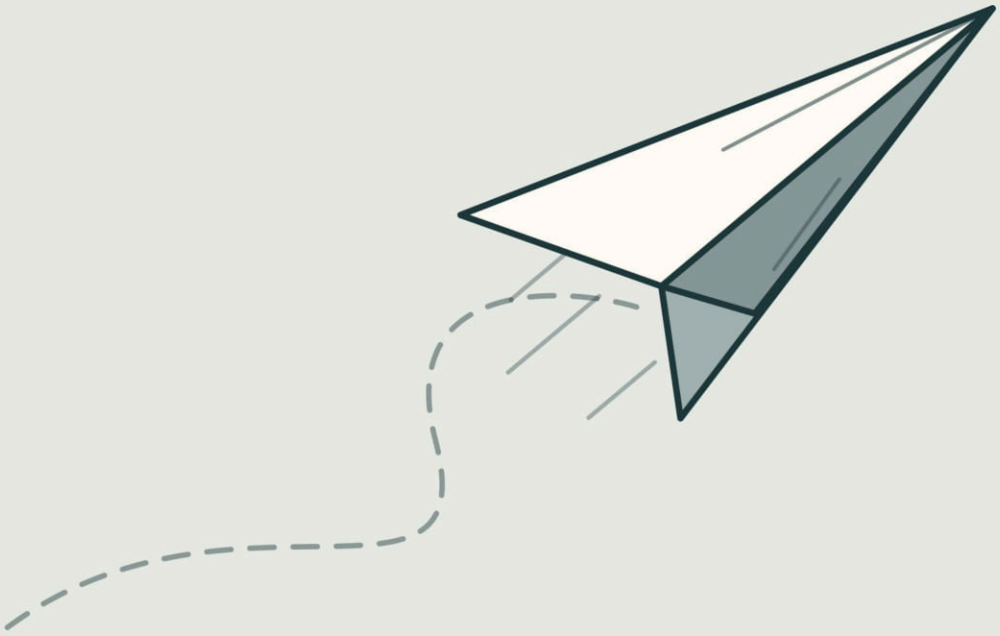
SERI PERSIAPAN TKA SMK

TKA SMK

TEKNIK PENGELASAN DAN FABRIKASI LOGAM

Materi, Strategi, dan Simulasi



Handaka Lumu
by Next Level Study Indonesia

2026/2027 · SMKTPFL

TKA SMK TEKNIK PENGELASAN DAN FABRIKASI LOGAM

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 Pengelasan dan Fabrikasi Logam: 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 SMKTPFL

© 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-pengelasan-dan-fabrikasi-logam-smk-mak

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Kata Pengantar

Kamu yang sedang bersiap,

Terima kasih sudah membuka buku ini. Pagar rumahmu, tangga di sekolahmu, rangka atap pasar, bahkan lambung kapal yang menyeberangkan orang dari satu pulau ke pulau lain: semuanya berdiri karena ada orang yang menyambung logam dengan teliti. Sebagian besar sambungan itu tidak pernah dilihat orang. Yang dipercaya hanyalah kejujuran tangan yang mengerjakannya. Kelak, salah satu tangan itu adalah tanganmu.

Buku ini lahir dari satu kenyataan. Soal TKA Teknik Pengelasan dan Fabrikasi Logam jarang bertanya "apa kepanjangan istilah ini". Soal-soalnya bercerita tentang juru las yang mengelas di dalam tangki, pemilik bengkel yang menghitung harga pesanan, gambar kerja dengan simbol las, atau hasil las kasar berspatter yang harus dinilai. Lalu kamu diminta memutuskan tindakan yang tepat. Karena itu, yang kamu butuhkan bukan hafalan, melainkan pemahaman.

Isinya mengikuti kisi-kisi resmi Pusmendik dalam enam bab: wawasan dunia kerja; K3LH dan budaya kerja; gambar teknik; perkakas bengkel; serta pengelasan SMAW dasar yang dibagi dua bab. Setiap sub bab menjelaskan materinya sampai tuntas, lengkap dengan gambar dan contoh langkah demi langkah, baru kemudian strategi dan jebakan. Di akhir setiap bab ada kuis, dan di akhir buku ada simulasi TKA berwaktu. Belum ada soal asli TKA untuk mapel ini, jadi saya tidak menjanjikan angka apa pun. Yang bisa saya janjikan hanyalah penjelasan yang jujur dan latihan yang terarah.

Bacalah berurutan, dan bila sekolahmu punya bengkel, praktikkan apa yang kamu baca bersama gurumu. Bila skor kuismu belum memuaskan, kembalilah ke sub bab yang ditunjuk tabel anjuran. Latihan dan kuis yang sama tersedia di LMS NLS lewat kode QR. Satu pesan terpenting: keselamatan lebih dahulu, dan arahan gurumu selalu didahulukan.

Sambungan yang kuat lahir dari persiapan yang rapi dan tangan yang tenang, bahkan ketika tidak ada yang mengawasi. Berjanjilah pada dirimu untuk tetap teliti saat lelah, dan jujur saat hasilmu belum baik. Persembahkan kesungguhanmu untuk orang tua yang menunggu kabar baik, untuk guru yang sabar membimbingmu, dan untuk negeri yang terus membangun. 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

SMKTPFL-1.2 = sub bab 1.2; SMKTPFL-KB1 = kuis akhir bab 1; SMKTPFL-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-smktpfl

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

Daftar Isi

Kata Pengantar iii
Panduan Memakai Buku iv
Bagian A · Mengenal TKA Teknik Pengelasan dan Fabrikasi Logam 1
Bagian B · Materi 8
Bab 1 · Wawasan Dunia Kerja Bidang Pengelasan dan Fabrikasi Logam 8
Sub bab 1.1 · Industri pengguna dan perkembangan teknologi pengelasan dan fabrikasi 9
Sub bab 1.2 · Profesi, job profile, dan wirausaha bengkel 25
Kuis Akhir Bab 1 42
Bab 2 · Kecakapan Kerja Dasar, K3LH, dan Budaya Kerja 54
Sub bab 2.1 · Dasar hukum K3LH dan alat pelindung diri pengelasan 55
Sub bab 2.2 · Bahaya di tempat kerja dan kerja aman sesuai prosedur 71
Sub bab 2.3 · 5R pada pengelasan, kerja bangku, dan pemesinan dasar 85
Kuis Akhir Bab 2 100
Bab 3 · Gambar Teknik 111
Sub bab 3.1 · Standar tanda pengerjaan las: AWS dan ISO 112
Sub bab 3.2 · Membaca dan menganalisis gambar tanda pengerjaan las 128
Sub bab 3.3 · Gambar proyeksi konstruksi sederhana 143
Sub bab 3.4 · Gambar CAD 2D dan 3D konstruksi sederhana 159
Kuis Akhir Bab 3 174
Bab 4 · Penggunaan Perkakas Bengkel 187
Sub bab 4.1 · Perkakas tangan: jenis dan penggunaannya 188
Sub bab 4.2 · Perkakas bertenaga dan pemeliharaan perkakas 203
Sub bab 4.3 · Pemotongan logam dengan panas: gas cutting dan plasma cutting 220
Kuis Akhir Bab 4 237
Bab 5 · Mesin dan Elektroda SMAW 247
Sub bab 5.1 · Mesin las SMAW dan persiapan alat 248
Sub bab 5.2 · Kode dan spesifikasi elektroda SMAW 265
Kuis Akhir Bab 5 280
Bab 6 · Proses Pengelasan SMAW dan Pemeriksaan Hasil 290
Sub bab 6.1 · Mengelas pelat baja karbon posisi 1F dan 1G sesuai WPS 291
Sub bab 6.2 · Parameter pengelasan: arus, sudut elektroda, kecepatan, dan panjang busur 307
Sub bab 6.3 · Welding gauge, tang ampere, serta pemeriksaan dimensi dan penetrasi 322
Sub bab 6.4 · Inspeksi visual cacat las 339
Kuis Akhir Bab 6 354
Bagian C · Simulasi TKA 366
Simulasi 1 — Prediksi TKA 2026 367
Simulasi 2 — Prediksi TKA 2026 380
Simulasi 3 — Prediksi TKA 2026 394
Bagian D · Kunci dan Pembahasan 407

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

Penutup 504
Lampiran 505

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

Bagian A · Mengenal TKA Teknik Pengelasan dan Fabrikasi Logam

Apa itu TKA SMK Teknik Pengelasan dan Fabrikasi Logam

Tes Kemampuan Akademik (TKA) untuk jenjang SMK/MAK memiliki mata pelajaran **pilihan** sesuai bidang keahlian. **Teknik Pengelasan dan Fabrikasi Logam (TPFL)** adalah salah satunya. Menurut halaman kisi-kisi Pusat Asesmen Pendidikan (Pusmendik) Kemendikdasmen, TKA TPFL mengukur kemampuan murid memahami penyambungan (*welding*) dan pembentukan (fabrikasi) material logam, sekaligus menumbuhkan profesionalisme di bidang tersebut. Muatannya merujuk pada Capaian Pembelajaran dalam Keputusan Kepala BSKAP Nomor 046/H/KR/2025. Acuan kisi-kisi buku ini: halaman Pusmendik `https://pusmendik.kemendikdasmen.go.id/tka/tka/view/mata-pelajaran-pilihan/sma/teknik-pengelasan-dan-fabrikasi-logam-smk-mak` (diakses 18 Oktober 2026).

Ada dua hal yang perlu kamu ketahui sejak awal, dan keduanya jujur apa adanya.

> **Jumlah soal dan waktu.** Halaman kisi-kisi Pusmendik tidak mencantumkan jumlah soal dan durasi. Buku ini memakai bentuk yang sama dengan mapel pilihan lain: **25 soal dalam 60 menit**, atau rata-rata sekitar **2,4 menit** untuk setiap soal. Pastikan ketentuan resminya lewat pengumuman Pusmendik dan sekolahmu menjelang ujian.

> **Soal asli.** Untuk mapel TPFL **belum ada soal asli TKA** yang dapat dimuat. Satu-satunya soal asli TKA SMK 2025 yang tersedia adalah mapel Projek Kreatif dan Kewirausahaan. Karena itu, bentuk dan kesulitan soal di buku ini mengikuti soal asli tersebut dan enam contoh soal resmi TPFL di halaman Pusmendik, sedangkan **isinya** mengikuti kisi-kisi TPFL. Buku ini tidak memuat angka "persentase benar nasional" untuk TPFL karena datanya memang belum ada, dan angka seperti itu tidak boleh dikarang.

Apa yang diuji: lima elemen, enam bab

Kisi-kisi resmi membagi muatan TKA TPFL menjadi **lima elemen**. Buku ini memakai elemen 1 sampai 4 sebagai Bab 1 sampai 4. Elemen 5 (pengelasan SMAW dasar) muatannya paling besar, jadi dibagi dua: **Bab 5** tentang mesin dan elektroda, **Bab 6** tentang proses pengelasan dan pemeriksaan hasil. Kolom terakhir memuat sebaran soal pada paket latihan buku ini (setiap paket 25 soal), supaya kamu tahu bab mana yang paling banyak keluar.

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

Elemen kisi-kisi	Isi menurut kisi-kisi	Bab di buku ini	Soal per 25
Wawasan dunia kerja	industri pengguna pengelasan dan fabrikasi logam (konstruksi baja, perpipaan, perkapalan, tabung bertekanan, *sheet metal* pesawat udara, *metal forming*); wirausaha bengkel pengelasan dan fabrikasi	Bab 1	4
Kecakapan kerja dasar, K3LH, dan budaya kerja	dasar hukum K3LH, alat pelindung diri (APD) pengelasan, bahaya di tempat kerja, kerja aman sesuai prosedur; K3LH dan 5R pada pengelasan, fabrikasi, kerja bangku, dan pemesinan dasar	Bab 2	4
Gambar teknik	gambar tanda pengerjaan las (standar AWS, API, ASME, ISO); gambar proyeksi konstruksi sederhana; gambar CAD 2D dan 3D konstruksi sederhana	Bab 3	4
Penggunaan perkakas bengkel	jenis, penggunaan, dan pemeliharaan perkakas tangan serta bertenaga; pemotongan dengan panas (gas cutting dan plasma cutting)	Bab 4	5
Pengelasan SMAW dasar	spesifikasi mesin, persiapan alat, kode elektroda, pengelasan pelat baja karbon posisi 1F dan 1G sesuai WPS, welding gauge dan tang ampere, pemeriksaan visual, dimensi, dan penetrasi	Bab 5 dan Bab 6	3 + 5

Elemen 5 menyumbang hampir sepertiga soal (delapan dari dua puluh lima), jadi tidak ada bab yang boleh dilewati, tetapi Bab 5 dan Bab 6 pantas mendapat waktu belajar terbanyak.

Kisi-kisi memuat **sebelas sub-elemen**, sedangkan Peta Topik Bank Soal NLS memecahnya menjadi **25 subtopik**. Agar setiap sub bab cukup utuh untuk dipelajari, subtopik yang bertetangga digabung menjadi **18 sub bab**. Tabel silang di Lampiran menunjukkan kaitan sub bab, subtopik, dan soal.

Tiga tingkat kemampuan

Tingkat	Yang diminta	Contoh bentuknya
Pengetahuan dan pemahaman	memahami, mengidentifikasi	menjelaskan fungsi APD; membedakan pekerjaan fitter dan juru las; mengenali jenis perkakas
Aplikasi	menerapkan, menggunakan, menghitung, memilih	memilih elektroda untuk posisi tertentu; menghitung harga jual pesanan; menentukan setelan potong
Penalaran	menganalisis, mengevaluasi, menarik kesimpulan	menelusuri penyebab kaki las tidak sama panjang; menilai hasil las terhadap kriteria; menemukan ketidaksesuaian gambar dengan hasil kerja

Pada paket latihan buku ini, soal sulit paling banyak ada di **elemen pengelasan SMAW**: 27 dari 48 soal di Bab 5–6 pada paket P07–P12. Soal sulit di sini jarang berarti "konsepnya sangat

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

tinggi". Biasanya soal itu sulit karena kamu harus **memilih keputusan terbaik** dari beberapa tindakan yang kelihatannya sama-sama masuk akal, atau **teliti** membaca satu angka pada tabel atau satu garis pada simbol.

Konteks soal: kasus di bengkel

Hampir setiap soal berbentuk **kasus**. Tokohnya siswa PKL, juru las, fitter, pemilik bengkel, atau inspektor yang sedang mengerjakan pagar, kanopi, rangka mesin, tangga, atau tangki. Contoh resmi Pusmendik memperlihatkan hal yang sama: juru las yang menimbang perlengkapan keselamatan, pelat tebal yang kaki lasnya tidak sama panjang, welder yang merapikan area kerja setelah membuat pagar, atau hasil las kasar yang harus dinilai dari gambar.

