiap gerbang dalam satu IC bekerja sendiri-sendiri. Bila hasil uji aneh, periksa dulu hal sederhana: catu tidak tersambung, masukan melayang, kabel salah kaki, atau LED terpasang terbalik. Ulangi uji sebelum menyatakan IC rusak.

Keselamatan. Tegangan 5 V aman bagi tubuh, tetapi IC dapat rusak oleh kesalahan kecil. Beri resistor seri pada LED. Jangan menghubungkan dua keluaran gerbang menjadi satu. Jangan memberi masukan tegangan di atas catu. IC CMOS peka muatan statis: pegang badan IC dan sentuh logam yang terhubung ke tanah lebih dulu agar muatan statis di tubuhmu hilang.

7. Membandingkan hasil uji dengan rancangan

Bila sebuah rangkaian sudah dirakit, uji dengan cara yang sama seperti menguji IC: atur masukan ke semua kombinasi dan catat keluarannya. Lalu **bandingkan baris demi baris dengan tabel rancangan**. Bila semua baris cocok, rangkaian benar. Bila satu baris menyimpang, baris itu memberi petunjuk: kombinasi masukan itu melewati gerbang tertentu, sehingga kamu cukup menelusuri gerbang dan kabel pada jalur itu. Inilah gunanya mencatat kolom antara: kamu dapat mengukur P pada baris yang menyimpang dan melihat apakah gerbang pertama atau gerbang kedua yang bermasalah.

8. Ringkasan

Tabel kebenaran n masukan berisi 2^n baris yang disusun seperti bilangan biner naik. Dari rangkaian, isi kolom antara dulu, baru Y. Dari uraian, tentukan arti 1, lalu terjemahkan kata

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

penghubung menjadi gerbang. Dari tabel, kenali pola gerbang tunggal atau pakai jumlah suku hasil kali. Pada pengujian IC, terjemahkan nyala dan padam LED menjadi 0 dan 1 sesuai jenis LED, lalu cocokkan dengan tabel acuan.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Tabel dua rangkaian bertingkat

Pembimbing praktik di bengkel "Mitra Elektro" meminta dua siswa menyusun tabel dari dua rangkaian. Rangkaian II memiliki dua masukan: gerbang OR (masukan A dan B) menghasilkan P, gerbang NAND (masukan A dan B) menghasilkan Q, lalu gerbang AND dari P dan Q menghasilkan Y. Rangkaian III memiliki tiga masukan: gerbang NOR dari A dan B menghasilkan P, lalu gerbang XOR dari P dan C menghasilkan Y. Susun kedua tabel dan kenali fungsi Rangkaian II. *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

1. Rangkaian II: dua masukan, jadi $2^2 = 4$ baris. Buat kolom A, B, P, Q, Y.
2. Isi $P = A + B$ dan $Q = (A \cdot B)'$. Baris 00: P = 0, Q = 1. Baris 01: P = 1, Q = 1. Baris 10: P = 1, Q = 1. Baris 11: P = 1, Q = 0.
3. Isi $Y = P \cdot Q$. Baris 00: $0 \cdot 1 = 0$. Baris 01: $1 \cdot 1 = 1$. Baris 10: $1 \cdot 1 = 1$. Baris 11: $1 \cdot 0 = 0$.

A	B	$P = A + B$	$Q = (A \cdot B)'$	$Y = P \cdot Q$
0	0	0	1	0
0	1	1	1	1
1	0	1	1	1
1	1	1	0	0

1. Kenali fungsi: kolom Y adalah 0 1 1 0, yaitu pola XOR. Jadi tiga gerbang itu bekerja seperti satu gerbang XOR.
2. Rangkaian III: tiga masukan, jadi $2^3 = 8$ baris. Isi $P = (A + B)'$ dahulu: P = 1 hanya pada A = 0 dan B = 0. Lalu $Y = P \oplus C$.

A	B	C	$P = (A + B)'$	$Y = P \oplus C$
0	0	0	1	1
0	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	1	0	1
1	0	0	0	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	0
1	1	1	0	1

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

1. Periksa satu baris: A = 0, B = 0, C = 1. P = $(0 + 0)' = 1$, lalu $1 \oplus 1 = 0$. Cocok dengan baris kedua.

Jawaban: Rangkaian II menghasilkan Y = 0, 1, 1, 0 (**fungsi XOR**); Rangkaian III menghasilkan Y = 1, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 1.

Contoh 2 — Dari uraian kata ke tabel dan rangkaian

Unit produksi sekolah "Cahaya Kriya" memasang lampu hias etalase. Lampu Y menyala bila pewaktu aktif (M = 1) dan tepat salah satu dari dua sensor gerak (A atau B) mendeteksi orang. Susun tabel kebenarannya, tentukan rangkaian dengan metode jumlah suku hasil kali, lalu cari bentuk yang lebih hemat. *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

1. Tiga masukan, jadi $2^3 = 8$ baris, disusun seperti biner naik dengan urutan kolom A, B, M.
2. Tentukan baris yang memenuhi: M harus 1, dan tepat satu dari A dan B bernilai 1. Itu baris A = 0, B = 1, M = 1 dan baris A = 1, B = 0, M = 1. Baris lain bernilai 0.

A	B	M	Y
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	0

1. Jumlah suku hasil kali. Baris 011 menghasilkan suku $A' \cdot B \cdot M$. Baris 101 menghasilkan suku $A \cdot B' \cdot M$. Gabungkan: $Y = A' \cdot B \cdot M + A \cdot B' \cdot M$.
2. Rangkaian dari bentuk itu: dua NOT (untuk A dan B), dua AND tiga masukan, dan satu OR dua masukan, sehingga lima gerbang.
3. Cari bentuk hemat. Dalam uraian, "tepat salah satu dari A dan B" adalah XOR. Maka $Y = M \cdot (A \oplus B)$: satu XOR dan satu AND, hanya dua gerbang.
4. Periksa bentuk hemat pada dua baris. Baris 011: $0 \oplus 1 = 1$, lalu $1 \cdot 1 = 1$. Baris 111: $1 \oplus 1 = 0$, lalu $0 \cdot 1 = 0$. Cocok dengan tabel.

Jawaban: tabel dengan Y = 1 hanya pada baris **011 dan 101**; rangkaian dasarnya $\mathbf{Y = A' \cdot B \cdot M + A \cdot B' \cdot M}$ (lima gerbang), dan bentuk hematnya $\mathbf{Y = M \cdot (A \oplus B)}$ (dua gerbang).

Contoh 3 — Mengenali gerbang dari hasil uji IC

Dua IC tanpa label ditemukan di laci bengkel. Keduanya berisi gerbang dua masukan. Pada trainer, IC pertama diuji dengan LED **aktif-rendah**, dan IC kedua dengan LED **aktif-tinggi**. Urutan masukan 00, 01, 10, 11. IC pertama: LED padam, nyala, nyala, padam. IC kedua: LED

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

nyala, nyala, nyala, padam. Tentukan jenis gerbang tiap IC. *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

1. IC pertama memakai LED aktif-rendah: nyala = 0, padam = 1.
2. Terjemahkan: padam, nyala, nyala, padam menjadi 1, 0, 0, 1.
3. Cocokkan dengan pola gerbang: 1 0 0 1 adalah XNOR.
4. IC kedua memakai LED aktif-tinggi: nyala = 1, padam = 0.
5. Terjemahkan: nyala, nyala, nyala, padam menjadi 1, 1, 1, 0.
6. Cocokkan: 1 1 1 0 adalah NAND.
7. Periksa dengan sifat gerbang: NAND menghasilkan 0 hanya bila kedua masukan 1, tepat seperti baris ke-4. XNOR menghasilkan 1 bila kedua masukan sama, tepat seperti baris pertama dan keempat.

Jawaban: IC pertama **XNOR**, IC kedua **NAND**.

Contoh 4 — Menilai kondisi IC 7402

Seorang siswa menguji IC 7402 (empat gerbang NOR) dengan LED aktif-tinggi. Untuk tiap gerbang ia mencatat LED pada masukan 00, 01, 10, 11. Gerbang 1: nyala, padam, padam, padam. Gerbang 2: nyala, padam, padam, padam. Gerbang 3: nyala, nyala, padam, padam. Gerbang 4: nyala, padam, padam, padam. Gerbang mana yang tidak berfungsi sebagai NOR? *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

1. Tabel NOR dengan urutan 00, 01, 10, 11 adalah 1, 0, 0, 0.
2. LED aktif-tinggi: nyala = 1 dan padam = 0. Pola yang diharapkan: nyala, padam, padam, padam.
3. Gerbang 1, 2, dan 4 sama dengan pola yang diharapkan, sehingga baik.
4. Gerbang 3: nyala, nyala, padam, padam berarti 1, 1, 0, 0. Pola itu menyimpang pada baris kedua (masukan 01 seharusnya 0, tetapi 1).
5. Pola 1 1 0 0 sama dengan A', bukan NOR.

Jawaban: hanya **gerbang 3** yang tidak berfungsi sebagai NOR; gerbang 1, 2, dan 4 masih dapat dipakai.

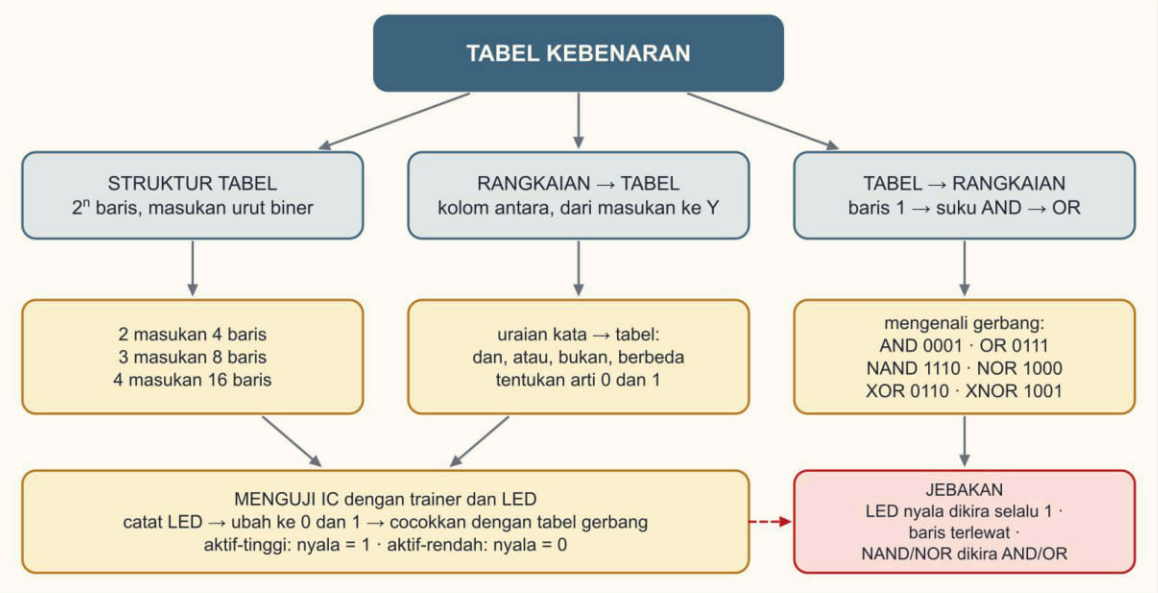
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **n masukan = 2^n baris** (2, 4, 8, 16, 32). Susun masukan seperti biner naik: 000, 001, 010, ... , 111. Jangan ada baris yang terlewat.
- **Dari rangkaian:** beri nama keluaran gerbang tengah, buat **kolom antara**, isi dari masukan ke keluaran.
- **Dari uraian:** tentukan arti 1, terjemahkan "dan" = AND, "atau" = OR, "tidak" = NOT, "berbeda" = XOR, "sama" = XNOR.
- **Dari tabel:** kenali pola 0001 (AND), 0111 (OR), 1110 (NAND), 1000 (NOR), 0110 (XOR), 1001 (XNOR); selebihnya pakai **jumlah suku hasil kali** (baris 1 → suku AND, masukan 0 dibalik, gabung dengan OR).
- **Menguji IC:** catat LED, ubah ke 0 dan 1 sesuai jenis LED (aktif-tinggi: nyala = 1; aktif-rendah: nyala = 0), cocokkan dengan tabel acuan, uji setiap gerbang sendiri.

Gambar 6.13 merangkum semuanya.



Gambar 6.13 Peta konsep tabel kebenaran. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal tabel kebenaran:

1. **Tulis arti 1 untuk setiap masukan dan keluaran.** Bila soal memakai LED, tulis jenis LED-nya (aktif-tinggi atau aktif-rendah).
2. **Ubah semua catatan menjadi 0 dan 1** sebelum membandingkan dengan tabel gerbang.
3. **Pastikan jumlah baris sama dengan 2^n** dan urutan masukan naik seperti biner.
4. **Pada rangkaian bertingkat, buat kolom antara** dan hitung gerbang pertama lebih dulu.
5. **Uji tiap pilihan dengan seluruh baris**, bukan satu baris saja. Pilihan yang cocok pada tiga baris tetapi menyimpang pada baris keempat tetap salah.
6. Bila pilihan tampak benar pada baris pertama, **lanjutkan memeriksa baris lain**; jawaban salah sering sengaja dibuat cocok pada sebagian baris.

Jebakan khas:

- **LED nyala dikira selalu bernilai 1.** Pada LED aktif-rendah, nyala berarti 0.
- **NAND atau NOR dikira AND atau OR.** Pola keduanya berkebalikan pada setiap baris.
- **Pembalik dipasang pada masukan yang salah**, sehingga hasilnya cocok pada sebagian baris saja.
- **Baris terlewat** karena urutan masukan tidak berurutan atau karena jumlah baris kurang dari 2^n.
- **Kolom antara tidak dibuat**, lalu dua gerbang dihitung sekaligus dan salah.
- **XOR dan XNOR tertukar** karena hanya memeriksa satu baris.
- **Kata "tidak" membalik masukan yang salah** pada uraian kata.
- **Menyimpulkan seluruh IC rusak** padahal hanya satu gerbangnya yang menyimpang.

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut memberi sebuah tabel kebenaran dan meminta rangkaian logika yang menghasilkannya. Pakailah bagian 3 (kolom antara), bagian 5 (mengenali pola dan jumlah suku hasil kali), dan bagian 7 (menguji tiap pilihan pada semua baris). Hitung keluaran tiap pilihan pada keempat baris sebelum memilih.

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

►. Lampu hijau Y pada model mesin bor sekolah menyala (1) bila keadaan aman (2027). Masukan A = 1 bila mata bor berputar, dan B = 1 bila kaca pelindung terpasang. Guru memberikan tabel kebenaran berikut dan meminta siswa memilih rangkaian yang sesuai.

A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	0
1	1	1

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

Rangkaian logika yang tepat untuk menghasilkan Y adalah ....

A. NOT pada B, lalu OR dengan A
B. NAND dengan masukan A dan B
C. XNOR dengan masukan A dan B
D. NOT pada A, lalu OR dengan B
E. NOT pada A, lalu AND dengan B

Pembahasan **Kunci: D**

Konsep: Y bernilai 0 hanya pada A = 1, B = 0 → Y = A′ + B (NOT A, lalu OR dengan B).

Langkah:

1. Y = A′ + B.
2. Cek: 00 → 1 + 0 = 1 ✓; 01 → 1 ✓; 10 → 0 + 0 = 0 ✓; 11 → 0 + 1 = 1 ✓.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: pembalik dipasang pada masukan yang salah: hasilnya 1, 0, 1, 1.
- **B.** ✗ NAND menghasilkan 1, 1, 1, 0.
- **C.** ✗ Jebakan: XNOR cocok pada tiga baris pertama kecuali baris 01: hasilnya 1, 0, 0, 1.
- **D.** ✓ Hasilnya 1, 1, 0, 1 sesuai tabel.
- **E.** ✗ Hasilnya 0, 1, 0, 0.

Jawaban: D.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk setiap soal, ubah dulu catatan tabel atau LED menjadi 0 dan 1, bandingkan dengan tabel acuan, baru tarik kesimpulan.

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

1. Riko menguji IC berisi empat gerbang AND (G1–G4) di trainer digital (2027). Setiap gerbang diberi empat kombinasi masukan, dan keluarannya diamati melalui LED (1 = menyala).

A	B	G1	G2	G3	G4
0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	1
1	0	0	0	0	0
1	1	1	1	0	1

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kesimpulan yang tepat dari hasil pengujian tersebut adalah ....

A. G3 rusak, sedangkan G1, G2, dan G4 dapat dipakai
B. G3 dan G4 rusak, hanya G1 dan G2 yang dapat dipakai
C. G4 rusak, sedangkan G3 masih bekerja sebagai gerbang AND
D. IC tidak dapat dipakai karena ada gerbang yang salah
E. G3 dan G4 rusak karena keduanya bekerja seperti gerbang OR

2. Ani menguji sebuah IC gerbang dua masukan yang labelnya terhapus (2027). Keluaran IC disambung ke LED indikator trainer yang bersifat aktif rendah: LED menyala bila keluaran bernilai 0 dan padam bila keluaran bernilai 1. Hasil pengamatannya sebagai berikut.

A	B	LED keluaran
0	0	nyala
0	1	padam
1	0	padam
1	1	padam

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Jenis gerbang pada IC tersebut adalah ....

A. Gerbang NOR
B. Gerbang OR
C. Gerbang NAND
D. Gerbang AND
E. Gerbang XOR

Kunci singkat: 1. B 2. B

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

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa pilihan rangkaian yang cocok pada tiga baris tabel masih bisa salah?
- Dapatkah kamu menyusun tabel tiga masukan dengan urutan yang benar, lalu menjelaskan cara menerjemahkan nyala dan padam LED aktif-rendah menjadi 0 dan 1?
- **Yang harus kuingat:** n masukan 2^n baris; kolom antara membantu rangkaian bertingkat; LED aktif-rendah menyala saat keluaran 0.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 6.3: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktel&node=SMKTEL-6.3

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Sub bab 6.4 · Persamaan Boolean dan penyederhanaan aljabar

SMKTEL-6.4

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu **menyusun persamaan Boolean dari rangkaian logika**. Batasan kisi-kisi untuk elemen dasar teknik digital menyebut aljabar Boolean dengan variabel yang terbatas. Soal biasanya memberi satu dari tiga bahan. Bahan pertama adalah gambar rangkaian gerbang bertingkat. Bahan kedua adalah cerita tentang sensor yang masuk ke beberapa gerbang. Bahan ketiga adalah dua rangkaian yang dibandingkan untuk ditentukan setara atau tidaknya. Kamu diminta menulis persamaan keluarannya, menguji persamaan itu pada keadaan masukan tertentu, atau menilai pernyataan tentang rangkaian tersebut. Kata kunci pada soal seperti ini adalah **bentuk gerbang** dan **tanda pembalik**: satu lingkaran kecil yang terlewat sudah membuat seluruh persamaan salah.

Dua hal itu saling terkait. Kamu harus lebih dulu membaca bentuk gerbang dengan benar, baru bisa menulis persamaannya. Sebaliknya, persamaan yang sudah ditulis dapat disederhanakan dengan hukum Boolean agar rangkaiannya memakai gerbang lebih sedikit.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menulis dan membaca persamaan Boolean memakai tanda +, ·, dan ′ dengan urutan pengerjaan yang benar;
- mengenali gerbang AND, OR, NOT, NAND, dan NOR dari bentuk gambarnya;
- menulis persamaan keluaran dari rangkaian bertingkat, dan menggambar rangkaian dari sebuah persamaan;
- memakai hukum Boolean dan hukum De Morgan untuk menyederhanakan persamaan atau mengubah bentuknya;
- menyusun rangkaian pengganti yang hanya memakai gerbang NAND atau hanya gerbang NOR.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Pada sub bab sebelumnya kamu menyusun tabel kebenaran. Tabel itu jujur dan lengkap, tetapi memakan tempat. Untuk empat masukan saja, tabel sudah memiliki 16 baris. Teknisi memerlukan cara menulis yang jauh lebih ringkas: satu baris persamaan yang menceritakan seluruh rangkaian. Itulah **persamaan Boolean**, yaitu rumus yang menyatakan keluaran sebuah rangkaian logika dalam bentuk masukannya. Aljabar ini ditemukan matematikawan Inggris George Boole pada abad ke-19. Sekitar tahun 1937, Claude Shannon menunjukkan bahwa aljabar yang sama cocok untuk menggambarkan rangkaian sakelar. Sejak itu, setiap rangkaian digital dapat ditulis, diperiksa, dan diperkecil dengan rumus.

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

1. Notasi Boolean

Variabel Boolean hanya boleh bernilai 0 atau 1. Ada tiga operasi dasar, sama dengan tiga gerbang dasar.

Operasi	Simbol	Gerbang	Contoh	Dibaca
OR	+	OR	A + B	A atau B
AND	·	AND	A · B	A dan B
NOT	′ (atau garis di atas)	NOT	A′	bukan A

Tanda + di sini **bukan penjumlahan biasa**. Ia berarti "atau", sehingga 1 + 1 = 1. Tanda · berarti "dan", sehingga 1 · 1 = 1 dan 1 · 0 = 0. Sebagian buku menghilangkan titik dan menulis AB untuk A · B. Buku ini tetap memakai titik agar jelas. Tanda pembalik ditulis di kanan atas variabel (A′) atau sebagai garis di atas variabel, seperti pada catatan Gambar 6.14. Kedua cara itu bermakna sama.

Ada **urutan pengerjaan**, seperti perkalian sebelum penjumlahan pada aljabar biasa:

1. kerjakan dulu yang ada di dalam kurung;
2. lalu NOT (tanda ′);
3. lalu AND (·);
4. terakhir OR (+).

Jadi A + B · C berarti A + (B · C), bukan (A + B) · C. Kedua persamaan itu berbeda, dan perbedaan inilah yang sering dipakai soal. Bila ragu, tambahkan kurung. Tanda ′ di belakang kurung membalik **seluruh isi kurung**: (A · B)′ berarti "balikkan hasil A · B", sedangkan A′ · B berarti "A dibalik, lalu di-AND-kan dengan B".

Menerjemahkan kalimat ke persamaan. Cerita soal memakai kata sehari-hari. Terjemahkan seperti berikut.

Kata dalam cerita	Tanda Boolean
dan, serta, bersamaan	· (AND)
atau, salah satu	+ (OR)
tidak, bukan, belum	′ (NOT)
tidak satu pun, tak ada yang	seluruh isi kurung dibalik: (… + …)′

Kalimat "lampu menyala bila A aktif atau B aktif, dan C aktif" ditulis Y = (A + B) · C. Kalau kurungnya dilepas, A + B · C berarti "A aktif, atau B dan C aktif", yaitu kalimat yang berbeda. Kalimat "lampu menyala bila tidak ada A maupun B" ditulis Y = (A + B)′, karena "tidak ada A maupun B" berarti tidak satu pun dari keduanya aktif.

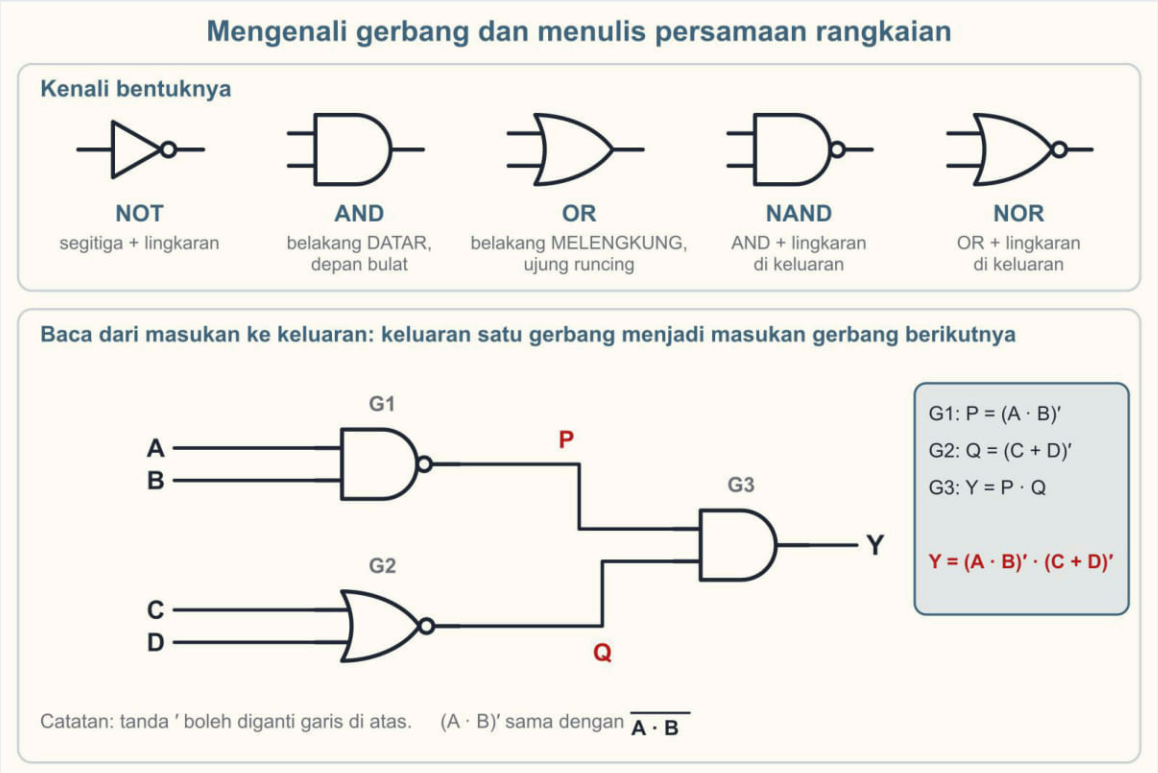
Menghitung nilai persamaan. Untuk mengetahui keluaran pada keadaan masukan tertentu, masukkan nilainya lalu kerjakan sesuai urutan. Dua sifat mempercepatnya. Pada **AND**, satu

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

masukan 0 sudah membuat hasilnya 0, berapa pun masukan lainnya. Pada **OR**, satu masukan 1 sudah membuat hasilnya 1, berapa pun masukan lainnya. Misalnya Y = C + A′ · B dengan C = 1: suku pertama sudah 1, jadi Y = 1 tanpa perlu memeriksa A dan B.

2. Mengenali gerbang dari bentuknya

Soal bergambar tidak menulis nama gerbang. Kamu harus mengenalinya dari bentuk. Lihat bagian atas Gambar 6.14.



Gambar 6.14 Bentuk lima gerbang dan cara menulis persamaan dari rangkaian bertingkat. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **AND**: sisi belakang (tempat masukan) **datar**, sisi depan membulat seperti huruf D.
- **OR**: sisi belakang **melengkung ke dalam**, sisi depan meruncing ke satu titik.
- **NOT** (pembalik): segitiga kecil dengan satu masukan dan satu keluaran.
- **Lingkaran kecil di keluaran** berarti hasilnya **dibalik**. AND yang berlingkaran adalah **NAND**. OR yang berlingkaran adalah **NOR**.

Perhatikan bahwa lingkaran itu hanya berlaku pada gerbang tempat ia menempel. Lingkaran pada gerbang pertama tidak otomatis membalik gerbang kedua. Cara paling aman: telusuri gerbang satu per satu dan catat bentuk serta ada tidaknya lingkaran pada setiap gerbang.

3. Dari rangkaian ke persamaan

Rangkaian bertingkat adalah rangkaian yang keluaran sebuah gerbang menjadi masukan gerbang lain. Prosedurnya sama setiap kali.

1. Beri nama pada tiap gerbang (G1, G2, G3, …) dan pada tiap keluaran antara (P, Q, …).
2. Mulai dari gerbang yang **semua masukannya adalah masukan rangkaian**. Tuliskan

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

persamaan keluarannya.

3. Gerbang berikutnya memakai keluaran itu sebagai masukan. Tuliskan persamaannya, dengan **menyalin persamaan keluaran sebelumnya di tempat masukan itu**.
4. Ulangi sampai keluaran akhir Y.
5. Bila perlu, gabungkan menjadi satu persamaan dan beri kurung pada setiap bagian yang dibalik.

Terapkan pada Gambar 6.14. Gerbang G1 berbentuk AND berlingkaran (NAND) dengan masukan A dan B, sehingga P = (A · B)′. Gerbang G2 berbentuk OR berlingkaran (NOR) dengan masukan C dan D, sehingga Q = (C + D)′. Gerbang G3 berbentuk AND tanpa lingkaran dengan masukan P dan Q, sehingga Y = P · Q. Gabungkan: **Y = (A · B)′ · (C + D)′**. Kurung pada persamaan akhir wajib ada. Tanpa kurung, tanda ′ hanya akan membalik B atau D, dan artinya berubah.

4. Dari persamaan ke rangkaian

Arahnya dibalik: dari persamaan, tentukan gerbang apa saja yang dibutuhkan.

1. Cari **operasi terakhir** yang dikerjakan, yaitu operasi yang berada di luar semua kurung dan dikerjakan paling akhir. Tanpa kurung, OR dikerjakan setelah AND, sehingga tanda + di luar kurung menandai gerbang OR sebagai **gerbang keluaran**.
2. Setiap bagian di kiri dan kanan operasi itu menjadi masukan gerbang keluaran. Perlakukan bagian itu sebagai persamaan kecil, lalu ulangi langkah 1 untuk masing-masing.
3. Bila ada tanda ′ pada satu variabel, pasang gerbang NOT. Bila tanda ′ ada di luar kurung, pakai gerbang berlingkaran atau tambahkan NOT di keluarannya.
4. Variabel yang muncul lebih dari sekali disambungkan ke semua gerbang yang memerlukannya dengan titik sambungan.
5. Hitung jumlah gerbang, lalu periksa dengan satu atau dua kombinasi masukan.

Ada satu kebiasaan baik: gambarlah rangkaian dari **kiri ke kanan**, masukan di kiri dan keluaran di kanan, sama seperti arah membaca persamaan.

5. Hukum-hukum Boolean

Hukum Boolean adalah aturan yang selalu benar, apa pun nilai variabelnya. Lihat Gambar 6.15.

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

Hukum-hukum aljabar Boolean

Hukum	Bentuk dengan OR (+)	Bentuk dengan AND (·)
Identitas	A + 0 = A	A · 1 = A
Nol dan satu	A + 1 = 1	A · 0 = 0
Idempoten	A + A = A	A · A = A
Komplemen	A + A′ = 1	A · A′ = 0
Dua pembalik	(A′)′ = A	(A′)′ = A
Komutatif	A + B = B + A	A · B = B · A
Asosiatif	(A + B) + C = A + (B + C)	(A · B) · C = A · (B · C)
Distributif	A + B · C = (A + B) · (A + C)	A · (B + C) = A · B + A · C
Absorpsi	A + A · B = A	A · (A + B) = A
Turunan berguna	A + A′ · B = A + B	A · (A′ + B) = A · B
De Morgan	(A · B)′ = A′ + B′	(A + B)′ = A′ · B′

Dualitas: tukar + dengan · dan 0 dengan 1, maka hukum kolom kiri menjadi hukum kolom kanan.
Pada tabel ini A, B, C boleh berupa satu variabel atau seluruh ungkapan.

Gambar 6.15 Hukum-hukum aljabar Boolean beserta hukum De Morgan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Maknanya satu per satu:

- **Identitas.** Menambah 0 pada OR, atau mengalikan 1 pada AND, tidak mengubah apa pun: $A + 0 = A$ dan $A \cdot 1 = A$.
- **Nol dan satu.** Satu masukan 1 menguasai OR, satu masukan 0 menguasai AND: $A + 1 = 1$ dan $A \cdot 0 = 0$.
- **Idempoten.** Mengulang variabel yang sama tidak menambah apa pun: $A + A = A$ dan $A \cdot A = A$.
- **Komplemen.** Variabel dan kebalikannya tidak mungkin sama-sama 0 dan tidak mungkin sama-sama 1: $A + A' = 1$ dan $A \cdot A' = 0$.
- **Komutatif.** Urutan masukan boleh ditukar: $A + B = B + A$ dan $A \cdot B = B \cdot A$.
- **Asosiatif.** Pengelompokan boleh dipindah bila operasinya sejenis: $(A + B) + C = A + (B + C)$.
- **Distributif.** Faktor persekutuan boleh dikeluarkan atau dimasukkan: $A \cdot (B + C) = A \cdot B + A \cdot C$. Bentuk keduanya, $A + B \cdot C = (A + B) \cdot (A + C)$, khas Boolean dan tidak berlaku pada aljabar biasa.
- **Absorpsi.** Suku yang lebih besar "menyerap" suku yang memuat dirinya: $A + A \cdot B = A$ dan $A \cdot (A + B) = A$.

Semua hukum itu dapat dibuktikan dengan tabel kebenaran. Contoh untuk absorpsi $A + A \cdot B = A$:

A	B	$A \cdot B$	$A + A \cdot B$	A
0	0	0	0	0
0	1	0	0	0
1	0	0	1	1
1	1	1	1	1

Kolom keempat selalu sama dengan kolom kelima, jadi kedua ruas setara. Perhatikan juga **dualitas**: bila kamu menukar + dengan · dan 0 dengan 1 pada suatu hukum, kamu mendapatkan hukum pasangannya. Karena itu hukum-hukum pada Gambar 6.15 selalu hadir berpasangan. Dari hukum-hukum itu lahir turunan yang sangat berguna: **$A + A' \cdot B = A + B$**. Buktinya: $A + A' \cdot B = (A + A') \cdot (A + B) = 1 \cdot (A + B) = A + B$, dengan distributif lalu komplemen lalu identitas.

6. Hukum De Morgan

Hukum De Morgan menjelaskan bagaimana membalik sebuah ungkapan yang berada di dalam kurung:

- $(A \cdot B)' = A' + B'$
- $(A + B)' = A' \cdot B'$

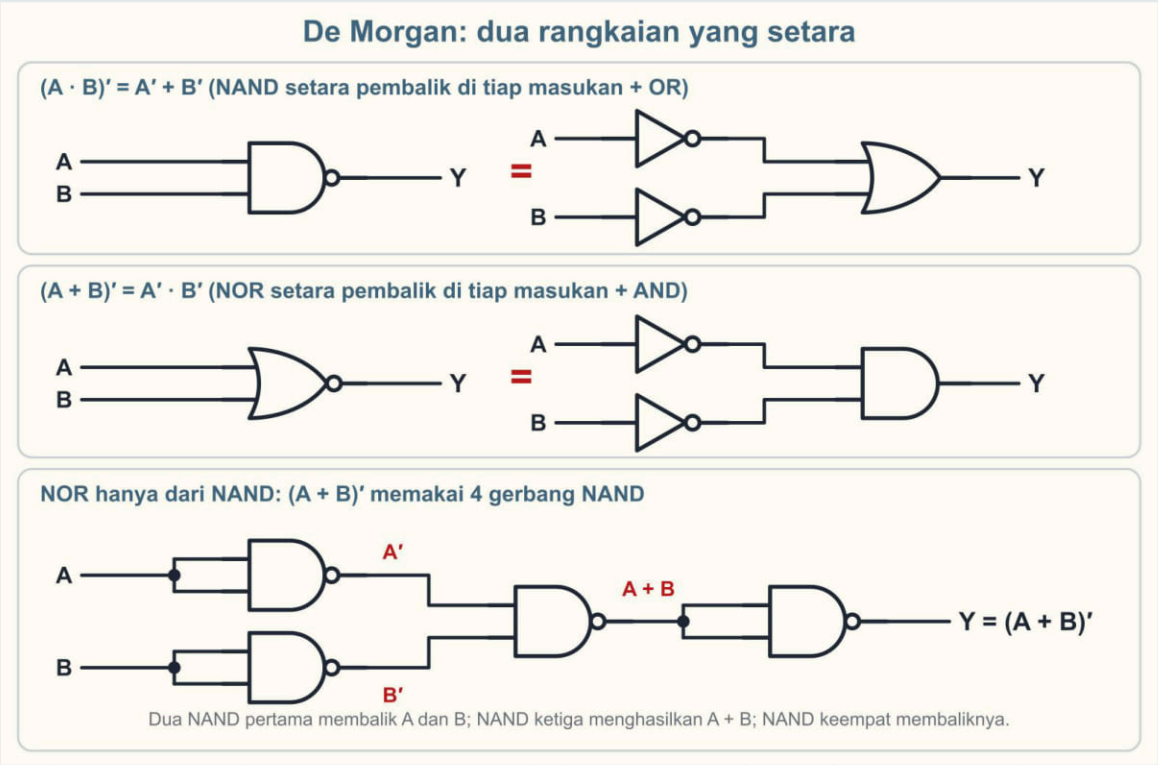
Bacalah dengan kata-kata: **balik semua variabel, lalu tukar AND dengan OR (dan sebaliknya)**. Buktinya dengan tabel kebenaran berikut.

A	B	$(A \cdot B)'$	$A' + B'$	$(A + B)'$	$A' \cdot B'$

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

0	0	1	1	1	1
0	1	1	1	0	0
1	0	1	1	0	0
1	1	0	0	0	0

Kolom ketiga sama dengan kolom keempat, dan kolom kelima sama dengan kolom keenam. Gambar 6.16 menunjukkan arti praktisnya: satu gerbang NAND setara dengan dua pembalik dan sebuah gerbang OR. Satu gerbang NOR setara dengan dua pembalik dan sebuah gerbang AND.



Gambar 6.16 Dua rangkaian yang setara menurut hukum De Morgan, dan rangkaian NOR yang disusun hanya dari empat gerbang NAND. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Hukum ini berlaku juga untuk tiga variabel atau lebih: $(A + B + C)' = A' \cdot B' \cdot C'$. Kesalahan paling sering adalah membalik **hanya satu** variabel, atau menukar tanda tanpa membalik variabelnya. Ingat dua langkah itu sekaligus.

7. Menyederhanakan dengan aljabar

Menyederhanakan berarti mengubah persamaan menjadi bentuk yang setara tetapi memakai gerbang lebih sedikit. Rangkaian yang lebih kecil lebih murah, lebih hemat daya, lebih sedikit sambungan yang dapat salah, dan lebih mudah diperiksa. Contohnya $Y = A \cdot B + A \cdot C$ memerlukan dua gerbang AND dan satu gerbang OR, tiga gerbang semuanya. Dengan faktor persekutuan menjadi $Y = A \cdot (B + C)$, kebutuhannya hanya satu OR dan satu AND, dua gerbang.

Langkah umum:

1. Cari **faktor yang sama** pada beberapa suku, lalu keluarkan (distributif).

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

2. Cari pasangan **variabel dan kebaliknya** di dalam kurung, ubah menjadi 1 atau 0 (komplemen).
3. Hapus 1 pada AND dan 0 pada OR (identitas), serta suku yang diserap (absorpsi).
4. Gunakan turunan $A + A' \cdot B = A + B$ bila ada.
5. Ulangi sampai tidak ada hukum yang dapat dipakai.
6. **Buktikan** hasilnya dengan tabel kebenaran. Bentuk sederhana harus bernilai sama pada semua baris.

8. Rangkaian pengganti hanya NAND atau hanya NOR

NAND dan NOR disebut **gerbang universal**: dengan satu jenis saja, kamu dapat membuat NOT, AND, OR, dan semua gerbang lain. Pada Gambar 6.8 (sub bab 6.2) kamu telah melihat NOT, AND, dan OR yang dibuat dari NAND. Pola yang sama berlaku untuk NOR, dengan peran yang tertukar.

Gerbang yang dibutuhkan	Dari NAND saja	Dari NOR saja
NOT (A')	NAND dengan dua masukan disatukan	NOR dengan dua masukan disatukan
AND	NAND lalu pembalik (2 gerbang)	pembalik di tiap masukan lalu NOR (3 gerbang)
OR	pembalik di tiap masukan lalu NAND (3 gerbang)	NOR lalu pembalik (2 gerbang)

Alasannya dari De Morgan. OR dari NAND: $A + B = (A' \cdot B')'$, yaitu NAND dari A' dan B'. AND dari NOR: $A \cdot B = (A' + B')'$, yaitu NOR dari A' dan B'. Pembalik di masukan sendiri dibuat dari gerbang yang sama dengan menyatukan kedua masukannya, karena $(A \cdot A)' = A'$ dan $(A + A)' = A'$.

Kegunaannya nyata. Satu keping IC NAND berisi empat gerbang yang sama. Di bengkel yang persediaan IC-nya terbatas, seluruh rangkaian dapat dirakit dari satu jenis IC saja. Harga yang dibayar adalah jumlah gerbang yang bertambah.

Ringkasan

- Persamaan Boolean memakai + (OR), · (AND), ′ (NOT). Urutan: kurung, NOT, AND, OR.
- Gerbang dikenali dari bentuk: AND datar-bulat, OR melengkung-runcing, lingkaran kecil = dibalik.
- Rangkaian → persamaan: dari masukan ke keluaran, keluaran gerbang menjadi masukan gerbang berikutnya.
- Hukum Boolean dan De Morgan dipakai untuk menyederhanakan; buktikan dengan tabel.
- NAND saja atau NOR saja cukup untuk membuat semua rangkaian logika.

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

▣ CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Persamaan dari rangkaian empat gerbang

Unit produksi SMK "Taruna Nusa" merakit pengendali lemari pengering komponen. Sinyal A (pintu atas tertutup) dan B (pintu bawah tertutup) masuk ke gerbang AND. Sinyal C (sensor suhu terlalu tinggi) masuk ke gerbang NOT. Keluaran AND dan keluaran NOT masuk ke gerbang OR. Keluaran OR dan sinyal D (sakelar pengunci) masuk ke gerbang NAND. Keluaran NAND adalah Y. Tuliskan persamaan Y, lalu hitung Y untuk ABCD = 1111, 1011, dan 0000. *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

1. Beri nama gerbang. G1 = AND (A, B). G2 = NOT (C). G3 = OR (keluaran G1, keluaran G2). G4 = NAND (keluaran G3, D).
2. Tulis keluaran gerbang yang masukannya murni sinyal luar. G1 = A · B. G2 = C′.
3. Tulis G3, yaitu OR dari keduanya: A · B + C′.
4. Tulis G4. NAND berarti AND yang dibalik, sehingga seluruh isi AND dibalik: Y = ((A · B + C′) · D)′. Kurung dalam wajib dipertahankan karena OR bukan bagian dari AND.
5. Hitung ABCD = 1111. G1 = 1, G2 = 0, G3 = 1 + 0 = 1, G4 = (1 · 1)′ = 0. Jadi Y = 0.
6. Hitung ABCD = 1011. G1 = 1 · 0 = 0, G2 = 0, G3 = 0 + 0 = 0, G4 = (0 · 1)′ = 1. Jadi Y = 1.
7. Hitung ABCD = 0000. G1 = 0, G2 = 1, G3 = 1, G4 = (1 · 0)′ = 1. Jadi Y = 1.

Jawaban: **Y = ((A · B + C′) · D)′**; Y = 0 untuk 1111, Y = 1 untuk 1011 dan 0000.

Contoh 2 — Menggambar rangkaian dari persamaan

Unit produksi SMK "Taruna Nusa" yang sama mendapat rancangan Y = A′ · B + C · (A + D) untuk panel indikator. Tentukan gerbang yang diperlukan dan hubungannya. *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

1. Cari operasi terakhir. Di luar kurung ada tanda + yang memisahkan A′ · B dan C · (A + D). Jadi gerbang keluaran adalah **OR**.
2. Suku kiri A′ · B adalah AND dari A′ dan B. A′ memerlukan satu gerbang NOT.
3. Suku kanan C · (A + D) adalah AND dari C dan hasil (A + D). Hasil (A + D) berasal dari satu gerbang OR.
4. Variabel A dipakai dua kali (pada NOT dan pada OR), maka A disambung ke kedua gerbang itu dengan titik sambungan.
5. Daftar sambungan:

Gerbang	Jenis	Masukan	Keluaran
G1	NOT	A	A′
G2	AND	A′ dan B	A′ · B
G3	OR	A dan D	A + D
G4	AND	C dan (A + D)	C · (A + D)
G5	OR	A′ · B dan C · (A + D)	Y

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

1. Uji satu kombinasi. ABCD = 0100: A′ · B = 1 · 1 = 1, sehingga G5 = 1 dan Y = 1. ABCD = 1001: A′ · B = 0, A + D = 1, C · 1 = 0, sehingga Y = 0.

Jawaban: lima gerbang, yaitu 1 NOT, 2 AND, dan 2 OR, dengan G5 (OR) sebagai gerbang keluaran.

Contoh 3 — Menyederhanakan dengan hukum Boolean

Rangkaian pada sebuah papan uji memiliki persamaan Y = A · B + A · B′ + A′ · C. Sederhanakan, lalu buktikan setara dengan tabel kebenaran. *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

1. Ambil dua suku pertama: A · B + A · B′.
2. Keluarkan faktor A (distributif): A · (B + B′).
3. Pakai komplemen: B + B′ = 1, sehingga A · 1.
4. Pakai identitas: A · 1 = A. Persamaan menjadi Y = A + A′ · C.
5. Pakai turunan A + A′ · C = A + C. Buktinya: A + A′ · C = (A + A′) · (A + C) = 1 · (A + C) = A + C.
6. Hasil: **Y = A + C**.
7. Buktikan dengan tabel (delapan baris, ABC dari 000 sampai 111):

A	B	C	A · B	A · B′	A′ · C	Y asli	A + C
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	1	1	1
0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	1	1	1
1	0	0	0	1	0	1	1
1	0	1	0	1	0	1	1
1	1	0	1	0	0	1	1
1	1	1	1	0	0	1	1

Kolom "Y asli" sama dengan kolom "A + C" pada kedelapan baris. Rangkaian asli memerlukan 7 gerbang (3 AND, 2 NOT, 2 OR). Rangkaian sederhana hanya 1 gerbang OR.

Jawaban: **Y = A + C**, hemat 6 gerbang.

Contoh 4 — NOR yang hanya memakai NAND

Sebuah modul praktik membutuhkan Y = (A + B)′, tetapi kotak komponen bengkel hanya berisi satu IC NAND dengan empat gerbang. Susunlah rangkaian pengganti NOR dari gerbang NAND dan buktikan. *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

1. Dari De Morgan, A + B = (A′ · B′)′, yaitu NAND dari A′ dan B′.
2. Buat A′ dan B′ dari NAND dengan dua masukan disatukan: G1 = (A · A)′ = A′ dan G2 = (B · B)′ = B′.
3. G3 adalah NAND dari G1 dan G2, jadi G3 = (A′ · B′)′ = A + B.
4. Balik hasilnya dengan G4, yaitu NAND dengan dua masukan disatukan: Y = (G3 · G3)′ = (A + B)′.

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

5. Jumlah gerbang: empat NAND, tepat satu IC. Gambar 6.16 (baris bawah) menunjukkan sambungannya.
6. Buktikan dengan tabel.

A	B	G1 = A′	G2 = B′	G3 = A + B	Y = G4	(A + B)′
0	0	1	1	0	1	1
0	1	1	0	1	0	0
1	0	0	1	1	0	0
1	1	0	0	1	0	0

Kolom Y sama dengan kolom (A + B)′ pada keempat baris.

Jawaban: **empat gerbang NAND** (dua pembalik, satu NAND penggabung, satu pembalik akhir) setara dengan satu gerbang NOR.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

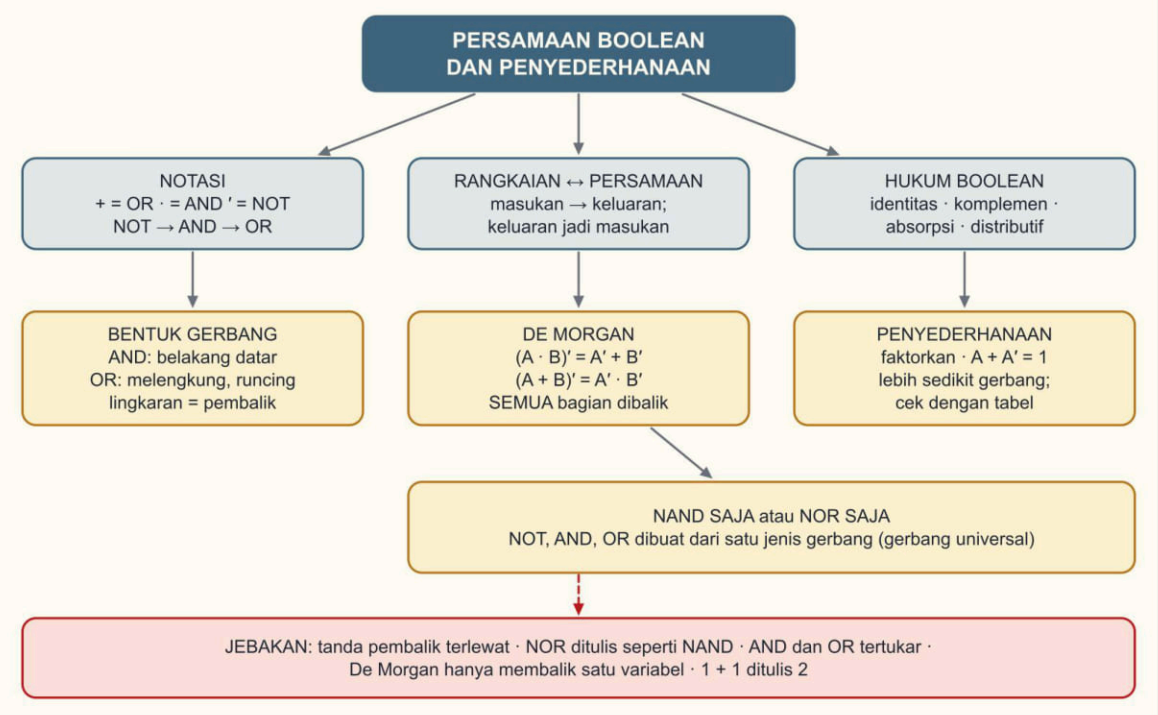
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Tiga operasi**: + berarti OR, · berarti AND, ′ berarti NOT. Urutan pengerjaan: kurung, NOT, AND, OR. Tanda + bukan penjumlahan: 1 + 1 = 1.
- **Bentuk gerbang**: AND datar di belakang dan bulat di depan; OR melengkung di belakang dan runcing di depan; lingkaran kecil berarti dibalik (NAND, NOR).
- **Rangkaian ke persamaan**: telusuri dari masukan ke keluaran; keluaran satu gerbang menjadi masukan gerbang berikutnya; salin persamaannya dengan kurung.
- **Hukum Boolean**: identitas, nol/satu, idempoten, komplemen, komutatif, asosiatif, distributif, absorpsi.
- **De Morgan**: $(A \cdot B)' = A' + B'$ dan $(A + B)' = A' \cdot B'$; balik **semua** variabel dan tukar AND dengan OR.
- **Penyederhanaan** mengurangi gerbang; selalu buktikan dengan tabel.
- **NAND saja atau NOR saja** cukup untuk membuat NOT, AND, dan OR.

Gambar 6.17 merangkum semuanya.



Gambar 6.17 Peta konsep persamaan Boolean dan penyederhanaan aljabar. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal persamaan dari rangkaian atau cerita:

1. **Kenali setiap gerbang** dari bentuknya (atau dari kata "dan", "atau", "tidak" pada cerita). Catat pula ada tidaknya lingkaran pembalik pada tiap gerbang.
2. **Telusuri dari masukan ke keluaran.** Beri nama keluaran antara (P, Q, ...) agar tidak tertukar.
3. **Tulis persamaan tiap gerbang**, lalu salin ke gerbang berikutnya dengan kurung.
4. **Uji dengan satu kombinasi masukan.** Pilih kombinasi yang membuat pilihan jawaban berbeda hasilnya. Dengan AND, satu 0 sudah cukup; dengan OR, satu 1 sudah cukup.
5. Pada soal Benar/Salah, uji tiap pernyataan **sendiri-sendiri**, jangan menyimpulkan satu dari yang lain.
6. Pada soal rangkaian setara, ubah salah satu rangkaian dengan De Morgan, lalu bandingkan.

Jebakan khas:

- **Tanda pembalik terlewat.** Lingkaran kecil di keluaran gerbang menandai NAND atau NOR; persamaan tanpa tanda ′ pasti keliru.
- **NOR ditulis seperti NAND.** NOR membalik hasil OR, NAND membalik hasil AND. Periksa bentuk badan gerbangnya dulu.
- **Jenis gerbang tertukar.** AND dan OR sering dipertukarkan pada gerbang kedua. Ingat: belakang datar = AND.
- **De Morgan setengah jalan.** Membalik hanya satu variabel, atau hanya menukar + dengan · tanpa membalik variabelnya.
- **Kurung hilang.** $(A \cdot B)'$ tidak sama dengan $A' \cdot B'$; $A + B \cdot C$ tidak sama dengan $(A + B) \cdot C$.
- **Hitungan 1 + 1 = 2.** Pada OR, hasil tertinggi tetap 1.
- **Persamaan benar tetapi tidak disederhanakan.** Bila soal meminta bentuk paling sederhana, pilih yang memakai gerbang paling sedikit, bukan sekadar yang sesuai tabel.
- **Rangkaian setara dianggap sama** hanya karena gambarnya mirip. Buktikan dengan baris tabel.

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menceritakan beberapa sensor yang masuk ke gerbang secara berurutan, lalu meminta persamaan Boolean keluarannya. Gunakan bagian 1 dan 3 (notasi, serta dari rangkaian ke persamaan) untuk menyusun persamaan bertahap, dan bagian 2 untuk mengingat arti gerbang berlingkaran. Uji tiap pilihan dengan satu kombinasi masukan.

►. Pada model mesin cuci yang dirakit di trainer digital (2027), sensor A bernilai 1 saat pintu terbuka dan sensor B bernilai 1 saat air meluap. Sinyal A dan B masuk ke gerbang NOR. Keluaran gerbang NOR dan sinyal tombol mulai C masuk ke gerbang AND, dan keluaran

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

AND (Y) menjalankan motor. Riko diminta menuliskan persamaan Boolean rangkaian itu di laporan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Persamaan Boolean yang tepat untuk keluaran Y adalah ....

A. $Y = (A \cdot B)' \cdot C$
B. $Y = (A + B) \cdot C$
C. $Y = (A + B)' + C$
D. $Y = (A + B)' \cdot C$
E. $Y = A' \cdot B \cdot C$

Pembahasan **Kunci: D**

Konsep: NOR = OR yang dibalik: $(A + B)'$. Keluaran gerbang pertama menjadi masukan gerbang berikutnya.

Langkah:
1. Keluaran NOR = $(A + B)'$.
2. Masuk AND bersama C → $Y = (A + B)' \cdot C$.
3. Cek: pintu tertutup (A = 0), air normal (B = 0), tombol ditekan (C = 1) → Y = 1 ✓.

Analisis setiap opsi:
- **A.** ✗ Jebakan: NOR tertukar dengan NAND; $(A \cdot B)'$ bernilai 1 saat hanya pintu terbuka.
- **B.** ✗ Tanda pembalik NOR terlupa, sehingga motor justru berjalan saat pintu terbuka.
- **C.** ✗ Gerbang kedua AND ditulis sebagai OR (+).
- **D.** ✓ Keluaran NOR $(A + B)'$ di-AND-kan dengan C.
- **E.** ✗ Hanya A yang dibalik; B tidak dibalik sehingga motor berjalan saat air meluap.

Jawaban: D.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk setiap soal, kenali dulu bentuk gerbangnya, tulis keluaran tiap gerbang, baru pilih jawabannya.

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

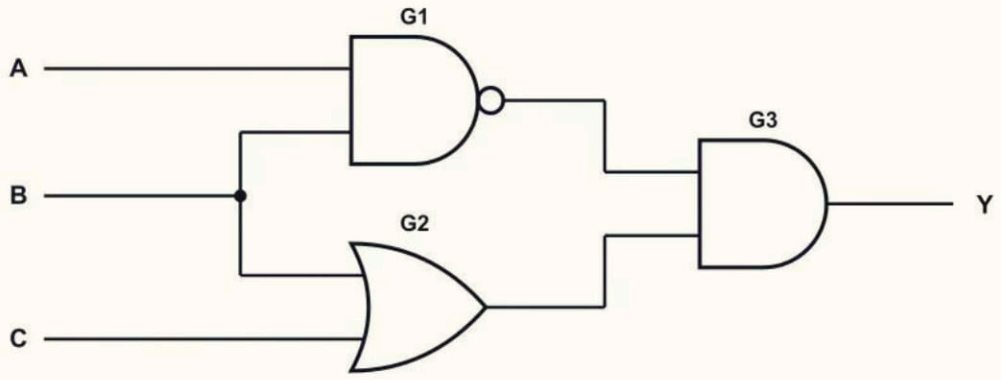
1. Panel pengisi tandon model memiliki lampu siap Y (2027). Sinyal A (pelampung bawah) dan B (sakelar mode otomatis) masuk ke gerbang AND. Keluaran gerbang AND dan sinyal C (tombol darurat) masuk ke gerbang NOR, dan keluaran NOR menjadi Y. Nisa menuliskan persamaan rangkaian itu lalu mengujinya pada beberapa keadaan masukan.
(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
Persamaan keluarannya adalah $Y = (A \cdot B + C)'$.	○	○
Bila C = 1, keluaran Y bernilai 0 berapa pun nilai A dan B.	○	○
Bila A = 1, B = 1, dan C = 0, keluaran Y bernilai 1.	○	○

2. Gambar menunjukkan rangkaian logika pengendali kipas ruang server sekolah yang dirakit Fadil di trainer digital (2027). Sebelum menguji rangkaian, ia harus menuliskan persamaan Boolean keluaran Y di lembar kerja agar hasil pengujian dapat dibandingkan dengan tabel kebenarannya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Persamaan Boolean yang tepat untuk Y adalah ....

Rangkaian logika pengendali kipas



A. $Y = (A \cdot B)' \cdot (B + C)$
B. $Y = (A \cdot B) \cdot (B + C)$
C. $Y = (A \cdot B)' + (B + C)$
D. $Y = (A + B)' \cdot (B \cdot C)$
E. $Y = (A \cdot B)' \cdot (B + C)'$

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

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

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa persamaan $Y = (A \cdot B)'$ berbeda dari $Y = A' \cdot B'$, dan apa yang membedakan gambar rangkaiannya?
- Dapatkah kamu menyusun NOT, AND, dan OR hanya dari gerbang NAND, lalu membuktikannya dengan tabel kebenaran?
- **Yang harus kuingat:** baca gerbang dari bentuknya, telusuri dari masukan ke keluaran, dan jangan pernah melewatkan tanda pembalik; De Morgan membalik semua variabel dan menukar AND dengan OR.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 6.4: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktel&node=SMKTEL-6.4

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

Sub bab 6.5 · Peta Karnaugh

SMKTEL-6.5

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu **menyederhanakan persamaan logika dengan Karnaugh Map** (peta Karnaugh). Batasan kisi-kisi menyebut jumlah variabel yang terbatas dan tidak membahas perancangan IC digital. Soal memberi bahan dalam salah satu dari dua bentuk. Bentuk pertama adalah tabel kebenaran, atau daftar kombinasi masukan yang membuat keluaran bernilai 1. Bentuk kedua adalah peta yang sudah terisi. Kamu diminta menentukan **persamaan paling sederhana**, yaitu persamaan dengan jumlah suku dan jumlah variabel paling sedikit. Soal jenis ini termasuk yang paling menuntut penalaran. Pilihan jawabannya hampir selalu memuat satu persamaan yang **benar tetapi belum paling sederhana**. Karena itu, kata kunci pada soal adalah "paling sederhana": kelompok harus dibuat sebesar mungkin.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan mengapa persamaan logika disederhanakan dan apa untungnya bagi rangkaian;
- menggambar peta Karnaugh 2, 3, dan 4 variabel dengan urutan Gray yang benar;
- memindahkan tabel kebenaran ke peta dan mengelompokkan sel bernilai 1, termasuk kelompok yang menyambung lewat tepi peta;
- menurunkan suku dari tiap kelompok dan menulis persamaan paling sederhana;
- memakai sel "tidak peduli" dan membandingkan hasil peta dengan penyederhanaan aljabar.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Pada sub bab sebelumnya kamu menyederhanakan persamaan dengan hukum Boolean. Cara itu bekerja, tetapi bergantung pada ketelitian dan pada kemampuan "melihat" hukum mana yang dipakai. Dua orang bisa berhenti di bentuk yang berbeda, dan keduanya belum tentu yang paling sederhana. **Peta Karnaugh** adalah cara bergambar yang membuat penyederhanaan itu terlihat langsung oleh mata: sel-sel yang saling berdekatan dikelompokkan, dan persamaannya terbaca dari kelompok itu. Peta ini ditemukan Maurice Karnaugh pada tahun 1953 dan sampai sekarang masih dipakai untuk rangkaian dengan beberapa masukan.

1. Mengapa persamaan disederhanakan?

Setiap gerbang berarti biaya, ruang pada papan PCB, daya listrik, dan satu tempat yang dapat salah rakit. Persamaan yang disusun langsung dari tabel kebenaran biasanya jauh lebih besar daripada yang diperlukan. Sebagai gambaran, fungsi tiga masukan yang akan kamu temui pada Contoh 1 memerlukan **9 gerbang** bila ditulis langsung dari tabel (lima gerbang AND tiga

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

masukan, tiga pembalik, satu gerbang OR lima masukan). Setelah disederhanakan, fungsi yang sama hanya memerlukan **3 gerbang**: satu pembalik, satu AND, dan satu OR. Hasil keluarannya tidak berubah pada satu baris tabel pun.

2. Dari tabel ke bentuk jumlah hasil kali

Peta bekerja pada persamaan berbentuk **jumlah hasil kali** (*sum of products*): beberapa suku AND yang dijumlahkan dengan OR. Cara membentuknya dari tabel sangat mekanis.

1. Pilih hanya baris yang keluarannya 1.
2. Untuk tiap baris itu, tulis satu suku yang memuat **semua variabel**. Variabel bernilai 1 ditulis apa adanya, variabel bernilai 0 ditulis dengan tanda ′.
3. Jumlahkan (OR) semua suku itu.

Contoh dua variabel: bila Y = 1 pada baris AB = 01, 10, dan 11, maka $Y = A' \cdot B + A \cdot B' + A \cdot B$. Suku seperti ini disebut **minterm**. Persamaan itu benar, tetapi panjang. Peta akan memperpendeknya menjadi Y = A + B.

3. Peta 2 variabel

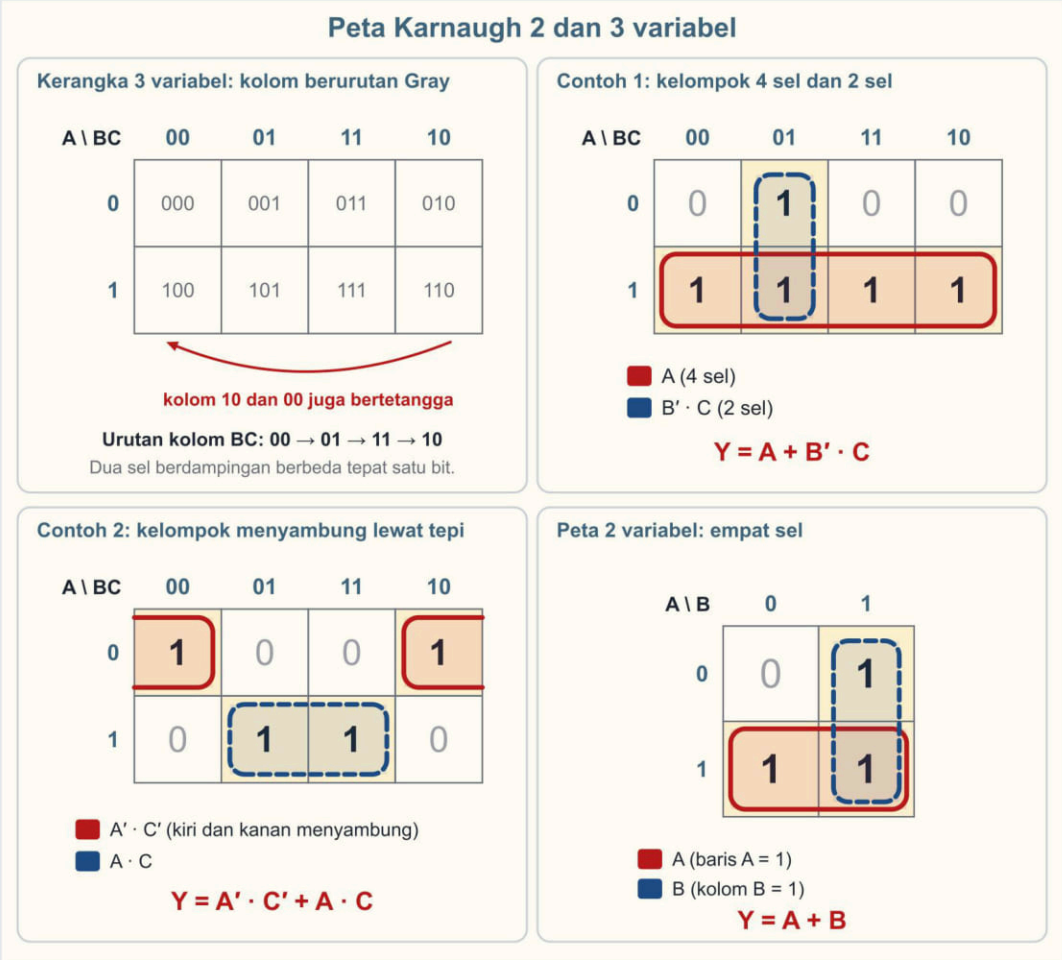
Peta dua variabel adalah tabel 2 × 2. Baris untuk nilai A (0 dan 1), kolom untuk nilai B (0 dan 1). **Setiap sel mewakili tepat satu baris tabel kebenaran.** Sel pada baris A = 1 dan kolom B = 0, misalnya, mewakili kombinasi AB = 10. Isi sel adalah nilai keluaran Y pada kombinasi itu.

Dua sel yang berdampingan (kiri-kanan atau atas-bawah) disebut **bertetangga**. Hubungan tetangga inilah kuncinya: dua sel bertetangga hanya berbeda pada **satu variabel**. Karena itu, bila keduanya bernilai 1, variabel yang berbeda itu tidak lagi menentukan keluaran, dan boleh dibuang. Panel kanan bawah Gambar 6.18 memperlihatkannya. Sel 01, 10, 11 bernilai 1. Dua sel di baris A = 1 membentuk kelompok bernama A (variabel B berubah, jadi dibuang). Dua sel di kolom B = 1 membentuk kelompok bernama B (variabel A berubah, jadi dibuang). Hasilnya Y = A + B.

4. Peta 3 variabel dan urutan Gray

Peta tiga variabel berukuran 2 × 4: dua baris untuk A, empat kolom untuk pasangan BC. Perhatikan urutan kolomnya: **00, 01, 11, 10**. Urutan ini disebut **urutan Gray**, yaitu urutan yang membuat dua kolom berurutan hanya berbeda satu bit. Urutan biner biasa (00, 01, 10, 11) tidak boleh dipakai, karena kolom 01 dan 10 berbeda dua bit padahal letaknya berdampingan.

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



Gambar 6.18 Kerangka peta 3 variabel dengan urutan Gray, dua contoh kelompok, dan peta 2 variabel. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Lihat panel kiri atas Gambar 6.18. Tiap sel memuat nomor kombinasi ABC miliknya. Sel 000 dan 001 berdampingan dan berbeda satu bit. Sel 001 dan 011 berdampingan dan berbeda satu bit. Ujung kiri dan ujung kanan juga bertetangga: sel 000 dan sel 010 hanya berbeda pada B. Jadi peta ini sebenarnya melingkar seperti gelang yang dipotong dan dibentangkan. Itulah sebab kelompok boleh "menyambung" lewat tepi.

5. Memindahkan tabel ke peta

1. Gambar kerangka peta dengan judul baris dan kolom yang benar (kolom berurutan Gray).
2. Untuk setiap baris tabel, cari selnya: baca nilai A untuk memilih baris peta, dan nilai BC untuk memilih kolom peta.
3. Tulis nilai Y di sel itu. Sel sisanya diisi 0 atau dibiarkan kosong.
4. Periksa: jumlah sel bernilai 1 pada peta harus sama dengan jumlah baris bernilai 1 pada tabel.

Panel-panel pada Gambar 6.20 menunjukkan seluruh alur untuk satu contoh: tabel di kiri dipindahkan ke peta di tengah, lalu dikelompokkan.

6. Mengelompokkan sel bernilai 1

Kelompok dibuat menurut aturan berikut.

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

- Kelompok hanya berisi sel bernilai 1 (atau sel "tidak peduli", bagian 10).
- Bentuk kelompok **persegi atau persegi panjang**, tanpa sel yang diagonal atau bentuk L.
- Jumlah sel dalam kelompok harus **pangkat dua**: **1, 2, 4, 8** (atau 16). Kelompok 3, 5, atau 6 sel tidak sah.
- Kelompok boleh **menyambung lewat tepi**: kolom paling kiri dengan kolom paling kanan, baris paling atas dengan baris paling bawah. Pada peta 4 variabel, empat sudut peta juga bertetangga dan dapat menjadi satu kelompok.
- Kelompok boleh **bertumpuk**: satu sel boleh dipakai oleh dua kelompok atau lebih.
- Kelompok dibuat **sebesar mungkin**, dan **semua sel 1 harus tercakup** oleh sedikitnya satu kelompok.
- Jumlah kelompok dibuat **sesedikit mungkin**.

Dalam gambar, kelompok digambar sebagai garis tebal yang mengelilingi selnya. Kelompok yang menyambung lewat tepi digambar terbuka pada sisi tepi itu, seperti panel kiri bawah Gambar 6.18: kelompok merah memuat sel kiri dan sel kanan pada baris A = 0.

7. Menurunkan suku dari kelompok

Di dalam satu kelompok, ada variabel yang nilainya **berubah** (kadang 0, kadang 1) dan ada yang **tetap**. Variabel yang berubah tidak lagi menentukan, sehingga **dihilangkan**. Variabel yang tetap ditulis: bila tetapnya 1, tulis hurufnya; bila tetapnya 0, tulis hurufnya dengan tanda ′. Semua variabel yang tetap di-AND-kan menjadi **satu suku**. Suku-suku dari semua kelompok dijumlahkan dengan OR.

Jumlah sel dalam kelompok	Variabel dihilangkan	Suku makin pendek
1	0	memuat semua variabel
2	1	kurang satu variabel
4	2	kurang dua variabel
8	3	kurang tiga variabel

Aturan umumnya: kelompok 2 pangkat k sel membuang k variabel. Itulah sebabnya kelompok harus **sebesar mungkin**: makin besar kelompok, makin pendek sukunya. Pada peta 3 variabel, kelompok 8 sel (seluruh peta berisi 1) berarti Y = 1, tanpa gerbang sama sekali.

8. Persamaan paling sederhana

Persamaan paling sederhana adalah persamaan yang jumlah **suku**-nya paling sedikit, dan di antara yang sama banyak suku, jumlah **variabel**-nya paling sedikit. Cara mendapatkannya:

1. Cari sel 1 yang **hanya punya satu kemungkinan kelompok terbesar**, misalnya sel yang terpisah atau yang tetangganya sedikit. Buat kelompok itu lebih dulu.
2. Buat kelompok terbesar untuk sel 1 yang belum tercakup.
3. Hentikan bila semua sel 1 sudah tercakup.
4. Periksa tiap kelompok: bila semua selnya sudah tercakup kelompok lain, kelompok itu

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

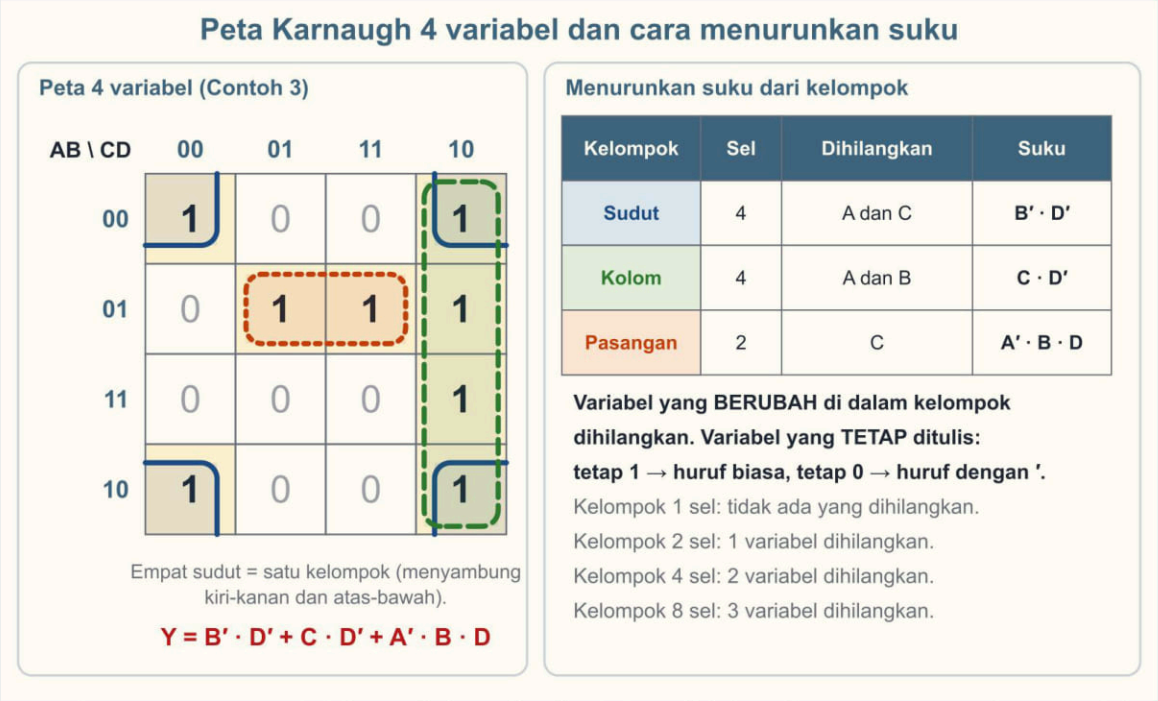
berlebihan dan dibuang.

5. Tulis suku tiap kelompok, jumlahkan.
6. Uji pada satu atau dua baris, baik yang bernilai 1 maupun 0.

Persamaan yang diperoleh dari kelompok yang lebih kecil dari seharusnya tetap **benar**, tetapi belum **paling sederhana**. Perbedaan inilah yang diuji soal.