Konteks	Contoh yang akan kamu temui
Dunia kerja	memilih mesin untuk pekerjaan di rumah pelanggan; menghitung biaya dan harga jual pesanan; mencocokkan tugas dengan profesi
K3LH dan 5R	mengelas dalam ruang tertutup; memilih APD; memindahkan tabung gas; merapikan booth las
Gambar teknik	membaca simbol las pada sambungan T; membaca tiga pandangan; urutan perintah CAD
Perkakas bengkel	mengebor pelat; memilih kecepatan putar; setelan nosel potong; nosel plasma yang cepat aus
Pengelasan SMAW	polaritas dan duty cycle; membaca kode dan tabel elektroda; mengelas kampuh V; menilai undercut, porositas, dan penetrasi

Cerita pembukanya bisa cukup panjang. Sebagian besar hanya latar, tetapi **petunjuk penting sering diselipkan di dalamnya**: tebal pelat, jenis elektroda, kondisi cuaca atau ruangan, atau angka pada tabel. **Baca kalimat pertanyaannya dulu**, lalu kembali ke cerita untuk mencari petunjuk yang dibutuhkan.

Bentuk soal dan cara menjawabnya

Kisi-kisi resmi menyebut tiga bentuk soal.

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

Tiga contoh berikut sengaja dibuat sendiri dan bukan bagian dari paket latihan mana pun. Tujuannya memperlihatkan bentuk soal dan cara berpikir menghadapinya.

Contoh 1 — pilihan ganda dengan hitungan

> Pak Anwar menerima pesanan satu kanopi besi hollow untuk teras rumah pelanggan (2027). Biaya yang ia catat: besi hollow Rp640.000, elektroda Rp60.000, listrik Rp40.000, cat Rp100.000, dan upah

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

Rp300.000. Ia ingin laba sebesar 25 % dari biaya total. Harga jual kanopi yang tepat adalah ....

A. Rp1.140.000
B. Rp1.425.000
C. Rp1.520.000
D. Rp1.050.000
E. Rp1.350.000

Cara berpikir. Jumlahkan **seluruh** biaya dahulu: 640.000 + 60.000 + 40.000 + 100.000 + 300.000 = **Rp1.140.000**. Laba 25 % dari biaya: 25 % × 1.140.000 = Rp285.000. Harga jual = 1.140.000 + 285.000 = **Rp1.425.000**. Jawaban: **B**. Pilihan A lupa menambahkan laba. Pilihan C menganggap laba 25 % dari *harga jual* (1.140.000 ÷ 0,75), padahal soal menyebut 25 % dari biaya. Pilihan D memakai biaya tanpa upah. Pilihan E menghitung laba hanya dari bahan, elektroda, listrik, dan cat (tanpa upah), bukan dari seluruh biaya. Bab 1.2 membahas hitungan seperti ini lengkap dengan biaya tetap dan kebutuhan elektroda.

Contoh 2 — Benar/Salah

Bengkel Pak Sutrisno mengerjakan rangka tangga baja yang akan dipakai di gudang pabrik (2026). Juru lasnya, Dewi, memilih elektroda E7018 dan menemukan kotaknya sudah terbuka beberapa hari di bengkel yang lembap.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

1. Elektroda E7018 termasuk jenis hidrogen rendah, sehingga elektroda yang lembap perlu dikeringkan sesuai petunjuk pabrik atau diganti sebelum dipakai.

2. Angka "70" pada kode E7018 menunjukkan bahwa elektroda itu boleh dipakai dengan arus 70 ampere.

3. Angka "1" pada urutan ketiga kode E7018 menunjukkan bahwa elektroda dapat dipakai pada semua posisi pengelasan.

Cara berpikir. Pernyataan 1 **Benar**: selaput elektroda hidrogen rendah menyerap lembap dengan mudah, dan lembap yang terbawa ke logam las bisa menimbulkan cacat. Pernyataan 2 **Salah** karena "70" menunjukkan **kekuatan tarik minimal** logam las (70 ksi), bukan arus; arus ditentukan dari diameter elektroda dan rentang yang tertulis di kotak. Pernyataan 3 **Benar**: digit ketiga "1" berarti semua posisi. Pengecoh seperti pernyataan 2 sering muncul: angka pada kode dibaca sebagai besaran yang lain. Bab 5.2 membahas cara membaca kode elektroda.

Contoh 3 — pilih lebih dari satu (MCMA)

Salsa, siswa PKL, ditugasi meratakan sisa las pada rangka meja besi dengan gerinda tangan di bengkel tempat ia magang (2027). Hal yang tepat dilakukannya adalah (pilih **semua** yang benar) ....

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

> A. memeriksa bahwa cakram tidak retak dan batas putaran yang tertera pada cakram tidak lebih rendah daripada putaran mesin
> B. melepas pelindung cakram agar sudut kerja gerinda lebih leluasa saat mendekati sudut rangka
> C. memakai kacamata pengaman dan sarung tangan kulit, serta mengarahkan percikan menjauhi orang dan bahan mudah terbakar
> D. menjepit rangka dengan klem atau ragum supaya tidak bergeser saat disentuh cakram yang berputar
> E. meletakkan gerinda di atas meja saat cakram masih berputar supaya waktu kerja tidak terbuang

Cara berpikir. Nilai pilihan satu per satu. A **tepat**: cakram yang retak atau berbatas putaran lebih rendah daripada mesin dapat pecah. B salah: pelindung dipasang justru untuk menahan serpihan bila cakram pecah. C **tepat**: mata, tangan, dan arah percikan adalah tiga hal pertama yang harus diamankan. D **tepat**: benda kerja yang bergeser membuat gerinda terlempar. E salah: gerinda diletakkan setelah cakram berhenti sepenuhnya. Jawaban: **A, C, dan D**. Jangan menebak jumlahnya, dan jangan berhenti pada jawaban pertama yang kamu temukan. Bab 4.2 membahas perkakas bertenaga.

Ciri khas soal TPFL

1. Keputusan yang aman dan benar

Pada soal kasus, pilihan jawabannya sering berupa tindakan: "apa yang paling tepat dilakukan?". Beberapa tindakan **benar tetapi bukan yang paling tepat**. Contoh resmi tentang kaki las yang tidak sama panjang memperlihatkannya: arus, sudut elektroda, kecepatan jalan, dan panjang busur semuanya bisa memengaruhi bentuk las, tetapi hanya satu yang menjelaskan *logam cair selalu mengalir ke satu sisi*. Pilih tindakan yang menyelesaikan penyebabnya, bukan hanya meredakan gejalanya. Pada soal keselamatan, tindakan yang **menghilangkan atau mengurangi bahayanya** lebih tepat daripada sekadar memakai APD tambahan.

2. Tabel spesifikasi dan kriteria

Tabel pada kemasan elektroda, WPS (*welding procedure specification*), dan kriteria penerimaan hasil las muncul di banyak soal. Bacalah judul kolom dan satuannya dahulu, lalu cari **baris yang ditanyakan**. Contoh: rentang arus untuk posisi bawah tangan tidak sama dengan posisi horizontal, dan polaritas yang tertulis di kemasan menentukan mesin yang boleh dipakai.

3. Gambar yang berisi informasi

Beberapa soal memakai simbol las pada gambar sambungan, tiga pandangan sebuah komponen, atau penampang hasil las. Gambarnya **memuat informasi yang dibutuhkan untuk menjawab**: sisi panah atau sisi lain, ukuran kaki las, letak cacat. Baca semua label sebelum membaca pilihan jawaban.

4. Hitungan yang sederhana tetapi teliti

Hitungan di buku ini ringan: harga jual dan laba, kebutuhan elektroda per kotak, waktu las dan istirahat menurut duty cycle, panjang las total, kecepatan putar mata bor, tebal leher las.

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

Rumusnya sedikit. Yang menjatuhkan siswa biasanya **satuan atau acuan yang tertukar** (laba dari biaya atau dari harga jual, kaki las atau tebal leher), bukan rumusnya.

Dua keterampilan lintas bab

Membaca simbol dan penampang

Simbol las ditulis dengan aturan tetap: garis referensi, panah, dan simbol di **atas** atau **bawah** garis. Letak simbol menentukan sisi yang dilas. Biasakan menandai sisi panah dahulu sebelum membaca angka. Penampang hasil las dibaca dari dasar ke atas: akar, tubuh las, permukaan. Bab 3.1–3.2 dan Bab 6.3–6.4 melatihnya.

Menghubungkan gejala, penyebab, dan tindakan

Hampir semua soal pengelasan SMAW berbentuk rantai: **gejala** (spatter banyak, undercut, kaki las tidak sama) → **penyebab** (arus, sudut, kecepatan, elektroda lembap) → **tindakan** (setel ulang, ganti, bersihkan). Tuliskan rantai ini dalam tiga kata sebelum memilih jawaban, supaya kamu tidak memperbaiki gejala yang salah.

Strategi 60 menit

1. **Putaran pertama (±30 menit):** kerjakan soal kasus yang jawabannya langsung terlihat: dunia kerja, K3LH, 5R, perkakas, dan kode elektroda. Tandai soal hitungan panjang, soal gambar, dan soal MCMA yang masih ragu.
2. **Putaran kedua (±25 menit):** kerjakan soal yang ditandai. Untuk soal gambar, tandai dahulu sisi panah, ukuran, atau cacat yang ditunjuk. Untuk soal hitungan, tulis dahulu apa yang ditanyakan dengan satu kalimat pendek. Untuk soal kasus SMAW, tulis rantai gejala–penyebab–tindakan.
3. **Lima menit terakhir:** periksa ulang soal Benar/Salah dan MCMA baris demi baris, lalu pastikan tidak ada soal yang kosong.
4. **Periksa kewajaran hasil.** Harga jual tidak mungkin lebih rendah daripada biaya; waktu las menurut duty cycle tidak mungkin lebih panjang daripada periode 10 menit. Bila hasilmu tidak masuk akal, ulangi langkahnya.

Cara memakai buku ini untuk TPFL

- **Ikuti urutan bab.** Bab 1 dan Bab 2 memperkenalkan dunia kerja dan keselamatan yang dipakai di semua bab berikutnya; Bab 5 menyiapkan Bab 6.
- **Keselamatan lebih dahulu.** Buku ini menjelaskan prinsip kerja yang aman, tetapi di bengkel, arahan gurumu dan petunjuk alat selalu didahulukan. Angka setelan dalam contoh hanyalah contoh; ikuti manual alat dan WPS yang berlaku.
- **Kerjakan ulang setiap contoh hitungan dengan tanganmu sendiri**, lalu tutup jawabannya dan coba lagi tanpa melihat.
- **Hubungkan dengan praktik.** Bila sekolahmu punya bengkel las, perkakas, atau komputer dengan program CAD, coba langsung langkah-langkah yang dijelaskan di bawah bimbingan gurumu.

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

- **Prioritaskan sub bab bertanda ★.** Sub bab ini punya bobot soal besar atau soal sulit yang banyak.
- **Kerjakan kuis akhir bab dalam 60 menit**, sama dengan waktu ujian, lalu ikuti tabel anjuran di bawahnya.
- **Simpan Simulasi TKA untuk akhir.** Tiga simulasi berisi soal yang belum pernah kamu temui di sub bab mana pun dan menjadi ukuran kesiapanmu yang sebenarnya.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Bagian B · Materi

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

Bab 1 · Wawasan Dunia Kerja Bidang Pengelasan dan Fabrikasi Logam

SMKTPFL-B1

Setelah mempelajari bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan industri yang memakai pengelasan dan fabrikasi logam serta memilih teknologi yang sesuai dengan pekerjaannya
- mencocokkan tugas di bengkel fabrikasi dengan profesi dan dokumen kerjanya
- menghitung biaya, harga jual, dan kebutuhan bahan untuk pesanan bengkel pengelasan

Peta bab

Sub bab	Judul
1.1	Industri pengguna dan perkembangan teknologi pengelasan dan fabrikasi
1.2	Profesi, job profile, dan wirausaha bengkel

Bab 1 di LMS

Buka seluruh latihan bab ini di LMS.

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

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

Sub bab 1.1 · Industri pengguna dan perkembangan teknologi pengelasan dan fabrikasi

SMKTPFL-1.1

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi Pusmendik untuk elemen pertama meminta kamu **memahami industri yang memakai pengelasan dan fabrikasi logam**: konstruksi baja, perpipaan, perkapalan, tabung dan bejana bertekanan, *sheet metal* pesawat udara, serta *metal forming* pada industri manufaktur. Soal-soalnya berbentuk kasus: ada pekerjaan, ada pilihan teknologi atau juru las, lalu kamu diminta memilih yang paling sesuai. Buku ini tidak mencantumkan persentase benar nasional untuk mapel ini karena datanya memang belum ada.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- membedakan **mengelas** (menyambung) dari **fabrikasi** (memotong, membentuk, merakit, mengelas, memeriksa) dan menyusun urutan pembuatan sebuah produk logam;
- menjelaskan kebutuhan khas tiap industri pengguna dan menyebut proses las yang lazim dipakai di sana;
- membandingkan teknologi (mesin trafo dan inverter, pemotongan manual dan CNC, las manual dan robot) lalu memilih yang cocok untuk suatu pekerjaan;
- menjelaskan mengapa sertifikat juru las hanya berlaku untuk proses, posisi, dan bahan tertentu.

◆ KONSEP INTI

Pagar rumah, tangga sekolah, rangka atap pasar, tangki di pabrik, bahkan bodi mobil dan lambung kapal: semuanya dibuat dari lembaran dan batang logam yang dipotong, dibentuk, lalu disambung. Sub bab ini memberi gambaran besar tentang **siapa yang membutuhkan keterampilan itu, apa yang mereka butuhkan, dan alat apa yang dipakai**. Dengan gambaran besar ini, bab-bab berikutnya (K3, gambar teknik, perkakas, SMAW) akan terasa punya tempat di dunia kerja nyata.

1. Mengelas dan fabrikasi: dua kata yang sering tertukar

Mengelas (*welding*) adalah menyambung dua bagian logam dengan memanaskannya sampai meleleh atau mendekati lebur, biasanya dengan tambahan logam pengisi, sehingga setelah dingin keduanya menyatu menjadi satu bagian yang kuat. Karena sambungannya menyatu, bukan sekadar dijepit, hasil las disebut sambungan **permanen**; untuk melepasnya, sambungan itu harus dipotong atau digerinda.

Fabrikasi (*fabrication*) lebih luas. Fabrikasi adalah seluruh rangkaian pekerjaan mengubah bahan logam mentah (pelat, pipa, besi siku, besi hollow) menjadi produk jadi. Mengelas

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

hanyalah **salah satu tahapnya**. Perhatikan Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Rantai fabrikasi dari gambar kerja sampai produk jadi: merancang, memotong, membentuk, merakit, mengelas, memeriksa, dan finishing. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Ambil contoh sebuah pagar besi hollow dari bengkel kecil:

1. **Merancang.** Pelanggan menyebut ukuran, lalu dibuat gambar kerja dan **daftar potong** (*cutting list*), yaitu daftar semua potongan bahan beserta panjang dan jumlahnya.
2. **Memotong.** Besi hollow dipotong sesuai daftar dengan gergaji besi, mesin gerinda potong, atau, untuk pelat tebal, dengan pemotongan gas atau plasma.
3. **Membentuk.** Bagian yang perlu ditekuk, dirol, atau dibor dikerjakan di tahap ini. Tepi potongan dikikir atau digerinda agar rata.
4. **Merakit.** Potongan disusun pada meja kerja atau *jig* (alat bantu penahan posisi), diperiksa ukurannya, lalu dikunci sementara dengan **las titik** (*tack weld*), yaitu las pendek yang hanya menahan posisi.
5. **Mengelas.** Setelah semua ukuran benar, barulah sambungan dilas penuh.
6. **Memeriksa.** Ukuran akhir, kelurusan, dan cacat las diperiksa, lalu hasilnya dicatat.
7. **Finishing.** Sisa las dirapikan, lalu bagian dicat atau dilapisi seng (galvanis) agar tahan karat.