9. Peta 4 variabel

Peta empat variabel berukuran 4 × 4: empat baris untuk pasangan AB dan empat kolom untuk pasangan CD, keduanya berurutan Gray (00, 01, 11, 10). Seluruh aturan sebelumnya berlaku. Yang bertambah hanyalah tepi: kolom paling kiri bertetangga dengan kolom paling kanan, baris paling atas dengan baris paling bawah, dan **keempat sudut** saling bertetangga.



Gambar 6.19 Peta 4 variabel dengan kelompok sudut, kelompok kolom, dan satu pasangan, beserta tabel penurunan sukunya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gambar 6.19 memuat tiga kelompok dengan ukuran berbeda. Kelompok sudut (empat sel) menghilangkan A dan C, karena di keempat sudut hanya B = 0 dan D = 0 yang tetap, sehingga sukunya B′ · D′. Kelompok kolom CD = 10 (empat sel) menghilangkan A dan B, sehingga sukunya C · D′. Pasangan dua sel menghilangkan satu variabel (C), sehingga sukunya A′ · B · D. Kelompok 8 sel pada peta 4 variabel dapat berupa dua baris yang berdampingan atau dua kolom yang berdampingan, dan menyisakan **satu** variabel saja.

10. Sel "tidak peduli" (X)

Kadang ada kombinasi masukan yang **tidak mungkin terjadi**, misalnya dua sensor yang saling meniadakan tidak mungkin aktif bersamaan. Keluaran pada kombinasi itu boleh bernilai apa saja karena tidak akan pernah muncul. Sel seperti ini ditulis **X** dan disebut sel **tidak peduli** (*don't care*). Aturannya:

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

- X **boleh dianggap 1** bila itu membuat kelompok lebih besar.
- X **boleh dianggap 0** (diabaikan) bila tidak membantu.
- X **tidak wajib** dikelompokkan. Hanya sel 1 yang wajib tercakup.

Contoh: Y = 1 pada ABC = 001 dan 011, sedangkan kombinasi 101 dan 111 tidak mungkin terjadi (X). Tanpa memakai X, kelompok dua sel menghasilkan $Y = A' \cdot C$. Dengan memakai kedua X sebagai 1, empat sel kolom C = 1 membentuk satu kelompok sehingga Y = C, lebih sederhana. Karena kombinasi 101 dan 111 memang tidak pernah terjadi, kedua persamaan berperilaku sama pada semua kombinasi yang mungkin.

11. Peta dan penyederhanaan aljabar

Peta Karnaugh tidak memakai rumus baru. Ia hanya mengotomatiskan satu langkah aljabar yang sama berulang kali, yaitu **faktor × (X + X′) = faktor**. Dua sel bertetangga berarti dua minterm yang hanya berbeda pada satu variabel, misalnya $A \cdot B' \cdot C$ dan $A \cdot B \cdot C$. Dengan aljabar: $A \cdot B' \cdot C + A \cdot B \cdot C = A \cdot C \cdot (B' + B) = A \cdot C \cdot 1 = A \cdot C$. Peta memperlihatkan hal itu dalam satu pandangan: dua sel bertetangga digabung, variabel B hilang.

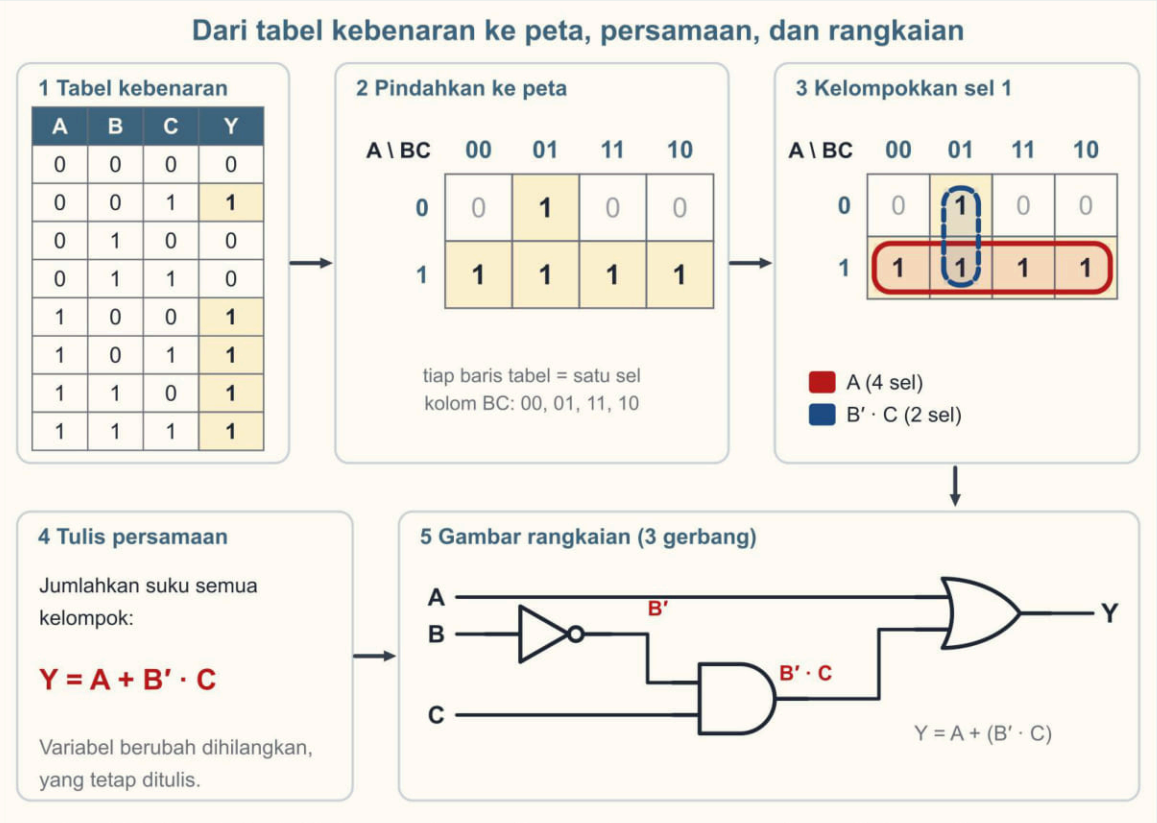
Peta paling berguna bila variabelnya sedikit. Kisi-kisi resmi membatasi pembahasan pada variabel yang terbatas (dalam buku ini sampai empat), dan tidak meminta perancangan IC digital. Untuk lima variabel atau lebih peta menjadi sulit dibaca dan teknik lain dipakai. Untuk kamu, yang penting adalah menguasai tiga hal: urutan Gray, kelompok sebesar mungkin, dan turunan suku.

Alur lengkap

Gambar 6.20 merangkum langkahnya: tabel kebenaran, pindahkan ke peta, kelompokkan sel 1, tulis persamaan, lalu gambar rangkaian.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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



Gambar 6.20 Alur dari tabel kebenaran ke peta Karnaugh, persamaan paling sederhana, dan rangkaiannya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Pengayaan. Sel bernilai 0 juga dapat dikelompokkan. Kelompok sel 0 menghasilkan persamaan untuk **Y′**, yaitu kebalikan keluaran. Persamaan itu lalu dibalik dengan hukum De Morgan untuk mendapatkan Y. Hasilnya setara dengan cara biasa, dan kadang lebih pendek bila sel 0 lebih sedikit daripada sel 1. Untuk fungsi pada Contoh 1, sel 0 ada tiga (ABC = 000, 010, 011) dan menghasilkan $Y' = A' \cdot C' + A' \cdot B$. Bila dibalik: $Y = (A' \cdot C' + A' \cdot B)' = A + B' \cdot C$, yang sama dengan hasil kelompok sel 1.

Ringkasan

- Peta menempatkan tiap baris tabel pada satu sel; kolom (dan baris pada 4 variabel) berurutan Gray: 00, 01, 11, 10.
- Sel bertetangga berbeda satu variabel; tepi kiri-kanan dan atas-bawah juga bertetangga; empat sudut bertetangga pada peta 4 variabel.
- Kelompok berisi sel 1 (atau X), berbentuk persegi panjang, berjumlah 1, 2, 4, 8, sebesar mungkin dan sesedikit mungkin.
- Dalam kelompok, variabel yang berubah dihilangkan, yang tetap ditulis; jumlahkan semua suku.
- Persamaan benar belum tentu paling sederhana.

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

▣ CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Peta 3 variabel dari tabel kebenaran

Unit produksi SMK "Bina Karya" merakit alat uji adaptor. Lampu peringatan Y dikendalikan tiga masukan: A (tegangan keluaran adaptor di bawah batas), B (tombol mode uji ditekan), dan C (kabel probe terpasang). Menurut rancangan, lampu menyala (Y = 1) pada kombinasi ABC = 001, 100, 101, 110, dan 111; kombinasi lainnya Y = 0. Tentukan persamaan paling sederhana untuk Y. *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

1. Susun tabel. Delapan baris dari 000 sampai 111; Y = 1 pada lima baris di atas.

A	B	C	Y
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

1. Pindahkan ke peta (panel tengah Gambar 6.20). Baris A = 0: kolom 00 = 0, 01 = 1, 11 = 0, 10 = 0. Baris A = 1: keempat kolom bernilai 1.
2. Kelompok pertama: keempat sel pada baris A = 1. Itu kelompok **empat sel**. Variabel B dan C berubah (dihilangkan), A tetap 1. Suku: **A**.
3. Sel yang tersisa adalah ABC = 001 (baris A = 0, kolom 01). Tetangganya yang bernilai 1 adalah ABC = 101 (baris A = 1, kolom 01). Kelompok **dua sel**: A berubah (dihilangkan), B tetap 0 dan C tetap 1. Suku: **B′ · C**.
4. Semua lima sel 1 sudah tercakup. Sel 101 dipakai dua kelompok, dan itu diperbolehkan.
5. Persamaan: **Y = A + B′ · C**.
6. Uji pada baris bernilai 0. ABC = 010: A = 0 dan B′ · C = 0, sehingga Y = 0. ABC = 011: A = 0 dan B′ · C = 0, sehingga Y = 0. ABC = 000: B′ · C = 0, sehingga Y = 0. Semua cocok dengan tabel. Diuji pula pada kelima baris bernilai 1, hasilnya semua 1.

Jawaban: **Y = A + B′ · C** (tiga gerbang: satu NOT, satu AND, satu OR; Gambar 6.20).

Contoh 2 — Kelompok yang menyambung lewat tepi

Sebuah papan percobaan memiliki lampu indikator "sinkron" Y yang dikendalikan sensor A, B, dan C. Lampu menyala pada kombinasi ABC = 000, 010, 101, dan 111; kombinasi lainnya padam. Tentukan persamaan paling sederhana. *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

1. Pindahkan ke peta (panel kiri bawah Gambar 6.18). Baris A = 0: kolom 00 = 1, 01 = 0, 11 = 0, 10 = 1. Baris A = 1: kolom 00 = 0, 01 = 1, 11 = 1, 10 = 0.

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

2. Pada baris A = 0, dua sel 1 berada di **ujung kiri** (kolom 00) dan **ujung kanan** (kolom 10). Keduanya tidak berdampingan, tetapi bertetangga lewat tepi: kombinasi 000 dan 010 hanya berbeda pada B. Kelompokkan keduanya. B berubah (dihilangkan), A tetap 0, C tetap 0. Suku: **A′ · C′**.
3. Pada baris A = 1, dua sel 1 berada di kolom 01 dan 11, yang berdampingan. B berubah (dihilangkan), A tetap 1, C tetap 1. Suku: **A · C**.
4. Semua sel 1 sudah tercakup oleh dua kelompok yang tidak mungkin diperbesar.
5. Persamaan: **Y = A′ · C′ + A · C**.
6. Uji: ABC = 001 → A′ · C′ = 0 dan A · C = 0, jadi Y = 0 (cocok). ABC = 110 → keduanya 0, jadi Y = 0 (cocok). Semua delapan baris cocok dengan tabel.

Jawaban: **Y = A′ · C′ + A · C**. Lampu menyala bila A dan C bernilai sama, apa pun nilai B. Bila kelompok kiri-kanan tidak dianggap bertetangga, kamu akan menulis dua suku tiga variabel, dan persamaannya tidak paling sederhana.

Contoh 3 — Peta 4 variabel

Sistem pengatur lampu pada jalur konveyor di unit produksi SMK "Bina Karya" memakai empat sensor A, B, C, dan D. Lampu menyala (Y = 1) pada kombinasi ABCD = 0000, 0010, 0101, 0110, 0111, 1000, 1010, dan 1110; delapan kombinasi lainnya Y = 0. Tentukan persamaan paling sederhana. *Kasus disusun untuk contoh; usaha dan tokoh fiktif.*

1. Gambar peta 4 × 4 dengan baris AB dan kolom CD berurutan 00, 01, 11, 10. Letakkan delapan sel 1 sesuai kombinasinya (Gambar 6.19).
2. **Sudut.** Keempat sudut peta bernilai 1 (ABCD = 0000, 0010, 1000, 1010). Keempatnya bertetangga, membentuk kelompok empat sel. A dan C berubah (dihilangkan); B tetap 0 dan D tetap 0. Suku: **B′ · D′**.
3. **Kolom CD = 10.** Kolom itu berisi 0010, 0110, 1110, 1010, semuanya 1. Kelompok empat sel. A dan B berubah (dihilangkan); C tetap 1 dan D tetap 0. Suku: **C · D′**. Kelompok ini bertumpuk dengan kelompok sudut pada dua sel, dan itu diperbolehkan.
4. **Pasangan.** Sel 0101 dan 0111 belum tercakup. Keduanya berdampingan. C berubah (dihilangkan); A tetap 0, B tetap 1, D tetap 1. Suku: **A′ · B · D**. Tidak ada kelompok empat sel yang memuat keduanya, karena setiap kemungkinan susunannya memuat sel bernilai 0 (misalnya 0100, 0001, atau 1101).
5. Semua delapan sel 1 sudah tercakup.
6. Persamaan: **Y = B′ · D′ + C · D′ + A′ · B · D**.
7. Uji: pada seluruh 16 kombinasi, hasil persamaan sama dengan tabel (dihitung satu per satu). Contoh: ABCD = 1110 → C · D′ = 1, jadi Y = 1. ABCD = 1100 → B′ · D′ = 0, C · D′ = 0, A′ · B · D = 0, jadi Y = 0.
8. Bandingkan jumlah gerbang. Ditulis langsung dari delapan sel 1 diperlukan 13 gerbang (8 AND, 4 NOT, 1 OR). Persamaan sederhananya hanya 7 gerbang (3 NOT, 3 AND, 1 OR).

Jawaban: **Y = B′ · D′ + C · D′ + A′ · B · D**.

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

Contoh 4 — Peta dibandingkan dengan aljabar, dan jebakan "benar tetapi belum sederhana"

Pakai fungsi Contoh 2 (Y = 1 pada ABC = 000, 010, 101, 111) dan fungsi Contoh 1.

(a) Fungsi Contoh 2 dengan aljabar.

1. Tulis jumlah hasil kali dari tabel: $Y = A' \cdot B' \cdot C' + A' \cdot B \cdot C' + A \cdot B' \cdot C + A \cdot B \cdot C$.
2. Kelompokkan suku yang hanya berbeda pada B: $A' \cdot C' \cdot (B' + B) + A \cdot C \cdot (B' + B)$.
3. Pakai komplemen $B' + B = 1$ dan identitas: $Y = A' \cdot C' + A \cdot C$.

Hasilnya sama dengan hasil peta. Langkah 2 dan 3 itulah yang dikerjakan peta ketika dua sel bertetangga digabung.

(b) Fungsi Contoh 1 dengan kelompok yang terlalu kecil. Seorang siswa mengelompokkan tiga pasangan: sel 100 dengan 101, sel 110 dengan 111, dan sel 001 dengan 101. Ia mendapat $Y = A \cdot B' + A \cdot B + B' \cdot C$. Persamaan itu **benar**, karena diuji pada delapan baris hasilnya sama dengan tabel. Namun ia memakai tiga suku. Dua pasangan pertama sebenarnya satu kelompok empat sel (baris A = 1), dan $A \cdot B' + A \cdot B = A \cdot (B' + B) = A$. Bentuk paling sederhana tetap $\mathbf{Y = A + B' \cdot C}$, dengan dua suku saja.

Jawaban: (a) $\mathbf{Y = A' \cdot C' + A \cdot C}$; (b) persamaan tiga suku itu benar tetapi **belum paling sederhana**; yang paling sederhana $\mathbf{Y = A + B' \cdot C}$.

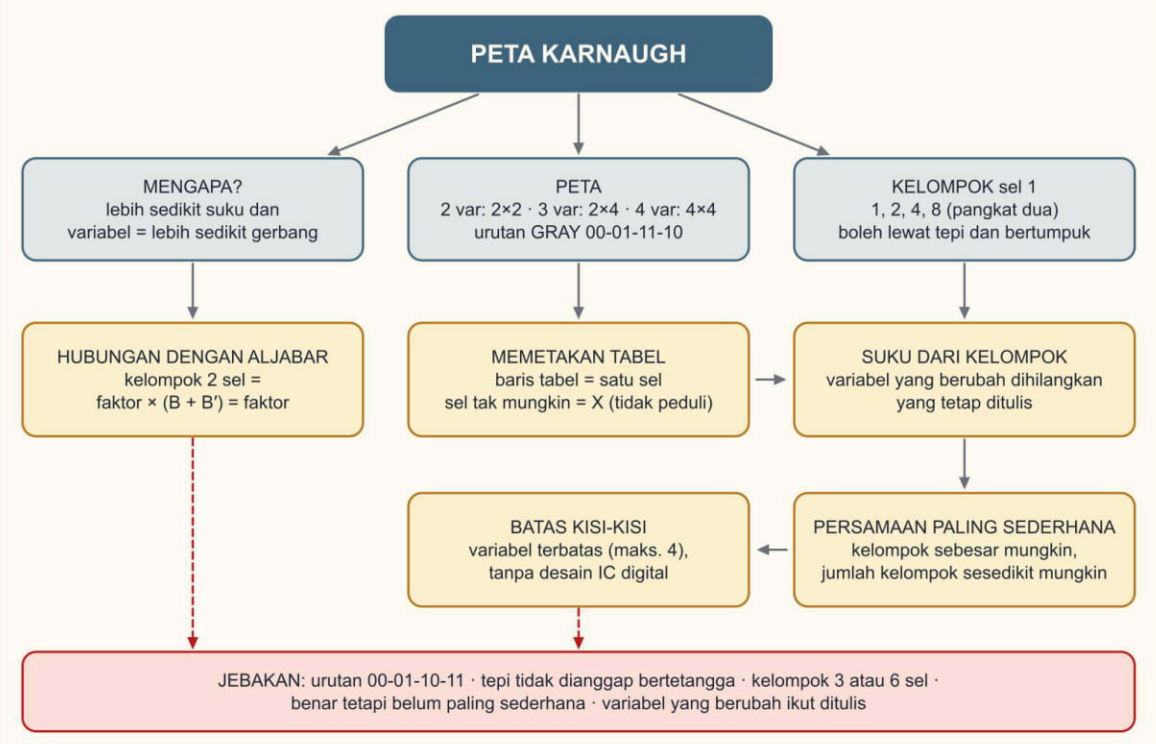
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Mengapa menyederhanakan**: kelompok besar berarti suku pendek, sehingga gerbang lebih sedikit (Contoh 1: 9 gerbang menjadi 3).
- **Peta**: 2 variabel 2 × 2, 3 variabel 2 × 4, 4 variabel 4 × 4. Tiap sel = satu baris tabel. Urutan **Gray 00, 01, 11, 10**, bukan 00, 01, 10, 11.
- **Kelompok**: sel 1 (atau X), persegi panjang, jumlah **1, 2, 4, 8**, boleh melewati tepi, boleh bertumpuk, sebesar mungkin.
- **Suku**: variabel yang berubah dihilangkan, yang tetap ditulis (1 = huruf, 0 = huruf dengan ′). Kelompok 2 pangkat k sel membuang k variabel.
- **Persamaan paling sederhana**: kelompok sebesar mungkin, kelompok sesedikit mungkin; persamaan benar belum tentu paling sederhana.
- **Tidak peduli (X)**: boleh dianggap 1 bila membantu, tidak wajib dikelompokkan.
- Peta = penyederhanaan aljabar bergambar; terbatas pada variabel sedikit dan tanpa desain IC.

Gambar 6.21 merangkum semuanya.



Gambar 6.21 Peta konsep Peta Karnaugh. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal peta Karnaugh:

1. **Tentukan bentuk bahannya.** Tabel atau daftar kombinasi: susun peta dulu. Peta sudah terisi: langsung kelompokkan.
2. **Gambar kerangka dengan judul Gray yang benar**: 00, 01, 11, 10. Baca nilai A (atau AB) untuk baris, BC (atau CD) untuk kolom.
3. **Isi sel**, lalu hitung: jumlah sel 1 harus sama dengan jumlah baris 1 pada soal.
4. **Mulai dari kelompok terbesar** (8, lalu 4, lalu 2), termasuk yang melewati tepi, baru kelompok yang lebih kecil.
5. **Turunkan suku** tiap kelompok: yang berubah dibuang, yang tetap ditulis.
6. **Cocokkan dengan pilihan jawaban.** Pilihan yang memakai suku lebih banyak daripada jumlah kelompokmu, atau suku dengan variabel lebih banyak, patut dicurigai.
7. **Uji dengan satu baris bernilai 0 dan satu baris bernilai 1.** Pilihan yang gagal pada salah satu baris itu gugur. Bila dua pilihan lolos, pilih yang lebih pendek.

Jebakan khas:

- **Persamaan benar, tetapi belum paling sederhana.** Pilihan yang sesuai tabel pada semua baris tetap salah bila ada pilihan lain yang lebih pendek. Soal meminta yang paling sederhana.
- **Urutan 00-01-10-11.** Kolom yang diurutkan biner membuat kelompok salah letak. Pakai Gray.
- **Tepi dianggap tidak bertetangga.** Kelompok yang menyambung lewat tepi terlewat, padahal itu sering menjadi kelompok terbesar.
- **Kelompok bukan pangkat dua.** Kelompok 3 atau 6 sel tidak sah; pecah menjadi kelompok pangkat dua yang boleh bertumpuk.
- **Kelompok yang berbentuk L atau diagonal.** Hanya persegi panjang yang sah.
- **Variabel yang berubah ikut ditulis**, atau variabel bernilai 0 ditulis tanpa tanda ′.
- **Sel X wajib dikelompokkan.** Tidak: X hanya dipakai bila membantu.
- **Sel 1 terlewat.** Setiap sel 1 harus tercakup sedikitnya satu kelompok.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut memberi daftar kombinasi sensor yang membuat alarm berbunyi, lalu meminta persamaan paling sederhana dengan peta Karnaugh. Gunakan bagian 4 sampai 8 (peta 3 variabel, urutan Gray, kelompok, suku, persamaan paling sederhana) dan uji tiap pilihan pada baris yang bernilai 0.

►. Alarm gudang alat praktik memakai tiga sensor: A (pintu terbuka), B (jendela terbuka), dan C (getaran pada rak) (2027). Menurut rancangan, alarm Y berbunyi (1) pada kombinasi ABC = 001, 011, 101, 110, dan 111; kombinasi lainnya Y = 0. Siswa diminta

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

menyederhanakan persamaannya dengan Karnaugh Map agar rangkaian memakai gerbang sesedikit mungkin.

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

Persamaan paling sederhana (jumlah suku dan variabel paling sedikit) untuk Y adalah ....

A. $Y = C + A$
B. $Y = C \cdot (A + B)$
C. $Y = C + A \cdot B$
D. $Y = A' \cdot C + A \cdot B + A \cdot C$
E. $Y = B \cdot C + A$

Pembahasan **Kunci: C**

Konsep: K-Map: sel-sel bernilai 1 yang bertetangga dikelompokkan sebesar mungkin (2, 4, 8). Kelompok empat sel menghilangkan dua variabel.

Langkah:

1. Sel C = 1: 001, 011, 101, 111 → kelompok empat → C.
2. Sel 110 bergabung dengan 111 → $A \cdot B$.
3. $Y = C + A \cdot B$. Cek 100: C = 0, $A \cdot B = 0$ → 0 ✓; 010: 0 ✓.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Membuat Y = 1 pada 100, padahal seharusnya 0.
- **B.** ✗ Membuat Y = 0 pada 001 dan 110, padahal seharusnya 1.
- **C.** ✓ Kelompok C (empat sel) dan $A \cdot B$ (dua sel).
- **D.** ✗ Jebakan: persamaan ini benar ($A' \cdot C + A \cdot C = C$), tetapi belum paling sederhana.
- **E.** ✗ Membuat Y = 1 pada 100 dan Y = 0 pada 001.

Jawaban: C.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk setiap soal, gambar petanya dulu, kelompokkan sel 1 sebesar mungkin, baru cocokkan dengan pilihan jawaban.

1. Penyiram tanaman di kebun sekolah memakai tiga sensor: A (tanah kering), B (jadwal pagi), C (hujan). Siswa menyusun tabel keluaran pompa Y seperti berikut (2027) dan ingin menyederhanakannya dengan Karnaugh Map agar jumlah gerbangnya sedikit.

A	B	C	Y
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	0

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

1	1	0	1
1	1	1	1

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Persamaan paling sederhana (jumlah suku dan variabel paling sedikit) untuk Y adalah ....

A. $Y = A + B$
B. $Y = C' \cdot (A + B)$
C. $Y = A' \cdot B + A \cdot C'$
D. $Y = B + A \cdot B' \cdot C'$
E. $Y = B + A \cdot C'$

2. Siswa sudah memindahkan tabel kebenaran sistem pengisi air otomatis ke Karnaugh Map berikut (2027). Baris menunjukkan nilai A, sedangkan kolom menunjukkan nilai BC dengan urutan 00, 01, 11, 10. Mereka ingin persamaan paling sederhana agar rangkaian memakai gerbang sesedikit mungkin.

A \ BC	00	01	11	10
0	1	0	0	1
1	1	0	1	1

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Persamaan paling sederhana (jumlah suku dan variabel paling sedikit) untuk Y adalah ....

A. $Y = C' + A \cdot B \cdot C$
B. $Y = B' \cdot C' + A \cdot B$
C. $Y = C' + B$
D. $Y = C' + A \cdot B$
E. $Y = A + C'$

Kunci singkat: 1. E 2. D

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

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa kolom peta harus diurutkan 00, 01, 11, 10, dan apa akibatnya pada kelompok bila urutannya diganti?
- Dapatkah kamu menjelaskan mengapa kelompok empat sel menghilangkan dua variabel, dan mengapa persamaan yang benar belum tentu paling sederhana?
- **Yang harus kuingat:** urutan Gray, kelompok sebesar mungkin (1, 2, 4, 8) termasuk yang melewati tepi, dan variabel yang berubah dihilangkan, yang tetap ditulis.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 6.5: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktel&node=SMKTEL-6.5

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Kuis Akhir Bab 6

SMKTEL-KB6

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

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

Kerjakan Kuis Bab 6 di LMS

Skor dan progresmu tersimpan di LMS.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktel&node=SMKTEL-KB6

1. Papan pencatat produksi di unit usaha sekolah menghitung kemasan yang selesai tiap hari. Nilai tertinggi yang tercatat pada 2027 adalah 600 kemasan. Citra membandingkan dua rancangan register: BCD tiga digit (setiap digit memakai 4 bit, jadi 12 bit) dan biner murni dengan jumlah bit paling sedikit yang masih mampu menyimpan 0 sampai 600.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Jumlah bit register biner murni dan bit yang dihemat dibanding BCD adalah ....

A. 8 bit, hemat 4 bit
B. 9 bit, hemat 3 bit
C. 10 bit, hemat 2 bit
D. 11 bit, hemat 1 bit
E. 12 bit, hemat 0 bit

2. Bengkel "Sinar Tekno" menemukan sebuah IC gerbang tiga masukan tanpa label di laci. Pada tahun 2027, Joko mengujinya di trainer dengan LED aktif-rendah: LED menyala saat keluaran 0 dan padam saat keluaran 1. Dari delapan kombinasi masukan, LED hanya menyala pada kombinasi 111 dan padam pada tujuh kombinasi lainnya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Jenis gerbang pada IC tersebut adalah ....

A. Gerbang AND tiga masukan
B. Gerbang OR tiga masukan
C. Gerbang NAND tiga masukan
D. Gerbang NOR tiga masukan
E. Gerbang XOR tiga masukan

3. Pintu geser model di lab mekatronika memiliki dua saklar batas di ujung rel. Keduanya aktif-rendah: memberi logika 0 saat tertekan oleh pintu dan logika 1 saat bebas. Pada rancangan 2027, Farhan memasang lampu "rel penuh" (menyala saat keluaran 1) yang harus menyala hanya bila kedua saklar batas sedang tertekan.

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

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Gerbang tunggal yang dapat dipasang langsung pada kedua saklar, tanpa gerbang NOT, adalah ....

A. Gerbang AND
B. Gerbang NOR
C. Gerbang NAND
D. Gerbang OR
E. Gerbang XNOR

4. Mesin penggulung kumparan trafo di unit produksi sekolah memiliki dua sakelar pengaman: penutup (S1) dan kunci (S2). Masing-masing memberi logika 1 bila terpasang. Pada rancangan 2027, Wulan memasang buzzer pengingat yang berbunyi (1) pada semua keadaan, kecuali bila kedua sakelar pengaman terpasang.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Gerbang tunggal yang tepat untuk mengendalikan buzzer adalah ....

A. Gerbang AND
B. Gerbang OR
C. Gerbang NOR
D. Gerbang NAND
E. Gerbang XOR

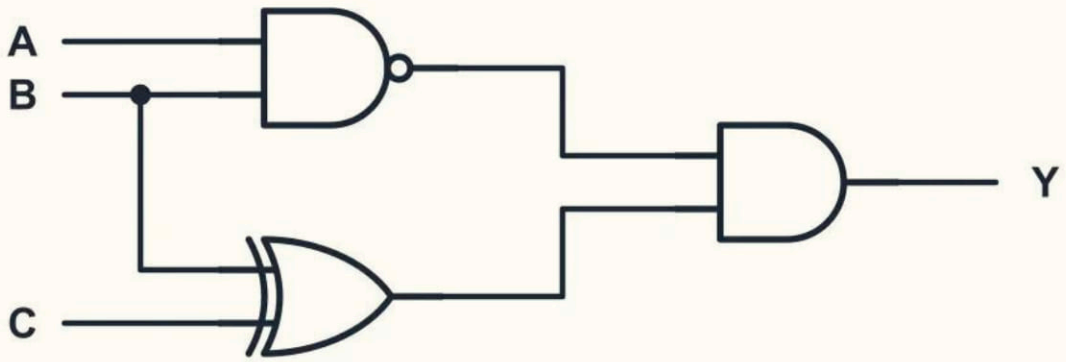
5. Yoga merakit satu gerbang OR dari IC 74HC32 (empat gerbang OR dua masukan, kemasan 14 kaki) di papan percobaan. Gerbang pertama memakai kaki 1 dan 2 sebagai masukan serta kaki 3 sebagai keluaran dengan LED indikator. Kaki 1 dihubungkan ke sakelar yang diberi resistor penahan ke 0 V, sedangkan kaki 2 tidak dipakai dan dibiarkan terbuka. Pada praktik 2027, LED kadang menyala sendiri walau sakelar terbuka.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat tentang rangkaian Yoga adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Kaki 2 sebaiknya dihubungkan ke 0 V, karena masukan 0 tidak mengubah keluaran gerbang OR.
☐ B. Kaki 2 sebaiknya dihubungkan ke +5 V, karena masukan tinggi menjaga keluaran tetap stabil.
☐ C. Kaki 14 harus mendapat +5 V dan kaki 7 harus ke 0 V agar semua gerbang di dalam IC bekerja.
☐ D. LED yang menyala sendiri membuktikan gerbang rusak, karena gerbang sehat tidak pernah menyala sendiri.
☐ E. Bila gerbang kedua ikut dipakai, masukan yang dibiarkan terbuka pada gerbang itu dapat menimbulkan gejala serupa.

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

6. Galih merakit rangkaian pemilih kabel di trainer digital untuk proyek bengkel 2027, seperti pada gambar. Ia menyusun tabel kebenaran dengan urutan masukan ABC dari 000 (baris pertama) sampai 111 (baris terakhir), lalu mencatat keluaran Y.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kolom Y dari baris pertama sampai baris terakhir adalah ....



A. 0 0 0 0 0 0 1 0
B. 0 1 1 1 0 1 0 0
C. 1 0 0 1 1 0 0 0
D. 1 1 1 1 1 1 1 0
E. 0 1 1 0 0 1 0 0

7. Kartu akses ruang praktik elektronika menyimpan kode 8 bit: 1110 0011. Pada lembar program tahun 2027, Okta harus menuliskan kode itu dalam heksadesimal agar mudah diperiksa. Ia mengelompokkan bit empat-empat mulai dari kanan, lalu mengganti tiap kelompok dengan satu digit heksadesimal.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kode kartu dalam heksadesimal adalah ....

A. 3E
B. D3
C. C7
D. E6
E. E3

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

8. Mesin pemotong kabel di lab memiliki tiga sinyal: sensor A, sensor B, dan sakelar utama M. Pada rancangan 2027, Ilham mengatur lampu siap Y agar menyala (1) bila M = 1 dan kedua sensor tidak aktif bersamaan. Ia menyusun tabel kebenaran dengan urutan masukan A, B, M dari 000 sampai 111.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kombinasi ABM yang menghasilkan Y = 1 adalah ....

A. 011 dan 101
B. 011, 101, dan 111
C. 001, 011, 101, dan 111
D. 001, 011, dan 101
E. 001 saja

9. Putri mengisi tabel kerja untuk rangkaian di trainer digital (2027). Gerbang pertama XNOR dengan masukan A dan C menghasilkan P. Gerbang kedua NAND dengan masukan P dan B menghasilkan Y. Tiga sel belum diisi (tanda ?).

Baris	A	B	C	P	Y
1	0	0	0	1	1
2	0	0	1	?	1
3	0	1	0	1	0
4	0	1	1	0	1
5	1	0	0	0	1
6	1	0	1	?	1
7	1	1	0	0	1
8	1	1	1	1	?

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Nilai sel yang belum diisi adalah ....

A. P2 = 0, P6 = 1, Y8 = 0
B. P2 = 1, P6 = 0, Y8 = 1
C. P2 = 0, P6 = 1, Y8 = 1
D. P2 = 0, P6 = 0, Y8 = 0
E. P2 = 1, P6 = 0, Y8 = 0

10. Unit produksi sekolah merakit pengendali lampu panggung untuk acara perpisahan 2027. Setiap papan diberi nomor seri 8 bit, dan pada stiker nomor itu ditulis dalam desimal: 203. Bagas harus memasukkan nomor seri tersebut ke program mikrokontroler dalam bentuk biner 8 bit, dengan bit paling kiri sebagai bobot terbesar (128) dan bit paling kanan sebagai bobot terkecil (1).

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

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Bentuk biner nomor seri tersebut adalah ....

A. 1100 1011
B. 1101 0011
C. 0110 0101
D. 1011 1100
E. 1100 1101

11. Oven reflow mini di bengkel SMD memiliki sensor suhu T yang aktif-rendah (0 saat suhu melewati batas) dan sensor pintu P yang aktif-tinggi (1 saat pintu terbuka). Pada rancangan 2027, Kirana membuat buzzer peringatan Y yang berbunyi (1) hanya bila suhu melewati batas dan pintu terbuka. Rangkaiannya: T dilewatkan gerbang NOT, lalu bersama P masuk ke gerbang AND. Sebuah LED aktif-rendah dipasang pada keluaran Y.
(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
LED aktif-rendah menyala hanya pada saat buzzer berbunyi.	○	○
Sinyal T harus dibalik oleh NOT, karena AND memerlukan logika 1 untuk keadaan suhu melewati batas.	○	○
Pada suhu normal dengan pintu terbuka, keluaran Y bernilai 0 sehingga LED menyala.	○	○

12. Lab otomasi sekolah memakai modul relai delapan kanal untuk lemari uji. Status relai dikirim sebagai satu byte: bit 1 berarti relai aktif, kanal 8 adalah bit paling kiri (bobot 128), dan kanal 1 adalah bit paling kanan (bobot 1). Pada tahun 2027, Raka menerima lembar perintah berisi data A6 (heksadesimal) dan memeriksanya sebelum modul dihidupkan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat tentang data A6 adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Nilai desimal A6 adalah 106, karena A dibaca 10 lalu disambung dengan angka 6.
☐ B. Dalam biner, data A6 ditulis 1010 0110, karena A = 1010 dan 6 = 0110.
☐ C. Kanal yang aktif pada data tersebut adalah kanal 8, 6, 3, dan 2.
☐ D. Satu byte memerlukan tiga digit heksadesimal, karena satu digit hanya mewakili dua bit.
☐ E. Bila kanal 1 ikut diaktifkan, data berubah menjadi A7 dalam heksadesimal.

13. Papan indikator status mesin di bengkel "Maju Elektronika" (2027) memerlukan gerbang berikut, semuanya dua masukan kecuali NOT: 9 NOT, 9 AND, 6 OR, dan 3 XOR. Stok IC di

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

rak tertera pada tabel. Gerbang sisa pada satu IC tidak dapat dipakai untuk jenis gerbang lain.

IC	Isi per IC	Stok di rak
7404	6 gerbang NOT	1
7408	4 gerbang AND	1
7432	4 gerbang OR	2
7486	4 gerbang XOR	0

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Jumlah IC paling sedikit yang harus dibeli adalah ....

A. 3 IC
B. 4 IC
C. 5 IC
D. 7 IC
E. 8 IC

14. Dewi menerima tabel kebenaran hasil rancangan lampu "jalur tunggal" pada panel mesin penyortir buah di unit usaha sekolah (2027). Masukan A, B, dan C berasal dari tiga sensor jalur.

A	B	C	Y
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

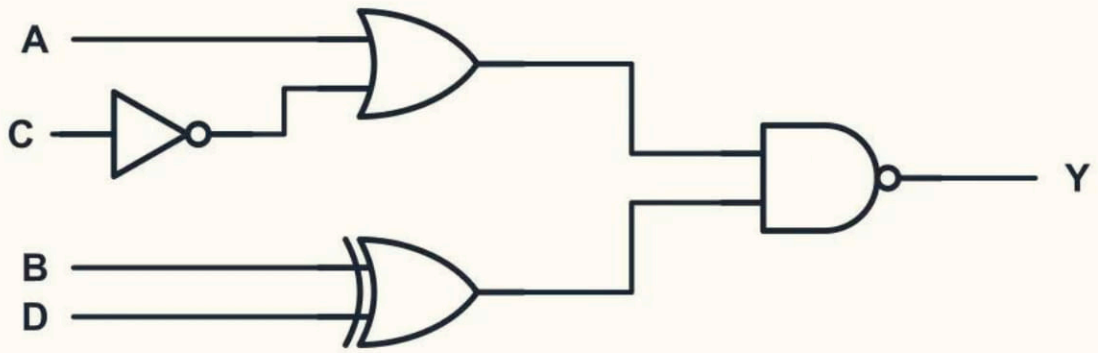
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat tentang tabel dan rangkaiannya adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Gerbang OR tiga masukan tidak sesuai, karena memberi Y = 1 juga pada baris 011, 101, 110, dan 111.
☐ B. Pada baris 000, Y bernilai 1 karena tidak ada satu pun sensor yang aktif.
☐ C. Bentuk jumlah hasil kali $Y = A' \cdot B' \cdot C + A' \cdot B \cdot C' + A \cdot B' \cdot C'$ sesuai dengan tabel.
☐ D. Bila masukan keempat D yang tidak berpengaruh ditambahkan, tabel menjadi 16 baris dengan Y = 1 pada enam baris.
☐ E. Dua gerbang XOR dua masukan bertingkat, $(A \oplus B) \oplus C$, menghasilkan kolom Y yang sama dengan tabel.

15. Ayu memeriksa rangkaian pengendali pompa pada gambar yang dirakit siswa di trainer digital pada tahun 2027. Sebelum menguji, ia harus menuliskan persamaan Boolean keluaran Y dengan masukan A, B, C, dan D di lembar kerja.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Persamaan Boolean yang tepat untuk Y adalah ....



A. $Y = (A + C') \cdot (B \oplus D)$
B. $Y = ((A + C) \cdot (B \oplus D))'$
C. $Y = ((A + C') \cdot (B \oplus D))'$
D. $Y = ((A + C') \cdot (B + D))'$
E. $Y = (A + C')' \cdot (B \oplus D)'$

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

16. Laras menerima rancangan indikator tegangan untuk lemari pengisi daya di lab dengan persamaan Y = (A + B′) · (C′ + D). Pada 2027, ia harus menghitung gerbang yang diperlukan sebelum mengambil IC dari rak. Setiap gerbang AND dan OR memiliki dua masukan, dan setiap variabel yang dibalik memakai satu gerbang NOT.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Gerbang yang diperlukan adalah ....

A. 2 NOT, 2 AND, dan 1 OR
B. 1 NOT, 2 OR, dan 1 AND
C. 2 NOT, 1 OR, dan 1 AND
D. 4 NOT, 2 OR, dan 1 AND
E. 2 NOT, 2 OR, dan 1 AND

17. Papan uji modul sensor di bengkel "Cipta Elektro" memuat rangkaian lama dengan persamaan Y = P·Q + P·Q′·R. Pada 2027, Tari diminta menyederhanakannya dengan hukum Boolean agar jumlah gerbang berkurang, lalu membuktikannya dengan tabel kebenaran.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat tentang persamaan Y adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Y dapat disederhanakan menjadi P·(Q + R).
☐ B. Y sama dengan P·Q·R pada semua kombinasi masukan.
☐ C. Bila P = 1, Q = 0, dan R = 0, keluaran Y bernilai 1.
☐ D. Bila P = 0, keluaran Y bernilai 0 untuk setiap nilai Q dan R.
☐ E. Bentuk sederhananya hanya memerlukan satu gerbang AND dan satu gerbang OR.

18. Penyedot asap solder di bengkel "Rekatronika" (2027) mengikuti aturan berikut. Penyedot menyala (Y = 1) bila tombol manual M ditekan, atau bila sensor suhu S dan sensor asap K keduanya aktif. Namun, selama sakelar servis V aktif, penyedot tidak boleh menyala sama sekali. Setiap sinyal bernilai 1 saat aktif atau ditekan. Anton menuliskan persamaan Boolean untuk dirakit di trainer.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat tentang rangkaian tersebut adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Persamaan Y = M + S·K·V′ sesuai dengan aturan tersebut.
☐ B. Persamaan Y = (M + S·K)·V′ sesuai dengan aturan tersebut.
☐ C. Selama V = 1, keluaran Y bernilai 0 untuk setiap nilai M, S, dan K.
☐ D. Bila M = 1, S = 0, K = 0, dan V = 0, keluaran Y bernilai 1.
☐ E. Persamaan yang benar memerlukan tiga gerbang AND, satu OR, dan satu NOT.

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

19. Wulan memeriksa penyederhanaan persamaan sebelum merakit rangkaian di trainer (2027). Ia membandingkan keluaran tiga persamaan untuk semua kombinasi masukan A dan B: X = A·B + A·B′, Y = A + A′·B, dan Z = A·(A + B).

A	B	X	Y	Z
0	0	0	0	0
0	1	0	1	0
1	0	1	1	1
1	1	1	1	1

(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
Kolom X sama dengan kolom A, sehingga A·B + A·B′ dapat ditulis A.	○	○
Kolom Y sama dengan kolom B, sehingga A + A′·B dapat ditulis B.	○	○
Kolom Z sama dengan kolom X, sehingga A·(A + B) setara dengan A·B + A·B′.	○	○

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

20. Siswa unit produksi memetakan keluaran pengendali lampu rak produksi ke peta Karnaugh empat variabel pada gambar (baris menunjukkan AB, kolom CD dengan urutan 00, 01, 11, 10). Mereka mencari persamaan Y yang paling sederhana sebelum merakit gerbang pada tahun 2027.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Persamaan paling sederhana (jumlah suku dan variabel paling sedikit) untuk Y adalah ....

AB \ CD	00	01	11	10
00	1	0	0	1
01	0	1	1	0
11	0	1	1	1
10	1	0	1	1

Peta Karnaugh keluaran Y

A. $Y = B' \cdot D' + B \cdot D + A \cdot C$
B. $Y = B' \cdot D' + B \cdot D$
C. $Y = A' \cdot B' \cdot D' + A \cdot B' \cdot D' + B \cdot D + A \cdot C$
D. $Y = B' \cdot D' + B \cdot D + A \cdot B \cdot C$
E. $Y = B' \cdot D' + B \cdot D + A \cdot C'$

21. Lampu menara "siap kirim" di unit pengepakan SMK menyala (1) pada kombinasi sensor ABC = 000, 010, 110, dan 111; kombinasi lainnya padam (0). Sensor A mendeteksi paket, B mendeteksi label, dan C mendeteksi segel terbuka. Pada 2027, Kirana memetakan kombinasi itu ke peta Karnaugh tiga variabel (baris A, kolom BC berurutan 00, 01, 11, 10) untuk mencari persamaan paling sederhana.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Persamaan paling sederhana (jumlah suku dan variabel paling sedikit) untuk lampu Y adalah ....

A. $Y = A' \cdot C' + B \cdot C' + A \cdot B$
B. $Y = A' \cdot B' \cdot C' + A' \cdot B \cdot C' + A \cdot B$
C. $Y = B \cdot C' + A \cdot B$
D. $Y = A' \cdot C' + A \cdot B$
E. $Y = A' \cdot B' + A \cdot B$

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

22. Ruang uji model memiliki dua pintu yang dikunci secara mekanis sehingga pintu kiri (A) dan pintu kanan (C) tidak mungkin terbuka bersamaan. Sensor B menunjukkan mode uji. Pada rancangan 2027, lampu Y menyala (1) bila pintu kanan terbuka dan pintu kiri tertutup, berapa pun nilai B. Kombinasi A = 1 dan C = 1 ditandai X (tidak peduli) pada peta Karnaugh tiga variabel.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Bila sel X boleh dianggap 1, persamaan paling sederhana untuk Y adalah Y = C.	○	○
Bila hanya X pada ABC = 101 yang dianggap 1 dan X pada ABC = 111 dianggap 0, persamaannya menjadi Y = A′·C + B′·C.	○	○
Persamaan Y = C hanya benar bila semua sel X dianggap 0.	○	○

23. Pada peta Karnaugh empat variabel (baris AB, kolom CD berurutan 00, 01, 11, 10) untuk pengendali oven pengering PCB, teknisi mengelompokkan empat sel bernilai 1 pada ABCD = 0001, 0011, 1001, dan 1011 menjadi satu kelompok yang sah. Kelompok itu melewati tepi atas dan bawah peta.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Suku hasil kelompok tersebut adalah ....

A. A′·B′·D
B. B′·D
C. B′·C·D
D. B·D′
E. B·D

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

24. Panel pengendali lampu etalase model di bengkel "Garuda Teknik" (2027) memakai tiga sensor A, B, dan C. Lampu menyala (1) pada kombinasi ABC = 000, 001, 011, 100, 101, dan 111. Siswa memetakannya ke peta Karnaugh tiga variabel (baris A, kolom BC berurutan 00, 01, 11, 10) lalu mulai mengelompokkan sel.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat tentang pengelompokan dan hasilnya adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Sel 000, 100, dan 101 dapat dikelompokkan sebagai satu kelompok tiga sel.
☐ B. Empat sel dengan C = 1 (001, 011, 101, 111) membentuk satu kelompok yang menghasilkan suku C.
☐ C. Sel 001 sudah dipakai kelompok C sehingga tidak boleh dipakai lagi oleh kelompok lain.
☐ D. Sel 000, 001, 100, dan 101 membentuk satu kelompok empat sel yang menghasilkan suku B′.
☐ E. Persamaan paling sederhana untuk lampu adalah Y = B′ + C.

25. Lampu status pada panel mesin sablon PCB menyala (1) pada kombinasi sensor ABCD = 0100, 0110, 1000, 1010, 1100, 1101, 1110, dan 1111; delapan kombinasi lainnya padam (0). Pada 2027, siswa memetakannya ke peta Karnaugh empat variabel (baris AB dan kolom CD berurutan 00, 01, 11, 10) lalu mengelompokkan sel.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat tentang pengelompokan dan hasilnya adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Sel 0100, 0110, 1100, dan 1110 dapat dikelompokkan karena kolom CD = 00 dan CD = 10 saling bertetangga.
☐ B. Sel 1100 dipakai oleh tiga kelompok sekaligus dalam persamaan paling sederhana.
☐ C. Kelompok sel 1000, 1010, 1100, dan 1110 tidak sah karena sel-selnya tidak berdampingan.
☐ D. Persamaan paling sederhana untuk lampu adalah Y = A + B.
☐ E. Persamaan paling sederhana untuk lampu adalah Y = B·D′ + A·D′ + A·B.

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 6.1 · Sistem bilangan	1, 7, 10, 12	___ / 4	Ulangi hlm. 361
Sub bab 6.2 · Gerbang logika dasar	3, 4, 5, 11, 13	___ / 5	Ulangi hlm. 373
Sub bab 6.3 · Menyusun dan membaca tabel kebenaran	2, 6, 8, 9, 14	___ / 5	Ulangi hlm. 386
Sub bab 6.4 · Persamaan Boolean dan penyederhanaan aljabar	15, 16, 17, 18, 19	___ / 5	Ulangi hlm. 401
Sub bab 6.5 · Peta Karnaugh	20, 21, 22, 23, 24, 25	___ / 6	Ulangi hlm. 417

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

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Bagian C · Simulasi TKA

Kerjakan setelah semua bab selesai. Kerjakan tiap simulasi dalam sekali duduk sesuai waktunya, tanpa membuka materi.

Daftar simulasi

Simulasi	Jumlah soal	Waktu	Kode LMS
Simulasi 1 — Prediksi TKA 2026	25 soal	60 menit	SMKTEL-FIN1
Simulasi 2 — Prediksi TKA 2026	25 soal	60 menit	SMKTEL-FIN2
Simulasi 3 — Prediksi TKA 2026	25 soal	60 menit	SMKTEL-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

SMKTEL-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-smktel&node=SMKTEL-FIN1

1. Bengkel servis Pak Yanto memiliki enam solder station yang dinyalakan sejak bengkel buka pukul 08.00 sampai tutup pukul 16.00 (2027). Catatan teknisi: setiap solder rata-rata hanya dipakai 2 jam per hari, mata solder harus diganti setiap bulan karena cepat teroksidasi, dan tagihan listrik bengkel terus naik. Pak Yanto meminta usulan untuk mengurangi pemborosan tersebut.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Usulan yang paling tepat adalah ....

A. Membeli mata solder yang lebih murah agar biaya penggantian turun
B. Mengganti solder dengan daya lebih besar agar pekerjaan lebih cepat
C. Memakai mode standby dan mematikan solder saat tidak dipakai
D. Mengirim mata solder bekas ke pengepul logam untuk didaur ulang
E. Menjadwalkan penggantian mata solder setiap dua minggu sekali

2. Ayu baru mulai PKL di bengkel servis audio (2027). Meja-meja di sana penuh: papan rusak yang tidak akan diperbaiki lagi, alat ukur, potongan kabel, komponen bekas, dan kotak suku cadang baru bercampur menjadi satu. Pembimbing meminta Ayu memulai 5R dari langkah yang paling mendasar agar langkah-langkah berikutnya efektif.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Langkah yang paling tepat dilakukan Ayu lebih dulu adalah ....

A. Menempel label nama pada setiap kotak yang ada di meja
B. Mengelap meja beserta barang-barang yang ada di atasnya
C. Membuat jadwal piket kebersihan bagi para teknisi
D. Memilah barang yang perlu dan yang tidak diperlukan
E. Menata ulang barang di meja supaya tampak lebih rapi

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

3. Pabrik perakitan modul LED (2027) menghasilkan kain majun bekas pembersih flux dan IPA, sisa pasta solder kedaluwarsa, dan kardus kemasan komponen yang bersih. Karena tempat penyimpanan sementara (TPS) limbah B3 hampir penuh, petugas lingkungan mengusulkan beberapa perubahan cara penanganan limbah. Usulan itu harus diperiksa dulu oleh penanggung jawab K3LH pabrik.
(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
Kain majun bekas pembersih flux dan IPA dimasukkan ke wadah limbah B3, tidak dicampur sampah domestik.	○	○
Limbah B3 boleh disimpan di TPS tanpa batas waktu asalkan wadahnya tertutup rapat dan berlabel.	○	○
Kardus kemasan yang bersih ikut dimasukkan ke TPS limbah B3 agar semua limbah pabrik terawasi.	○	○

4. Siswa kelas X akan mengebor lubang kaki komponen pada PCB berukuran 4 × 5 cm memakai bor PCB mini listrik (2027). Mata bor berdiameter 0,8 mm mudah patah, dan serbuk bahan PCB (serat kaca) beterbangan saat pengeboran. Beberapa siswa berambut panjang dan memakai baju lengan panjang yang longgar. Guru meminta setiap kelompok memeriksa langkah K3 sebelum mulai.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan K3 yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Memegang papan kecil itu dengan tangan agar posisi lubang lebih tepat.
☐ B. Memakai kacamata pelindung karena serpihan dan mata bor yang patah dapat terlempar.
☐ C. Memakai sarung tangan kain tebal agar jari tidak tergores mata bor yang berputar.
☐ D. Mengikat rambut dan merapatkan lengan baju sebelum mengebor.
☐ E. Membersihkan serbuk PCB dengan penyedot debu atau kain lembap, bukan ditiup.

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

5. Bagas membuka casing speaker Bluetooth yang dikunci klip plastik dan sekrup kecil (2027). Di dalamnya ada konektor kabel pita (flexible) yang tipis dan modul kecil dengan komponen SMD. Ia harus melepas modul tanpa merusak casing maupun konektor, lalu menyolder ulang satu kaki konektor baterai yang retak.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penggunaan perkakas yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Mencungkil celah casing dengan obeng minus besar agar klip cepat terlepas.
☐ B. Membuka klip casing memakai alat pencungkil plastik (spudger) di sepanjang celah.
☐ C. Memakai obeng plus yang ukuran ujungnya pas dengan kepala sekrup kecil.
☐ D. Mencabut kabel pita dengan tang kombinasi agar jepitannya kuat.
☐ E. Menyolder ulang kaki konektor memakai solder 60 W bermata besar agar cepat selesai.

6. Pada desain PCB satu layer pengendali motor (2027), jalur arus motor 2 A harus dibuat lebar. Ternyata jalur itu harus melewati celah sempit di antara dua deret pad IC, sehingga jalur lebar tidak muat; walaupun dipersempit, tepi jalur itu tetap berjarak kurang dari 0,3 mm dari pad IC. Ukuran papan tidak boleh diperbesar, dan bengkel sekolah hanya mampu membuat PCB satu layer.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penyelesaian yang paling tepat adalah ....

A. Menempatkan via agar jalur pindah ke lapisan bawah papan
B. Memasang kawat jumper di sisi komponen untuk melompati IC
C. Mengecilkan jalur motor setipis jalur sinyal agar dapat lewat
D. Mendempetkan jalur ke pad IC sampai jaraknya hanya 0,1 mm
E. Mempersempit jalur di celah IC lalu menebalkannya dengan timah

7. Andri ingin menyalakan empat lampu identik 6 V/3 W dari aki 12 V untuk lampu taman kecil (2027). Setiap lampu harus menyala normal pada tegangan 6 V, dan bila satu lampu putus, tidak boleh ada lampu lain yang mendapat lebih dari 6 V. Andri tidak memakai resistor atau regulator tambahan. Ia menggambar beberapa usulan susunan di buku kerjanya, lalu menghitung tegangan setiap lampu sebelum memilih.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Susunan yang tepat adalah ....

A. Dua pasang lampu seri yang dipasang paralel
B. Keempat lampu disusun seri pada aki 12 V
C. Keempat lampu disusun paralel pada aki 12 V
D. Satu lampu seri dengan tiga lampu yang diparalel
E. Dua pasang lampu paralel, kedua pasang disusun seri

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

8. Saat simulasi kebakaran di gedung bengkel elektronika (2027), alarm berbunyi dan asap buatan muncul dari ruang solder. Di koridor terdapat rambu persegi hijau bergambar orang berlari dengan panah ke kanan, rambu persegi merah bergambar tabung pemadam di dekat tangga, dan rambu lingkaran merah bercoret bergambar lift. Lisa berada di lantai 2 bersama teman sekelasnya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan Lisa yang sesuai dengan rambu-rambu tersebut adalah ....

A. Mengikuti arah panah hijau menuju tangga darurat tanpa memakai lift
B. Memakai lift agar cepat sampai di lantai dasar bersama teman-teman
C. Mengambil tabung pemadam lalu masuk ke ruang solder yang berasap
D. Kembali ke ruang kelas untuk mengambil tas dan laptop lebih dulu
E. Berdiam di koridor sampai ada petugas yang memberi perintah langsung

9. Menurut gambar skema, resistor R1 470 Ω dipasang seri dengan LED pada catu 9 V (2027). Dika merakitnya di papan percobaan (breadboard) yang setiap baris lima lubangnya saling tersambung. Ia menancapkan kedua kaki R1 pada baris yang sama, yaitu baris 12, dan kaki anoda LED juga di baris 12. Saat dinyalakan, LED menyala sangat terang lalu padam, sedangkan R1 tetap dingin.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penyebab yang paling tepat adalah ....

A. Nilai R1 terlalu kecil untuk catu 9 V sehingga arus LED berlebih
B. LED terpasang terbalik sehingga arus balik merusak LED itu
C. Catu 9 V terlalu tinggi untuk LED walaupun ada resistor seri
D. Breadboard rusak sehingga baris 12 terhubung ke jalur catu
E. Kedua kaki R1 terhubung singkat oleh baris yang sama

10. Wulan merakit mainan listrik dari gambar skema (2027). Pada skema terdapat simbol baterai (dua garis sejajar: satu panjang tipis dan satu pendek tebal), lingkaran bertuliskan M, lingkaran bertanda silang, tombol tekan yang kontaknya digambar sudah menyentuh kedua terminal, dan simbol bergaris-garis yang makin pendek ke bawah. Ia mencatat arti setiap simbol sebelum menyolder.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penafsiran yang tepat tentang simbol-simbol tersebut adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Lingkaran bertuliskan M adalah motor listrik.
☐ B. Garis panjang pada simbol baterai adalah kutub negatif, sehingga kabel hitam dipasang di sisi itu.
☐ C. Lingkaran bertanda silang adalah lampu.
☐ D. Simbol bergaris-garis yang makin pendek ke bawah adalah ground (titik acuan 0 V).
☐ E. Tombol tekan itu bertipe NO, sehingga rangkaian terputus sebelum tombol ditekan.

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

11. Panel 12 V DC di pos jaga sekolah memasok tiga beban yang dapat menyala bersamaan (2027). Aturan instalasi: sekering dipilih dari ukuran standar terkecil yang lebih besar daripada arus total. Ukuran standar yang tersedia: 3 A, 5 A, 10 A, 15 A, dan 20 A.

Beban	Tegangan	Daya
Lampu LED	12 V	24 W
Kipas	12 V	18 W
Radio	12 V	6 W

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

A. Sekering 3 A
B. Sekering 10 A
C. Sekering 15 A
D. Sekering 5 A
E. Sekering 20 A

12. Senter LED proyek kelompok Rina membutuhkan sumber 6 V (2027). Tempat baterainya memuat empat baterai AA 1,5 V. Rina membandingkan beberapa cara menyusun keempat baterai sebelum menyolder kabel tempat baterai ke modul LED, karena ia ingin LED menyala normal sesuai kebutuhan tegangannya. Keempat baterai itu baru dan sejenis.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Susunan baterai dan alasannya yang tepat adalah ....

A. Keempatnya paralel sehingga tegangannya 6 V
B. Keempatnya seri sehingga tegangannya 6 V
C. Keempatnya seri sehingga tegangannya 1,5 V
D. Dua seri dan dua paralel sehingga tegangannya 6 V
E. Keempatnya seri sehingga arusnya 4 kali lipat

13. Kabel sensor 4 inti sepanjang 10 m yang baru dibuat Rehan tidak berfungsi saat dipasang (2027). Ia menguji kontinuitas antara konektor ujung A dan ujung B memakai multimeter mode kontinuitas (bunyi bip = tersambung).

Ujung A	Ujung B	Hasil
1	1	bip
2	2	bip
3	3	tidak bip
4	4	tidak bip
3	4	bip
4	3	bip

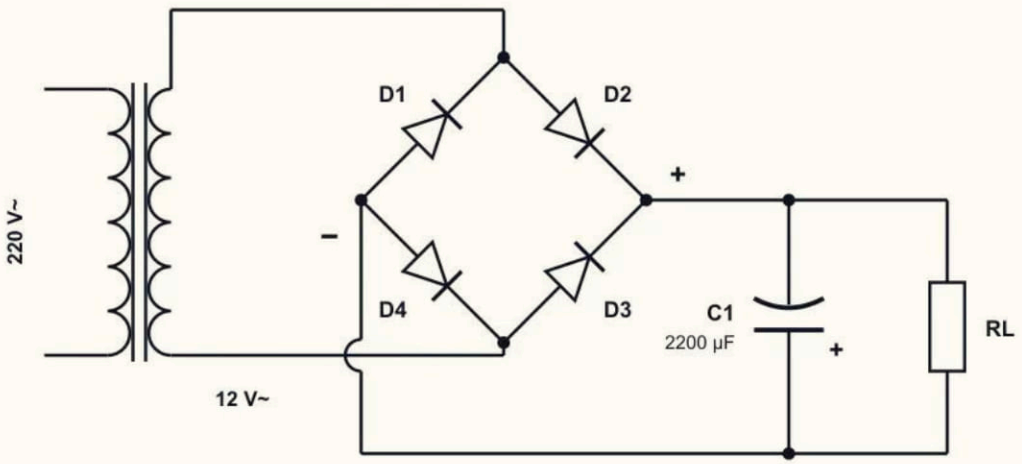
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kesimpulan yang tepat dari hasil uji tersebut adalah ....

A. Inti 3 dan 4 putus di tengah kabel
B. Inti 3 dan 4 terhubung singkat satu sama lain
C. Multimeter rusak saat menguji inti 3 dan 4
D. Inti 1 dan 2 tertukar di salah satu konektor
E. Inti 3 dan 4 tertukar di salah satu konektor

14. Vino memeriksa skema catu daya seperti pada gambar sebelum merakitnya untuk modul penguat kecil (2027). Gurunya mengingatkan bahwa ada satu kesalahan gambar yang berbahaya bila dirakit apa adanya. Vino juga harus memahami bentuk keluaran rangkaian itu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat berdasarkan skema tersebut adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Skema catu daya yang akan dirakit



Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Keempat dioda tersusun sebagai penyearah jembatan (gelombang penuh).
☐ B. Keluaran positif penyearah berada pada titik pertemuan anoda D1 dan D4.
☐ C. Kutub + C1 tersambung ke jalur negatif sehingga C1 terpasang terbalik.
☐ D. Riak tegangan keluaran berfrekuensi 50 Hz, sama dengan frekuensi jala-jala.
☐ E. Setelah C1 dipasang benar, tegangan keluaran tanpa beban mendekati tegangan puncak sekunder dikurangi tegangan dua dioda.

15. Untuk mendapatkan 6 V, Ilham menyambungkan aki 12 V ke lilitan primer trafo step-down 12 V/6 V bekas adaptor (2027). Lilitan sekunder tidak mengeluarkan tegangan apa pun, sedangkan lilitan primer menjadi panas dan kabel aki terasa hangat setelah beberapa menit. Saat trafo yang sama diberi 12 V AC, sekundernya mengeluarkan 6 V AC.

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

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

A. Lilitan sekunder trafo putus sehingga tidak ada keluaran
B. Lilitan primer dan sekunder tertukar sehingga tegangan nol
C. Aki 12 V terlalu lemah untuk mengalirkan arus ke trafo
D. Lilitan primer terhubung singkat ke inti besi trafo
E. Arus searah tidak menimbulkan induksi pada trafo

16. Pengendali kipas PWM di proyek siswa memakai register 8 bit: nilai 0 berarti kipas mati dan nilai 255 berarti kecepatan penuh (2027). Pada program, Taufik menulis nilai register dalam bentuk heksadesimal, yaitu 80. Guru meminta Taufik menyebutkan nilai desimal register itu dan memperkirakan kecepatan kipasnya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Jawaban Taufik yang tepat adalah ....

A. 128, sekitar setengah kecepatan penuh
B. 80, sekitar sepertiga kecepatan penuh
C. 8, sangat lambat atau hampir berhenti
D. 256, melebihi batas kecepatan penuh
E. 64, sekitar seperempat kecepatan penuh

17. IC NOR di lab habis, sehingga Dika menyusun rangkaian pengganti untuk persamaan Y = (A + B)′: masukan A dan B masing-masing dilewatkan gerbang NOT, lalu kedua keluarannya masuk ke gerbang AND (2027). Temannya, Sari, mengusulkan cara lain: masukan A dan B masing-masing dilewatkan gerbang NOT, lalu kedua keluarannya masuk ke gerbang OR.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Pada rangkaian Dika, bila A = 0 dan B = 1, keluaran Y bernilai 1.	○	○
Rangkaian Dika setara dengan gerbang NOR karena (A + B)′ = A′ · B′.	○	○
Rangkaian usulan Sari juga setara dengan gerbang NOR.	○	○

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

18. Penstabil tegangan sederhana pada modul sensor memakai resistor 220 Ω dari sumber 9 V dan dioda zener 5,1 V yang dipasang dari jalur keluaran ke ground (2027). Tegangan keluaran yang terukur hanya 0,7 V. Saat zener dilepas dan diuji dengan multimeter mode dioda, hasilnya seperti dioda yang baik. Sena lalu memeriksa letak gelang pada badan zener.
(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
Keluaran 0,7 V menunjukkan zener mendapat bias maju, artinya zener terpasang terbalik.	○	○
Zener itu rusak terbuka (putus), sehingga keluarannya rendah.	○	○
Pada pemasangan yang benar, katoda zener (sisi bergelang) tersambung ke jalur keluaran positif.	○	○

19. Pompa sirkulasi akuarium sekolah menyala (Y = 1) bila suhu air panas (A = 1) dan tombol "jeda pemberian pakan" tidak sedang ditekan (B = 0) (2027). Siswa menuliskan lima kemungkinan kolom keluaran berikut dan harus memilih kolom yang sesuai dengan syarat itu.

A	B	P	Q	R	S	T
0	0	0	1	0	0	1
0	1	0	0	0	1	1
1	0	1	1	1	0	0
1	1	1	0	0	0	1

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kolom keluaran yang sesuai adalah ....

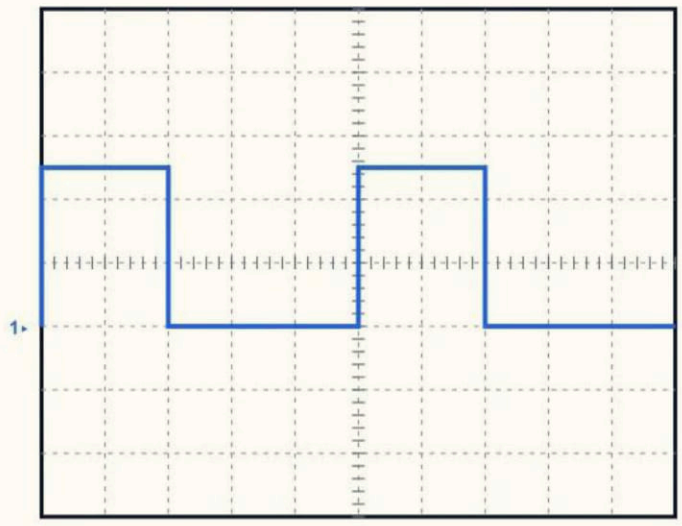
A. Kolom P
B. Kolom Q
C. Kolom R
D. Kolom S
E. Kolom T

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

20. Lampu peringatan Y pada mesin pengisi botol model menyala (1) pada kombinasi sensor ABC = 000, 001, 100, 101, dan 111; kombinasi lainnya Y = 0 (2027). Siswa memetakan kombinasi itu ke Karnaugh Map tiga variabel untuk mencari persamaan paling sederhana sebelum merangkai gerbangnya di trainer.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Persamaan paling sederhana (jumlah suku dan variabel paling sedikit) untuk Y adalah ....

A. $Y = B' + A$
B. $Y = B' + A \cdot B \cdot C$
C. $Y = A' \cdot B' + A \cdot C$
D. $Y = B' + A \cdot C$
E. $Y = B' \cdot C + A \cdot C$

21. Wina memeriksa sinyal PWM dari mikrokontroler yang mengatur kecepatan kipas pendingin panel (2027). Tampilan dan pengaturan osiloskop tampak seperti pada gambar. Spesifikasi program menyebutkan frekuensi PWM 1 kHz dengan siklus kerja (duty cycle) tertentu, dan Wina harus mencatat hasil ukurnya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Hasil ukur yang tepat adalah ....



1 kotak (div) = 5 garis kecil

Pengaturan	
CH1	2 V/div
Kopling	DC
Probe	×1
TIME/DIV	0,2 ms/div
Penanda 1▸	0 V

A. f = 1 kHz; siklus kerja 60%
B. f = 2,5 kHz; siklus kerja 40%
C. f = 1 kHz; siklus kerja 40%
D. f = 5 kHz; siklus kerja 40%
E. f = 1 kHz; siklus kerja 67%

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

22. Rangkaian penguat sensor memerlukan resistor 1,5 kΩ dengan toleransi ±1% (2027). Pada resistor 5 gelang, gelang 1–3 adalah angka, gelang 4 pengali, dan gelang 5 toleransi (coklat ±1%, emas ±5%). Kode angka: hitam 0, coklat 1, merah 2, hijau 5.

Laci	Warna gelang
1	coklat – hijau – hitam – merah – coklat
2	coklat – hijau – hitam – coklat – coklat
3	coklat – hijau – hitam – coklat – emas
4	coklat – hitam – hijau – coklat – coklat
5	coklat – hijau – hitam – hitam – coklat

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Laci yang berisi resistor sesuai kebutuhan adalah ....

A. Laci 1
B. Laci 2
C. Laci 3
D. Laci 4
E. Laci 5

23. Lab praktik baru menerima solder station berpengatur suhu dengan mata solder berlapis (2027). Guru meminta Kiki menyusun petunjuk pemakaian dan perawatan agar mata solder awet. Di lab lama, mata solder cepat menghitam, sulit dilapisi timah, dan harus sering diganti karena siswa terbiasa memakai suhu tinggi.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Petunjuk yang tepat dimasukkan Kiki adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Melapisi mata solder dengan timah tipis sebelum solder dimatikan atau ditinggal.
☐ B. Menaikkan suhu ke maksimum agar penyolderan komponen kecil lebih cepat.
☐ C. Membersihkan mata solder dengan spons lembap atau kawat kuningan sebelum menyolder.
☐ D. Memilih bentuk dan ukuran mata solder yang sesuai dengan ukuran titik solder.
☐ E. Menggosok mata solder yang menghitam dengan kikir sampai tampak mengilap.

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

24. Di gudang trainer hanya tersisa IC berisi empat gerbang NAND dua masukan (2027). Siswa harus membuat gerbang lain untuk proyek alarm memakai IC itu saja. Mereka mencatat beberapa cara merangkai gerbang NAND di buku kerja dan meminta guru memeriksanya sebelum merakit. Setiap gerbang yang dibuat akan diuji dengan tabel kebenaran.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Cara merangkai yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Gerbang NOT diperoleh dari satu NAND yang kedua masukannya disatukan.
☐ B. Gerbang AND diperoleh dari NAND yang keluarannya dibalik oleh NAND kedua sebagai NOT.
☐ C. Gerbang OR diperoleh dari satu NAND yang keluarannya dibalik oleh NAND kedua.
☐ D. Gerbang NOR diperoleh dari satu NAND yang kedua masukannya lebih dulu dibalik oleh dua NAND lain.
☐ E. Gerbang OR dapat dibuat dari tiga NAND: dua sebagai NOT pada masukan, satu sebagai NAND akhir.

25. Reza memakai potensiometer linear 10 kΩ untuk mengatur tegangan referensi 0–5 V pada modul pengatur kecepatan kipas (2027). Potensiometer itu memiliki tiga kaki: dua kaki ujung dan satu kaki tengah (wiper). Sumbernya 5 V DC, dan masukan modul berhambatan sangat besar sehingga hampir tidak menarik arus.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat tentang pemasangan potensiometer itu adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Kedua kaki ujung disambung ke 5 V dan ground, lalu kaki tengah ke masukan modul.
☐ B. Saat wiper berada di posisi tengah, tegangan keluarannya sekitar 2,5 V.
☐ C. Kaki ujung disambung ke 5 V dan kaki tengah langsung ke ground agar tegangannya dapat diatur.
☐ D. Arus yang mengalir pada jalur resistif potensiometer berubah besar saat wiper diputar.
☐ E. Arus yang mengalir melalui potensiometer sekitar 0,5 mA.

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 3, 4, 5, 10, 14, 17, 18, 23, 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 · Dunia kerja elektronika dan pengendalian limbah (waste control)	1	___ / 1	Ulangi hlm. 11
Sub bab 1.2 · Prinsip K3LH di bengkel dan makna rambu K3	4, 8	___ / 2	Ulangi hlm. 23
Sub bab 1.3 · Penanganan limbah B3 elektronik	3	___ / 1	Ulangi hlm. 41
Sub bab 1.4 · Budaya kerja 5R di bengkel dan lab	2	___ / 1	Ulangi hlm. 54
Sub bab 2.1 · Perkakas tangan dan teknik menyolder	5	___ / 1	Ulangi hlm. 81
Sub bab 2.2 · Pembuatan PCB satu layer	6	___ / 1	Ulangi hlm. 96
Sub bab 2.3 · Simbol komponen dan rangkaian listrik	10	___ / 1	Ulangi hlm. 111
Sub bab 2.4 · Membaca dan membuat gambar skema serta tata letak PCB	9	___ / 1	Ulangi hlm. 126
Sub bab 3.1 · Besaran dan karakteristik listrik dasar	12	___ / 1	Ulangi hlm. 158
Sub bab 3.2 · Hukum Ohm dan daya listrik	11	___ / 1	Ulangi hlm. 172
Sub bab 3.3 · Rangkaian seri, paralel, dan campuran	7	___ / 1	Ulangi hlm. 185
Sub bab 3.4 · Rangkaian aplikasi elektronika dasar	14	___ / 1	Ulangi hlm. 199
Sub bab 4.1 · Mengukur dengan multimeter analog dan digital	13	___ / 1	Ulangi hlm. 228
Sub bab 4.2 · Mengukur dengan osiloskop	21	___ / 1	Ulangi hlm. 243
Sub bab 4.3 · Kode nilai komponen pasif	22	___ / 1	Ulangi hlm. 257
Sub bab 4.4 · Komponen pasif dalam rangkaian: resistor, kapasitor, induktor	25	___ / 1	Ulangi hlm. 271
Sub bab 4.5 · Komponen aktif: dioda, LED, transistor, dan regulator	18	___ / 1	Ulangi hlm. 288
Sub bab 5.1 · Mesin listrik dan pengendaliannya	15	___ / 1	Ulangi hlm. 316
Sub bab 5.2 · Pengoperasian peralatan elektronika dasar	23	___ / 1	Ulangi hlm. 332
Sub bab 6.1 · Sistem bilangan	16	___ / 1	Ulangi hlm. 361

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

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 6.2 · Gerbang logika dasar	24	___ / 1	Ulangi hlm. 373
Sub bab 6.3 · Menyusun dan membaca tabel kebenaran	19	___ / 1	Ulangi hlm. 386
Sub bab 6.4 · Persamaan Boolean dan penyederhanaan aljabar	17	___ / 1	Ulangi hlm. 401
Sub bab 6.5 · Peta Karnaugh	20	___ / 1	Ulangi hlm. 417

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Simulasi 2 — Prediksi TKA 2026

SMKTEL-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-smktel&node=SMKTEL-FIN2

1. Yoga akan memperbaiki papan catu daya televisi LED di bengkel servis (2027). Papan itu memiliki kapasitor elektrolit besar pada bagian penyearah tegangan jala-jala. Televisi baru saja dimatikan dengan remote, dan lampu indikator siaganya sudah padam. Di meja tersedia obeng, multimeter, resistor pengosong berkabel dan berisolasi, serta sarung tangan kain.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Langkah K3 yang tepat sebelum Yoga menyentuh papan catu daya adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Mencabut steker televisi dari kotak kontak, tidak hanya mematikannya dengan remote.

☐ B. Mengosongkan kapasitor besar dengan menempelkan obeng langsung ke kedua kakinya.

☐ C. Mengosongkan kapasitor melalui resistor pengosong berisolasi.

☐ D. Mengukur tegangan kapasitor dengan multimeter untuk memastikan sudah mendekati 0 V.

☐ E. Menganggap papan sudah aman disentuh karena lampu indikator siaga sudah padam.

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

2. Nisa menyambung kabel serabut 0,5 mm^2 dari sensor suhu ke terminal modul kendali inkubator jamur (2027). Ujung kabel harus dikupas sekitar 6 mm tanpa ada serabut tembaga yang putus, karena serabut yang putus membuat sambungan mudah panas. Di meja tersedia pisau cutter, tang potong, tang pengupas kabel berlubang ukuran, korek api, dan gunting.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Cara mengupas yang paling tepat adalah ....

A. Membakar ujung isolasi dengan korek api lalu menariknya
B. Menyayat isolasi memutar dengan pisau cutter lalu menariknya
C. Memakai tang pengupas pada lubang ukuran kabel yang sesuai
D. Menekan isolasi dengan tang potong lalu menarik ujungnya
E. Menggunting isolasi melingkar lalu mencabutnya dengan jari

3. Kelompok Laila merancang lampu darurat portabel dengan baterai 2000 mAh (2027). Mereka mencatat arus beberapa beban yang mungkin dipasang. Lama pemakaian dihitung secara sederhana (efisiensi dianggap 100%).

Beban	Arus
LED putih	250 mA
LED putih + kipas kecil	500 mA
LED indikator	20 mA

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

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Bila hanya LED putih yang menyala, baterai dapat dipakai sekitar 8 jam.	○	○
Bila LED putih dan kipas kecil menyala bersamaan, lama pemakaian menjadi sekitar 4 jam.	○	○
Baterai 2000 mAh dapat memberi arus 2000 mA terus-menerus selama 8 jam.	○	○

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

4. Iqbal memasang LED strip 12 V pada papan nama sekolah memakai kabel sepanjang 10 m dari adaptor (2027). LED strip menarik arus 2 A, dan hambatan total kabel (pergi dan pulang) terukur 0,5 Ω. Ia heran mengapa ujung LED strip tampak sedikit redup dibandingkan saat diuji dengan kabel pendek di bengkel.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat tentang kabel tersebut adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Tegangan jatuh pada kabel sekitar 1 V.
☐ B. LED strip hanya mendapat sekitar 11 V dari adaptor 12 V.
☐ C. Daya yang hilang menjadi panas pada kabel sekitar 1 W.
☐ D. Kabel berpenampang lebih besar (hambatan lebih kecil) mengurangi tegangan jatuh.
☐ E. Bila kabel diperpanjang menjadi 20 m, tegangan jatuhnya tetap 1 V karena arusnya sama.

5. Sebelum mencetak desain PCB satu layer untuk modul timer bel sekolah (2027), kelompok Hafiz memeriksa desainnya di perangkat lunak. Desain itu memuat IC 8 kaki, relai, beberapa resistor dan kapasitor, serta jalur catu untuk relai yang dialiri arus cukup besar dibanding jalur sinyal. Mereka menulis beberapa aturan pemeriksaan di buku kerja.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Aturan pemeriksaan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Jalur yang bersilangan diselesaikan dengan mengubah rute atau memakai jumper.
☐ B. Ukuran lubang pad disesuaikan dengan diameter kaki komponen yang akan dipasang.
☐ C. Jalur dibuat sedekat mungkin satu sama lain agar ukuran papan hemat bahan.
☐ D. Jalur catu relai dibuat setipis jalur sinyal agar tampilan desain menjadi seragam dan rapi.
☐ E. Hasil cetak skala 1 : 1 dicocokkan dengan komponen asli sebelum transfer.

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

6. Unit produksi bel sekolah otomatis di SMK menerima komponen dari pemasok dalam kantong plastik kecil per butir (2027). Setiap bulan terkumpul tiga karung sampah plastik kemasan yang langsung dibuang ke TPS. Pemasok bersedia mengirim komponen dalam baki (tray) atau gulungan yang dapat dikembalikan untuk pengiriman berikutnya. Ketua unit meminta usulan pengendalian limbah.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Usulan yang paling tepat adalah ....

A. Membakar sampah plastik kemasan di halaman agar TPS tidak penuh
B. Menjual sampah plastik kemasan ke pengepul untuk didaur ulang
C. Menyimpan kantong plastik bekas untuk membungkus produk jadi
D. Meminta pemasok memakai baki yang dikembalikan tiap pengiriman
E. Mengganti pemasok dengan yang harga komponennya lebih murah

7. Rafi menggambar skema penguat mikrofon untuk laporan praktik (2027). Guru menemukan beberapa hal: sambungan empat arah digambar sebagai tanda "+" dengan titik tebal, resistor R3 tidak diberi nilai, dua jalur yang tidak tersambung menyilang tanpa titik, serta masukan berada di kanan dan keluaran di kiri.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Perbaikan yang tepat untuk skema Rafi adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Memberi nilai R3 di dekat simbolnya.
☐ B. Memberi label berbeda (GND1, GND2, GND3) pada simbol-simbol ground agar mudah dibedakan.
☐ C. Mengubah sambungan empat arah menjadi dua pertemuan "T" yang bergeser.
☐ D. Memberi titik tebal pada dua jalur yang menyilang agar gambarnya lebih jelas.
☐ E. Menata ulang gambar sehingga masukan di kiri dan keluaran di kanan.

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

8. Lab elektronika sekolah (2027) mengumpulkan sisa timah solder bertimbal dan ampasnya, botol bekas cairan IPA (mudah menyala) yang masih berisi sedikit sisa, serta potongan kabel tembaga bersih. Siswa piket diminta menyusun cara penanganan limbah itu sebelum diserahkan ke pengumpul limbah berizin pada akhir semester. Guru akan memeriksa usulan itu sebelum diterapkan.
(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
Sisa timah bertimbal dicampur dengan potongan kabel tembaga bersih agar dapat dijual sekaligus ke pengepul logam.	○	○
Botol bekas IPA ditutup rapat dan disimpan jauh dari sumber panas sampai diserahkan.	○	○
Wadah limbah diberi simbol bahaya sesuai sifatnya, misalnya beracun atau mudah menyala.	○	○

9. Sebuah perusahaan alat kesehatan rumah tangga (2027) membuka lowongan dengan uraian tugas: membuat prototipe dari rancangan awal insinyur, menguji prototipe di laboratorium, mencatat kekurangan rancangan, mengusulkan perbaikan, lalu membuat ulang prototipe sampai siap diproduksi massal. Pekerja ini tidak bertugas di lini produksi maupun melayani pelanggan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Jabatan yang paling sesuai dengan uraian tersebut adalah ....

A. Teknisi pengembangan produk (R&D)
B. Perancang tata letak PCB (layout)
C. Teknisi pengendali mutu produksi (QC)
D. Operator perakitan lini produksi
E. Teknisi servis purnajual pelanggan

10. Setelah kerja bakti 5R, ruang praktik elektronika tampak rapi (2027). Namun, tiga minggu kemudian alat kembali diletakkan sembarangan karena setiap kelas punya kebiasaan berbeda dan tidak ada yang tahu kondisi seperti apa yang dianggap benar. Kepala bengkel ingin kondisi rapi bertahan tanpa harus kerja bakti ulang setiap bulan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang paling tepat adalah ....

A. Mengadakan kerja bakti 5R ulang setiap akhir bulan
B. Menempel foto kondisi standar dan daftar periksa di meja
C. Membuang alat yang sering diletakkan sembarangan
D. Mengunci lemari alat dan hanya guru yang memegang kunci
E. Menambah rak dan laci baru di setiap sudut ruang praktik

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

11. Skema pengendali kipas otomatis kandang ayam (2027) memuat komponen RT1 yang digambar sebagai persegi panjang resistor dengan garis miring yang ujung bawahnya ditekuk mendatar, disertai tulisan "−t°". Di sebelahnya ada potensiometer VR1 untuk mengatur batas suhu. Toni harus membeli komponen RT1 di toko elektronik, dan ia hanya membawa daftar kode komponen dari skema itu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Komponen yang harus dibeli Toni untuk RT1 adalah ....

A. Resistor peka cahaya (LDR)
B. Potensiometer putar (VR)
C. Resistor peka tegangan (varistor)
D. Fotodioda penerima cahaya
E. Termistor NTC (peka suhu)

12. Gudang bahan kimia lab sekolah memiliki tiga sensor: asap (A), suhu tinggi (B), dan air bocor (C); setiap sensor memberi 1 saat aktif (2027). Lampu hijau "AMAN" harus menyala (1) hanya bila tidak ada satu pun sensor yang aktif. Siswa mendiskusikan beberapa rangkaian untuk lampu hijau tersebut.
(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. Gerbang NOR tiga masukan dengan masukan A, B, dan C sesuai untuk lampu hijau.
☐ B. Gerbang OR tiga masukan yang keluarannya dibalik NOT setara dengan NOR tiga masukan.
☐ C. Gerbang NAND tiga masukan sesuai karena keluarannya 1 saat semua sensor 0.
☐ D. Gerbang OR tiga masukan langsung sesuai untuk lampu hijau.
☐ E. NOT pada setiap sensor lalu AND tiga masukan juga sesuai untuk lampu hijau.

13. Kipas angin di ruang guru berdengung saat dinyalakan tetapi baling-balingnya tidak berputar (2027). Bila baling-baling didorong dengan tangan (setelah memakai pengaman), kipas langsung berputar normal ke arah mana pun ia didorong. Poros terasa lancar diputar saat kipas mati, dan sekering tidak putus. Kipas itu memakai motor induksi satu fase dengan kapasitor.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penyebab yang paling mungkin adalah ....

A. Kapasitor motor rusak sehingga tidak ada medan putar awal
B. Lilitan motor putus sehingga tidak ada arus yang mengalir
C. Bantalan poros kering sehingga baling-baling tertahan
D. Tegangan jala-jala terlalu tinggi sehingga motor terkunci
E. Sakelar kecepatan rusak sehingga arus tidak sampai ke motor

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

14. Modul mikrokontroler buatan siswa sering mengulang (reset) sendiri ketika relai di papan yang sama berbunyi (2027). Ternyata kapasitor 100 nF yang seharusnya dipasang di antara kaki VCC dan GND mikrokontroler belum terpasang. Siswa mengusulkan beberapa cara pemasangan; di gudang tersedia kapasitor 100 nF dan elko 100 µF.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Cara pemasangan yang paling tepat adalah ....

A. Kapasitor 100 nF dipasang seri pada jalur VCC menuju IC
B. Kapasitor 100 nF dipasang di konektor catu, jauh dari IC
C. Elko 100 µF dipasang paralel dengan kumparan relai
D. Kapasitor 100 nF dipasang paralel dengan resistor basis
E. Kapasitor 100 nF dipasang paralel VCC–GND dekat kaki IC

15. Lampu tangga sekolah memakai rangkaian penunda: setelah tombol dilepas, kapasitor 100 µF mengosong melalui resistor 47 kΩ ke basis transistor, sehingga relai dan lampu tetap menyala beberapa saat (2027). Saat ini lampu padam sekitar 5 detik setelah tombol dilepas, padahal dibutuhkan sekitar 10 detik. Catu daya 12 V dan relai 12 V sudah sesuai.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Perubahan yang paling tepat adalah ....

A. Mengganti kapasitor dengan 220 µF tegangan kerja sama
B. Mengganti kapasitor dengan 47 µF tegangan kerja sama
C. Mengganti resistor dengan 22 kΩ daya yang sama
D. Menaikkan tegangan catu dari 12 V menjadi 24 V
E. Mengganti relai 12 V dengan relai 5 V yang lebih peka

16. Tim OSIS menyiapkan sistem audio untuk upacara: mikrofon dan laptop ke mixer, mixer ke amplifier, lalu amplifier ke speaker (2027). Label amplifier: "Beban minimum 8 Ω". Tersedia dua speaker 8 Ω. Arif, siswa jurusan elektronika, diminta menyusun langkah pengoperasian agar peralatan aman dan suara jernih.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Langkah pengoperasian yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Menyalakan mixer lebih dulu, lalu amplifier terakhir dengan volume minimum.
☐ B. Menyambung kedua speaker 8 Ω secara paralel ke satu keluaran amplifier itu.
☐ C. Mematikan amplifier lebih dulu sebelum mixer saat acara selesai.
☐ D. Memastikan kabel speaker terpasang sebelum amplifier dinyalakan.
☐ E. Menaikkan gain mixer sampai indikator merah (clip) menyala terus agar suara keras.

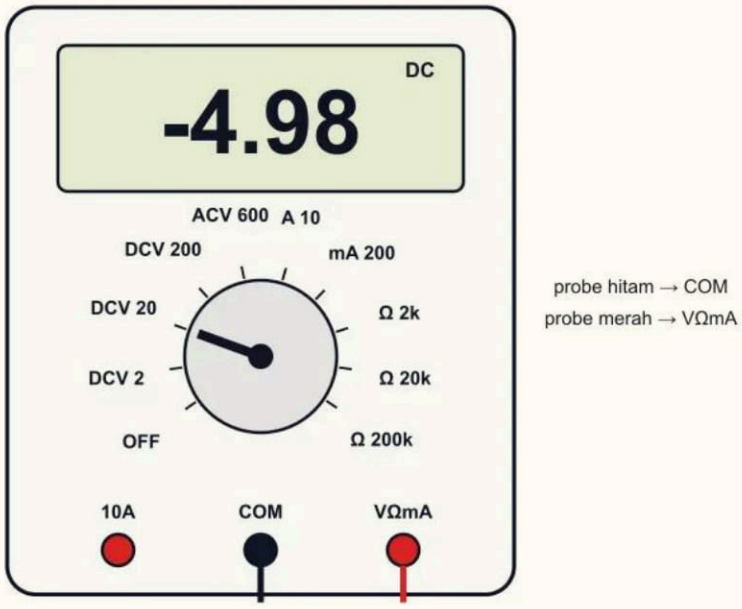
17. Penampil dua digit 7-segmen pada papan skor lomba robot menerima data 8 bit dalam bentuk BCD (binary coded decimal): 4 bit kiri untuk digit puluhan dan 4 bit kanan untuk digit satuan (2027). Saat diuji, data yang dikirim adalah 0111 1001. Juri ingin memastikan

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

angka yang akan tampil.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Angka yang tampil pada penampil adalah ....

A. 121
B. 79
C. 97
D. 7
E. 16

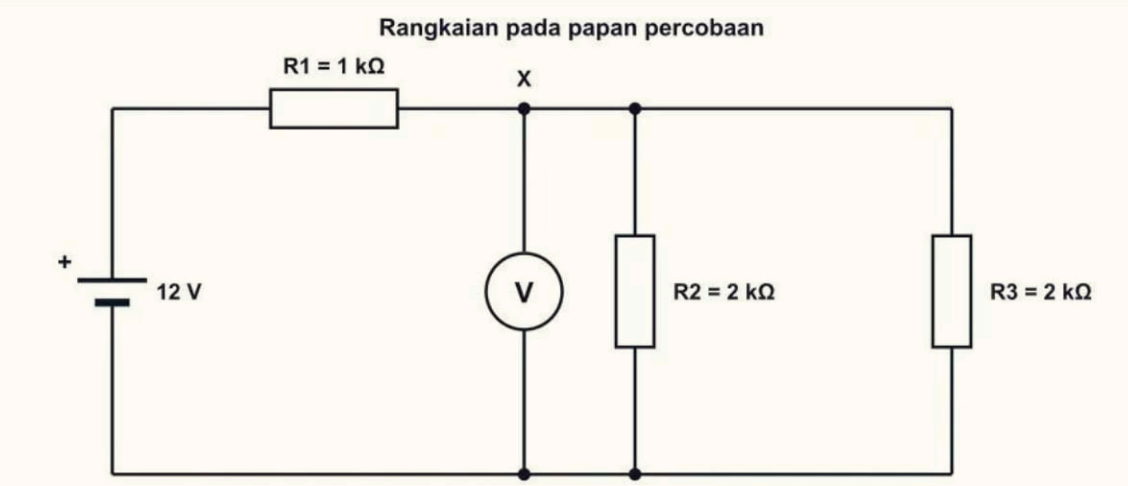
18. Gilang mengukur tegangan paket baterai empat sel NiMH untuk robot line follower (2027). Posisi selektor, colokan probe, dan tampilan multimeter digital tampak seperti pada gambar. Hasilnya harus ditulis di lembar uji beserta keterangan cara pengukurannya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penafsiran yang tepat dari tampilan multimeter tersebut adalah ....



A. Baterai rusak karena tegangannya bernilai negatif
B. Tegangan 49,8 V sehingga batas ukur perlu dinaikkan
C. Tegangan 0,498 V karena koma dibaca pada batas 20
D. Tegangan 4,98 V; probe merah di kutub negatif baterai
E. Multimeter perlu dikalibrasi karena muncul tanda minus

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

19. Mira merakit rangkaian pada papan percobaan seperti pada gambar (2027). Voltmeter dipasang antara titik X dan jalur bawah (negatif). Ia mencatat pembacaan voltmeter, lalu melepas R3 dari papan dan mencatat pembacaan berikutnya. Voltmeter dianggap tidak memengaruhi rangkaian.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pembacaan voltmeter sebelum dan sesudah R3 dilepas adalah ....



A. Sebelum 6 V, sesudah tetap 6 V
B. Sebelum 6 V, sesudah naik 8 V
C. Sebelum 4 V, sesudah naik 8 V
D. Sebelum 6 V, sesudah naik 12 V
E. Sebelum 8 V, sesudah turun 6 V

20. Modul sensor membutuhkan 5 V dengan arus 0,5 A. Damar memakai IC regulator 7805 dengan masukan dari adaptor 9 V (2027). Setelah beberapa menit, badan regulator terasa panas. Temannya menyarankan memakai adaptor 15 V karena "tegangan masukan yang lebih tinggi membuat regulator bekerja lebih ringan".
(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
Daya yang berubah menjadi panas pada regulator sekitar 2 W.	○	○
Dengan adaptor 15 V, panas regulator berkurang karena keluarannya tetap 5 V.	○	○
Keluaran tetap 5 V selama tegangan masukan beberapa volt di atas 5 V.	○	○

21. Rangkaian filter memerlukan kapasitor film 100 nF dengan tegangan kerja minimal 100 V dan toleransi ±5% (2027). Pada badan kapasitor tertulis kode seperti "2A104J". Legenda di

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

gudang: kode tegangan 1H = 50 V, 1J = 63 V, 2A = 100 V; tiga angka = nilai dalam pF (angka ketiga = jumlah nol); huruf J = ±5%, K = ±10%.

Laci	Kode pada kapasitor
1	1H104J
2	2A103J
3	2A104J
4	2A104K
5	1J104J

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Laci yang berisi kapasitor sesuai kebutuhan adalah ....

A. Laci 1
B. Laci 2
C. Laci 3
D. Laci 4
E. Laci 5

22. Ratna mengukur keluaran sinus 50 Hz dari generator fungsi di bengkel (2027). Osiloskop menunjukkan tegangan puncak-ke-puncak 10 Vpp, sedangkan multimeter digital pada mode V~ menunjukkan sekitar 3,5 V. Temannya menduga salah satu alat rusak karena angkanya jauh berbeda. Kedua alat baru saja dipakai normal untuk pengukuran lain.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat tentang hasil pengukuran itu adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Multimeter rusak karena seharusnya menunjukkan 10 V seperti osiloskop.
☐ B. Tegangan puncak sinyal tersebut adalah 5 V.
☐ C. Nilai efektif sekitar 0,707 × 5 V ≈ 3,5 V, sehingga kedua alat tidak bertentangan.
☐ D. Nilai efektif dihitung 0,707 × 10 V = 7,07 V, sehingga multimeter salah baca.
☐ E. Perbedaan terjadi karena osiloskop menampilkan nilai puncak-ke-puncak, sedangkan multimeter nilai efektif.

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

23. Rangkaian pengendali pintu otomatis dirancang dengan persamaan $Y = A \cdot B + C'$ (2027). Setelah dirakit di trainer, siswa mencatat keluaran pada setiap kombinasi masukan. Satu baris hasil uji ternyata tidak sesuai rancangan, sehingga ada kabel yang salah sambung.

Baris	A	B	C	Y hasil uji
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	1	1	0
4	1	0	1	1
5	1	1	1	1

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Baris hasil uji yang tidak sesuai rancangan adalah ....

A. Baris 1
B. Baris 2
C. Baris 3
D. Baris 4
E. Baris 5

24. Bel istirahat otomatis di sekolah harus berbunyi (Y = 1) bila jam pewaktu menunjukkan waktu istirahat (A = 1) dan hari itu hari sekolah (B = 1), atau bila petugas menekan tombol manual (C = 1) kapan pun (2027). Siswa menuliskan persamaan Boolean untuk dirangkai di trainer.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Persamaan Boolean yang tepat adalah ....

A. $Y = (A + B) \cdot C$
B. $Y = A \cdot (B + C)$
C. $Y = A \cdot B + C$
D. $Y = A + B \cdot C$
E. $Y = A \cdot B \cdot C$

25. Pompa pengisi tandon sekolah memakai sensor A (tandon penuh), B (tandon kosong), dan sakelar C (mode manual) (2027). Kombinasi A = 1 dan B = 1 tidak mungkin terjadi sehingga ditandai X. Siswa mengisi Karnaugh Map berikut (kolom BC berurutan 00, 01, 11, 10) untuk mencari persamaan pompa Y yang paling sederhana.

A \ BC	00	01	11	10
0	0	1	1	1
1	0	0	X	X

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

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

Persamaan paling sederhana (jumlah suku dan variabel paling sedikit) untuk Y adalah ....

A. $Y = A' \cdot B + A' \cdot C$

B. $Y = B + C$

C. $Y = A' + B$

D. $Y = B \cdot C + A' \cdot C$

E. $Y = B + A' \cdot C$

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, 3, 4, 5, 7, 8, 12, 16, 20, 22): 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 · Dunia kerja elektronika dan pengendalian limbah (waste control)	6, 9	___ / 2	Ulangi hlm. 11
Sub bab 1.2 · Prinsip K3LH di bengkel dan makna rambu K3	1	___ / 1	Ulangi hlm. 23
Sub bab 1.3 · Penanganan limbah B3 elektronik	8	___ / 1	Ulangi hlm. 41
Sub bab 1.4 · Budaya kerja 5R di bengkel dan lab	10	___ / 1	Ulangi hlm. 54
Sub bab 2.1 · Perkakas tangan dan teknik menyolder	2	___ / 1	Ulangi hlm. 81
Sub bab 2.2 · Pembuatan PCB satu layer	5	___ / 1	Ulangi hlm. 96
Sub bab 2.3 · Simbol komponen dan rangkaian listrik	11	___ / 1	Ulangi hlm. 111
Sub bab 2.4 · Membaca dan membuat gambar skema serta tata letak PCB	7	___ / 1	Ulangi hlm. 126
Sub bab 3.1 · Besaran dan karakteristik listrik dasar	3	___ / 1	Ulangi hlm. 158
Sub bab 3.2 · Hukum Ohm dan daya listrik	4	___ / 1	Ulangi hlm. 172
Sub bab 3.3 · Rangkaian seri, paralel, dan campuran	19	___ / 1	Ulangi hlm. 185
Sub bab 3.4 · Rangkaian aplikasi elektronika dasar	15	___ / 1	Ulangi hlm. 199
Sub bab 4.1 · Mengukur dengan multimeter analog dan digital	18	___ / 1	Ulangi hlm. 228
Sub bab 4.2 · Mengukur dengan osiloskop	22	___ / 1	Ulangi hlm. 243
Sub bab 4.3 · Kode nilai komponen pasif	21	___ / 1	Ulangi hlm. 257
Sub bab 4.4 · Komponen pasif dalam rangkaian: resistor, kapasitor, induktor	14	___ / 1	Ulangi hlm. 271
Sub bab 4.5 · Komponen aktif: dioda, LED, transistor, dan regulator	20	___ / 1	Ulangi hlm. 288
Sub bab 5.1 · Mesin listrik dan pengendaliannya	13	___ / 1	Ulangi hlm. 316
Sub bab 5.2 · Pengoperasian peralatan elektronika dasar	16	___ / 1	Ulangi hlm. 332
Sub bab 6.1 · Sistem bilangan	17	___ / 1	Ulangi hlm. 361

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

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 6.2 · Gerbang logika dasar	12	___ / 1	Ulangi hlm. 373
Sub bab 6.3 · Menyusun dan membaca tabel kebenaran	23	___ / 1	Ulangi hlm. 386
Sub bab 6.4 · Persamaan Boolean dan penyederhanaan aljabar	24	___ / 1	Ulangi hlm. 401
Sub bab 6.5 · Peta Karnaugh	25	___ / 1	Ulangi hlm. 417

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Simulasi 3 — Prediksi TKA 2026

SMKTEL-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-smktel&node=SMKTEL-FIN3

1. Sebelum mengebor PCB, Rina harus memilih mata bor yang sesuai dengan diameter kaki komponen (2027). Kaki dioda daya terlihat lebih tebal daripada kaki resistor. Ukuran mata bor yang tersedia 0,8 mm; 1,0 mm; 1,3 mm; dan 1,5 mm, sehingga diameter kaki harus diukur sampai sepersepuluh milimeter. Di bengkel tersedia jangka sorong, penggaris 30 cm, dan meteran gulung.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Cara yang paling tepat adalah ....

A. Mengukur diameter kaki dengan jangka sorong
B. Mengukur diameter kaki dengan penggaris 30 cm
C. Menaksir diameter kaki dari gambar di katalog
D. Mengukur diameter kaki dengan meteran gulung
E. Mencoba mata bor satu per satu pada papan jadi

2. Untuk memantau tegangan aki 12 V dengan masukan analog mikrokontroler yang batas maksimumnya 5 V, Bayu memasang pembagi tegangan: R1 = 20 kΩ dari kutub + aki ke titik keluaran, dan R2 = 10 kΩ dari titik keluaran ke ground (2027). Masukan mikrokontroler hampir tidak menarik arus.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat tentang rangkaian tersebut adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Pada aki 12 V, tegangan keluaran pembagi adalah 4 V.
☐ B. Bila posisi R1 dan R2 tertukar, keluaran pada aki 12 V tetap 4 V.
☐ C. Bila tegangan aki naik menjadi 15 V, keluaran menjadi 5 V, tepat di batas masukan.
☐ D. Arus yang mengalir melalui pembagi pada aki 12 V sekitar 0,4 A.
☐ E. Arus yang mengalir melalui pembagi pada aki 12 V sekitar 0,4 mA.

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

3. OSIS mengadakan pengumpulan sampah elektronik dari warga sekolah (2027): ponsel rusak, baterai bekas, lampu hemat energi bekas, kabel, dan charger. Siswa jurusan elektronika diminta menyusun aturan pengumpulan sebelum barang diserahkan ke pengumpul limbah B3 berizin pada akhir bulan. Pengumpulan dilakukan di ruang OSIS selama dua minggu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Aturan pengumpulan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Ponsel rusak dibongkar dulu oleh siswa agar komponen berharganya dapat dijual terpisah.
☐ B. Baterai dikumpulkan di wadah terpisah dengan terminal ditutup selotip.
☐ C. Lampu hemat energi bekas disimpan utuh dalam kardus agar tidak pecah.
☐ D. Setiap jenis barang dicatat jumlahnya sebelum diserahkan.
☐ E. Barang-barang dicampur dalam satu karung agar penyerahan lebih praktis.

4. Setelah papan hasil transfer toner direndam dalam FeCl3 selama 25 menit, Dodi melihat beberapa bercak tembaga di sela jalur tidak ikut larut, padahal bagian lain sudah bersih (2027). Diperiksa dengan kaca pembesar, bercak itu tertutup lapisan tipis serat kertas putih yang masih menempel sejak transfer toner. Jalur-jalur lain dalam keadaan baik.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang paling tepat adalah ....

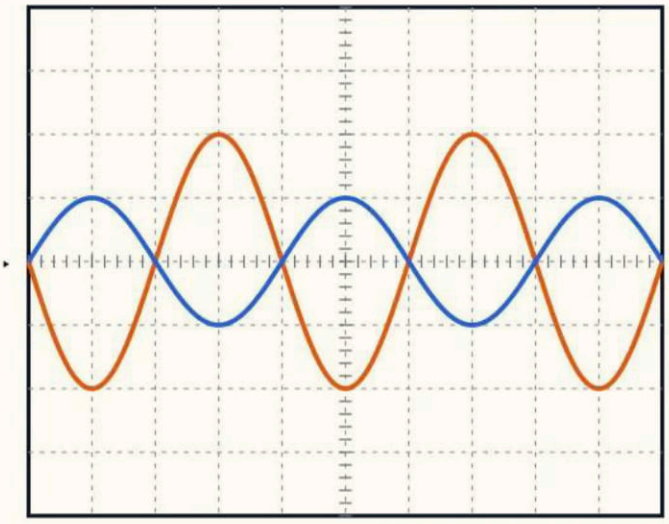
A. Merendam papan dua kali lebih lama agar bercak ikut larut
B. Mengikis bercak dengan cutter setelah papan selesai larut
C. Mengangkat papan, menggosok sisa kertas, lalu larutkan lagi
D. Menambahkan FeCl3 baru ke larutan agar menjadi lebih pekat
E. Menutup bercak dengan spidol permanen agar papan tampak rapi

5. Di lini perakitan papan kontrol, setiap meja memiliki gelas plastik terbuka berisi IPA (alkohol) untuk membersihkan sisa flux (2027). Gelas diisi penuh setiap pagi, dan pada sore hari isinya tinggal separuh walaupun hanya sedikit dipakai. Ruangan juga berbau alkohol, dan pemakaian IPA bulanan dua kali lipat dari perkiraan. Supervisor meminta usulan untuk mengurangi pemborosan ini.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Usulan yang paling tepat adalah ....

A. Membeli IPA dalam jeriken besar agar harga per liternya murah
B. Memakai botol dispenser tertutup yang mengeluarkan IPA sedikit
C. Mengganti IPA dengan air keran agar tidak ada cairan yang menguap
D. Menambah kipas angin agar bau alkohol cepat hilang dari ruangan
E. Mengisi gelas terbuka hanya setengah setiap pagi agar tidak luber

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

6. Ilham menguji penguat sinyal kecil buatan kelompoknya (2027). Kanal 1 osiloskop disambung ke masukan penguat dan kanal 2 ke keluarannya. Tampilan dan pengaturan osiloskop seperti pada gambar. Lembar uji meminta penguatan tegangan (Vpp keluaran ÷ Vpp masukan) dan hubungan fase kedua sinyal.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Hasil analisis yang tepat adalah ....



CH1 = masukan penguat, CH2 = keluaran penguat

Pengaturan	
CH1 (biru)	**0,5 V/div**
CH2 (oranye)	**2 V/div**
Probe	**×1, ×1**
TIME/DIV	**0,5 ms/div**
Garis 0 V	**tengah**

A. Penguatan 2 kali; keluaran berbalik fase
B. Penguatan 8 kali; keluaran sefase
C. Penguatan 8 kali; keluaran berbalik fase
D. Penguatan 0,125 kali; berbalik fase
E. Penguatan 16 kali; keluaran berbalik fase

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

7. Tim PKL memasang kamera CCTV di dinding atas kantin sekolah memakai tangga lipat setinggi 3 meter (2027). Langit mulai mendung, dan di dekat atap kantin melintas kabel jaringan listrik udara. Ketua tim, Dimas, ingin pekerjaan selesai sebelum jam istirahat sehingga beberapa anggota mengusulkan cara kerja yang cepat.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan K3 yang tepat dalam pekerjaan tersebut adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Membawa kamera dan perkakas di kedua tangan saat menaiki tangga agar naik satu kali saja.
☐ B. Memastikan kaki tangga berdiri di permukaan rata dan dipegangi rekan selama dipakai.
☐ C. Menunda pekerjaan bila hujan atau angin kencang datang.
☐ D. Bekerja sendirian tanpa pengawas karena pemasangan hanya sebentar.
☐ E. Menjaga jarak aman dari kabel jaringan listrik udara di dekat atap.

8. Lab elektronika sekolah sudah menerapkan 5R (2027). Setiap meja kini memiliki papan alat bergambar bentuk alat, laci komponen berlabel, dan daftar periksa yang diisi siswa piket setiap akhir praktik. Seorang siswa berpendapat bahwa setelah semua laci berlabel, kegiatan membersihkan meja tidak perlu lagi. Guru meminta kelas menilai beberapa pernyataan tentang penerapan 5R itu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Papan alat bergambar bentuk alat memudahkan melihat alat yang belum dikembalikan.	○	○
Daftar periksa yang diisi setiap akhir praktik membantu mempertahankan kondisi lab.	○	○
Karena laci sudah berlabel, meja tidak perlu dibersihkan setelah praktik.	○	○

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

9. Rangkaian sensor memerlukan resistor tepat 1,5 kΩ, tetapi di laci hanya ada resistor 1 kΩ (banyak), 2,2 kΩ (dua buah), dan 3,3 kΩ (satu buah) (2027). Andi diminta menyusun gabungan resistor yang nilainya tepat 1,5 kΩ dengan jumlah resistor sesedikit mungkin. Ia menuliskan lima usulan susunan di buku kerjanya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Usulan susunan yang tepat adalah ....

A. Tiga resistor 1 kΩ disusun paralel
B. Resistor 2,2 kΩ diparalel dengan 3,3 kΩ
C. Dua 1 kΩ seri, lalu diparalel dengan 1 kΩ
D. 1 kΩ seri dengan dua 1 kΩ yang diparalel
E. Dua resistor 2,2 kΩ disusun paralel

10. Mesin solder celup (solder pot) di lini produksi diberi rambu segitiga kuning bergambar garis bergelombang di atas permukaan ("awas permukaan panas") dan rambu lingkaran biru bergambar sarung tangan serta pelindung wajah (2027). Lukman, operator baru, diminta membersihkan kerak timah (dross) di permukaan solder pot yang masih menyala.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan Lukman yang sesuai dengan rambu tersebut adalah ....

A. Membersihkan kerak memakai tangan berbalut kain basah
B. Mematikan mesin lalu langsung memegang dinding pot
C. Memakai sarung tangan karet tipis agar gerakan lincah
D. Memakai sarung tangan tahan panas dan pelindung wajah
E. Membersihkan cepat-cepat tanpa APD agar tidak lama

11. Untuk memantau arus motor pompa model, Hani memasang resistor shunt 0,1 Ω seri dengan motor pada catu 12 V (2027). Saat motor bekerja, tegangan pada kedua kaki shunt terukur 0,25 V. Hani ingin memastikan rating shunt sesuai dan memahami hubungan tegangan shunt dengan arus motor.
(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
Arus motor yang terukur adalah 0,025 A.	○	○
Daya yang diserap shunt sekitar 0,625 W, sehingga shunt 1/4 W tidak sesuai.	○	○
Bila arus motor naik menjadi 3 A, tegangan shunt menjadi 0,3 V.	○	○

12. Pada skema lampu indikator, katoda LED1 tersambung ke ground dan anodanya ke resistor R1 (2027). Pada silkscreen PCB, gambar lingkaran LED1 memiliki sisi datar di dekat pad yang jalurnya menuju ground. LED yang akan dipasang Meli kakinya sudah

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

terpotong sama panjang, tetapi badannya juga memiliki sisi datar di salah satu sisi.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Cara pemasangan LED1 yang tepat adalah ....

A. Sisi datar LED menghadap pad yang menuju R1
B. Kaki mana pun dipasang, lalu dibalik bila tidak menyala
C. Sisi datar LED menghadap ke luar papan agar mudah dilihat
D. Kaki yang dekat sisi datar dipasang ke pad yang menuju R1
E. Sisi datar LED disejajarkan dengan sisi datar silkscreen

13. Skema pemancar FM mini untuk praktik (2027) memuat beberapa simbol: garis tegak dengan dua cabang miring di ujung atas sehingga menyerupai huruf Y; dua garis sejajar yang ditembus panah miring; lingkaran dengan garis tegak yang menyinggung sisi kirinya dari luar; deretan lengkungan bersambung; dan tiga garis mendatar yang makin pendek ke bawah. Hana mencatat nama setiap simbol sebelum menyiapkan komponen.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penafsiran yang tepat tentang simbol-simbol tersebut adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Garis tegak bercabang di ujung atas adalah antena.
☐ B. Dua garis sejajar yang ditembus panah miring adalah kapasitor variabel untuk menala frekuensi.
☐ C. Deretan lengkungan bersambung adalah resistor kawat yang menghambat arus searah.
☐ D. Lingkaran dengan garis tegak yang menyinggung sisi kirinya adalah mikrofon.
☐ E. Tiga garis mendatar yang makin pendek ke bawah adalah baterai tiga sel.

14. Dina ingin mengukur arus LED indikator (perkiraan sekitar 15 mA) pada rangkaian 5 V yang sudah dirakit (2027). Multimeter digitalnya memiliki lubang 10A, COM, dan VΩmA, serta posisi selektor arus 200 mA dan 10 A. Hasil pengukuran harus dicatat sampai satuan mA, karena akan dibandingkan dengan hasil hitungan di lembar kerja.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Cara pengukuran yang paling tepat adalah ....

A. Jalur LED diputus, multimeter seri, probe merah di lubang 10A, selektor 10 A
B. Probe ditempelkan ke kedua kaki LED, selektor 200 mA, tanpa memutus jalur
C. Jalur LED diputus, multimeter seri, probe merah di VΩmA, selektor DCV
D. Multimeter dipasang paralel dengan resistor LED, selektor pada 200 mA
E. Jalur LED diputus, multimeter seri, probe merah di VΩmA, selektor 200 mA

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

15. Tim drone sekolah membandingkan lima paket baterai untuk lomba (2027). Mereka ingin memilih paket yang menyimpan energi terbesar (dalam Wh), karena aturan lomba membatasi jumlah paket yang dibawa.

Paket	Tegangan	Kapasitas
P	3,7 V	5000 mAh
Q	7,4 V	3000 mAh
R	12 V	1500 mAh
S	11,1 V	1800 mAh
T	3,7 V	5500 mAh

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Paket yang menyimpan energi terbesar adalah ....

A. Paket Q
B. Paket P
C. Paket R
D. Paket S
E. Paket T

16. Putri memeriksa lima resistor bergelang merah–merah–coklat–emas dari satu kantong dengan multimeter digital (2027). Kode warna itu bernilai 220 Ω dengan toleransi ±5%. Resistor yang hasil ukurnya di luar batas toleransi akan dipisahkan dan dikembalikan ke pemasok.

Resistor	Hasil ukur
R1	218 Ω
R2	229 Ω
R3	232 Ω
R4	211 Ω
R5	225 Ω

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Resistor yang harus dipisahkan adalah ....

A. R4, karena terukur 211 Ω
B. R3, karena terukur 232 Ω
C. R2, karena terukur 229 Ω
D. R1, karena terukur 218 Ω
E. R5, karena terukur 225 Ω

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

17. Sari akan memeriksa elko 470 µF ±20% dari papan penguat yang diduga mengering, memakai multimeter digital yang memiliki mode kapasitansi (2027). Papan baru saja dicabut dari catu daya, dan elko masih terpasang di papan bersama banyak komponen lain. Guru meminta Sari menyusun langkah pengujian yang benar.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Langkah pengujian yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Mengosongkan muatan elko sebelum diukur.
☐ B. Melepas elko dari papan agar komponen lain tidak ikut terukur.
☐ C. Mengukur elko saat papan dinyalakan agar hasil sesuai kondisi kerja.
☐ D. Memakai mode ohm karena nilai kapasitansi sebanding dengan hambatannya.
☐ E. Membandingkan hasil dengan nilai pada badan elko beserta toleransinya.

18. Siswa membuat rangkaian pembanding untuk mesin penyortir botol: sensor A dan sensor B masing-masing memberi 1 bila mendeteksi tutup botol (2027). Lampu hijau Y harus menyala (1) bila kedua sensor memberi hasil yang SAMA, dan buzzer Z berbunyi (1) bila hasil kedua sensor BERBEDA, tanda salah satu sensor kotor.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat tentang rangkaian tersebut adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Lampu hijau Y dapat memakai gerbang XNOR dengan masukan A dan B.
☐ B. Lampu hijau Y dapat memakai gerbang AND karena menyala saat kedua sensor bernilai 1.
☐ C. Buzzer Z dapat memakai gerbang XOR dengan masukan A dan B.
☐ D. Keluaran gerbang XOR yang dibalik NOT dapat dipakai untuk lampu hijau Y.
☐ E. Bila A = 1 dan B = 1, buzzer berbunyi karena kedua sensor aktif.

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

19. LED indikator pada papan percobaan tetap menyala redup sekitar satu detik setelah sakelar catu dimatikan (2027). Di dekat LED terdapat elko 1000 µF yang terpasang paralel dengan LED dan resistornya; hambatan jalur LED dan resistor diperkirakan sekitar 1 kΩ. Siswa berdiskusi tentang penyebab dan cara mengubah lamanya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat tentang peristiwa tersebut adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Elko menghasilkan tegangan sendiri sehingga LED dapat menyala terus selama elko terpasang.

☐ B. Elko melepaskan muatan yang tersimpan melalui LED dan resistor setelah catu diputus.

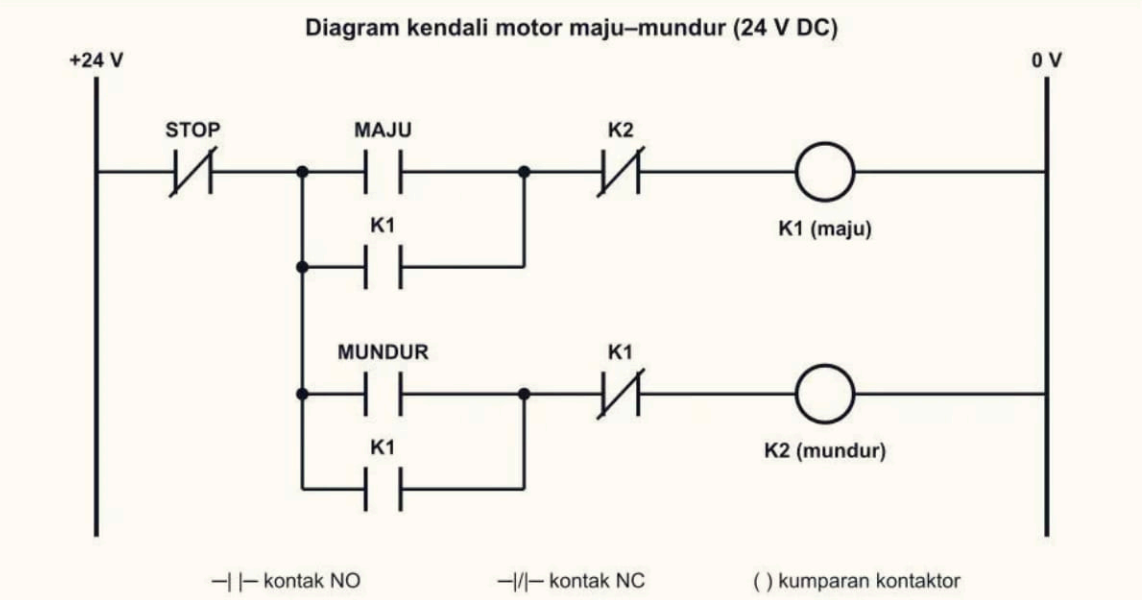
☐ C. Konstanta waktu R × C rangkaian itu sekitar 1 detik.

☐ D. Mengganti elko dengan 100 µF membuat LED menyala lebih lama setelah catu diputus.

☐ E. Bila resistor seri LED diperbesar, pengosongan elko melalui jalur itu berlangsung lebih lambat.

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

20. Fikri menggambar diagram kendali motor DC konveyor yang dapat berputar maju dan mundur memakai kontaktor K1 (maju) dan K2 (mundur), seperti pada gambar (2027). Tombol MAJU dan MUNDUR bertipe NO, sedangkan STOP bertipe NC. Sebelum dirakit, guru meminta Fikri memperkirakan kerja rangkaian bila dirakit persis seperti gambarnya. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Keadaan yang akan terjadi bila rangkaian dirakit sesuai gambar adalah ....



A. Maju dan mundur sama-sama terkunci setelah tombolnya dilepas
B. Maju terkunci normal, mundur berjalan hanya selama tombol ditekan
C. Mundur terkunci normal, maju berjalan hanya selama tombol ditekan
D. Kedua kontaktor dapat aktif bersamaan sehingga catu terhubung singkat
E. Motor tidak dapat mundur karena kumparan K2 tidak teraliri arus

21. Siswa mendata alamat lima modul yang tersambung ke mikrokontroler proyek stasiun cuaca sekolah (2027). Alamat ditulis di lembar data dalam heksadesimal, lalu siswa menuliskan nilai desimalnya di tabel. Satu baris ternyata salah dikonversi.

Modul	Alamat (heksadesimal)	Desimal tercatat
Sensor suhu	48	72
Layar LCD	27	39
Jam RTC	68	104
Sensor cahaya	23	35
Memori EEPROM	50	50

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

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Baris yang salah dan nilai yang benar adalah ....

A. Sensor suhu, seharusnya 48
B. Layar LCD, seharusnya 27
C. Jam RTC, seharusnya 96
D. Sensor cahaya, seharusnya 23
E. Memori EEPROM, seharusnya 80

22. Sistem penilaian lomba robot memakai tiga tombol juri A, B, dan C (1 = robot dinyatakan lolos) (2027). Lampu Y menunjukkan keputusan akhir. Siswa mencatat tabel kebenaran rangkaian yang sudah dirakit seperti berikut.

A	B	C	Y
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat tentang kerja rangkaian tersebut adalah ....

A. Y = 1 bila salah satu juri menekan tombol
B. Y = 1 hanya bila ketiga juri menekan tombol
C. Y = 1 bila sedikitnya dua juri menekan tombol
D. Y = 1 bila tepat dua juri menekan tombol
E. Y = 1 bila banyaknya juri yang menekan ganjil

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

23. Raka memasang LED RGB jenis anoda bersama (common anode) pada mikrokontroler 5 V (2027). Ia menyambung kaki bersama ke ground dan setiap kaki warna melalui resistor 220 Ω ke pin keluaran, lalu memberi logika 1 (5 V) pada pin merah. LED tetap padam. LED dan pin mikrokontroler sudah diperiksa dalam keadaan baik.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Perbaikan yang paling tepat adalah ....

A. Kaki bersama ke +5 V; warna menyala saat pinnya diberi 0
B. Kaki bersama tetap ke ground; resistor diganti 22 Ω
C. Kaki bersama ke +5 V; warna menyala saat pinnya diberi 1
D. Kaki bersama tetap ke ground; pin merah diberi logika 0
E. Kaki bersama dilepas; tiap warna disambung langsung ke pin

24. Pada model lampu peringatan rem, sinyal C dilewatkan gerbang NOT, lalu keluarannya bersama sinyal B masuk ke gerbang AND (2027). Keluaran gerbang AND dan sinyal A masuk ke gerbang OR yang keluarannya menjadi Y. Nadia menuliskan persamaan rangkaian itu dan mengujinya pada beberapa keadaan masukan di trainer digital.
(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
Persamaan keluarannya adalah $Y = A + B \cdot C'$.	○	○
Bila A = 0, B = 1, dan C = 1, keluaran Y bernilai 1.	○	○
Bila A = 1, keluaran Y bernilai 1 berapa pun nilai B dan C.	○	○

25. Lampu indikator Y pada mesin pengemas model menyala (1) pada kombinasi sensor ABC = 001, 011, 100, dan 110; kombinasi lainnya Y = 0 (2027). Siswa memetakan keempat kombinasi itu ke Karnaugh Map tiga variabel (kolom BC berurutan 00, 01, 11, 10) untuk mencari persamaan paling sederhana.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Persamaan paling sederhana (jumlah suku dan variabel paling sedikit) untuk Y adalah ....

A. $Y = A + C$
B. $Y = A' \cdot C + A \cdot B' \cdot C'$
C. $Y = A' \cdot B' \cdot C + A' \cdot B \cdot C + A \cdot C'$
D. $Y = A' \cdot C + A \cdot C'$
E. $Y = B' \cdot C + A \cdot C'$

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

Lembar jawaban

No	A	B	C	D	E
1	○	○	○	○	○
2					
3					
4	○	○	○	○	○
5	○	○	○	○	○
6	○	○	○	○	○
7					
8					
9	○	○	○	○	○

No	A	B	C	D	E
10	○	○	○	○	○
11					
12	○	○	○	○	○
13					
14	○	○	○	○	○
15	○	○	○	○	○
16	○	○	○	○	○
17					
18					

No	A	B	C	D	E
19					
20	○	○	○	○	○
21	○	○	○	○	○
22	○	○	○	○	○
23	○	○	○	○	○
24					
25	○	○	○	○	○

Soal PG kompleks / Benar–Salah (nomor 2, 3, 7, 8, 11, 13, 17, 18, 19, 24): 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 · Dunia kerja elektronika dan pengendalian limbah (waste control)	5	___ / 1	Ulangi hlm. 11
Sub bab 1.2 · Prinsip K3LH di bengkel dan makna rambu K3	7, 10	___ / 2	Ulangi hlm. 23
Sub bab 1.3 · Penanganan limbah B3 elektronik	3	___ / 1	Ulangi hlm. 41
Sub bab 1.4 · Budaya kerja 5R di bengkel dan lab	8	___ / 1	Ulangi hlm. 54
Sub bab 2.1 · Perkakas tangan dan teknik menyolder	1	___ / 1	Ulangi hlm. 81
Sub bab 2.2 · Pembuatan PCB satu layer	4	___ / 1	Ulangi hlm. 96
Sub bab 2.3 · Simbol komponen dan rangkaian listrik	13	___ / 1	Ulangi hlm. 111
Sub bab 2.4 · Membaca dan membuat gambar skema serta tata letak PCB	12	___ / 1	Ulangi hlm. 126
Sub bab 3.1 · Besaran dan karakteristik listrik dasar	15	___ / 1	Ulangi hlm. 158
Sub bab 3.2 · Hukum Ohm dan daya listrik	11	___ / 1	Ulangi hlm. 172
Sub bab 3.3 · Rangkaian seri, paralel, dan campuran	9	___ / 1	Ulangi hlm. 185
Sub bab 3.4 · Rangkaian aplikasi elektronika dasar	2	___ / 1	Ulangi hlm. 199
Sub bab 4.1 · Mengukur dengan multimeter analog dan digital	14	___ / 1	Ulangi hlm. 228
Sub bab 4.2 · Mengukur dengan osiloskop	6	___ / 1	Ulangi hlm. 243
Sub bab 4.3 · Kode nilai komponen pasif	16	___ / 1	Ulangi hlm. 257
Sub bab 4.4 · Komponen pasif dalam rangkaian: resistor, kapasitor, induktor	19	___ / 1	Ulangi hlm. 271
Sub bab 4.5 · Komponen aktif: dioda, LED, transistor, dan regulator	23	___ / 1	Ulangi hlm. 288
Sub bab 5.1 · Mesin listrik dan pengendaliannya	20	___ / 1	Ulangi hlm. 316
Sub bab 5.2 · Pengoperasian peralatan elektronika dasar	17	___ / 1	Ulangi hlm. 332
Sub bab 6.1 · Sistem bilangan	21	___ / 1	Ulangi hlm. 361

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

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 6.2 · Gerbang logika dasar	18	___ / 1	Ulangi hlm. 373
Sub bab 6.3 · Menyusun dan membaca tabel kebenaran	22	___ / 1	Ulangi hlm. 386
Sub bab 6.4 · Persamaan Boolean dan penyederhanaan aljabar	24	___ / 1	Ulangi hlm. 401
Sub bab 6.5 · Peta Karnaugh	25	___ / 1	Ulangi hlm. 417

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: B

Konsep: Waste control mengutamakan pengurangan limbah dari sumbernya (perencanaan pemakaian bahan), baru kemudian pemakaian ulang, daur ulang, dan penjualan/pembuangan.

Langkah:

1. Arah lama: 20 ÷ 7 = 2 papan, 30 ÷ 9 = 3 papan → 2 × 3 = 6 papan.
2. Arah diputar: 20 ÷ 9 = 2 papan, 30 ÷ 7 = 4 papan → 2 × 4 = 8 papan.
3. Sisa bahan berkurang tanpa mengubah ukuran papan.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Menjual sisa menangani limbah yang sudah terjadi, bukan menguranginya.
- **B.** ✓ Pola potong yang direncanakan ulang mengurangi sisa bahan dari sumbernya.
- **C.** ✗ Jebakan: pemakaian ulang memang baik, tetapi sisa bahan tetap terjadi setiap kali memotong; mencegah lebih diutamakan.
- **D.** ✗ Harga lebih murah tidak mengurangi jumlah bahan yang terbuang.
- **E.** ✗ Jebakan: lebar mata gergaji hanya beberapa milimeter; jumlah papan tetap 6 karena ditentukan arah potong.

Jawaban: B.

No. 2 Kunci: A

Konsep: Waste control mencegah bahan menjadi limbah. Pada bahan berumur simpan, prinsip FIFO (first in, first out) memastikan stok lama terpakai sebelum kedaluwarsa.

Langkah:

1. Penyebab: stok baru diletakkan di depan sehingga stok lama tertinggal sampai kedaluwarsa.
2. Pembelian sudah sesuai kebutuhan → masalahnya urutan pemakaian.
3. Solusi di sumber: label tanggal + FIFO.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Urutan pemakaian diperbaiki sehingga tabung lama tidak sempat kedaluwarsa.
- **B.** ✗ Jebakan: lebih murah per tabung, tetapi stok menumpuk dan makin banyak yang kedaluwarsa.
- **C.** ✗ Membuang lebih awal justru menambah limbah.
- **D.** ✗ Jebakan: tampak hemat, tetapi pasta kedaluwarsa menurunkan mutu sambungan dan menambah produk cacat.
- **E.** ✗ Pasta solder perlu disimpan dingin; suhu ruang mempercepat kerusakannya.

Jawaban: A.

No. 3 Kunci: E

Konsep: Pengendali mutu (QC) memeriksa hasil produksi terhadap standar, mencatat cacat, menahan produk yang tidak sesuai, dan memberi umpan balik ke produksi. Teknisi perawatan memperbaiki mesin; operator merakit; perancang membuat desain; teknisi purnajual memperbaiki produk milik pelanggan.

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

Langkah:
1. Tugas inti: menguji sampel, mencatat cacat, menahan lot, melaporkan → memeriksa mutu.
2. Perbaikan mesin diserahkan ke bagian lain → bukan teknisi perawatan.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: pekerja ini berhubungan dengan mesin, tetapi perbaikan mesin justru diserahkan ke bagian lain.
• **B.** ✗ Jebakan: pekerjaannya di lini produksi, tetapi ia memeriksa hasil, bukan merakit.
• **C.** ✗ Perancang tata letak membuat desain PCB, bukan memeriksa hasil produksi.
• **D.** ✗ Teknisi purnajual memperbaiki produk yang sudah dipakai pelanggan.
• **E.** ✓ Menguji sampel, mencatat cacat, menahan lot, dan melapor adalah tugas QC.

Jawaban: E.

No. 4 Kunci: A, C, E

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

Konsep: Pekerjaan di industri elektronika antara lain: perancang/drafter PCB, operator produksi, teknisi perawatan mesin, pengendali mutu, teknisi kalibrasi, teknisi instalasi, dan teknisi servis purnajual. Jabatan dibedakan dari inti tugasnya.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✓ Membandingkan dengan standar acuan dan mencatat penyimpangan adalah inti kalibrasi.
• **Pernyataan 2** ✗ Merancang tata letak adalah tugas perancang/drafter PCB; operator SMT menjalankan mesin perakitan.
• **Pernyataan 3** ✓ Memasang, mengatur, dan menguji sistem di lokasi pelanggan adalah tugas teknisi instalasi.
• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: Raka bekerja di lini produksi, tetapi memperbaiki mesin adalah tugas teknisi perawatan; QC memeriksa hasil produksi.
• **Pernyataan 5** ✓ Perbaikan produk milik pelanggan setelah dijual adalah layanan purnajual.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 5.

Latihan sub bab 1.2

No. 1 Kunci: B, C, E

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

Konsep: Prinsip K3: hentikan sumber bahaya dengan aman, jauhkan dari bahan mudah terbakar, cegah terulang dengan menelusuri penyebab. Baterai lithium yang menggembung dianggap rusak dan dibuang sebagai limbah B3.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: tampak menjauhkan siswa, tetapi laci tertutup di dekat bahan mudah terbakar justru berbahaya bila sel terbakar.
• **Pernyataan 2** ✓ Sumber energi dihentikan lebih dulu tanpa menyentuh bagian yang panas.
• **Pernyataan 3** ✓ Pasir dan wadah logam menahan api; tempat terbuka jauh dari kain lap dan alkohol.
• **Pernyataan 4** ✗ Sel yang pernah menggembung sudah rusak di dalam dan berisiko terbakar; paket harus diafkir sebagai limbah B3.
• **Pernyataan 5** ✓ Penyebab dikendalikan agar kejadian tidak berulang pada paket baru.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

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

No. 2 Kunci: B

Konsep: Rambu segitiga kuning = peringatan bahaya (listrik); lingkaran merah bercoret = larangan; lingkaran biru = kewajiban (APD). Rambu larangan "selain petugas dilarang masuk" berlaku bagi Raka, sedangkan rambu wajib APD berlaku bagi petugas yang boleh masuk.

Langkah:
1. Raka bukan petugas → rambu larangan berlaku baginya.
2. Memakai APD tidak mengubah status Raka menjadi petugas.
3. Tindakan yang sesuai: meminta petugas yang berwenang.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Larangan masuk tidak dikecualikan untuk keperluan singkat.
• **B.** ✓ Petugas yang berwenang mengambil kabel atau mendampingi Raka sesuai rambu.
• **C.** ✗ Jebakan: sarung tangan memang wajib di ruang itu, tetapi bagi petugas; Raka tetap dilarang masuk.
• **D.** ✗ Pintu panel tertutup tidak menghapus larangan masuk.
• **E.** ✗ Jebakan: masuk berdua terdengar lebih aman, tetapi keduanya bukan petugas sehingga tetap dilarang.

Jawaban: B.

No. 3 Kunci: C

Konsep: Muatan statis tubuh dapat merusak komponen semikonduktor tanpa terasa. Di area peka statis (EPA), tubuh dihubungkan ke ground melalui gelang antistatis agar muatannya terbuang perlahan; papan dipegang pada tepinya.

Langkah:
1. Rambu segitiga kuning: peringatan komponen peka statis.
2. Rambu lingkaran biru: wajib memakai gelang antistatis yang di-ground-kan.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: karet menyekat listrik, tetapi tidak membuang muatan statis tubuh; muatan tetap dapat meloncat ke papan.
• **B.** ✗ Memegang komponen justru memindahkan muatan langsung ke kaki komponen.
• **C.** ✓ Gelang antistatis yang tersambung ke ground membuang muatan tubuh secara aman.
• **D.** ✗ Gesekan dengan baju justru dapat menambah muatan statis.
• **E.** ✗ Kecepatan tidak mencegah loncatan muatan statis.

Jawaban: C.

Latihan sub bab 1.3

No. 1 Kunci: 1S 2B 3B

Konsep: Limbah B3 elektronik (baterai, kain terkontaminasi bahan kimia, komponen berbahaya) dipilah, disimpan dalam wadah sesuai sifat bahayanya, diberi label, dicatat, lalu diserahkan ke pengumpul/pengolah berizin. Baterai lithium perlu perlakuan khusus karena mudah terbakar.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Salah.** Label saja tidak cukup mengendalikan bahaya: baterai menggembung disimpan terpisah dalam wadah tahan api, jauh dari sumber panas seperti hot air.
• **Pernyataan 2 → Benar.** Hubung singkat antarterminal dapat memanaskan baterai sampai terbakar.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Limbah B3 dipisahkan dari sampah biasa, diberi label, dan diserahkan ke pihak berizin.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

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

No. 2 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Limbah B3 elektronik dipilah per jenis, disimpan dalam wadah yang sesuai sifat bahayanya tanpa dirusak, diberi label, dicatat, dan diserahkan ke pengumpul/pengolah berizin.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** Aki dapat bocor asam dan memercikkan api bila terminalnya terhubung singkat.

• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: saat lampu dipatahkan, uap merkuri sudah terlepas ke udara bengkel; lampu disimpan utuh dalam wadah pelindung.

• **Pernyataan 3 → Benar.** Pencatatan dan penyerahan ke pihak berizin adalah bagian prosedur limbah B3.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

Latihan sub bab 1.4

No. 1 Kunci: 1S 2B 3B

Konsep: 5R: Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin. Barang rusak dipisahkan, setiap alat punya tempat yang jelas, tempat kerja dibersihkan, dan hasilnya dipertahankan dengan jadwal serta kebiasaan.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Salah.** Ringkas justru memisahkan barang rusak/tidak dipakai dan memberinya label agar tidak terambil saat praktik.

• **Pernyataan 2 → Benar.** Rapi: setiap alat punya tempat jelas; tempat yang kosong langsung terlihat.

• **Pernyataan 3 → Benar.** Rawat dan Rajin mempertahankan hasil 5R sehingga tidak kembali berantakan.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

No. 2 Kunci: B, D, E

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

Konsep: 5R: Ringkas (pisahkan yang tidak diperlukan), Rapi (setiap barang punya tempat dan label), Resik (bersihkan rutin), Rawat (standar dan pengecekan), Rajin (kebiasaan). Tindakan yang hanya sebagian atau hanya menjelang audit tidak menyelesaikan masalah.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: tampak efisien, tetapi salah ambil juga terjadi pada laci yang jarang dibuka; Rapi menuntut setiap tempat berlabel jelas.

• **Pernyataan 2** ✓ Ringkas: barang yang tidak lagi diproses dipisahkan sehingga rak kerja lega.

• **Pernyataan 3** ✗ Resik dilakukan rutin setiap selesai bekerja, bukan hanya menjelang audit.

• **Pernyataan 4** ✓ Alat ukur dapat dilacak dan kembali ke tempatnya.

• **Pernyataan 5** ✓ Resik dan Rajin: kebersihan dijaga setiap hari.

Jawaban: pernyataan 2, 4, 5.

Kuis Akhir Bab 1

No. 1 Kunci: B

Konsep: Limbah bahan dikurangi dengan menghilangkan penyebab terbesarnya di sumber (cegah), dalam batasan yang ditetapkan soal. Pakai ulang, jual, atau pembelian besar tidak mengurangi jumlah lembar yang terbuang.

Langkah:

1. Pisahkan penyebab: pola miring atau tidak pas = 6 dari 9 lembar (sekitar 67 %); toner tidak

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

menempel = 3 dari 9 lembar (sekitar 33 %).
2. Penyebab terbesar muncul karena pola langsung dicetak ke kertas glossy tanpa dicoba.
3. Hilangkan di sumber: cetak uji di kertas biasa (murah) dan cocokkan ke papan lebih dulu, sehingga tanpa tambahan anggaran.
4. Uji usulan lain: ada yang hanya mengurus penyebab kecil, menambah anggaran, atau menangani kertas yang sudah terbuang.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: memakai ulang potongan sebagai alas memang baik, tetapi lembar yang terbuang tetap terjadi dan penyebabnya tidak hilang.
• **B.** ✓ Cetak uji di kertas biasa menghilangkan penyebab terbesar (6 lembar) di sumber dan murah, sehingga memenuhi syarat tanpa tambahan anggaran.
• **C.** ✗ Jebakan: usulan ini hanya menjawab penyebab yang lebih kecil, yaitu 3 lembar dengan toner tidak menempel.
• **D.** ✗ Jebakan: harga per lembar turun, tetapi jumlah lembar yang terbuang sama, dan pembelian besar menambah anggaran.
• **E.** ✗ Jebakan: menjual adalah penanganan setelah limbah terjadi dan tidak mengurangi jumlahnya.

Jawaban: B.

No. 2 Kunci: C

Konsep: Nama jabatan ditentukan oleh inti tugas yang dikerjakan sendiri, bukan oleh tempat kerjanya. Teknisi perawatan (maintenance) merawat dan memperbaiki mesin dan peralatan pabrik. Operator menjalankan mesin sesuai SOP, pengendali mutu (QC) memeriksa hasil produksi, dan teknisi servis memperbaiki produk milik pelanggan.

Langkah:
1. Garis bawahi kata kerja utama: memeriksa kondisi mesin, melumasi, mengganti nosel yang aus, mencatat jam kerja mesin.
2. Objek semua kata kerja itu adalah mesin, bukan papan atau produk hasil produksi.
3. Merawat mesin dan peralatan pabrik adalah inti tugas teknisi perawatan.
4. Bekerja di lini produksi tidak menjadikannya operator, sebab ia tidak menjalankan mesin untuk merakit papan.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: tempat kerja dikira menentukan jabatan. Operator menjalankan mesin untuk merakit, sedangkan Pak Wahyu merawat mesinnya.
• **B.** ✗ Jebakan: kata "memeriksa" mirip tugas QC. QC memeriksa hasil produksi terhadap standar, sedangkan Pak Wahyu memeriksa kondisi mesin.
• **C.** ✓ Merawat, melumasi, dan mengganti suku cadang mesin pabrik adalah inti tugas teknisi perawatan.
• **D.** ✗ Jebakan: teknisi servis memperbaiki produk milik pelanggan setelah dijual, bukan mesin milik pabrik.
• **E.** ✗ Perancang PCB menggambar skema dan jalur papan. Uraian tugas ini tidak memuat kegiatan menggambar.

Jawaban: C.

No. 3 Kunci: E

Konsep: Urutan pengendalian bahaya dari terkuat ke terlemah: (1) hilangkan atau ganti sumber bahaya, (2) rekayasa (alat pengaman), (3) aturan kerja (SOP, rambu, larangan), (4) APD. Semakin ke atas, semakin kecil ketergantungan pada kebiasaan orang.

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

Langkah:

1. Klasifikasikan tiap tindakan: 1 penyedot asap = rekayasa; 2 timah bebas timbal = ganti sumber bahaya; 3 kacamata = APD; 4 larangan dan rambu = aturan kerja.
2. Urutkan dari terkuat: ganti (2) → rekayasa (1) → aturan kerja (4) → APD (3).
3. Urutan nomor temuan: 2 – 1 – 4 – 3.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: mengikuti urutan baris tabel tanpa menilai kekuatan tindakan.
• **B.** ✗ Jebakan: APD (3) dikira lebih kuat daripada aturan kerja (4). Padahal APD adalah pelindung terakhir.
• **C.** ✗ Jebakan: mengganti bahan (2) dikira lebih lemah daripada alat dan aturan, padahal menghilangkan sumber bahaya adalah yang terkuat.
• **D.** ✗ Jebakan: urutan terbalik; tindakan terlemah dikira terkuat.
• **E.** ✓ Ganti (2) → rekayasa (1) → aturan kerja (4) → APD (3): urutan yang benar dari terkuat ke terlemah.

Jawaban: E.

No. 4 Kunci: A

Konsep: Bodi logam yang menyengat berarti ada arus bocor dan tidak ada jalur ground yang aman: sumber bahaya listrik masih ada. Pengendalian terkuat adalah memutus sumber energi dan menghentikan pemakaian sampai diperbaiki oleh yang berwenang. APD, penutup sementara, rambu, dan memperpendek waktu pakai tidak menghilangkan bahayanya.

Langkah:

1. Kenali bahaya: bodi logam bertegangan akibat kebocoran, dan tidak ada ground (steker dua pin).
2. Hentikan sumber: cabut steker agar mesin tidak lagi bertegangan.
3. Cegah orang lain memakainya: pasang tanda "rusak, jangan dipakai".
4. Laporkan ke yang berwenang untuk diperbaiki. Tenggat pesanan tidak membenarkan memakai mesin yang berbahaya.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Memutus sumber, menandai, dan melapor menghentikan bahaya pada sumbernya sampai mesin diperbaiki.
• **B.** ✗ Jebakan: sandal karet adalah APD, tingkat terakhir. Bahaya listriknya tetap ada, dan APD gagal bila basah atau terkelupas.
• **C.** ✗ Jebakan: isolasi plastik sebagai penutup sementara tidak menghilangkan arus bocor dan mudah terkelupas.
• **D.** ✗ Jebakan: waktu pakai yang singkat tidak mengurangi sengatan pada saat disentuh. Bahayanya tetap ada setiap kali menyala.
• **E.** ✗ Jebakan: rambu hanya memberi tahu bahaya. Ia tidak mengendalikannya, sementara mesin tetap dipakai.

Jawaban: A.

No. 5 Kunci: A, C, E

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

Konsep: Budaya kerja industri: mengikuti prosedur (SOP), menjaga mutu, melaporkan temuan ke bagian yang tepat, mencatat dengan jujur, dan tidak mengubah setelan di luar wewenang.

Langkah:

1. Periksa angka: SOP 245 ± 5 °C berarti batas 240–250 °C. Suhu 252 °C berada di luar batas.
2. Karena di luar batas, papan yang sudah dan akan melewati oven berisiko cacat: tahan dulu dan laporkan.

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

3. Catat kejadian dan tandai papan agar bagian mutu dapat memeriksanya.
4. Setelan mesin diubah oleh yang berwenang. Menurunkan sendiri ke 235 °C bukan wewenang siswa dan juga keluar dari SOP.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Menahan papan menjaga mutu, dan melapor ke bagian yang tepat adalah budaya kerja industri.
• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: siswa PKL tidak berwenang mengubah setelan mesin, dan 235 °C pun berada di bawah batas SOP (240–250 °C).
• **Pernyataan 3** ✓ Pencatatan yang jujur memungkinkan bagian mutu menelusuri papan yang terkena.
• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: selisih tampak kecil, tetapi 252 °C sudah di luar batas 250 °C. Menunggu tanpa melapor membiarkan papan cacat bertambah.
• **Pernyataan 5** ✓ Menandai papan menjaga produk yang meragukan tidak ikut terkirim sebelum diperiksa.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 5.

No. 6 Kunci: A

Konsep: Urutan prioritas pengendalian limbah: (1) cegah di sumber, (2) pakai ulang, (3) daur ulang, (4) olah atau buang dengan aman. Bila pencegahan tidak mungkin, pilih anak tangga setinggi mungkin yang masih dapat dilakukan.

Langkah:

1. Anak tangga 1 (cegah) tidak mungkin: penyebab kerusakan berada di luar kendali unit.
2. Anak tangga tertinggi berikutnya adalah pakai ulang: bagian yang masih baik (kipas, kabel, konektor) dipakai lagi tanpa diolah.
3. Daur ulang (anak tangga 3) dipakai untuk bagian yang tidak dapat dipakai ulang, misalnya casing logam.
4. Olah atau buang aman (anak tangga 4) adalah pilihan terakhir untuk sisanya.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Bagian yang masih baik dipakai kembali tanpa diolah: anak tangga pakai ulang, tertinggi yang masih mungkin.
• **B.** ✗ Jebakan: daur ulang itu baik, tetapi berada di bawah pakai ulang. Bagian yang masih berfungsi lebih tepat dipakai kembali.
• **C.** ✗ Membuang ke sampah umum adalah langkah terendah dan tidak aman bagi limbah elektronik.
• **D.** ✗ Jebakan: membakar kabel menghasilkan asap beracun dan dilarang, walaupun tembaganya dapat diambil.
• **E.** ✗ Menyerahkan ke pengolah berizin aman, tetapi itu anak tangga terakhir. Bagian yang dapat dipakai ulang seharusnya dipilah dahulu.

Jawaban: A.

No. 7 Kunci: B, C, E

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

Konsep: Api pada alat listrik: (1) putuskan sumber listrik, (2) padamkan dengan APAR CO2 atau serbuk kimia kering, tidak dengan air, (3) bila api membesar atau asap menebal, bunyikan alarm dan evakuasi lewat jalur keluar tanpa lift. Menyelamatkan diri lebih penting daripada menyelamatkan alat.

Langkah:

1. Cek sumber: adaptor masih bertegangan, jadi air dan kain basah berbahaya.
2. Langkah pertama: matikan MCB atau cabut steker bila dapat dijangkau dengan aman.
3. Padamkan api kecil dengan APAR CO2 ke pangkal api.