Dari urutan ini terlihat bahwa **juru las yang baik belum tentu pembuat produk yang baik**. Bila potongan salah ukuran atau rakitan miring, las yang sempurna tidak akan menyelamatkan hasilnya. Sebaliknya, rakitan yang rapi tetap gagal bila lasnya cacat. Itu sebabnya industri membagi pekerjaan menjadi banyak peran (dibahas di sub bab 1.2).

2. Enam industri pengguna dan kebutuhan khasnya

Kisi-kisi menyebut enam kelompok industri. Gambar 1.2 meringkas kebutuhan masing-masing.

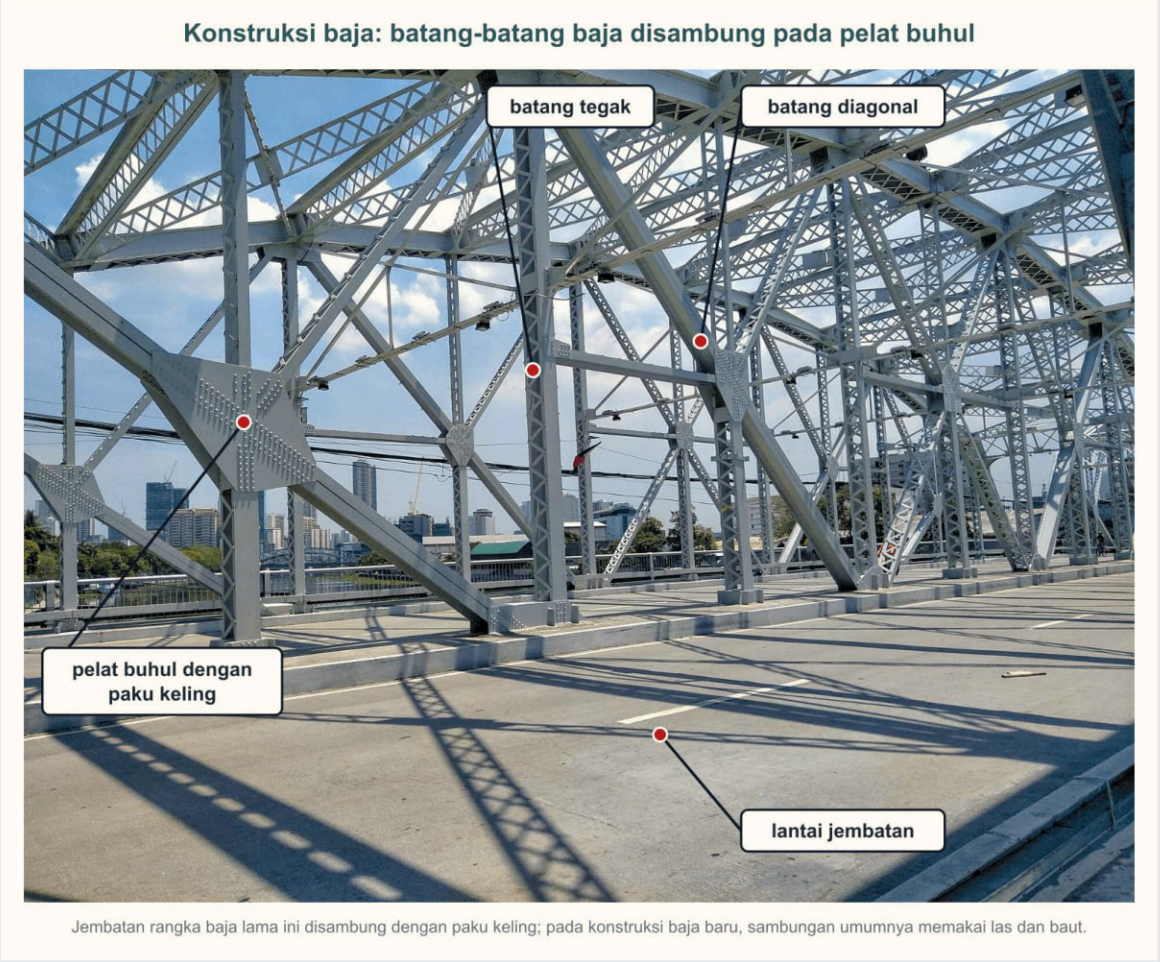


Gambar 1.2 Peta industri pengguna pengelasan dan fabrikasi logam beserta kebutuhan khasnya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

a. Konstruksi baja. Gedung berangka baja, jembatan, menara, pabrik, dan rangka atap pasar dibuat dari profil dan pelat baja yang disambung. Batang-batang baja bertemu pada **pelat buhul**

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

(pelat penyambung), seperti terlihat pada Gambar 1.3. Jembatan lama pada foto itu disambung dengan paku keling; pada konstruksi baja yang baru, sambungan umumnya memakai las dan baut. Kebutuhan utamanya: bahan tebal dan beban besar, banyak pengelasan di lapangan (di bawah terik, angin, atau hujan), serta pemeriksaan sambungan karena kegagalan satu sambungan dapat membahayakan banyak orang.



Gambar 1.3 Konstruksi baja pada sebuah jembatan rangka: batang tegak, batang diagonal, dan pelat buhul dengan paku keling. Sumber: foto Higad Rail Fan, Wikimedia Commons, CC BY-SA 4.0; label Indonesia ditambahkan oleh Tim Next Level Study Indonesia.

b. Perpipaan. Jaringan pipa minyak, gas, air, dan uap dibuat dengan menyambung pipa satu per satu. Pipa yang terpasang tidak dapat diputar, sehingga juru las harus mengelas keliling pipa dalam **berbagai posisi** (datar, tegak, di atas kepala). Karena isinya sering bertekanan, mudah terbakar, atau berbahaya, juru las pipa biasanya diminta memiliki sertifikat kualifikasi khusus, dan sambungan diuji kebocoran atau diuji dengan tekanan.

c. Perkapalan. Lambung dan bangunan atas kapal baja dibuat dari pelat tebal yang disambung dengan las panjang. Bagian kapal besar tidak mungkin diputar-putar, jadi juru las bekerja di posisi **tegak dan atas kepala**, kadang di ruang sempit dalam lambung. Bahan harus tahan air laut, dan sambungan harus rapat air.

d. Bejana dan tabung bertekanan. Tangki udara, ketel uap, dan tabung gas menahan tekanan dari dalam. Bila sambungannya gagal, hasilnya bukan sekadar bocor, tetapi bisa berupa ledakan.

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

Karena itu pekerjaan ini menuntut **prosedur las tertulis**, juru las yang sudah lulus uji, bahan yang jelas asalnya, serta pemeriksaan dan pengujian paling ketat. Dalam urutan risiko, bejana bertekanan termasuk yang tertinggi.

e. *Sheet metal* pesawat udara. *Sheet metal* berarti **lembaran logam tipis**. Kulit dan panel pesawat dibuat dari lembaran tipis yang ringan, dibentuk dengan teliti, lalu disambung. Pada badan pesawat, sambungan lembaran umumnya memakai **paku keling** (*rivet*) atau perekat, bukan las busur biasa. Pelat setipis itu mudah bengkok dan bolong bila dilas dengan proses yang berenergi besar seperti SMAW. Yang menonjol di industri ini adalah ketelitian ukuran, bobot ringan, dan dokumentasi yang lengkap untuk setiap komponen.

f. *Metal forming* manufaktur. *Metal forming* adalah membentuk logam tanpa memotongnya menjadi serpihan: menekan pelat dengan cetakan (*press*), menekuk, atau merol. Industri otomotif dan peralatan rumah tangga memakainya untuk membuat bodi, rangka, dan casing dalam jumlah ribuan. Kebutuhan utamanya adalah ukuran yang seragam, kecepatan, dan sambungan yang dapat dikerjakan mesin, misalnya **las tahanan titik** dan robot las.

Perhatikan pola yang sama: semakin besar akibat sambungan yang gagal (nyawa, ledakan, banyak orang), semakin ketat prosedur, kualifikasi juru las, dan pemeriksaannya. Semakin banyak produk identik, semakin besar peran mesin dan otomatisasi.

3. Proses las yang lazim dipakai

Ada puluhan proses las, tetapi lima nama berikut paling sering muncul. Perbedaannya terletak pada **cara busur dilindungi dari udara** dan **cara logam pengisi diberikan**.

Proses	Prinsip singkat	Lazim dipakai untuk
SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*), las busur elektroda terbungkus	Busur listrik menyala antara elektroda terbungkus dan benda kerja. Selaput elektroda menjadi gas pelindung dan terak. Alat sederhana dan mudah dibawa.	Pagar, rangka, perbaikan, konstruksi di lapangan, dan inilah proses yang dipelajari di Bab 5 dan 6
GMAW (*Gas Metal Arc Welding*), las MIG/MAG	Kawat gulungan diumpankan terus-menerus oleh mesin; gas pelindung dialirkan dari tabung.	Produksi rangka di bengkel, pekerjaan berulang yang menuntut kecepatan
GTAW (*Gas Tungsten Arc Welding*), las TIG	Busur menyala dari elektroda tungsten yang tidak ikut habis; logam pengisi berupa batang terpisah; gas pelindung dari tabung.	Pelat tipis, baja tahan karat, aluminium, akar las pipa; hasil rapi tetapi lambat
SAW (*Submerged Arc Welding*), las busur terbenam	Busur "terbenam" di bawah serbuk fluks sehingga tidak terlihat; hampir seluruhnya otomatis.	Pelat tebal, sambungan lurus panjang pada posisi datar, misalnya badan tangki besar
Las tahanan (*resistance welding*)	Arus besar dialirkan lewat dua pelat yang ditekan elektroda; panas dari hambatan listrik melelehkan titik sambungan. Tanpa logam pengisi.	Pelat tipis dalam produksi massal, misalnya bodi kendaraan (las titik)

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

Dua catatan membantu menghindari salah paham. Pertama, di tempat **berangin** (menara di tepi pantai, lapangan terbuka) gas pelindung dari tabung mudah tertiup, sehingga lindungan busur menjadi buruk. SMAW lebih tahan angin karena pelindungnya dihasilkan langsung dari salutan elektroda di ujung busur. Kedua, GMAW tidak memakai elektroda yang harus diganti tiap beberapa menit, sehingga lebih produktif untuk pekerjaan berulang di dalam bengkel, dan hasilnya hampir tanpa terak.

4. Sertifikasi juru las dan kualifikasi

Juru las tidak otomatis boleh mengerjakan semua jenis las hanya karena ia "jago". Pada pekerjaan yang penting, juru las harus **lulus uji kualifikasi**: ia mengelas benda uji dengan prosedur tertentu, lalu benda uji itu diperiksa dan diuji. Bila lulus, ia mendapat sertifikat. Prinsip umum yang perlu kamu pahami: **kualifikasi berlaku terbatas** pada proses las, posisi pengelasan, jenis bahan, dan rentang tebal yang diuji. Contoh: juru las yang lulus uji SMAW pelat baja karbon posisi 1F dan 1G tidak otomatis boleh mengelas pipa, aluminium, atau memakai mesin las otomatis. Untuk itu ia harus mengikuti pelatihan dan uji tambahan.

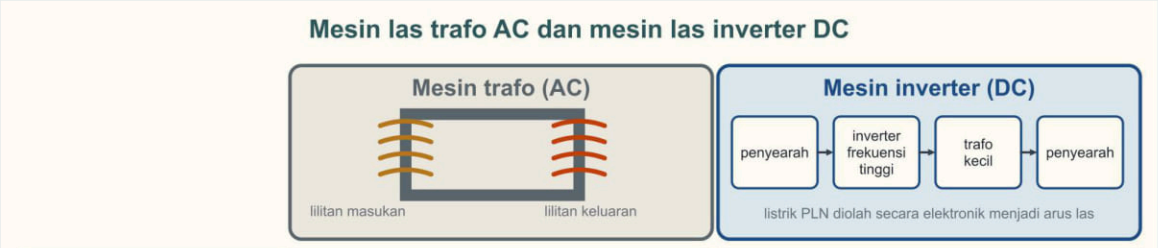
Di dalam bengkel ada dokumen yang menjadi dasar pekerjaan, yaitu **prosedur pengelasan** (*welding procedure specification*, WPS), yang dibahas lebih lanjut di sub bab 1.2 dan sub bab 6.1. Untuk sementara ingat satu hal: prosedur menjawab "bagaimana pekerjaan ini harus dilas", sedangkan sertifikat juru las menjawab "siapa yang terbukti mampu mengerjakannya".

5. Perkembangan teknologi

Teknologi berkembang ke arah yang sama di semua tahap: **lebih cepat, lebih teliti, lebih hemat tenaga dan energi, lebih mudah diulang**.

Mesin las: trafo dan inverter. Mesin las lama bekerja dengan **trafo** besar berinti besi dan lilitan tembaga yang menurunkan tegangan listrik menjadi arus las bolak-balik (AC). Mesin ini berat, kokoh, dan perbaikannya relatif mudah. Mesin **inverter** mengolah listrik secara elektronik: arus diubah ke frekuensi tinggi sehingga trafo di dalamnya jauh lebih kecil. Hasilnya mesin ringan yang menghasilkan arus searah (DC) dengan busur lebih stabil. Gambar 1.4 membandingkan keduanya.

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



	Mesin trafo (AC)	Mesin inverter (DC)
Berat dan ukuran	berat; puluhan kilogram	ringan; mudah diangkat satu orang
Arus las	bolak-balik (AC)	umumnya searah (DC); beberapa tipe AC/DC
Pemakaian daya	lebih boros	lebih hemat; lebih mungkin dipakai pada listrik terbatas untuk arus kecil–sedang
Busur dan penyetelan	busur kurang halus; arus disetel lewat tuas atau kumparan	busur lebih stabil; arus disetel halus; fitur bantu (mis. anti lengket)
Ketahanan	sederhana, kokoh, perbaikan relatif mudah	komponen elektronik peka debu logam, lembap, panas; perbaikan butuh teknisi
Cocok untuk	bengkel tetap, pekerjaan kasar, anggaran terbatas	kerja keliling, listrik terbatas, elektroda yang butuh arus searah

Pilihan terbaik bergantung pada pekerjaan, lokasi, dan anggaran; bukan pada "mana yang lebih modern".

Gambar 1.4 Perbandingan mesin las trafo AC dan mesin las inverter DC. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Inverter bukan berarti selalu lebih baik. Komponen elektroniknya lebih peka terhadap debu logam, lembap, dan panas, serta perbaikannya butuh teknisi elektronik. Mesin trafo tetap dipakai di banyak bengkel karena tahan banting dan murah. Namun untuk kerja keliling ke rumah pelanggan, atau di lokasi yang daya listriknya terbatas, inverter jauh lebih praktis. Beberapa elektroda juga hanya cocok dengan arus searah, sehingga mesin DC menjadi syarat (dibahas pada sub bab 5.2).