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

4. Bila api membesar atau asap menebal: alarm dan evakuasi.
5. Nilai pernyataan satu per satu: pernyataan 2, 3, dan 5 benar; pernyataan 1 dan 4 salah.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 ✗** Jebakan: air menghantarkan listrik, dan adaptor masih bertegangan. Api listrik tidak boleh disiram air.
• **Pernyataan 2 ✓** Memutus sumber listrik adalah langkah pertama pada api listrik.
• **Pernyataan 3 ✓** CO2 aman untuk peralatan listrik. Nozel diarahkan ke pangkal api.
• **Pernyataan 4 ✗** Jebakan: kain basah menghantarkan listrik, dan adaptor masih bertegangan. Penutupan baru aman bila listrik sudah putus, itu pun bukan pilihan utama.
• **Pernyataan 5 ✓** Bila api tidak dapat dipadamkan dengan aman, keselamatan manusia lebih utama daripada alat.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

No. 8 Kunci: B, D, E

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

Konsep: Inspeksi K3 mengenali bahaya, lalu memilih pengendalian sekuat mungkin: hilangkan atau ganti sumber bahaya, rekayasa, aturan kerja, baru APD. Benda yang sudah aman tidak diubah, apalagi diubah menjadi berbahaya.

Langkah:
1. Baca keterangan gambar: 1 kabel probe retak, 2 sandal jepit, 3 solder di dudukan, 4 penyedot asap menyala, 5 tas di jalur jalan.
2. Pisahkan: nomor 1, 2, dan 5 adalah bahaya; nomor 3 dan 4 adalah kondisi yang sudah aman.
3. Cocokkan tindakan: ganti kabel (1), sepatu tertutup (2), pindahkan tas (5) tepat; mematikan penyedot asap (4) dan melepas solder dari dudukan (3) salah.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 ✗** Jebakan: nomor 4 adalah penyedot asap yang sedang menyala. Mematikannya saat menyolder membiarkan asap flux terhirup.
• **Pernyataan 2 ✓** Nomor 1 adalah kabel probe yang selubungnya retak (tembaga terlihat). Menggantinya menghilangkan sumber bahaya sengatan dan hubung singkat.
• **Pernyataan 3 ✗** Jebakan: nomor 3 adalah solder panas yang sudah berada di dudukannya, yaitu kondisi yang aman. Meletakkannya di meja justru berbahaya.
• **Pernyataan 4 ✓** Nomor 2 adalah sandal jepit. Sepatu tertutup melindungi kaki dari percikan timah dan benda jatuh.
• **Pernyataan 5 ✓** Nomor 5 adalah tas ransel di jalur jalan. Memindahkannya mencegah tersandung dan jatuh.

Jawaban: pernyataan 2, 4, 5.

No. 9 Kunci: B

Konsep: Rambu wajib berbentuk lingkaran biru dan menyuruh orang melakukan hal yang digambar. Rambu tangan di bawah keran berarti wajib mencuci tangan. Timbal pada timah solder berbahaya bila masuk ke tubuh lewat tangan yang menyentuh mulut atau makanan, sehingga tangan dicuci dengan sabun.

Langkah:
1. Baca rambu: lingkaran biru = wajib; gambar tangan di bawah keran = wajib mencuci tangan.
2. Alasan kesehatannya: tangan membawa timbal dari timah Sn60/Pb40 yang bisa tertelan bersama makanan.
3. Pilih alat yang benar-benar membersihkan: sabun dan air mengalir di wastafel.

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

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: tisu basah tidak menghilangkan sisa timbal dengan baik dan tidak memenuhi perintah rambu.

• **B.** ✓ Rambu menyuruh mencuci tangan, dan sabun dengan air mengalir menghilangkan sisa timbal sebelum makan.

• **C.** ✗ Jebakan: pembersih tangan beralkohol membunuh kuman tetapi tidak mengangkat logam timbal, dan bukan mencuci tangan seperti yang digambarkan rambu.

• **D.** ✗ Jebakan: sarung tangan di kantin tidak menjawab perintah rambu, dan tangan yang belum bersih mencemari sarung tangan.

• **E.** ✗ Jebakan: timbal berbahaya bagi tubuh. Anggapan tidak berbahaya salah, dan rambu tetap menyuruh mencuci tangan.

Jawaban: B.

No. 10 Kunci: D

Konsep: Pengendalian limbah dimulai dari penyebab terbesar dan menghilangkannya di sumber (cegah). Usulan yang hanya menyaring atau menjual produk cacat tidak mengurangi jumlah produk yang menjadi limbah.

Langkah:

1. Periksa jumlah: 38 + 21 + 7 + 4 = 70 papan, sesuai catatan.
2. Cari penyebab terbesar: solder dingin 38 dari 70 papan = sekitar 54 %. Resistor salah nilai 21 dari 70 = 30 %.
3. Anggaran hanya cukup untuk satu perbaikan, jadi pilih yang menghilangkan penyebab terbesar: solder tanpa pengatur suhu diganti dengan yang berpengatur suhu.
4. Uji usulan lain: memeriksa atau menjual papan hanya menangani papan yang sudah cacat.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Kaki IC bengkok hanya 4 dari 70 papan (sekitar 6 %). Usulan ini benar tetapi dampaknya paling kecil.

• **B.** ✗ Jebakan: pemeriksa hanya menemukan papan yang sudah cacat. Papan cacat tetap terjadi dan tetap menjadi limbah.

• **C.** ✗ Jebakan: label resistor menyelesaikan penyebab kedua (21 papan, 30 %), bukan penyebab terbesar.

• **D.** ✓ Solder berpengatur suhu menghilangkan penyebab 38 dari 70 papan (sekitar 54 %), yaitu penyebab terbesar, langsung di sumbernya.

• **E.** ✗ Jebakan: menjual papan cacat menangani limbah yang sudah terjadi, bukan mengurangi jumlahnya.

Jawaban: D.

No. 11 Kunci: 1S 2B 3B

Konsep: Nama jabatan ditentukan oleh inti tugas yang dikerjakan sendiri. Operator menjalankan mesin perakitan, QC memeriksa hasil produksi, teknisi instalasi memasang dan menguji sistem di tempat pelanggan, teknisi servis memperbaiki produk milik pelanggan.

Langkah:

1. Garis bawahi kata kerja utama tiap pernyataan.
2. Cocokkan kata kerja itu dengan inti tugas jabatan, bukan dengan tempat kerjanya.
3. Pernyataan 1 menyebut tempat kerja sebagai alasan jabatan, padahal tugasnya memeriksa hasil produksi.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Salah.** Memeriksa hasil produksi dan menahan lot cacat adalah inti tugas pengendali

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

mutu (QC). Tempat kerja tidak menentukan jabatan.
• **Pernyataan 2 → Benar.** Memasang dan menguji sistem di tempat pelanggan adalah inti tugas teknisi instalasi.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Memperbaiki produk milik pelanggan setelah dijual adalah tugas teknisi servis purnajual.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

No. 12 Kunci: C

Konsep: Limbah elektronik mengandung zat berbahaya (misalnya timbal pada kaca tabung). Prosedur dasarnya: pilah, simpan utuh dan kering di tempat khusus, catat, lalu serahkan ke pengumpul atau pengolah limbah B3 berizin dengan bukti serah terima. Jangan dibongkar, dipecahkan, atau dibakar sendiri.

Langkah:
1. Kenali sifat: kaca tabung berisi timbal (beracun).
2. Pindahkan dari halaman terbuka ke ruang kering dan beratap, simpan utuh.
3. Catat jumlahnya, lalu serahkan ke pengumpul berizin.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: kaca yang dipecahkan melepaskan serpihan dan debu timbal. Limbah tidak boleh dipecahkan agar muat.
• **B.** ✗ Jebakan: pengepul biasa tidak berizin menangani limbah B3. Penyerahan harus kepada pihak berizin.
• **C.** ✓ Menyimpan utuh di tempat kering, mencatat, dan menyerahkan ke pengumpul berizin sesuai prosedur dasar.
• **D.** ✗ Jebakan: membakar menghasilkan asap dan abu beracun, dan dilarang walaupun tembaganya dapat diambil.
• **E.** ✗ Jebakan: menumpuk tanpa batas waktu, tanpa catatan, dan tanpa pihak berizin tidak sesuai prosedur.

Jawaban: C.

No. 13 Kunci: D

Konsep: Wadah dan cara simpan harus sesuai sifat limbah, dan label memuat nama limbah, simbol sifat bahaya, serta tanggal. Cairan korosif tidak disimpan dalam logam, lampu tidak dipatahkan, baterai tidak ditumpuk dengan terminal terbuka, aki disimpan tegak, dan limbah B3 tidak masuk sampah biasa.

Langkah:
1. Baris 1: larutan etsa FeCl3 korosif dan memakan logam, jadi wadah kaleng logam salah.
2. Baris 2: lampu hemat energi berisi merkuri, dan dipatahkan melepaskan uap merkuri, jadi salah.
3. Baris 3: baterai ditumpuk dengan terminal terbuka berisiko hubung singkat, jadi salah.
4. Baris 4: aki disimpan tegak dalam wadah tahan asam, terminal ditutup, label lengkap dengan simbol korosif dan beracun: benar.
5. Baris 5: majun bekas pelarut mudah menyala, tidak boleh masuk sampah biasa, dan label tanpa simbol serta tanggal: salah.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Wadah logam dimakan larutan korosif sehingga bocor. Labelnya benar, tetapi wadahnya salah.
• **B.** ✗ Lampu yang dipatahkan melepaskan uap merkuri. Labelnya benar, tetapi cara simpannya salah.
• **C.** ✗ Baterai bertumpuk dengan terminal terbuka dapat hubung singkat dan terbakar. Terminal harus ditutup isolasi.
• **D.** ✓ Aki disimpan tegak dalam wadah tahan asam dengan terminal ditutup, berlabel lengkap: penanganan benar seluruhnya.

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

• **E.** ✗ Majun bekas pelarut mudah menyala dan tidak boleh masuk sampah biasa. Labelnya pun tidak memuat simbol dan tanggal.

Jawaban: D.

No. 14 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: Limbah B3 dikenali dari sifat bahayanya. Limbah mudah menyala disimpan dalam wadah tertutup rapat, diberi label dan simbol api, disimpan jauh dari panas, dan diserahkan ke pihak berizin. Limbah B3 tidak dibuang ke saluran, tanah, atau tempat sampah biasa.

Langkah:

1. Sifat bahaya: pernis mudah menyala, sehingga kuas dan majun yang terkena juga dikelola sebagai limbah B3.
2. Pilih wadah tertutup rapat dan beri label dengan simbol api.
3. Simpan jauh dari panas dan percikan, lalu serahkan ke pihak berizin.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** Bahan mudah menyala disimpan dalam wadah tertutup rapat, jauh dari panas dan percikan.
• **Pernyataan 2 → Benar.** Label memuat nama limbah, simbol sifat bahaya, dan tanggal mulai disimpan.
• **Pernyataan 3 → Salah.** Limbah B3 tidak dibuang ke saluran, dan kaleng bekas pernis tetap limbah B3.

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

No. 15 Kunci: B

Konsep: Resik berarti membersihkan dan memeriksa, dilakukan setiap selesai bekerja, dan juga mencari sumber kotor agar kotoran tidak muncul lagi. Resik bukan kegiatan menjelang pemeriksaan.

Langkah:

1. Masalah: potongan kaki komponen terus menumpuk karena tidak ada wadah penampung.
2. Resik rutin: sapu setiap selesai praktik.
3. Hilangkan sumbernya: sediakan wadah penampung di meja agar potongan tidak jatuh ke lantai.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: membersihkan hanya menjelang pemeriksaan bukan Resik, sebab Resik dikerjakan rutin.
• **B.** ✓ Menyapu rutin setiap selesai praktik dan menghilangkan sumber kotor dengan wadah penampung: Resik yang tuntas.
• **C.** ✗ Jebakan: rambu hanya mengingatkan dan tidak menghilangkan sumber potongan.
• **D.** ✗ Jebakan: memindahkan meja menyembunyikan masalah, sumber potongannya tetap ada.
• **E.** ✗ Jebakan: melarang pemotongan kaki komponen menghambat praktik. Yang perlu dihilangkan adalah penyebab jatuhnya potongan.

Jawaban: B.

No. 16 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Rambu peringatan (segitiga kuning) memberi tahu bahaya, rambu larangan (lingkaran merah dicoret) melarang tanpa pengecualian, dan rambu wajib (lingkaran biru) menyuruh pemakaian APD bagi orang yang diizinkan berada di tempat itu.

Langkah:

1. Golongkan tiga rambu: peringatan, larangan, wajib.
2. Pernyataan 1 dan 3 sesuai golongan dan gambar.
3. Pernyataan 2 menukar rambu wajib dengan izin masuk, padahal tidak ada rambu yang memberi izin.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** Segitiga kuning adalah rambu peringatan, dan gambar api berarti bahan

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

mudah terbakar.

• **Pernyataan 2 → Salah.** Rambu wajib hanya menyuruh pemakaian sarung tangan bagi yang boleh masuk. Rambu itu bukan izin masuk.

• **Pernyataan 3 → Benar.** Rambu larangan berlaku penuh, tanpa pengecualian untuk keperluan singkat.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 17 Kunci: A

Konsep: Lima R dikerjakan berurutan: Ringkas (pilah), Rapi (tata dan beri tempat), Resik (bersihkan dan periksa), Rawat (standar dan daftar periksa), Rajin (kebiasaan). Memilah harus lebih dulu, sebab menata atau membersihkan barang yang belum dipilah membuang tenaga.

Langkah:

1. Klasifikasikan: Q = Ringkas; R = Rapi; S = Resik; P = Rawat.
2. Urutkan menurut urutan lima R: Ringkas → Rapi → Resik → Rawat.
3. Urutan kegiatan: Q – R – S – P.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Q (Ringkas) → R (Rapi) → S (Resik) → P (Rawat): urutan lima R yang benar.

• **B.** ✗ Jebakan: membersihkan (S) lebih dulu membersihkan barang yang belum dipilah dan akan disingkirkan.

• **C.** ✗ Jebakan: menata (R) sebelum memilah (Q) menata barang yang seharusnya disingkirkan.

• **D.** ✗ Jebakan: Resik (S) dikira mendahului Rapi (R). Barang ditata dulu, baru dibersihkan.

• **E.** ✗ Jebakan: Rawat (P) menetapkan standar kondisi baik, sehingga tidak boleh mendahului Resik (S).

Jawaban: A.

No. 18 Kunci: A, B, E

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

Konsep: Ringkas memilah yang diperlukan dan yang tidak (yang rusak atau kedaluwarsa dipisahkan, yang layak disimpan). Rapi memberi tempat dan label tetap. Rawat mempertahankan dengan standar visual, daftar periksa, dan audit berkala. Kerja bakti besar sesaat bukan Rawat.

Langkah:

1. Petakan masalah ke R: kedaluwarsa tercampur → Ringkas; kotak tertukar → Rapi; cepat berantakan lagi → Rawat.
2. Pilih tindakan yang sesuai: pisahkan dan label merah; label nilai dan tempat tetap; foto standar dan daftar periksa.
3. Singkirkan tindakan yang tampak rajin tetapi keliru: kerja bakti besar dan membuang semua yang jarang dipakai.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Ringkas: yang tidak diperlukan dipisahkan, bukan dibiarkan tercampur.

• **Pernyataan 2** ✓ Rapi: setiap barang punya tempat dan label, sehingga tidak tertukar.

• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: kerja bakti besar bukan Rawat. Ia tidak menghilangkan penyebab berantakan; yang tepat adalah standar dan daftar periksa.

• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: Ringkas bukan membuang. Komponen yang masih layak tetapi jarang dipakai disimpan berlabel.

• **Pernyataan 5** ✓ Rawat: kondisi baik dipertahankan dengan standar yang diketahui semua orang dan diperiksa berkala.

Jawaban: pernyataan 1, 2, 5.

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

No. 19 Kunci: D

Konsep: Manfaat 5R dapat dihitung: waktu yang dihemat = waktu sebelum − waktu sesudah, dijumlahkan untuk semua kelompok, dikalikan jumlah praktik, lalu satuan menit diubah ke jam (60 menit = 1 jam).

Langkah:

1. Hemat tiap kelompok per praktik: A 14 − 5 = 9; B 12 − 6 = 6; C 16 − 4 = 12; D 10 − 5 = 5 menit.
2. Jumlah per praktik: 9 + 6 + 12 + 5 = 32 menit.
3. Untuk 18 praktik: 32 × 18 = 576 menit.
4. Ubah ke jam: 576 ÷ 60 = 9,6 jam.
5. Cek: sebelum 5R total 52 menit per praktik, sesudah 20 menit; selisih 32 menit sesuai.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: hanya menghitung satu praktik (32 menit) dan lupa mengalikan dengan 18.
- **B.** ✗ Jebakan: memakai total waktu sesudah 5R (20 × 18 = 360 menit = 6 jam), bukan selisih.
- **C.** ✗ Jebakan: memakai total waktu sebelum 5R (52 × 18 = 936 menit = 15,6 jam), bukan selisih.
- **D.** ✓ 32 × 18 = 576 menit, dan 576 ÷ 60 = 9,6 jam. Jawaban yang benar.
- **E.** ✗ Jebakan: lupa mengubah menit ke jam, sehingga angka 576 menit ditulis sebagai 576 jam.

Jawaban: D.

No. 20 Kunci: E

Konsep: Penghasil limbah B3 bertanggung jawab atas limbahnya sampai limbah itu ditangani pihak yang berizin. Penyerahan dilakukan kepada pengumpul atau pengolah berizin dengan bukti serah terima, bukan kepada pengepul biasa atau perorangan, walaupun menguntungkan.

Langkah:

1. Periksa izin tiap pihak: hanya perusahaan pengumpul yang berizin dan memberi berita acara.
2. Harga dan kemudahan tidak mengubah kewajiban penghasil limbah.
3. Pilih penyerahan ke pihak berizin dan simpan bukti serah terimanya.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: keuntungan uang tidak menjadikan pengepul keliling pihak berizin. Penyerahan ke pihak tanpa izin tidak memenuhi prosedur.
- **B.** ✗ Jebakan: baterai bekas tidak boleh dipakai ulang secara sembarangan, dan kerabat bukan pihak berizin.
- **C.** ✗ Jebakan: membagi ke pihak tanpa izin justru memperbanyak penanganan yang tidak benar.
- **D.** ✗ Jebakan: mencatat pembayaran tidak menggantikan izin. Pengepul keliling tetap bukan pihak berizin.
- **E.** ✓ Perusahaan berizin dengan berita acara memenuhi prosedur penyerahan limbah B3, dan bukti serah terima disimpan.

Jawaban: E.

No. 21 Kunci: A, C, D

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

Konsep: Bentuk dan warna menentukan golongan rambu: lingkaran merah dicoret = larangan, segitiga kuning = peringatan, lingkaran biru = wajib, persegi hijau = informasi aman atau jalur darurat, persegi merah = alat pemadam. Rambu wajib berlaku bagi orang yang masuk, dan rambu pemadam hanya memberi tahu letak alat.

Langkah:

1. Golongkan: 1 segitiga kuning (peringatan laser), 2 lingkaran biru (wajib kacamata), 3 lingkaran merah dicoret (larangan api terbuka), 4 persegi merah (letak pemadam), 5 persegi hijau (jalur keluar).
2. Periksa tiap pernyataan terhadap golongan dan nomornya.

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

3. Pernyataan 2 (nomor 4 menyuruh memadamkan) dan pernyataan 5 (nomor 5 sebagai pemadam) keliru.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Nomor 2 adalah lingkaran biru bergambar kacamata (rambu wajib). Rambu wajib berlaku bagi setiap orang yang masuk ke tempat itu.

• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: nomor 4 adalah persegi merah bergambar tabung pemadam. Rambu ini hanya menunjukkan letak alat pemadam, tidak menyuruh siapa pun melawan api besar.

• **Pernyataan 3** ✓ Nomor 1 adalah segitiga kuning bergambar berkas sinar menyebar (awas sinar laser), rambu peringatan.

• **Pernyataan 4** ✓ Nomor 3 adalah lingkaran merah bercoret bergambar nyala api (dilarang api terbuka), rambu larangan.

• **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: nomor 5 adalah persegi hijau bergambar orang berlari dengan panah, yaitu jalur keluar atau evakuasi. Alat pemadam ditunjukkan nomor 4.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 4.

No. 22 Kunci: A, D, E

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

Konsep: Tempat penyimpanan sementara limbah B3 berupa ruang atau lemari yang kering, beratap, berventilasi, jauh dari panas, api, dan jalan lalu lintas siswa, serta dapat dikunci. Limbah yang saling berbahaya disimpan terpisah, dicatat, dan diserahkan berkala sebelum batas waktu simpan.

Langkah:

1. Cocokkan tiap pernyataan dengan syarat tempat simpan, pencatatan, pemisahan, dan batas waktu.
2. Pernyataan 1, 4, dan 5 sesuai syarat.
3. Pernyataan 2 (dekat pintu) dan 3 (tanpa batas waktu) bertentangan dengan prosedur.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Itu syarat dasar tempat penyimpanan sementara limbah B3.

• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: tempat penyimpanan jauh dari jalan lalu lintas siswa, bukan di dekat pintu masuk.

• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: penyimpanan ada batas waktunya dan limbah diserahkan berkala, tidak menunggu ruang penuh.

• **Pernyataan 4** ✓ Penguncian mencegah orang tidak berkepentingan masuk, dan pencatatan membuat limbah dapat diawasi.

• **Pernyataan 5** ✓ Misalnya cairan korosif dipisah dari cairan mudah menyala, dan baterai dipisah dari cairan.

Jawaban: pernyataan 1, 4, 5.

No. 23 Kunci: E

Konsep: Ringkas memilah barang yang diperlukan dan yang tidak, bukan membuang semuanya. Barang yang masih layak tetap disimpan di tempat berlabel, sedangkan barang rusak dipisahkan. Bila barang rusak itu limbah B3, seperti baterai menggembung, ia diperlakukan menurut prosedur limbah B3.

Langkah:

1. Pilah: baterai menggembung = rusak dan limbah B3; resistor baik tetapi jarang dipakai = layak, bukan sampah.
2. Baterai dipisahkan dan ditangani sesuai prosedur B3 (wadah, label, simpan, catat, serahkan ke pihak berizin).
3. Resistor layak disimpan di tempat berlabel agar mudah ditemukan.

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

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: baterai Li-ion bekas termasuk limbah B3 dan tidak boleh dibuang ke sampah biasa.

• **B.** ✗ Jebakan: Ringkas tidak sama dengan membuang. Resistor yang masih baik adalah pemborosan bila dibuang.

• **C.** ✗ Jebakan: baterai tidak boleh dibongkar sendiri karena sel dapat rusak dan terbakar.

• **D.** ✗ Jebakan: memindahkan baterai rusak ke laci lain tidak menanganinya, dan resistor yang layak bukan limbah B3.

• **E.** ✓ Baterai dipisah sebagai limbah B3, dan resistor yang layak disimpan berlabel: Ringkas yang tepat.

Jawaban: E.

No. 24 Kunci: C

Konsep: Rajin (R kelima) adalah kebiasaan menjalankan aturan tanpa disuruh. Ia dibangun dengan teladan guru dan teknisi senior, pengingat yang jelas, latihan, dan penghargaan bagi kelompok yang tertib. Alat dan aturan saja (Rapi, Rawat) tidak cukup bila kebiasaan belum terbentuk.

Langkah:

1. Periksa R yang sudah ada: papan alat dan laci berlabel (Rapi), daftar periksa (Rawat).
2. Masalah yang tersisa: aturan tidak dijalankan tanpa disuruh, dan teladan guru buruk. Itu persoalan Rajin.
3. Pilih langkah yang membangun kebiasaan: teladan, pengingat, penghargaan.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: papan dan label sudah ada. Mengganti dengan yang baru tidak membangun kebiasaan.

• **B.** ✗ Jebakan: daftar periksa yang lebih panjang tidak diisi bila kebiasaan belum terbentuk.

• **C.** ✓ Teladan, pengingat, dan penghargaan membangun kebiasaan tanpa disuruh, yaitu Rajin.

• **D.** ✗ Jebakan: kerja bakti bulanan hanya membersihkan sesaat dan tidak membangun kebiasaan harian.

• **E.** ✗ Jebakan: hukuman menimbulkan kepatuhan sementara dan tidak membangun kebiasaan atas kemauan sendiri.

Jawaban: C.

No. 25 Kunci: B, C, D

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

Konsep: Limbah dipilah menurut jenis dan sifat bahayanya: baterai dipisah dari cairan, cairan korosif dipisah dari cairan mudah menyala, dan limbah B3 tidak dicampur dengan sampah biasa. Setiap wadah diberi label nama, simbol sifat bahaya, dan tanggal.

Langkah:

1. Kenali sifat tiap limbah: etsa korosif, IPA mudah menyala, baterai mudah menyala bila hubung singkat, karton bersih bukan B3.
2. Pisahkan yang saling berbahaya: etsa terpisah dari IPA, baterai terpisah dari cairan.
3. Keluarkan karton bersih dan lengkapi label menurut sifat.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: cairan korosif dan cairan mudah menyala disimpan terpisah, bukan digabung hanya karena sama-sama cairan.

• **Pernyataan 2** ✓ Baterai dipisah dari cairan, dan terminal ditutup agar tidak terjadi hubung singkat.

• **Pernyataan 3** ✓ Botol yang tampak kosong tetap berisi uap dan sisa cairan yang mudah menyala, sehingga tetap limbah B3.

• **Pernyataan 4** ✓ Limbah biasa tidak dimasukkan ke tempat limbah B3 karena hanya menambah volume yang harus diserahkan.

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

• **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: label harus memuat nama limbah, simbol sifat bahaya, dan tanggal. Label umum tidak menunjukkan cara menanganinya.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 4.

Latihan sub bab 2.1

No. 1 Kunci: E

Konsep: Melepas komponen tanpa merusak: timah pada setiap kaki dilelehkan dan disedot dengan penyedot timah, lalu komponen diangkat lurus dengan alat yang sesuai (pinset pencabut IC).

Langkah:

1. Syarat: IC dipakai ulang, jalur tipis tidak boleh terlalu lama dipanasi.
2. Timah tiap kaki dikosongkan dengan solder + penyedot timah.
3. IC diangkat lurus dengan pinset pencabut.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Memotong kaki membuat IC tidak dapat dipakai lagi.
• **B.** ✗ Kaki lain masih tersolder; IC tertarik miring dan jalur dapat terkelupas.
• **C.** ✗ Kaki lain masih tersolder; IC dapat retak dan jalur terangkat.
• **D.** ✗ Jebakan: kaki-kaki tidak dapat meleleh bersamaan dengan satu solder, sehingga papan dipanasi lama dan jalur tipis terkelupas.
• **E.** ✓ Timah dikosongkan per kaki, lalu IC diangkat lurus tanpa merusak IC maupun jalur.

Jawaban: E.

No. 2 Kunci: A, C, D, E

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

Konsep: Perkakas dipilih sesuai fungsinya: tang potong untuk memotong kaki, tang lancip untuk menekuk/memegang, penyedot timah dan kawat pengisap untuk mengambil timah, penjepit untuk menahan papan. Mata solder dirawat dengan spons basah/kawat kuningan.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Tang potong dirancang untuk memotong kawat/kaki komponen dengan rapi.
• **Pernyataan 2** ✗ Amplas merusak lapisan pelindung mata solder; pembersihan memakai spons basah atau kawat kuningan.
• **Pernyataan 3** ✓ Kedua alat ini dirancang untuk mengambil timah cair dari sambungan.
• **Pernyataan 4** ✓ Tang lancip menekuk kaki dengan rapi tanpa membebani badan resistor.
• **Pernyataan 5** ✓ Papan yang diam memudahkan menyolder dan mencegah luka bakar.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 4, 5.

Latihan sub bab 2.2

No. 1 Kunci: A, C, E

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

Konsep: Tahapan PCB satu layer metode setrika: desain → cetak pada kertas → potong dan bersihkan papan (amplas halus, bebas minyak) → transfer toner dengan setrika → periksa dan perbaiki jalur (spidol permanen) → larutkan (FeCl3 hangat, digoyang) → bersihkan toner → bor → lapisi pelindung.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Minyak dari jari menghalangi toner menempel; permukaan harus bersih agar toner menutup jalur dengan sempurna.
• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: pengeboran dilakukan setelah pelarutan; lubang yang sudah ada membuat

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

toner di sekitar pad tidak menempel rata.
• **Pernyataan 3** ✓ Tinta spidol permanen menahan larutan sehingga jalur yang tipis tidak ikut larut.
• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: larutan hangat memang mempercepat pelarutan, tetapi larutan mendidih menghasilkan uap korosif dan dapat merusak toner.
• **Pernyataan 5** ✓ Urutan yang benar: pelarutan → bersihkan toner → bor.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 5.

No. 2 Kunci: A

Konsep: Pada tahap pelarutan, papan diangkat begitu tembaga di sela jalur habis. Perendaman terlalu lama membuat larutan mengikis tembaga dari tepi di bawah toner (over-etching).

Langkah:
1. Bukti: toner utuh → tahap transfer berhasil.
2. Tepi jalur terkikis dan waktu 3 kali lebih lama dari papan teman → pelarutan berlebih.
3. Perbaikan: awasi dan hentikan pelarutan tepat waktu.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Pelarutan dihentikan tepat waktu sehingga tepi jalur tidak terkikis.
• **B.** ✗ Jebakan: 20 menit hanya patokan dari papan lain; suhu, kepekatan larutan, dan tebal tembaga dapat berbeda sehingga papan tetap harus diperiksa.
• **C.** ✗ Jebakan: jalur lebar lebih tahan, tetapi tidak memperbaiki penyebabnya dan desain belum tentu muat.
• **D.** ✗ Toner sudah utuh; masalahnya bukan pada tahap transfer.
• **E.** ✗ Menggoyang justru meratakan pelarutan; tanpa digoyang pelarutan lebih lambat dan tidak merata.

Jawaban: A.

Latihan sub bab 2.3

No. 1 Kunci: B

Konsep: Simbol: elko = dua pelat dengan tanda +; dioda = segitiga dan garis; LED = simbol dioda dengan panah keluar (memancarkan cahaya); transistor PNP = panah emitor ke dalam; relai = kumparan terhubung garis putus-putus ke kontak; sekering = persegi panjang yang dilalui garis.

Langkah:
1. C1 bertanda + → elko ✓.
2. D1 berpanah keluar → LED, bukan dioda penyearah ✗.
3. Q1 panah ke dalam → PNP ✓; K1 → relai ✓; F1 → sekering ✓.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Tanda + menunjukkan kapasitor berpolaritas (elko); catatan sudah benar.
• **B.** ✓ Panah keluar menandakan dioda memancarkan cahaya (LED).
• **C.** ✗ Jebakan: panah emitor ke dalam adalah PNP; NPN berpanah keluar.
• **D.** ✗ Garis putus-putus ke kontak menunjukkan relai, bukan induktor biasa.
• **E.** ✗ Jebakan: bentuknya mirip resistor, tetapi garis yang melintas di tengah menandakan sekering.

Jawaban: B.

No. 2 Kunci: B, C, D

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

Konsep: Simbol: transistor NPN berpanah emitor keluar; dioda = segitiga dan garis (garis = katoda); resistor variabel = resistor dengan panah miring; LDR = resistor dalam lingkaran dengan panah cahaya

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

masuk; kontak relai digambar terpisah dari kumparannya dan dihubungkan garis putus-putus. Pembagi tegangan VR1–LDR menentukan tegangan basis.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 ✗** Jebakan: lampu H1 berada di cabang kanan dan dinyalakan oleh kontak K1; yang dialiri arus kolektor Q1 adalah kumparan relai K1.

• **Pernyataan 2 ✓** Panah emitor keluar dari transistor = NPN; emitornya tersambung ke ground.

• **Pernyataan 3 ✓** Garis (katoda) D1 berada di atas, tersambung ke +12 V; anodanya ke sisi kolektor. Ini dioda pelindung kumparan relai.

• **Pernyataan 4 ✓** LDR berada di bawah (ke ground); hambatannya besar saat gelap sehingga bagian tegangan di titik X naik dan memberi arus basis lewat R2.

• **Pernyataan 5 ✗** Menukar posisi membalik kerja pembagi tegangan: titik X justru tinggi saat terang, sehingga lampu menyala siang hari.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 4.

Latihan sub bab 2.4

No. 1 Kunci: A, C, D

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

Konsep: Tata letak PCB satu layer dibaca dengan menelusuri jalur tembaga dari pad ke pad. Komponen yang berbagi satu jalur tersambung; celah pada jalur berarti rangkaian terbuka. Cabang paralel bekerja sendiri-sendiri.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 ✓** Jalur +9 V hanya menuju S1; kedua resistor mendapat suplai dari jalur sesudah S1.

• **Pernyataan 2 ✗** Jalur dari pad atas R2 bersambung dengan pad kanan S1, bukan langsung ke pad +9 V.

• **Pernyataan 3 ✓** Pad bawah R1 tersambung ke anoda LED1, dan katoda LED1 ke GND.

• **Pernyataan 4 ✓** Jalur GND berhenti sebelum pad K LED2; ada celah sehingga cabang itu terbuka.

• **Pernyataan 5 ✗** Jebakan: kedua cabang tersusun paralel; cabang LED1 tetap tertutup sehingga LED1 tetap menyala.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 4.

No. 2 Kunci: A, B, D

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

Konsep: Konvensi skema: label jalur yang sama dan simbol ground menunjukkan titik yang tersambung; persilangan tanpa titik tidak tersambung; nilai ditulis singkat (4k7 = 4,7 kΩ); skema tidak menunjukkan letak fisik komponen.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 ✓** Label jalur (net label) yang sama berarti titik-titik itu satu jalur listrik.

• **Pernyataan 2 ✓** Simbol ground di mana pun menunjukkan titik yang sama.

• **Pernyataan 3 ✗** Persilangan tanpa titik tebal berarti jalur tidak tersambung.

• **Pernyataan 4 ✓** Huruf k menggantikan koma desimal sekaligus satuan kilo: 4k7 = 4,7 kΩ.

• **Pernyataan 5 ✗** Jebakan: skema menunjukkan hubungan listrik, bukan letak fisik; letak di papan diatur oleh tata letak.

Jawaban: pernyataan 1, 2, 4.

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

Kuis Akhir Bab 2

No. 1 Kunci: C

Konsep: Tombol tekan NO (normally open) terbuka saat dilepas dan tersambung hanya saat ditekan. Tombol NC (normally closed) tersambung saat dilepas dan terputus selama ditekan. Jenis dipilih dari perilaku rangkaian.

Langkah:

1. Lampu menyala terus saat tombol dilepas, berarti arus mengalir lewat tombol dalam keadaan dilepas: kontaknya tersambung.
2. Lampu padam selama tombol ditekan, berarti kontak terputus saat ditekan.
3. Kontak tersambung saat dilepas dan terputus saat ditekan adalah tombol NC.
4. Tombol kembali sendiri ke posisi semula, jadi bukan sakelar biasa.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: definisi NO benar, tetapi tidak cocok dengan cerita. NO tersambung saat ditekan, sedangkan lampu dalam cerita justru padam saat ditekan.
• **B.** ✗ Jebakan: kontak NO yang terbuka saat dilepas tidak dapat menyalakan lampu saat tombol dilepas. Alasannya bertentangan dengan cerita.
• **C.** ✓ Lampu menyala saat tombol dilepas (kontak tersambung) dan padam saat ditekan (kontak terputus). Itulah ciri tombol NC.
• **D.** ✗ Jebakan: definisi NC dibalik. Kontak NC tersambung saat dilepas, bukan terbuka.
• **E.** ✗ Sakelar biasa tetap pada posisi terakhirnya, sedangkan tombol dalam cerita kembali sendiri begitu dilepas.

Jawaban: C.

No. 2 Kunci: 1S 2B 3B

Konsep: Keselamatan menyolder: solder panas hanya di dudukannya, kacamata saat memotong kaki komponen, ruang berventilasi, dan cuci tangan setelah bekerja karena timah klasik mengandung timbal.

Langkah:

1. Periksa aturan 1: solder panas harus berada di dudukan, jadi aturan "di atas meja" salah.
2. Periksa aturan 2: kacamata melindungi mata dari potongan kaki yang terpental, jadi benar.
3. Periksa aturan 3: timbal pada timah klasik berbahaya bila tertelan, jadi cuci tangan sebelum makan benar.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Salah.** Solder panas hanya diletakkan di dudukannya. Di atas meja ia dapat membakar meja, kabel, atau tangan, walaupun kabel catunya sudah dijauhkan.
• **Pernyataan 2 → Benar.** Potongan kaki komponen kecil dan tajam, dan dapat terpental cepat sehingga mata harus dilindungi.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Timah klasik berupa paduan timah putih dan timbal. Mencuci tangan mencegah timbal ikut masuk ke mulut.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

No. 3 Kunci: E

Konsep: Under-etching (tembaga di sela jalur belum habis) disebabkan larutan lemah atau dingin, papan tidak digoyang, atau penghalang seperti serat kertas. Tindakan harus menyasar penyebab yang terbukti, dan papan dipantau agar tidak berlebih (over-etching).

Langkah:

1. Penyebab 1, larutan lemah atau dingin: dibantah, larutan baru dan hangat.
2. Penyebab 2, penghalang: dibantah, tidak ada serat kertas.

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

3. Penyebab 3, tidak digoyang: sesuai bukti, wadah tidak pernah digoyang sehingga larutan segar tidak sampai merata ke bagian tengah.
4. Tindakan: goyang wadah perlahan sambil memantau, angkat begitu sela jalur bersih.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: larutan sudah baru dan hangat, jadi tidak lemah. Mengganti dengan yang lebih pekat tidak mengatasi penyebab yang sebenarnya.
• **B.** ✗ Jebakan: larutan mendidih menghasilkan uap berbahaya dan merusak toner. Hangat saja cukup, dan penyebabnya bukan suhu.
• **C.** ✗ Amplas mengikis toner pelindung jalur sehingga jalur ikut larut dan menipis. Bagian tengah yang tersisa tidak diatasi dengan cara itu.
• **D.** ✗ Jebakan: merendam lebih lama tanpa memeriksa membuat jalur lain terkikis berlebih. Penyebabnya tidak digoyang, bukan kurang lama.
• **E.** ✓ Penyebab yang tersisa adalah wadah yang tidak digoyang. Menggoyang perlahan membawa larutan segar ke seluruh papan, dan pemantauan mencegah over-etching.

Jawaban: E.

No. 4 Kunci: A, C, D

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

Konsep: Pedoman desain PCB satu layer: lebar jalur menyesuaikan arus (sinyal 0,3–0,5 mm, 1 A sekitar 1 mm, 2 A sekitar 2 mm), jarak antarjalur minimal sekitar 0,3 mm, dan diameter pad sekitar dua kali diameter lubang.

Langkah:

1. Jalur sensor: 0,4 mm (rentang 0,3–0,5 mm) dan jarak 0,5 mm (≥ 0,3 mm): sesuai.
2. Jalur relai: 1 A butuh sekitar 1 mm, ada 0,4 mm: tidak sesuai walaupun jarak 0,6 mm cukup.
3. Jalur motor: 2 A butuh sekitar 2 mm, ada 2 mm: sesuai; jarak 0,2 mm < 0,3 mm: tidak sesuai.
4. Pad IC: 2 × 0,8 = 1,6 mm: sesuai. Pad konektor: 2 × 1,0 = 2,0 mm dibutuhkan, ada 1,2 mm: terlalu kecil.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Arus 2 A membutuhkan sekitar 2 mm dan desain memakai 2 mm (sesuai). Namun jarak 0,2 mm kurang dari minimal 0,3 mm sehingga mudah terjembatani timah.
• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: jaraknya memang cukup, tetapi arus 1 A membutuhkan lebar sekitar 1 mm, sedangkan desain hanya 0,4 mm. Jalur akan panas dan menipis.
• **Pernyataan 3** ✓ Lubang 1,0 mm membutuhkan pad sekitar 2 mm, sedangkan padnya 1,2 mm. Cincin tembaga tersisa tipis dan pad mudah terkelupas saat disolder.
• **Pernyataan 4** ✓ Lebar 0,4 mm berada pada rentang jalur sinyal 0,3–0,5 mm, dan jarak 0,5 mm melebihi minimal 0,3 mm.
• **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: dua kali diameter lubang justru yang dianjurkan. Pad IC 1,6 mm untuk lubang 0,8 mm sudah sesuai.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 4.

No. 5 Kunci: A

Konsep: Jalur yang telanjur putus diperbaiki dengan bahan penghantar: sedikit timah atau kawat tipis. Hasilnya diuji dengan multimeter (kontinuitas) sebelum papan dipakai. Spidol permanen hanya melindungi tembaga yang masih ada; ia bukan penghantar dan tidak dapat menggantikan tembaga yang hilang.

Langkah:

1. Bukti: satu jalur putus pada celah kecil, papan lain baik, papan belum diberi komponen. Kerusakan kecil dan mudah diperbaiki.
2. Perbaikan harus menghantarkan listrik: timah atau kawat tipis yang menutup celah.

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

3. Uji kontinuitas jalur dengan multimeter untuk membuktikan perbaikannya berhasil, sebelum bor dan solder.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Timah atau kawat tipis menghantarkan listrik dan menutup celah. Uji kontinuitas membuktikan jalur sudah tersambung kembali.
• **B.** ✗ Jebakan: spidol hanya cocok untuk melindungi tembaga yang masih ada sebelum etsa. Tinta tidak menghantarkan listrik, jadi celah tetap terbuka.
• **C.** ✗ Etsa hanya melarutkan tembaga, tidak menambahnya. Merendam lagi justru menipiskan jalur lain.
• **D.** ✗ Cairan pelindung (flux atau pernis) mencegah oksidasi, tetapi bukan penghantar. Celah tetap terbuka di bawah lapisannya.
• **E.** ✗ Jebakan: kerusakan harus diperbaiki dan diuji pada papan yang belum berkomponen. Menunda sampai semua komponen terpasang mempersulit pencarian penyebabnya.

Jawaban: A.

No. 6 Kunci: C

Konsep: Perkakas dipilih menurut pekerjaan, bahan yang harus dilindungi, dan ukurannya. Pinset memegang komponen yang terlalu kecil untuk jari. Penjepit PCB ("tangan ketiga") menahan papan agar kedua tangan bebas memegang solder dan timah.

Langkah:
1. Tulis dua pekerjaan: (a) memegang dan menempatkan resistor SMD yang sangat kecil; (b) menahan papan agar diam selagi kedua tangan memegang solder dan timah.
2. Pekerjaan (a): komponen kecil dan mudah rusak, jadi dipegang dengan pinset berujung halus.
3. Pekerjaan (b): papan harus tertahan tanpa dipegang tangan, jadi dijepit dengan penjepit PCB.
4. Cocokkan: pinset untuk komponen, penjepit PCB untuk papan.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: tang lancip berujung ramping sehingga tampak mirip pinset, tetapi dibuat untuk menekuk dan memegang kaki komponen. Tang kombinasi bertekanan tidak terkendali dan tidak membuat tangan bebas.
• **B.** ✗ Menempatkan komponen dengan pinset sudah tepat, tetapi menahan papan dengan tang kombinasi keliru: rahang bergerigi menggores tembaga dan tang itu tetap harus dipegang.
• **C.** ✓ Pinset memegang komponen kecil dengan ujung halus, dan penjepit PCB menahan papan sehingga kedua tangan bebas memegang solder dan timah.
• **D.** ✗ Jebakan: peran kedua perkakas tertukar. Penjepit PCB berfungsi menahan papan, sedangkan pinset terlalu kecil untuk menahan papan.
• **E.** ✗ Menahan papan dengan penjepit PCB sudah tepat, tetapi tang lancip menjepit komponen SMD pada satu titik dan mudah merusaknya. Komponen sekecil itu dipegang dengan pinset.

Jawaban: C.

No. 7 Kunci: B, D, E

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

Konsep: Terminal dipasang dengan tang crimping yang lekuk rahangnya sesuai ukuran leher terminal, sehingga tekanan merata dan sambungan rapat serta kuat. Hasilnya diuji dengan menarik kabel perlahan. Bila kabel keluar, ulangi dengan terminal baru.

Langkah:
1. Bukti: terminal terlepas pada uji tarik, padahal ukuran terminal sesuai. Jadi masalahnya cara menjepit, bukan ukuran.
2. Perbaikan: pakai terminal baru, kupas dan masukkan kabel dengan benar, pilih lekuk rahang yang

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

sesuai warna terminal, lalu jepit sampai rahang mengunci.
3. Periksa dengan uji tarik pelan pada setiap kabel.
4. Tang kombinasi dan palu bukan alat crimping sehingga tidak dipakai.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 ✗** Jebakan: tenaga besar dianggap menjamin kuat. Tang kombinasi menjepit pada beberapa titik dengan tekanan tidak terkendali, sehingga sambungan tampak terpasang padahal longgar.
• **Pernyataan 2 ✓** Terminal yang sudah dijepit lalu terlepas telah berubah bentuk dan lehernya kendur. Untuk hasil yang andal, ulangi dengan terminal baru.
• **Pernyataan 3 ✗** Jebakan: palu hanya memipihkan leher terminal. Hasilnya tampak rapat, tetapi serabut tidak terjepit merata sehingga mudah lepas dan panas.
• **Pernyataan 4 ✓** Lekuk rahang dibuat mengikuti ukuran leher terminal berwarna sama sehingga tekanan jepitan merata.
• **Pernyataan 5 ✓** Uji tarik pelan adalah pemeriksaan hasil crimping. Kabel yang keluar dari terminal berarti pekerjaan harus diulang.

Jawaban: pernyataan 2, 4, 5.

No. 8 Kunci: D

Konsep: Pada transfer toner, sisi toner dibalik menghadap tembaga, sehingga gambar di papan menjadi bayangan cermin dari gambar di kertas. Karena itu pola jalur harus dicetak dengan opsi cermin (mirror). Bila tidak, seluruh pola jalur terbalik dan harus dibuat ulang.

Langkah:
1. Kumpulkan bukti: toner utuh, jalur rapi, jarak pad sesuai, tetapi tulisan terbalik kiri-kanan. Jadi yang salah arah gambar, bukan panas, kebersihan, atau ketebalan.
2. Tulisan normal di kertas menjadi terbalik di papan: itulah efek pembalikan saat toner dipindah.
3. Karena seluruh pola ikut terbalik, jalur akan menyambung ke pad yang salah. Perbaikannya: cetak ulang secara cermin, bersihkan papan, lalu transfer ulang.

Analisis setiap opsi:
• **A. ✗** Jebakan: toner melebar membuat dua jalur menyatu, bukan membalik gambar. Bukti pada soal menunjukkan jalur rapi.
• **B. ✗** Jebakan: kertas yang bergeser menggeser gambar, bukan mencerminkannya. Gambar yang terbalik kiri-kanan tidak diperbaiki dengan menyetrika ulang.
• **C. ✗** Tembaga yang kurang bersih membuat toner tidak menempel (bolong), bukan membuat gambar terbalik. Menyetrika ulang kertas yang sama tidak mengubah arah.
• **D. ✓** Gambar dicetak tanpa cermin sehingga di papan menjadi bayangan cermin. Cetak ulang secara cermin menghasilkan pola yang benar.
• **E. ✗** Toner tipis menyebabkan bolong, bukan tulisan terbalik. Spidol hanya menutup bagian jalur yang tipis dan tidak membalik pola.

Jawaban: D.

No. 9 Kunci: B

Konsep: Gambar jalur harus dicetak skala 1:1 dan dicocokkan dengan komponen sebenarnya sebelum transfer. Skala cetak diketahui dengan membandingkan jarak terukur dengan jarak seharusnya: skala = terukur ÷ seharusnya.

Langkah:
1. Dari pad pertama ke pad ketujuh ada 6 celah antarkaki.
2. Jarak seharusnya = 6 × 2,54 mm = 15,24 mm.
3. Skala = 16,8 ÷ 15,24 ≈ 1,10, sehingga hasil cetak membesar sekitar 10%.

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

4. Bukti lain (jalur dan pad rapi, tidak melebar, toner utuh) menyingkirkan penyebab transfer. Perbaikan: cetak ulang pada skala 100% dan cocokkan dengan IC sebelum transfer.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: hasil hitungnya terbalik. Jarak terukur lebih besar daripada seharusnya, jadi gambar membesar, bukan mengecil.

• **B.** ✓ 16,8 mm lebih besar daripada 6 × 2,54 = 15,24 mm, rasionya sekitar 1,10. Maka cetak ulang pada skala 100% dan cocokkan dengan IC.

• **C.** ✗ Toner yang melebar mengubah lebar jalur dan menyatukan jalur rapat, bukan menggeser jarak antarpusat pad. Bukti pada soal menunjukkan jalur tidak melebar.

• **D.** ✗ Jebakan: penyebab yang terdengar masuk akal, tetapi tidak didukung bukti. Memuainya papan sangat kecil dan tidak menjelaskan selisih 10%.

• **E.** ✗ Ukuran pad tidak mengubah jarak antarpusat pad. Selisih 10% pada jarak pusat ke pusat menunjukkan skala cetak yang salah.

Jawaban: B.

No. 10 Kunci: D

Konsep: LED digambar sebagai dioda dengan dua panah yang keluar (memancarkan cahaya). Fotodioda digambar sebagai dioda dengan dua panah yang masuk (menerima cahaya). Dioda zener dikenali dari garis katoda yang bertekuk, bukan dari panah.

Langkah:

1. Pemancar sinar = LED inframerah: panah keluar dari simbol.
2. Penerima sinar = fotodioda: panah masuk ke simbol.
3. Zener tidak memakai panah; garis katodanya bertekuk seperti huruf Z.
4. Arah panah menunjukkan arah cahaya, bukan polaritas kaki.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: arah panah dibalik. Panah yang keluar menandai pemancar, bukan penerima.

• **B.** ✗ Zener tidak digambar dengan panah; ciri zener adalah garis katoda bertekuk. Panah keluar tidak menandai zener.

• **C.** ✗ Panah keluar benar untuk LED pemancar, tetapi panah masuk menandai penerima cahaya, bukan zener yang menahan tegangan.

• **D.** ✓ Panah keluar menandai LED yang memancarkan sinar, panah masuk menandai fotodioda yang menerimanya.

• **E.** ✗ Jebakan: panah bukan tanda polaritas. Polaritas ditunjukkan oleh segitiga dan garis katoda; panah menunjukkan arah cahaya.

Jawaban: D.

No. 11 Kunci: A, B, D

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

Konsep: Komponen berkutub harus dipasang sesuai arah: elko (tanda + dan strip negatif), dioda (garis katoda), dan LED (anoda lebih positif). Resistor, potensiometer, dan kapasitor biasa tidak berkutub.

Langkah:

1. Cari tanda kutub pada tiap simbol: C1 tanda +; D1 garis katoda; D2 panah cahaya dan arah dioda.
2. Komponen berkutub: C1, D1, D2. Pernyataan tentang ketiganya benar.
3. C2, R1, dan VR1 tidak punya kutub, sehingga pernyataan yang mengharuskan arah tertentu salah.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Elko berkutub. Kaki yang tertukar dapat merusak elko; strip di badan elko menandai kaki negatif.

• **Pernyataan 2** ✓ Dioda meneruskan arus ke satu arah. Garis pada simbol dan pita pada badan

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

menandai katoda, sehingga arahnya harus sama dengan skema.
• **Pernyataan 3 ✗** Jebakan: kapasitor biasa tidak berkutub. Simbolnya dua garis lurus tanpa tanda, dan boleh dipasang dari arah mana pun.
• **Pernyataan 4 ✓** LED adalah dioda. Ia menghantar dan menyala hanya pada bias maju, yaitu anoda lebih positif daripada katoda.
• **Pernyataan 5 ✗** Jebakan: resistor tidak berkutub dan simbolnya tidak punya tanda kaki. Potensiometer dipasang sesuai fungsi kaki (ujung dan penyapu), bukan kutub.

Jawaban: pernyataan 1, 2, 4.

No. 12 Kunci: B, C, E

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

Konsep: Diameter lubang dibuat sekitar 0,2 sampai 0,3 mm lebih besar daripada diameter kaki, dipilih dari mata bor yang tersedia. Teknik: tandai pusat pad dengan penitik, alasi papan, bor tegak lurus dengan tekanan ringan, dan pakai kacamata.

Langkah:
1. LED: kaki 0,5 mm → lubang 0,7–0,8 mm → mata bor 0,7 mm.
2. Terminal blok: kaki 0,9 mm → lubang 1,1–1,2 mm → mata bor 1,1 mm (0,9 mm terlalu sempit).
3. Relai: kaki 1,0 mm → lubang 1,2–1,3 mm → mata bor 1,3 mm.
4. Teknik: titik pusat dan alas kayu benar; menekan kuat salah.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 ✗** Jebakan: mata bor karbida keras tetapi rapuh. Ditekan kuat atau dibor miring, ia mudah patah dan lubang malah melenceng.
• **Pernyataan 2 ✓** Rentang lubang untuk kaki 0,5 mm adalah 0,7–0,8 mm. Mata bor 0,7 mm berada dalam rentang itu.
• **Pernyataan 3 ✓** Rentang lubang untuk kaki 1,0 mm adalah 1,2–1,3 mm. Dari mata bor tersedia, hanya 1,3 mm yang masuk rentang itu (1,1 mm kurang).
• **Pernyataan 4 ✗** Jebakan: lubang sama besar dengan kaki membuat kaki sulit masuk. Rentang yang benar 1,1–1,2 mm sehingga dipakai mata bor 1,1 mm.
• **Pernyataan 5 ✓** Titik pusat mencegah mata bor tergelincir, dan alas kayu mencegah sisi belakang papan pecah.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

No. 13 Kunci: B

Konsep: Benda besar atau tebal, misalnya pelat logam dan kabel besar, cepat melepas panas sehingga membutuhkan solder berdaya lebih besar. Mata solder dipilih sesuai ukuran titik: mata pahat menyentuh bidang lebih luas dan menyalurkan lebih banyak panas, mata runcing untuk titik kecil.

Langkah:
1. Solder 25 W cukup untuk resistor tetapi tidak untuk pelat: pelat melepas panas lebih cepat daripada yang dipasok solder. Kebutuhan pertama: daya lebih besar.
2. Titik yang dipanaskan berupa permukaan lebar, jadi bentuk mata harus menyentuh bidang luas. Kebutuhan kedua: mata pahat.
3. Gabungkan kedua kebutuhan: solder 60 W bermata pahat.

Analisis setiap opsi:
• **A. ✗** Jebakan: menempel lebih lama tidak menolong bila pelat melepas panas sama cepat dengan pasokannya. Komponen dan papan di sekitar malah ikut kepanasan.
• **B. ✓** Daya besar mengimbangi panas yang hilang ke pelat, dan mata pahat menyentuh bidang luas sehingga panas tersalur banyak.
• **C. ✗** Flux hanya membersihkan oksida agar timah mengalir; ia tidak menambah panas. Pelat yang

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

tetap dingin tidak akan melelehkan timah.
• **D.** ✗ Dayanya sudah benar, tetapi bentuk matanya keliru: titik runcing menyentuh bidang sempit sehingga panas masuk ke pelat lebih lambat daripada mata pahat.
• **E.** ✗ Mata solder tidak boleh diamplas karena lapisan pelindungnya terkelupas. Mata yang lebih tajam juga tidak menambah daya yang diperlukan.

Jawaban: B.

No. 14 Kunci: A

Konsep: Sekering memutus jalur bila arus melebihi nilainya. Ia dipasang SERI pada jalur positif, dekat sumber, agar seluruh arus rangkaian melewatinya. Dipasang paralel, sekering menjadi jalan pintas dan menghubungsingkatkan sumber.

Langkah:
1. Syarat 1: melindungi seluruh rangkaian → seluruh arus harus lewat F1 → F1 seri dan dekat sumber.
2. Syarat 2: tidak menghubungsingkatkan aki → F1 tidak boleh paralel dengan aki atau beban.
3. Letak yang memenuhi keduanya: seri pada jalur positif tepat setelah kutub + aki.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Seluruh arus rangkaian melewati F1 yang seri di dekat sumber, dan aki tidak terhubung singkat.
• **B.** ✗ Jebakan: sekering paralel dengan aki menjadi jalan pintas dari + ke −, sehingga aki terhubung singkat. Sekering tidak "menyerap" arus.
• **C.** ✗ Jebakan: paralel dengan beban berarti jalan pintas dari + ke ground, yaitu hubung singkat. Sekering tidak membagi arus beban.
• **D.** ✗ Seri memang benar, tetapi hanya melindungi kabel lampu. Bagian lain, termasuk jalur dari aki sampai sakelar dan LED, tidak terlindungi.
• **E.** ✗ Seri memang benar, tetapi hanya melindungi cabang LED. Arus lampu yang jauh lebih besar tidak melewatinya.

Jawaban: A.

No. 15 Kunci: 1B 2S 3S

Konsep: Relai adalah sakelar yang digerakkan listrik. Kumparan (persegi panjang) dan kontak (simbol sakelar) boleh digambar di tempat berbeda dengan kode yang sama atau dihubungkan garis putus-putus yang berarti hubungan mekanik. Arus kumparan bukan arus yang melewati kontak.

Langkah:
1. Periksa pernyataan 1: tanpa arus kumparan, kontak kembali ke posisi semula (terbuka), sehingga pompa berhenti: benar.
2. Periksa pernyataan 2: kumparan di rangkaian 5 V, kontak di rangkaian 12 V; arus pompa tidak melewati kumparan: salah.
3. Periksa pernyataan 3: garis putus-putus = hubungan mekanik, bukan kawat: salah.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Benar.** Kontak berpindah posisi hanya selama kumparan dialiri arus. Tanpa arus, kontak kembali ke keadaan terbuka sehingga rangkaian pompa terputus.
• **Pernyataan 2 → Salah.** Kode yang sama hanya menandai bahwa keduanya bagian dari relai yang sama. Kumparan dan kontak berada di rangkaian terpisah, dan arus pompa hanya lewat kontak.
• **Pernyataan 3 → Salah.** Garis putus-putus menandai hubungan mekanik: kumparan yang menjadi magnet menarik kontak. Ia bukan kawat penghantar.

Jawaban: Benar, Salah, Salah.

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

No. 16 Kunci: A

Konsep: Sambungan solder terbentuk bila pad dan kaki sama-sama cukup panas. Timah disentuhkan ke pad dan kaki, di sisi yang berlawanan dengan mata solder, sehingga timah meleleh karena panas keduanya dan mengalir membasahi pad serta kaki.

Langkah:

1. Baca bukti: timah meleleh di mata solder tetapi tidak melekat pada pad dan kaki. Mata solder sudah ditinning dan permukaan sudah bersih, jadi penyebabnya cara kerja, bukan alat.
2. Timah diberikan kepada mata solder, sedangkan pad dan kaki belum panas.
3. Cara benar: panaskan pad dan kaki sekaligus beberapa detik, sentuhkan timah di sisi yang berlawanan dengan mata solder, biarkan mengalir, angkat timah lebih dulu, lalu angkat solder.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Pad dan kaki dipanaskan bersama, lalu timah meleleh dari panas keduanya dan membasahi sambungan. Inilah urutan lima langkah menyolder.
• **B.** ✗ Jebakan: masalahnya urutan, bukan suhu. Suhu terlalu tinggi justru merusak LED dan membuat pad terkelupas.
• **C.** ✗ Jebakan: timah yang menumpuk di mata solder tidak memindahkan panas ke pad. Gumpalan itu hanya menambah timah di tempat yang salah.
• **D.** ✗ Kaki saja yang panas, padahal pad besar menyerap panas lebih banyak. Timah tidak melekat pada pad yang dingin sehingga terjadi sambungan dingin.
• **E.** ✗ Panas hilang ketika mata solder diangkat, padahal kaki belum ikut panas. Timah yang disentuhkan kemudian tidak melekat dengan baik.

Jawaban: A.

No. 17 Kunci: E

Konsep: Jembatan timah adalah timah berlebih yang menghubungkan dua pad yang seharusnya terpisah. Ia ditemukan dengan uji kontinuitas pada papan belum bertegangan: pasangan yang seharusnya terpisah tetapi berbunyi bermasalah. Perbaikan: ambil kelebihan timah dengan penyedot atau kawat pengisap, lalu uji lagi.

Langkah:

1. Bandingkan kolom "Seharusnya" dan "Hasil uji" pada tiap baris: pin 1–2 dan pin 3–4 sesuai (terpisah, tidak berbunyi); pin 5–6 sesuai (tersambung, berbunyi).
2. Satu-satunya penyimpangan: pin 2–3 seharusnya terpisah tetapi berbunyi.
3. Bukti kaca pembesar: gumpalan timah menutup celah antara dua pad, jadi penyebabnya jembatan timah, bukan sambungan dingin atau sisa tembaga.
4. Perbaikan: ambil kelebihan timah dengan kawat pengisap, lalu uji ulang pasangan itu hingga tidak berbunyi.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: semua yang berbunyi dianggap bermasalah. Pin 5–6 memang harus tersambung, jadi tidak perlu diperbaiki.
• **B.** ✗ Jebakan: sambungan dingin membuat sambungan terbuka, bukan menghubungkan dua pad. Menyolder ulang dengan timah baru malah menambah timah.
• **C.** ✗ Pin 5–6 berbunyi sesuai skema, sehingga bukan masalah. Masalahnya justru ada pada pin 2–3.
• **D.** ✗ Sisa tembaga bisa menghubungkan jalur, tetapi bukti pada soal menunjuk gumpalan timah. Mengerik tembaga tidak mengambil timahnya.
• **E.** ✓ Pin 2–3 menyimpang dari skema dan penyebabnya gumpalan timah. Kawat pengisap mengambil kelebihan timah, lalu hasilnya diuji kembali.

Jawaban: E.

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

No. 18 Kunci: A, C, E

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

Konsep: Larutan etsa FeCl3 korosif: pakai sarung tangan, kacamata, dan celemek; wadah dari plastik atau kaca; larutan bekas = limbah B3 yang disimpan dalam wadah tertutup berlabel dan diserahkan ke pengumpul berizin; bila terkena kulit, bilas air mengalir.

Langkah:

1. Perlindungan diri: sarung tangan dan celemek (kacamata sudah dipakai).
2. Wadah: plastik atau kaca, bukan logam.
3. Larutan bekas: wadah tertutup berlabel, serahkan ke pengumpul limbah B3 berizin, bukan ke saluran air.
4. Bila terkena kulit: bilas banyak air mengalir dan lapor.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 ✓** Larutan FeCl3 korosif dan mengiritasi kulit, serta meninggalkan noda. Sarung tangan dan celemek melindunginya.
• **Pernyataan 2 ✗** Jebakan: larutan bekas mengandung tembaga terlarut dan tergolong limbah B3. Ia tidak boleh dibuang ke saluran air atau tanah.
• **Pernyataan 3 ✓** Prosedur dasar limbah B3: wadah tertutup, diberi label, lalu diserahkan ke pihak berizin.
• **Pernyataan 4 ✗** Jebakan: logam berkarat dan bereaksi dengan FeCl3. Wadah dan penjepit harus dari plastik atau kaca.
• **Pernyataan 5 ✓** Pertolongan pertama untuk percikan larutan korosif adalah membilas banyak air mengalir dan segera melapor.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 5.

No. 19 Kunci: A, B, E

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

Konsep: Pad yang disambung tembaga membentuk satu simpul. Dua komponen seri bila hanya satu ujung yang berbagi simpul tanpa percabangan. Celah pada jalur berarti rangkaian terbuka: komponen di belakang celah tidak mendapat arus.

Langkah:

1. Telusuri: J1 + → S1 kaki 1; S1 kaki 2 → percabangan menuju R1 dan ke BZ1 +.
2. Cabang R1: R1 kaki 2 → D1 anoda tanpa percabangan lain: R1 dan D1 seri; D1 katoda ke jalur bawah (J1 −).
3. Cabang BZ1: BZ1 − di jalur bawah (ground), tetapi jalur ke BZ1 + memiliki celah sehingga BZ1 tidak mendapat arus.
4. S1 berada sebelum percabangan, sehingga mengendalikan seluruh beban.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 ✓** Jalur dari R1 kaki kanan hanya menuju anoda D1 tanpa percabangan, sehingga keduanya seri.
• **Pernyataan 2 ✓** Pad D1 K dan BZ1 − berada pada jalur tembaga di bagian bawah yang terhubung ke J1 −, yaitu jalur ground.
• **Pernyataan 3 ✗** Jebakan: percabangan ke BZ1 berada setelah S1. Bila S1 dibuka, arus ke cabang R1–D1 dan ke BZ1 sama-sama terputus.
• **Pernyataan 4 ✗** Jebakan: jalur dari J1 + lebih dulu menuju S1. Hanya S1 kaki kedua yang bersambung ke R1 dan cabang BZ1.
• **Pernyataan 5 ✓** Jalur ke BZ1 + terputus oleh celah sehingga buzzer terpisah dari sumber, walaupun jalur lainnya utuh.

Jawaban: pernyataan 1, 2, 5.

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

No. 20 Kunci: C

Konsep: Pada penulisan singkat, huruf pengali (R, k, M) menggantikan koma desimal: 2k7 = 2,7 kΩ, 8R2 = 8,2 Ω, 4M7 = 4,7 MΩ, 0R22 = 0,22 Ω. Perbandingan dilakukan setelah semua nilai dinyatakan dalam satuan yang sama.

Langkah:

1. Ubah ke ohm: 2k7 = 2,7 kΩ = 2.700 Ω; 8R2 = 8,2 Ω; 4M7 = 4,7 MΩ = 4.700.000 Ω; 0R22 = 0,22 Ω.
2. Urutkan dari terkecil: 0,22 Ω (R4) < 8,2 Ω (R2) < 2.700 Ω (R1) < 4.700.000 Ω (R3).
3. Urutan kode: R4, R2, R1, R3.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: 0R22 dibaca 22 Ω sehingga dianggap lebih besar daripada 8R2. Padahal R di depan menggantikan koma: 0,22 Ω.
- **B.** ✗ Jebakan: huruf k pada 2k7 diabaikan sehingga dibaca 2,7 Ω. Padahal k berarti kilo: 2.700 Ω.
- **C.** ✓ Nilai: 0,22 Ω, 8,2 Ω, 2.700 Ω, 4.700.000 Ω. Urutannya R4, R2, R1, R3.
- **D.** ✗ Jebakan: huruf k dan M tertukar sehingga 2k7 dianggap lebih besar daripada 4M7. Padahal M (mega) jauh lebih besar daripada k (kilo).
- **E.** ✗ Jebakan: urutan dibalik, dari terbesar ke terkecil, padahal yang diminta terkecil ke terbesar.

Jawaban: C.

No. 21 Kunci: A, D, E

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

Konsep: Dua sakelar SPDT dapat mengendalikan satu lampu dari dua tempat. Lampu menyala bila kedua sakelar memakai kawat penghantar yang sama di antara keduanya. Jalur arus ditelusuri dari kutub + sumber melalui sekering, sakelar, lampu, lalu ke ground.

Langkah:

1. Telusuri: kutub + B1 → F1 → masukan S1.
2. S1 mengarah ke kawat atas. S2 mengarah ke kawat bawah. Jalur putus di S2 sehingga lampu padam.
3. Pindahkan S2 saja: S2 ke kawat atas, sama dengan S1 → lampu menyala. Pindahkan keduanya: S1 ke bawah, S2 ke atas → tetap berbeda → padam.
4. F1 seri dengan seluruh rangkaian, sehingga arus lampu melewatinya saat menyala.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ S1 menghubungkan masukannya ke kawat atas, sedangkan S2 menerima dari kawat bawah. Arus berhenti di S2, jadi lampu padam.
- **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: membaca jalur secara kasar tanpa memeriksa posisi tuas. S1 ke kawat atas, S2 ke kawat bawah, sehingga jalur tidak menyambung.
- **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: bila keduanya dipindah, S1 menuju kawat bawah dan S2 menuju kawat atas. Keduanya tetap berbeda sehingga lampu tetap padam.
- **Pernyataan 4** ✓ S2 pindah ke kawat atas, sama dengan S1. Jalur F1 – S1 – kawat atas – S2 – H1 tersambung, sehingga lampu menyala.
- **Pernyataan 5** ✓ F1 berada seri pada jalur positif sebelum S1, sehingga seluruh arus lampu melewatinya.

Jawaban: pernyataan 1, 4, 5.

No. 22 Kunci: B

Konsep: Skema menunjukkan hubungan listrik, tata letak PCB menunjukkan letak fisik pad dan jalur dalam ukuran sebenarnya, diagram blok menunjukkan fungsi bagian, dan gambar papan percobaan menunjukkan baris yang tersambung. Urutan kerja: skema, uji papan percobaan, tata letak PCB, lalu pembuatan PCB.

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

Langkah:

1. Catat kebutuhan: posisi pad, bentuk jalur tembaga, dan ukuran papan 1:1 untuk dicetak.
2. Itu informasi tentang letak fisik, bukan hubungan listrik atau fungsi.
3. Gambar yang menjawab "di mana letaknya" adalah tata letak PCB.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: skema hanya menunjukkan siapa tersambung dengan siapa. Posisi dan ukurannya bebas, sehingga tidak dapat dicetak 1:1 untuk papan.
• **B.** ✓ Tata letak PCB memuat posisi pad, jalur, dan ukuran papan sebenarnya sehingga dapat dicetak 1:1 untuk transfer toner.
• **C.** ✗ Diagram blok hanya menunjukkan fungsi bagian rangkaian, tanpa komponen, pad, atau jalur.
• **D.** ✗ Gambar papan percobaan menunjukkan cara memasang komponen tanpa solder. Ia tidak menunjukkan pad dan jalur tembaga pada PCB.
• **E.** ✗ Daftar komponen berguna untuk pembelian dan perakitan, tetapi tidak memuat posisi pad atau jalur.

Jawaban: B.

No. 23 Kunci: D

Konsep: Pad yang dihubungkan tembaga membentuk satu simpul. Dua komponen paralel bila KEDUA ujungnya berbagi simpul yang sama. Dua komponen seri bila hanya SATU ujung yang berbagi simpul dan simpul itu tidak bercabang ke komponen lain.

Langkah:

1. Tentukan ujung tiap komponen: R1 (B–C), R2 (B–D), LED1 (C–G), LED2 (D–G), S1 (A–B), C1 (B–G).
2. R1 dan LED1 hanya bertemu di simpul C, yang tidak bercabang ke komponen lain: seri.
3. R1 dan R2 hanya berbagi B (ujung lain C dan D), sehingga bukan paralel. LED1 dan LED2 hanya berbagi G, sehingga bukan paralel.
4. C1 berbagi B dengan S1, tetapi B bercabang ke R1, R2, dan C1: bukan seri. R2 dan LED2 hanya berbagi D: seri, bukan paralel.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: berbagi satu simpul belum cukup untuk paralel. Ujung lain R1 ada di simpul C dan R2 di simpul D, jadi tidak paralel.
• **B.** ✗ Jebakan: LED1 dan LED2 hanya berbagi simpul G. Anoda keduanya di simpul berbeda (C dan D), jadi tidak paralel.
• **C.** ✗ Simpul B bercabang ke R1, R2, dan C1, sehingga S1 tidak seri dengan C1. S1 seri dengan seluruh kelompok beban.
• **D.** ✓ R1 (B–C) dan LED1 (C–G) hanya bertemu di simpul C, yang tidak bercabang ke komponen lain. Maka keduanya seri.
• **E.** ✗ Jebakan: R2 (B–D) dan LED2 (D–G) berbagi satu simpul D saja, yaitu seri. Paralel membutuhkan kedua ujung yang sama.

Jawaban: D.

No. 24 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Skema menunjukkan hubungan listrik dan letak gambarnya bebas; tata letak menunjukkan letak fisik. Keduanya harus menghasilkan simpul yang sama. Jumper bukan komponen di skema. Sisi tembaga adalah bayangan cermin dari sisi komponen.

Langkah:

1. Pernyataan 1: yang harus sama antara skema dan tata letak adalah simpulnya, bukan letak gambarnya: benar.

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

2. Pernyataan 2: jumper hanya kawat dan muncul sebagai garis biasa di skema: salah.
3. Pernyataan 3: sisi tembaga tercermin, sehingga arah urutan kaki IC berbalik: benar.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Benar.** Skema hanya menunjukkan hubungan listrik, sehingga letak gambarnya bebas. Yang harus sama adalah simpul yang disambung oleh tiap pad.
• **Pernyataan 2 → Salah.** Jumper hanyalah kawat penyambung, bukan komponen. Di skema ia tampak sebagai garis biasa.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Sisi tembaga adalah bayangan cermin dari sisi komponen, sehingga urutan kaki berbalik arah.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 25 Kunci: E

Konsep: Pada papan percobaan, lima lubang dalam satu baris pendek (a–e atau f–j) tersambung di dalam, tetapi sisi a–e dan f–j TIDAK tersambung karena dipisahkan celah tengah. Dua kaki hanya tersambung bila berada di baris yang sama DAN di sisi celah yang sama.

Langkah:
1. Telusuri dari rel + (kabel merah) ke a5; R1 e5–e9 berada di sisi kiri (a–e), sehingga baris 5 sisi kiri dan baris 9 sisi kiri tersambung lewat R1.
2. Anoda LED berada di g9, yaitu sisi kanan (f–j) baris 9. Sisi kiri dan sisi kanan baris 9 dipisahkan celah, jadi R1 tidak tersambung ke LED.
3. Katoda LED di g13, dan kabel hitam di i13 (sama-sama f–j baris 13) tersambung ke rel −: bagian ini benar.
4. Rangkaian terbuka di celah tengah baris 9, sehingga tidak ada arus dan LED tidak menyala.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: nilai 330 Ω pada 5 V memberi arus sekitar (5 − 2) ÷ 330 ≈ 9 mA, cukup menyalakan LED. Nilai ini bukan penyebabnya.
• **B.** ✗ Jebakan: baterai memang tersambung ke kedua rel, kiri dan kanan. Letak rel di sisi berseberangan memang lazim dan tidak membuat baterai terputus.
• **C.** ✗ Jebakan: kaki R1 berada di baris 5 dan baris 9 (berbeda), sehingga R1 tidak terhubung singkat.
• **D.** ✗ Katoda LED di g13 dan kabel hitam di i13 memang satu baris, dan itu disengaja untuk menyambungkan katoda ke rel −. Itu bukan hubung singkat.
• **E.** ✓ R1 berada pada e9 (sisi kiri), anoda LED pada g9 (sisi kanan). Celah tengah memisahkan keduanya sehingga arus tidak sampai ke LED.

Jawaban: E.

Latihan sub bab 3.1

No. 1 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: Tegangan (V) adalah dorongan listrik, arus (A) adalah aliran muatan, daya P = V × I. Sumber tegangan tetap memberi tegangan pengenal; arus yang mengalir ditentukan beban sampai batas arus maksimum sumber.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Benar.** Simbol ⎓ menandakan arus/tegangan searah (DC).
• **Pernyataan 2 → Benar.** P = V × I = 5 V × 2 A = 10 W.
• **Pernyataan 3 → Salah.** Angka 2 A adalah arus maksimum yang mampu diberikan. Arus yang mengalir ditentukan kebutuhan beban, yaitu sekitar 0,5 A.

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

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

No. 2 **Kunci: 1S 2B 3B**

Konsep: Daya (W) adalah energi per satuan waktu. Energi listrik W = P × t; 1 kWh = 1.000 Wh.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: pada lama menyala yang sama, energi = daya × waktu, sehingga solder 60 W memakai energi lebih besar.
- **Pernyataan 2 → Benar.** 3 × 40 W × 5 jam = 600 Wh = 0,6 kWh.
- **Pernyataan 3 → Benar.** 40 W × 5 jam = 200 Wh.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

Latihan sub bab 3.2

No. 1 **Kunci: C**

Konsep: I = P ÷ V. Adaptor harus memiliki tegangan sama dengan beban dan arus pengenal lebih besar daripada arus beban.

Langkah:

1. I = 18 W ÷ 12 V = 1,5 A.
2. Tegangan harus 12 V dan arus pengenal > 1,5 A → 12 V, 2 A.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Tegangannya sesuai, tetapi 1 A lebih kecil dari kebutuhan 1,5 A sehingga adaptor kepanasan.
- **B.** ✗ Jebakan: dayanya cukup besar, tetapi tegangan 24 V dua kali tegangan kerja dan merusak LED.
- **C.** ✓ Tegangan 12 V sesuai dan 2 A lebih besar dari 1,5 A.
- **D.** ✗ Tegangan 9 V lebih rendah dari 12 V sehingga LED redup atau tidak menyala.
- **E.** ✗ Jebakan: daya 5 V × 4 A = 20 W memang lebih dari 18 W, tetapi tegangannya tidak sesuai.

Jawaban: C.

No. 2 **Kunci: 1B 2B 3S**

Konsep: Hukum Ohm I = V ÷ R dan daya P = V × I. Pada hambatan tetap, bila tegangan turun setengah, arus juga turun setengah, sehingga daya menjadi seperempat.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 → Benar.** I = 12 ÷ 24 = 0,5 A.
- **Pernyataan 2 → Benar.** P = 12 × 0,5 = 6 W.
- **Pernyataan 3 → Salah.** Jebakan: arusnya juga turun setengah (6 ÷ 24 = 0,25 A), sehingga P = 6 × 0,25 = 1,5 W, seperempat daya semula.

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

Latihan sub bab 3.3

No. 1 **Kunci: D**

Konsep: Pada rangkaian seri, komponen yang terhubung singkat bertegangan 0 V dan membuat hambatan total turun sehingga arus naik. Komponen yang putus juga dapat terbaca 0 V di bagian lain, tetapi arus rangkaian menjadi nol.

Langkah:

1. Arus naik dari 1,85 mA menjadi 3,75 mA → hambatan total turun, bukan rangkaian terbuka.
2. Cek R1 dan R2: 3,75 mA × 1 kΩ = 3,75 V ✓; 3,75 mA × 2,2 kΩ = 8,25 V ✓ → keduanya baik.
3. 12 V ÷ 3,75 mA = 3,2 kΩ = R1 + R2 → R3 bernilai ≈ 0 (hubung singkat).

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: bila R3 putus, arus menjadi 0 dan seluruh 12 V muncul pada R3, bukan 0 V.

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

• **B.** ✗ Tegangan R1 dan R2 tetap sesuai V = I × R dengan nilai aslinya; kenaikannya akibat arus yang naik.
• **C.** ✗ Tegangan sumber terukur 12 V sesuai rancangan.
• **D.** ✓ Hambatan total tinggal R1 + R2 = 3,2 kΩ, sehingga arus naik dan R3 bertegangan 0 V.
• **E.** ✗ Jebakan: tegangan R2 memang naik, tetapi 8,25 V ÷ 3,75 mA = 2,2 kΩ, sama dengan nilainya.

Jawaban: D.

No. 2 Kunci: A, B, D, E

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

Konsep: Rangkaian campuran: komponen di jalur utama dilalui arus total; cabang paralel mendapat tegangan yang sama. Menambah cabang paralel menurunkan hambatan total, menaikkan arus total, dan menurunkan tegangan pada bagian paralel.

Langkah:
1. S1 terbuka: L1 seri L2, R total = 2R → masing-masing 6 V.
2. S1 tertutup: L2 ‖ L3 = R/2; R total = 1,5R; V paralel = 12 × (0,5 ÷ 1,5) = 4 V; V L1 = 8 V.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✓ L3 tidak dialiri arus; L1 dan L2 identik membagi 12 V sama rata.
• **Pernyataan 2** ✓ Hambatan total turun dari 2R menjadi R + R/2 = 1,5R sehingga arus melalui L1 naik.
• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: arus total naik, tetapi tegangan bagian paralel turun dari 6 V menjadi 12 × (0,5R ÷ 1,5R) = 4 V, sehingga L2 lebih redup.
• **Pernyataan 4** ✓ L1 berada di jalur utama; bila putus, seluruh arus terhenti.
• **Pernyataan 5** ✓ Cabang L3 tetap tersambung seri dengan L1 sehingga masih dialiri arus.

Jawaban: pernyataan 1, 2, 4, 5.

Latihan sub bab 3.4

No. 1 Kunci: A

Konsep: Pembagi tegangan trimpot–LDR menentukan kapan transistor menghantar. Bila posisi LDR dan trimpot tertukar, tegangan basis naik saat terang (bukan saat gelap) sehingga relai aktif pada siang hari.

Langkah:
1. Relai berbunyi klik dan indikator kumparan menyala pada siang hari → transistor menghantar saat terang.
2. Berarti bagian pengindra yang terbalik, bukan kontak keluarannya.
3. Penyebab yang sesuai: LDR dan trimpot tertukar posisi.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Pembagi tegangan terbalik membuat transistor menghantar saat terang.
• **B.** ✗ Jebakan: kontak NC juga membuat lampu menyala siang, tetapi kumparan relai seharusnya aktif pada malam hari; faktanya kumparan aktif siang hari.
• **C.** ✗ Dioda terbalik akan menghubung-singkatkan catu saat transistor menghantar; relai tidak dapat bekerja normal.
• **D.** ✗ Jebakan: terlalu peka membuat lampu menyala lebih cepat saat senja, tetapi tidak membuatnya padam pada malam hari.
• **E.** ✗ Transistor hubung singkat membuat relai aktif terus, siang maupun malam.

Jawaban: A.

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

No. 2 Kunci: B

Konsep: Frekuensi astabil 555 ditentukan resistor dan kapasitor pewaktu; frekuensi berbanding terbalik dengan kapasitansi. Kedipan 1 kHz terlalu cepat untuk dilihat mata sehingga LED tampak menyala terus.

Langkah:

1. Terukur 1 kHz, seharusnya 1 Hz → 1.000 kali lebih cepat.
2. Resistor sudah sesuai → kapasitansi 1.000 kali lebih kecil.
3. 10 µF ÷ 1.000 = 10 nF.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ IC menghasilkan gelombang kotak bersih, berarti IC berosilasi; hanya frekuensinya yang salah.
- **B.** ✓ Kapasitansi 1.000 kali lebih kecil membuat frekuensi 1.000 kali lebih besar.
- **C.** ✗ Jebakan: resistor LED memengaruhi terang LED, bukan frekuensi IC.
- **D.** ✗ Jebakan: frekuensi 555 astabil hampir tidak bergantung pada tegangan catu.
- **E.** ✗ LED terbalik tidak menyala sama sekali.

Jawaban: B.

Kuis Akhir Bab 3

No. 1 Kunci: B, D, E

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

Konsep: Frekuensi f = 1 ÷ T (Hz dan detik). Makin pendek periode, makin tinggi frekuensi. AC polaritasnya berganti berkala; DC polaritasnya tetap. Listrik PLN: 50 Hz, T = 20 ms.

Langkah:

1. Ubah periode: 4 ms = 0,004 s.
2. Frekuensi generator: f = 1 ÷ 0,004 = 250 Hz.
3. Periode PLN: T = 1 ÷ 50 = 0,02 s = 20 ms.
4. Bandingkan: 250 Hz lebih tinggi daripada 50 Hz; 4 ms lebih pendek daripada 20 ms.
5. Charger 5 V DC memberi polaritas tetap; sinyal AC berganti berkala.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: 1 ÷ 0,004 = 250, bukan 25. Koma bergeser satu tempat saat mengubah ms ke s.
- **Pernyataan 2** ✓ Periode 4 ms = 0,004 s sehingga f = 1 ÷ 0,004 = 250 Hz.
- **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: periode pendek berarti frekuensi tinggi. Sinyal generator 250 Hz, lebih tinggi daripada 50 Hz.
- **Pernyataan 4** ✓ T = 1 ÷ 50 = 0,02 s = 20 ms, lebih panjang daripada 4 ms.
- **Pernyataan 5** ✓ Ciri AC: arah dan polaritas berganti berkala. Keluaran DC polaritasnya tetap.

Jawaban: pernyataan 2, 4, 5.

No. 2 Kunci: 1S 2B 3B

Konsep: $P = V^2 \div R = V \times I$. Resistor aman bila daya yang diserap tidak melebihi rating. Pada dua resistor identik seri, tegangan terbagi dua sehingga daya total dibagi rata.

Langkah:

1. Rencana (a): I = 12 ÷ 47 = 0,255 A; P = 12 × 0,255 = 3,06 W.
2. Rencana (b): R total = 94 Ω; I = 12 ÷ 94 = 0,128 A; P total = 1,53 W.
3. Daya tiap resistor pada (b): 0,77 W, jauh di bawah 2 W.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: 1,5 W adalah daya total kedua resistor (144 ÷ 94 ≈ 1,53 W). Tiap

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

resistor hanya menyerap sekitar 0,77 W.

• **Pernyataan 2 → Benar.** I = V ÷ R = 12 ÷ 47 ≈ 0,26 A.

• **Pernyataan 3 → Benar.** P = V^2 ÷ R = 144 ÷ 47 ≈ 3,1 W, lebih besar daripada 2 W, sehingga resistor akan terlalu panas.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

No. 3 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Hambatan penghantar bertambah bila panjangnya bertambah dan bila luas penampangnya mengecil (bahan sama).

Langkah:

1. Bandingkan P dengan Q: hanya panjang berbeda (5 m lawan 15 m).
2. Bandingkan P dengan R: hanya penampang berbeda (1,5 mm^2 lawan 0,75 mm^2).
3. Simpulkan urutan hambatan: P terkecil, R dan Q lebih besar.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** Bahan dan penampang sama, tetapi Q tiga kali lebih panjang. Makin panjang kabel, makin besar hambatannya.

• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: penampang lebih tipis justru memperbesar hambatan, seperti pipa yang lebih sempit.

• **Pernyataan 3 → Benar.** P paling pendek dibanding Q dan paling tebal dibanding R, sehingga hambatannya paling kecil dari ketiganya.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 4 Kunci: E

Konsep: Pada hambatan tetap, P = V^2 ÷ R. Daya berubah menurut kuadrat tegangan, bukan sebanding dengan tegangan.

Langkah:

1. Hambatan elemen: R = V^2 ÷ P = 12^2 ÷ 36 = 4 Ω.
2. Daya pada 18 V: P = 18^2 ÷ 4 = 81 W.
3. Arus: I = 18 ÷ 4 = 4,5 A; P = 18 × 4,5 = 81 W (sama).
4. Bandingkan: 81 W lebih besar daripada batas 60 W (naik 2,25 kali, yaitu $1,5^2$), sehingga pendapat Pak Joko keliru dan elemen tidak aman.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: P = V × I, tetapi arus ikut naik 1,5 kali. Daya naik 1,5 × 1,5 kali, bukan hanya 1,5 kali.

• **B.** ✗ Jebakan: hambatan tetap tidak berarti daya tetap. Dengan hambatan sama, tegangan lebih tinggi menaikkan arus dan daya.

• **C.** ✗ Jebakan: pangkat tiga salah. $1,5^3$ × 36 = 121,5 W padahal daya hanya berpangkat dua terhadap tegangan.

• **D.** ✗ Jebakan: hambatan sudah dapat dihitung dari label, R = 12^2 ÷ 36 = 4 Ω, tanpa mengukur.

• **E.** ✓ R = 4 Ω; daya pada 18 V = 18^2 ÷ 4 = 81 W, lebih dari 60 W, sehingga pendapat itu keliru.

Jawaban: E.

No. 5 Kunci: C

Konsep: Arus lewat kabel pergi dan pulang, sehingga panjang kawat yang dihitung adalah dua kali jarak. Jatuh tegangan V = I × R kabel harus tidak melebihi batas.

Langkah:

1. Panjang total kawat: 2 × 20 m = 40 m.
2. Hambatan tiap penampang = hambatan per meter × 40 m.
3. 0,5 mm^2: 1,4 Ω → jatuh 1,68 V (melebihi 0,6 V).

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

4. 0,75 mm^2: 0,92 Ω → jatuh 1,104 V (melebihi).
5. 1,5 mm^2: 0,48 Ω → jatuh 0,576 V (memenuhi).
6. 2,5 mm^2 dan 4 mm^2 memenuhi juga (0,336 V dan 0,211 V), tetapi lebih besar. Terkecil yang memenuhi: 1,5 mm^2.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Hambatan 1,4 Ω, jatuh tegangan 1,68 V; melebihi batas 0,6 V.
• **B.** ✗ Jebakan: bila panjang hanya satu arah (20 m), jatuh tegangannya 0,552 V tampak memenuhi. Dengan pergi dan pulang (40 m) menjadi 1,104 V, melebihi batas.
• **C.** ✓ Hambatan 0,48 Ω; jatuh tegangan 1,2 × 0,48 = 0,576 V; memenuhi dan terkecil.
• **D.** ✗ Jatuh tegangan 0,336 V memenuhi, tetapi bukan penampang terkecil yang memenuhi.
• **E.** ✗ Jatuh tegangan 0,211 V memenuhi, tetapi paling besar dan bukan yang terkecil.

Jawaban: C.

No. 6 Kunci: E

Konsep: Energi E = P × t (Wh bila P dalam watt dan t dalam jam). Daya (laju) berbeda dengan energi (jumlah): alat berdaya besar yang menyala sebentar dapat memakai energi lebih kecil.

Langkah:
1. Pemanas: 400 W × 0,5 jam = 200 Wh (30 menit = 0,5 jam).
2. Kipas: 30 × 6 = 180 Wh.
3. Lampu: 10 × 10 = 100 Wh.
4. Charger: 65 × 4 = 260 Wh.
5. Bor: 150 × 1 = 150 Wh.
6. Terbesar: charger laptop, 260 Wh.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: 400 dikali 30 tanpa mengubah menit ke jam menghasilkan 12.000 Wh. Nilai benarnya 200 Wh, dan daya terbesar belum tentu energi terbesar.
• **B.** ✗ Hitungan 30 × 6 = 180 Wh benar, tetapi bukan yang terbanyak.
• **C.** ✗ Hitungan 10 × 10 = 100 Wh benar. Lampu menyala paling lama, tetapi dayanya kecil sehingga energinya paling kecil.
• **D.** ✗ Hitungan 150 × 1 = 150 Wh benar, tetapi bukan yang terbanyak.
• **E.** ✓ Hitungan 65 × 4 = 260 Wh, nilai energi terbesar dari kelima peralatan.

Jawaban: E.

No. 7 Kunci: A

Konsep: Hukum Ohm: I = V ÷ R. Bila R dalam kΩ dan V dalam volt, hasilnya langsung dalam mA.

Langkah:
1. I = V ÷ R = 2,35 V ÷ 4,7 kΩ = 0,5 mA.
2. Cek dengan satuan dasar: 2,35 ÷ 4.700 = 0,0005 A = 0,5 mA.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ I = 2,35 ÷ 4,7 = 0,5; V ÷ kΩ memberi mA, jadi 0,5 mA.
• **B.** ✗ Jebakan: rumus terbalik, R ÷ V = 4,7 ÷ 2,35 = 2.
• **C.** ✗ Jebakan: koma bergeser satu tempat dari hasil yang benar.
• **D.** ✗ Jebakan: tegangan dikalikan hambatan (2,35 × 4,7 ≈ 11) alih-alih dibagi.
• **E.** ✗ Jebakan: angka 0,5 benar, tetapi satuan A keliru karena V ÷ kΩ menghasilkan mA, bukan A.

Jawaban: A.

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

No. 8 Kunci: C

Konsep: Sel seri menjumlahkan tegangan dengan kapasitas tetap; sel paralel menjumlahkan kapasitas dengan tegangan tetap. Energi E (Wh) = V × kapasitas (Ah); lama pakai t = E ÷ P.

Langkah:

1. Tegangan paket (3 sel seri): 3 × 3,7 = 11,1 V.
2. Kapasitas paket (2 rangkaian paralel): 2 × 2.000 mAh = 4.000 mAh = 4 Ah.
3. Energi: E = 11,1 × 4 = 44,4 Wh.
4. Lama pakai: t = E ÷ P = 44,4 ÷ 7,4 = 6 jam.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: energi dihitung dengan tegangan satu sel: 3,7 × 4 = 14,8 Wh, sehingga 14,8 ÷ 7,4 = 2 jam.
• **B.** ✗ Jebakan: kapasitas paralel dilupakan (hanya 2 Ah): 11,1 × 2 = 22,2 Wh, sehingga 22,2 ÷ 7,4 = 3 jam.
• **C.** ✓ Energi 11,1 V × 4 Ah = 44,4 Wh; 44,4 ÷ 7,4 = 6 jam.
• **D.** ✗ Jebakan: kapasitas tiga sel seri ikut dijumlahkan (6 Ah): 11,1 × 6 = 66,6 Wh, sehingga 66,6 ÷ 7,4 = 9 jam.
• **E.** ✗ Jebakan: kapasitas keenam sel dijumlahkan (12 Ah): 11,1 × 12 = 133,2 Wh, sehingga 133,2 ÷ 7,4 = 18 jam.

Jawaban: C.

No. 9 Kunci: D

Konsep: Label menyatakan daya pada tegangan kerjanya. Hambatan $R = V^2 \div P$ tetap; pada tegangan lain, $P = V^2 \div R$, sehingga daya berubah menurut kuadrat tegangan.

Langkah:

1. Hambatan lampu: $R = 12^2 \div 24 = 6\ \Omega$.
2. Daya pada 9 V: $P = 9^2 \div 6 = 13{,}5$ W.
3. Cek: arus I = 9 ÷ 6 = 1,5 A, P = 9 × 1,5 = 13,5 W.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: rasio tegangan dibalik, $24 \times (12 \div 9)^2 = 42{,}7$ W. Tegangan turun tetapi daya naik, tidak masuk akal.
• **B.** ✗ Jebakan: label daya dianggap berlaku pada semua tegangan, padahal hanya berlaku pada 12 V.
• **C.** ✗ Jebakan: daya dianggap sebanding dengan tegangan, 24 × 9 ÷ 12 = 18 W; padahal arus ikut turun sehingga daya turun lebih jauh.
• **D.** ✓ $R = 6\ \Omega$; $P = 9^2 \div 6 = 13{,}5$ W.
• **E.** ✗ Jebakan: daya label (24) dipakai sebagai hambatan: $9^2 \div 24 = 3{,}4$ W.

Jawaban: D.

No. 10 Kunci: B

Konsep: Tiap tingkat awalan berjarak 1.000 kali: 1 mA = 1.000 µA. Angka dengan awalan berbeda hanya boleh dijumlahkan setelah satuannya diseragamkan.

Langkah:

1. Modul 1: 0,25 mA × 1.000 = 250 µA.
2. Modul 2: 180 µA (sudah dalam µA).
3. Modul 3: 0,07 mA × 1.000 = 70 µA.
4. Jumlah: 250 + 180 + 70 = 500 µA (cek: 0,5 mA = 500 µA).

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: jumlah 0,5 mA sudah benar, tetapi diubah ke µA dengan dikali 10.000 (koma bergeser empat tempat), bukan 1.000.

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

• **B.** ✓ Tiga arus diubah ke µA lalu dijumlahkan: 250 + 180 + 70 = 500 µA.
• **C.** ✗ Jebakan: 0,07 mA diubah menjadi 7 µA (koma bergeser dua tempat, bukan tiga), sehingga 250 + 180 + 7 = 437 µA.
• **D.** ✗ Jebakan: 0,25 mA diubah menjadi 25 µA (koma bergeser dua tempat), sehingga 25 + 180 + 70 = 275 µA.
• **E.** ✗ Jebakan: angka dijumlahkan langsung (0,25 + 180 + 0,07) tanpa menyeragamkan satuan lebih dulu.

Jawaban: B.

No. 11 Kunci: A, C, D

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

Konsep: Hukum Ohm berlaku untuk komponen berhambatan tetap: V ÷ I konstan, sehingga grafik V–I berupa garis lurus melalui titik nol. LED dan dioda tidak lurus: arus hampir nol sampai tegangan maju tercapai, lalu naik tajam.

Langkah:
1. Hitung V ÷ I untuk X: 1,0 ÷ 5 = 0,2 kΩ; 1,5 ÷ 7,5 = 0,2 kΩ; 1,8 ÷ 9 = 0,2 kΩ; 2,0 ÷ 10 = 0,2 kΩ → tetap 200 Ω.
2. Hitung untuk Y: 1,8 ÷ 2 = 0,9 kΩ (900 Ω); 2,0 ÷ 12 = 0,167 kΩ (sekitar 167 Ω); pada 1,0 dan 1,5 V arus nol → tidak tetap.
3. X resistor; Y LED (arus mulai mengalir di sekitar 1,8 V).
4. Untuk X pada 3,0 V: I = 3,0 ÷ 200 = 15 mA.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✓ V ÷ I = 1,0 ÷ 5 mA = 200 Ω, dan hasil yang sama untuk semua baris (7,5 mA pada 1,5 V; 10 mA pada 2,0 V).
• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: satu baris saja tidak membuktikan tetap. Pada 1,8 V hasilnya 900 Ω, jadi V ÷ I berubah-ubah.
• **Pernyataan 3** ✓ Arus nol sampai sekitar 1,5 V, lalu naik tajam. V ÷ I: 900 Ω pada 1,8 V dan sekitar 167 Ω pada 2,0 V, tidak tetap.
• **Pernyataan 4** ✓ Hambatan tetap 200 Ω, sehingga I = 3,0 ÷ 200 = 0,015 A = 15 mA.
• **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: arus bertambah bersama tegangan juga terjadi pada LED. Resistor bercirikan arus sebanding dengan tegangan, bukan sekadar naik.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 4.

No. 12 Kunci: B

Konsep: Pada rangkaian seri arus sama dan tegangan sumber terbagi sebanding dengan hambatan (pembagi tegangan): V2 = Vsumber × R2 ÷ (R1 + R2).

Langkah:
1. R total = 1,2 + 1,8 = 3 kΩ.
2. Arus: I = 9 ÷ 3 = 3 mA.
3. V2 = I × R2 = 3 mA × 1,8 kΩ = 5,4 V (cek: 9 × 1,8 ÷ 3 = 5,4 V; V1 = 3,6 V, jumlah 9 V).

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: voltmeter dikira membaca tegangan sumber. Pada rangkaian seri tegangan terbagi di kedua resistor.
• **B.** ✓ V2 = 9 × 1,8 ÷ 3,0 = 5,4 V.
• **C.** ✗ Jebakan: tegangan dibagi rata (9 ÷ 2), padahal kedua resistor tidak sama besar.
• **D.** ✗ Jebakan: tegangan R1 (9 × 1,2 ÷ 3,0 = 3,6 V) tertukar dengan tegangan R2.
• **E.** ✗ Jebakan: koma bergeser satu tempat dari hasil yang benar.

Jawaban: B.

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

No. 13 Kunci: A, C

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

Konsep: Pada rangkaian seri arus sama; tegangan dan daya tiap resistor sebanding dengan hambatannya ($V = I \times R$, $P = I^2 \times R$). Rating daya harus lebih besar daripada daya yang diserap.

Langkah:

1. R total = 100 + 300 = 400 Ω; I = 20 ÷ 400 = 0,05 A = 50 mA.
2. V1 = 0,05 × 100 = 5 V; V2 = 0,05 × 300 = 15 V (jumlah 20 V).
3. P1 = 5 × 0,05 = 0,25 W; P2 = 15 × 0,05 = 0,75 W.
4. Dengan R2 = 1 kΩ: I = 20 ÷ 1.100 = 18,2 mA (turun).

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ R total = 400 Ω; I = 20 ÷ 400 = 0,05 A = 50 mA, sama pada semua komponen seri.
- **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: urutan letak tidak memengaruhi arus. Tegangan sebanding hambatan: V1 = 5 V dan V2 = 15 V.
- **Pernyataan 3** ✓ P2 = 15 × 0,05 = 0,75 W dan P1 = 5 × 0,05 = 0,25 W; perbandingannya sama dengan 300 : 100.
- **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: arus kecil tidak menjamin daya kecil. R2 menyerap 0,75 W, melebihi 1/2 W, jadi diperlukan rating 1 W.
- **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: hambatan lebih besar menurunkan arus. Arus menjadi 20 ÷ 1.100 ≈ 18 mA.

Jawaban: pernyataan 1, 3.

No. 14 Kunci: E

Konsep: Resistor seri menanggung tegangan sisa (Vsumber − Vlampu) dengan arus yang sama dengan lampu. R = Vsisa ÷ I, daya resistor P = Vsisa × I, dan rating dipilih minimal dua kali daya itu.

Langkah:

1. Arus lampu: I = P ÷ V = 1,2 ÷ 6 = 0,2 A.
2. Tegangan sisa pada resistor: 12 − 6 = 6 V.
3. Nilai resistor: R = 6 ÷ 0,2 = 30 Ω.
4. Daya resistor: P = 6 × 0,2 = 1,2 W.
5. Rating minimal 2 × 1,2 = 2,4 W; dari 1/2, 1, 2, 5 W yang memenuhi hanya 5 W.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: arus dihitung dengan tegangan aki (1,2 ÷ 12 = 0,1 A), padahal lampu bekerja pada 6 V. Lalu R = 12 ÷ 0,1 = 120 Ω.
- **B.** ✗ Jebakan: arus 0,2 A benar, tetapi seluruh 12 V dibagi arus (12 ÷ 0,2 = 60 Ω). Resistor hanya menanggung sisa 6 V.
- **C.** ✗ Jebakan: nilai 30 Ω benar, tetapi rating 1 W lebih kecil daripada daya resistor (1,2 W), sehingga akan terbakar.
- **D.** ✗ Jebakan: 2 W lebih besar daripada daya resistor (1,2 W), tetapi belum mencapai dua kali daya (2,4 W) yang disyaratkan.
- **E.** ✓ R = 30 Ω; daya 1,2 W; rating minimal 2,4 W sehingga 5 W.

Jawaban: E.

No. 15 Kunci: A, D, E

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

Konsep: Pada paralel tegangan sama dan arus terbagi berbanding terbalik dengan hambatan (pembagi arus). Hambatan gabungan lebih kecil daripada hambatan terkecil; daya $P = V^2 \div R$.

Langkah:

1. R gabungan = (20 × 60) ÷ 80 = 15 Ω.
2. Tegangan: V = I × R = 0,8 × 15 = 12 V.

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

3. Arus cabang: pompa 0,6 A; kipas 0,2 A (jumlah 0,8 A).
4. Daya: pompa 7,2 W; kipas 2,4 W.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ R gabungan = 15 Ω; V = 0,8 × 15 = 12 V, dan tiap cabang menerima tegangan yang sama.

• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: tegangan sama tidak berarti arus sama. Arus terbagi berbanding terbalik dengan hambatan: 0,6 A dan 0,2 A.

• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: pada paralel hambatan kecil menyerap daya lebih besar. Kipas hanya 2,4 W; pompa 7,2 W.

• **Pernyataan 4** ✓ I pompa = 12 ÷ 20 = 0,6 A dan I kipas = 12 ÷ 60 = 0,2 A; perbandingan 3 : 1 (cek pembagi arus: 0,8 × 60 ÷ 80 = 0,6 A).

• **Pernyataan 5** ✓ (20 × 60) ÷ (20 + 60) = 15 Ω, lebih kecil daripada hambatan terkecil.

Jawaban: pernyataan 1, 4, 5.

No. 16 Kunci: B, C, E

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

Konsep: Pada susunan paralel tegangan tiap cabang sama; arus total = jumlah arus cabang; hambatan gabungan lebih kecil daripada hambatan terkecil; daya $P = V^2 \div R$ berbanding terbalik dengan R.

Langkah:

1. Hambatan gabungan: (120 × 40) ÷ (120 + 40) = 30 Ω.
2. Arus cabang: 12 ÷ 120 = 0,1 A; 12 ÷ 40 = 0,3 A. Arus total: 0,4 A.
3. Daya: 12 × 0,1 = 1,2 W; 12 × 0,3 = 3,6 W; total 4,8 W.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: penjumlahan hanya untuk susunan seri. Pada paralel hambatan gabungan (30 Ω) lebih kecil daripada hambatan terkecil.

• **Pernyataan 2** ✓ I1 = 12 ÷ 120 = 0,1 A dan I2 = 12 ÷ 40 = 0,3 A; jumlahnya 0,4 A (cek: 12 ÷ 30 Ω = 0,4 A).

• **Pernyataan 3** ✓ Tegangan sama, sehingga arus berbanding terbalik dengan hambatan: 0,3 A banding 0,1 A.

• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: pada paralel $P = V^2 \div R$, jadi hambatan lebih kecil menyerap daya lebih besar (40 Ω: 3,6 W; 120 Ω: 1,2 W).

• **Pernyataan 5** ✓ P total = 1,2 W + 3,6 W = 4,8 W (cek: 12 V × 0,4 A = 4,8 W).

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

No. 17 Kunci: A, C, E

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

Konsep: Rangkaian campuran disederhanakan bertahap: gabungkan bagian paralel, jumlahkan dengan bagian seri, hitung arus total, lalu hitung balik tegangan dan arus tiap cabang. Jumlah daya tiap resistor sama dengan daya sumber.

Langkah:

1. R23 = (10 × 15) ÷ (10 + 15) = 6 kΩ; R total = 4 + 6 = 10 kΩ.
2. I = 15 ÷ 10 = 1,5 mA (arus di R1); V1 = 1,5 × 4 = 6 V.
3. Tegangan bagian paralel: 15 − 6 = 9 V. I2 = 9 ÷ 10 = 0,9 mA; I3 = 9 ÷ 15 = 0,6 mA (jumlah 1,5 mA).
4. Daya: P1 = 9 mW; P2 = 8,1 mW; P3 = 5,4 mW; jumlah 22,5 mW, sama dengan 15 V × 1,5 mA = 22,5 mW.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ R23 = (10 × 15) ÷ 25 = 6 kΩ; R total = 4 + 6 = 10 kΩ.

• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: 6 V adalah tegangan R1 (1,5 mA × 4 kΩ). Bagian paralel mendapat 15 − 6 =

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

9 V.

• **Pernyataan 3** ✓ I = 15 V ÷ 10 kΩ = 1,5 mA; R1 berada di jalur utama sehingga dilalui seluruh arus.

• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: pada paralel, hambatan lebih besar dilalui arus lebih kecil. I3 = 9 ÷ 15 = 0,6 mA, I2 = 9 ÷ 10 = 0,9 mA.

• **Pernyataan 5** ✓ P1 = $1{,}5^2$ × 4 = 9 mW; P2 = 9 × 0,9 = 8,1 mW; P3 = 9 × 0,6 = 5,4 mW.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 5.

No. 18 Kunci: A

Konsep: Pada paralel, cabang yang putus hanya kehilangan arusnya sendiri, cabang lain tidak berubah, dan hambatan total naik. Hubung singkat pada paralel membuat arus sangat besar dan tegangan cabang lain turun. Hambatan total R = V ÷ I total.

Langkah:

1. Cari cabang yang berubah: hanya L2 (0,4 A menjadi 0 A); L1 dan L3 tetap.
2. Arus 0 A pada cabang dengan tegangan tetap berarti jalur terputus (bukan hubung singkat, yang akan memberi arus sangat besar).
3. Arus total kini 0,2 + 0 + 0,6 = 0,8 A (cocok dengan tabel).
4. Hambatan total: 12 ÷ 0,8 = 15 Ω (sebelumnya 12 ÷ 1,2 = 10 Ω).

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ L2 yang arusnya nol, tegangan sumber tetap, jadi putus. R = 12 ÷ 0,8 = 15 Ω.

• **B.** ✗ Jebakan: hubung singkat memberi arus sangat besar dan membuat arus lampu lain turun menjadi nol, bukan arus nol pada satu cabang saja.

• **C.** ✗ Jebakan: 10 Ω adalah hambatan sebelum gangguan (12 ÷ 1,2); setelah L2 putus hambatan total naik.

• **D.** ✗ Jebakan: salah membaca baris. Yang arusnya menjadi 0 A adalah L2, bukan L3.

• **E.** ✗ Jebakan: 12 ÷ 0,6 = 20 Ω memakai arus L3 saja, bukan arus total sesudah gangguan (0,8 A).

Jawaban: A.

No. 19 Kunci: B

Konsep: Beban dengan hambatan seri membentuk pembagi tegangan. Menambah beban paralel menurunkan hambatan bagian paralel, sehingga bagian itu mendapat tegangan lebih kecil, sedangkan hambatan seri menyerap lebih banyak.

Langkah:

1. Sebelum: V = 12 × 60 ÷ (30 + 60) = 8 V.
2. Dua pemanas paralel: 60 ÷ 2 = 30 Ω.
3. Sesudah: V = 12 × 30 ÷ (30 + 30) = 6 V pada kedua pemanas (tegangan paralel sama).
4. Tegangan turun karena arus total naik sehingga jatuh tegangan pada kabel dan sekering bertambah.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: kedua pemanas dianggap seri dengan hambatan 30 Ω: 12 × 60 ÷ 150 = 4,8 V.

• **B.** ✓ Sebelum 12 × 60 ÷ 90 = 8 V; sesudah bagian paralel 30 Ω sehingga 12 × 30 ÷ 60 = 6 V.

• **C.** ✗ Jebakan: pada paralel tegangan antarcabang sama, tetapi tegangan itu sendiri tetap turun akibat hambatan seri.

• **D.** ✗ Jebakan: menambah cabang dikira menaikkan tegangan. Hambatan total turun, arus naik, dan tegangan beban turun.

• **E.** ✗ Jebakan: hambatan kabel dan sekering diabaikan, sehingga tegangan pemanas dianggap sama dengan catu.

Jawaban: B.

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

No. 20 Kunci: A, B, E

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

Konsep: IC 555 astabil: f ≈ 1,44 ÷ ((R1 + 2·R2) × C); tH = 0,693 × (R1 + R2) × C dan tL = 0,693 × R2 × C. Frekuensi berbanding terbalik dengan C dan hampir tidak bergantung pada tegangan catu. Kedipan di atas sekitar 25 Hz tampak menyala terus.

Langkah:

1. R1 + 2·R2 = 10.000 + 94.000 = 104.000 Ω; C = 0,00001 F.
2. f = 1,44 ÷ (104.000 × 0,00001) = 1,44 ÷ 1,04 = 1,38 Hz.
3. tH = 0,693 × 57.000 × 0,00001 = 0,395 s; tL = 0,693 × 47.000 × 0,00001 = 0,326 s.
4. C = 100 µF → f ≈ 0,138 Hz; C = 1 µF → f ≈ 13,8 Hz.
5. Catu daya hampir tidak memengaruhi f.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 ✓** R1 + 2·R2 = 104 kΩ; f = 1,44 ÷ (104.000 × 0,00001) ≈ 1,38 Hz ≈ 1,4 Hz.
• **Pernyataan 2 ✓** tH = 0,693 × 57 kΩ × 10 µF ≈ 0,395 s, dan tL = 0,693 × 47 kΩ × 10 µF ≈ 0,326 s; tH selalu lebih lama.
• **Pernyataan 3 ✗** Jebakan: C sepuluh kali lebih besar membuat frekuensi sepuluh kali lebih kecil, yaitu sekitar 0,14 Hz.
• **Pernyataan 4 ✗** Jebakan: batas pengisian ⅓ dan ⅔ Vcc ditentukan oleh Vcc sendiri, sehingga waktu pengisian hampir tidak berubah dan frekuensi hampir tidak bergantung pada Vcc.
• **Pernyataan 5 ✓** C sepuluh kali lebih kecil membuat f sekitar 13,8 Hz, masih di bawah sekitar 25 Hz sehingga kedipan masih terlihat.

Jawaban: pernyataan 1, 2, 5.

No. 21 Kunci: A

Konsep: Dioda pelindung dipasang paralel dengan kumparan dengan katoda ke sisi +12 V dan anoda ke kolektor, sehingga terbias balik saat transistor menghantar. Bila terbalik, dioda terbias maju oleh catu saat transistor menghantar.

Langkah:

1. Baca arah D1 pada gambar: anoda tersambung ke jalur +12 V, katoda ke kolektor transistor.
2. Saat transistor menghantar, kolektor hampir 0 V, sehingga anoda lebih positif daripada katoda: dioda terbias maju.
3. Dioda yang menghantar menjepit kumparan pada sekitar 0,7 V dan mengalirkan arus besar lewat transistor ke ground.
4. Akibatnya kumparan hampir tak mendapat tegangan (relai tidak menarik) dan transistor kelebihan arus sehingga memanas.
5. Pemasangan benar: katoda D1 ke +12 V, anoda ke kolektor.

Analisis setiap opsi:

• **A. ✓** Anoda D1 ke +12 V, katoda ke kolektor; saat transistor menghantar dioda terbias maju, menjepit kumparan, dan transistor memanas.
• **B. ✗** Jebakan: pernyataan ini berlaku bila dioda terpasang benar atau tidak ada. Pada gambar, dioda terbalik justru menghantar saat transistor menghantar.
• **C. ✗** Jebakan: pernyataan ini menggambarkan dioda yang dipasang benar (katoda ke +12 V). Pada gambar arahnya terbalik.
• **D. ✗** Jebakan: dioda berada di sisi kumparan, bukan di jalur basis, sehingga tidak menahan arus basis.
• **E. ✗** Jebakan: dioda tidak mengalirkan arus ke kumparan saat transistor putus; kolektor naik ke 12 V sehingga dioda tidak mendapat tegangan maju.

Jawaban: A.

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

No. 22 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: Catu linier: Vdc puncak = Vrms × √2 − 1,4 V (jembatan); riak ≈ I ÷ (f × C); lembah = puncak − riak. Regulator 78xx memerlukan masukan minimal Vout + 2 V pada lembah riak, bukan hanya pada puncak.

Langkah:

1. Puncak: 6 × 1,414 = 8,49 V; Vdc puncak = 8,49 − 1,4 = 7,09 V.
2. Riak: 0,5 ÷ (100 × 0,0033) = 1,52 V.
3. Lembah: 7,09 − 1,52 = 5,57 V, lebih kecil daripada 7 V.
4. Kesimpulan: regulator kehilangan masukan cukup pada lembah riak, sehingga keluaran 5 V tidak terjaga; perlu trafo bertegangan lebih tinggi atau elko lebih besar.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** Puncak sekunder 6 × 1,414 = 8,49 V; dikurangi dua dioda 1,4 V menjadi 7,09 V.

• **Pernyataan 2 → Benar.** Riak = 0,5 ÷ (100 × 0,0033) = 1,52 V; lembah = 7,09 − 1,52 = 5,57 V.

• **Pernyataan 3 → Salah.** Jebakan: yang menentukan adalah lembah riak (sekitar 5,6 V), bukan puncak. Lembah di bawah 7 V, sehingga keluaran regulator turun dan tidak stabil pada saat itu.

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

No. 23 Kunci: D

Konsep: Diagnosis catu daya: hitung nilai yang seharusnya blok demi blok. Puncak = Vrms × √2; jembatan −1,4 V; regulator 7805 selalu memberi sekitar 5 V selama masukannya cukup. Keluaran regulator yang hampir sama dengan masukannya berarti regulator tidak meregulasi.

Langkah:

1. Puncak sekunder: 12 × 1,414 = 16,97 V; DC di elko: 16,97 − 1,4 = 15,57 V. Terukur 15,5 V → trafo, dioda, dan elko normal.
2. Masukan regulator 15,5 V sama dengan elko → sambungan normal.
3. Keluaran seharusnya 5 V, tetapi terukur 15,4 V, hampir sama dengan masukan → regulator tidak meregulasi (jalur masukan–keluaran tersambung).
4. Tindakan: jangan dibebani (beban bisa rusak karena 15 V); ganti regulator, lalu ukur ulang 5 V.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: tegangan puncak yang dihitung (15,6 V) justru sesuai ukuran, jadi trafo baik. Tegangan rendah tidak ditemukan pada tabel.

• **B.** ✗ Jebakan: elko bocor menurunkan tegangan DC dan menambah riak. DC di elko 15,5 V sudah sama dengan nilai seharusnya.

• **C.** ✗ Jebakan: bila satu dioda putus, rata-rata DC jatuh jauh di bawah 15 V, tidak setinggi 15,5 V.

• **D.** ✓ Keluaran 7805 seharusnya 5 V, tetapi terukur 15,4 V sehingga regulator rusak; diganti sebelum dipasangi beban.

• **E.** ✗ Jebakan: keluaran regulator tidak boleh mengikuti masukan. Tegangan 15,4 V akan merusak beban 5 V.

Jawaban: D.

No. 24 Kunci: C

Konsep: Resistor pembatas menanggung tegangan sisa: R = (Vsumber − Vf) ÷ I. Nilai standar yang dipilih harus membuat arus tidak melebihi batas LED; nilai sedikit lebih besar hanya mengurangi terang.

Langkah:

1. Tegangan sisa: 12 − 2,2 = 9,8 V.
2. Nilai hitung: R = 9,8 ÷ 0,010 = 980 Ω.

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

3. Arus tiap pilihan: 100 Ω → 98 mA; 820 Ω → 11,95 mA; 1 kΩ → 9,8 mA; 1,2 kΩ → 8,17 mA; 1,5 kΩ → 6,53 mA.
4. Yang tidak melampaui 10 mA dan paling mendekatinya: 1 kΩ (9,8 mA).

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: arus 10 mA ditulis 0,1 A sehingga R = 9,8 ÷ 0,1 = 98 Ω ≈ 100 Ω. Arus nyatanya sekitar 98 mA, hampir sepuluh kali batas LED.
• **B.** ✗ Jebakan: nilai standar di bawah hasil hitung (980 Ω) dipilih. Arus menjadi sekitar 11,95 mA, melampaui batas 10 mA.
• **C.** ✓ R hitung 980 Ω; 1 kΩ memberi arus 9,8 mA, tidak melampaui 10 mA dan paling mendekati.
• **D.** ✗ Jebakan: tegangan maju LED diabaikan (12 ÷ 0,01 = 1,2 kΩ). Arus aman (8,17 mA), tetapi tidak sedekat 1 kΩ dengan 10 mA.
• **E.** ✗ Jebakan: tegangan maju dijumlahkan, bukan dikurangkan ((12 + 2,2) ÷ 0,01 ≈ 1,4 kΩ, dibulatkan 1,5 kΩ). Arus aman (6,5 mA) tetapi LED redup.

Jawaban: C.

No. 25 Kunci: A

Konsep: Pembagi tegangan: Vout = Vin × R_bawah ÷ (R_atas + R_bawah). NTC berhambatan turun saat suhu naik, sehingga tegangan di titik tengah ikut turun bila NTC berada di sisi bawah.

Langkah:

1. Pada 50 °C: R bawah = NTC = 4 kΩ, R atas = 10 kΩ.
2. Vout = 5 × 4 ÷ (10 + 4) = 1,43 V.
3. Bandingkan 25 °C: 5 × 10 ÷ 20 = 2,5 V. Suhu naik, keluaran turun dari 2,5 V ke 1,4 V.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Vout = 5 × 4 ÷ 14 ≈ 1,43 V, dibulatkan 1,4 V.
• **B.** ✗ Jebakan: pembagi hanya memakai R1 sebagai penyebut (5 × 4 ÷ 10 = 2,0 V); NTC lupa dijumlahkan.
• **C.** ✗ Jebakan: nilai pada 25 °C dipakai, seolah suhu tidak memengaruhi hambatan NTC.
• **D.** ✗ Jebakan: tegangan di R1 (5 − 1,43 ≈ 3,6 V) terambil sebagai keluaran, tertukar dengan tegangan di NTC.
• **E.** ✗ Jebakan: angka 4 kΩ dibaca sebagai 4 V, tanpa dihitung dalam pembagi.

Jawaban: A.

Latihan sub bab 4.1

No. 1 Kunci: B

Konsep: Resistansi komponen yang masih terpasang dapat terbaca lebih kecil karena komponen lain tersambung paralel dengannya. Untuk memastikan nilai, satu kaki dilepas sehingga hanya komponen itu yang diukur. Ohmmeter tidak boleh dipakai pada rangkaian bertegangan.

Langkah:

1. 6,8 kΩ < 10 kΩ, tetapi R5 masih tersambung dengan komponen lain → jalur paralel ikut terukur.
2. Lepas satu kaki R5 agar terpisah dari rangkaian.
3. Ukur ulang tanpa menyentuh ujung logam probe/kaki resistor (tubuh juga memiliki hambatan), baru putuskan diganti atau tidak.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: penyimpangannya memang besar, tetapi hasil itu belum tentu nilai R5 sendiri karena ada jalur paralel.
• **B.** ✓ R5 terpisah dari jalur paralel dan tubuh tidak ikut terukur, sehingga yang terbaca hanya R5.
• **C.** ✗ Batas ukur lebih besar justru mengurangi resolusi dan tidak menghilangkan jalur paralel.

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

• **D.** ✗ Jebakan: melepas kaki sudah benar, tetapi jari yang memegang kedua kaki membuat hambatan tubuh terukur paralel dengan R5 sehingga hasilnya lebih kecil.
• **E.** ✗ Jebakan: hasil memang dapat berbeda saat probe ditukar karena ada semikonduktor di jalur paralel, tetapi nilai yang lebih besar tetap bukan nilai R5 sendiri.

Jawaban: B.

No. 2 Kunci: B

Konsep: Pada multimeter analog, batas ukur pada selektor menunjukkan nilai saat jarum menyimpang penuh. Baca pada skala yang nilai maksimumnya sama dengan batas ukur (atau kalikan dengan faktornya).

Langkah:
1. Selektor DCV 50 → pakai skala 0–50.
2. Jarum berada satu garis kecil di atas 25 (setiap garis kecil = 1 V) → 26 V.
3. Cek: pada skala 0–10 jarum menunjuk 5,2; 5,2 × 5 = 26 V ✓.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Dibaca pada skala 0–10 tanpa dikalikan 5.
• **B.** ✓ Skala 0–50 sesuai batas ukur 50 V; jarum menunjuk 26.
• **C.** ✗ Jebakan: dibaca pada skala 0–250 yang tidak sesuai batas ukur.
• **D.** ✗ Pembacaan 0–10 dikalikan 0,5, seolah batas ukurnya 5 V.
• **E.** ✗ Jebakan: pembacaan 26 dikalikan 2 karena skala 0–50 dikira untuk batas ukur 100.

Jawaban: B.

Latihan sub bab 4.2

No. 1 Kunci: E

Konsep: Probe ×10 melemahkan sinyal 10 kali. Osiloskop harus diatur pada faktor probe yang sama (×10) agar nilai yang ditampilkan dikalikan kembali menjadi nilai sebenarnya.

Langkah:
1. 0,4 Vpp × 10 = 4 Vpp → selisih tepat 10 kali.
2. Faktor 10 berasal dari probe ×10 yang tidak diimbangi menu ×1.
3. Ubah menu probe osiloskop ke ×10.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Generator terbukti 4 Vpp pada osiloskop lain, dan probe ×10 justru membebani sangat ringan.
• **B.** ✗ Jebakan: kopling AC hanya menghilangkan komponen DC; gelombang kotak 1 kHz tetap terukur 4 Vpp.
• **C.** ✗ Jebakan: memperkecil VOLTS/DIV hanya memperbesar tampilan; nilai yang terbaca tetap 0,4 Vpp.
• **D.** ✗ Ground yang terlepas membuat tampilan bergetar/berderau, bukan tepat sepersepuluh dan bersih.
• **E.** ✓ Faktor probe disamakan sehingga terbaca 4 Vpp.

Jawaban: E.

No. 2 Kunci: A, C, E

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

Konsep: Trigger membuat osiloskop selalu mulai menggambar pada titik yang sama dari sinyal sehingga tampilan diam. Sumber trigger harus kanal yang membawa sinyal, dan level trigger harus berada dalam rentang tegangan sinyal.

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

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ Trigger harus mengambil acuan dari sinyal yang diamati.
- **Pernyataan 2** ✗ VOLTS/DIV hanya mengubah tinggi tampilan, bukan titik picu.
- **Pernyataan 3** ✓ Level di luar rentang sinyal tidak pernah dilewati sinyal sehingga tidak ada titik picu.
- **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: tampilan jadi lebih renggang, tetapi tetap bergeser karena masalah trigger belum diperbaiki.
- **Pernyataan 5** ✓ Auto Set mengatur trigger dan skala secara otomatis; hasilnya tetap perlu diperiksa.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 5.

Latihan sub bab 4.3

No. 1 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Kode tiga angka kapasitor keramik: dua angka pertama = angka nilai, angka ketiga = pangkat sepuluh pengali, satuan dasar pF. 1 nF = 1.000 pF; 1 µF = 1.000 nF.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 → Benar.** 10×10^4 pF = 100.000 pF = 100 nF = 0,1 µF.
- **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: angka ketiga 0 berarti tanpa nol tambahan: 22×10^0 = 22 pF.
- **Pernyataan 3 → Benar.** 47×10^2 pF = 4.700 pF = 4,7 nF.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 2 Kunci: C

Konsep: Kode SMD tiga angka: AB C = AB × 10^C ohm. Huruf R menggantikan koma desimal (4R7 = 4,7 Ω).

Langkah:

1. 103 = 10×10^3 = 10 kΩ ✓; 472 = 47×10^2 = 4,7 kΩ ✓.
2. 100 = 10×10^0 = 10 Ω, bukan 100 Ω ✗.
3. 4R7 = 4,7 Ω ✓; 221 = 22×10^1 = 220 Ω ✓.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Angka ketiga dibaca sebagai angka nilai, padahal angka 2 berarti dua nol.
- **B.** ✗ Huruf R dilewati, padahal R adalah koma desimal.
- **C.** ✓ Angka ketiga 0 berarti tanpa nol tambahan: 10 Ω.
- **D.** ✗ Pengali dibaca 10^2 padahal angka ketiga 1 = 10^1.
- **E.** ✗ Kode dibaca langsung sebagai angka tanpa memakai pengali.

Jawaban: C.

Latihan sub bab 4.4

No. 1 Kunci: A

Konsep: Elko pengganti: kapasitansi sama, tegangan kerja di atas tegangan rangkaian (boleh lebih tinggi), suhu kerja sesuai lingkungan (dekat sumber panas → 105 °C), dan ukurannya muat.

Langkah:

1. Tegangan kerja > 12 V: K1, K2, K3, K5 (K4 10 V gugur).
2. Dekat sumber panas → 105 °C: K1, K3, K5 (K2 85 °C sama dengan yang rusak).
3. Diameter ≤ 10 mm: K1, K5 (K3 12,5 mm tidak muat).
4. Kapasitansi 1000 µF: K1 (K5 hanya 680 µF).

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Memenuhi kapasitansi, tegangan, suhu 105 °C, dan ukuran.
- **B.** ✗ Jebakan: sama persis dengan aslinya, tetapi elko 85 °C itulah yang rusak karena panas pendingin

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

regulator.

• **C.** ✗ Jebakan: tegangan sama dengan aslinya dan suhunya sudah 105 °C, tetapi diameter 12,5 mm tidak muat di ruang 10 mm.

• **D.** ✗ Jebakan: kapasitansinya lebih besar, tetapi tegangan kerja 10 V di bawah 12 V sehingga elko cepat rusak.

• **E.** ✗ Tegangan, suhu, dan ukuran sesuai, tetapi kapasitansi 680 µF lebih kecil sehingga riak keluaran bertambah.

Jawaban: A.

No. 2 Kunci: E

Konsep: Kapasitor paralel: C total = C1 + C2 + …, tegangan kerja sama dengan yang terkecil. Kapasitor seri: kapasitansi total mengecil (dua yang sama → setengahnya).

Langkah:

1. S ∥ P: 1500 + 1000 = 2500 µF ≥ 2200 µF.
2. Tegangan kerja susunan paralel = yang terkecil: 25 V ✓.
3. Pilihan lain gagal pada kapasitansi atau tegangan kerja.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ 2 × 1000 = 2000 µF, kurang dari 2200 µF.

• **B.** ✗ Jebakan: kapasitansinya 3200 µF, tetapi tegangan kerja susunan paralel mengikuti yang terkecil, yaitu 16 V, di bawah 18 V.

• **C.** ✗ Jebakan: tegangan kerja seri naik menjadi 32 V, tetapi kapasitansinya turun menjadi 1100 µF.

• **D.** ✗ Kapasitansi besar, tetapi tegangan kerja 10 V jauh di bawah 18 V.

• **E.** ✓ 2500 µF dan tegangan kerja 25 V memenuhi kedua syarat.

Jawaban: E.

Latihan sub bab 4.5

No. 1 Kunci: A

Konsep: Transistor sakelar dipilih sesuai jenis rangkaian (NPN untuk sisi bawah), dengan VCE maks. dan IC maks. di atas nilai kerja disertai cadangan.

Langkah:

1. Batas minimum: VCE ≥ 1,5 × 12 = 18 V; IC ≥ 1,5 × 0,5 = 0,75 A.
2. T2: NPN, 20 V ≥ 18 V, 0,8 A ≥ 0,75 A ✓.
3. Yang lain gagal tepat satu syarat.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Memenuhi jenis, tegangan, dan arus walaupun cadangannya tipis.

• **B.** ✗ Jebakan: 0,7 A memang di atas 0,5 A dan VCE-nya besar, tetapi di bawah batas cadangan 0,75 A.

• **C.** ✗ Jebakan: rating paling besar, tetapi PNP tidak sesuai untuk sakelar sisi bawah.

• **D.** ✗ VCE maks. 15 V di bawah 18 V.

• **E.** ✗ Jebakan: arusnya besar dan 17 V sudah di atas 12 V, tetapi di bawah batas cadangan 18 V.

Jawaban: A.

No. 2 Kunci: A, B, D

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

Konsep: Transistor sebagai sakelar: saat ON (jenuh) VCE ≈ 0,1–0,3 V dan beban di kolektor mendapat tegangan; saat OFF arus kolektor ≈ 0 sehingga VCE ≈ tegangan catu. Bila VBE sudah 0,7 V tetapi VCE tetap sama dengan catu, sambungan C–E patut dicurigai.

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

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Transistor silikon yang dibias maju memiliki VBE sekitar 0,6–0,7 V.

• **Pernyataan 2** ✓ Tanpa arus kolektor, tidak ada tegangan jatuh pada kumparan sehingga kolektor bertegangan +12 V.

• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: bila kumparan putus, kolektor tidak tersambung ke +12 V sehingga VCE tidak terukur 12 V. Terukurnya 12 V membuktikan jalur kumparan tersambung.

• **Pernyataan 4** ✓ Basis sudah dibias dan kolektor mendapat 12 V, tetapi C–E tidak menghantar.

• **Pernyataan 5** ✗ Resistor basis lebih besar justru memperkecil arus basis.

Jawaban: pernyataan 1, 2, 4.

Kuis Akhir Bab 4

No. 1 Kunci: C

Konsep: Pada multimeter analog, hasil dibaca pada skala yang sesuai batas ukur. Bila angka maksimum skala sama dengan batas ukur, bacaan langsung dipakai. Bila tidak ada yang sama, dipakai skala berkelipatan sepuluh dari batas ukur, lalu bacaan disesuaikan dengan faktornya.

Langkah:

1. Batas ukur 25 mA tidak sama dengan ujung skala mana pun (10, 50, atau 250), tetapi 250 = 10 × 25. Maka dipakai skala 0–250 dan bacaannya dibagi 10.
2. Satu garis kecil pada skala 0–250 bernilai 5. Jarum tepat pada garis kecil ke-33, jadi bacaannya 33 × 5 = 165.
3. Hasil = 165 ÷ 10 = 16,5 mA.
4. Cek silang: pada skala 0–50 jarum menunjuk 33; karena 25 mA = ½ × 50, hasilnya 33 × 0,5 = 16,5 mA. Pada skala 0–10 jarum menunjuk 6,6; karena 25 mA = 2,5 × 10, hasilnya 6,6 × 2,5 = 16,5 mA. Ketiga skala memberi hasil yang sama.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: bacaan skala 0–250 dipakai apa adanya. Angka 165 hanya benar bila batas ukur 250 mA; pada batas 25 mA, ujung skala hanya mewakili 25 mA.

• **B.** ✗ Jebakan: bacaan skala 0–50 diambil langsung karena angkanya paling dekat dengan 25. Batas 25 mA hanya setengah dari ujung skala 0–50, sehingga bacaan 33 harus dikalikan 0,5.

• **C.** ✓ Skala 0–250 dibaca 165, lalu dibagi 10 karena batas ukur 25 mA = 250 ÷ 10: 16,5 mA.

• **D.** ✗ Jebakan: bacaan skala 0–10 (yang paling mudah dibaca) dipakai langsung. Angka 6,6 belum dikalikan 2,5 sehingga tidak mewakili 25 mA.

• **E.** ✗ Jebakan: bacaan 165 dibagi 100 (aturan untuk batas 2,5 mA). Faktor yang benar untuk batas 25 mA adalah dibagi 10.

Jawaban: C.

No. 2 Kunci: B, D, E

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

Konsep: Vpp = kotak puncak-ke-puncak × VOLTS/DIV; Vp = Vpp ÷ 2; Vrms (hanya sinus) = Vp ÷ √2; T = kotak satu gelombang × TIME/DIV; f = 1 ÷ T. Multimeter ACV menampilkan nilai efektif.

Langkah:

1. Vpp = 5,6 × 1 V = 5,6 V; Vp = 2,8 V.
2. Vrms = 2,8 ÷ 1,414 = 1,98 V ≈ 2,0 V.
3. T = 4 × 2,5 ms = 10 ms; f = 1 ÷ 0,01 s = 100 Hz.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: 5,6 V adalah tegangan puncak-ke-puncak (Vpp). Tegangan puncak adalah setengahnya, yaitu 2,8 V.

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

• **Pernyataan 2** ✓ Vpp = 5,6 kotak × 1 V/div = 5,6 V.
• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: angka periode (10 ms) dipakai sebagai frekuensi. Frekuensi = 1 ÷ T = 1 ÷ 0,01 s = 100 Hz.
• **Pernyataan 4** ✓ T = 4 kotak × 2,5 ms = 10 ms = 0,01 s, sehingga f = 1 ÷ 0,01 = 100 Hz.
• **Pernyataan 5** ✓ Vp = 5,6 ÷ 2 = 2,8 V; Vrms = 2,8 ÷ √2 ≈ 1,98 V, yaitu nilai efektif yang ditampilkan ACV.

Jawaban: pernyataan 2, 4, 5.

No. 3 Kunci: A

Konsep: Periode T = kotak satu gelombang × TIME/DIV, f = 1 ÷ T. Duty cycle = waktu tinggi ÷ periode. Tegangan rata-rata PWM = duty cycle × tegangan tinggi.

Langkah:
1. T = 5 × 2 ms = 10 ms; f = 1 ÷ 0,01 s = 100 Hz.
2. tH = 3 × 2 ms = 6 ms; duty cycle = 6 ÷ 10 = 60%.
3. Tegangan rata-rata = 0,6 × 12 V = 7,2 V.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ T = 10 ms sehingga f = 100 Hz, dan duty cycle 60% memberi 7,2 V.
• **B.** ✗ Jebakan: duty cycle dihitung dari waktu rendah (2 kotak ÷ 5 kotak = 40%), sehingga rata-rata 4,8 V. Duty cycle memakai waktu tinggi.
• **C.** ✗ Jebakan: angka periode (10 ms) dipakai sebagai frekuensi 10 Hz. Frekuensi adalah kebalikan periode.
• **D.** ✗ Jebakan: tegangan rata-rata dikira sama dengan tegangan tinggi. Rata-rata hanya 60% dari 12 V karena sinyal tinggi 60% waktu.
• **E.** ✗ Jebakan: lebar pulsa tinggi (3 kotak = 6 ms) dipakai sebagai periode, sehingga f = 1 ÷ 0,006 s = 167 Hz. Periode adalah satu gelombang penuh (5 kotak).

Jawaban: A.

No. 4 Kunci: C

Konsep: Kompensasi probe ×10: probe disambung ke terminal CAL, lalu trimmer pada probe diputar sampai gelombang kotak bersudut tegas. Sudut membulat berarti kompensasi kurang; sudut melonjak berarti berlebih.

Langkah:
1. Gejala: sudut membulat pada gelombang kotak standar, skala sudah benar.
2. Itu ciri probe ×10 belum dikompensasi, bukan masalah skala atau trigger.
3. Putar trimmer dengan obeng kecil sampai sudut gelombang tegas.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: level trigger menentukan gambar diam atau bergeser, bukan bentuk sudut gelombang.
• **B.** ✗ Jebakan: VOLTS/DIV hanya mengubah ukuran gambar; sudut yang membulat tetap membulat.
• **C.** ✓ Trimmer probe menyetel respons probe terhadap sinyal cepat; sudut membulat menjadi tegas saat kompensasi tepat.
• **D.** ✗ Jebakan: kopling menentukan komponen searah tampil atau tidak; ia tidak memperbaiki respons probe.
• **E.** ✗ Jebakan: faktor probe di menu hanya mengubah angka pembacaan tegangan dan harus sama dengan sakelar probe; ia tidak mengubah bentuk gelombang.

Jawaban: C.

No. 5 Kunci: 1S 2B 3B

Konsep: DCV untuk tegangan searah (baterai, adaptor); ACV untuk tegangan bolak-balik (sekunder trafo). Memakai fungsi yang tidak sesuai membuat hasil menyesatkan, bukan tanda kerusakan.

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

Langkah:

1. Tentukan jenis tegangan: sekunder trafo = bolak-balik.
2. Fungsi yang cocok = ACV; DCV menampilkan angka kecil berubah-ubah.
3. Setelah selektor dipindah ke ACV 20 V (batas lebih besar dari nilai label), bacaan wajar beberapa volt.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Salah.** Sekunder trafo mengeluarkan tegangan bolak-balik. Fungsi DCV tidak dirancang membacanya, sehingga angka mendekati 0 V tidak membuktikan trafo rusak.
• **Pernyataan 2 → Benar.** Tegangan bolak-balik berganti arah terus; rangkaian DCV merata-ratakannya hingga hampir nol sehingga layar berubah-ubah dekat 0 V.
• **Pernyataan 3 → Benar.** ACV mengukur nilai efektif tegangan bolak-balik; trafo yang baik menampilkan beberapa volt (mendekati nilai pada label).

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

No. 6 Kunci: A, C, D

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

Konsep: Pengukuran hambatan dilakukan pada rangkaian mati, kapasitor dikosongkan, komponen dilepas (minimal satu kaki) agar tidak paralel dengan jalur lain, dan batas ukur dipilih yang terkecil namun lebih besar dari perkiraan.

Langkah:

1. Periksa kondisi papan: baru dimatikan, ada elko besar, kumparan paralel dengan dioda.
2. Kosongkan elko, lepaskan satu kaki kumparan dari papan, dan jangan sentuh ujung probe dengan jari.
3. Pilih batas: 200 Ω terlalu kecil (270 Ω memberi OL); 2 kΩ adalah batas terkecil yang cukup.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 ✓** Fungsi hambatan menuntut rangkaian mati; elko yang masih bermuatan dapat mengacaukan hasil dan merusak alat, sehingga dikosongkan lewat resistor.
• **Pernyataan 2 ✗** Jebakan: 270 Ω lebih besar daripada 200 Ω, sehingga alat menampilkan OL. Batas harus lebih besar daripada nilai perkiraan.
• **Pernyataan 3 ✓** 2 kΩ = 2.000 Ω adalah batas terkecil yang melampaui 270 Ω, sehingga hasil terbaca teliti.
• **Pernyataan 4 ✓** Dioda dan jalur lain yang paralel dengan kumparan membuat hasil terbaca lebih kecil; satu kaki kumparan dilepas agar hanya kumparan yang terukur.
• **Pernyataan 5 ✗** Jebakan: arus uji berasal dari baterai di dalam multimeter. Sumber luar membuat hasil keliru dan dapat merusak alat.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 4.

No. 7 Kunci: E

Konsep: Gelang toleransi dipisahkan celah lebih lebar dari gelang lain, dan resistor dibaca dari ujung yang berseberangan dengannya. Resistor 5 gelang: tiga angka, pengali, toleransi. Warna: hitam 0, coklat 1, merah 2; coklat toleransi ±1%; hitam pengali ×1.

Langkah:

1. Celah lebar berada di antara gelang pertama (coklat) dan kedua, jadi gelang pertama adalah gelang toleransi: coklat = ±1%.
2. Baca dari ujung kanan: coklat = 1, merah = 2, hitam = 0 → tiga angka 120.
3. Gelang berikutnya hitam = pengali ×1 (10^0).
4. Nilai = 120 × 1 = 120 Ω, toleransi ±1%.

Analisis setiap opsi:

• **A. ✗** Jebakan: celah lebar diabaikan dan resistor dibaca dari kiri sebagai 5 gelang (100 × 100 Ω);

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

gelang toleransi terbaca sebagai angka.

• **B.** ✗ Jebakan: arah benar, tetapi hitam dikira menambah satu nol (×10) padahal pengali hitam = ×1: 120 × 10 = 1,2 kΩ.

• **C.** ✗ Jebakan: dibaca dari kanan tetapi dianggap 4 gelang: hanya dua angka (12) dengan pengali hitam ×1, gelang ketiga terlewat.

• **D.** ✗ Jebakan: dibaca dari kiri sebagai 4 gelang (10, pengali hitam ×1, toleransi merah ±2%) tanpa memperhatikan celah.

• **E.** ✓ Arah baca dari kanan: 1-2-0, pengali ×1, toleransi coklat ±1% = 120 Ω ±1%.

Jawaban: E.

No. 8 Kunci: A

Konsep: Pada multimeter digital, tampilan OL berarti nilai yang diukur melebihi batas ukur terpilih. Pilih batas ukur terkecil yang masih lebih besar daripada nilai perkiraan agar hasil paling teliti.

Langkah:

1. Nilai perkiraan 12,6 V lebih besar daripada batas 2 V, sehingga alat menampilkan OL.
2. Batas yang lebih besar dari 12,6 V adalah 20 V, 200 V, dan 600 V. Yang terkecil ialah 20 V.
3. Pada batas 20 V angka tampil sampai dua desimal (misalnya 12,60 V); pada 200 V hanya satu desimal. Maka 20 V paling teliti.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Batas 20 V adalah batas terkecil yang masih lebih besar dari 12,6 V, sehingga OL hilang dan hasil paling teliti.

• **B.** ✗ Jebakan: batas 200 V memang cukup besar sehingga OL hilang, tetapi hasilnya hanya satu desimal. Soal meminta hasil paling teliti, jadi bukan batas ini.

• **C.** ✗ Jebakan: probe tertukar hanya menimbulkan tanda minus pada angka, bukan OL. Penyebab OL di sini adalah batas ukur yang terlalu kecil.

• **D.** ✗ Jebakan: baterai lemah membuat layar redup atau mati, bukan menampilkan OL pada nilai yang melebihi batas ukur.

• **E.** ✗ Jebakan: aki menghasilkan tegangan searah. Fungsi ACV tidak cocok, dan ACV 20 V pun tidak akan menampilkan nilai yang benar.

Jawaban: A.

No. 9 Kunci: B

Konsep: Tegangan = jumlah kotak × VOLTS/DIV, diukur dari penanda 0 V kanal itu. Waktu = jumlah kotak × TIME/DIV. Periode adalah jarak satu gelombang penuh (dua tepi naik berurutan) dan f = 1 ÷ T.

Langkah:

1. Tingkat rendah sinyal tepat pada penanda 0 V; tingkat tinggi berada 2,5 kotak di atasnya.
2. Tegangan tinggi = 2,5 × 2 V = 5 V.
3. Dua tepi naik berurutan terpisah 5 kotak: T = 5 × 20 µs = 100 µs.
4. f = 1 ÷ T = 1 ÷ 100 µs = 10 kHz (10.000 Hz).

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

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: periode 100 µs dibaca seolah 100 ms sehingga f = 10 Hz. Awalan µ (10^{-6}) bukan m (10^{-3}).

• **B.** ✓ Tegangan tinggi 5 V dan periode 100 µs menghasilkan 10 kHz.

• **C.** ✗ Jebakan: lebar pulsa tinggi (2,5 kotak = 50 µs) dibaca sebagai periode, sehingga f = 20 kHz. Periode adalah satu gelombang penuh.

• **D.** ✗ Jebakan: jumlah kotak (2,5) dibaca langsung sebagai volt tanpa dikalikan VOLTS/DIV 2 V.

• **E.** ✗ Jebakan: garis tengah layar dianggap 0 V. Tingkat tinggi memang 0,5 kotak di atas garis tengah (0,5 × 2 = 1 V), tetapi 0 V ada pada tanda ▸ 1, 2 kotak di bawah garis tengah.

Jawaban: B.

No. 10 Kunci: D

Konsep: Kopling AC menahan komponen searah sehingga hanya bagian yang berubah (riak) tampil di sekitar 0 V. Dengan begitu VOLTS/DIV dapat dibuat kecil tanpa gambar keluar layar. Tinggi riak di layar = Vpp riak ÷ VOLTS/DIV.

Langkah:

1. Riak 0,2 V pada 2 V/div hanya setinggi 0,2 ÷ 2 = 0,1 kotak, tidak terlihat.
2. Agar riak besar, VOLTS/DIV harus kecil. Pada 50 mV/div: 0,2 ÷ 0,05 = 4 kotak, muat dalam 8 kotak tegak.
3. Pada kopling DC dan 50 mV/div, tegangan 12 V setara 12 ÷ 0,05 = 240 kotak sehingga garis jauh keluar layar. Kopling AC menahan 12 V itu.
4. Jadi pengaturan yang benar: kopling AC dan 50 mV/div.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: skala sudah benar, tetapi kopling DC membawa 12 V (240 kotak di atas garis tengah) sehingga garis keluar layar dan riak tak terlihat.

• **B.** ✗ Jebakan: kopling GND memutus masukan dari sinyal; layar hanya menunjukkan garis 0 V, bukan riak.

• **C.** ✗ Jebakan: kopling AC sudah benar, tetapi pada 2 V/div riak 0,2 V hanya 0,1 kotak sehingga tetap tidak terlihat.

• **D.** ✓ Kopling AC menahan 12 V, dan pada 50 mV/div riak 0,2 Vpp setinggi 4 kotak: jelas dan muat di layar.

• **E.** ✗ Jebakan: kopling DC dan 5 V/div membuat riak lebih kecil lagi (0,04 kotak). Memperbesar VOLTS/DIV menjauhkan riak dari terlihat.

Jawaban: D.

No. 11 Kunci: E

Konsep: Arus yang melewati resistor seri sama dengan arus beban, sehingga I = V ÷ R dengan V tegangan di resistor dan R nilainya dari kode warna. Pada resistor 4 gelang: dua angka, pengali (emas = ×0,1), dan toleransi.

Langkah:

1. Baca resistor: kuning = 4, ungu = 7, emas (pengali) = ×0,1, emas (toleransi) = ±5%.
2. Nilai R = 47 × 0,1 = 4,7 Ω.
3. Arus I = V ÷ R = 1,88 ÷ 4,7 = 0,4 A (400 mA).
4. Cek: tegangan dikali hambatan tidak memberi satuan ampere, dan nilai 0,40 A masuk akal untuk pemanas mini.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: rumus terbalik, V × R = 8,8. Hasil perkalian tegangan dan hambatan bukan arus.

• **B.** ✗ Jebakan: rumus terbalik, R ÷ V = 2,5. Arus harus tegangan dibagi hambatan.

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

• **C.** ✗ Jebakan: pengali emas disalahartikan ×0,01 sehingga R dikira 0,47 Ω dan I = 4 A.
• **D.** ✗ Jebakan: pengali emas diabaikan sehingga R dikira 47 Ω dan I = 0,04 A.
• **E.** ✓ R = 4,7 Ω, sehingga I = 1,88 ÷ 4,7 = 0,4 A.

Jawaban: E.

No. 12 Kunci: E

Konsep: Regulator linier membuang selisih tegangan masukan–keluaran sebagai panas: P = (Vin − Vout) × I. Kode dipilih dari tegangan keluaran yang diminta dan arus maksimum yang melebihi arus beban. Daya panas di atas batas aturan bengkel menuntut pendingin.

Langkah:
1. Tegangan keluaran 9 V: R2 dan R3. Arus beban 0,45 A: R3 (maks. 0,1 A) tidak cukup, jadi R2 (maks. 1 A).
2. Daya panas: P = (15 − 9) × 0,45 = 2,7 W.
3. 2,7 W lebih dari 1,5 W, sehingga pendingin wajib dipasang.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: R3 memberi 9 V tetapi arus maksimumnya 0,1 A, jauh di bawah beban 0,45 A. Daya panas 2,7 W memang sama, tetapi regulatornya tidak mampu.
• **B.** ✗ Jebakan: daya dihitung dari tegangan keluaran (9 × 0,45 = 4,05 W). Yang menjadi panas adalah selisih masukan–keluaran.
• **C.** ✗ Jebakan: R4 memberi 12 V, bukan 9 V. Modul kamera bisa rusak, dan daya (15 − 12) × 0,45 = 1,35 W tidak relevan.
• **D.** ✗ Jebakan: daya dihitung dari tegangan masukan penuh (15 × 0,45 = 6,75 W). Sebagian tegangan masukan dipakai beban 9 V.
• **E.** ✓ R2 menghasilkan 9 V dan sanggup 1 A; P = (15 − 9) × 0,45 = 2,7 W di atas 1,5 W, sehingga pendingin dipasang.