Pemotongan: dari manual ke mesin. Memotong pelat dengan gunting tangan atau gas manual bergantung pada ketelitian tangan. Pemotongan **plasma** dan **laser** memotong lebih rapi dan lebih cepat, dan bila dipandu komputer (**CNC**, *Computer Numerical Control*) bentuk rumit dapat diulang ratusan kali dengan ukuran yang hampir sama. File gambar komputer (CAD) langsung menjadi jalur potong, sebagaimana dibahas pada sub bab 3.4.

Robot las dan otomatisasi. Pada produksi massal, robot las menggerakkan pistol las sepanjang jalur yang sama berulang-ulang dengan kecepatan tetap. Hasilnya seragam dan juru las terhindar dari lingkungan berbahaya. Namun robot membutuhkan *jig* yang presisi dan pemrograman, sehingga **hanya ekonomis bila jumlah produk identik banyak**. Untuk satu atau dua unit pesanan, juru las manual lebih masuk akal.

Prosedur dan pencatatan. Industri modern juga menuntut dokumen: prosedur tertulis, sertifikat, dan laporan inspeksi. Ini bukan birokrasi tanpa guna; dokumen itulah yang membuktikan sebuah sambungan dibuat dengan cara yang benar.

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

6. Memilih teknologi sesuai pekerjaan

Tidak ada teknologi yang "paling bagus untuk semua". Yang ada adalah teknologi yang **paling sesuai**. Pertimbangan yang dipakai kira-kira seperti berikut.

Pertimbangan	Pertanyaan yang diajukan	Contoh dampaknya
Jumlah produk	Satu unit atau ratusan?	Ratusan unit identik: CNC, jig, GMAW, atau robot. Satu unit: manual
Ketelitian	Berapa toleransi ukuran yang diminta?	Toleransi sempit tidak tercapai dengan pemotongan gas manual
Bahan dan tebal	Baja karbon, stainless, aluminium? Tipis atau tebal?	Stainless dan aluminium tidak dipotong gas; pelat tipis tidak cocok untuk SMAW arus besar
Lokasi	Ada listrik? Berangin? Medannya sulit?	Lapangan berangin: SMAW; listrik terbatas: inverter
Risiko kegagalan	Apa akibatnya bila sambungan gagal?	Risiko tinggi: prosedur tertulis, juru las berkualifikasi, inspeksi ketat
Waktu dan modal	Kapan harus selesai? Berapa dana tersedia?	Modal terbatas: sewa atau pesan ke mitra, bukan beli mesin baru

Dua kesalahan berpikir yang sering muncul: menganggap **teknologi termahal pasti terbaik**, dan menganggap **mesin yang paling besar pasti paling bermutu**. Mutu sambungan ditentukan oleh kecocokan antara pekerjaan, prosedur, dan juru lasnya. Di bengkel, ikuti selalu arahan guru atau pengawas dan petunjuk dari pabrik mesin.

7. Ringkasan

Gambar 1.5 merangkum seluruh sub bab ini.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Mencocokkan pekerjaan dengan industri dan proses las

Pada 2027, sebuah bengkel menerima enam pekerjaan. Cocokkan tiap pekerjaan dengan industri pengguna dan proses las yang lazim. *(Kasus fiktif.)*

No.	Pekerjaan
a	Rangka atap pasar dengan bentang 12 m, dipasang di lapangan
b	Pipa uap sepanjang pabrik tahu, dilas keliling pipa
c	Pintu mobil, 3.000 unit per hari di pabrik
d	Panel kulit pesawat latih
e	Lambung kapal nelayan baja sepanjang 14 m
f	Ketel uap kecil untuk pabrik tahu

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

1. **Tentukan ciri utama tiap pekerjaan.** (a) bahan tebal, di lapangan; (b) pipa, posisi berganti; (c) produksi massal pelat tipis; (d) lembaran tipis, ringan; (e) pelat tebal, posisi tegak dan atas kepala; (f) menahan tekanan.
2. **Cocokkan dengan industri.** (a) konstruksi baja; (b) perpipaan; (c) *metal forming* manufaktur; (d) *sheet metal* pesawat udara; (e) perkapalan; (f) bejana bertekanan.
3. **Pilih proses yang lazim.** (a) SMAW atau GMAW dengan perlindungan angin; (b) SMAW, atau GTAW untuk lapis akar; (c) las tahanan titik dan robot; (d) sambungan paku keling, bukan SMAW; (e) SMAW atau GMAW; (f) las dengan prosedur tertulis dan pengujian ketat.
4. **Periksa kewajaran.** Pekerjaan (d) tidak memakai SMAW karena pelat tipis dan panel pesawat umumnya dikeling.

Jawaban: a konstruksi baja; b perpipaan; c *metal forming*; d *sheet metal* pesawat; e perkapalan; f bejana bertekanan. Pekerjaan b dan f paling menuntut juru las berkualifikasi dan pengujian.

Contoh 2 — Memilih mesin las untuk pekerjaan keliling

Pada 2026, Pak Bayu mengerjakan pagar di dua desa. Listrik terpasang di lokasi 4.400 VA. Arus las yang dibutuhkan untuk elektroda yang akan dipakai kira-kira 140 A. Ia menimbang tiga mesin dengan data berikut (spesifikasi contoh). Bengkel lain mengajaknya mengerjakan 800 braket identik dalam dua minggu. *(Kasus fiktif; data mesin disusun untuk latihan.)*

Mesin	Jenis	Arus maksimum	Daya masukan pada arus maksimum
A	trafo AC	250 A	8.000 VA
B	inverter DC	200 A	5.500 VA
C	inverter DC	160 A	4.000 VA

1. **Tulis syarat pekerjaan keliling.** Arus maksimum minimal 140 A dan daya masukan tidak melebihi 4.400 VA.
2. **Periksa mesin A.** Arus 250 A cukup, tetapi daya 8.000 VA lebih dari 4.400 VA, sehingga listrik lokasi tidak sanggup. Mesin A gugur.
3. **Periksa mesin B.** Arus 200 A cukup, tetapi 5.500 VA juga lebih dari 4.400 VA. Gugur.
4. **Periksa mesin C.** Arus 160 A, lebih dari 140 A. Daya 4.000 VA, kurang dari 4.400 VA. Memenuhi.
5. **Pertimbangan tambahan.** Mesin inverter ringan sehingga mudah dibawa dari desa ke desa. Gerinda tidak dinyalakan bersamaan dengan mesin las agar beban tidak melewati batas.
6. **Untuk 800 braket identik** keputusannya berbeda: pekerjaan berulang dengan bentuk sama cocok memakai jig dan GMAW semiotomatis atau robot bila tersedia, dengan pemotongan CNC, bukan mesin keliling.

Jawaban: pilih mesin C untuk pekerjaan keliling; untuk 800 braket, pakai jig dan las semiotomatis atau robot.

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

Contoh 3 — Menentukan prioritas inspeksi dari risiko kegagalan

Pada 2027, seorang inspektor hanya sempat memeriksa sedikit sambungan dalam satu hari. Ia menilai setiap pekerjaan dengan dua skala 1 sampai 3: **kemungkinan** sambungan gagal (1 rendah, 3 tinggi) dan **akibat** bila gagal (1 ringan, 3 berat). Risiko = kemungkinan × akibat. Urutkan prioritas pemeriksaan. *(Kasus fiktif; penilaian contoh.)*

Pekerjaan	Kemungkinan	Akibat
Ketel uap pabrik tahu	2	3
Rangka atap pasar	2	3
Tangga besi gudang	2	2
Rak buku besi kantor	2	1
Pagar rumah	1	1

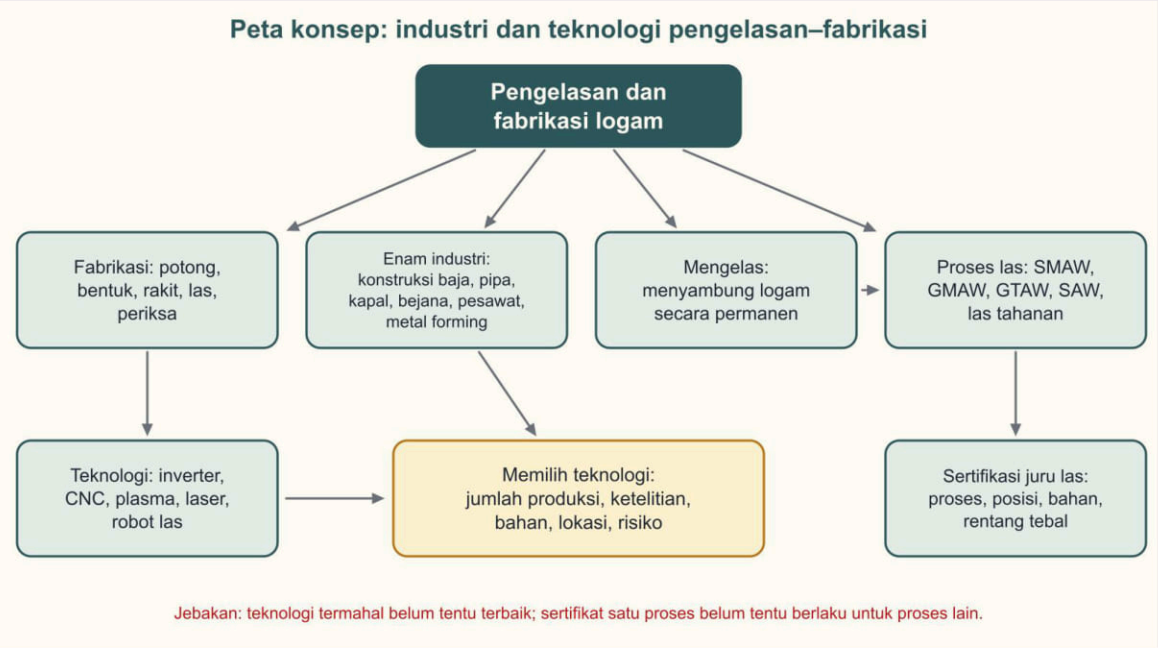
1. **Hitung risiko tiap pekerjaan.** Ketel: 2 × 3 = 6. Atap pasar: 2 × 3 = 6. Tangga: 2 × 2 = 4. Rak buku: 2 × 1 = 2. Pagar: 1 × 1 = 1.
2. **Urutkan dari terbesar.** Ketel uap dan atap pasar (6), tangga (4), rak buku (2), pagar (1).
3. **Beri alasan.** Ketel uap dan atap pasar sama-sama berakibat paling berat: ledakan atau runtuhnya struktur yang menaungi banyak orang. Pagar rumah paling akhir karena akibatnya ringan.
4. **Tafsirkan.** Prioritas ditentukan oleh **risiko**, bukan oleh seberapa mahal atau besar produknya.

Jawaban: urutan prioritas ketel uap dan atap pasar (sama-sama 6), tangga (4), rak buku (2), pagar (1).

❖ PETA KONSEP

Gambar 1.5 merangkum hubungan antara fabrikasi, mengelas, industri, proses, teknologi, dan pilihan teknologi.

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



Gambar 1.5 Peta konsep industri pengguna dan perkembangan teknologi pengelasan dan fabrikasi. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- **Mengelas** = menyambung logam secara permanen; **fabrikasi** = memotong, membentuk, merakit, mengelas, dan memeriksa.
- Enam industri: konstruksi baja, perpipaan, perkapalan, bejana dan tabung bertekanan, *sheet metal* pesawat, dan *metal forming* manufaktur. Makin berat akibat kegagalan sambungan, makin ketat prosedurnya.
- Proses las: SMAW (busur elektroda terbungkus), GMAW (kawat gulungan, gas dari tabung), GTAW (elektroda tungsten), SAW (busur terbenam), las tahanan (arus dan tekanan).
- **Kualifikasi juru las berlaku terbatas** pada proses, posisi, bahan, dan rentang tebal yang diuji.
- Teknologi baru dipilih berdasarkan jumlah produk, ketelitian, bahan, lokasi, risiko, waktu, dan modal; bukan karena harga atau ukurannya.

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

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal pemilihan industri atau teknologi:

1. **Baca ciri pekerjaannya dahulu**: tipis atau tebal, tunggal atau massal, di dalam atau di luar ruangan, bertekanan atau tidak.
2. **Cari kata penentu** dalam soal: jumlah, toleransi, daya listrik, angin, tenggat, modal.
3. **Cocokkan** ciri tadi dengan kebutuhan industri atau kelebihan teknologi pada tabel sub bab ini.
4. **Periksa opsi yang terlalu mutlak**, misalnya "paling mahal", "paling presisi dari semua", atau "pasti".

Jebakan yang sering dipasang:

- **Sertifikat dianggap berlaku universal.** Juru las bersertifikat pelat tidak otomatis boleh mengelas pipa atau aluminium.
- **Teknologi paling mahal dianggap paling benar**, padahal modal, waktu, dan jumlah pesanan tidak mendukungnya.
- **Mesin berat dianggap lebih bermutu.** Berat bukan ukuran mutu.
- **SMAW dipakai pada pelat tipis pesawat**, atau sambungan pesawat dikira selalu dilas.
- **Risiko kegagalan diabaikan** saat menentukan prioritas pemeriksaan.

> Contoh salah tafsir: seorang pemilik bengkel akan mengerjakan dua pagar di kampung yang listriknya hanya 900 VA. Seorang siswa menyarankan mesin trafo 250 A yang paling besar "karena paling kuat dan pasti paling bermutu". Saran itu mengira ukuran dan berat mesin menentukan mutu. Mesin sebesar itu butuh daya masukan jauh melebihi 900 VA dan sulit dibawa; mesin inverter berkapasitas lebih kecil yang daya masukannya sesuai lebih tepat untuk pekerjaan ini.

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menguji kualifikasi juru las: apakah sertifikat yang dimiliki sesuai dengan lowongan yang dipilih. Perhatikan tiga kata kunci pada sertifikat Rafi: proses, bahan, dan posisi.

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

►. Rafi lulus dari SMK pada 2027 dengan sertifikat kompetensi las SMAW pelat baja karbon posisi 1F dan 1G. Ia belum pernah mengelas pipa, aluminium, atau memakai mesin las otomatis. Rafi ingin langsung bekerja sesuai kompetensi yang sudah teruji tanpa harus mengikuti pelatihan dan uji sertifikasi tambahan. Ada lima lowongan di kawasan industri dekat rumahnya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Lowongan yang paling sesuai untuk Rafi adalah ....

A. Juru las pipa transmisi gas bawah tanah dengan syarat sertifikat posisi 6G
B. Juru las lambung kapal aluminium memakai proses las GTAW
C. Juru las balok baja gedung di bengkel, las sudut SMAW posisi datar
D. Operator las busur rendam otomatis di pabrik tabung gas LPG
E. Teknisi perakitan panel badan pesawat memakai paku keling

Pembahasan **Kunci: C**

Konsep: Setiap industri pengguna las menuntut proses, bahan, posisi, dan sertifikasi yang berbeda: perpipaan minyak dan gas menuntut sertifikat pipa (mis. 6G), perkapalan aluminium memakai GTAW/GMAW, pabrik tabung bertekanan banyak memakai las otomatis, sheet metal pesawat banyak memakai paku keling. Konstruksi baja gedung di bengkel banyak memakai las sudut SMAW pada pelat baja karbon.