Jawaban: E.

No. 13 Kunci: A, C, E

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

Konsep: Dioda silikon bias maju menghantar dan menyisakan sekitar 0,7 V; sisa tegangan sumber jatuh di resistor pembatas. Bias mundur: dioda menahan arus (hanya bocor sangat kecil) sehingga seluruh tegangan jatuh di dioda.

Langkah:
1. Susunan X (bias maju): VR = 5 − 0,7 = 4,3 V.
2. I = 4,3 ÷ 430 = 10 mA.
3. Susunan Y (bias mundur): I ≈ 0, sehingga VR ≈ 0 dan hampir seluruh 5 V ada pada dioda.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✓ Dioda terbias maju menyisakan 0,7 V; VR = 5 − 0,7 = 4,3 V; I = 4,3 ÷ 430 = 10 mA.
• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: pada susunan Y dioda terbias mundur dan menahan arus; arus hanya bocor sangat kecil, bukan 10 mA.
• **Pernyataan 3** ✓ Dioda mundur berhambatan sangat besar, sehingga hampir seluruh tegangan sumber jatuh di dioda; arus hampir nol berarti VR = I × R hampir nol.
• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: arus dioda naik sangat tajam setelah melewati 0,7 V. Tanpa resistor pembatas, arus melonjak dan dioda rusak.
• **Pernyataan 5** ✓ Tegangan sumber 5 V dibagi: 0,7 V jatuh di dioda dan 5 − 0,7 = 4,3 V jatuh di resistor.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 5.

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

No. 14 Kunci: C

Konsep: NTC: hambatannya turun saat suhu naik. Pembagi tegangan: Vout = Vcc × R bawah ÷ (R atas + R bawah). Bila NTC di sisi atas, suhu naik membuat R atas mengecil sehingga Vout naik.

Langkah:

1. Pada 60 °C, NTC = 2,5 kΩ (R atas) dan resistor tetap 10 kΩ (R bawah).
2. Vout = 5 × 10 ÷ (2,5 + 10) = 50 ÷ 12,5 = 4 V.
3. Cek arah: pada 25 °C Vout = 2,5 V; suhu naik membuat NTC mengecil sehingga Vout naik ke 4 V.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: posisi tertukar (NTC dianggap di sisi bawah): 5 × 2,5 ÷ 12,5 = 1 V. Arah perubahan menjadi terbalik.
- **B.** ✗ Jebakan: nilai pada 25 °C (2,5 V) dipakai; suhu 60 °C tidak dihitung.
- **C.** ✓ Hambatan NTC 60 °C = 2,5 kΩ, sehingga Vout = 5 × 10 ÷ 12,5 = 4 V.
- **D.** ✗ Jebakan: baris suhu salah (40 °C, 5,3 kΩ): 5 × 10 ÷ 15,3 = 3,3 V.
- **E.** ✗ Jebakan: penyebut hanya memakai satu hambatan (5 × 2,5 ÷ 10 = 1,25 V); jumlah kedua hambatan terlewat.

Jawaban: C.

No. 15 Kunci: B, C, E

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

Konsep: Kemasan THT (aksial, radial, DIP, TO-92, TO-220) dimasukkan ke lubang; SMD (chip, SOT-23, SOIC) menempel di permukaan. Daya besar memerlukan badan besar atau tab dan pendingin (TO-220). Kode tiga angka: dua angka pertama × 10^(angka ketiga).

Langkah:

1. Kode 100: $10 \times 10^0 = 10\ \Omega$. Kode 223: $22 \times 10^3 = 22\ k\Omega$.
2. Daya 2 W menuntut kemasan yang bisa dipasang pada pendingin: TO-220.
3. Papan lubang: DIP-8 cocok; SOIC-8 adalah SMD dan tidak masuk lubang 2,54 mm.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: angka ketiga 0 berarti pengali $10^0 = 1$, sehingga 100 = 10 × 1 = 10 Ω. Angka ketiga adalah pangkat sepuluh, bukan jumlah nol yang selalu bertambah.
- **Pernyataan 2** ✓ Kemasan TO-220 memiliki tab logam berlubang untuk dipasang pada pendingin, cocok untuk daya panas lebih besar; TO-92 kecil tidak memadai untuk 2 W.
- **Pernyataan 3** ✓ DIP berkaki dua baris berjarak 2,54 mm yang dimasukkan ke lubang papan, sehingga mudah disolder tangan.
- **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: SOIC adalah kemasan SMD berkaki sayap camar yang menempel di permukaan; jarak kakinya lebih rapat dan tidak masuk lubang papan.
- **Pernyataan 5** ✓ $223 = 22 \times 10^3 = 22.000\ \Omega = 22\ k\Omega$.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

No. 16 Kunci: A

Konsep: Transistor sakelar jenuh bila IB ≥ IC ÷ β (β minimum). Agar pasti jenuh, IB dipilih 2–3 kali nilai itu. Resistor basis Rb = (Vin − VBE) ÷ IB dengan VBE ≈ 0,7 V.

Langkah:

1. Arus kolektor: IC = Vcc ÷ R kumparan = 6 ÷ 75 = 80 mA.
2. IB minimum = IC ÷ β = 80 mA ÷ 200 = 0,4 mA.
3. Rentang aturan: IB = 2–3 kali = 0,8 sampai 1,2 mA.
4. Rb = (3,3 − 0,7) ÷ IB: dari 2,167 kΩ (IB 1,2 mA) sampai 3,25 kΩ (IB 0,8 mA).
5. Nilai stok di dalam rentang 2,17–3,25 kΩ hanya 2,7 kΩ: IB = 2,6 ÷ 2.700 ≈ 0,96 mA, atau 2,4 kali IB minimum.

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

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Rb = 2,7 kΩ memberi IB ≈ 0,96 mA = 2,4 × IB minimum; transistor pasti jenuh tanpa pemborosan.
• **B.** ✗ Jebakan: Rb diperkecil agar "pasti jenuh". Dengan 680 Ω, IB ≈ 3,8 mA = 9,6 × IB minimum, boros dan membebani pin pengendali.
• **C.** ✗ Jebakan: nilai ini kurang dari kelipatan yang disyaratkan. IB ≈ 0,55 mA = 1,4 × IB minimum; belum ada cadangan sehingga jenuhnya belum terjamin.
• **D.** ✗ Jebakan: Rb = (3,3 − 0,7) ÷ IB minimum ≈ 6,5 kΩ lalu dibulatkan ke 6,8 kΩ. Tanpa kelipatan 2–3, IB ≈ 0,38 mA masih di bawah IB minimum 0,4 mA, sehingga transistor tidak jenuh.
• **E.** ✗ Jebakan: Rb kecil lain. Dengan 1,2 kΩ, IB ≈ 2,17 mA = 5,4 × IB minimum, melewati kelipatan 3 yang diperbolehkan.

Jawaban: A.

No. 17 Kunci: B, C, D

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

Konsep: Trafo ideal: Vp ÷ Vs = Np ÷ Ns dan Vp × Ip = Vs × Is. Tegangan turun berarti arus naik. Trafo hanya bekerja dengan tegangan yang berubah (AC).

Langkah:
1. Ns = 1.760 × 9 ÷ 220 = 72 lilitan.
2. Daya sekunder = 9 V × 1,1 A = 9,9 W, sama dengan daya primer pada trafo ideal.
3. Ip = 9,9 ÷ 220 = 0,045 A = 45 mA.
4. Dengan Ns = 144: Vs = 220 × 144 ÷ 1.760 = 18 V.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: perbandingan arus dibalik (1,1 × 220 ÷ 9 ≈ 26,9 A). Pada trafo penurun, arus primer lebih kecil dari arus sekunder.
• **Pernyataan 2** ✓ Ns = Np × Vs ÷ Vp = 1.760 × 9 ÷ 220 = 72 lilitan.
• **Pernyataan 3** ✓ Daya sekunder = 9 × 1,1 = 9,9 W; Ip = 9,9 ÷ 220 = 45 mA.
• **Pernyataan 4** ✓ Vs sebanding dengan Ns: 144 ÷ 72 = 2 kali, sehingga 2 × 9 = 18 V.
• **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: trafo hanya bekerja pada tegangan yang berubah. Sumber DC yang tetap tidak menimbulkan tegangan di sekunder.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 4.

No. 18 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: Resistor layak dipakai bila nilai terukurnya berada dalam rentang yang dibutuhkan rangkaian: nilai kebutuhan × (1 − toleransi) sampai × (1 + toleransi). Nilai tertulis dan toleransi komponen hanya menunjukkan kemungkinan, bukan jaminan.

Langkah:
1. Rentang kebutuhan: 5,1 kΩ × 0,95 = 4,845 kΩ sampai 5,1 kΩ × 1,05 = 5,355 kΩ.
2. Deret E12 tidak memuat 5,1; yang terdekat 4,7 kΩ (selisih 0,4) dan 5,6 kΩ (selisih 0,5).
3. Ukur resistor stok: 5,3 kΩ di dalam rentang; 4,8 kΩ di luar rentang (kurang dari 4,845 kΩ).

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Benar.** Deret E12 hanya memuat 10, 12, 15, 18, 22, 27, 33, 39, 47, 56, 68, dan 82 (dikali pangkat sepuluh); 5,1 kΩ termasuk deret E24.
• **Pernyataan 2 → Benar.** Batas kebutuhan: 5,1 × 0,95 = 4,845 kΩ sampai 5,1 × 1,05 = 5,355 kΩ. Nilai 5,3 kΩ berada di dalamnya.
• **Pernyataan 3 → Salah.** Jebakan: kedekatan nilai tertulis tidak menentukan. Nilai terukur 4,8 kΩ berada di bawah batas bawah 4,845 kΩ, sehingga tidak memenuhi.

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

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

No. 19 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Konstanta waktu $\tau = R \times C$ (R dalam ohm, C dalam farad, τ dalam detik). R atau C yang lebih besar menaikkan τ sehingga pengisian lebih lambat; yang lebih kecil membuatnya lebih cepat.

Langkah:

1. Ubah satuan: 47 kΩ = 47.000 Ω; 220 µF = 0,00022 F.
2. $\tau = 47.000 \times 0{,}00022 = 10{,}34$ detik.
3. Bandingkan perubahan R dan C dengan τ awal.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** $\tau = R \times C = 47.000\ \Omega \times 0{,}00022$ F = 10,3 detik, yaitu sekitar 10 detik.

• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: R lebih kecil membuat τ lebih kecil (22.000 × 0,00022 = 4,8 detik), sehingga pengisian lebih cepat.

• **Pernyataan 3 → Benar.** C lebih besar membuat τ lebih besar (47.000 × 0,00047 = 22,1 detik), sehingga pengisian lebih lambat.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 20 Kunci: B

Konsep: Kode tiga angka pada kapasitor keramik bernilai (dua angka) × 10^(angka ketiga) pF. Pada susunan paralel, kapasitansi dijumlahkan; satuan harus disamakan lebih dulu (1 nF = 1.000 pF).

Langkah:

1. 473 = 47×10^3 pF = 47000 pF = 47 nF.
2. 104 = 10×10^4 pF = 100000 pF = 100 nF.
3. Paralel: 47 + 100 = 147 nF (0,147 µF).

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: kode dibaca langsung sebagai nF (473 nF + 104 nF). Satuan dasar kode adalah pF, bukan nF.

• **B.** ✓ 47 nF + 100 nF = 147 nF.

• **C.** ✗ Jebakan: rumus seri dipakai (47 × 100 ÷ 147 ≈ 32 nF). Pada paralel kapasitansi dijumlahkan.

• **D.** ✗ Jebakan: kode dijumlahkan seperti angka biasa (47 + 100) dan satuannya dianggap pF; angka ketiga (pengali) terlewat.

• **E.** ✗ Jebakan: angka ketiga dikurangi satu pangkat (47×10^2 dan 10×10^3) sehingga hasilnya sepersepuluh. Angka ketiga adalah pangkat sepuluh seutuhnya.

Jawaban: B.

No. 21 Kunci: D

Konsep: Pada LED seri, tegangan yang jatuh pada resistor = tegangan catu − jumlah tegangan maju LED. Arus $I = VR \div R$ dan daya resistor $P = I^2 \times R$ (atau $VR \times I$) harus tidak melewati rating. Arus lebih besar = lebih terang, selama masih di bawah batas.

Langkah:

1. $VR = 12 - (2 \times 2{,}0) = 8$ V.
2. R1 (270 Ω): $I = 8 \div 270 = 29{,}6$ mA; $P = 0{,}0296^2 \times 270 \approx 0{,}237$ W; rating 0,25 W.
3. R2 (330 Ω): $I = 8 \div 330 = 24{,}2$ mA; $P = 0{,}0242^2 \times 330 \approx 0{,}194$ W; rating 0,25 W.
4. R3 (470 Ω): $I = 8 \div 470 = 17$ mA; $P = 0{,}017^2 \times 470 \approx 0{,}136$ W; rating 0,125 W.
5. R4 (470 Ω): $I = 8 \div 470 = 17$ mA; $P = 0{,}017^2 \times 470 \approx 0{,}136$ W; rating 0,25 W.
6. R5 (680 Ω): $I = 8 \div 680 = 11{,}8$ mA; $P = 0{,}0118^2 \times 680 \approx 0{,}094$ W; rating 0,25 W.
7. Yang lolos batas arus ≤ 20 mA: R3, R4, R5. R3 gagal karena daya 0,136 W melebihi rating 0,125 W. Dari R4 dan R5, R4 menghasilkan arus lebih besar (lebih terang).

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: R1 memberi 29,6 mA, melewati batas 20 mA sehingga LED rusak.

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

• **B.** ✗ Jebakan: R2 memberi 24,2 mA, masih melewati batas 20 mA.
• **C.** ✗ Jebakan: nilai 470 Ω benar, tetapi rating 1/8 W (0,125 W) kalah dari daya 0,136 W sehingga resistor kepanasan.
• **D.** ✓ R4: arus 17 mA (di bawah 20 mA), daya 0,136 W di bawah rating 0,25 W, dan paling terang di antara yang aman.
• **E.** ✗ Jebakan: R5 memang aman (11,8 mA), tetapi lebih redup. Soal meminta nyala paling terang yang masih aman.

Jawaban: D.

No. 22 Kunci: D

Konsep: Pada penstabil zener, arus lewat Rs = arus beban + arus zener. Agar zener tetap aktif, arus zener ≥ Iz minimum, sehingga Rs ≤ (Vin − Vz) ÷ (Iz minimum + Ibeban). Nilai terbesar yang masih memenuhi syarat itu menghemat arus.

Langkah:
1. Tegangan pada Rs: 13,8 − 6,8 = 7 V.
2. Arus minimum lewat Rs: 17 mA + 5 mA = 22 mA.
3. Rs maksimum = 7 ÷ 0,022 = 318,2 Ω.
4. Deret E12 terbesar yang tidak melebihi 318 Ω adalah 270 Ω (330 Ω sudah melebihi batas).
5. Cek 270 Ω: arus Rs = 25,9 mA, arus zener = 8,9 mA ≥ 5 mA. Cek 330 Ω: arus zener = 4,2 mA, kurang dari 5 mA.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: 330 Ω adalah nilai deret yang paling dekat dengan 318 Ω, tetapi melebihi batas; arus zener hanya 4,2 mA, di bawah 5 mA.
• **B.** ✗ Jebakan: nilai kecil dianggap "pasti aman". Zener tetap aktif, tetapi arus zener 53 mA boros dan bukan nilai terbesar yang memenuhi syarat.
• **C.** ✗ Jebakan: arus total hanya 12,5 mA, kurang dari arus beban 17 mA. Zener tidak aktif dan tegangan modul turun.
• **D.** ✓ Rs = 270 Ω memberi arus zener 8,9 mA (≥ 5 mA) dan merupakan nilai terbesar yang masih memenuhi syarat.
• **E.** ✗ Jebakan: 220 Ω memenuhi syarat (arus zener 14,8 mA), tetapi soal meminta nilai terbesar; 270 Ω juga memenuhi dan lebih hemat.

Jawaban: D.

No. 23 Kunci: A, B, D

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

Konsep: Dioda pelindung relai dipasang paralel kumparan dengan katoda ke +catu dan anoda ke kolektor. Saat transistor menghantar dioda terbias mundur (tidak aktif); saat transistor padam dioda meredam lonjakan tegangan kumparan.

Langkah:
1. Susunan Anisa: anoda ke +12 V, katoda ke kolektor, jadi dioda terbias maju saat kolektor mendekati 0 V.
2. Dioda menjadi jalan pintas: arus besar lewat dioda dan transistor, kumparan hampir tanpa arus.
3. Hasil: relai tidak menarik dan transistor panas. Perbaikan: balik dioda (katoda ke +12 V).

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✓ Anoda ke +12 V dan katoda ke kolektor yang turun mendekati 0 V: dioda terbias maju dan menghantar, sehingga arus melewati dioda serta transistor.
• **Pernyataan 2** ✓ Dioda yang menghantar menahan tegangan sekitar 0,7 V; tegangan itu pula yang tersisa di kumparan paralelnya, sehingga relai tidak menarik.

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

• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: gangguan justru terjadi saat transistor menghantar (dihidupkan). Yang terjadi saat dimatikan hanyalah hilangnya perlindungan dari lonjakan tegangan.
• **Pernyataan 4** ✓ Pada operasi normal dioda terbias mundur (tidak menghantar); saat transistor padam, lonjakan tegangan kumparan membuat dioda menghantar dan meredam lonjakan itu.
• **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: pada pemasangan benar, dioda terbias mundur saat transistor menghantar dan tidak ikut mengalirkan arus kumparan.

Jawaban: pernyataan 1, 2, 4.

No. 24 Kunci: B

Konsep: Transistor diuji seperti dua dioda yang bertemu di basis. Pada NPN, probe merah di basis dan probe hitam di kolektor atau emitor menampilkan sekitar 0,5–0,8 V, dibalik OL; antara kolektor dan emitor OL di dua arah. Pada PNP, yang menghantar adalah probe hitam di basis.

Langkah:
1. Cari satu kaki yang menghantar ke kedua kaki lain: kaki 2 (0,63 V ke kaki 1 dan 0,66 V ke kaki 3).
2. Kaki 2 adalah basis karena hanya kaki itu yang menghantar ke dua kaki lainnya.
3. Yang menghantar adalah probe merah (positif) di basis, jadi basis bermuatan P dan transistor berjenis NPN.
4. Kaki 1 dan 3 terbaca OL di dua arah, sesuai kolektor–emitor yang normal.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: kaki basis benar, tetapi polaritas probe terbalik. Konduksi dengan probe merah di basis menandakan NPN; PNP menghantar dengan probe hitam di basis.
• **B.** ✓ Kaki 2 menghantar ke kaki 1 dan kaki 3 dengan probe merah di kaki 2, jadi basis di kaki 2 dan jenisnya NPN.
• **C.** ✗ Jebakan: kaki 1 dikira basis karena ia salah satu ujung yang menghantar. Kaki 1 hanya satu dari dua kaki yang dihubungi basis.
• **D.** ✗ Jebakan: dua kekeliruan sekaligus (kaki 1 dikira basis dan polaritas dibalik).
• **E.** ✗ Jebakan: kaki 3 dikira basis, padahal ia hanya menghantar bila probe merah di kaki 2.

Jawaban: B.

No. 25 Kunci: A, D, E

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

Konsep: Elko pengganti: kapasitansi sama atau sedikit lebih besar, tegangan kerja ≥ yang lama, suhu kerja ≥ yang lama (105 °C bila dekat panas), dan ukuran muat. Elko berkutub: lajur minus = kaki negatif. Kosongkan elko lewat resistor.

Langkah:
1. Syarat suhu: elko lama 85 °C rusak dekat trafo, jadi pengganti 105 °C.
2. Syarat tegangan: minimal 25 V seperti yang lama; 35 V boleh.
3. Syarat ukuran: diameter ≤ 13 mm; 12,5 mm muat.
4. Keselamatan: kosongkan lewat resistor; periksa polaritas dengan lajur minus.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✓ Elko 85 °C yang dekat sumber panas cepat mengering dan menggembung; pengganti 105 °C lebih tahan panas.
• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: tegangan kerja 16 V memang di atas 12 V, tetapi lebih rendah dari elko lama (25 V) dan spesifikasi 85 °C yang sama akan rusak lagi.
• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: lajur bertanda minus menandai kaki negatif. Elko berkutub yang terbalik memanas, menggembung, dan dapat meledak.
• **Pernyataan 4** ✓ Kapasitansi sama, tegangan 35 V ≥ 25 V, suhu 105 °C ≥ 85 °C, dan diameter 12,5 mm muat dalam 13 mm.

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

• **Pernyataan 5 ✓** Pengosongan lewat resistor (beberapa ratus ohm sampai 1 kΩ) aman; hubung singkat dengan obeng menimbulkan percikan dan arus besar.

Jawaban: pernyataan 1, 4, 5.

Latihan sub bab 5.1

No. 1 Kunci: C

Konsep: Motor stepper berputar per langkah sudut tetap sesuai jumlah pulsa, sehingga posisinya dapat dikendalikan tanpa sensor dan dapat berputar terus. Servo standar hanya bergerak dalam rentang sudut terbatas; motor DC biasa membutuhkan sensor untuk berhenti di posisi tertentu.

Langkah:

1. Syarat: putar terus searah, berhenti tepat tiap 45°, tanpa sensor, 12 V DC.
2. Stepper 1,8°: 45° ÷ 1,8° = 25 langkah, tepat dan dapat berputar terus.
3. Motor lain gagal memenuhi minimal satu syarat.

Analisis setiap opsi:

• **A. ✗** Putarannya terus, tetapi tanpa sensor posisinya tidak dapat dihentikan tepat tiap 45°.
• **B. ✗** Jebakan: servo memang tepat posisinya, tetapi hanya 0–180° sehingga tidak dapat berputar terus searah melewati 360°.
• **C. ✓** 45° = 25 langkah; dapat berputar terus dan tepat tanpa sensor.
• **D. ✗** Membutuhkan sumber 220 V AC dan tidak dapat berhenti tepat tiap 45°.
• **E. ✗** Jebakan: motor ini 12 V dan berputar terus, tetapi kecepatannya tinggi dan tidak dapat berhenti di sudut tertentu tanpa sensor.

Jawaban: C.

No. 2 Kunci: A

Konsep: Rangkaian pengunci (self-holding): kontak bantu NO relai dipasang paralel dengan tombol start, sehingga setelah start dilepas arus kumparan tetap mengalir melalui kontak itu sampai stop ditekan.

Langkah:

1. Relai menarik dan motor berputar saat start ditekan → kumparan, catu, tombol stop, dan kontak utama bekerja.
2. Saat start dilepas, kumparan kehilangan arus → jalur pengunci tidak ada.
3. Penyebab: kontak bantu K1 paralel start tidak tersambung.

Analisis setiap opsi:

• **A. ✓** Tanpa kontak pengunci, kumparan hanya mendapat arus selama start ditekan.
• **B. ✗** Jebakan: tombol stop NO yang dipasang seri membuat kumparan tidak pernah mendapat arus, padahal relai menarik saat start ditekan.
• **C. ✗** Relai terdengar menarik, berarti kumparannya baik.
• **D. ✗** Jebakan: tegangan terbukti mampu menarik relai; relai yang sudah tertarik membutuhkan tegangan lebih kecil untuk bertahan.
• **E. ✗** Bila kontak utama NC, motor justru berputar saat relai tidak aktif.

Jawaban: A.

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

Latihan sub bab 5.2

No. 1 Kunci: B, D, E

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

Konsep: Generator fungsi diatur bentuk gelombang, frekuensi, amplitudo, dan offset sesuai kebutuhan uji. Amplitudo diperiksa dengan osiloskop, dinaikkan dari kecil, dan ground generator disambungkan ke ground rangkaian.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Offset menambahkan tegangan DC, padahal lembar uji meminta sinyal tanpa DC; offset dibuat nol.

• **Pernyataan 2** ✓ Sesuai permintaan lembar uji.

• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: sinyal memerlukan jalur kembali melalui ground; tanpa ground, sinyal tidak stabil dan berderau.

• **Pernyataan 4** ✓ Osiloskop menunjukkan amplitudo sebenarnya.

• **Pernyataan 5** ✓ Mencegah masukan penguat menerima sinyal terlalu besar saat awal.

Jawaban: pernyataan 2, 4, 5.

No. 2 Kunci: C

Konsep: Solder uap dipakai dengan suhu dan aliran udara sedang, nozzle digerakkan memutar agar semua kaki panas merata, dan IC diangkat setelah timah semua kaki meleleh. Setelah selesai, alat didinginkan dengan kipasnya (mode pendinginan), bukan dicabut saat panas.

Langkah:

1. Semua kaki harus meleleh bersamaan → panaskan merata dengan gerakan memutar.
2. Angkat setelah timah meleleh agar pad tidak terkelupas.
3. Komponen kecil di sekitar → aliran udara jangan maksimum.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Kaki di sisi lain belum meleleh sehingga pad terkelupas, dan suhu tertinggi dapat merusak papan.

• **B.** ✗ Jebakan: aliran kuat memang memindahkan panas, tetapi meniup kapasitor SMD kecil di sekitarnya.

• **C.** ✓ Panas merata dan IC diangkat tepat saat timah meleleh.

• **D.** ✗ Mencungkil sebelum timah meleleh merobek pad dan jalur.

• **E.** ✗ Jebakan: tampak aman, tetapi elemen pemanas perlu didinginkan oleh kipas alat; mencabut saat panas dapat merusaknya.

Jawaban: C.

Kuis Akhir Bab 5

No. 1 Kunci: C

Konsep: Motor DC biasa memakai komutator dan sikat untuk membalik arus kumparan tiap setengah putaran. Motor tanpa sikat tidak punya komutator dan sikat; rangkaian elektronik pengendali (ESC) mengalirkan arus ke kumparan stator secara bergantian sehingga medan magnet "berpindah" dan menarik rotor. Karena itu motor tidak berputar bila hanya disambung ke baterai.

Langkah:

1. Bandingkan dua keadaan: disambung baterai langsung (tidak berputar) dan dengan ESC (berputar lancar). Motornya sama dan baik.
2. Perbedaannya hanya pada ESC, yang mengatur urutan arus ke kumparan.

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

3. Jadi tugas membalik/memindah arus kumparan, yang pada motor biasa dilakukan komutator, di sini dikerjakan elektronik.

Analisis setiap opsi:

• **A. ✗** Jebakan: motor berputar dengan baterai 12 V yang sama bila memakai ESC, jadi tegangan bukan penyebabnya; motor ini juga bukan motor jala-jala.

• **B. ✗** Jebakan: polaritas menentukan arah putar motor DC biasa. Stem menyebut baterai yang sama bekerja baik dengan ESC, sehingga polaritas bukan penyebab.

• **C. ✓** Tanpa komutator dan sikat, motor memerlukan ESC untuk mengalihkan arus kumparan secara berurutan. Tanpa ESC rotor hanya tertarik sesaat lalu bergetar.

• **D. ✗** Jebakan: magnet lemah tidak menjelaskan mengapa motor yang sama berputar lancar dengan ESC dan baterai yang sama.

• **E. ✗** Jebakan: motor ini bekerja dari catu DC melalui ESC; tegangan bolak-balik jala-jala dipakai motor induksi, jenis yang berbeda.

Jawaban: C.

No. 2 Kunci: 1S 2B 3S

Konsep: Pilih motor dengan mencocokkan semua syarat gerak: motor DC (putar terus, tanpa posisi), stepper (posisi dari pulsa, boleh berputar terus), servo (menuju dan menahan sudut dalam rentang terbatas). Alasan pemilihan harus benar, bukan hanya jenisnya.

Langkah:

1. Kemudi: sudut tertentu dan bertahan dalam rentang terbatas → servo, bukan motor DC.
2. Pemindah kartu: gerak tetap per langkah, tanpa sensor, boleh berputar terus → stepper (sesuai).
3. Roda penggerak: putar terus dua arah, tenaga besar → motor DC bergearbox, bukan servo standar.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Salah.** Gearbox hanya menurunkan kecepatan dan menaikkan torsi. Motor DC tidak punya sensor posisi, sehingga tidak dapat menuju dan menahan sudut tertentu; untuk itu dipilih servo.

• **Pernyataan 2 → Benar.** Satu pulsa = satu langkah dengan sudut tetap, sehingga posisi diketahui dari jumlah pulsa, dan stepper dapat berputar terus.

• **Pernyataan 3 → Salah.** Servo standar hanya bergerak dalam rentang terbatas (sekitar 180°) dan tidak dapat berputar terus. Roda penggerak lebih cocok memakai motor DC bergearbox.

Jawaban: Salah, Benar, Salah.

No. 3 Kunci: A, C, E

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

Konsep: Stepper berputar selangkah tiap pulsa. Sudut langkah = 360° ÷ langkah per putaran. Jumlah pulsa = sudut ÷ sudut langkah. Kecepatan (putaran/detik) = frekuensi pulsa ÷ langkah per putaran. Mode setengah langkah menggandakan langkah per putaran. Bila langkah hilang, posisi hitungan menyimpang.

Langkah:

1. Sudut langkah = 360° ÷ 200 = 1,8°.
2. 54° ÷ 1,8° = 30 pulsa.
3. Kecepatan: 100 ÷ 200 = 0,5 putaran/detik = 30 putaran/menit.
4. Setengah langkah: 400 pulsa/putaran → 100 ÷ 400 = 0,25 putaran/detik = 15 putaran/menit.
5. Kehilangan langkah membuat hitungan pulsa tidak lagi mencerminkan posisi.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 ✓** Posisi dihitung dari jumlah pulsa dengan anggapan tiap pulsa menghasilkan satu langkah. Langkah yang hilang membuat hitungan menyimpang tanpa diketahui.

• **Pernyataan 2 ✗** Jebakan: 54 ÷ 1,8 = 30 pulsa, bukan 20. Jumlah langkah = sudut tujuan ÷ sudut

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

langkah.

• **Pernyataan 3** ✓ 360° ÷ 200 = 1,8° per langkah, dan 200 × 1,8° = 360°.

• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: setengah langkah membuat satu putaran memerlukan 400 pulsa, sehingga kecepatan 100 ÷ 400 = 0,25 putaran/detik = 15 putaran/menit, bukan lebih cepat.

• **Pernyataan 5** ✓ 100 pulsa/detik ÷ 200 pulsa/putaran = 0,5 putaran/detik = 30 putaran/menit.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 5.

No. 4 Kunci: B

Konsep: Generator mengubah gerak menjadi listrik: kumparan yang bergerak memotong medan magnet menimbulkan tegangan. Polaritas tegangan bergantung pada arah gerak kumparan terhadap medan; kecepatan yang lebih tinggi memberi tegangan lebih besar. Motor DC magnet permanen dapat bekerja sebagai generator bila porosnya diputar dari luar.

Langkah:

1. Poros diputar dari luar, jadi motor berfungsi sebagai generator DC dan menghasilkan +3,2 V.
2. Arah putar dibalik: kawat kumparan memotong medan magnet dengan arah gerak yang berlawanan, sehingga polaritas tegangan berbalik.
3. Kecepatan sama, jadi besar tegangan hampir sama: sekitar −3,2 V.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: magnet memang tetap, tetapi polaritas tegangan ditentukan oleh arah gerak kawat terhadap medan, bukan oleh arah medan saja.

• **B.** ✓ Arah putar berbalik, sehingga arah gerak kawat terhadap medan berbalik. Polaritas ikut berbalik dan besarnya hampir sama pada kecepatan sama.

• **C.** ✗ Jebakan: motor dianggap hanya pemakai listrik. Padahal motor dan generator memakai prinsip yang sama dan dapat saling menggantikan.

• **D.** ✗ Jebakan: komutator membuat tegangan pada belitan menjadi searah terhadap terminal, tetapi polaritas terminal tetap bergantung pada arah putar poros.

• **E.** ✗ Jebakan: tegangan bolak-balik terjadi pada kumparan, tetapi komutator mengubahnya menjadi DC pada terminal. Voltmeter DC tidak bolak-balik menunjuk ke dua arah.

Jawaban: B.

No. 5 Kunci: A

Konsep: Trafo: Vp ÷ Vs = Np ÷ Ns. Pada trafo ideal, daya masuk = daya keluar: Vp × Ip = Vs × Is. Tegangan turun berarti arus sekunder lebih besar daripada arus primer.

Langkah:

1. Vs = 220 × 60 ÷ 1.100 = 12 V, sesuai tegangan lampu.
2. Daya lampu = 24 W, jadi daya primer juga 24 W.
3. Ip = P ÷ Vp = 24 ÷ 220 ≈ 0,109 A ≈ 109 mA.
4. Periksa: Is = 24 ÷ 12 = 2 A, dan Ip = Is × Ns ÷ Np = 2 × 60 ÷ 1.100 ≈ 0,109 A. Sama.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Ip = 24 W ÷ 220 V ≈ 0,109 A = 109 mA, jauh lebih kecil daripada arus sekunder.

• **B.** ✗ Jebakan: 2,0 A adalah arus sekunder (24 ÷ 12). Arus primer disamakan dengan arus sekunder, padahal berbeda pada trafo penurun.

• **C.** ✗ Jebakan: rasio dipakai terbalik, Is × (Np ÷ Ns) = 2 × 18,3 = 36,7 A. Tegangan turun berarti arus primer lebih kecil, bukan lebih besar.

• **D.** ✗ Jebakan: nilai benar tetapi koma desimal bergeser (10,9 mA). Periksa orde besar: 24 ÷ 220 ≈ 0,1.

• **E.** ✗ Jebakan: lilitan dan tegangan tertukar, 2 × 60 ÷ 220 = 0,55 A. Rasio lilitan harus dibagi dengan lilitan primer (1.100), bukan tegangan primer.

Jawaban: A.

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

No. 6 Kunci: D

Konsep: Servo menentukan sudut dari lebar pulsa PWM. Pada lembar data ini, 1,0 ms → 0° dan 2,0 ms → 180° secara linear: lebar pulsa = 1,0 ms + (sudut ÷ 180°) × 1,0 ms.

Langkah:

1. Perbandingan sudut = 135° ÷ 180° = 0,75.
2. Tambahan lebar pulsa = 0,75 × (2,0 − 1,0) ms = 0,75 ms.
3. Lebar pulsa = 1,0 + 0,75 = 1,75 ms.
4. Periksa: 1,75 ms berada di antara 1,5 ms (90°) dan 2,0 ms (180°), sesuai 135°.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: 135 dibaca "1,35" seolah 100° per 1 ms. Padahal 1 ms mewakili seluruh 180°.
- **B.** ✗ Jebakan: 1,5 ms adalah posisi tengah (90°), bukan 135°.
- **C.** ✗ Jebakan: hanya menghitung tambahan (0,75 ms) dan lupa menambahkan lebar awal 1,0 ms untuk 0°.
- **D.** ✓ Lebar pulsa = 1,0 + 0,75 × 1,0 = 1,75 ms, tepat untuk 135°.
- **E.** ✗ Jebakan: 135° ÷ 180° × 20 ms = 15 ms. Rentang sudut dipetakan ke seluruh periode 20 ms, padahal yang dipetakan hanya lebar pulsa 1–2 ms.

Jawaban: D.

No. 7 Kunci: B, D, E

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

Konsep: Catu daya laboratorium bekerja pada mode CV (tegangan tetap, arus mengikuti beban) atau CC (arus ditahan pada batas bila beban meminta lebih, tegangan diturunkan). CC menyala menandakan masalah pada beban: matikan OUTPUT dan periksa rangkaian; jangan memeriksa sambil menyala.

Langkah:

1. Strip normal ±500 mA, batas 0,60 A: seharusnya mode CV dengan arus ±500 mA.
2. Yang terjadi: CC menyala, arus 0,60 A, tegangan 1,8 V: beban meminta lebih dari batas.
3. Kesimpulan: ada masalah pada beban atau kabel; matikan OUTPUT lalu periksa.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: tegangan turun karena catu daya menjalankan fungsi pembatas arus, bukan karena rusak.
- **Pernyataan 2** ✓ Pada mode CC, catu daya menahan arus pada batas dan menurunkan tegangan keluaran.
- **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: memeriksa sambil menyala berbahaya dan tidak menyelesaikan penyebab arus berlebih. Matikan OUTPUT dulu.
- **Pernyataan 4** ✓ CC menyala adalah tanda ada masalah pada beban. Matikan keluaran, baru periksa.
- **Pernyataan 5** ✓ Strip normal hanya menarik sekitar 500 mA. Arus yang tertahan di batas 0,60 A menandakan beban menarik lebih, misalnya karena salah rakit atau hubung singkat sebagian.

Jawaban: pernyataan 2, 4, 5.

No. 8 Kunci: C

Konsep: Tombol STOP bertipe NC dipasang seri dengan kumparan, sehingga bila terminalnya terbuka (STOP ditekan atau kabelnya lepas), arus kumparan putus dan mesin tidak dapat menyala. Kegagalan komponen berakhir pada keadaan aman (mesin tidak menyala).

Langkah:

1. Jalur kumparan: +12 V → STOP → (START atau kontak bantu) → kumparan. STOP berada seri.
2. Kabel STOP lepas = jalur terputus, sama seperti STOP ditekan terus.
3. START ditekan: arus tidak dapat melewati STOP, kumparan tidak teraliri, relai tidak menarik.

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

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: STOP seri dengan kumparan, jadi bukan hanya fungsi STOP yang hilang; seluruh jalur kumparan ikut terputus.

• **B.** ✗ Jebakan: itu gejala kontak bantu yang tidak mengunci. Di sini relai bahkan tidak menarik karena arus tidak sampai ke kumparan.

• **C.** ✓ STOP seri dengan kumparan, sehingga terminal terbuka memutus arus ke kumparan. Relai tidak menarik dan motor tidak menyala (keadaan aman).

• **D.** ✗ Jebakan: relai hanya terkunci setelah menarik. Karena jalur kumparan terputus, relai tidak pernah menarik.

• **E.** ✗ Jebakan: relai bergetar terjadi akibat kontak bantu bertipe NC. Di sini tidak ada arus ke kumparan sama sekali.

Jawaban: C.

No. 9 Kunci: A

Konsep: Sistem audio dinyalakan dari sumber ke amplifier (amplifier terakhir) dan dimatikan dengan urutan kebalikannya: volume dikecilkan, amplifier dimatikan lebih dulu, lalu mixer, lalu sumber. Dengan begitu lonjakan saat alat sebelumnya dimatikan tidak sampai ke speaker.

Langkah:

1. Kecilkan volume agar sinyal ke speaker minimal.
2. Matikan amplifier lebih dulu: speaker terlepas dari penguat daya.
3. Matikan mixer, lalu laptop (sumber).

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Urutan ini kebalikan dari urutan menyalakan: volume dikecilkan, amplifier mati lebih dulu, lalu mixer dan sumber.

• **B.** ✗ Jebakan: sumber dan mixer dimatikan sementara amplifier masih hidup, sehingga lonjakan mati sampai ke speaker. Volume dikecilkan paling akhir (sudah terlambat).

• **C.** ✗ Jebakan: mixer dimatikan lebih dulu, itulah kesalahan petugas pada soal, dan amplifier justru dimatikan paling akhir.

• **D.** ✗ Jebakan: kabel speaker tidak perlu dicabut saat mematikan, dan amplifier dimatikan paling akhir sehingga lonjakan dari mixer tetap sampai ke speaker.

• **E.** ✗ Jebakan: amplifier dimatikan sebelum volume dikecilkan, lalu laptop sebelum mixer; urutan sumber dan mixer terbalik dan volume dikecilkan terlalu belakangan.

Jawaban: A.

No. 10 Kunci: A, B, D

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

Konsep: Interlock = pengunci silang: kontak NC milik relai lawan dipasang seri dengan kumparan. Pengunci biasa memakai kontak NO milik relai itu sendiri yang dipasang paralel dengan START. Untuk berpindah arah, STOP ditekan dulu agar relai pertama lepas.

Langkah:

1. K1 aktif → kontak NC K1 (di jalur kumparan K2) terbuka → K2 tidak dapat aktif.
2. K2 aktif → kontak NC K2 (di jalur kumparan K1) terbuka → K1 tidak dapat aktif.
3. Kontak NO paralel justru membuat satu relai menarik relai lain, sehingga bukan pengaman.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Saat K2 menarik, kontak NC K2 membuka sehingga K1 tidak dapat menarik. Itulah interlock.

• **Pernyataan 2** ✓ Pasangan interlock sisi lain: saat K1 menarik, K2 terkunci keluar.

• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: kontak NO paralel membuat K1 ikut menarik saat K2 menarik, justru

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

memicu keduanya aktif bersamaan.
• **Pernyataan 4 ✓** Prosedur kerja yang benar bersama interlock: relai pertama harus lepas dulu agar kontak NC-nya menutup kembali.
• **Pernyataan 5 ✗** Jebakan: kontak NO K1 yang paralel dengan TURUN membuat K2 menarik ketika K1 menarik. Itu kebalikan interlock.

Jawaban: pernyataan 1, 2, 4.

No. 11 Kunci: B

Konsep: PWM mengatur kecepatan motor DC lewat duty cycle D = waktu nyala ÷ periode. Tegangan rata-rata = D × tegangan sumber. Periode T = 1 ÷ frekuensi.

Langkah:
1. T = 1 ÷ 500 Hz = 0,002 s = 2 ms.
2. D = 0,8 ms ÷ 2 ms = 0,4 = 40 %.
3. V rata-rata = 0,4 × 9 V = 3,6 V.
4. Periksa: tegangan rata-rata harus lebih kecil dari 9 V karena motor mati 60 % waktu.

Analisis setiap opsi:
• **A. ✗** Jebakan: angka 0,8 ms dipakai langsung sebagai perbandingan (0,8 × 9). Waktu nyala harus dibagi periode lebih dulu.
• **B. ✓** D = 0,8 ÷ 2 = 40 %, jadi V rata-rata = 0,4 × 9 = 3,6 V.
• **C. ✗** Jebakan: yang dihitung waktu mati (60 %), bukan waktu nyala (40 %).
• **D. ✗** Jebakan: dianggap PWM selalu memberi separuh tegangan, tanpa memakai waktu nyala dan periode.
• **E. ✗** Jebakan: rasio dibalik (T ÷ t_nyala). Hasilnya lebih besar daripada tegangan sumber, yang mustahil untuk tegangan rata-rata.

Jawaban: B.

No. 12 Kunci: B, C, E

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

Konsep: Jembatan H: motor di tengah, empat sakelar di empat sudut. Sakelar diagonal (kiri atas + kanan bawah, atau kanan atas + kiri bawah) memberi arus melalui motor dengan arah berlawanan. Dua sakelar pada sisi yang sama (atas + bawah) menutup bersamaan menghubungsingkatkan catu. Dua sakelar atas atau dua sakelar bawah membuat kedua terminal motor bertegangan sama sehingga motor tidak berputar.

Langkah:
1. S1 + S4: +12 V → A → motor (A ke B) → 0 V → maju.
2. S2 + S3: +12 V → B → motor (B ke A) → 0 V → mundur.
3. S1 + S3 atau S2 + S4: jalur lurus tanpa motor → hubung singkat.
4. S1 + S2 (atau S3 + S4): kedua ujung motor bertegangan sama → arus nol.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 ✗** Jebakan: kedua terminal motor sama-sama tersambung ke +12 V, sehingga tidak ada beda tegangan dan arus nol. Motor tidak berputar.
• **Pernyataan 2 ✓** Jalur: +12 V → S1 → A → motor → B → S4 → 0 V. Arus dari A ke B = maju.
• **Pernyataan 3 ✓** Jalur: +12 V → S1 → A → S3 → 0 V tanpa melewati motor. Dua sakelar pada sisi yang sama tidak boleh menutup bersamaan.
• **Pernyataan 4 ✗** Jebakan: S2 dan S4 berada pada sisi kanan yang sama. Jalurnya +12 V → S2 → B → S4 → 0 V tanpa melewati motor: hubung singkat, bukan mundur.
• **Pernyataan 5 ✓** Jalur: +12 V → S2 → B → motor → A → S3 → 0 V. Arus dari B ke A = mundur.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

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

No. 13 Kunci: B

Konsep: Periode T = 1 ÷ f. Awalan k (kilo) = 1.000, sehingga 0,25 kHz = 250 Hz.

Langkah:

1. 0,25 kHz = 0,25 × 1.000 Hz = 250 Hz.
2. T = 1 ÷ 250 Hz = 0,004 s.
3. 0,004 s = 4 milidetik (ms).

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: 1 ÷ 0,25 = 4, tetapi satuan kHz tidak diubah ke Hz sehingga hasilnya 4 detik.
- **B.** ✓ T = 1 ÷ 250 = 0,004 s = 4 ms.
- **C.** ✗ Jebakan: angka frekuensi 0,25 dipakai sebagai periode begitu saja.
- **D.** ✗ Jebakan: angka 250 dari frekuensi dipakai sebagai periode dengan satuan ms.
- **E.** ✗ Jebakan: koma desimal bergeser satu tempat (0,04 s = 40 ms).

Jawaban: B.

No. 14 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Solder uap: suhu dan aliran udara sedang, nozzle sesuai, flux, nozzle digerakkan memutar, IC diangkat hanya saat timah semua kaki meleleh, lalu alat didinginkan oleh kipasnya sebelum dimatikan total.

Langkah:

1. Aliran sedang melindungi komponen SMD kecil di sekitar IC.
2. Angkat IC hanya bila semua timah meleleh; jangan mencungkil.
3. Matikan pemanas dan biarkan kipas jalan sampai dingin.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 → Benar.** Aliran terlalu kuat meniup komponen kecil yang hanya ditahan pasta timah.
- **Pernyataan 2 → Salah.** IC hanya boleh diangkat setelah timah semua kaki meleleh; mencungkil lebih awal merusak pad dan jalur tembaga.
- **Pernyataan 3 → Benar.** Elemen pemanas didinginkan oleh kipas alat itu sendiri; alat tidak langsung dimatikan seluruhnya atau dicabut saat masih panas.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 15 Kunci: D

Konsep: Memilih relai: (1) tegangan kumparan harus sama dengan catu pengendali; (2) rating kontak harus lebih besar daripada arus beban, termasuk arus awal motor yang lebih besar daripada arus kerja.

Langkah:

1. Syarat kumparan: 12 V DC → relai P, S, dan T (Q 24 V dan R 5 V gugur).
2. Syarat kontak: lebih besar daripada arus awal 8 A → hanya T (10 A) yang lolos; P (4 A) dan S (6 A) kurang.
3. Relai T memenuhi kedua syarat.

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

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: rating kontak 4 A hanya sama dengan arus kerja, tanpa cadangan dan di bawah arus awal 8 A.

• **B.** ✗ Jebakan: hanya melihat rating kontak. Kumparan 24 V tidak akan menarik dengan catu kendali 12 V.

• **C.** ✗ Jebakan: kumparan 5 V yang dipasang pada catu 12 V terlalu besar tegangannya sehingga dapat terbakar; rating besar tidak menolong.

• **D.** ✓ Kumparan 12 V cocok dengan catu, dan rating kontak 10 A melebihi arus awal sekitar 8 A.

• **E.** ✗ Jebakan: 6 A memang di atas arus kerja 4 A, tetapi di bawah arus awal 8 A sehingga kontak cepat rusak saat motor mulai berputar.

Jawaban: D.

No. 16 Kunci: E

Konsep: Batas arus catu daya disetel sedikit di atas kebutuhan total beban (cadangan sekitar 20–30 %): tidak sama dengan kebutuhan (rangkaian normal dapat terhenti di mode CC) dan tidak dimaksimumkan (perlindungan hilang). Beban paralel: arus dijumlahkan.

Langkah:

1. Arus total = 3 × 150 mA = 450 mA.
2. Cadangan 25 % = 0,25 × 450 = 112,5 mA.
3. Batas arus = 450 + 112,5 = 562,5 mA ≈ 560 mA.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: hanya satu modul dihitung (150 × 1,25 ≈ 190 mA), padahal tiga modul menyala bersamaan.

• **B.** ✗ Jebakan: tanpa cadangan. Lonjakan kecil saja membuat rangkaian normal masuk mode CC.

• **C.** ✗ Jebakan: 25 % ditulis sebagai 1,25 lalu ditambahkan lagi ke total (450 × 2,25 ≈ 1,0 A), sehingga cadangannya terlalu besar.

• **D.** ✗ Jebakan: salah menghitung jumlah modul (dua, bukan tiga).

• **E.** ✓ 450 mA + 25 % ≈ 562,5 mA ≈ 560 mA.

Jawaban: E.

No. 17 Kunci: C

Konsep: Vpp adalah jarak dari puncak bawah ke puncak atas. Offset DC menggeser seluruh gelombang. Puncak atas = offset + Vpp ÷ 2; puncak bawah = offset − Vpp ÷ 2.

Langkah:

1. Setengah Vpp = 6 ÷ 2 = 3 V.
2. Puncak atas = 2 + 3 = +5 V.
3. Puncak bawah = 2 − 3 = −1 V.
4. Periksa: selisih atas dan bawah = 5 − (−1) = 6 V = 6 Vpp.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: offset ditambah dan dikurangi dengan Vpp utuh (2 ± 6). Padahal setengah Vpp yang dipakai, sehingga selisihnya menjadi 12 V.

• **B.** ✗ Jebakan: offset diabaikan. Sinyal 6 Vpp tanpa offset memang ±3 V, tetapi di sini seluruh gelombang digeser +2 V.

• **C.** ✓ 2 + 3 = +5 V dan 2 − 3 = −1 V. Selisihnya 6 V sesuai 6 Vpp.

• **D.** ✗ Jebakan: offset dianggap puncak bawah lalu ditambah Vpp utuh (2 dan 2 + 6). Padahal offset adalah titik tengah gelombang.

• **E.** ✗ Jebakan: hanya puncak atas yang digeser, puncak bawah tidak. Selisihnya menjadi 8 V, bukan 6 V.

Jawaban: C.

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

No. 18 Kunci: B, D

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

Konsep: Kapasitor layak bila nilai terbaca berada dalam rentang nilai badan × (1 ± toleransi). Di luar rentang, komponen diganti. Selisih mutlak yang kecil tidak menentukan; yang menentukan adalah persentase toleransi.

Langkah:

1. A: 47 ± 20 % → 37,6 sampai 56,4 µF; terbaca 40 µF → layak.
2. B: 2,2 ± 10 % → 1,98 sampai 2,42 µF; terbaca 1,9 µF → di bawah batas → diganti.
3. C: 680 ± 20 % → 544 sampai 816 µF; terbaca 520 µF → di bawah batas → diganti.
4. D: 10 ± 20 % → 8 sampai 12 µF; terbaca 11,2 µF → layak.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 ✗** Jebakan: 10 µF ±20 % berarti 8–12 µF. Nilai 11,2 µF masih di dalam rentang, jadi D layak.
- **Pernyataan 2 ✓** 47 × 0,8 = 37,6 µF dan 47 × 1,2 = 56,4 µF. Nilai 40 µF di dalam rentang.
- **Pernyataan 3 ✗** Jebakan: selisih kecil bukan ukuran. Toleransi ±10 % berarti 1,98–2,42 µF; 1,9 µF di bawah batas bawah, jadi B diganti.
- **Pernyataan 4 ✓** 680 × 0,8 = 544 µF. Nilai 520 µF di luar rentang 544–816 µF, jadi C diganti.
- **Pernyataan 5 ✗** Jebakan: terbaca lebih kecil masih layak bila di dalam toleransi (kapasitor A contohnya).

Jawaban: pernyataan 2, 4.

No. 19 Kunci: D

Konsep: Suhu solder harus cukup di atas titik leleh timah agar timah mengalir dan membasahi pad serta kaki, tetapi tidak berlebihan karena merusak mata solder, flux, pad, dan komponen. Timah bebas timbal meleleh lebih tinggi daripada timah bertimbal, sehingga suhu kerjanya sedikit lebih tinggi.

Langkah:

1. Percobaan 1: 230 °C hanya ±10–13 °C di atas titik leleh; panas yang hilang ke pad membuat timah tidak mengalir: suhu kurang.
2. Percobaan 2: 350 °C: timah mengalir, mengilap, membasahi: suhu tepat.
3. Percobaan 3: 480 °C: flux gosong, mata menghitam, pad terangkat: suhu berlebihan.
4. Pilih setelan percobaan 2.

Analisis setiap opsi:

- **A. ✗** Jebakan: suhu memang di atas titik leleh, tetapi tabel menunjukkan timah menggumpal dan tidak mengalir. Selisih suhunya terlalu tipis untuk menggantikan panas yang hilang ke papan.
- **B. ✗** Jebakan: suhu tertinggi dianggap tercepat. Hasil percobaan 3 menunjukkan pad terangkat dan mata solder menghitam.
- **C. ✗** Jebakan: kerusakan percobaan 3 akibat suhu, bukan akibat lama; mempersingkat waktu tidak menghilangkan gosongnya flux dan menghitamnya mata solder.
- **D. ✓** Hasil percobaan 2 baik: timah mengalir dan mengilap tanpa tanda kerusakan.
- **E. ✗** Jebakan: memanaskan lebih lama pada suhu yang kurang menambah panas ke komponen dan pad tanpa memperbaiki aliran timah; suhunya yang perlu dikoreksi.

Jawaban: D.

No. 20 Kunci: A

Konsep: Dioda pelindung dipasang paralel kumparan dengan katoda ke sisi positif, sehingga saat catu normal dioda terbias mundur dan tidak berbuat apa-apa. Bila dioda terbalik, ia terbias maju oleh catu dan membentuk jalur langsung dari +12 V ke kolektor, mengalahkan kumparan.

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

Langkah:
1. Dioda terbalik: anoda ke +12 V, katoda ke kolektor, sehingga dioda terbias maju oleh catu.
2. Dioda yang menghantar menjepit tegangan di antara kedua ujungnya sekitar 0,7 V. Kumparan paralel dengan dioda ikut hanya menerima sekitar 0,7 V, jauh di bawah 12 V, sehingga relai tidak menarik.
3. Saat transistor menghantar, arus catu mengalir +12 V → dioda → transistor → 0 V, bukan lewat kumparan, dan hanya dibatasi oleh transistor.
4. Akibatnya transistor dan dioda terancam panas dan rusak.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Dioda terbias maju dan menjadi jalur pintas di sekitar kumparan. Relai tidak menarik, dan transistor serta dioda dialiri arus yang tidak terbatas oleh kumparan.
• **B.** ✗ Jebakan: dianggap dioda terbalik hanya kehilangan fungsi pelindung. Padahal ia mengubah rangkaian karena terbias maju oleh catu.
• **C.** ✗ Jebakan: dioda dianggap komponen pasif yang tidak memengaruhi saat catu normal. Itu benar hanya bila terpasang dengan polaritas yang benar.
• **D.** ✗ Jebakan: dioda dibayangkan menahan arus induksi. Dioda yang terbalik tidak membantu menahan arus kumparan; justru melewatkan arus catu.
• **E.** ✗ Jebakan: dioda terbalik dianggap melindungi lebih baik. Kenyataannya jalur dioda–transistor membebani transistor dan mengganggu kumparan.

Jawaban: A.

No. 21 Kunci: E

Konsep: Pada rangkaian pengunci yang benar, STOP (NC) dipasang seri dengan kumparan sehingga memutus seluruh arus kumparan, dan kontak bantu NO dipasang paralel dengan START saja. Bila kontak bantu terpasang paralel dengan kombinasi START dan STOP, jalur kontak bantu tidak melewati STOP sehingga STOP tidak lagi memutus kumparan setelah relai terkunci.

Langkah:
1. Awal: relai lepas, START terbuka, kontak bantu terbuka → kumparan tidak teraliri, motor mati.
2. START ditekan: arus +12 V → START → STOP (tertutup) → kumparan. K1 menarik, kontak bantu dan kontak utama menutup, motor menyala.
3. START dilepas: kontak bantu K1 yang menutup memberi jalur langsung +12 V → kumparan. Relai tetap menarik (terkunci).
4. STOP ditekan: hanya membuka jalur START–STOP. Jalur kontak bantu tidak melewati STOP, jadi kumparan tetap teraliri dan motor tetap menyala.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: itu perilaku rangkaian tanpa pengunci. Di sini kontak bantu K1 memberi jalur sendiri ke kumparan sehingga START yang dilepas tidak mematikan relai.
• **B.** ✗ Jebakan: STOP bertipe NC justru tertutup dalam keadaan normal, sehingga START dapat mengalirkan arus ke kumparan; motor dapat menyala.
• **C.** ✗ Jebakan: dianggap kontak bantu ikut terputus bersama STOP. Padahal kontak bantu terhubung langsung ke +12 V tanpa melewati STOP.
• **D.** ✗ Jebakan: relai bergetar terjadi bila kontak bantu bertipe NC. Di sini kontak bantu bertipe NO sehingga relai terkunci stabil.
• **E.** ✓ Motor terkunci setelah START, dan karena kontak bantu tidak melewati STOP, menekan STOP tidak memutus arus kumparan. Perancangan ini salah: STOP harus seri dengan kumparan.

Jawaban: E.

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

No. 22 Kunci: A, C, D

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

Konsep: Prosedur pengoperasian rangkaian baru: setel awal aman, nyalakan dan amati, naikkan bertahap. Bila tercium bau gosong, muncul asap, atau komponen sangat panas, matikan dulu, cabut sumber, periksa penyebab, perbaiki, lalu ulangi dari setelan awal aman. Jangan memperbaiki sambil menyala.

Langkah:

1. Tanda bahaya muncul → matikan OUTPUT.
2. Cari penyebab: polaritas, solderan, salah pasang.
3. Perbaiki, lalu ulangi penyalaan dari setelan aman dengan kenaikan bertahap.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Bau gosong dan komponen sangat panas adalah tanda bahaya: matikan dulu, baru cari penyebab.
• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: menunggu sambil menyala memperparah kerusakan komponen.
• **Pernyataan 3** ✓ Penyebab umum pada rangkaian baru: polaritas terbalik, hubung singkat solder, atau salah pasang.
• **Pernyataan 4** ✓ Prosedur awal diulang: setel aman, nyalakan, naikkan bertahap sambil mengamati.
• **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: menaikkan tegangan memperbesar panas dan merusak lebih banyak komponen.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 4.

No. 23 Kunci: E

Konsep: Keluaran penguat = penguatan × masukan. Agar keluaran tidak terpotong, keluaran harus ≤ batas keluaran tanpa cacat, sehingga masukan ≤ batas keluaran ÷ penguatan. Karena itu amplitudo generator dinaikkan bertahap sambil memantau osiloskop.

Langkah:

1. Masukan maksimum = 8 Vpp ÷ 20 = 0,40 Vpp.
2. Periksa: 0,5 Vpp × 20 = 10 Vpp > 8 Vpp, sesuai gelombang yang terpotong.
3. 0,40 Vpp × 20 = 8 Vpp, tepat di batas.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: batas dikira catu 9 V (9 ÷ 20 = 0,45 Vpp), padahal batas keluaran tanpa cacat adalah 8 Vpp.
• **B.** ✗ Jebakan: ini justru amplitudo yang sudah membuat keluaran terpotong (0,5 × 20 = 10 Vpp).
• **C.** ✗ Jebakan: koma bergeser satu tempat (4,0 bukannya 0,40). Keluarannya menjadi 80 Vpp, jauh melebihi batas.
• **D.** ✗ Jebakan: batas dikalikan penguatan (8 × 20). Penguat memperbesar sinyal, jadi masukan harus lebih kecil daripada keluaran.
• **E.** ✓ 8 Vpp ÷ 20 = 0,40 Vpp.

Jawaban: E.

No. 24 Kunci: A, D, E

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

Konsep: Impedansi susunan speaker: seri dijumlahkan; paralel n speaker identik = impedansi ÷ n. Impedansi total tidak boleh lebih kecil daripada beban minimum amplifier, bila tidak amplifier panas dan rusak.

Langkah:

1. 2 paralel: 6 ÷ 2 = 3 Ω (boleh).
2. 2 seri: 6 + 6 = 12 Ω.

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

3. 3 paralel: 6 ÷ 3 = 2 Ω (di bawah 3 Ω, dilarang).
4. 4 paralel: 6 ÷ 4 = 1,5 Ω (dilarang).
5. 2 pasang seri lalu paralel: 12 ÷ 2 = 6 Ω (boleh).

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ 6 ÷ 2 = 3 Ω, sama dengan beban minimum, jadi boleh.
• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: seri dijumlahkan, 6 + 6 = 12 Ω. Pembagian jumlah speaker berlaku untuk paralel identik.
• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: 6 ÷ 3 = 2 Ω, di bawah 3 Ω. Yang dilarang adalah di bawah beban minimum, bukan "mendekati".
• **Pernyataan 4** ✓ 6 ÷ 4 = 1,5 Ω, di bawah 3 Ω. Amplifier dapat panas dan rusak.
• **Pernyataan 5** ✓ Tiap pasang seri = 12 Ω; dua pasang paralel = 12 ÷ 2 = 6 Ω, di atas 3 Ω, jadi aman.

Jawaban: pernyataan 1, 4, 5.

No. 25 Kunci: 1S 2B 3B

Konsep: Catu daya laboratorium: kabel merah ke titik positif, hitam ke ground rangkaian, disambung saat OUTPUT mati; setelah selesai, matikan OUTPUT dulu baru lepas kabel. Terminal GND (rangka) bukan terminal negatif.

Langkah:

1. Terminal GND = rangka/pembumian, bukan negatif.
2. Sambung merah ke positif dan hitam ke ground rangkaian dengan OUTPUT mati.
3. Matikan OUTPUT dulu sebelum melepas kabel.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Salah.** Terminal GND terhubung ke rangka alat dan biasanya ke pembumian; ia bukan terminal negatif dan tidak disambungkan sembarangan ke rangkaian.
• **Pernyataan 2 → Benar.** Polaritas harus benar: merah ke positif, hitam ke ground rangkaian.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Kabel dilepas setelah keluaran mati, agar tidak terjadi percikan atau hubung singkat sesaat.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

Latihan sub bab 6.1

No. 1 Kunci: E

Konsep: Bilangan biner 8 bit: bobot bit dari kiri 128, 64, 32, 16, 8, 4, 2, 1. Nilai desimal = jumlah bobot bit yang bernilai 1.

Langkah:

1. Biner: 0110 1001.
2. 64 + 32 + 8 + 1 = 105.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: urutan dibaca terbalik (LED kanan dianggap 128): 1001 0110 = 150.
• **B.** ✗ Jebakan: tiap kelompok 4 bit ditulis sebagai digit (6 dan 9); 69 adalah bentuk heksadesimal, bukan desimal.
• **C.** ✗ Bobot digeser satu tingkat (dianggap mulai dari 2): hasilnya dua kali lipat.
• **D.** ✗ Bobot digeser ke bawah: hasilnya kira-kira setengah.
• **E.** ✓ 64 + 32 + 8 + 1 = 105.

Jawaban: E.

No. 2 Kunci: E

Konsep: Satu digit heksadesimal = 4 bit (B = 1011, 4 = 0100). Bit paling kiri adalah bit terbesar.

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

Langkah:
1. B4 = 1011 0100.
2. Dari kiri: LED 8 = 1, LED 7 = 0, LED 6 = 1, LED 5 = 1, LED 4 = 0, LED 3 = 1, LED 2 = 0, LED 1 = 0.
3. LED menyala: 8, 6, 5, 3.

Analisis setiap opsi:
- **A.** ✗ Jebakan: bit paling kiri dianggap LED 1 sehingga urutannya terbalik.
- **B.** ✗ Dua digit heksadesimal tertukar (dibaca 4B).
- **C.** ✗ B dikonversi menjadi 1101, padahal B = 11 = 1011.
- **D.** ✗ Digit 4 (0100) terlewat sehingga LED 3 tidak dihitung.
- **E.** ✓ 1011 0100 → LED 8, 6, 5, dan 3.

Jawaban: E.

Latihan sub bab 6.2

No. 1 Kunci: A, C, E

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

Konsep: AND bernilai 1 hanya bila semua masukan 1; OR bernilai 1 bila salah satu masukan 1; NAND adalah kebalikan AND; NOT membalik logika. Syarat bernilai 0 harus dibalik dulu sebelum masuk AND.

Analisis setiap pernyataan:
- **Pernyataan 1** ✓ Ketiganya bernilai 1 tepat saat syarat terpenuhi, sehingga AND menghasilkan 1 hanya saat itu.
- **Pernyataan 2** ✗ OR menjalankan mesin bila salah satu tombol ditekan; tangan lain bebas berada di area pres.
- **Pernyataan 3** ✓ Sensor Q memberi 0 saat tertutup; setelah dibalik menjadi 1 sehingga cocok sebagai syarat AND.
- **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: NAND justru bernilai 0 saat ketiga masukan 1, dan bernilai 1 pada keadaan lainnya.
- **Pernyataan 5** ✓ $(A \cdot B) \cdot C = A \cdot B \cdot C$.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 5.

No. 2 Kunci: A, C, D

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

Konsep: XOR bernilai 1 bila kedua masukan berbeda; setiap perubahan satu masukan membalik keluaran. XNOR adalah kebalikan XOR dan juga bersifat membalik setiap perubahan satu masukan.

Analisis setiap pernyataan:
- **Pernyataan 1** ✓ XOR: 00→0, 01→1, 10→1, 11→0; setiap perubahan satu masukan membalik keluaran.
- **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: pada A = 1, B = 1, OR tetap 1, sehingga sakelar kedua tidak dapat mematikan lampu.
- **Pernyataan 3** ✓ 1 XOR 1 = 0.
- **Pernyataan 4** ✓ XNOR: 00→1, 01→0, 10→0, 11→1; setiap perubahan satu masukan membalik keluaran, tetapi keadaan awal (00) menyala sehingga tidak sesuai syarat awal.
- **Pernyataan 5** ✗ Dengan AND, membalik satu sakelar dari 00 tidak menyalakan lampu.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 4.

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

Latihan sub bab 6.3

No. 1 Kunci: B

Konsep: Tabel kebenaran AND dua masukan: keluaran 1 hanya pada A = 1 dan B = 1; tiga kombinasi lain keluarannya 0. Setiap gerbang dalam satu IC dapat diuji dan dipakai terpisah.

Langkah:

1. Pola benar: 0, 0, 0, 1.
2. G1 dan G2: 0, 0, 0, 1 ✓.
3. G3: 0, 0, 0, 0 → keluaran tidak pernah 1 ✗.
4. G4: 0, 1, 0, 1 → bernilai 1 saat A = 0, B = 1 ✗.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: kesalahan G3 mudah terlihat, tetapi G4 juga salah pada baris A = 0, B = 1.
- **B.** ✓ G1 dan G2 sesuai; G3 dan G4 tidak sesuai tabel kebenaran AND.
- **C.** ✗ G3 tidak pernah menghasilkan 1 sehingga bukan AND yang baik.
- **D.** ✗ Gerbang yang baik (G1, G2) masih dapat dipakai; satu IC tidak harus dibuang seluruhnya.
- **E.** ✗ G4 bernilai 0 saat A = 1, B = 0 sehingga bukan OR, dan G3 juga bukan OR.

Jawaban: B.

No. 2 Kunci: B

Konsep: LED aktif rendah menyala saat logika 0. Keadaan LED harus diterjemahkan dulu menjadi nilai keluaran sebelum dicocokkan dengan tabel kebenaran.

Langkah:

1. LED nyala = 0, padam = 1 → keluaran: 0, 1, 1, 1.
2. Pola 0, 1, 1, 1 = OR.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: LED nyala dianggap 1 sehingga pola terbaca 1, 0, 0, 0 (NOR).
- **B.** ✓ Keluaran 0, 1, 1, 1 sesuai OR.
- **C.** ✗ NAND: 1, 1, 1, 0.
- **D.** ✗ AND: 0, 0, 0, 1.
- **E.** ✗ XOR: 0, 1, 1, 0; pada A = B = 1 keluarannya 0.

Jawaban: B.

Latihan sub bab 6.4

No. 1 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: NOR = OR yang dibalik. Keluaran suatu gerbang menjadi masukan gerbang berikutnya. Masukan 1 pada gerbang OR membuat hasil OR 1 berapa pun masukan lainnya.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 → Benar.** Keluaran AND = $A \cdot B$; NOR dari $(A \cdot B)$ dan $C = (A \cdot B + C)'$.
- **Pernyataan 2 → Benar.** $A \cdot B + 1 = 1$, lalu dibalik menjadi 0.
- **Pernyataan 3 → Salah.** Jebakan: $A \cdot B = 1$ sehingga $A \cdot B + C = 1$, lalu NOR membaliknya menjadi 0.

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

No. 2 Kunci: A

Konsep: Bentuk gerbang: AND bersisi belakang datar dan depan setengah lingkaran; OR bersisi belakang melengkung dan ujung runcing; lingkaran kecil di keluaran = pembalik (NAND/NOR).

Langkah:

1. G1: AND berlingkaran → NAND dari A dan B = $(A \cdot B)'$.

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

2. G2: OR dari B dan C = B + C.
3. G3: AND → Y = (A · B)′ · (B + C).

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Sesuai bentuk dan masukan ketiga gerbang.
- **B.** ✗ Lingkaran pembalik pada G1 terlewat.
- **C.** ✗ G3 berbentuk AND, bukan OR.
- **D.** ✗ Jenis gerbang G1 dan G2 tertukar.
- **E.** ✗ Jebakan: lingkaran pembalik dipindahkan ke G2, padahal hanya ada di keluaran G1.

Jawaban: A.

Latihan sub bab 6.5

No. 1 Kunci: E

Konsep: K-Map mengelompokkan sel bernilai 1 yang bertetangga dalam kelompok 2, 4, atau 8. Kelompok makin besar → suku makin sederhana. Persamaan yang benar tetapi masih bisa disederhanakan bukan jawaban "paling sederhana".

Langkah:

1. Y = 1 pada ABC = 010, 011, 100, 110, 111.
2. Kelompok empat: semua sel B = 1 (010, 011, 110, 111) → B.
3. Kelompok dua: 100 dan 110 → A · C′.
4. Y = B + A · C′. Cek 101: B = 0, A · C′ = 0 → Y = 0 ✓.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ A + B membuat Y = 1 pada 101, padahal tabel 0.
- **B.** ✗ C′ · (A + B) membuat Y = 0 pada 011 dan 111, padahal tabel 1.
- **C.** ✗ Baris 111 bernilai 0 menurut persamaan ini, padahal tabel 1.
- **D.** ✗ Jebakan: persamaan ini sesuai tabel, tetapi suku A · B′ · C′ masih dapat disederhanakan menjadi A · C′ dengan kelompok yang lebih besar.
- **E.** ✓ Kelompok terbesar: B (empat sel) dan A · C′ (dua sel).

Jawaban: E.

No. 2 Kunci: D

Konsep: Pada K-Map, kolom 00 dan 10 bertetangga (hanya berbeda satu variabel) sehingga dapat dikelompokkan bersama. Kelompok terbesar menghasilkan suku paling sederhana.

Langkah:

1. Kelompok empat: kolom 00 dan 10 pada kedua baris (C = 0) → C′.
2. Kelompok dua: A = 1, kolom 11 dan 10 → A · B.
3. Y = C′ + A · B. Cek 011: C′ = 0, A · B = 0 → 0 ✓; 101: 0 ✓.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: persamaan ini sesuai tabel, tetapi suku A · B · C dapat diperbesar menjadi A · B.
- **B.** ✗ Sel A = 0, BC = 10 tidak tertutup karena kolom 00 dan 10 tidak dianggap bertetangga.
- **C.** ✗ Membuat Y = 1 pada A = 0, BC = 11, padahal 0.
- **D.** ✓ Kelompok C′ (empat sel) dan A · B (dua sel).
- **E.** ✗ Membuat Y = 1 pada A = 1, BC = 01, padahal 0.

Jawaban: D.

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

Kuis Akhir Bab 6

No. 1 Kunci: C

Konsep: n bit biner murni dapat menyimpan nilai 0 sampai $2^n - 1$. BCD memakai 4 bit untuk setiap digit desimal.

Langkah:

1. 8 bit: nilai terbesar $2^8 - 1 = 255$, kurang dari 600.
2. 9 bit: nilai terbesar $2^9 - 1 = 511$, masih kurang dari 600.
3. 10 bit: nilai terbesar $2^{10} - 1 = 1.023$, cukup. Jadi biner murni memerlukan 10 bit.
4. BCD tiga digit = 3 × 4 = 12 bit. Penghematan = 12 − 10 = 2 bit.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: satu byte dianggap cukup, padahal 8 bit hanya sampai 255.
- **B.** ✗ Jebakan: $2^9 = 512$ dianggap cukup. Nilai terbesar 9 bit adalah 511 ($2^n - 1$), masih di bawah 600.
- **C.** ✓ 10 bit cukup (sampai 1.023), 9 bit hanya sampai 511. Selisih dengan BCD 12 bit adalah 2 bit.
- **D.** ✗ Jebakan: memilih ukuran lebih besar dari yang perlu. Soal meminta jumlah bit paling sedikit, dan 10 bit sudah mencukupi.
- **E.** ✗ Jebakan: biner murni disamakan dengan BCD. Keduanya berbeda cara menulis; BCD memboroskan kombinasi 1010 sampai 1111.

Jawaban: C.

No. 2 Kunci: C

Konsep: LED aktif-rendah menyala saat keluaran 0. Terjemahkan dulu pengamatan menjadi nilai keluaran, baru kenali gerbangnya dari tabel.

Langkah:

1. LED menyala (keluaran 0) hanya pada 111.
2. LED padam (keluaran 1) pada tujuh kombinasi lain.
3. Keluaran 0 hanya bila semua masukan 1: itu NAND tiga masukan.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: LED menyala dibaca keluaran 1. AND memang 1 hanya pada 111, tetapi LED aktif-rendah menyala saat keluaran 0.
- **B.** ✗ Jebakan: OR bernilai 0 hanya pada 000, bukan pada 111.
- **C.** ✓ Keluaran 0 hanya pada 111 dan 1 pada tujuh kombinasi lain sama dengan tabel NAND tiga masukan.
- **D.** ✗ Jebakan: NOR bernilai 1 hanya pada 000, sedangkan pada pengamatan keluaran 1 muncul di tujuh kombinasi.
- **E.** ✗ Jebakan: XOR tiga masukan bernilai 0 pada empat kombinasi (000, 011, 101, 110), bukan satu kombinasi.