Langkah:
1. Kompetensi Rafi: SMAW, pelat baja karbon, posisi 1F (las sudut datar) dan 1G (las tumpul datar).
2. Syarat: tanpa pelatihan atau sertifikasi tambahan.
3. Cocokkan: hanya balok baja gedung (las sudut SMAW posisi datar pada pelat baja) yang sesuai.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: prosesnya sama-sama SMAW, tetapi pipa posisi 6G membutuhkan sertifikat yang belum dimiliki Rafi.
• **B.** ✗ Aluminium dan GTAW berbeda bahan dan proses dari kompetensi Rafi.
• **C.** ✓ Proses, bahan, dan posisinya sama dengan sertifikat yang sudah dimiliki Rafi.
• **D.** ✗ Jebakan: bahannya baja karbon, tetapi las busur rendam otomatis memerlukan pelatihan operator mesin.
• **E.** ✗ Panel pesawat disambung dengan paku keling, bukan pengelasan SMAW.

Jawaban: C.

✎ LATIHAN

Untuk setiap soal, tulis dulu ciri pekerjaan (jumlah, bahan, lokasi, risiko), baru cocokkan dengan teknologi atau industri yang tepat.

1. Bengkel las milik Pak Darto masih memakai mesin las trafo AC 250 A seberat 80 kg. Pada 2027 bengkel makin sering mengerjakan pagar dan kanopi di rumah pelanggan yang daya listriknya 1.300 VA. Pak Darto berencana membeli mesin las inverter DC 160 A seberat 7 kg. Anaknya, Bima, siswa SMK jurusan pengelasan, diminta menimbang kelebihan dan kekurangannya.

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

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

Pertimbangan yang tepat adalah ....

(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

- ☐ A. Mesin inverter mudah dibawa ke rumah pelanggan sehingga waktu angkut dan tenaga berkurang.
- ☐ B. Mesin inverter DC dapat dipakai untuk elektroda yang hanya cocok dengan arus searah, misalnya E6010.
- ☐ C. Komponen elektronik inverter lebih tahan debu gerinda dan percikan sehingga perawatannya lebih ringan.
- ☐ D. Inverter lebih hemat daya sehingga lebih mungkin dipakai pada listrik rumah berdaya terbatas untuk arus kecil sampai sedang.
- ☐ E. Dengan inverter DC, busur menyimpang (arc blow) di ujung pelat menjadi lebih jarang daripada dengan trafo AC.

2. Pak Ketut, pemilik bengkel las di Gresik, ingin menawarkan jasa sebagai subkontraktor ke beberapa industri pada 2027. Sebelum mengirim penawaran, ia meminta Sari, lulusan SMK yang baru bekerja di bengkelnya, menyusun catatan kebutuhan kompetensi juru las untuk tiap industri.

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

Catatan yang tepat adalah ....

(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

- ☐ A. Pembuat rak gudang dan pagar menjadikan sertifikat las pipa 6G sebagai syarat utama juru lasnya.
- ☐ B. Pembuat tangki udara kompresor memerlukan prosedur las dan pemeriksaan yang lebih ketat karena tangki menahan tekanan.
- ☐ C. Galangan kapal baja memerlukan juru las yang mampu mengelas posisi tegak dan atas kepala, tidak hanya posisi datar.
- ☐ D. Industri sheet metal pesawat memakai las SMAW untuk menyambung panel badan pesawat agar kuat.
- ☐ E. Perpipaan minyak dan gas mensyaratkan juru las lulus uji kualifikasi pada benda uji pipa.

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

3. Bengkel Bu Wening mendapat pesanan 300 pelat dudukan identik dari baja 6 mm berbentuk lengkung dengan dua lubang (2027). Toleransi ukuran ±0,5 mm dan barang harus selesai dalam 3 hari. Pemotongan plasma manual dengan mal hanya mencapai ±1,5 mm, pemotongan laser di kota lain antre 7 hari, dan bengkel mitra menyewakan mesin plasma CNC dengan ketelitian ±0,5 mm yang dapat menyelesaikan pesanan dalam satu hari. Modal bengkel belum memadai untuk membeli mesin baru.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Keputusan yang paling tepat adalah ....

A. Memotong dengan gas manual memakai mal karena biaya peralatannya paling murah
B. Memotong dengan plasma manual memakai mal agar seluruh pekerjaan tetap dikerjakan sendiri
C. Memesan pemotongan laser karena hasilnya paling presisi di antara semua cara
D. Menyewa mesin plasma CNC di bengkel mitra yang selesai dalam satu hari
E. Membeli mesin plasma CNC sendiri agar pesanan serupa berikutnya lebih cepat

4. Teaching factory pengelasan sebuah SMK menerima lima tawaran pekerjaan pada 2027. Guru meminta siswa menentukan pekerjaan yang kegagalan sambungan lasnya paling membahayakan orang di sekitarnya, sehingga menuntut prosedur las tertulis, juru las berkualifikasi, dan pengujian paling ketat sebelum diserahkan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pekerjaan tersebut adalah ....

A. Pagar depan rumah tinggal dari besi hollow
B. Tangki udara kompresor bertekanan kerja 10 bar
C. Rak penyimpanan kardus di gudang toko
D. Kanopi carport dari pipa dan atap polikarbonat
E. Teralis jendela dari besi strip dan besi beton

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

5. Bengkel konstruksi milik Bu Lusi pada 2027 mendapat dua pekerjaan: produksi 200 rangka meja di dalam bengkel tertutup dan perbaikan rangka menara di tepi pantai yang anginnya kencang. Bengkel baru membeli mesin las GMAW (las MIG/MAG) dengan gas pelindung dari tabung, selain mesin SMAW yang sudah ada. Para juru las belum pernah memakai GMAW.

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

Pertimbangan yang tepat adalah ....

(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. GMAW lebih produktif untuk rangka meja di bengkel karena kawat diumpankan terus tanpa berhenti mengganti elektroda.

☐ B. GMAW cocok untuk menara di tepi pantai karena gas pelindung dari tabung lebih stabil daripada salutan elektroda.

☐ C. SMAW tetap dipilih untuk menara di lokasi berangin karena pelindung busurnya berasal dari salutan elektroda.

☐ D. Hasil GMAW hampir tanpa terak sehingga waktu membersihkan las rangka meja berkurang.

☐ E. Juru las dapat langsung memakai GMAW tanpa pelatihan karena cara mengelasnya sama dengan SMAW.

Kunci singkat: 1. A, B, D 2. B, C, E 3. D 4. B 5. A, C, D

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa juru las bersertifikat SMAW pelat posisi 1F dan 1G belum tentu boleh mengelas pipa?
- Faktor apa saja yang membuat sebuah bengkel memilih menyewa mesin potong CNC dan bukan membeli?
- **Yang harus kuingat:** mengelas adalah satu tahap dalam fabrikasi; makin besar akibat kegagalan, makin ketat prosedur dan pemeriksaan; kualifikasi juru las terbatas pada proses, posisi, bahan, dan tebal; teknologi dipilih menurut kebutuhan pekerjaan, bukan menurut harga.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 1.1: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

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

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

Sub bab 1.2 · Profesi, job profile, dan wirausaha bengkel

SMKTPFL-1.2

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi untuk elemen pertama meminta kamu memahami dunia kerja bidang pengelasan dan fabrikasi, termasuk **kewirausahaan bengkel pengelasan dan fabrikasi logam**. Dalam soal, bagian ini muncul dalam dua wujud. Wujud pertama berupa pertanyaan tentang **siapa mengerjakan apa**: fitter, juru las, *welding inspector*, drafter, dan seterusnya, beserta dokumen kerjanya. Wujud kedua berupa **hitungan sederhana ala pemilik bengkel**: biaya satu unit, harga jual, laba, memilih pesanan, dan kebutuhan elektroda per kotak. Buku ini tidak memuat persentase benar nasional untuk mapel ini karena datanya belum ada.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan alur kerja di bengkel fabrikasi, tugas tiap profesi, dan dokumen yang dipakai di tiap tahap;
- menjelaskan fungsi sertifikat kompetensi dan jenjang karier juru las secara umum;
- menghitung biaya per unit, harga jual dengan laba persen, dan laba bersih untuk pesanan bengkel;
- membandingkan beberapa pesanan dan menghitung kebutuhan serta jumlah kotak elektroda.

◆ KONSEP INTI

Di sub bab 1.1 kamu melihat bahwa produk logam dibuat melalui rangkaian tahap. Sekarang kita masuk ke dalam bengkel: **siapa** yang mengerjakan tiap tahap, **dokumen** apa yang mereka pegang, bagaimana seseorang **meniti karier** di bidang ini, dan bagaimana seseorang yang ingin **membuka bengkel sendiri** menghitung biaya dan harga.

1. Alur pesanan dan pembagian peran

Pada bengkel fabrikasi yang teratur, sebuah pesanan bergerak seperti pada Gambar 1.6. Tiap tahap punya penanggung jawab, supaya tidak ada pekerjaan yang terlewat dan setiap keputusan dapat ditelusuri.

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



Gambar 1.6 Alur pesanan di bengkel fabrikasi dan siapa yang bertanggung jawab pada tiap tahap. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Berikut tugas pokok tiap peran:

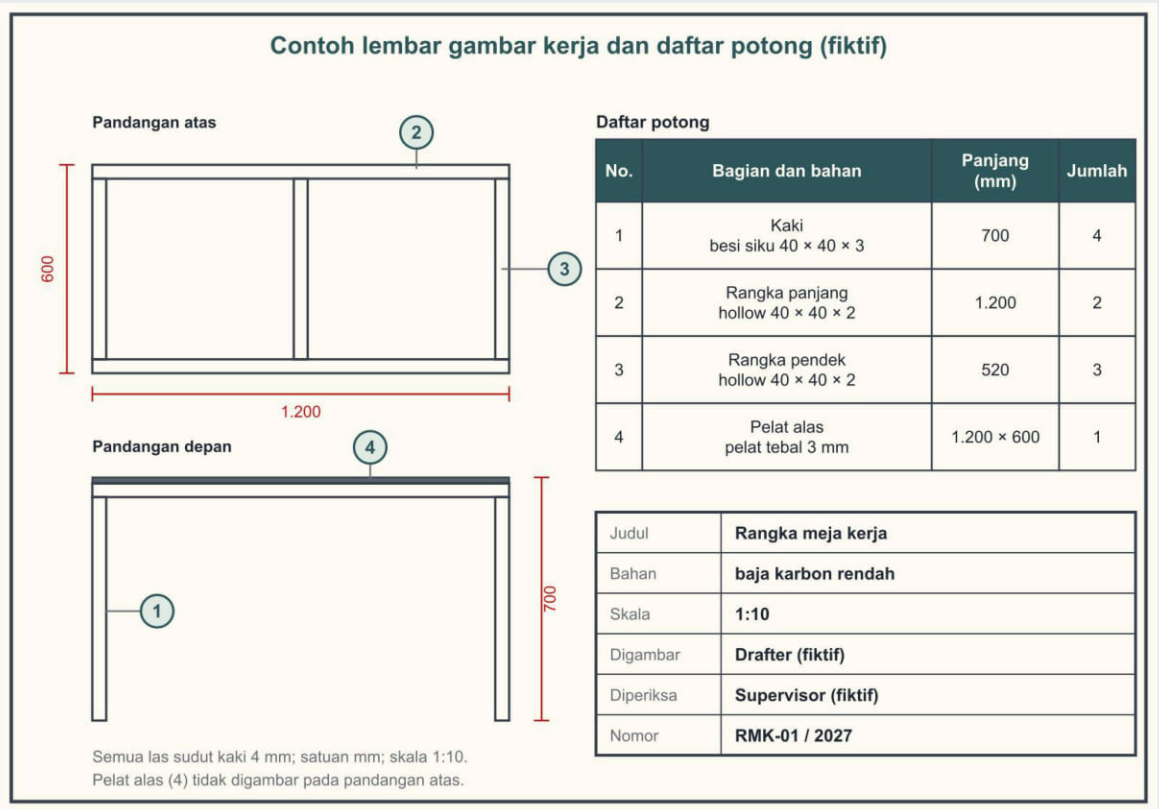
- **Estimator** menghitung kebutuhan bahan, jam kerja, dan biaya, lalu menyusun penawaran harga. Estimator yang teliti membuat bengkel tidak rugi dan pelanggan tidak merasa ditipu.
- **Drafter** (*drafter*, juru gambar) membuat **gambar kerja**: ukuran, bahan, simbol las, dan daftar potong. Sekarang drafter umumnya memakai program gambar komputer (CAD).
- **Petugas logistik atau gudang** membeli, menerima, memeriksa, dan menyimpan bahan, termasuk menandai bahan agar tidak tertukar (misalnya jenis baja atau jenis elektroda).
- **Fitter** (*fitter*, tukang penyetel) memotong, membentuk, dan **menyetel** potongan sesuai gambar, lalu mengunci posisinya dengan las titik. Pekerjaannya menentukan apakah rakitan lurus, siku, dan sesuai ukuran sebelum dilas penuh.
- **Operator mesin** mengoperasikan mesin potong, tekuk, atau gunting pelat sesuai kapasitasnya.
- **Juru las** (*welder*) melakukan pengelasan sesuai gambar dan **prosedur pengelasan**.
- ***Welding inspector*** (inspektor las) memeriksa hasil las: ukuran dan cacatnya, memakai alat seperti *welding gauge*, lalu **mencatat** temuan pada laporan inspeksi dan menyatakan hasilnya diterima, diperbaiki, atau ditolak.
- **Supervisor** mengatur jadwal dan pembagian kerja serta mengawasi mutu dan keselamatan.
- **Petugas K3** memastikan alat pelindung diri, izin kerja, kebersihan area, dan kebiasaan kerja aman.

Dua prinsip penting. Pertama, **yang memeriksa sebaiknya bukan orang yang mengerjakan**. Juru las yang menilai lasnya sendiri cenderung memaafkan kekurangannya, sehingga pada pekerjaan penting pemeriksaan dilakukan oleh inspektor yang berbeda. Kedua, di bengkel kecil satu orang sering merangkap beberapa peran: pemilik bisa jadi estimator, drafter, dan juru las sekaligus. Meski begitu, **fungsinya tetap harus ada**; yang dirangkap adalah orangnya, bukan tanggung jawabnya.

2. Dokumen kerja

Setiap tahap didukung dokumen tertulis. Dokumen membuat pekerjaan bisa diulang, dicek, dan dipertanggungjawabkan.

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



Gambar 1.7 Contoh lembar gambar kerja dengan daftar potong dan kepala gambar (data fiktif). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Gambar kerja** memuat pandangan benda, ukuran, bahan, simbol las, dan kepala gambar (judul, skala, nomor, yang menggambar dan memeriksa). Gambar 1.7 memperlihatkan contohnya; cara membacanya dibahas di Bab 3.
- **Daftar potong** (*cutting list*) menuliskan setiap potongan: nomor bagian, nama dan ukuran bahan, panjang, dan jumlah. Pada Gambar 1.7, misalnya, empat kaki masing-masing 700 mm berarti 4 × 700 = 2.800 mm besi siku, ditambah dua rangka panjang 1.200 mm dan tiga rangka pendek 520 mm. Dengan daftar ini fitter tidak perlu menebak dan estimator dapat menghitung bahan.
- **Prosedur pengelasan** (*welding procedure specification*, WPS) menyatakan bagaimana sebuah sambungan harus dilas: bahan, jenis elektroda, arus, posisi, jenis kampuh, dan jumlah jalur. **WPS tidak dibuat juru las setiap kali ia mengelas**; WPS disusun lebih dulu oleh pihak yang berkompeten (misalnya *welding engineer* bersama juru las yang mengelas benda uji), dibuktikan lewat pengujian, lalu dipakai juru las sebagai pedoman. Isi dan cara membacanya dibahas di sub bab 6.1.
- **Laporan inspeksi** mencatat apa yang diperiksa, hasil ukur, cacat yang ditemukan, dan keputusannya. Laporan ini menjadi bukti bagi pelanggan bahwa produk sudah diperiksa.
- Dokumen pendukung lain: nota atau kuitansi, surat jalan, catatan perubahan pesanan, dan daftar bahan masuk.

3. Kompetensi, sertifikasi, dan jenjang karier

Dunia kerja menilai seseorang dari **apa yang terbukti dapat ia kerjakan**, bukan hanya dari

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

ijazah. Di Indonesia, **sertifikat kompetensi kerja** diterbitkan lewat uji kompetensi oleh lembaga sertifikasi profesi (LSP) di bawah koordinasi **BNSP** (Badan Nasional Sertifikasi Profesi). Pengujinya menilai langsung apakah peserta mampu mengerjakan tugas sesuai standar kompetensi. Selain sertifikat kompetensi umum itu, pada pekerjaan tertentu ada **sertifikat juru las** yang berlaku terbatas untuk proses, posisi, dan bahan yang diujikan (sub bab 1.1).

Jenjang karier yang lazim di bidang ini, secara umum:

1. Asisten atau helper bengkel yang belajar menyiapkan bahan dan alat.
2. Juru las atau fitter yang bekerja sesuai gambar dan prosedur.
3. Juru las senior atau kepala regu yang memimpin beberapa orang.
4. *Welding inspector*, supervisor, atau petugas K3 yang menambah kompetensi pemeriksaan dan pengawasan lewat pelatihan.
5. Estimator, manajer produksi, atau pemilik bengkel sendiri.

Perpindahan antarjenjang umumnya membutuhkan pelatihan dan sertifikasi tambahan, bukan sekadar lamanya bekerja. Tidak ada jalur tunggal yang harus ditempuh; yang penting adalah terus menambah kompetensi yang terbukti.

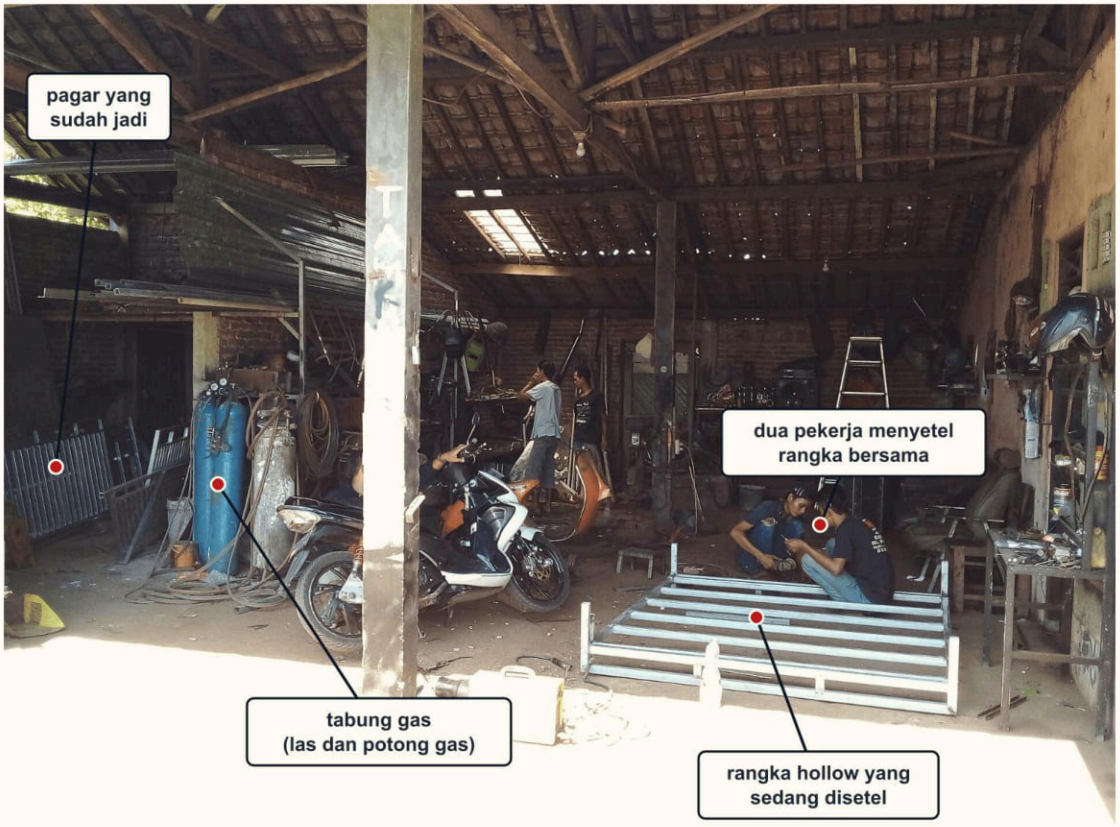
4. Wirausaha bengkel pengelasan dan fabrikasi

Banyak lulusan bidang ini membuka bengkel sendiri. Jenis usahanya beragam: pagar dan gerbang, kanopi, teralis, tangga, rak dan rangka, reparasi kendaraan atau mesin, hingga pekerjaan subkontrak untuk bengkel lain. Gambar 1.8 menunjukkan contoh bengkel las kecil di Indonesia: ada tabung gas, bahan, rangka yang sedang disetel, dan pekerja yang saling membantu.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Bengkel las kecil: pesanan pagar dikerjakan sampai jadi



Bengkel semacam ini umum di Indonesia. Cara menata tempat kerja agar aman dibahas di Bab 2.

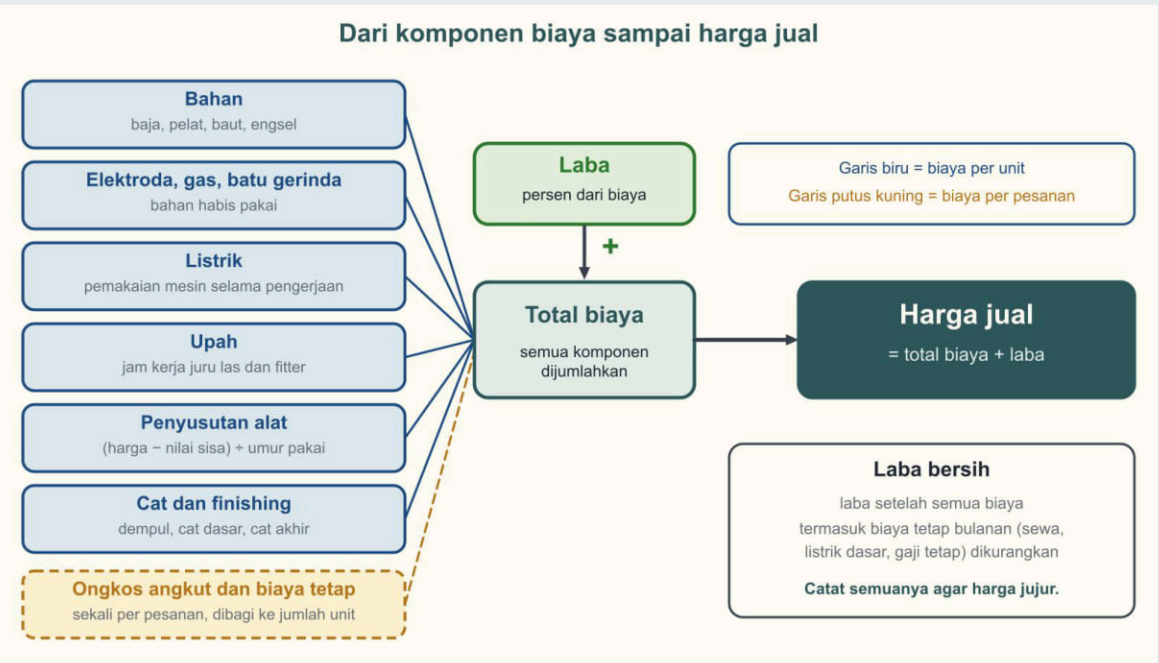
Gambar 1.8 Bengkel las kecil di Indonesia yang mengerjakan pagar. Sumber: foto SATELIT BM9, Wikimedia Commons, CC0; label Indonesia ditambahkan oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Peralatan awal yang lazim: mesin las (SMAW), gerinda tangan, bor, perkakas tangan dan alat ukur, meja las atau meja kerja, alat potong, dan **alat pelindung diri** untuk setiap pekerja. Modal awal tidak harus besar, tetapi alat keselamatan tidak boleh dihemat. Pemilik juga perlu menyesuaikan usahanya dengan aturan setempat; perizinan usaha berbeda antardaerah, jadi tanyakan kepada pemerintah desa atau dinas terkait.

5. Menghitung biaya satu unit produk

Bengkel yang tidak menghitung biaya dengan benar akan menetapkan harga terlalu rendah dan **rugi tanpa sadar**. Komponen biaya sebuah pesanan dikelompokkan pada Gambar 1.9.

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



Gambar 1.9 Komponen biaya per unit dan per pesanan, total biaya, laba, dan harga jual. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Komponen **biaya per unit** (bertambah mengikuti jumlah produk):

- **Bahan**: baja, pelat, baut, engsel, dan sebagainya.
- **Bahan habis pakai**: elektroda, batu gerinda, mata gergaji, gas.
- **Listrik** yang terpakai oleh mesin selama pengerjaan.
- **Upah** juru las dan fitter menurut lama pengerjaan.
- **Cat dan finishing**.
- **Penyusutan alat**: nilai alat berkurang karena dipakai. Cara menghitung yang sederhana: penyusutan per tahun = (harga beli − nilai sisa) ÷ umur pakai. Misalnya gerinda seharga Rp2.400.000, nilai sisa Rp400.000, umur lima tahun, maka penyusutannya (2.400.000 − 400.000) ÷ 5 = Rp400.000 per tahun. Dari angka ini dapat dihitung penyusutan per hari kerja atau per pesanan.

Komponen **biaya per pesanan** (tetap, tidak bertambah bila jumlah unit bertambah):

- **Ongkos angkut** sekali kirim ke lokasi pelanggan. Truk yang mengantar 12 unit tidak dibayar 12 kali; ongkosnya sama dan **dibagi** ke jumlah unit (ongkos ÷ jumlah unit), bukan dikalikan.
- **Biaya tetap** lain yang berjalan sepanjang bulan: sewa tempat, listrik dasar, gaji tetap.

Menghitung **biaya total pesanan**: jumlahkan semua biaya per unit dikalikan jumlah unit, lalu tambahkan biaya per pesanan. Biaya satu unit = biaya total ÷ jumlah unit.

6. Harga jual dan laba

Laba adalah tambahan di atas biaya sebagai imbalan usaha dan risiko pemilik. Harga jual = biaya + laba. Bagaimana laba ditentukan? Ada dua cara yang sering tertukar:

- **Laba persen dari biaya**: harga jual = biaya × (1 + persen). Laba 20 % dari biaya Rp800.000 adalah Rp160.000, sehingga harga jual Rp960.000.
- **Laba persen dari harga jual**: harga jual = biaya ÷ (1 − persen). Laba 20 % dari harga jual untuk biaya yang sama berarti biaya adalah 80 % harga, sehingga harga jual = 800.000 ÷ 0,8 = Rp1.000.000 dan laba Rp200.000.

Kedua cara sah, tetapi **hasilnya berbeda**. Karena itu, baca soal dengan teliti: "laba 20 % dari biaya" dan "laba 20 % dari harga jual" tidak sama. Bila soal tidak menyebutnya, laba lazim dihitung dari biaya.

Laba bersih adalah laba setelah semua biaya dikurangkan, termasuk biaya tetap bulanan. Itulah uang yang benar-benar tersisa bagi pemilik.

Titik impas (*break-even*) sederhana adalah jumlah unit di mana bengkel tidak rugi dan belum untung. Rumusnya: titik impas = biaya tetap ÷ (harga jual per unit − biaya per unit yang sifatnya variabel). Contoh: biaya tetap Rp3.000.000 per bulan, harga jual Rp1.000.000 per unit, biaya variabel Rp700.000 per unit. Selisih Rp300.000 per unit, sehingga titik impas = 3.000.000 ÷ 300.000 = 10 unit per bulan. Unit ke-11 dan seterusnya baru menghasilkan laba.

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

7. Memilih pesanan

Pemilik sering tidak sanggup menerima semua pesanan. Cara memilih yang masuk akal:

1. **Hitung laba tiap pesanan**: harga dikurangi biaya (bahan, upah, listrik, ongkos).
2. **Hitung laba per hari kerja**: laba ÷ jumlah hari pengerjaan. Pesanan dengan laba total besar tetapi memakan banyak hari bisa kalah dari pesanan kecil yang cepat selesai, bila kapasitas hari kerja terbatas.
3. **Cocokkan dengan kapasitas**: berapa hari kerja yang tersedia, berapa pekerja, apakah ada pekerjaan lain.
4. **Pertimbangkan risiko dan pelanggan**: apakah ada uang muka, apakah pelanggan jelas, apakah pekerjaannya memerlukan keahlian yang belum dimiliki bengkel.

8. Kebutuhan bahan: elektroda per kotak

Elektroda dijual **per kotak** dengan isi dan berat tertentu, tidak melayani eceran per batang. Maka perhitungannya dua tahap: pertama kebutuhan dalam kilogram, kedua jumlah kotak yang **dibulatkan ke atas**.

- Kebutuhan (kg) = panjang las (m) × kebutuhan elektroda per meter (kg/m), dijumlahkan untuk semua jenis las.
- Bila ada puntung dan sisa, tambahkan **cadangan** sesuai perkiraan (misalnya 10 %).
- Jumlah kotak = kebutuhan ÷ isi tiap kotak, **dibulatkan ke atas**, karena sisa yang kurang dari satu kotak tetap harus dibeli sebagai satu kotak utuh.
- Biaya = jumlah kotak × harga per kotak.

9. Pelayanan dan kejujuran

Usaha las bertahan lama karena kepercayaan. Hal-hal yang membedakan bengkel yang dipercaya:

- **Menepati spesifikasi.** Bahan dan ukuran sesuai kesepakatan. Mengganti besi hollow dengan yang lebih tipis tanpa memberi tahu bukan penghematan, melainkan penipuan yang bisa membahayakan pemakai.
- **Mencatat.** Nota, catatan biaya, dan laporan hasil pemeriksaan membuat harga bisa dijelaskan.
- **Garansi yang jujur.** Menjanjikan "kuat selamanya" adalah janji kosong. Garansi yang jelas, misalnya perbaikan bila las terlepas dalam masa tertentu karena kesalahan pengerjaan, lebih berharga.
- **Tidak menyembunyikan cacat.** Cacat las yang ditutupi dengan dempul atau cat adalah tanda bengkel yang tidak dapat dipercaya.
- **Menjaga keselamatan pekerja dan pelanggan**, termasuk memakai alat pelindung diri (Bab 2).