Jawaban: C.

No. 3 Kunci: B

Konsep: Pada sensor aktif-rendah, keadaan terdeteksi bernilai 0. Ubah dulu keadaan menjadi nilai logika, baru pilih gerbang. NOR memberi keluaran 1 hanya bila semua masukan 0.

Langkah:

1. Kedua saklar tertekan berarti masukan 0 dan 0.
2. Lampu harus 1 hanya pada 0-0; pada 01, 10, dan 11 lampu 0.
3. Urutan keluaran untuk 00, 01, 10, 11 adalah 1, 0, 0, 0: tabel NOR.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: AND menyala hanya bila kedua masukan 1, yaitu saat kedua saklar bebas, kebalikan

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

dari yang diminta.

• **B.** ✓ Keluaran 1 hanya pada masukan 0-0 (kedua saklar tertekan), sama dengan tabel NOR.

• **C.** ✗ Jebakan: NAND menyala pada semua kombinasi kecuali 1-1, sehingga lampu menyala walau satu saklar masih bebas.

• **D.** ✗ Jebakan: OR menyala bila salah satu masukan 1, yaitu bila ada saklar yang bebas.

• **E.** ✗ Jebakan: XNOR menyala bila kedua masukan sama, sehingga lampu juga menyala saat keduanya bebas (1-1).

Jawaban: B.

No. 4 Kunci: D

Konsep: NAND memberi keluaran 0 hanya bila semua masukan 1 dan memberi 1 pada kombinasi lain. Tulis dulu tabel yang diinginkan, baru cocokkan dengan gerbang.

Langkah:

1. Syarat: buzzer 0 hanya pada S1 = 1 dan S2 = 1; pada 00, 01, dan 10 buzzer 1.
2. Urutan keluaran untuk 00, 01, 10, 11 adalah 1, 1, 1, 0.
3. Pola 1, 1, 1, 0 adalah tabel NAND.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: AND berbunyi hanya saat keduanya terpasang, kebalikan dari yang diminta.

• **B.** ✗ Jebakan: OR berbunyi bila salah satu terpasang, sehingga diam hanya saat tidak ada yang terpasang.

• **C.** ✗ Jebakan: NOR berbunyi hanya bila kedua sakelar tidak terpasang, padahal buzzer harus bunyi juga pada 01 dan 10.

• **D.** ✓ Keluaran 1, 1, 1, 0 untuk 00, 01, 10, 11 sama dengan tabel NAND.

• **E.** ✗ Jebakan: XOR berbunyi bila kedua sakelar berbeda, sehingga diam pada 00 padahal buzzer harus bunyi.

Jawaban: D.

No. 5 Kunci: A, C, E

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

Konsep: Masukan IC digital tidak boleh melayang. Sambungkan masukan tak terpakai ke 0 V pada OR dan NOR, atau ke +5 V pada AND dan NAND, supaya fungsi gerbang tidak berubah. Kaki catu seri 74 DIP 14: kaki 14 = VCC, kaki 7 = GND.

Langkah:

1. Gejala: LED menyala sendiri, tanda satu masukan terbaca acak. Penyebab: kaki 2 melayang pada IC CMOS.
2. Cari nilai tetap yang tidak mengubah OR: A + 0 = A, sedangkan A + 1 = 1.
3. Jadi kaki 2 ke 0 V. Kaki catu 14 dan 7 tetap harus tersambung.
4. Aturan sama berlaku untuk gerbang lain di IC itu.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ OR dengan masukan 0 hanya meneruskan masukan lainnya (A + 0 = A), sehingga fungsi tidak berubah dan masukan tidak melayang.

• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: keluaran memang stabil, tetapi OR dengan masukan 1 selalu 1 (A + 1 = 1), sehingga LED menyala terus dan sakelar tidak berfungsi.

• **Pernyataan 3** ✓ Pada IC 14 kaki seri 74, kaki 14 adalah VCC dan kaki 7 adalah GND; tanpa catu daya tidak satu pun gerbang bekerja.

• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: pada IC CMOS, masukan yang melayang dapat terbaca acak. Gejalanya hilang bila kaki 2 disambung, tanpa mengganti IC.

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

• **Pernyataan 5** ✓ Aturannya berlaku untuk semua gerbang dalam IC: masukan tak terpakai tidak boleh melayang.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 5.

No. 6 Kunci: E

Konsep: Pada rangkaian bertingkat, hitung dulu kolom antara dari gerbang pertama (P dan Q), baru gerbang terakhir. Tiga masukan memiliki $2^3 = 8$ baris dengan urutan biner naik.

Langkah:

1. Dari gambar: $P = (A \cdot B)'$ (NAND), $Q = B \oplus C$ (XOR), $Y = P \cdot Q$ (AND).
2. Isi P untuk ABC = 000 sampai 111: 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 0.
3. Isi Q: 0, 1, 1, 0, 0, 1, 1, 0.
4. $Y = P \cdot Q$: 0, 1, 1, 0, 0, 1, 0, 0.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: gerbang pertama dibaca AND (tanpa lingkaran pembalik). $Y = A \cdot B \cdot (B \oplus C)$ hanya 1 pada baris 110.

• **B.** ✗ Jebakan: gerbang kedua dibaca OR, bukan XOR (garis lengkung di masukan terlewat). $Y = (A \cdot B)' \cdot (B + C)$.

• **C.** ✗ Jebakan: gerbang kedua dibaca XNOR, sehingga kolom Q terbalik.

• **D.** ✗ Jebakan: gerbang akhir dibaca OR, sehingga Y = 1 bila P atau Q bernilai 1.

• **E.** ✓ $Y = (A \cdot B)' \cdot (B \oplus C)$ bernilai 0, 1, 1, 0, 0, 1, 0, 0 untuk ABC = 000 sampai 111.

Jawaban: E.

No. 7 Kunci: E

Konsep: Satu digit heksadesimal mewakili empat bit. 0000 sampai 1001 menjadi 0 sampai 9, lalu 1010 = A, 1011 = B, 1100 = C, 1101 = D, 1110 = E, 1111 = F.

Langkah:

1. Kelompokkan: 1110 dan 0011.
2. 1110 = 8 + 4 + 2 = 14 = E.
3. 0011 = 2 + 1 = 3.
4. Sambungkan nibble kiri lalu nibble kanan: E3. Periksa: 14 × 16 + 3 = 227 dan 128 + 64 + 32 + 2 + 1 = 227.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: kedua nibble tertukar tempat. 3E bernilai 62, bukan 227.

• **B.** ✗ Jebakan: 1110 dihitung 8 + 4 + 1 = 13 (D), salah memilih bobot yang dijumlahkan.

• **C.** ✗ Jebakan: seluruh bit dibaca dari kanan ke kiri (0111 0111 menjadi 1100 0111). C7 bernilai 199.

• **D.** ✗ Jebakan: nibble kanan dibaca dengan bobot bergeser satu posisi (0011 dianggap 6). E6 bernilai 230.

• **E.** ✓ Nibble kiri 1110 = E dan nibble kanan 0011 = 3, sehingga E3.

Jawaban: E.

No. 8 Kunci: D

Konsep: "Tidak aktif bersamaan" berarti kombinasi A = 1 dan B = 1 dikecualikan, sedangkan kombinasi lain diperbolehkan. Karena itu $Y = M \cdot (A \cdot B)'$.

Langkah:

1. Urutan ABM: 000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111.
2. Syarat M = 1 menyisakan baris 001, 011, 101, 111.
3. Kecualikan A = 1 dan B = 1 (baris 111).
4. Sisanya 001, 011, dan 101.

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

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: "tidak aktif bersamaan" dibaca "tepat satu aktif" (XOR), sehingga baris 001 (kedua sensor mati) terlewat.

• **B.** ✗ Jebakan: syarat dibaca "sedikitnya satu sensor aktif" (A + B), sehingga baris 111 ikut dan baris 001 hilang.

• **C.** ✗ Jebakan: syarat sensor diabaikan; hanya M = 1 yang dipakai, sehingga baris 111 ikut.

• **D.** ✓ M = 1 pada 001, 011, 101, 111; baris 111 dikeluarkan karena kedua sensor aktif.

• **E.** ✗ Jebakan: syarat dibaca "kedua sensor tidak aktif" (NOR), sehingga hanya baris 001 yang lolos.

Jawaban: D.

No. 9 Kunci: A

Konsep: XNOR memberi 1 bila kedua masukan sama. NAND memberi 0 hanya bila kedua masukan 1. Hitung kolom antara P dari masukan gerbang pertama, lalu Y dari P dan masukan lain.

Langkah:

1. Baris 2: A = 0 dan C = 1 berbeda, jadi P = XNOR(0, 1) = 0.
2. Baris 6: A = 1 dan C = 1 sama, jadi P = XNOR(1, 1) = 1.
3. Baris 8: P = 1 dan B = 1, jadi Y = NAND(1, 1) = 0.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ XNOR(0, 1) = 0, XNOR(1, 1) = 1, dan NAND(1, 1) = 0.

• **B.** ✗ Jebakan: gerbang pertama dibaca XOR (berbeda = 1), sehingga P2 dan P6 terbalik dan Y8 menjadi 1.

• **C.** ✗ Jebakan: P benar, tetapi gerbang kedua dibaca AND, sehingga Y8 = 1 · 1 = 1.

• **D.** ✗ Jebakan: P dihitung dari masukan B dan C (bukan A dan C), lalu Y8 benar karena P8 = 1.

• **E.** ✗ Jebakan: P dihitung dari masukan A dan B (bukan A dan C), sehingga P2 dan P6 salah; Y8 kebetulan benar.

Jawaban: A.

No. 10 Kunci: A

Konsep: Bilangan biner 8 bit memiliki bobot 128, 64, 32, 16, 8, 4, 2, 1 dari kiri ke kanan. Desimal diubah ke biner dengan menandai bobot yang muat pada sisa bilangan (1) dan yang tidak muat (0).

Langkah:

1. 128 muat dalam 203: tulis 1, sisa 75.
2. 64 muat dalam 75: tulis 1, sisa 11. 32 dan 16 tidak muat: tulis 0 dan 0.
3. 8 muat dalam 11: tulis 1, sisa 3. 4 tidak muat: tulis 0.
4. 2 muat: tulis 1, sisa 1. 1 muat: tulis 1, sisa 0.
5. Hasil 1100 1011. Periksa: 128 + 64 + 8 + 2 + 1 = 203.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ 1100 1011 bernilai 128 + 64 + 8 + 2 + 1 = 203; bobot ditandai dari kiri ke kanan.

• **B.** ✗ Jebakan: bit ditulis dari kanan ke kiri (urutan terbalik). Nilainya 128 + 64 + 16 + 2 + 1 = 211, bukan 203.

• **C.** ✗ Jebakan: bobot bergeser satu posisi (bit paling kiri dianggap 64). Nilainya 101, separuh dari 203.

• **D.** ✗ Jebakan: dua nibble tertukar tempat. Nilainya 128 + 32 + 16 + 8 + 4 = 188.

• **E.** ✗ Jebakan: sisa 11 dipecah menjadi 8 + 4 + 1, bukan 8 + 2 + 1. Nilainya 205.

Jawaban: A.

No. 11 Kunci: 1S 2B 3B

Konsep: Ubah keadaan menjadi nilai logika dulu. Sensor aktif-rendah bernilai 0 saat terdeteksi, sehingga perlu NOT bila gerbang memerlukan 1. LED aktif-rendah menyala saat keluaran 0.

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

Langkah:

1. Nyatakan syarat: suhu melewati batas → T = 0, pintu terbuka → P = 1.
2. Rangkaian: Y = T′ · P.
3. Uji T = 0, P = 1: Y = 1 · 1 = 1, buzzer bunyi, LED padam.
4. Uji T = 1, P = 1: Y = 0 · 1 = 0, buzzer diam, LED menyala.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Salah.** LED aktif-rendah menyala saat Y = 0, yaitu saat buzzer diam. Saat buzzer berbunyi (Y = 1), LED padam.

• **Pernyataan 2 → Benar.** Suhu melewati batas berarti T = 0. T′ bernilai 1 pada keadaan itu, sehingga Y = T′ · P.

• **Pernyataan 3 → Benar.** Suhu normal berarti T = 1, sehingga T′ = 0 dan Y = 0 · 1 = 0. Buzzer diam dan LED aktif-rendah menyala.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

No. 12 Kunci: B, C, E

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

Konsep: Satu digit heksadesimal sama dengan empat bit. A = 10 = 1010, B = 11, ..., F = 15. Bit paling kiri berbobot terbesar; kanal 8 sampai 1 mengikuti bobot 128 sampai 1.

Langkah:

1. Ubah A = 1010 dan 6 = 0110, sambungkan: 1010 0110.
2. Nilai desimal: 10 × 16 + 6 = 166 (periksa dengan bobot: 128 + 32 + 4 + 2 = 166).
3. Cocokkan bit dengan kanal dari kiri: kanal 8 = 1, 7 = 0, 6 = 1, 5 = 0, 4 = 0, 3 = 1, 2 = 1, 1 = 0.
4. Kanal 1 dinyalakan: 1010 0111 = A7.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: heksadesimal dibaca seperti desimal biasa. Seharusnya 10 × 16 + 6 = 166.

• **Pernyataan 2** ✓ A = 10 = 1010 dan 6 = 0110. Digit heksadesimal diganti empat bit satu per satu.

• **Pernyataan 3** ✓ Bit 1 pada 1010 0110 berada di posisi bobot 128, 32, 4, dan 2, yaitu kanal 8, 6, 3, dan 2.

• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: satu digit heksadesimal mewakili empat bit ($16 = 2^4$), sehingga satu byte cukup dua digit.

• **Pernyataan 5** ✓ Menambah bit paling kanan (bobot 1) mengubah 1010 0110 menjadi 1010 0111; nibble kanan 0111 = 7, sehingga A7.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

No. 13 Kunci: B

Konsep: Tiap IC hanya memuat satu jenis gerbang, sehingga kebutuhan dihitung per jenis: banyak IC = kebutuhan ÷ isi per IC, dibulatkan ke atas, lalu dikurangi stok.

Langkah:

1. NOT: 9 ÷ 6 = 1,5 → 2 IC, stok 1, beli 1.
2. AND: 9 ÷ 4 = 2,25 → 3 IC, stok 1, beli 2.
3. OR: 6 ÷ 4 = 1,5 → 2 IC, stok 2, beli 0.
4. XOR: 3 ÷ 4 → 1 IC, stok 0, beli 1.
5. Jumlah: 1 + 2 + 0 + 1 = 4 IC.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: jenis diabaikan. Kekurangan 27 − 18 = 9 gerbang dibagi 4 dan dibulatkan menjadi 3 IC, padahal gerbang sisa tidak dapat dipakai untuk jenis lain.

• **B.** ✓ Per jenis: NOT 1, AND 2, OR 0, XOR 1, jumlahnya 4 IC.

• **C.** ✗ Jebakan: 7404 dianggap berisi 4 gerbang (seperti IC lain). NOT memerlukan 3 IC dikurangi stok

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

1, sehingga total 2 + 2 + 0 + 1 = 5.

• **D.** ✗ Jebakan: stok dan jenis diabaikan; 27 gerbang ÷ 4 dibulatkan menjadi 7 IC.

• **E.** ✗ Jebakan: jenis dihitung dengan benar (2 + 3 + 2 + 1 = 8 IC) tetapi stok di rak lupa dikurangkan.

Jawaban: B.

No. 14 Kunci: A, C, D

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

Konsep: Tabel tiga masukan memiliki 8 baris. Rangkaian sesuai bila kolom keluarannya sama pada semua baris. Bentuk jumlah hasil kali menuliskan satu suku AND untuk setiap baris Y = 1, lalu menggabungkannya dengan OR.

Langkah:

1. Baris Y = 1: 001, 010, dan 100 (tepat satu sensor aktif).
2. OR tiga masukan = 1 pada semua baris kecuali 000: berbeda pada 011, 101, 110, 111.
3. Suku untuk 001, 010, 100: $A'\cdot B'\cdot C$, $A'\cdot B\cdot C'$, $A\cdot B'\cdot C'$.
4. $(A \oplus B) \oplus C$ pada 111: $(1 \oplus 1) \oplus 1 = 1$, sedangkan tabel 0.
5. Tambah masukan D tak berpengaruh: 16 baris, Y = 1 pada 3 × 2 = 6 baris.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ OR tiga masukan bernilai 1 pada semua baris kecuali 000. Pada empat baris itu tabel menunjukkan Y = 0.

• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: tabel menunjukkan Y = 0 pada baris 000. Lampu menyala hanya bila ada jalur yang terisi.

• **Pernyataan 3** ✓ Tiap suku mewakili satu baris Y = 1: 001, 010, dan 100.

• **Pernyataan 4** ✓ Satu masukan tambahan menggandakan baris ($2^4 = 16$) dan menggandakan baris Y = 1 (3 × 2 = 6).

• **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: XOR bertingkat bernilai 1 bila jumlah masukan 1 ganjil, sehingga baris 111 juga bernilai 1, padahal tabel menunjukkan 0.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 4.

No. 15 Kunci: C

Konsep: Persamaan ditulis dari masukan menuju keluaran. NOT menjadi tanda ′, OR menjadi +, AND menjadi ·, XOR menjadi ⊕. Gerbang NAND berarti AND yang seluruh hasilnya dibalik, sehingga kurung dalam tetap dipertahankan.

Langkah:

1. NOT pada C menghasilkan C'.
2. OR dari A dan C' menghasilkan $A + C'$.
3. XOR dari B dan D menghasilkan $B \oplus D$.
4. NAND dari kedua hasil: $Y = ((A + C') \cdot (B \oplus D))'$.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: gerbang akhir dibaca AND (lingkaran pembalik terlewat), sehingga tanda ′ di luar kurung hilang.

• **B.** ✗ Jebakan: gerbang NOT pada C terlewat, sehingga ditulis C bukan C'.

• **C.** ✓ NOT pada C, OR dengan A, XOR antara B dan D, lalu NAND dari kedua hasil: $Y = ((A + C') \cdot (B \oplus D))'$.

• **D.** ✗ Jebakan: gerbang XOR dibaca OR, sehingga $B \oplus D$ ditulis B + D.

• **E.** ✗ Jebakan: lingkaran pembalik dibagikan ke tiap suku tanpa menukar gerbangnya. Seharusnya seluruh hasil AND dibalik sekaligus.

Jawaban: C.

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

No. 16 Kunci: E

Konsep: Setiap tanda ′ pada variabel memerlukan satu NOT. Tanda + di dalam kurung memerlukan OR, dan tanda · di antara dua kurung memerlukan AND.

Langkah:

1. Variabel yang dibalik: B dan C, jadi 2 NOT.
2. Dua kurung berisi tanda +: (A + B′) dan (C′ + D), jadi 2 OR.
3. Kedua kurung dikalikan dengan ·: 1 AND.
4. Jumlah: 2 NOT, 2 OR, dan 1 AND.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: persamaan dibaca sebagai jumlah hasil kali, sehingga OR dan AND tertukar.
- **B.** ✗ Jebakan: hanya satu variabel yang dibalik dihitung; C′ terlewat.
- **C.** ✗ Jebakan: kurung kedua tidak dihitung; gerbang OR untuk (C′ + D) terlewat.
- **D.** ✗ Jebakan: tiap variabel dianggap memerlukan NOT, padahal hanya B dan C yang dibalik.
- **E.** ✓ Dua variabel dibalik (2 NOT), dua kurung berisi + (2 OR), dan satu perkalian antar kurung (1 AND).

Jawaban: E.

No. 17 Kunci: A, D, E

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

Konsep: Hukum distributif: P·Q + P·R = P·(Q + R). Hukum penyerapan: Q + Q′·R = Q + R. Hasil penyederhanaan harus setara pada seluruh baris tabel kebenaran.

Langkah:

1. Keluarkan faktor P: P·(Q + Q′·R).
2. Pakai Q + Q′·R = Q + R: Y = P·(Q + R).
3. Uji P = 1, Q = 1, R = 0: bentuk lama 1, bentuk baru 1·(1 + 0) = 1. Uji P = 1, Q = 0, R = 0: kedua bentuk 0.
4. Bentuk lama memerlukan 5 gerbang (1 NOT, 3 AND, 1 OR); bentuk baru P·(Q + R) hanya 2 gerbang: satu OR dan satu AND.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ P·Q + P·Q′·R = P·(Q + Q′·R) = P·(Q + R), memakai hukum distributif dan Q + Q′·R = Q + R.
- **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: P·Q·R bernilai 0 pada P = 1, Q = 1, R = 0, sedangkan Y = 1·1 = 1.
- **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: P·Q = 0 dan P·Q′·R = 1·1·0 = 0, sehingga Y = 0.
- **Pernyataan 4** ✓ Kedua suku memuat faktor P, sehingga bernilai 0 bila P = 0.
- **Pernyataan 5** ✓ P·(Q + R) memakai satu OR untuk Q + R dan satu AND dengan P.

Jawaban: pernyataan 1, 4, 5.

No. 18 Kunci: B, C, D

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

Konsep: Kalimat "A atau (B dan C)" ditulis A + B·C. Syarat "tidak boleh sama sekali bila V" dikalikan dengan V′ pada seluruh bagian. Kurung menentukan bagian yang terkena syarat.

Langkah:

1. Syarat menyala: M + S·K.
2. Syarat servis membungkus seluruhnya: Y = (M + S·K)·V′.
3. V = 1 → V′ = 0 → Y = 0. M = 1, S = 0, K = 0, V = 0 → (1 + 0)·1 = 1.
4. Gerbang: AND(S, K), OR(M, S·K), NOT(V), AND(hasil OR, V′): dua AND, satu OR, satu NOT.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: V′ hanya membatasi suku S·K, sehingga penyedot tetap menyala saat M = 1

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

walau V aktif, padahal aturan melarang.
• **Pernyataan 2** ✓ V′ mengalikan seluruh hasil "M atau (S dan K)", sehingga Y = 0 bila V = 1.
• **Pernyataan 3** ✓ V′ = 0 sehingga hasil perkalian selalu 0.
• **Pernyataan 4** ✓ M + S·K = 1 + 0 = 1 dan V′ = 1, sehingga Y = 1.
• **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: hanya dua AND (S·K dan hasil OR dengan V′), satu OR (M + S·K), dan satu NOT (V).

Jawaban: pernyataan 2, 3, 4.

No. 19 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Dua persamaan setara bila kolom keluarannya sama pada semua baris. Hukum yang dibuktikan: A·B + A·B′ = A, A + A′·B = A + B, dan A·(A + B) = A.

Langkah:
1. Baca kolom X: 0, 0, 1, 1 → sama dengan A.
2. Baca kolom Y: 0, 1, 1, 1 → sama dengan A + B, bukan B.
3. Baca kolom Z: 0, 0, 1, 1 → sama dengan X.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Benar.** Kolom X berisi 0, 0, 1, 1, sama dengan kolom A. Aljabar: A·(B + B′) = A.
• **Pernyataan 2 → Salah.** Kolom Y berisi 0, 1, 1, 1, sedangkan kolom B berisi 0, 1, 0, 1. Y setara dengan A + B.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Kedua kolom berisi 0, 0, 1, 1 pada keempat baris, dan keduanya sama dengan A.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 20 Kunci: A

Konsep: Kelompokkan sel 1 menjadi kelompok sebesar mungkin (1, 2, 4, 8 sel). Tepi kiri-kanan dan atas-bawah bertetangga, sehingga keempat sudut dapat menjadi satu kelompok. Variabel yang berubah dalam kelompok dihilangkan.

Langkah:
1. Kelompok sudut (0000, 0010, 1000, 1010): B dan D tetap 0 → B′·D′.
2. Kelompok tengah (0101, 0111, 1101, 1111): B dan D tetap 1 → B·D.
3. Kelompok pojok kanan bawah (1010, 1011, 1110, 1111): A dan C tetap 1 → A·C.
4. Semua sepuluh sel 1 tercakup. Persamaan: Y = B′·D′ + B·D + A·C.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Tiga kelompok empat sel: sudut (B′·D′), tengah (B·D), dan sudut kanan bawah (A·C) mencakup seluruh sel 1.
• **B.** ✗ Jebakan: kelompok A·C terlewat, sehingga sel 1011 dan 1110 tidak tercakup.
• **C.** ✗ Jebakan: sudut dianggap tidak bertetangga, lalu dipecah jadi dua pasangan. Persamaan benar tetapi belum paling sederhana.
• **D.** ✗ Jebakan: kelompok kanan bawah dikecilkan menjadi dua sel (1110 dan 1111). Sel 1011 tidak tercakup.
• **E.** ✗ Jebakan: kelompok kanan bawah ditulis A·C′. Suku itu memuat sel 1001 dan 1100 yang bernilai 0, dan tidak mencakup 1011 serta 1110, sehingga salah.

Jawaban: A.

No. 21 Kunci: D

Konsep: Pada peta tiga variabel, kolom paling kiri (BC = 00) dan paling kanan (BC = 10) bertetangga. Kelompok dua sel menghilangkan satu variabel. Persamaan paling sederhana memakai kelompok sesedikit dan sebesar mungkin yang mencakup semua sel 1.

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

Langkah:

1. Baris A = 0: kolom 00 = 1, 01 = 0, 11 = 0, 10 = 1. Baris A = 1: kolom 00 = 0, 01 = 0, 11 = 1, 10 = 1.
2. Sel 000 dan 010 berada di ujung kiri dan kanan baris A = 0, bertetangga lewat tepi: B berubah, suku $A' \cdot C'$.
3. Sel 110 dan 111 berdampingan di baris A = 1: C berubah, suku $A \cdot B$.
4. Semua sel 1 tercakup: $Y = A' \cdot C' + A \cdot B$.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: suku $B \cdot C'$ (sel 010 dan 110) ikut ditulis. Persamaan benar, tetapi suku itu berlebih karena kedua selnya sudah tercakup.
• **B.** ✗ Jebakan: tepi peta tidak dianggap bertetangga, sehingga 000 dan 010 ditulis terpisah. Persamaan benar tetapi belum paling sederhana.
• **C.** ✗ Jebakan: sel 000 tidak tercakup; $B \cdot C'$ dan $A \cdot B$ hanya mencakup 010, 110, dan 111.
• **D.** ✓ Kelompok lewat tepi (000 dan 010) menghasilkan $A' \cdot C'$ dan kelompok 110-111 menghasilkan $A \cdot B$.
• **E.** ✗ Jebakan: suku $A' \cdot B'$ mencakup sel 001 yang bernilai 0, sehingga persamaan salah.

Jawaban: D.

No. 22 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: Sel tidak peduli (X) adalah kombinasi yang tidak pernah terjadi. Sel itu boleh dianggap 1 atau 0 sesuai kebutuhan agar kelompok semakin besar, sehingga persamaan semakin sederhana.

Langkah:

1. Sel 1: 001 dan 011 (A = 0, C = 1). Sel X: 101 dan 111 (A = 1, C = 1).
2. Semua X dianggap 1: empat sel dengan C = 1, suku C → Y = C.
3. Hanya X pada 101 dianggap 1: sel 1 = 001, 011, 101. Kelompok $A' \cdot C$ (001, 011) dan $B' \cdot C$ (001, 101).
4. Semua X dianggap 0: sel 1 = 001 dan 011, kelompok $A' \cdot C$.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** Sel 1 pada 001 dan 011 bersama sel X pada 101 dan 111 membentuk kelompok empat sel dengan C tetap 1, sehingga Y = C.
• **Pernyataan 2 → Benar.** Sel 1 menjadi 001, 011, dan 101. Pasangan 001-011 menghasilkan $A' \cdot C$, dan pasangan 001-101 menghasilkan $B' \cdot C$; keduanya diperlukan.
• **Pernyataan 3 → Salah.** Y = C justru memanfaatkan X sebagai 1 (pada 101 dan 111). Bila semua X dianggap 0, persamaannya $A' \cdot C$.

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

No. 23 Kunci: B

Konsep: Dalam satu kelompok, variabel yang berubah nilainya dihilangkan, sedangkan variabel yang tetap ditulis: tetap 1 ditulis tanpa tanda, tetap 0 ditulis dengan tanda ′.

Langkah:

1. Tulis keempat kombinasi: 0001, 0011, 1001, 1011.
2. A berubah (0 dan 1) → dihilangkan. C berubah (0 dan 1) → dihilangkan.
3. B tetap 0 → B'. D tetap 1 → D.
4. Suku: $B' \cdot D$.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: kelompok dibaca hanya dua sel baris atas (0001 dan 0011); A dianggap tetap 0. Itu kelompok dua sel, bukan empat.
• **B.** ✓ A dan C berubah sehingga dihilangkan, B tetap 0 dan D tetap 1, jadi $B' \cdot D$.
• **C.** ✗ Jebakan: C dianggap tetap 1 (hanya melihat kolom CD = 11), padahal kolom 01 dan 11 sama-sama ada dalam kelompok.

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

• **D.** ✗ Jebakan: nilai tetap ditulis terbalik (B tetap 0 ditulis B, D tetap 1 ditulis D′).
• **E.** ✗ Jebakan: B tetap 0 ditulis B tanpa tanda ′, sehingga dibaca B = 1.

Jawaban: B.

No. 24 Kunci: B, D, E

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

Konsep: Kelompok pada peta berukuran 1, 2, 4, atau 8 sel yang semuanya bernilai 1 dan boleh saling tumpang tindih. Variabel yang berubah di dalam kelompok dihilangkan; variabel yang tetap ditulis (′ bila tetapnya 0).

Langkah:
1. Peta: baris A = 0: 1, 1, 1, 0; baris A = 1: 1, 1, 1, 0 (kolom BC = 00, 01, 11, 10).
2. Kolom 01 dan 11 (C = 1): empat sel → suku C.
3. Kolom 00 dan 01 (B = 0): empat sel → suku B′. Sel 001 dan 101 dipakai dua kelompok.
4. Semua sel 1 tercakup: Y = B′ + C. Kelompok tiga sel tidak sah.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: kelompok hanya boleh berisi 1, 2, 4, atau 8 sel. Tiga sel harus dipecah menjadi kelompok yang sah.
• **Pernyataan 2** ✓ Dalam kelompok itu A dan B berubah (dihilangkan) dan C tetap 1, sehingga suku C.
• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: sel boleh dipakai oleh lebih dari satu kelompok bila membantu membentuk kelompok yang lebih besar.
• **Pernyataan 4** ✓ Dalam kelompok itu A dan C berubah dan B tetap 0, sehingga suku B′.
• **Pernyataan 5** ✓ Kedua kelompok empat sel mencakup keenam sel 1, dan tidak ada sel 0 yang ikut.

Jawaban: pernyataan 2, 4, 5.

No. 25 Kunci: A, B, E

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

Konsep: Tepi peta kiri-kanan dan atas-bawah bertetangga. Kelompok empat sel menghilangkan dua variabel. Persamaan paling sederhana memakai kelompok terbesar yang mencakup semua sel 1 tanpa memuat sel 0.

Langkah:
1. Peta: AB = 00: 0, 0, 0, 0; AB = 01: 1, 0, 0, 1; AB = 11: 1, 1, 1, 1; AB = 10: 1, 0, 0, 1 (kolom CD = 00, 01, 11, 10).
2. Kelompok B·D′: sel 0100, 0110, 1100, 1110. Kelompok A·D′: sel 1000, 1010, 1100, 1110. Kelompok A·B: sel 1100 sampai 1111.
3. Sel 1100 ada di ketiga kelompok.
4. Y = B·D′ + A·D′ + A·B. Y = A + B salah karena memuat 0101 dan 0111.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✓ Keempat sel itu memiliki B = 1 dan D = 0 tetap, sedangkan A dan C berubah, sehingga menjadi suku B·D′.
• **Pernyataan 2** ✓ Sel 1100 (B = 1, D = 0, A = 1) termasuk kelompok B·D′, A·D′, dan A·B.
• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: sel pada kolom CD = 00 dan CD = 10 bertetangga lewat tepi, sehingga kelompok itu sah dan menghasilkan A·D′.
• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: A + B juga bernilai 1 pada 0101 dan 0111, yang pada daftar bernilai 0.
• **Pernyataan 5** ✓ Ketiga kelompok empat sel mencakup kedelapan sel 1 dan tidak memuat sel 0.

Jawaban: pernyataan 1, 2, 5.

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

Simulasi 1 — Prediksi TKA 2026

No. 1 Kunci: C

Konsep: Waste control menghilangkan penyebab pemborosan di sumbernya. Mata solder yang panas tanpa dipakai cepat teroksidasi dan listrik terbuang; mode standby/mematikan solder mengurangi keduanya.

Langkah:

1. Solder panas 8 jam, dipakai hanya 2 jam → 6 jam panas sia-sia.
2. Panas tanpa dipakai → listrik terbuang dan mata solder cepat teroksidasi.
3. Tindakan di sumber: standby/matikan saat tidak dipakai.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Biaya per mata solder turun, tetapi penyebab ausnya tetap ada.
- **B.** ✗ Daya lebih besar justru menambah pemakaian listrik.
- **C.** ✓ Waktu panas tanpa dipakai dikurangi sehingga listrik dan mata solder lebih awet.
- **D.** ✗ Jebakan: daur ulang mengelola limbah yang sudah terjadi, bukan mencegahnya.
- **E.** ✗ Jebakan: penggantian lebih sering justru menambah limbah dan biaya.

Jawaban: C.

No. 2 Kunci: D

Konsep: 5R dimulai dari Ringkas (memilah dan menyingkirkan yang tidak diperlukan), lalu Rapi (menata dan memberi label), Resik (membersihkan), Rawat (standar/jadwal), dan Rajin (kebiasaan).

Langkah:

1. Meja bercampur antara barang perlu dan tidak perlu.
2. Menata atau melabeli sebelum memilah berarti ikut menata barang yang seharusnya disingkirkan.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Melabeli sebelum memilah membuat barang yang tidak diperlukan ikut diberi label.
- **B.** ✗ Membersihkan sebelum memilah membuang tenaga untuk barang yang akan disingkirkan.
- **C.** ✗ Jadwal piket adalah tahap mempertahankan (Rawat), bukan tahap awal.
- **D.** ✓ Ringkas: barang yang tidak diperlukan disingkirkan dulu.
- **E.** ✗ Jebakan: menata adalah tahap Rapi; tanpa memilah, papan rusak dan barang bekas tetap memenuhi meja.

Jawaban: D.

No. 3 Kunci: 1B 2S 3S

Konsep: Limbah B3 dipisahkan dari limbah non-B3, disimpan dalam wadah berlabel di TPS dengan batas waktu penyimpanan, dicatat, lalu diserahkan ke pengumpul/pengolah berizin. Limbah non-B3 tidak dicampurkan agar volume B3 tidak bertambah.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 → Benar.** Kain yang terkontaminasi bahan kimia berbahaya termasuk limbah B3.
- **Pernyataan 2 → Salah.** Penyimpanan limbah B3 memiliki batas waktu; limbah harus diserahkan berkala ke pihak berizin.
- **Pernyataan 3 → Salah.** Jebakan: tampak hati-hati, tetapi kardus bersih bukan B3; mencampurnya membuat volume limbah B3 bertambah. Kardus dipisah untuk didaur ulang.

Jawaban: Benar, Salah, Salah.

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

No. 4 Kunci: B, D, E

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

Konsep: K3 pada mesin berputar: jepit benda kerja, lindungi mata, hindari rambut/pakaian longgar dan sarung tangan kain yang dapat terlilit, serta kendalikan debu tanpa menyebarkannya.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✗ Papan kecil dapat ikut berputar atau tergelincir sehingga jari terkena mata bor; papan dijepit dengan ragum/penjepit.
- **Pernyataan 2** ✓ Mata bor 0,8 mm mudah patah dan serpihannya dapat mengenai mata.
- **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: kain dapat tersangkut dan tertarik oleh benda berputar sehingga tangan ikut tertarik.
- **Pernyataan 4** ✓ Rambut dan kain longgar dapat terlilit benda berputar.
- **Pernyataan 5** ✓ Meniup serbuk serat kaca membuatnya beterbangan dan terhirup.

Jawaban: pernyataan 2, 4, 5.

No. 5 Kunci: B, C

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

Konsep: Perkakas dipilih sesuai fungsi dan ukuran benda kerja: pencungkil plastik untuk casing, obeng sesuai ukuran sekrup, pinset/jari untuk konektor tipis, dan mata solder sesuai ukuran titik solder.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✗ Obeng logam meninggalkan bekas dan dapat mematahkan klip casing.
- **Pernyataan 2** ✓ Pencungkil plastik lebih lunak daripada casing sehingga tidak merusaknya.
- **Pernyataan 3** ✓ Ujung yang pas mencegah kepala sekrup rusak (dol).
- **Pernyataan 4** ✗ Kabel pita tipis mudah sobek; pengunci konektor dibuka lalu kabel ditarik perlahan dengan jari atau pinset.
- **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: panas berlebih dari mata besar dapat merusak konektor dan komponen kecil di sekitarnya; pakai mata kecil yang sesuai.

Jawaban: pernyataan 2, 3.

No. 6 Kunci: B

Konsep: PCB satu layer hanya memiliki satu lapisan tembaga. Bila jalur harus menyilang atau tidak muat, dipakai kawat jumper di sisi komponen. Lebar jalur menyesuaikan arus; jarak antarjalur harus cukup agar tidak terhubung singkat.

Langkah:

1. Jalur lebar tidak muat dan papan tidak boleh diperbesar.
2. Via memerlukan lapisan kedua → tidak mungkin.
3. Kawat jumper melompati deretan IC tanpa mempersempit jalur.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: via dipakai pada PCB dua lapis; papan satu layer tidak memiliki lapisan bawah.
- **B.** ✓ Jumper melompati IC dan tetap dapat menghantarkan 2 A.
- **C.** ✗ Jalur tipis untuk 2 A akan panas dan dapat putus.
- **D.** ✗ Jarak 0,1 mm terlalu rapat; jalur mudah terhubung singkat saat pelarutan atau penyolderan.
- **E.** ✗ Jebakan: menebalkan dengan timah memang lazim, tetapi jalur yang berjarak kurang dari 0,3 mm dari pad IC mudah terhubung singkat oleh timah tambahan itu.

Jawaban: B.

No. 7 Kunci: A

Konsep: Lampu identik yang diseri membagi tegangan sama rata; cabang paralel mendapat tegangan sumber. Dua lampu 6 V seri pada 12 V masing-masing mendapat 6 V.

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

Langkah:

1. Pasangan seri: 12 ÷ 2 = 6 V per lampu ✓; dua pasang diparalel tetap 12 V per pasang.
2. Bila satu lampu putus, hanya pasangannya padam; pasangan lain tetap 6 V ✓.
3. Susunan paralel-lalu-seri juga 6 V, tetapi bila satu lampu putus, lampu pasangannya mendapat 12 × R ÷ (R + R/2) = 8 V ✗.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Setiap lampu mendapat 6 V.
- **B.** ✗ 12 ÷ 4 = 3 V per lampu, redup.
- **C.** ✗ Setiap lampu mendapat 12 V, dua kali tegangan kerjanya, sehingga cepat putus.
- **D.** ✗ Jebakan: hambatan tiga lampu paralel hanya sepertiga, sehingga lampu seri mendapat 9 V dan ketiga lampu paralel hanya 3 V.
- **E.** ✗ Jebakan: semula setiap lampu memang 6 V, tetapi bila satu lampu putus, pasangannya sendirian berhambatan R melawan R/2 sehingga mendapat 8 V.

Jawaban: A.

No. 8 Kunci: A

Konsep: Rambu hijau bergambar orang berlari menunjukkan jalur evakuasi; rambu merah persegi menunjukkan letak alat pemadam; rambu lingkaran merah bercoret adalah larangan (dilarang memakai lift saat kebakaran).

Langkah:

1. Panah hijau → ikuti jalur evakuasi.
2. Lift bercoret → dilarang dipakai.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Sesuai rambu jalur evakuasi dan larangan lift.
- **B.** ✗ Lift dilarang saat kebakaran karena dapat macet atau terisi asap.
- **C.** ✗ Jebakan: rambu merah hanya menunjukkan letak alat pemadam; memadamkan api di ruang berasap adalah tugas petugas terlatih.
- **D.** ✗ Kembali mengambil barang memperlambat evakuasi.
- **E.** ✗ Rambu jalur evakuasi sudah memberi petunjuk; menunggu di koridor berasap berbahaya.

Jawaban: A.

No. 9 Kunci: E

Konsep: Pada breadboard, lubang-lubang dalam satu baris tersambung. Komponen yang kedua kakinya ditancapkan pada baris yang sama terhubung singkat sehingga tidak bekerja sesuai skema.

Langkah:

1. Kedua kaki R1 di baris 12 → R1 dilewati (terhubung singkat).
2. LED mendapat arus tanpa pembatas → sangat terang lalu rusak.
3. R1 dingin karena tidak dialiri arus.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: dengan 470 Ω arus LED sekitar (9 − 2) ÷ 470 ≈ 15 mA, aman; masalahnya R1 tidak dilalui arus.
- **B.** ✗ LED terbalik tidak menyala sama sekali.
- **C.** ✗ Dengan resistor seri yang benar, LED aman pada catu 9 V.
- **D.** ✗ Tidak ada petunjuk kerusakan breadboard; pemasangan R1-lah yang tidak sesuai skema.
- **E.** ✓ R1 dilewati sehingga tidak membatasi arus dan tetap dingin.

Jawaban: E.

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

No. 10 Kunci: A, C, D

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

Konsep: Simbol: baterai (garis panjang = +), motor (lingkaran berhuruf M), lampu (lingkaran bersilang), tombol NO (kontak terbuka) dan NC (kontak tertutup), ground (garis makin pendek).

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ Huruf M di dalam lingkaran adalah simbol motor.
- **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: garis panjang adalah kutub positif; garis pendek tebal kutub negatif.
- **Pernyataan 3** ✓ Simbol lampu digambar sebagai lingkaran dengan tanda silang.
- **Pernyataan 4** ✓ Itu simbol ground/tanah.
- **Pernyataan 5** ✗ Kontak yang digambar sudah menyentuh kedua terminal adalah NC (normally closed): tersambung sebelum ditekan dan terputus saat ditekan.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 4.

No. 11 Kunci: D

Konsep: Daya total beban paralel = jumlah daya. Arus I = P ÷ V. Sekering dipilih sedikit di atas arus total agar tidak putus saat kerja normal tetapi tetap melindungi kabel.

Langkah:

1. P total = 24 + 18 + 6 = 48 W.
2. I = 48 ÷ 12 = 4 A.
3. Ukuran standar terkecil > 4 A adalah 5 A.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: 3 A hanya cukup untuk lampu saja (24 ÷ 12 = 2 A); arus total 4 A membuat sekering putus.
- **B.** ✗ Sekering 10 A masih jauh di atas ukuran terkecil yang memenuhi syarat sehingga kurang melindungi.
- **C.** ✗ Terlalu besar; kabel dapat kepanasan sebelum sekering putus.
- **D.** ✓ Arus total 4 A → ukuran standar terkecil di atasnya 5 A.
- **E.** ✗ Jebakan: sekering terbesar memang tidak akan putus, tetapi terlalu besar sehingga kabel dapat terbakar sebelum sekering putus.

Jawaban: D.

No. 12 Kunci: B

Konsep: Baterai seri: tegangan total = jumlah tegangan baterai. Baterai paralel: tegangan tetap, kapasitas bertambah.

Langkah:

1. 4 × 1,5 V = 6 V bila disusun seri.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Paralel mempertahankan 1,5 V, bukan 6 V.
- **B.** ✓ 4 × 1,5 V = 6 V.
- **C.** ✗ Susunannya benar, tetapi tegangan seri dijumlahkan, bukan tetap 1,5 V.
- **D.** ✗ Jebakan: dua pasang seri yang diparalel menghasilkan 3 V, bukan 6 V.
- **E.** ✗ Seri menambah tegangan, bukan melipatgandakan arus.

Jawaban: B.

No. 13 Kunci: E

Konsep: Uji kontinuitas menunjukkan pasangan titik yang tersambung. Bila A3 tersambung ke B4 dan A4 ke B3, kedua inti tidak putus tetapi posisinya tertukar.

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

Langkah:

1. A3–B3 dan A4–B4 tidak tersambung.
2. A3–B4 dan A4–B3 tersambung → inti utuh tetapi tertukar.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Inti yang putus tidak akan berbunyi pada pasangan mana pun.
- **B.** ✗ Jebakan: bila hubung singkat, A3–B3 dan A4–B4 juga akan berbunyi.
- **C.** ✗ Multimeter berbunyi normal pada pengujian lain.
- **D.** ✗ Inti 1 dan 2 tersambung lurus (1–1, 2–2).
- **E.** ✓ A3 tersambung ke B4 dan A4 ke B3.

Jawaban: E.

No. 14 Kunci: A, C, E

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

Konsep: Penyearah jembatan: empat dioda; keluaran + pada pertemuan katoda, keluaran − pada pertemuan anoda; riak berfrekuensi dua kali frekuensi jala-jala. Elko filter dipasang dengan kutub + ke keluaran positif dan terisi mendekati tegangan puncak.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ Empat dioda membentuk jembatan; kedua setengah gelombang disearahkan.
- **Pernyataan 2** ✗ Titik pertemuan anoda D1 dan D4 adalah keluaran negatif; keluaran positif berada pada pertemuan katoda D2 dan D3.
- **Pernyataan 3** ✓ Tanda + dan pelat lurus C1 berada di sisi jalur bawah (negatif); elko terbalik dapat panas dan meletus.
- **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: penyearah gelombang penuh menyearahkan kedua setengah gelombang sehingga riaknya 100 Hz.
- **Pernyataan 5** ✓ Elko terisi sampai nilai puncak; arus melewati dua dioda jembatan (±1,4 V).

Jawaban: pernyataan 1, 3, 5.

No. 15 Kunci: E

Konsep: Transformator bekerja berdasarkan induksi elektromagnetik: arus bolak-balik di primer menghasilkan fluks yang berubah dan menginduksi tegangan di sekunder. Arus searah menghasilkan fluks tetap sehingga tidak ada induksi; arus primer hanya dibatasi hambatan kawat yang kecil sehingga lilitan panas.

Langkah:

1. Dengan 12 V AC trafo bekerja normal → lilitan tidak rusak.
2. Dengan DC tidak ada perubahan fluks → sekunder 0 V.
3. Hambatan kawat primer kecil → arus DC besar → panas.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Trafo yang sama mengeluarkan 6 V saat diberi AC, jadi sekunder tidak putus.
- **B.** ✗ Bila tertukar, sekunder mengeluarkan 24 V saat diberi AC, bukan 0 V.
- **C.** ✗ Jebakan: kabel aki justru hangat, berarti arus besar mengalir; aki tidak lemah.
- **D.** ✗ Jebakan: panas memang ciri arus besar, tetapi trafo bekerja normal dengan AC sehingga lilitannya tidak terhubung singkat.
- **E.** ✓ Arus searah tidak menghasilkan fluks berubah, sehingga tidak ada induksi.

Jawaban: E.

No. 16 Kunci: A

Konsep: Heksadesimal berbasis 16: 80 (heksa) = 8 × 16 + 0 = 128. Pada skala 0–255, nilai 128 kira-kira setengahnya.

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

Langkah:
1. 80 (heksa) = 8 × 16 + 0 × 1 = 128.
2. 128 ÷ 255 ≈ 0,5 → sekitar setengah kecepatan.

Analisis setiap opsi:
- **A.** ✓ 8 × 16 = 128, kira-kira setengah dari 255.
- **B.** ✗ Jebakan: angka heksadesimal dibaca sebagai desimal.
- **C.** ✗ Digit 0 diabaikan sehingga hanya tersisa 8.
- **D.** ✗ Nilai 8 bit maksimum 255; 80 heksa tidak melebihinya.
- **E.** ✗ Jebakan: 80 dibaca sebagai bilangan basis 8 (8 × 8 = 64), padahal heksadesimal berbasis 16.

Jawaban: A.

No. 17 Kunci: 1S 2B 3S

Konsep: Hukum De Morgan: $(A + B)' = A' \cdot B'$ dan $(A \cdot B)' = A' + B'$. NOT pada setiap masukan lalu AND setara NOR; NOT pada setiap masukan lalu OR setara NAND.

Analisis setiap pernyataan:
- **Pernyataan 1 → Salah.** $A' = 1$, $B' = 0 \rightarrow 1 \cdot 0 = 0$.
- **Pernyataan 2 → Benar.** Sesuai hukum De Morgan.
- **Pernyataan 3 → Salah.** Jebakan: $A' + B' = (A \cdot B)'$, yaitu NAND, bukan NOR; pada A = 0, B = 1 hasilnya 1, sedangkan NOR 0.

Jawaban: Salah, Benar, Salah.

No. 18 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Dioda zener penstabil dipasang bias mundur sehingga tegangannya tertahan pada tegangan zener. Bila terbalik (bias maju), tegangannya hanya sekitar 0,7 V.

Analisis setiap pernyataan:
- **Pernyataan 1 → Benar.** Zener bias maju menahan tegangan sekitar 0,7 V seperti dioda biasa.
- **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: bila zener putus, keluaran tanpa beban justru mendekati 9 V; hasil uji dioda juga menunjukkan zener baik.
- **Pernyataan 3 → Benar.** Zener penstabil dipasang bias mundur: katoda ke sisi positif, anoda ke ground.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 19 Kunci: C

Konsep: Syarat "A = 1 dan B = 0" → $Y = A \cdot B'$; bernilai 1 hanya pada baris A = 1, B = 0.

Langkah:
1. $Y = A \cdot B'$.
2. Baris: 00 → 0, 01 → 0, 10 → 1, 11 → 0 → kolom R.

Analisis setiap opsi:
- **A.** ✗ Kolom P = A; pompa tetap menyala saat tombol jeda ditekan.
- **B.** ✗ Jebakan: kolom Q = B′; pompa menyala walaupun suhu air tidak panas.
- **C.** ✓ Kolom R = $A \cdot B'$.
- **D.** ✗ Kolom S = $A' \cdot B$, syaratnya terbalik.
- **E.** ✗ Kolom T = $(A \cdot B')'$, kebalikan dari yang diminta.

Jawaban: C.

No. 20 Kunci: D

Konsep: K-Map: kelompok sebesar mungkin; kelompok empat sel menghapus dua variabel, kelompok dua sel menghapus satu variabel.

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

Langkah:

1. Sel B = 0: 000, 001, 100, 101 → kelompok empat → B'.
2. Sel 111 bergabung dengan 101 → $A \cdot C$.
3. $Y = B' + A \cdot C$. Cek 110: $B' = 0$, $A \cdot C = 0 \rightarrow 0$ ✓.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Membuat Y = 1 pada 110, padahal 0.
- **B.** ✗ Jebakan: sesuai tabel, tetapi suku $A \cdot B \cdot C$ dapat diperbesar menjadi $A \cdot C$.
- **C.** ✗ Membuat Y = 0 pada 100, padahal 1.
- **D.** ✓ Kelompok B' (empat sel) dan $A \cdot C$ (dua sel).
- **E.** ✗ Membuat Y = 0 pada 000, padahal 1.

Jawaban: D.

No. 21 Kunci: C

Konsep: Periode T = jumlah kotak satu gelombang penuh × TIME/DIV; f = 1 ÷ T. Siklus kerja = lama keadaan tinggi ÷ T × 100%.

Langkah:

1. Tinggi 2 kotak, rendah 3 kotak → satu periode 5 kotak.
2. T = 5 × 0,2 ms = 1 ms → f = 1 kHz.
3. Siklus kerja = 2 ÷ 5 × 100% = 40%.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Bagian rendah (3 kotak) dikira bagian tinggi.
- **B.** ✗ Periode dihitung dari bagian tinggi saja (2 × 0,2 ms = 0,4 ms).
- **C.** ✓ T = 1 ms dan siklus kerja 2 ÷ 5 = 40%.
- **D.** ✗ Jebakan: jumlah kotak (5) dikira frekuensi dalam kHz.
- **E.** ✗ Jebakan: siklus kerja dihitung tinggi ÷ rendah (2 ÷ 3), padahal pembaginya satu periode penuh.

Jawaban: C.

No. 22 Kunci: B

Konsep: Nilai resistor 5 gelang = (tiga angka) × 10^pengali. Gelang terakhir menunjukkan toleransi.

Langkah:

1. Laci 2: $150 \times 10^1 = 1.500\ \Omega = 1{,}5\ k\Omega$, toleransi coklat ±1% ✓.
2. Laci 1: $150 \times 10^2 = 15\ k\Omega$; laci 3: 1,5 kΩ ±5%; laci 4: 105 × 10 = 1,05 kΩ; laci 5: 150 Ω.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Gelang merah = ×100 sehingga 15 kΩ.
- **B.** ✓ 1,5 kΩ ±1%.
- **C.** ✗ Jebakan: nilainya 1,5 kΩ, tetapi toleransi emas ±5% tidak memenuhi syarat ±1%.
- **D.** ✗ Jebakan: urutan angka hitam dan hijau tertukar sehingga nilainya 1,05 kΩ.
- **E.** ✗ Gelang hitam = ×1 sehingga 150 Ω.

Jawaban: B.

No. 23 Kunci: A, C, D

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

Konsep: Perawatan solder station: suhu secukupnya sesuai pekerjaan, mata solder dibersihkan dengan spons lembap/kawat kuningan, dilapisi timah sebelum disimpan, dan dipilih sesuai ukuran titik solder; jangan dikikir.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ Lapisan timah melindungi mata solder dari oksidasi.
- **Pernyataan 2** ✗ Suhu berlebih mempercepat oksidasi mata solder dan dapat merusak komponen.

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

• **Pernyataan 3** ✓ Membersihkan oksida tanpa merusak lapisan mata solder.
• **Pernyataan 4** ✓ Mata yang sesuai memindahkan panas dengan baik tanpa suhu berlebih.
• **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: tampak bersih, tetapi kikir mengikis lapisan pelindung sehingga mata solder cepat rusak.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 4.

No. 24 Kunci: A, B, E

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

Konsep: NAND adalah gerbang universal: NOT = NAND dengan masukan disatukan; AND = NAND + NOT; OR = NOT pada setiap masukan lalu NAND, karena $(A' \cdot B')' = A + B$.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✓ $(A \cdot A)' = A'$.
• **Pernyataan 2** ✓ $((A \cdot B)')' = A \cdot B$.
• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: rangkaian itu menghasilkan AND, bukan OR.
• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: $(A' \cdot B')' = A + B$, yaitu OR; untuk NOR keluarannya masih harus dibalik sekali lagi.
• **Pernyataan 5** ✓ $(A' \cdot B')' = A + B$ (hukum De Morgan).

Jawaban: pernyataan 1, 2, 5.

No. 25 Kunci: A, B, E

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

Konsep: Potensiometer sebagai pembagi tegangan: kedua kaki ujung pada sumber dan ground, kaki tengah (wiper) memberi tegangan sebanding posisinya. Bila beban di wiper berhambatan sangat besar, arus jalur resistif tetap V ÷ R.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✓ Kaki tengah mengambil tegangan 0–5 V sesuai posisi putaran.
• **Pernyataan 2** ✓ Potensiometer linear terbagi dua sama besar: 5 × (5 kΩ ÷ 10 kΩ) = 2,5 V.
• **Pernyataan 3** ✗ Tidak ada keluaran yang diambil untuk modul, dan pada posisi ujung sumber 5 V terhubung singkat ke ground.
• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: kedua ujung selalu terhubung ke 5 V dan ground melalui 10 kΩ penuh; wiper hanya mengambil tegangan, sehingga arusnya tetap.
• **Pernyataan 5** ✓ I = 5 V ÷ 10 kΩ = 0,5 mA.

Jawaban: pernyataan 1, 2, 5.

Simulasi 2 — Prediksi TKA 2026

No. 1 Kunci: A, C, D

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

Konsep: K3 servis catu daya: putuskan dari sumber (cabut steker), kosongkan kapasitor besar melalui resistor pengosong, lalu buktikan dengan alat ukur bahwa tegangannya sudah hilang sebelum menyentuh.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✓ Mematikan dengan remote hanya memasuki mode siaga; papan masih tersambung jala-jala.
• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: cara ini sering dilakukan, tetapi menimbulkan percikan besar yang dapat melukai mata, merusak jalur, dan merusak kapasitor.
• **Pernyataan 3** ✓ Resistor membatasi arus pengosongan sehingga aman.

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

- **Pernyataan 4** ✓ Pembuktian dengan alat ukur memastikan muatan sudah habis.
- **Pernyataan 5** ✗ Lampu indikator padam tidak berarti kapasitor besar sudah kosong.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 4.

No. 2 Kunci: C

Konsep: Tang pengupas berlubang ukuran memotong isolasi tepat pada diameternya sehingga serabut tembaga tidak terluka.

Langkah:

1. Syarat: isolasi terkupas, serabut tidak putus.
2. Alat yang dirancang untuk itu: tang pengupas dengan lubang sesuai ukuran kabel.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Membakar isolasi menimbulkan asap beracun dan merusak tembaga.
- **B.** ✗ Jebakan: cara ini sering dipakai, tetapi pisau mudah melukai serabut kecil.
- **C.** ✓ Lubang ukuran yang sesuai memotong isolasi tanpa melukai serabut.
- **D.** ✗ Jebakan: tang potong mudah ikut memotong sebagian serabut.
- **E.** ✗ Gunting sulit mengatur kedalaman potong sehingga serabut ikut terpotong.

Jawaban: C.

No. 3 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: Kapasitas baterai (mAh) = arus × waktu. Lama pemakaian ≈ kapasitas ÷ arus beban; arus lebih besar membuat baterai lebih cepat habis.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 → Benar.** 2000 mAh ÷ 250 mA = 8 jam.
- **Pernyataan 2 → Benar.** 2000 ÷ 500 = 4 jam.
- **Pernyataan 3 → Salah.** Jebakan: 2000 mAh berarti 2000 mA selama 1 jam, atau 250 mA selama 8 jam.

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

No. 4 Kunci: A, B, D

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

Konsep: Hambatan kabel menyebabkan tegangan jatuh V = I × R dan rugi daya P = V × I. Hambatan kabel sebanding dengan panjang dan berbanding terbalik dengan luas penampangnya.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ V = I × R = 2 × 0,5 = 1 V.
- **Pernyataan 2** ✓ 12 − 1 = 11 V.
- **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: P = V × I = 1 V × 2 A = 2 W, bukan 1 W.
- **Pernyataan 4** ✓ Hambatan lebih kecil → V = I × R lebih kecil.
- **Pernyataan 5** ✗ Kabel dua kali lebih panjang memiliki hambatan dua kali lebih besar sehingga tegangan jatuh menjadi sekitar 2 V.

Jawaban: pernyataan 1, 2, 4.

No. 5 Kunci: A, B, E

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

Konsep: Aturan desain PCB satu layer: jalur tidak bersilangan, lebar jalur sesuai arus, jarak antarjalur aman, ukuran lubang pad sesuai kaki komponen, dan hasil cetak diperiksa skala 1 : 1 sebelum dibuat.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ Pada PCB satu layer, jalur yang bersilangan berarti terhubung singkat.
- **Pernyataan 2** ✓ Lubang terlalu kecil membuat kaki tidak masuk; terlalu besar membuat sambungan lemah.

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

• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: hemat bahan, tetapi jalur terlalu rapat mudah terhubung singkat oleh sisa tembaga atau timah.
• **Pernyataan 4** ✗ Jalur yang dialiri arus lebih besar harus dibuat lebih lebar agar tidak panas.
• **Pernyataan 5** ✓ Mencegah jarak kaki atau ukuran pad yang tidak sesuai dengan komponen.

Jawaban: pernyataan 1, 2, 5.

No. 6 Kunci: D

Konsep: Waste control mengutamakan pengurangan limbah di sumber (reduce). Kemasan yang dapat dikembalikan dan dipakai berulang mencegah sampah kemasan terbentuk.

Langkah:
1. Sumber limbah: kantong plastik per butir.
2. Pemasok bersedia memakai kemasan yang dapat dikembalikan → limbah dicegah sejak awal.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Membakar plastik mencemari udara dan bukan pengendalian limbah yang benar.
• **B.** ✗ Jebakan: daur ulang baik, tetapi sampahnya tetap terbentuk setiap bulan.
• **C.** ✗ Jebakan: pemakaian ulang sebagian membantu, tetapi kantong kecil per butir tetap jauh lebih banyak daripada kebutuhan pembungkus.
• **D.** ✓ Kemasan berulang mencegah sampah plastik sejak dari pemasok.
• **E.** ✗ Harga komponen tidak berkaitan dengan sampah kemasan.

Jawaban: D.

No. 7 Kunci: A, C, E

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

Konsep: Skema yang baik: setiap komponen berkode dan bernilai, sambungan ditandai jelas (pertemuan T atau titik), persilangan tanpa titik berarti tidak tersambung, simbol ground menandai titik yang sama, dan alur sinyal dari kiri ke kanan.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✓ Setiap komponen perlu kode dan nilai agar dapat dirakit.
• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: label berbeda justru menyatakan titik-titik itu bukan jalur yang sama, padahal semua ground harus tersambung.
• **Pernyataan 3** ✓ Dua pertemuan T tidak dapat tertukar dengan persilangan biasa bila titiknya kabur saat dicetak.
• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: titik tebal justru mengubah arti menjadi tersambung, padahal kedua jalur tidak tersambung.
• **Pernyataan 5** ✓ Alur sinyal dari kiri ke kanan memudahkan pembacaan skema.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 5.

No. 8 Kunci: 1S 2B 3B

Konsep: Limbah B3 dipilah menurut jenis dan sifat bahayanya, tidak dicampur dengan limbah biasa, disimpan dalam wadah tertutup bersimbol bahaya, lalu diserahkan ke pihak berizin.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: sama-sama logam, tetapi timah bertimbal termasuk limbah B3 dan harus dipisah dari limbah logam biasa.
• **Pernyataan 2 → Benar.** Sisa IPA mudah menyala; wadah tertutup dan jauh dari panas mencegah kebakaran.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Simbol bahaya memberi tahu cara penanganan yang aman.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

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

No. 9 Kunci: A

Konsep: Teknisi pengembangan produk (riset dan pengembangan) membuat dan menguji prototipe serta menyempurnakan rancangan sebelum produksi massal. QC memeriksa produk hasil produksi; perancang PCB membuat tata letak; operator merakit; teknisi purnajual memperbaiki produk pelanggan.

Langkah:

1. Inti tugas: membuat, menguji, dan menyempurnakan prototipe.
2. Bukan di lini produksi dan bukan melayani pelanggan.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Membuat dan menyempurnakan prototipe sebelum produksi massal adalah tugas R&D.
- **B.** ✗ Jebakan: perancang PCB juga bekerja pada tahap rancangan, tetapi tugasnya terbatas pada tata letak, tidak membuat dan menguji prototipe utuh.
- **C.** ✗ Jebakan: pekerja ini menguji, tetapi yang diuji prototipe, bukan produk hasil lini produksi.
- **D.** ✗ Operator bekerja di lini produksi massal.
- **E.** ✗ Teknisi purnajual memperbaiki produk milik pelanggan.

Jawaban: A.

No. 10 Kunci: B

Konsep: Rawat (standarisasi): kondisi yang sudah baik dijadikan standar tertulis/visual (foto, label, daftar periksa) sehingga semua pengguna tahu kondisi yang benar dan dapat memeriksanya.

Langkah:

1. Masalah: kondisi rapi tidak bertahan karena tidak ada standar yang sama.
2. Solusi: standar visual + daftar periksa (Rawat), lalu dibiasakan (Rajin).

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: kerja bakti ulang hanya memulihkan sementara; penyebabnya (tidak ada standar) tetap ada.
- **B.** ✓ Standar visual dan daftar periksa membuat semua kelas tahu dan memeriksa kondisi yang benar.
- **C.** ✗ Alat yang masih diperlukan tidak boleh dibuang.
- **D.** ✗ Mengunci lemari menghambat praktik dan tidak membangun kebiasaan.
- **E.** ✗ Tempat penyimpanan sudah ada; masalahnya kebiasaan dan standar.

Jawaban: B.

No. 11 Kunci: E

Konsep: Simbol termistor: resistor dengan garis miring bertekuk dan tanda t°; tanda "−t°" berarti hambatan turun saat suhu naik (NTC). LDR bertanda panah cahaya masuk; potensiometer berpanah pada badannya; varistor bertanda U.

Langkah:

1. Garis miring bertekuk + "t°" → termistor.
2. Tanda "−" → koefisien suhu negatif (NTC).

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ LDR digambar dengan panah cahaya yang mengarah ke resistor.
- **B.** ✗ Potensiometer sudah ada sebagai VR1 dan bersimbol panah pada badan resistor.
- **C.** ✗ Jebakan: varistor juga bergaris miring bertekuk, tetapi bertanda U (tegangan), bukan t°.
- **D.** ✗ Fotodioda bersimbol dioda dengan panah cahaya masuk.
- **E.** ✓ Garis bertekuk dengan "−t°" adalah termistor NTC.

Jawaban: E.

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

No. 12 Kunci: A, B, E

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

Konsep: NOR bernilai 1 hanya bila semua masukan 0. NOR = NOT(OR) = AND dari masukan yang dibalik (De Morgan). NAND bernilai 1 kecuali saat semua masukan 1.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ NOR bernilai 1 hanya bila semua masukan 0.
- **Pernyataan 2** ✓ NOR = NOT (OR).
- **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: NAND memang 1 saat semua 0, tetapi juga 1 saat hanya satu sensor aktif, sehingga lampu tetap hijau saat ada bahaya.
- **Pernyataan 4** ✗ OR bernilai 1 saat ada sensor aktif; itu cocok untuk alarm, bukan lampu aman.
- **Pernyataan 5** ✓ $A' \cdot B' \cdot C' = (A + B + C)'$ (De Morgan).

Jawaban: pernyataan 1, 2, 5.

No. 13 Kunci: A

Konsep: Motor induksi satu fase memerlukan kapasitor untuk membuat medan magnet putar saat mulai. Bila kapasitor rusak, motor hanya berdengung dan tidak dapat berputar sendiri, tetapi dapat berputar bila didorong ke arah mana pun.

Langkah:

1. Berdengung → arus mengalir ke lilitan.
2. Berputar normal setelah didorong ke arah mana pun → torsi awal tidak ada.
3. Poros lancar → bukan bantalan; penyebabnya kapasitor.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Tanpa kapasitor, tidak ada medan putar awal; dorongan tangan menggantikannya.
- **B.** ✗ Bila lilitan putus, motor tidak berdengung.
- **C.** ✗ Jebakan: bantalan kering juga membuat kipas berdengung, tetapi poros terasa lancar saat diputar.
- **D.** ✗ Tegangan berlebih tidak membuat motor dapat berputar ke dua arah setelah didorong.
- **E.** ✗ Bila arus tidak sampai, motor tidak berdengung.

Jawaban: A.

No. 14 Kunci: E

Konsep: Kapasitor penyangga (decoupling) dipasang paralel antara VCC dan GND sedekat mungkin dengan kaki catu IC, sehingga lonjakan dan penurunan tegangan sesaat diredam tepat di IC.

Langkah:

1. Fungsi: menyediakan arus sesaat dan meredam gangguan catu tepat di IC.
2. Harus paralel (tidak memutus DC) dan dekat kaki IC (jalur pendek).

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Kapasitor seri memutus arus DC sehingga IC tidak mendapat catu.
- **B.** ✗ Jebakan: hubungannya benar (paralel), tetapi jauh dari IC sehingga jalur panjang tetap meneruskan gangguan.
- **C.** ✗ Jebakan: tampak meredam gangguan relai, tetapi tidak menyangga catu IC; perlindungan kumparan relai memakai dioda.
- **D.** ✗ Tidak berhubungan dengan kestabilan catu mikrokontroler.
- **E.** ✓ Paralel VCC–GND dan dekat kaki IC.

Jawaban: E.

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

No. 15 Kunci: A

Konsep: Lama tunda rangkaian RC sebanding dengan konstanta waktu τ = R × C. Menggandakan R atau C kira-kira menggandakan lama tunda.

Langkah:

1. Target 10 detik ≈ 2 × 5 detik → τ perlu sekitar dua kali.
2. C 100 µF → 220 µF (≈ 2,2 kali) → tunda ≈ 11 detik.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ C ≈ dua kali lebih besar → tunda ≈ dua kali lebih lama.
- **B.** ✗ C lebih kecil memperpendek tunda.
- **C.** ✗ Jebakan: resistor memang menentukan tunda, tetapi nilainya diperkecil sehingga tunda menjadi lebih singkat.
- **D.** ✗ Relai 12 V dan komponen lain dapat rusak; konstanta waktu juga tidak berubah.
- **E.** ✗ Jebakan: relai yang lebih peka memang bertahan lebih lama, tetapi relai 5 V akan rusak pada catu 12 V.

Jawaban: A.

No. 16 Kunci: A, C, D

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

Konsep: Pengoperasian sistem audio: nyalakan dari sumber ke amplifier (amplifier terakhir, volume minimum), matikan dengan urutan sebaliknya; impedansi total speaker tidak boleh di bawah beban minimum amplifier; hindari indikator clip menyala terus.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ Mencegah hentakan suara keras ke speaker saat peralatan sebelumnya dinyalakan.
- **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: dua speaker 8 Ω paralel = 4 Ω, di bawah beban minimum 8 Ω sehingga amplifier dapat panas dan rusak.
- **Pernyataan 3** ✓ Urutan mematikan kebalikan dari menyalakan.
- **Pernyataan 4** ✓ Menyambung speaker saat amplifier menyala dapat menimbulkan hentakan dan merusak peralatan.
- **Pernyataan 5** ✗ Indikator clip menandakan sinyal terpotong (cacat); gain diturunkan.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 4.

No. 17 Kunci: B

Konsep: BCD mengubah setiap digit desimal menjadi 4 bit tersendiri: 0111 = 7 dan 1001 = 9 → 79.

Langkah:

1. 0111 = 7 (puluhan).
2. 1001 = 9 (satuan).
3. Tampil 79.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: 0111 1001 dibaca sebagai biner murni (121), padahal BCD dibaca per 4 bit.
- **B.** ✓ 7 dan 9 → 79.
- **C.** ✗ Urutan puluhan dan satuan tertukar.
- **D.** ✗ Hanya 4 bit kiri yang dibaca, padahal 4 bit kanan adalah digit satuan.
- **E.** ✗ Kedua digit dijumlahkan (7 + 9), padahal BCD menampilkan kedua digit berdampingan.

Jawaban: B.

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

No. 18 Kunci: D

Konsep: Pada pengukuran tegangan DC, multimeter digital menampilkan tanda minus bila probe merah menempel pada titik yang lebih negatif daripada probe hitam (COM). Besar tegangannya tetap angka yang ditampilkan.

Langkah:
1. Selektor DCV batas 20 → tampilan langsung dalam volt: 4,98 V.
2. Tanda minus → polaritas probe terbalik (merah di kutub −).

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Baterai tidak dapat "bertegangan negatif"; tanda minus hanya menunjukkan arah pemasangan probe.
• **B.** ✗ Pada batas 20 V, angka 4.98 dibaca 4,98 V, bukan 49,8 V.
• **C.** ✗ Letak titik desimal sudah ditampilkan layar; tidak perlu digeser.
• **D.** ✓ Besar tegangan 4,98 V dan polaritas probe terbalik.
• **E.** ✗ Jebakan: tanda minus bukan kesalahan alat, melainkan tanda polaritas.

Jawaban: D.

No. 19 Kunci: B

Konsep: Dua resistor sama besar yang diparalel = setengah nilainya. Pada rangkaian seri, tegangan terbagi sebanding dengan hambatan: V bagian = V sumber × R bagian ÷ R total.

Langkah:
1. Sebelum: R2 ‖ R3 = 1 kΩ; V X = 12 × 1 ÷ (1 + 1) = 6 V.
2. Sesudah: hanya R2 = 2 kΩ; V X = 12 × 2 ÷ (1 + 2) = 8 V.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Melepas R3 mengubah hambatan bagian bawah sehingga pembagian tegangan berubah.
• **B.** ✓ Sebelum 6 V (1 : 1), sesudah 8 V (1 : 2).
• **C.** ✗ Jebakan: hambatan paralel dihitung 0,5 kΩ (setengah dari 1 kΩ), sehingga awalnya 12 × 0,5 ÷ 1,5 = 4 V.
• **D.** ✗ Jebakan: melepas R3 dikira memutus rangkaian, padahal R2 masih menghubungkan X ke jalur bawah.
• **E.** ✗ Nilai sebelum dan sesudah tertukar.

Jawaban: B.

No. 20 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Regulator linier menurunkan tegangan dengan membuang selisihnya sebagai panas: P ≈ (Vin − Vout) × I. Masukan harus beberapa volt di atas keluaran, tetapi terlalu tinggi menambah panas.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Benar.** (9 − 5) × 0,5 = 2 W.
• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: selisih tegangan menjadi 10 V sehingga panasnya (15 − 5) × 0,5 = 5 W, lebih besar.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Regulator linier memerlukan selisih tegangan minimum antara masukan dan keluaran.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 21 Kunci: C

Konsep: Kode kapasitor film: kode tegangan + tiga angka nilai (pF) + huruf toleransi. 104 = 10 × 10^4 pF = 100 nF.

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

Langkah:

1. Syarat: 104 (100 nF), tegangan ≥ 100 V (2A), toleransi J.
2. Laci 3: 2A104J memenuhi ketiganya.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ 1H = 50 V, di bawah 100 V.
- **B.** ✗ 103 = 10 nF, bukan 100 nF.
- **C.** ✓ 2A (100 V), 104 (100 nF), J (±5%).
- **D.** ✗ Jebakan: nilai dan tegangan sesuai, tetapi K = ±10%.
- **E.** ✗ Jebakan: 1J = 63 V, masih di bawah 100 V.

Jawaban: C.

No. 22 Kunci: B, C, E

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

Konsep: Sinyal sinus: Vp = Vpp ÷ 2 dan Vrms ≈ 0,707 × Vp. Osiloskop memperlihatkan bentuk dan nilai puncak; multimeter AC menampilkan nilai efektif.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✗ Multimeter AC menampilkan nilai efektif, bukan puncak-ke-puncak.
- **Pernyataan 2** ✓ Vp = Vpp ÷ 2 = 10 ÷ 2 = 5 V.
- **Pernyataan 3** ✓ Vrms = 0,707 × Vp untuk gelombang sinus.
- **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: faktor 0,707 dikalikan dengan nilai puncak (5 V), bukan nilai puncak-ke-puncak.
- **Pernyataan 5** ✓ Kedua alat mengukur besaran yang berbeda dari sinyal yang sama.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

No. 23 Kunci: D

Konsep: Tabel kebenaran rancangan diperoleh dengan memasukkan setiap kombinasi ke persamaan. Baris yang hasil ujinya berbeda menunjukkan kesalahan perakitan.

Langkah:

1. Baris 1: 0 + 1 = 1 ✓.
2. Baris 2: 0 + 0 = 0 ✓; baris 3: 0 + 0 = 0 ✓.
3. Baris 4: A · B = 0, C′ = 0 → 0, tetapi hasil uji 1 ✗.
4. Baris 5: 1 + 0 = 1 ✓.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ C′ = 1 → Y = 1, sesuai.
- **B.** ✗ A · B = 0 dan C′ = 0 → 0, sesuai.
- **C.** ✗ Jebakan: B = 1, tetapi A = 0 sehingga A · B = 0 dan C′ = 0 → 0, sesuai.
- **D.** ✓ Seharusnya 0 karena A · B = 0 dan C′ = 0, tetapi tercatat 1.
- **E.** ✗ A · B = 1 → Y = 1, sesuai.

Jawaban: D.

No. 24 Kunci: C

Konsep: "Dan" → AND (·), "atau" → OR (+). Syarat "A dan B" menjadi satu kelompok, lalu di-OR-kan dengan C.

Langkah:

1. Kelompok 1: A dan B → A · B.
2. Atau tombol manual C → Y = A · B + C.
3. Cek: tombol ditekan (C = 1) → Y = 1 kapan pun ✓.

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

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ "Dan" dan "atau" tertukar; tombol manual saja tidak membunyikan bel.
- **B.** ✗ Jebakan: tampak memuat ketiga syarat, tetapi A wajib bernilai 1 sehingga tombol manual tidak bekerja di luar jam istirahat.
- **C.** ✓ Sesuai syarat.
- **D.** ✗ Pengelompokan salah; bel berbunyi setiap jam istirahat walaupun hari libur.
- **E.** ✗ Semua syarat dijadikan AND; tombol manual tidak dapat bekerja sendiri.

Jawaban: C.

No. 25 Kunci: E

Konsep: Sel X (kombinasi yang tidak mungkin) boleh dimasukkan ke kelompok bila membuat kelompok lebih besar. Kelompok empat sel menghapus dua variabel.

Langkah:

1. Kelompok empat: kolom 11 dan 10 di kedua baris (dua sel X dianggap 1) → B.
2. Kelompok dua: A = 0, kolom 01 dan 11 → $A' \cdot C$.
3. $Y = B + A' \cdot C$. Cek A = 1, B = 0, C = 1: B = 0, $A' \cdot C = 0 \rightarrow 0$ ✓.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: persamaan ini sesuai tabel, tetapi belum memanfaatkan sel X sehingga belum paling sederhana.
- **B.** ✗ Membuat Y = 1 pada A = 1, B = 0, C = 1, padahal 0.
- **C.** ✗ Membuat Y = 1 pada A = 0, B = 0, C = 0, padahal 0.
- **D.** ✗ Membuat Y = 0 pada A = 0, B = 1, C = 0, padahal 1.
- **E.** ✓ Kelompok B (dengan sel X) dan $A' \cdot C$.

Jawaban: E.

Simulasi 3 — Prediksi TKA 2026

No. 1 Kunci: A

Konsep: Jangka sorong mengukur diameter luar benda kecil dengan ketelitian sekitar 0,05–0,1 mm; penggaris dan meteran hanya teliti sampai 1 mm.

Langkah:

1. Ketelitian yang dibutuhkan: 0,1 mm.
2. Alat yang mampu: jangka sorong.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Jangka sorong teliti sampai sepersepuluh milimeter atau lebih.
- **B.** ✗ Penggaris hanya teliti 1 mm, tidak dapat membedakan 1,0 mm dan 1,3 mm.
- **C.** ✗ Gambar katalog tidak menunjukkan ukuran sebenarnya.
- **D.** ✗ Meteran gulung untuk panjang besar, ketelitiannya 1 mm.
- **E.** ✗ Jebakan: mencoba langsung pada papan jadi dapat membuat lubang terlalu besar sehingga pad rusak.

Jawaban: A.

No. 2 Kunci: A, C, E

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

Konsep: Pembagi tegangan dua resistor: Vout = Vin × R2 ÷ (R1 + R2), dengan R2 resistor di sisi ground. Arus pembagi I = Vin ÷ (R1 + R2).

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ 12 × 10 ÷ (20 + 10) = 4 V.

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

• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: tertukar → 12 × 20 ÷ 30 = 8 V, melebihi batas 5 V dan dapat merusak masukan.
• **Pernyataan 3** ✓ 15 × 10 ÷ 30 = 5 V.
• **Pernyataan 4** ✗ Salah satuan: 12 V ÷ 30 kΩ = 0,4 mA, bukan 0,4 A.
• **Pernyataan 5** ✓ 12 ÷ 30.000 = 0,0004 A = 0,4 mA.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 5.

No. 3 Kunci: B, C, D

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

Konsep: Limbah elektronik dipilah per jenis, disimpan utuh dalam wadah yang mencegah bahaya (hubung singkat, pecah), dicatat, lalu diserahkan ke pengumpul/pengolah berizin tanpa dibongkar sendiri.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: tampak menguntungkan, tetapi membongkar dapat merusak baterai di dalamnya dan melepaskan bahan berbahaya; pembongkaran dilakukan pengolah berizin.
• **Pernyataan 2** ✓ Mencegah hubung singkat dan kebakaran.
• **Pernyataan 3** ✓ Lampu mengandung merkuri; pecah berarti uapnya terlepas.
• **Pernyataan 4** ✓ Pencatatan bagian dari prosedur penyerahan limbah B3.
• **Pernyataan 5** ✗ Limbah harus dipilah; baterai yang bercampur logam dapat terhubung singkat.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 4.

No. 4 Kunci: C

Konsep: Larutan FeCl3 hanya melarutkan tembaga yang terbuka. Sisa serat kertas yang menempel menghalangi larutan; sisa itu harus dibersihkan (dibasahi dan digosok perlahan) agar tembaga di bawahnya ikut larut.

Langkah:
1. Penyebab: serat kertas menutup tembaga sehingga larutan tidak mengenainya.
2. Angkat papan, bilas, gosok perlahan sisa kertas di sela jalur.
3. Lanjutkan pelarutan sebentar sampai bercak hilang.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Penghalang tetap ada; jalur lain justru terkikis berlebihan.
• **B.** ✗ Jebakan: bercak memang dapat dikikis, tetapi mudah melukai jalur dan sisa tembaga halus sering tertinggal.
• **C.** ✓ Penghalang dihilangkan, lalu pelarutan diselesaikan.
• **D.** ✗ Larutan pekat tetap tidak dapat menembus serat kertas.
• **E.** ✗ Spidol justru melindungi tembaga sehingga bercak tidak akan larut.

Jawaban: C.

No. 5 Kunci: B

Konsep: Waste control mencegah bahan terbuang di sumbernya. IPA mudah menguap; wadah tertutup yang mengeluarkan cairan seperlunya mencegah penguapan dan pemakaian berlebih.

Langkah:
1. Penyebab: IPA menguap dari gelas terbuka sepanjang hari.
2. Tindakan di sumber: wadah tertutup (dispenser) yang mengeluarkan IPA seperlunya.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Harga per liter turun, tetapi IPA tetap menguap.
• **B.** ✓ Wadah tertutup menghentikan penguapan; IPA dikeluarkan seperlunya.
• **C.** ✗ Air tidak melarutkan flux dengan baik dan dapat meninggalkan bekas serta karat pada papan.

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

• **D.** ✗ Kipas justru mempercepat penguapan IPA.
• **E.** ✗ Jebakan: isi lebih sedikit mengurangi luapan, tetapi gelas tetap terbuka sehingga IPA tetap menguap sepanjang hari.

Jawaban: B.

No. 6 Kunci: C

Konsep: Vpp = jumlah kotak puncak-ke-lembah × VOLTS/DIV kanal itu. Penguatan tegangan = Vpp keluaran ÷ Vpp masukan. Sinyal berbalik fase: puncak satu sinyal terjadi bersamaan dengan lembah sinyal lain.

Langkah:
1. CH1: 2 kotak × 0,5 V = 1 Vpp.
2. CH2: 4 kotak × 2 V = 8 Vpp.
3. Penguatan = 8 ÷ 1 = 8 kali; puncak CH2 bertepatan dengan lembah CH1 → berbalik fase.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: hanya jumlah kotak yang dibandingkan (4 ÷ 2), tanpa memakai VOLTS/DIV yang berbeda.
• **B.** ✗ Besar penguatan benar, tetapi puncak CH2 bertepatan dengan lembah CH1 sehingga berbalik fase.
• **C.** ✓ 8 Vpp ÷ 1 Vpp = 8 kali dan berbalik fase.
• **D.** ✗ Pembagian terbalik (masukan ÷ keluaran).
• **E.** ✗ Vpp keluaran dibagi tegangan puncak masukan (0,5 V), bukan Vpp masukan.

Jawaban: C.

No. 7 Kunci: B, C, E

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

Konsep: K3 kerja di ketinggian: tangga dalam kondisi baik di permukaan rata dan dipegangi, tiga titik tumpu saat naik (alat dibawa dengan tas/dikerek), bekerja dengan rekan, menghindari cuaca buruk, dan menjaga jarak dari jaringan listrik.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: tampak menghemat waktu, tetapi menaiki tangga harus dengan pegangan tangan; alat dikerek atau dimasukkan ke tas pinggang.
• **Pernyataan 2** ✓ Mencegah tangga tergelincir atau terguling.
• **Pernyataan 3** ✓ Tangga dan permukaan basah licin; angin mengganggu keseimbangan.
• **Pernyataan 4** ✗ Pekerjaan di ketinggian memerlukan rekan yang mengawasi dan menolong bila terjadi kecelakaan.
• **Pernyataan 5** ✓ Mencegah tersengat bila tangga atau alat menyentuh kabel.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

No. 8 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: 5R saling melengkapi: Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin. Satu tahap tidak menggantikan tahap lainnya.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Benar.** Rapi: setiap alat punya tempat yang jelas.
• **Pernyataan 2 → Benar.** Rawat dan Rajin: kondisi baik diperiksa dan dibiasakan.
• **Pernyataan 3 → Salah.** Label adalah tahap Rapi; Resik (membersihkan) tetap dilakukan setiap selesai praktik.

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

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

No. 9 Kunci: D

Konsep: Seri: R = R1 + R2. Paralel dua resistor: R = (R1 × R2) ÷ (R1 + R2); dua resistor sama → setengahnya.

Langkah:

1. 1 kΩ ‖ 1 kΩ = 0,5 kΩ.
2. 1 kΩ + 0,5 kΩ = 1,5 kΩ ✓ (tiga resistor).
3. Tidak ada pasangan dua resistor dari stok yang tepat 1,5 kΩ.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ 1 ÷ 3 ≈ 0,33 kΩ.
- **B.** ✗ Jebakan: (2,2 × 3,3) ÷ 5,5 = 1,32 kΩ, dekat tetapi tidak tepat 1,5 kΩ.
- **C.** ✗ Jebakan: 2 kΩ ‖ 1 kΩ = 0,67 kΩ; urutan seri dan paralel tertukar.
- **D.** ✓ 1 + 0,5 = 1,5 kΩ.
- **E.** ✗ 2,2 ÷ 2 = 1,1 kΩ.

Jawaban: D.

No. 10 Kunci: D

Konsep: Rambu segitiga kuning = peringatan bahaya (permukaan panas); rambu lingkaran biru = kewajiban memakai APD yang digambarkan (sarung tangan tahan panas dan pelindung wajah).

Langkah:

1. Bahaya: timah cair dan permukaan panas.
2. Kewajiban: sarung tangan dan pelindung wajah.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Kain basah dapat memercikkan timah cair saat airnya menguap.
- **B.** ✗ Dinding pot tetap panas walaupun mesin baru dimatikan.
- **C.** ✗ Jebakan: sarung tangan dipakai, tetapi karet tipis tidak tahan panas dan tanpa pelindung wajah.
- **D.** ✓ Sesuai rambu wajib APD untuk bahaya permukaan panas.
- **E.** ✗ Mengabaikan rambu wajib APD.

Jawaban: D.

No. 11 Kunci: 1S 2B 3B

Konsep: Resistor shunt bernilai kecil dipasang seri dengan beban; tegangannya sebanding dengan arus (V = I × R). Rating dayanya harus di atas P = V × I.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: I = 0,25 ÷ 0,1 = 2,5 A; hasil 0,025 A berasal dari mengalikan, bukan membagi.
- **Pernyataan 2 → Benar.** P = 0,25 V × 2,5 A = 0,625 W > 0,25 W.
- **Pernyataan 3 → Benar.** V = I × R = 3 × 0,1 = 0,3 V.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

No. 12 Kunci: E

Konsep: Pada LED, sisi datar badan dan kaki pendek menandai katoda. Silkscreen PCB biasanya menggambar sisi datar yang sama di pad katoda, sesuai skema.

Langkah:

1. Skema: katoda → ground.
2. Silkscreen: sisi datar di pad yang menuju ground → pad katoda.
3. LED: sisi datar = katoda → sejajarkan dengan sisi datar silkscreen.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Membuat katoda tersambung ke R1, sehingga LED terbalik.

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

• **B.** ✗ Jebakan: tampak praktis, tetapi menyolder-melepas berulang dapat merusak pad dan LED; tanda polaritas sudah tersedia.
• **C.** ✗ Arah sisi datar ditentukan polaritas, bukan kemudahan melihat.
• **D.** ✗ Kaki dekat sisi datar adalah katoda; memasangnya ke R1 membuat LED terbalik.
• **E.** ✓ Sisi datar LED (katoda) bertemu pad katoda yang menuju ground.

Jawaban: E.

No. 13 Kunci: A, B, D

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

Konsep: Simbol: antena (garis tegak bercabang), kapasitor variabel (kapasitor dengan panah miring), induktor (lengkungan bersambung), mikrofon (lingkaran dengan garis tegak di sisinya), ground (garis makin pendek).

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✓ Simbol antena berbentuk garis tegak dengan cabang di ujungnya.
• **Pernyataan 2** ✓ Panah miring menandakan nilainya dapat diatur.
• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: lengkungan bersambung adalah kumparan (induktor), bukan resistor.
• **Pernyataan 4** ✓ Itu simbol mikrofon.
• **Pernyataan 5** ✗ Garis makin pendek ke bawah adalah ground; baterai digambar dengan pasangan garis panjang-pendek.

Jawaban: pernyataan 1, 2, 4.

No. 14 Kunci: E

Konsep: Amperemeter dipasang seri dengan beban. Untuk arus kecil, pakai lubang mA dan batas ukur terkecil yang masih di atas arus perkiraan agar hasil teliti.

Langkah:
1. Arus ±15 mA → batas 200 mA dan lubang VΩmA.
2. Jalur LED diputus dan multimeter disisipkan seri.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: aman, tetapi batas 10 A hanya menampilkan sekitar 0,01–0,02 A sehingga tidak dapat dicatat sampai mA.
• **B.** ✗ Memasang paralel dengan LED membuat arus melewati multimeter, bukan LED; hasilnya bukan arus LED dan sekring dapat putus.
• **C.** ✗ Selektor DCV mengukur tegangan, bukan arus.
• **D.** ✗ Paralel dengan resistor menghubung-singkatkan resistor itu; arus LED naik dan sekring dapat putus.
• **E.** ✓ Seri, lubang mA, batas 200 mA.

Jawaban: E.

No. 15 Kunci: A

Konsep: Energi baterai W (Wh) = V × kapasitas (Ah). Kapasitas mAh saja atau tegangan saja tidak menentukan energi.

Langkah:
1. P: 3,7 × 5 = 18,5 Wh; Q: 7,4 × 3 = 22,2 Wh; R: 12 × 1,5 = 18 Wh.
2. S: 11,1 × 1,8 ≈ 20,0 Wh; T: 3,7 × 5,5 ≈ 20,4 Wh.
3. Terbesar: Q.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ 22,2 Wh, terbesar.
• **B.** ✗ 18,5 Wh.

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

- **C.** ✗ Jebakan: tegangan tertinggi, tetapi kapasitasnya kecil sehingga hanya 18 Wh.
- **D.** ✗ Sekitar 20,0 Wh.
- **E.** ✗ Jebakan: kapasitas mAh terbesar, tetapi tegangannya rendah sehingga hanya sekitar 20,4 Wh.

Jawaban: A.

No. 16 Kunci: B

Konsep: Toleransi ±5% dari 220 Ω = ±11 Ω, sehingga batasnya 209–231 Ω.

Langkah:
1. 5% × 220 = 11 Ω → 209 Ω sampai 231 Ω.
2. Hanya R3 (232 Ω) di luar batas.

Analisis setiap opsi:
- **A.** ✗ Jebakan: 211 Ω dekat batas bawah, tetapi masih di atas 209 Ω.
- **B.** ✓ 232 Ω di atas batas 231 Ω.
- **C.** ✗ Jebakan: 229 Ω dekat batas atas, tetapi masih di bawah 231 Ω.
- **D.** ✗ 218 Ω di dalam batas.
- **E.** ✗ 225 Ω di dalam batas.

Jawaban: B.

No. 17 Kunci: A, B, E

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

Konsep: Pengukuran kapasitansi: kosongkan muatan, lepas komponen dari rangkaian, pilih mode dan rentang kapasitansi, lalu bandingkan hasil dengan nilai nominal dan toleransinya.

Analisis setiap pernyataan:
- **Pernyataan 1** ✓ Muatan tersisa dapat merusak multimeter dan membuat hasil keliru.
- **Pernyataan 2** ✓ Komponen yang tersambung paralel ikut memengaruhi hasil.
- **Pernyataan 3** ✗ Mode kapasitansi tidak boleh dipakai pada rangkaian bertegangan.
- **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: mode ohm hanya memperlihatkan pengisian sesaat, tidak menunjukkan nilai kapasitansi.
- **Pernyataan 5** ✓ 470 µF ±20% → batas 376–564 µF; di luar itu elko patut diganti.

Jawaban: pernyataan 1, 2, 5.

No. 18 Kunci: A, C, D

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

Konsep: XOR bernilai 1 bila kedua masukan berbeda; XNOR (kebalikan XOR) bernilai 1 bila kedua masukan sama. Keduanya dipakai sebagai pembanding satu bit.

Analisis setiap pernyataan:
- **Pernyataan 1** ✓ XNOR bernilai 1 pada 00 dan 11.
- **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: AND tidak menyala pada keadaan 00, padahal kedua sensor juga sama.
- **Pernyataan 3** ✓ XOR bernilai 1 pada 01 dan 10.
- **Pernyataan 4** ✓ NOT(XOR) = XNOR.
- **Pernyataan 5** ✗ Kedua sensor sama (11), sehingga XOR bernilai 0 dan buzzer diam.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 4.

No. 19 Kunci: B, C, E

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

Konsep: Kapasitor menyimpan muatan dan melepaskannya melalui hambatan; konstanta waktu τ = R × C menunjukkan lamanya pengisian/pengosongan.

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

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✗ Elko hanya menyimpan muatan; setelah muatannya habis, LED padam.
- **Pernyataan 2** ✓ Muatan elko mengalir melalui jalur LED sehingga LED masih menyala sebentar.
- **Pernyataan 3** ✓ 1.000 Ω × 0,001 F = 1 s.
- **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: kapasitansi lebih kecil menyimpan muatan lebih sedikit sehingga LED padam lebih cepat.
- **Pernyataan 5** ✓ R lebih besar → R × C lebih besar sehingga muatan keluar lebih lambat.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

No. 20 Kunci: B

Konsep: Kontak pengunci (NO milik kontaktor itu sendiri) dipasang paralel dengan tombol start-nya. Kontak interlock (NC milik kontaktor lawan) dipasang seri dengan kumparan agar kedua kontaktor tidak aktif bersamaan.

Langkah:

1. Baris 1: kontak paralel tombol MAJU adalah K1 → K1 mengunci dirinya sendiri (benar).
2. Baris 2: kontak paralel tombol MUNDUR berlabel K1, padahal seharusnya K2 → saat K2 aktif, kontak itu tetap terbuka (K1 tidak aktif).
3. Akibatnya K2 hanya aktif selama MUNDUR ditekan; interlock K2 (NC) dan K1 (NC) tetap bekerja.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Pengunci baris mundur salah label sehingga mundur tidak terkunci.
- **B.** ✓ Pengunci maju benar (K1), pengunci mundur salah (K1, seharusnya K2).
- **C.** ✗ Kebalikannya: baris maju yang benar.
- **D.** ✗ Jebakan: kontak NC K1 dan K2 tetap terpasang sebagai interlock, sehingga keduanya tidak dapat aktif bersamaan.
- **E.** ✗ Jebakan: K2 tetap teraliri saat tombol MUNDUR ditekan (selama K1 tidak aktif); yang hilang hanya fungsi penguncinya.

Jawaban: B.

No. 21 Kunci: E

Konsep: Heksadesimal berbasis 16: nilai = digit kiri × 16 + digit kanan.

Langkah:

1. 48 → 4 × 16 + 8 = 72 ✓; 27 → 2 × 16 + 7 = 39 ✓.
2. 68 → 6 × 16 + 8 = 104 ✓; 23 → 2 × 16 + 3 = 35 ✓.
3. 50 → 5 × 16 + 0 = 80, bukan 50 ✗.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: angka heksadesimal dibaca sebagai desimal; 72 sudah benar.
- **B.** ✗ Angka heksadesimal dibaca sebagai desimal; 39 sudah benar.
- **C.** ✗ Digit kanan (8) terlupa: 6 × 16 = 96; 104 sudah benar.
- **D.** ✗ Angka heksadesimal dibaca sebagai desimal; 35 sudah benar.
- **E.** ✓ 5 × 16 = 80.

Jawaban: E.

No. 22 Kunci: C

Konsep: Tabel kebenaran dibaca dengan mencari pola: di sini Y = 1 pada semua baris yang memiliki dua atau tiga masukan bernilai 1 (rangkaian mayoritas).

Langkah:

1. Baris dengan satu masukan 1 (001, 010, 100) → Y = 0.

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

2. Baris dengan dua masukan 1 (011, 101, 110) → Y = 1.
3. Baris 111 → Y = 1 → "sedikitnya dua".

Analisis setiap opsi:
- **A.** ✗ Baris dengan satu masukan 1 menghasilkan 0.
- **B.** ✗ Baris dengan dua masukan 1 sudah menghasilkan 1.
- **C.** ✓ Sesuai semua baris.
- **D.** ✗ Jebakan: tiga baris dua-masukan memang 1, tetapi baris 111 juga 1.
- **E.** ✗ Baris 001 (ganjil) bernilai 0, dan 011 (genap) bernilai 1.

Jawaban: C.

No. 23 Kunci: A

Konsep: LED RGB anoda bersama: ketiga anoda disatukan ke + catu; setiap warna menyala bila katodanya ditarik ke 0 V (logika 0) melalui resistor. Logika menjadi "aktif rendah".

Langkah:
1. Anoda bersama harus ke +5 V.
2. Arus mengalir dari +5 V → LED → resistor → pin bila pin = 0 V.
3. Jadi warna menyala saat pin diberi logika 0.

Analisis setiap opsi:
- **A.** ✓ Anoda ke +5 V dan katoda ditarik 0 V oleh pin → arus mengalir.
- **B.** ✗ Kaki bersama di ground membuat LED terbalik; resistor kecil tidak menyelesaikannya dan berbahaya.
- **C.** ✗ Jebakan: kaki bersama sudah benar, tetapi pin bernilai 1 (5 V) membuat kedua ujung LED sama-sama 5 V sehingga tidak ada arus.
- **D.** ✗ Anoda di ground dan katoda 0 V: tidak ada beda tegangan.
- **E.** ✗ Tanpa sambungan anoda tidak ada jalur arus.

Jawaban: A.

No. 24 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Keluaran gerbang menjadi masukan gerbang berikutnya. OR bernilai 1 bila salah satu masukannya 1; AND bernilai 1 hanya bila semua masukannya 1.

Analisis setiap pernyataan:
- **Pernyataan 1 → Benar.** NOT: C'; AND: $B \cdot C'$; OR dengan A: $A + B \cdot C'$.
- **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: $C' = 0$ sehingga $B \cdot C' = 0$, dan $A = 0 \rightarrow Y = 0$.
- **Pernyataan 3 → Benar.** Masukan 1 pada OR membuat keluaran 1.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 25 Kunci: D

Konsep: Kolom 00 dan 10 pada K-Map bertetangga (berbeda satu variabel). Kelompok dua sel menghapus satu variabel.

Langkah:
1. A = 0: sel 001 dan 011 → $A' \cdot C$.
2. A = 1: sel 100 dan 110 (kolom 00 dan 10, bertetangga) → $A \cdot C'$.
3. $Y = A' \cdot C + A \cdot C'$.

Analisis setiap opsi:
- **A.** ✗ Membuat Y = 1 pada 101 dan 111, padahal 0.
- **B.** ✗ Sel 110 tidak tertutup karena kolom 00 dan 10 tidak dianggap bertetangga.
- **C.** ✗ Jebakan: sesuai tabel, tetapi dua suku pertama dapat digabung menjadi $A' \cdot C$.

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

- **D.** ✓ Dua kelompok dua sel: $A' \cdot C$ dan $A \cdot C'$.
- **E.** ✗ Membuat Y = 0 pada 011, padahal 1, dan Y = 1 pada 101.

Jawaban: D.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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 Teknik Elektronika:

1. **Baca gejala dan data ukurnya dulu, baru cari penyebabnya.** Telusuri dari sumber ke beban: catu daya, jalur, komponen, polaritas. Pilihan yang benar menjelaskan **semua** gejala di soal, bukan hanya satu.
2. **Tulis semua nilai dalam satuan dasar sebelum menghitung.** Ubah kΩ, mA, µF, dan nF lebih dulu, lalu tanyakan: apakah hasilnya masuk akal? Rumus yang tepat dengan satuan yang keliru tetap menghasilkan jawaban salah.
3. **Jadikan keselamatan jawaban bawaan.** Putus sumber listrik sebelum menyentuh rangkaian, atur batas arus sebelum menyalakan rangkaian baru, dan pakai alat pelindung diri yang sesuai. Tindakan yang tampak cepat tetapi melewati langkah keselamatan hampir selalu pengecoh.
4. **Kenali jenis gambarnya sebelum membacanya.** Skema menunjukkan hubungan listrik, tata letak PCB menunjukkan letak tembaga (dan tercermin), layar osiloskop dibaca lewat kotak dan pengaturannya, jarum multimeter dibaca pada skala yang sesuai batas ukur.
5. **Pada soal digital, kerjakan baris demi baris.** Susun tabel kebenaran lengkap, uji pernyataan pada setiap kombinasi, dan ingat bahwa persamaan yang benar belum tentu persamaan yang paling sederhana.

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 MCMA, nilai setiap pilihan sendiri-sendiri.
- Gambar ulang tanpa melihat buku: simbol komponen, rangkaian seri dan paralel, catu daya dalam blok, dan peta Karnaugh.
- 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.

Setiap rangkaian bekerja karena setiap sambungannya dipasang dengan teliti, walaupun tidak ada yang melihatnya. Bawalah ketelitian yang sama. Ilmu 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

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

tenaga. Apa pun hasil ujianmu nanti, kesungguhan yang kamu bangun selama belajar akan tetap menjadi milikmu.

Selamat berjuang.

Handaka Lumu

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Lampiran

Lampiran 1 · Glosarium

Istilah	Arti singkat	Dibahas di
K3LH	keselamatan dan kesehatan kerja serta lingkungan hidup, yaitu upaya mencegah kecelakaan, penyakit akibat kerja, dan pencemaran	1.2
Bahaya	sesuatu yang berpotensi mencelakakan, misalnya ujung solder yang panas	1.2
Risiko	besar kemungkinan dan parahnya akibat bila suatu bahaya benar-benar terjadi	1.2
Flux	bahan pembersih permukaan logam agar timah menempel, yang menimbulkan asap iritatif saat dipanaskan	1.2, 2.1
Timbal	logam beracun (Pb) pada banyak timah solder, yang berbahaya bila tertelan lewat tangan	1.2
Penyedot asap	alat rekayasa yang menarik asap flux dari meja solder sebelum terhirup	1.2
APD (alat pelindung diri)	perlengkapan yang dipakai pekerja sebagai pelindung terakhir, misalnya kacamata dan sarung tangan	1.2
MCB	pemutus sirkuit mini yang memutus aliran listrik otomatis saat arus berlebih	1.2
APAR	alat pemadam api ringan, dipakai untuk api kecil dengan cara tarik, arahkan, tekan, sapu	1.2
Rambu K3	tanda bergambar berbentuk dan berwarna khusus yang menyampaikan larangan, peringatan, kewajiban, atau informasi keselamatan	1.2
Gelang antistatis	gelang di pergelangan tangan yang tersambung ke ground untuk membuang muatan statis tubuh dengan aman	1.2
Muatan statis	muatan listrik yang menumpuk pada tubuh atau benda dan dapat merusak komponen peka tanpa terasa	1.2
B3	bahan berbahaya dan beracun, yaitu zat yang dapat mencemari lingkungan dan membahayakan kesehatan	1.3
Limbah B3	sisa suatu kegiatan yang mengandung bahan berbahaya dan beracun	1.3
Sifat mudah menyala	sifat limbah yang terbakar bila bertemu percikan, panas, atau api	1.3
Sifat korosif	sifat limbah yang merusak logam serta melukai kulit atau mata	1.3
Sifat beracun	sifat limbah yang membahayakan kesehatan bila tertelan, terhirup, atau menembus kulit	1.3
Sifat reaktif	sifat limbah yang mudah bereaksi hebat dan menghasilkan panas, gas, atau ledakan	1.3

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

Larutan etsa $FeCl_3$	larutan feri klorida pelarut tembaga pada pembuatan PCB, korosif, dan setelah dipakai mengandung tembaga terlarut	1.3
Hubung singkat	tersambungnya kutub positif dan negatif tanpa hambatan sehingga arus sangat besar dan memanaskan baterai	1.3, 3.3
Merkuri	logam cair beracun di dalam lampu TL dan lampu hemat energi, yang menguap bila lampu pecah	1.3
Majun	kain lap bekas pembersih yang bila terkena pelarut atau flux menjadi limbah B3	1.3
Pengumpul atau pengolah berizin	pihak yang berwenang menerima dan menangani limbah B3 dengan bukti serah terima	1.3
Limbah elektronik	peralatan elektronik rusak seperti papan PCB dan ponsel, yang mengandung zat berbahaya dan disimpan utuh	1.3
5R	budaya kerja lima langkah berurutan: Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin	1.4
5S	asal 5R dari Jepang: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke	1.4
Ringkas	langkah memilah barang perlu dari yang tidak perlu dan menyingkirkan yang tidak perlu	1.4
Rapi	langkah menata barang dan memberi tempat tetap serta label	1.4
Resik	langkah membersihkan dan memeriksa tempat kerja setiap selesai bekerja	1.4
Rawat	langkah mempertahankan kondisi baik dengan standar, daftar periksa, dan jadwal	1.4
Rajin	langkah membiasakan semua orang menjalankan 5R tanpa disuruh	1.4
Papan alat bergambar	papan dinding bergaris bentuk alat sehingga alat yang belum kembali langsung terlihat	1.4
Daftar periksa	lembar butir pernyataan yang dinilai ya atau tidak untuk memeriksa kondisi 5R	1.4
Audit 5R	pemeriksaan berkala penerapan 5R yang hasilnya dipakai untuk memperbaiki	1.4
Perkakas tangan	perkakas yang digerakkan langsung oleh tangan pemakainya, tanpa mesin besar	2.1
Tang crimping	tang berahang berlekuk untuk menjepit terminal pada kabel dengan tekanan merata	2.1
Tang pengupas kabel	tang berlubang ukuran yang memotong isolasi kabel tanpa melukai serabut tembaga	2.1
Terminal (skun)	penghubung logam di ujung kabel agar mudah dibaut atau dicolokkan	2.1
Crimping	menjepit terminal pada kabel sampai logam dan serabut menyatu rapat	2.1
Tinning	melapisi mata solder (atau kabel) dengan lapisan tipis timah baru	2.1, 5.2
Sambungan dingin	sambungan solder kusam dan berbutir akibat panas kurang atau kaki bergerak saat membeku	2.1

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

Desoldering	melepas komponen dengan mengeluarkan timah dari sambungannya lebih dulu	2.1
Kawat pengisap timah	kawat tembaga berjalin yang menyerap timah cair lewat gaya kapiler	2.1
Pencungkil plastik (spudger)	alat plastik untuk membuka casing tanpa merusaknya	2.1
PCB (papan rangkaian tercetak)	papan penyekat berjalur tembaga tempat komponen dipasang dan disambungkan	2.2
PCB satu layer	PCB dengan lapisan tembaga di satu sisi saja, tanpa via	2.2
Substrat	lembar dasar penyekat PCB, misalnya FR-4 atau fenolik	2.2
Jalur (track)	tembaga yang tersisa sebagai penghantar antar titik pada PCB	2.2, 2.4
Pad	lingkaran tembaga di sekeliling lubang tempat kaki komponen disolder	2.2, 2.4
Jumper	kawat di sisi komponen yang melompati jalur lain pada PCB satu layer	2.2, 2.4
Transfer toner	memindahkan gambar jalur dari kertas ke tembaga dengan panas setrika	2.2
Etsa (pelarutan)	melarutkan tembaga yang tidak terlindung toner memakai larutan seperti $FeCl_3$	2.2
Over-etching	pelarutan berlebih yang mengikis tepi dan menipiskan jalur	2.2
Under-etching	pelarutan kurang sehingga tembaga tersisa di sela jalur	2.2
Silkscreen	tulisan dan garis tanda dari tinta di sisi komponen PCB	2.2, 2.4
Jangka sorong	alat ukur untuk diameter kaki komponen dengan ketelitian sepersepuluh milimeter atau lebih	2.2
Simbol	gambar sederhana yang disepakati untuk mewakili sebuah komponen pada skema	2.3
Skema (diagram rangkaian)	gambar yang menunjukkan komponen dan hubungan listriknya memakai simbol	2.3
Anoda	kaki dioda atau LED tempat arus maju masuk	2.3
Katoda	kaki dioda atau LED tempat arus maju keluar; ditandai garis pada simbol	2.3
Dioda zener	dioda dengan garis katoda bertekuk yang dipasang bias mundur untuk menahan tegangan	2.3, 4.5
Transistor NPN / PNP	transistor tiga kaki yang dibedakan oleh panah emitor keluar (NPN) atau masuk (PNP)	2.3
Relai	sakelar yang digerakkan listrik, terdiri atas kumparan dan kontak	2.3, 3.4, 5.1
NO / NC	kontak yang terbuka (NO) atau tertutup (NC) pada keadaan normal	2.3
Sekering	komponen pelindung yang putus bila arus melebihi nilainya	2.3, 3.2
Ground (GND)	titik acuan 0 V yang sama untuk semua simbol ground pada satu skema	2.3
IEC / ANSI	dua standar gaya simbol; resistor persegi panjang (IEC) atau zigzag (ANSI)	2.3

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

Tata letak PCB (PCB layout)	gambar letak fisik pad, jalur tembaga, dan komponen di atas papan	2.4
Simpul	kumpulan titik yang tersambung langsung dan bertegangan sama	2.4
Label jalur (net label)	nama yang sama pada dua titik skema berarti kedua titik tersambung	2.4
Sisi tembaga	sisi bawah PCB tempat jalur dan sambungan solder; tampak sebagai cermin sisi komponen	2.4
Papan percobaan (breadboard)	papan berlubang untuk merakit rangkaian tanpa solder; lima lubang satu baris tersambung	2.4
4k7	cara tulis singkat 4,7 kΩ; huruf k menggantikan koma dan berarti kilo	2.4
Arus listrik	aliran muatan listrik, diukur dalam ampere (A)	3.1
Tegangan	beda potensial yang mendorong muatan mengalir, diukur dalam volt (V)	3.1
Hambatan	penghalang aliran arus, diukur dalam ohm (Ω)	3.1
Daya listrik	laju pemakaian energi, P = V × I, dalam watt (W)	3.1
Energi listrik	daya dikali waktu, E = P × t, dalam Wh atau kWh	3.1
Arus searah (DC)	arus yang arahnya tetap, seperti dari baterai dan adaptor	3.1
Arus bolak-balik (AC)	arus yang arahnya berganti teratur, seperti listrik rumah 50 Hz	3.1
Frekuensi	jumlah siklus gelombang tiap detik, satuan hertz (Hz)	3.1
Konduktor	bahan yang mudah mengalirkan arus, seperti tembaga	3.1
Isolator	bahan yang menahan arus, seperti karet dan plastik	3.1
Semikonduktor	bahan dengan daya hantar di antara konduktor dan isolator, seperti silikon	3.1
Kapasitas baterai (mAh)	muatan yang dapat diberikan baterai; energinya Wh = V × Ah	3.1
Hukum Ohm	tegangan sama dengan arus dikali hambatan, V = I × R	3.2
Ohm (Ω)	satuan hambatan; 1 Ω membuat 1 V menghasilkan 1 A	3.2
Rating daya	daya maksimum yang aman diserap komponen terus-menerus	3.2
Cadangan	selisih aman antara rating dan daya kerja, misalnya rating dua kali daya	3.2
Arus pengenal	arus maksimum yang boleh diberikan sumber atau dilewatkan komponen	3.2
Jatuh tegangan	tegangan yang hilang pada kabel, V = I × R kabel	3.2
Rugi daya	daya yang berubah menjadi panas di kabel atau komponen, P = I^2 × R	3.2
Resistor shunt	resistor berhambatan sangat kecil untuk mengukur arus lewat tegangannya	3.2
Amperemeter	alat ukur arus yang dipasang seri	3.2
Voltmeter	alat ukur tegangan yang dipasang paralel	3.2
Rangkaian seri	komponen disambung dalam satu jalur sehingga arusnya sama	3.3

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

Rangkaian paralel	komponen disambung pada dua titik yang sama sehingga tegangannya sama	3.3
Rangkaian campuran	gabungan bagian seri dan paralel yang disederhanakan bertahap	3.3
Hambatan total	satu hambatan setara yang menggantikan seluruh gabungan resistor	3.3
Pembagi tegangan	dua resistor seri yang membagi tegangan sebanding hambatannya	3.3, 4.4
Pembagi arus	pembagian arus total ke cabang paralel berbanding terbalik dengan hambatannya	3.3
Hukum Kirchhoff tegangan	jumlah tegangan dalam satu loop sama dengan tegangan sumber	3.3
Hukum Kirchhoff arus	arus yang masuk titik cabang sama dengan arus yang keluar	3.3
Titik cabang	titik tempat arus terbagi menjadi beberapa jalur	3.3
Rangkaian terbuka (putus)	jalur terputus sehingga arus nol dan tegangan sumber muncul di titik putus	3.3
Hambatan setara	nilai satu resistor pengganti sebuah gabungan resistor	3.3
Catu daya linier	rangkaian trafo, penyearah, filter, dan regulator yang mengubah AC jala-jala menjadi DC rata	3.4
Tegangan puncak	nilai tertinggi gelombang AC, sama dengan $V_{rms} \times \sqrt{2}$	3.4
Penyearah jembatan	empat dioda yang mengubah AC menjadi DC berdenyut dengan tegangan hilang sekitar 1,4 V	3.4
Riak (ripple)	naik turun kecil tegangan DC setelah filter, kira-kira $I \div (f \times C)$	3.4
Filter kapasitor	elko paralel beban yang meratakan denyutan keluaran penyearah	3.4
Regulator 78xx	IC tiga kaki yang menjaga tegangan keluaran tetap bila masukan beberapa volt lebih tinggi	3.4, 4.5
LDR	resistor yang hambatannya besar saat gelap dan kecil saat terang	3.4, 4.4
Trimpot	potensiometer kecil yang disetel dengan obeng untuk menentukan batas peka	3.4
Dioda pelindung	dioda paralel kumparan relai (katoda ke +) yang meredam lonjakan tegangan balik	3.4
IC 555 astabil	pewaktu yang berosilasi terus dengan $f \approx 1{,}44 \div ((R1 + 2 \cdot R2) \times C)$	3.4
Duty cycle	persentase waktu keluaran tinggi dalam satu periode	3.4, 4.2
Multimeter	alat ukur serbaguna untuk tegangan, arus, dan hambatan, ada jenis analog (jarum) dan digital (angka)	4.1
Selektor	knob pemilih fungsi dan batas ukur pada multimeter	4.1
COM	lubang colok bersama untuk probe hitam, yang selalu dipakai	4.1
Batas ukur	nilai terbesar yang dapat diukur pada posisi selektor tertentu	4.1
Paralel (pemasangan voltmeter)	dipasang di kedua ujung beban tanpa memutus rangkaian	4.1

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

Seri (pemasangan ammeter)	disisipkan di dalam jalur yang diputus sehingga seluruh arus melewati alat	4.1
Kontinuitas	ada atau tidaknya hubungan listrik yang baik antara dua titik, ditandai bunyi bip	4.1
Uji dioda	fungsi multimeter yang menampilkan tegangan jatuh dioda (±0,5–0,7 V arah maju, OL arah mundur)	4.1
OL (overload)	tampilan yang berarti nilai melebihi batas ukur atau rangkaian terbuka	4.1
Sekering internal	kawat pelindung di jalur arus multimeter yang putus bila arus berlebih	4.1
Skala (analog)	busur bercetak pada pelat jarum; yang dibaca adalah skala yang angka maksimumnya sama dengan batas ukur	4.1
Osiloskop	alat yang menggambar grafik tegangan terhadap waktu pada layar berkotak	4.2
Div (kotak)	satu kotak besar pada layar osiloskop; layar berisi 10 kotak mendatar dan 8 kotak tegak	4.2
VOLTS/DIV	pengaturan tegangan tiap kotak tegak	4.2
TIME/DIV	pengaturan waktu tiap kotak mendatar	4.2
Vpp	tegangan puncak-ke-puncak, jarak tegak puncak atas ke puncak bawah	4.2, 5.2
Vp	tegangan puncak dari garis 0 V ke puncak; untuk sinus simetris Vp = Vpp ÷ 2	4.2
Vrms	tegangan efektif; untuk sinus Vrms = Vp ÷ √2	4.2
Periode (T)	waktu satu gelombang penuh; frekuensi f = 1 ÷ T	4.2
Trigger	rangkaian yang menentukan saat sapuan dimulai (sumber, level, slope, mode) agar gambar diam	4.2
Kopling AC/DC/GND	pilihan masukan: DC meneruskan semua, AC menahan komponen searah, GND memperlihatkan 0 V	4.2
Probe ×10	probe yang melemahkan sinyal sepuluh kali; faktor di menu harus sama dengan sakelar probe	4.2
Kode warna resistor	gelang berwarna yang menyatakan angka, pengali, dan toleransi resistor	4.3
Pengali	pangkat sepuluh yang mengalikan angka nilai (hitam × 1, emas × 0,1, perak × 0,01)	4.3
Toleransi	simpangan nilai yang diizinkan dalam persen (emas ±5 %, perak ±10 %, coklat ±1 %, merah ±2 %)	4.3
Kode angka SMD	nilai resistor kecil yang ditulis angka: AB C = AB × 10^C Ω, huruf R = koma	4.3
pF, nF, µF	satuan kapasitansi; 1 nF = 1.000 pF dan 1 µF = 1.000 nF	4.3
Kode kapasitor	tiga angka bersatuan pF, kadang diikuti huruf toleransi J ±5 %, K ±10 %, M ±20 %	4.3
Deret E12	nilai standar resistor ±10 %: 10, 12, 15, 18, 22, 27, 33, 39, 47, 56, 68, 82 per dekade	4.3

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

Potensiometer	resistor berkaki tiga yang nilainya diubah dengan memutar penyapu	4.3, 4.4
THT	kemasan berkaki yang dimasukkan ke lubang papan lalu disolder	4.3
SMD	komponen yang menempel di permukaan papan pada bantalan tembaga	4.3
Kemasan (package)	bentuk fisik dan susunan kaki komponen, misalnya DIP, TO-92, TO-220, 0805, SOT-23, SOIC	4.3
Resistor pembatas arus	resistor seri dengan LED agar arus tidak melewati batas	4.4
Tegangan maju (VF)	tegangan yang tertinggal pada LED saat menyala	4.4
NTC	resistor yang hambatannya turun ketika suhu naik	4.4
Dielektrik	bahan penyekat tipis di antara dua pelat kapasitor	4.4
Tegangan kerja	tegangan maksimum yang boleh dikenakan terus-menerus pada kapasitor	4.4
Elko	kapasitor elektrolit berkutub dengan nilai besar	4.4
Kapasitor penyangga (decoupling)	kapasitor kecil dekat kaki catu IC untuk meredam gangguan catu	4.4
Konstanta waktu (τ)	hasil R × C yang menentukan lamanya pengisian atau pengosongan kapasitor	4.4
Induktor	kumparan kawat yang melawan perubahan arus	4.4
Dioda	komponen dua kaki yang menghantar arus satu arah (anoda ke katoda)	4.5
Bias maju	anoda lebih positif dari katoda sehingga dioda menghantar (≈ 0,7 V pada silikon)	4.5
Bias mundur	anoda lebih negatif dari katoda sehingga dioda menahan arus	4.5
OL (over limit)	tampilan multimeter bila nilai melebihi batas ukur, tanda tidak ada arus	4.5
LED	dioda pemancar cahaya yang wajib memakai resistor pembatas	4.5
LED RGB	tiga LED merah, hijau, biru dalam satu rumah dengan satu kaki bersama (anoda atau katoda)	4.5
Transistor BJT	komponen tiga kaki (basis, kolektor, emitor) yang arus basis kecilnya mengendalikan arus besar	4.5
Jenuh (saturasi)	keadaan transistor menghantar penuh dengan VCE sekitar 0,2 V	4.5
Putus (cutoff)	keadaan transistor tidak menghantar dengan VCE mendekati tegangan catu	4.5
Resistor basis	resistor yang menentukan arus basis, Rb = (Vin − 0,7 V) ÷ IB	4.5
Kaidah tangan kiri	aturan arah gaya pada kawat berarus: telunjuk medan, jari tengah arus, ibu jari gaya	5.1
Komutator dan sikat	bagian motor DC yang membalik arus kumparan tiap setengah putaran	5.1
Generator	mesin yang mengubah gerak putar menjadi tegangan listrik, kebalikan motor	5.1
Motor stepper	motor yang berputar selangkah demi selangkah menurut pulsa	5.1

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

Sudut langkah	sudut putar tiap pulsa, sama dengan 360° dibagi langkah per putaran	5.1
Motor servo	motor dengan sensor posisi yang menuju sudut sesuai lebar pulsa PWM	5.1
PWM	pengaturan lewat lebar pulsa; pada motor DC mengatur kecepatan	5.1
Rangkaian pengunci	rangkaian yang menahan relai tetap aktif lewat kontak bantu NO paralel tombol START	5.1
Interlock	pengunci silang dengan kontak NC relai lawan agar dua relai tidak aktif bersamaan	5.1
Jembatan H	empat sakelar berbentuk H yang membalik polaritas motor	5.1
Trafo	dua kumparan pada satu inti yang mengubah tegangan AC menurut rasio lilitan	5.1
Catu daya laboratorium	sumber tegangan DC yang dapat diatur dan dilengkapi pembatas arus	5.2
CV (constant voltage)	mode catu daya dengan tegangan tetap dan arus ditentukan beban	5.2
CC (constant current)	mode catu daya ketika arus mencapai batas; tanda ada masalah pada beban	5.2
Batas arus	arus maksimum yang diizinkan catu daya, diatur sedikit di atas kebutuhan	5.2
Generator fungsi	alat penghasil sinyal sinus, kotak, atau segitiga dengan frekuensi dan amplitudo yang diatur	5.2
Offset DC	tegangan DC yang ditambahkan sehingga seluruh gelombang bergeser	5.2
Ground bersama	penyatuan ground generator, rangkaian, dan osiloskop	5.2
Solder uap (hot air)	alat pemanas udara panas untuk melepas dan memasang komponen SMD	5.2
LCR meter	alat ukur induktansi, kapasitansi, dan hambatan komponen	5.2
Beban minimum	impedansi speaker terkecil yang boleh disambung ke amplifier	5.2
Bit	satu angka biner, bernilai 0 atau 1	6.1
Nibble	kelompok 4 bit	6.1
Byte	kelompok 8 bit, menyimpan bilangan 0 sampai 255	6.1
Biner	sistem bilangan dengan dua lambang (0 dan 1) dan bobot 2^n	6.1
Bobot posisi	nilai kelipatan yang melekat pada letak sebuah angka	6.1
MSB / LSB	bit paling kiri (bobot terbesar) / bit paling kanan (bobot terkecil)	6.1
Heksadesimal	sistem bilangan 16 lambang (0–9, A–F); satu digit mewakili 4 bit	6.1
BCD	kode yang menulis tiap digit desimal sebagai 4 bit (0000–1001)	6.1
DIP switch	deretan sakelar kecil pada papan untuk mengatur alamat atau pilihan	6.1
Register	tempat penyimpan data biner dalam mikrokontroler, misalnya 8 bit	6.1
Gerbang logika	rangkaian digital yang memadukan masukan 0 dan 1 menjadi satu keluaran	6.2

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

Logika positif	pengertian bahwa tegangan tinggi berarti 1 dan tegangan rendah berarti 0	6.2
Tabel kebenaran	daftar semua kombinasi masukan beserta keluarannya	6.2, 6.3
Ungkapan Boolean	rumus singkat hubungan masukan dan keluaran dengan tanda ·, +, dan ′	6.2
AND	gerbang yang keluarannya 1 hanya bila semua masukan 1	6.2
OR	gerbang yang keluarannya 1 bila sedikitnya satu masukan 1	6.2
NOT	gerbang pembalik, keluarannya kebalikan masukan	6.2
NAND / NOR	AND / OR yang keluarannya dibalik	6.2
XOR / XNOR	gerbang yang keluarannya 1 bila masukan berbeda / sama	6.2
Gerbang universal	gerbang (NAND atau NOR) yang dapat membentuk semua gerbang lain	6.2, 6.4
Logika aktif-rendah	keadaan aktif perangkat adalah logika 0	6.2
IC seri 74xx	keluarga IC gerbang logika yang bercatu sekitar 5 V, mis. 7400 dan 7408	6.2
Kolom antara	kolom tambahan untuk keluaran gerbang di tengah rangkaian bertingkat	6.3
Rangkaian bertingkat	rangkaian yang keluaran sebuah gerbang menjadi masukan gerbang lain	6.3, 6.4
2^n baris	banyak baris tabel kebenaran untuk n masukan	6.3
Suku hasil kali	gabungan masukan dengan AND, dipakai untuk satu baris keluaran 1	6.3
Jumlah suku hasil kali	metode membuat rangkaian dengan menggabungkan suku-suku AND memakai OR	6.3
Trainer digital	papan latih dengan saklar logika masukan dan LED indikator keluaran	6.3
LED aktif-tinggi	LED yang menyala saat keluaran gerbang bernilai 1	6.3
LED aktif-rendah	LED yang menyala saat keluaran gerbang bernilai 0	6.3
Lembar data (datasheet)	dokumen pabrik berisi fungsi, susunan kaki, dan batas pakai IC	6.3
Persamaan Boolean	rumus yang menyatakan keluaran rangkaian logika dalam bentuk masukannya	6.4
Operasi OR (+)	operasi "atau": hasil 1 bila ada masukan 1, sehingga 1 + 1 = 1	6.4
Operasi AND (·)	operasi "dan": hasil 1 hanya bila semua masukan 1	6.4
Pembalik (′)	tanda NOT yang mengubah 0 menjadi 1 dan 1 menjadi 0; dapat ditulis sebagai garis di atas	6.4
Hukum Boolean	aturan yang selalu benar pada aljabar Boolean, misalnya identitas, komplemen, distributif, dan absorpsi	6.4
Komplemen	hukum $A + A' = 1$ dan $A \cdot A' = 0$	6.4
Absorpsi	hukum $A + A \cdot B = A$: suku yang memuat suku lain "diserap"	6.4
Hukum De Morgan	$(A \cdot B)' = A' + B'$ dan $(A + B)' = A' \cdot B'$: balik semua variabel dan tukar AND dengan OR	6.4

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

Penyederhanaan aljabar	mengubah persamaan menjadi bentuk setara yang memakai gerbang lebih sedikit	6.4
Peta Karnaugh	tabel bergambar yang menempatkan tiap baris tabel kebenaran pada satu sel agar persamaan mudah disederhanakan	6.5
Urutan Gray	urutan kode (00, 01, 11, 10) yang tiap langkahnya hanya mengubah satu bit	6.5
Sel bertetangga	dua sel peta yang hanya berbeda satu variabel, termasuk sel di tepi kiri-kanan dan atas-bawah	6.5
Jumlah hasil kali	persamaan berupa beberapa suku AND yang dijumlahkan dengan OR	6.5
Minterm	suku AND yang memuat semua variabel dan mewakili satu baris tabel bernilai 1	6.5
Kelompok	sekumpulan sel 1 berbentuk persegi panjang berjumlah 1, 2, 4, atau 8 pada peta	6.5
Suku dari kelompok	hasil kali variabel yang tetap di dalam kelompok; variabel yang berubah dihilangkan	6.5
Persamaan paling sederhana	persamaan setara dengan jumlah suku dan jumlah variabel paling sedikit	6.5
Sel tidak peduli (X)	sel kombinasi yang tidak mungkin terjadi, boleh dianggap 1 atau 0 sesuai kebutuhan	6.5

Lampiran 2 · Daftar sumber

Buku ini tidak memuat data statistik bersumber. Semua kasus dalam contoh dan soal adalah kasus rekaan untuk latihan dan diberi keterangan di tempatnya. Rujukan resmi yang dipakai:

Sumber	Dipakai untuk
Pusmendik Kemendikdasmen, Kerangka Asesmen TKA SMA/MA/SMK/MAK – Teknik Elektronika (tab Definisi, Muatan, Kompetensi, Matriks Asesmen, Contoh Soal; dibaca 16 Oktober 2026)	kisi-kisi, batasan, level kognitif, bentuk soal, enam contoh resmi
Keputusan Kepala BSKAP Kemendikdasmen Nomor 046/H/KR/2025	Capaian Pembelajaran yang menjadi dasar muatan
Medcom.id (28 Juli 2026)	jadwal TKA 2026: jumlah soal dan waktu mata pelajaran pilihan
Standar simbol gambar teknik elektronika IEC (dengan varian ANSI) dan gaya rambu ISO 7010	tabel simbol komponen dan gambar rambu K3 yang digambar sendiri oleh tim penyusun

Seluruh gambar materi digambar sendiri oleh Tim Next Level Study Indonesia; rinciannya ada pada lampiran daftar sumber gambar.

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

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	Rantai pembuatan dan perawatan produk elektronika	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.2	Jabatan di industri elektronika dan inti tugasnya	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.3	Tangga prioritas pengendalian limbah	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.4	Peta konsep dunia kerja elektronika dan waste control	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.5	Bahaya pada meja kerja elektronika	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.6	Urutan pengendalian bahaya	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 1.7	Empat golongan rambu K3 dan rambu alat pemadam	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.8	Rambu khusus bengkel dan lab elektronika	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.9	Peta konsep K3LH dan rambu K3	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.10	Simbol sifat bahaya limbah B3	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.11	Limbah B3 elektronika dan cara menyimpannya	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.12	Alur penanganan limbah B3 enam langkah	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.13	Peta konsep penanganan limbah B3 elektronik	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.14	Lima R berurutan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.15	Papan alat bergambar dan label laci komponen	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.16	Sebelum dan sesudah menata meja kerja elektronika	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.17	Peta konsep budaya kerja 5R	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.1	Perkakas tangan di meja elektronika dan fungsinya	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.2	Solder dan lima langkah menyolder komponen berkaki	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.3	Sambungan solder yang baik dan lima cacat yang sering muncul	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.4	Melepas komponen: penyedot timah dan kawat pengisap	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.5	Peta konsep perkakas tangan dan teknik menyolder	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.6	Penampang PCB satu layer dengan satu komponen berkaki	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.7	Pad, jalur, jarak antarjalur, dan jumper pada PCB satu layer	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.8	Delapan tahap membuat PCB satu layer metode setrika	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.9	Cacat pembuatan PCB, penyebab, dan tindakannya	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.10	Peta konsep pembuatan PCB satu layer	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.11	Simbol sumber dan komponen pasif	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.12	Simbol semikonduktor: dioda, LED, zener, transistor	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 2.13	Simbol sakelar, relai, proteksi, beban, dan lainnya	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.14	Skema lampu belajar dengan indikator, simbol diberi nomor	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.15	Peta konsep simbol komponen dan rangkaian listrik	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.16	Pertemuan garis pada skema: tersambung atau tidak	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.17	Dari skema ke tata letak PCB satu layer	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.18	Sisi tembaga tercermin terhadap sisi komponen	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.19	Papan percobaan: baris yang tersambung	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.20	Peta konsep membaca dan membuat skema serta tata letak PCB	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.1	Analogi aliran air untuk tegangan, arus, dan hambatan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.2	Arah arus konvensional dan aliran elektron	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.3	Gelombang tegangan DC dan AC (grafik konsep)	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.4	Tabel awalan satuan dan tangga konversi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.5	Peta konsep besaran dan karakteristik listrik dasar	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.6	Grafik V terhadap I untuk dua resistor (grafik konsep)	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.7	Segitiga hukum Ohm dan daya serta tiga bentuk rumus daya	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.8	Skema resistor dengan amperemeter dan voltmeter	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.9	Peta konsep hukum Ohm dan daya listrik	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.10	Rangkaian seri dengan arah arus dan tegangan tiap resistor	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.11	Rangkaian paralel dengan arus tiap cabang	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.12	Mereduksi rangkaian campuran bertahap (tiga skema berurutan)	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.13	Pengaruh putus dan hubung singkat pada rangkaian seri	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.14	Peta konsep rangkaian seri, paralel, dan campuran	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.15	Diagram blok catu daya linier dan bentuk gelombang tiap blok	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 3.16	Penyearah jembatan dan arah arus pada dua setengah siklus	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.17	Saklar cahaya: pembagi tegangan LDR, transistor, dan relai	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.18	IC 555 astabil: rangkaian dan gelombang keluaran	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.19	Peta konsep rangkaian aplikasi elektronika dasar	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.1	Multimeter digital berlabel	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.2	Cara memasang multimeter untuk mengukur tegangan, arus, dan hambatan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.3	Membaca jarum multimeter analog dengan tiga skala DCV	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.4	Resistor terukur saat terpasang dan saat satu kaki diangkat	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.5	Peta konsep pengukuran dengan multimeter	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.6	Layar dan panel kontrol osiloskop	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.7	Mengukur sinus dan PWM pada kotak layar osiloskop	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.8	Pengaruh level trigger pada kestabilan tampilan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.9	Probe x1 dan x10, serta kompensasi probe	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.10	Peta konsep pengukuran dengan osiloskop	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.11	Tabel kode warna resistor	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.12	Membaca resistor 4 gelang dan 5 gelang	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.13	Kode angka SMD dan kapasitor keramik serta kemasan komponen	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.14	Peta konsep kode nilai dan kemasan komponen pasif	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.15	Resistor pembatas arus LED dan pembagi tegangan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.16	Jenis kapasitor dan label elko	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.17	Kapasitor paralel dan seri	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.18	Pengisian dan pengosongan kapasitor melalui resistor	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 4.19	Induktor dan trafo	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.20	Peta konsep komponen pasif dalam rangkaian	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.21	Dioda: bias maju dan mundur, kurva I–V, dan hasil uji multimeter	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.22	LED, LED RGB, dan zener penstabil	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.23	Transistor NPN dan PNP: kaki, simbol, dan keadaan putus serta jenuh	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.24	Regulator 7805: rangkaian, kaki, pendingin, dan daya panas	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.25	Peta konsep komponen aktif: dioda, LED, transistor, dan regulator	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.1	Prinsip motor: gaya pada kawat berarus di medan magnet	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.2	Perbandingan motor DC, stepper, servo, dan AC satu fasa	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.3	Rangkaian pengunci start-stop dengan relai	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.4	Maju-mundur motor DC: jembatan H kontak relai dan interlock	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.5	Trafo penurun tegangan hanya bekerja pada AC	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.6	Peta konsep mesin listrik dan pengendaliannya	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.7	Urutan umum mengoperasikan rangkaian baru	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.8	Panel catu daya laboratorium	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.9	Generator fungsi, ground bersama, dan parameter sinyal	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.10	Peta konsep pengoperasian peralatan elektronika dasar	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.1	Bobot posisi bilangan biner 8 bit	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.2	Konversi biner dan heksadesimal	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.3	DIP switch, deretan LED, dan penampil 7 segmen	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.4	Peta konsep sistem bilangan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—

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

Gambar	Judul	Pembuat	Lisensi	Sumber
Gambar 6.5	Simbol, ungkapan, dan tabel kebenaran tujuh gerbang logika	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.6	Analogi sakelar seri dan paralel untuk gerbang AND dan OR	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.7	IC gerbang 7400 dan pemasangan LED aktif-tinggi dan aktif-rendah	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.8	NAND sebagai gerbang universal: NOT, AND, dan OR dari NAND	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.9	Peta konsep gerbang logika dasar	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.10	Tabel kebenaran tiga masukan dengan kolom antara	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.11	Rangkaian dua tingkat dan jalur sinyal pada dua baris tabel	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.12	Pengujian IC gerbang dengan trainer dan LED aktif-tinggi dan aktif-rendah	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.13	Peta konsep tabel kebenaran	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.14	Bentuk gerbang dan cara menulis persamaan dari rangkaian bertingkat	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.15	Tabel hukum aljabar Boolean beserta De Morgan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.16	Hukum De Morgan dan rangkaian NOR yang hanya memakai NAND	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.17	Peta konsep persamaan Boolean dan penyederhanaan aljabar	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.18	Peta Karnaugh 2 dan 3 variabel: urutan Gray, kelompok, dan tepi yang menyambung	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.19	Peta Karnaugh 4 variabel, kelompok di tepi, dan penurunan suku	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.20	Alur dari tabel kebenaran ke peta Karnaugh, persamaan, dan rangkaian	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.21	Peta konsep Peta Karnaugh	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—

Tabel silang sub bab dan soal

Sub bab	Soal
1.1 · Dunia kerja elektronika dan pengendalian limbah (waste control)	Bedah Prediksi 07 no. 7; Latihan 1.1 no. 1; Latihan 1.1 no. 2; Latihan 1.1 no. 3; Latihan 1.1 no. 4; Kuis Bab 1 no. 1; Kuis Bab 1 no. 2; Kuis Bab 1 no. 5; Kuis Bab 1 no. 6; Kuis Bab 1 no. 10; Kuis Bab 1 no. 11; Simulasi 1 no. 1; Simulasi 2 no. 6; Simulasi 2 no. 9; Simulasi 3 no. 5

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

Sub bab	Soal
1.2 · Prinsip K3LH di bengkel dan makna rambu K3	Bedah Prediksi 07 no. 6; Latihan 1.2 no. 1; Latihan 1.2 no. 2; Latihan 1.2 no. 3; Kuis Bab 1 no. 3; Kuis Bab 1 no. 4; Kuis Bab 1 no. 7; Kuis Bab 1 no. 8; Kuis Bab 1 no. 9; Kuis Bab 1 no. 16; Kuis Bab 1 no. 21; Simulasi 1 no. 4; Simulasi 1 no. 8; Simulasi 2 no. 1; Simulasi 3 no. 7; Simulasi 3 no. 10
1.3 · Penanganan limbah B3 elektronik	Bedah Prediksi 08 no. 11; Latihan 1.3 no. 1; Latihan 1.3 no. 2; Kuis Bab 1 no. 12; Kuis Bab 1 no. 13; Kuis Bab 1 no. 14; Kuis Bab 1 no. 20; Kuis Bab 1 no. 22; Kuis Bab 1 no. 25; Simulasi 1 no. 3; Simulasi 2 no. 8; Simulasi 3 no. 3
1.4 · Budaya kerja 5R di bengkel dan lab	Bedah Prediksi 07 no. 2; Latihan 1.4 no. 1; Latihan 1.4 no. 2; Kuis Bab 1 no. 15; Kuis Bab 1 no. 17; Kuis Bab 1 no. 18; Kuis Bab 1 no. 19; Kuis Bab 1 no. 23; Kuis Bab 1 no. 24; Simulasi 1 no. 2; Simulasi 2 no. 10; Simulasi 3 no. 8
2.1 · Perkakas tangan dan teknik menyolder	Bedah Prediksi 09 no. 4; Latihan 2.1 no. 1; Latihan 2.1 no. 2; Kuis Bab 2 no. 2; Kuis Bab 2 no. 6; Kuis Bab 2 no. 7; Kuis Bab 2 no. 13; Kuis Bab 2 no. 16; Kuis Bab 2 no. 17; Simulasi 1 no. 5; Simulasi 2 no. 2; Simulasi 3 no. 1
2.2 · Pembuatan PCB satu layer	Bedah Prediksi 09 no. 7; Latihan 2.2 no. 1; Latihan 2.2 no. 2; Kuis Bab 2 no. 3; Kuis Bab 2 no. 4; Kuis Bab 2 no. 5; Kuis Bab 2 no. 8; Kuis Bab 2 no. 9; Kuis Bab 2 no. 12; Kuis Bab 2 no. 18; Simulasi 1 no. 6; Simulasi 2 no. 5; Simulasi 3 no. 4
2.3 · Simbol komponen dan rangkaian listrik	Bedah Prediksi 09 no. 5; Latihan 2.3 no. 1; Latihan 2.3 no. 2; Kuis Bab 2 no. 1; Kuis Bab 2 no. 10; Kuis Bab 2 no. 11; Kuis Bab 2 no. 14; Kuis Bab 2 no. 15; Kuis Bab 2 no. 21; Simulasi 1 no. 10; Simulasi 2 no. 11; Simulasi 3 no. 13
2.4 · Membaca dan membuat gambar skema serta tata letak PCB	Bedah Prediksi 07 no. 14; Latihan 2.4 no. 1; Latihan 2.4 no. 2; Kuis Bab 2 no. 19; Kuis Bab 2 no. 20; Kuis Bab 2 no. 22; Kuis Bab 2 no. 23; Kuis Bab 2 no. 24; Kuis Bab 2 no. 25; Simulasi 1 no. 9; Simulasi 2 no. 7; Simulasi 3 no. 12
3.1 · Besaran dan karakteristik listrik dasar	Bedah Prediksi 08 no. 13; Latihan 3.1 no. 1; Latihan 3.1 no. 2; Kuis Bab 3 no. 1; Kuis Bab 3 no. 3; Kuis Bab 3 no. 6; Kuis Bab 3 no. 8; Kuis Bab 3 no. 10; Simulasi 1 no. 12; Simulasi 2 no. 3; Simulasi 3 no. 15
3.2 · Hukum Ohm dan daya listrik	Bedah Prediksi 08 no. 2; Latihan 3.2 no. 1; Latihan 3.2 no. 2; Kuis Bab 3 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. 11; Simulasi 1 no. 11; Simulasi 2 no. 4; Simulasi 3 no. 11
3.3 · Rangkaian seri, paralel, dan campuran	Bedah Prediksi 07 no. 10; Latihan 3.3 no. 1; Latihan 3.3 no. 2; Kuis Bab 3 no. 12; Kuis Bab 3 no. 13; Kuis Bab 3 no. 14; Kuis Bab 3 no. 15; Kuis Bab 3 no. 16; Kuis Bab 3 no. 17; Kuis Bab 3 no. 18; Kuis Bab 3 no. 19; Simulasi 1 no. 7; Simulasi 2 no. 19; Simulasi 3 no. 9
3.4 · Rangkaian aplikasi elektronika dasar	Bedah Prediksi 08 no. 7; Latihan 3.4 no. 1; Latihan 3.4 no. 2; Kuis Bab 3 no. 20; Kuis Bab 3 no. 21; Kuis Bab 3 no. 22; Kuis Bab 3 no. 23; Kuis Bab 3 no. 24; Kuis Bab 3 no. 25; Simulasi 1 no. 14; Simulasi 2 no. 15; Simulasi 3 no. 2

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

Sub bab	Soal
4.1 · Mengukur dengan multimeter analog dan digital	Bedah Prediksi 09 no. 16; Latihan 4.1 no. 1; Latihan 4.1 no. 2; Kuis Bab 4 no. 1; Kuis Bab 4 no. 5; Kuis Bab 4 no. 6; Kuis Bab 4 no. 8; Kuis Bab 4 no. 11; Simulasi 1 no. 13; Simulasi 2 no. 18; Simulasi 3 no. 14
4.2 · Mengukur dengan osiloskop	Bedah Prediksi 07 no. 19; Latihan 4.2 no. 1; Latihan 4.2 no. 2; Kuis Bab 4 no. 2; Kuis Bab 4 no. 3; Kuis Bab 4 no. 4; Kuis Bab 4 no. 9; Kuis Bab 4 no. 10; Simulasi 1 no. 21; Simulasi 2 no. 22; Simulasi 3 no. 6
4.3 · Kode nilai komponen pasif	Bedah Prediksi 07 no. 18; Latihan 4.3 no. 1; Latihan 4.3 no. 2; Kuis Bab 4 no. 7; Kuis Bab 4 no. 15; Kuis Bab 4 no. 18; Kuis Bab 4 no. 20; Simulasi 1 no. 22; Simulasi 2 no. 21; Simulasi 3 no. 16
4.4 · Komponen pasif dalam rangkaian: resistor, kapasitor, induktor	Bedah Prediksi 08 no. 17; Latihan 4.4 no. 1; Latihan 4.4 no. 2; Kuis Bab 4 no. 14; Kuis Bab 4 no. 17; Kuis Bab 4 no. 19; Kuis Bab 4 no. 21; Kuis Bab 4 no. 25; Simulasi 1 no. 25; Simulasi 2 no. 14; Simulasi 3 no. 19
4.5 · Komponen aktif: dioda, LED, transistor, dan regulator	Bedah Prediksi 07 no. 13; Latihan 4.5 no. 1; Latihan 4.5 no. 2; Kuis Bab 4 no. 12; Kuis Bab 4 no. 13; Kuis Bab 4 no. 16; Kuis Bab 4 no. 22; Kuis Bab 4 no. 23; Kuis Bab 4 no. 24; Simulasi 1 no. 18; Simulasi 2 no. 20; Simulasi 3 no. 23
5.1 · Mesin listrik dan pengendaliannya	Bedah Prediksi 09 no. 17; 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. 8; Kuis Bab 5 no. 10; Kuis Bab 5 no. 11; Kuis Bab 5 no. 12; Kuis Bab 5 no. 15; Kuis Bab 5 no. 20; Kuis Bab 5 no. 21; Simulasi 1 no. 15; Simulasi 2 no. 13; Simulasi 3 no. 20
5.2 · Pengoperasian peralatan elektronika dasar	Bedah Prediksi 07 no. 12; Latihan 5.2 no. 1; Latihan 5.2 no. 2; Kuis Bab 5 no. 7; Kuis Bab 5 no. 9; Kuis Bab 5 no. 13; Kuis Bab 5 no. 14; Kuis Bab 5 no. 16; Kuis Bab 5 no. 17; Kuis Bab 5 no. 18; Kuis Bab 5 no. 19; Kuis Bab 5 no. 22; Kuis Bab 5 no. 23; Kuis Bab 5 no. 24; Kuis Bab 5 no. 25; Simulasi 1 no. 23; Simulasi 2 no. 16; Simulasi 3 no. 17
6.1 · Sistem bilangan	Bedah Prediksi 07 no. 23; Latihan 6.1 no. 1; Latihan 6.1 no. 2; Kuis Bab 6 no. 1; Kuis Bab 6 no. 7; Kuis Bab 6 no. 10; Kuis Bab 6 no. 12; Simulasi 1 no. 16; Simulasi 2 no. 17; Simulasi 3 no. 21
6.2 · Gerbang logika dasar	Bedah Prediksi 09 no. 23; Latihan 6.2 no. 1; Latihan 6.2 no. 2; Kuis Bab 6 no. 3; Kuis Bab 6 no. 4; Kuis Bab 6 no. 5; Kuis Bab 6 no. 11; Kuis Bab 6 no. 13; Simulasi 1 no. 24; Simulasi 2 no. 12; Simulasi 3 no. 18
6.3 · Menyusun dan membaca tabel kebenaran	Bedah Prediksi 08 no. 20; Latihan 6.3 no. 1; Latihan 6.3 no. 2; Kuis Bab 6 no. 2; Kuis Bab 6 no. 6; Kuis Bab 6 no. 8; Kuis Bab 6 no. 9; Kuis Bab 6 no. 14; Simulasi 1 no. 19; Simulasi 2 no. 23; Simulasi 3 no. 22
6.4 · Persamaan Boolean dan penyederhanaan aljabar	Bedah Prediksi 07 no. 24; Latihan 6.4 no. 1; Latihan 6.4 no. 2; Kuis Bab 6 no. 15; Kuis Bab 6 no. 16; Kuis Bab 6 no. 17; Kuis Bab 6 no. 18; Kuis Bab 6 no. 19; Simulasi 1 no. 17; Simulasi 2 no. 24; Simulasi 3 no. 24
6.5 · Peta Karnaugh	Bedah Prediksi 08 no. 18; Latihan 6.5 no. 1; Latihan 6.5 no. 2; Kuis Bab 6 no. 20; Kuis Bab 6 no. 21; Kuis Bab 6 no. 22; Kuis Bab 6 no. 23; Kuis Bab 6 no. 24; Kuis Bab 6 no. 25; Simulasi 1 no. 20; Simulasi 2 no. 25; Simulasi 3 no. 25

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

NEXT LEVEL STUDY INDONESIA

Era Baru Pendidikan

TKA SMK Teknik Elektronika

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 Elektronika: 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-smktel

GRATIS · TIDAK UNTUK DIPERJUALBELIKAN

SMKTEL · Edisi 1 · Gratis untuk pelajar Indonesia · 2026/2027