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

▣ CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Biaya dan harga jual satu pesanan rak tanaman

Pada 2027, sebuah bengkel menerima pesanan 12 rak tanaman besi. Biaya per unit: bahan Rp410.000, elektroda dan batu gerinda Rp45.000, listrik Rp20.000, cat dan finishing Rp60.000, upah Rp220.000. Alat yang dipakai selama empat hari kerja adalah mesin las dan gerinda seharga total Rp9.600.000 dengan nilai sisa Rp1.200.000 dan umur pakai 4 tahun (200 hari kerja per tahun). Ongkos angkut sekali kirim Rp240.000. Pemilik menetapkan laba 30 % dari biaya. Hitung total biaya, harga jual pesanan, dan harga per unit. *(Kasus fiktif.)*

1. **Hitung biaya per unit.** 410.000 + 45.000 + 20.000 + 60.000 + 220.000 = Rp755.000. Untuk 12 unit: 12 × 755.000 = Rp9.060.000.
2. **Hitung penyusutan.** Penyusutan per hari = (9.600.000 − 1.200.000) ÷ (4 × 200) = 8.400.000 ÷ 800 = Rp10.500. Untuk empat hari: 4 × 10.500 = Rp42.000.
3. **Tambahkan biaya per pesanan.** Ongkos angkut Rp240.000 dibayar sekali, tidak dikalikan 12.
4. **Total biaya.** 9.060.000 + 42.000 + 240.000 = Rp9.342.000. Biaya per unit = 9.342.000 ÷ 12 = Rp778.500.
5. **Hitung laba 30 % dari biaya.** 0,30 × 9.342.000 = Rp2.802.600.
6. **Harga jual pesanan.** 9.342.000 + 2.802.600 = Rp12.144.600. Per unit = 12.144.600 ÷ 12 = Rp1.012.050.
7. **Bandingkan** bila laba 30 % dihitung dari harga jual: harga = 9.342.000 ÷ 0,7 ≈ Rp13.345.714, selisih sekitar Rp1.201.114 dari cara pertama. Itu sebabnya soal harus dibaca teliti.

Jawaban: total biaya Rp9.342.000; harga jual pesanan Rp12.144.600; harga per unit Rp1.012.050.

Contoh 2 — Memilih pesanan untuk satu pekan kerja

Pada 2026, sebuah bengkel punya 7 hari kerja kosong dan hanya dapat mengerjakan pesanan yang jumlah harinya tidak melebihi sisa kapasitas. Setiap pesanan hanya dapat diterima sekali. Data pesanan disajikan pada tabel (harga dan biaya dalam rupiah). Pilih kombinasi pesanan yang memberi laba total terbesar. *(Kasus fiktif.)*

Pesanan	Harga	Biaya (bahan, upah, listrik, ongkos)	Hari kerja
Tangga besi gudang	6.800.000	4.100.000	5
Gerbang geser	9.500.000	6.300.000	6
Rak sepeda	4.200.000	2.300.000	2

1. **Hitung laba tiap pesanan.** Tangga: 6.800.000 − 4.100.000 = Rp2.700.000. Gerbang: 9.500.000 − 6.300.000 = Rp3.200.000. Rak: 4.200.000 − 2.300.000 = Rp1.900.000.
2. **Hitung laba per hari kerja.** Tangga: 2.700.000 ÷ 5 = Rp540.000. Gerbang: 3.200.000 ÷ 6 ≈ Rp533.333. Rak: 1.900.000 ÷ 2 = Rp950.000. Rak sepeda paling menguntungkan per hari.

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

3. **Daftar kombinasi yang muat dalam 7 hari.** Gerbang saja (6 hari): laba Rp3.200.000. Tangga + rak (5 + 2 = 7 hari): laba 2.700.000 + 1.900.000 = Rp4.600.000. Gerbang + rak (8 hari) tidak muat; tangga + gerbang (11 hari) tidak muat.
4. **Pilih yang labanya terbesar.** Tangga + rak: Rp4.600.000, lebih besar daripada gerbang saja.

Jawaban: ambil pesanan tangga besi dan rak sepeda dengan laba total Rp4.600.000. Pesanan dengan laba total terbesar secara tunggal (gerbang) bukan pilihan terbaik karena kapasitas hari terbatas.

Contoh 3 — Kebutuhan dan jumlah kotak elektroda

Pada 2027, sebuah bengkel mengerjakan rangka yang membutuhkan las sudut kaki 5 mm sepanjang 36 m (kebutuhan contoh 0,20 kg elektroda per meter) dan las kampuh V pada pelat 8 mm sepanjang 6 m (kebutuhan contoh 0,45 kg per meter). Pemilik menambah cadangan 10 % untuk puntung dan sisa. Elektroda dijual per kotak isi 2 kg seharga Rp62.000 dan tidak dijual eceran. Berapa kotak yang dibeli dan berapa biayanya? *(Kasus fiktif; kebutuhan per meter adalah angka contoh untuk latihan.)*

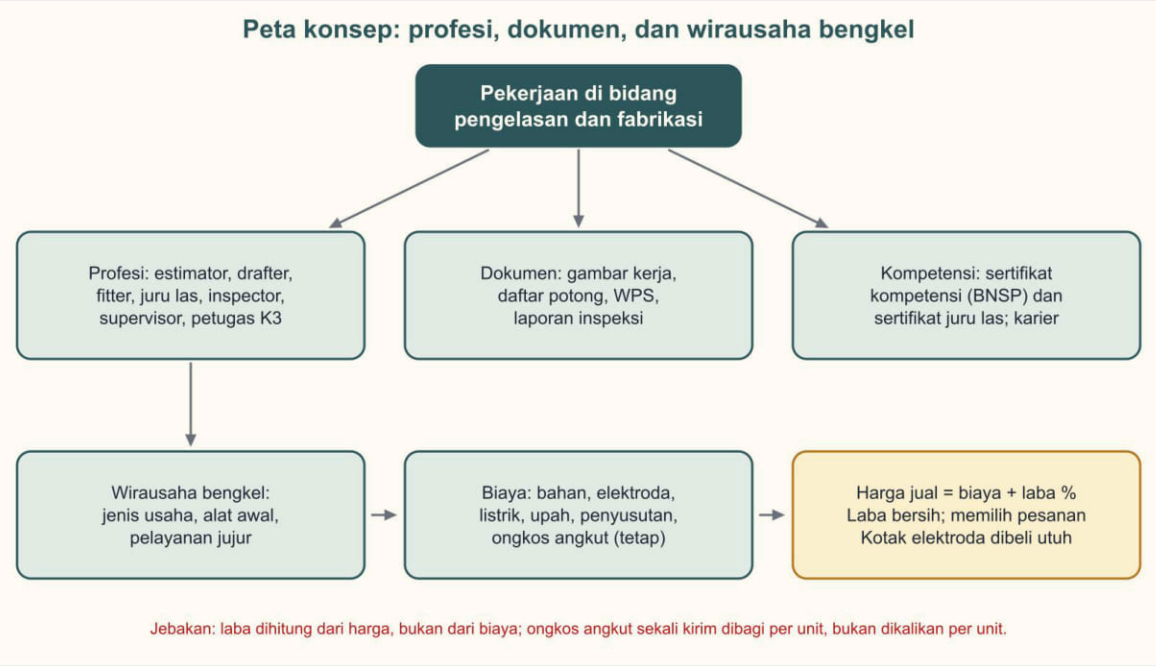
1. **Hitung kebutuhan tiap jenis las.** Las sudut: 36 × 0,20 = 7,2 kg. Las kampuh V: 6 × 0,45 = 2,7 kg.
2. **Jumlahkan.** 7,2 + 2,7 = 9,9 kg.
3. **Tambah cadangan 10 %.** 9,9 × 1,10 = 10,89 kg.
4. **Hitung jumlah kotak.** 10,89 ÷ 2 = 5,445 kotak. Karena tidak ada eceran, bulatkan ke atas menjadi 6 kotak (12 kg). Tanpa cadangan: 9,9 ÷ 2 = 4,95, yaitu 5 kotak, tetapi tidak aman bila terjadi sisa dan puntung.
5. **Hitung biaya.** 6 × 62.000 = Rp372.000.
6. **Tafsirkan.** Sisa elektroda 12 − 10,89 = 1,11 kg dapat disimpan kering untuk pekerjaan berikutnya (sub bab 5.1).

Jawaban: dibeli 6 kotak; biaya Rp372.000.

❖ PETA KONSEP

Gambar 1.10 merangkum peran, dokumen, kompetensi, dan hitungan wirausaha.

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



Gambar 1.10 Peta konsep profesi, dokumen kerja, dan wirausaha bengkel. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- Peran: estimator (biaya), drafter (gambar), logistik (bahan), fitter (menyetel), operator mesin, juru las, *welding inspector* (memeriksa dan mencatat), supervisor, petugas K3. Yang memeriksa sebaiknya bukan yang mengerjakan.
- Dokumen: gambar kerja, daftar potong, WPS (disusun lebih dulu oleh pihak berkompeten, dipakai juru las), laporan inspeksi.
- Biaya per unit: bahan, bahan habis pakai, listrik, upah, cat, penyusutan. Biaya per pesanan: ongkos angkut dan biaya tetap, **dibagi** ke jumlah unit.
- Harga jual = biaya + laba. Laba persen dari biaya dan dari harga jual **berbeda hasilnya**.
- Elektroda: kilogram dahulu, lalu kotak dibulatkan ke atas.
- Usaha jujur: spesifikasi sesuai, dicatat, cacat tidak disembunyikan.

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

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal peran dan wirausaha:

1. **Soal peran:** tentukan dulu tahap pekerjaan yang disebut dalam soal (menggambar, menyetel, mengelas, memeriksa, menyusun prosedur), baru cocokkan dengan peran.
2. **Soal hitungan:** tulis semua komponen biaya, pisahkan yang per unit dan yang per pesanan, hitung total, baru tambahkan laba.
3. **Baca pernyataan laba:** dari biaya atau dari harga jual?
4. **Soal kotak:** hitung kilogram, bagi dengan isi kotak, bulatkan ke atas.
5. **Periksa kewajaran:** harga per unit harus lebih besar daripada biaya per unit.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Peran tertukar**: pekerjaan menyetel dan las titik dianggap tugas inspector, atau pemeriksaan dianggap tugas juru las sendiri.
- **WPS dianggap dibuat juru las tiap kali mengelas**, padahal WPS disusun dan dibuktikan lebih dulu.
- **Ongkos angkut dilupakan** atau dikalikan per unit padahal sekali kirim.
- **Laba dihitung dari harga**, bukan dari biaya (atau sebaliknya), padahal soal menyebut yang lain.
- **Elektroda dibeli per batang atau tidak dibulatkan**, padahal dijual per kotak.
- **Laba total terbesar dipilih tanpa melihat kapasitas hari kerja.**

> Contoh salah tafsir: pesanan 8 unit dengan ongkos angkut Rp200.000. Seorang siswa menambahkan 200.000 pada setiap unit sehingga total ongkos menjadi Rp1.600.000. Ongkos angkut dibayar sekali kirim, jadi totalnya tetap Rp200.000 untuk seluruh pesanan.

NEXT LEVEL STUDY

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menguji pembagian peran dalam satu pesanan fabrikasi. Tentukan lebih dulu tugas apa yang disebut pada tiap pernyataan, lalu cocokkan dengan peran fitter, juru las, atau inspector.

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

►. Sebuah bengkel fabrikasi mengerjakan 20 rangka tangga baja pada 2027. Dimas bertugas sebagai fitter, Wulan sebagai juru las, dan Pak Hendra sebagai welding inspector. Pemilik bengkel ingin pembagian tugas jelas agar tidak ada pekerjaan yang terlewat dan hasil pemeriksaan dapat dipercaya pelanggan.
(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
Menyetel potongan baja sesuai gambar dan membuat las titik sebelum dilas penuh termasuk tugas Dimas sebagai fitter.	○	○
Wulan sebaiknya ikut menandatangani laporan inspeksi untuk las yang ia kerjakan sendiri agar pemeriksaan lebih cepat.	○	○
Pak Hendra memeriksa ukuran dan cacat las memakai welding gauge lalu mencatat temuan pada laporan inspeksi.	○	○

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

Konsep: Dalam fabrikasi, fitter merakit dan menyetel komponen, juru las mengelas sesuai prosedur, dan welding inspector memeriksa hasil secara independen lalu mendokumentasikannya.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Benar.** Fitter menyiapkan dan merakit komponen (fit-up), termasuk las titik untuk menahan posisi.
• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: pemeriksaan harus dilakukan pihak yang tidak mengerjakan las itu agar hasilnya objektif.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Pemeriksaan visual dan dimensi serta pencatatan hasil adalah tugas welding inspector.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

✎ LATIHAN

Pada soal peran, tentukan tahap kerjanya. Pada soal hitungan, tulis komponen per unit dan per pesanan secara terpisah sebelum menghitung.

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

1. Unit produksi las SMK menerima pesanan 5 unit pagar besi hollow pada 2027. Rincian biaya satu unit pagar disajikan pada tabel. Ongkos angkut ke lokasi pelanggan Rp150.000 untuk sekali kirim semua unit. Sekolah menetapkan laba 20% dari seluruh biaya, termasuk ongkos angkut.

Komponen biaya per unit	Biaya (Rp)
Besi hollow dan pelat	620.000
Elektroda dan batu gerinda	85.000
Cat dan tiner	95.000
Upah kerja	300.000

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Harga penawaran untuk seluruh pesanan adalah ....

A. Rp5.650.000
B. Rp6.450.000
C. Rp6.600.000
D. Rp6.750.000
E. Rp6.780.000

2. Seorang pelanggan menyerahkan sketsa tangan rangka kanopi kepada bengkel fabrikasi pada 2027. Sebelum produksi, bengkel membutuhkan gambar kerja lengkap dengan ukuran, simbol las, dan daftar potong bahan yang akan dipakai fitter dan juru las. Kepala bengkel akan menugaskan satu orang sesuai profil pekerjaannya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Profesi yang paling tepat untuk tugas tersebut adalah ....

A. Welding inspector yang menguasai simbol las dan gambar kerja
B. Drafter yang menguasai program gambar CAD
C. Fitter yang biasa menyusun daftar potong bahan
D. Supervisor produksi yang mengatur jadwal fitter dan juru las
E. Operator plasma CNC yang memrogram bentuk potongan

3. Minggu depan unit produksi las sekolah hanya sanggup mengerjakan satu dari tiga pesanan berikut (2027). Ketua unit, Arif, ingin memilih pesanan dengan laba terbesar.

Pesanan	Harga (Rp)	Bahan (Rp)	Upah dan listrik (Rp)
Kanopi	9.000.000	5.200.000	1.600.000
Teralis	7.500.000	3.500.000	1.800.000
Pagar	8.400.000	4.500.000	1.500.000

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

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pesanan yang dipilih dan labanya adalah ....

A. Pagar; laba Rp2.400.000
B. Kanopi; laba Rp2.200.000
C. Teralis; laba Rp4.000.000
D. Kanopi; laba Rp3.800.000
E. Pagar; laba Rp3.900.000

4. Sebuah perusahaan fabrikasi akan mulai memproduksi rangka tangki penyimpanan pada 2027 dan belum memiliki prosedur pengelasan tertulis (WPS) untuk sambungan barunya. Prosedur itu harus disusun berdasarkan bahan dan desain sambungan, lalu dibuktikan dengan pengelasan benda uji yang kemudian diperiksa dan diuji.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Profesi yang bertanggung jawab menyusun dan mengembangkan WPS tersebut adalah ....

A. Juru las paling senior karena paling paham parameter di lapangan
B. Welding inspector karena ia yang nanti memeriksa hasil lasnya
C. Drafter karena WPS akan dilampirkan pada gambar kerja
D. Fitter karena ia yang menyiapkan kampuh sesuai prosedur
E. Welding engineer bersama juru las yang mengelas benda uji

5. Unit produksi las SMK menghitung kebutuhan elektroda untuk pesanan rangka mesin pada 2027. Data kebutuhan disajikan pada tabel. Toko hanya menjual elektroda per kotak isi 5 kg seharga Rp175.000 dan tidak melayani pembelian eceran.

Jenis las	Panjang las (m)	Kebutuhan elektroda (kg/m)
Las sudut kaki 6 mm	24	0,25
Las kampuh V pelat 10 mm	10	0,60

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

A. Rp350.000
B. Rp420.000
C. Rp525.000
D. Rp700.000
E. Rp875.000

Kunci singkat: 1. E 2. B 3. A 4. E 5. C

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

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa ongkos angkut sekali kirim untuk 12 unit tidak boleh dikalikan 12?
- Apa bedanya laba 20 % dari biaya dengan laba 20 % dari harga jual?
- **Yang harus kuingat:** fitter menyetel, juru las mengelas, inspector memeriksa dan mencatat; WPS disusun lebih dulu, bukan oleh juru las tiap kali; harga jual = biaya + laba; biaya per pesanan dibagi, bukan dikalikan; elektroda dihitung dalam kilogram lalu kotak dibulatkan ke atas.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 1.2: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

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

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

Kuis Akhir Bab 1

SMKTPFL-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-smktpfl&node=SMKTPFL-KB1

1. Bengkel kecil Pak Gani membuat rak sepatu dari besi hollow (2027). Biaya satu rak: bahan Rp100.000, elektroda Rp20.000, listrik Rp10.000, dan upah Rp70.000. Pak Gani menetapkan laba sebesar 20 % dari biaya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Harga jual satu rak sepatu adalah ....

A. Rp240.000
B. Rp200.000
C. Rp250.000
D. Rp156.000
E. Rp220.000

2. Welding inspector di sebuah bengkel fabrikasi mendapati dua gambar kerja yang berbeda untuk rangka yang sama pada 2027: di meja fitter ada gambar berkode Rev A, sedangkan di kantor ada gambar Rev B yang tanggalnya lebih baru dan memuat perubahan jarak lubang. Tiga puluh rangka sudah dirakit dari gambar Rev A, dan produksi sedang berlanjut.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan pertama yang paling tepat adalah ....

A. Melanjutkan produksi sambil menunggu, lalu memperbaiki rangka bila ada keluhan dari pelanggan
B. Mengganti gambar Rev A dengan Rev B tanpa memeriksa rangka yang sudah dirakit
C. Meminta fitter menggambar sendiri perubahan agar kedua gambar menjadi sama
D. Menghentikan pemakaian Rev A, memastikan Rev B yang berlaku, dan memeriksa rangka yang terdampak
E. Menyimpan Rev A sebagai arsip tanpa mencatat apa pun karena gambar sudah terlanjur dipakai

3. Bengkel fabrikasi Pak Ramli mengerjakan sepuluh lemari panel listrik dari pelat besi tebal 1,5 mm (2027). Pelat dibentuk menjadi kotak berpintu, lalu dirakit, dilas, dan dicat.

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

Mandor menulis lima pekerjaan tanpa urutan:
P. menekuk pelat sesuai garis tekuk
Q. memotong pelat sesuai daftar potong
R. merakit bagian-bagian dan menahannya dengan las titik
S. mengelas penuh sambungan lalu menggerinda hasil las
T. membersihkan permukaan lalu mengecat
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Urutan kerja yang paling tepat adalah ....

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

4. Bengkel Pak Nanda mendapat pekerjaan memperbaiki tangga baja di lantai atas sebuah ruko (2027). Pekerjaan memakai elektroda E6010 yang hanya dapat dipakai pada arus searah (DC). Listrik di lokasi tersedia paling besar 3.500 VA, dan mesin harus dapat diangkut satu orang melewati tangga sempit (paling berat 15 kg). Bengkel memiliki empat mesin.

Mesin	Jenis arus	Bobot	Daya masuk
P	AC (trafo)	75 kg	8.000 VA
Q	DC (inverter)	9 kg	5.500 VA
R	DC (inverter)	6 kg	3.200 VA
S	AC (trafo)	38 kg	3.300 VA

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Mesin yang paling tepat dibawa ke lokasi adalah ....

A. Mesin P, karena daya masuknya paling besar sehingga busurnya paling kuat dan stabil
B. Mesin Q, karena arusnya DC dan ringan, sedangkan dayanya dianggap masih dapat disesuaikan
C. Mesin R, karena satu-satunya yang arusnya DC, ringan, dan dayanya di bawah batas lokasi
D. Mesin S, karena dayanya cukup dan bobotnya paling ringan kedua dari keempat mesin yang ada
E. Tidak ada mesin yang memenuhi syarat, sehingga pekerjaan sebaiknya dibatalkan atau ditunda

5. Bu Maya baru membuka bengkel las kecil di garasi rumahnya dan menerima pesanan pertamanya, sebuah pagar untuk tetangga (2027). Harga bahan besi naik di tengah

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

pengerjaan. Ia juga bingung memisahkan uang bengkel dari uang belanja keluarganya.
(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
Memberi pelanggan rincian biaya dan lama pengerjaan sebelum pekerjaan dimulai mengurangi perselisihan tentang harga di kemudian hari.	○	○
Karena harga besi naik, Bu Maya boleh memakai besi yang lebih tipis dari kesepakatan agar labanya tetap, selama pelanggan tidak memperhatikan.	○	○
Mencatat pemasukan dan pengeluaran bengkel terpisah dari uang pribadi memudahkan Bu Maya mengetahui laba bengkel yang sebenarnya.	○	○

6. Bengkel Bu Lestari membeli mesin potong plasma CNC untuk memotong pelat nama dan hiasan pagar berbentuk rumit yang dipesan berulang kali (2027). Sebelumnya, pelat dipotong dengan gerinda mengikuti garis spidol, sehingga bentuknya kadang berbeda antarpelat.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Manfaat paling nyata dari mesin baru itu adalah ....

A. Bengkel tidak lagi memerlukan gambar karena mesin memotong sesuai kebiasaan operator
B. Bentuk rumit yang sama dapat diulang karena garis potong mengikuti berkas gambar digital
C. Mutu tepi potongan selalu sempurna pada semua ketebalan pelat tanpa perlu penyetelan
D. Operator tidak diperlukan sama sekali karena pelat dipasang dan dipotong tanpa pengawasan
E. Semua bahan, termasuk yang bukan logam, dapat dipotong dengan setelan yang sama persis

7. Sebuah pabrik rangka baja membuka lowongan juru las SMAW untuk pelat baja karbon tebal 10 mm pada posisi bawah tangan (1F dan 1G) (2027). Empat lulusan SMK melamar dengan sertifikat berikut.

Pelamar	Sertifikat kompetensi yang dimiliki
Alya	SMAW pelat baja karbon, posisi 1F
Bima	SMAW pelat baja karbon 6–12 mm, posisi 1F dan 1G
Citra	GTAW pipa baja tahan karat, posisi 1G
Dewa	K3 umum dan operator mesin gerinda

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

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pelamar yang kompetensinya paling sesuai dengan lowongan itu adalah ....

A. Alya, karena posisi 1F sudah mencakup semua posisi pengelasan di bawah tangan
B. Bima, karena proses, bahan, rentang tebal, dan kedua posisinya cocok dengan lowongan
C. Citra, karena GTAW pipa baja tahan karat dianggap lebih sulit sehingga pasti mampu SMAW
D. Dewa, karena sertifikat K3 membuktikan ia paling memahami keselamatan kerja las
E. Tidak ada yang cocok, karena lowongan menuntut dua posisi sekaligus

8. Seorang juru las lulusan SMK memegang sertifikat kompetensi pengelasan SMAW pelat baja karbon posisi bawah tangan. Perusahaan tempat ia melamar akan memberinya pekerjaan baru pada 2027.
(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
Sertifikat kompetensi menunjukkan bahwa seseorang telah diuji terhadap standar kompetensi tertentu.	○	○
Kualifikasi untuk satu proses dan posisi pengelasan otomatis berlaku untuk semua proses dan posisi.	○	○
Perusahaan dapat meminta uji ulang bila pekerjaan menuntut proses atau bahan yang berbeda dari yang tertera pada sertifikat.	○	○

9. Pabrik komponen sepeda motor milik Pak Hendra mengelas 2.000 braket knalpot yang bentuk dan ukurannya sama setiap hari (2027). Selama ini pengelasan dikerjakan juru las secara manual dan hasilnya kadang berbeda antarjuru las. Manajer pabrik mempertimbangkan membeli robot las beserta alat jepit khusus (jig) untuk braket itu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pertimbangan yang tepat tentang rencana itu adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Robot cocok karena benda identik dan jumlahnya besar sehingga hasil las lebih seragam
☐ B. Alat jepit (jig) perlu agar setiap braket berada pada posisi yang sama saat dilas robot
☐ C. Juru las tidak diperlukan lagi karena robot juga memeriksa dan memperbaiki cacat las
☐ D. Robot yang sama langsung dapat dipakai untuk braket berbentuk lain tanpa mengubah jig
☐ E. Hasil las awal tetap diperiksa dan program disetel ulang bila cacat yang sama berulang

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

10. Bengkel Bu Wulan mendapat pesanan 400 braket baja tipis dengan satu tekukan 90° yang sama (2027). Hasil tekuk di mesin manual sering berbeda sudutnya antarbraket. Bu Wulan mempertimbangkan mesin tekuk CNC (press brake) yang dapat menyimpan program sudut dan jarak tekuk.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pertimbangan yang tepat tentang mesin tekuk CNC itu adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Program sudut dan jarak tekuk dapat disimpan dan diulang sehingga tiap braket mendekati sama
☐ B. Tebal dan jenis pelat tidak perlu diperhatikan saat membuat program karena mesin menghitung sendiri
☐ C. Mesin ini paling menguntungkan bila jumlah produksi banyak dan bentuk tekukannya berulang
☐ D. Operator tidak perlu memahami gambar kerja karena program sudah menggantikan gambar itu
☐ E. Braket pertama tetap diukur, dan program disetel ulang bila sudutnya masih meleset dari 90°

11. Fitter di bengkel Pak Samsul memotong besi siku untuk dua puluh rangka rak (2027). Setiap besi dipotong berdasarkan gambar kerja yang memuat banyak ukuran, tetapi ada rangka yang kekurangan batang pendek dan ada yang kelebihan batang panjang karena salah menghitung jumlah tiap ukuran. Pak Samsul ingin satu dokumen yang menyatukan panjang, jumlah, dan bahan setiap batang agar tidak terulang.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Dokumen yang paling tepat dibuat adalah ....

A. Daftar potong (cutting list) yang memuat bahan, panjang, dan jumlah tiap batang
B. Prosedur pengelasan (WPS) yang memuat arus, elektroda, dan posisi pengelasan
C. Laporan inspeksi hasil las yang memuat cacat dan keputusan penerimaan
D. Surat penawaran harga yang memuat harga jual dan jangka waktu penyelesaian
E. Jadwal piket 5R yang memuat petugas kebersihan tiap hari

12. Bengkel las kecil milik Bu Maya mencatat pesanan yang selesai pada bulan Maret 2027. Data pesanan dan biaya tetap bengkel disajikan pada tabel berikut.

Pesanan	Jumlah	Harga jual per unit	Biaya bahan per unit
Pagar besi	4	Rp2.500.000	Rp1.500.000
Kanopi	3	Rp3.200.000	Rp2.100.000
Rangka meja	5	Rp800.000	Rp450.000

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

Biaya tetap bulan Maret	Jumlah
Sewa tempat	Rp1.000.000
Listrik dan gas	Rp600.000
Upah dua pekerja	Rp4.000.000
Penyusutan alat	Rp400.000

Bu Maya ingin mengetahui laba bersih bengkel pada bulan itu, yaitu pendapatan dikurangi biaya bahan dan seluruh biaya tetap.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Laba bersih bengkel pada bulan Maret 2027 adalah ....

A. Rp2.450.000
B. Rp9.050.000
C. Rp4.050.000
D. Rp3.450.000
E. Rp3.050.000

13. Dua alumni SMK, Raka dan Salma, berencana membuka bengkel las kecil pada 2027 dengan modal terbatas. Mereka sudah punya satu mesin las dan beberapa perkakas tangan dari sekolah. Mereka sedang menyusun langkah awal sebelum menerima pesanan pertama.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Langkah awal yang tepat untuk mereka adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Menyusun daftar peralatan yang sudah ada dan yang masih dibutuhkan, beserta perkiraan modalnya
☐ B. Membeli semua peralatan paling mahal terlebih dahulu sebelum ada pesanan
☐ C. Memilih tempat yang listriknya memadai, berventilasi baik, dan mudah dijangkau pelanggan
☐ D. Mulai menerima pesanan tanpa menghitung biaya karena harga dapat disesuaikan kemudian
☐ E. Menyiapkan perlengkapan keselamatan serta tempat penyimpanan elektroda dan tabung gas yang aman

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

14. Bengkel las Pak Teguh mencatat kas selama dua minggu pada Mei 2027. Kas awal Rp5.000.000. Transaksi yang tercatat disajikan pada tabel.

Transaksi	Kas masuk	Kas keluar
Membeli besi hollow		Rp2.100.000
Uang muka pesanan pagar	Rp1.500.000	
Membeli elektroda		Rp350.000
Membayar upah pekerja		Rp800.000
Pelunasan pesanan pagar	Rp2.000.000	
Membayar listrik		Rp280.000

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Saldo kas bengkel setelah semua transaksi itu adalah ....

A. Rp1.470.000
B. Rp3.470.000
C. Rp3.530.000
D. Rp5.000.000
E. Rp4.970.000

15. Pak Arief membuat tangki penampung susu untuk dapur sebuah koperasi dari pipa baja tahan karat berdinding 1,5 mm (2027). Sambungan harus rapat, bersih, dan tidak boleh meninggalkan terak atau percikan yang sulit dibersihkan di bagian dalam pipa. Ia menimbang beberapa proses pengelasan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Proses yang paling tepat untuk sambungan itu adalah ....

A. Las busur terendam (SAW), karena prosesnya otomatis dan sangat cepat untuk produksi
B. Las busur elektroda terbungkus (SMAW), karena elektrodanya murah dan mudah dicari
C. Las titik tahanan pada ujung pipa, karena hasilnya tanpa terak dan sangat cepat
D. Las busur gas tungsten (GTAW/TIG), karena busurnya terkendali dan hasilnya bersih
E. Las gas oksi-asetilen dengan nyala besar, supaya pipa lebih cepat menyatu dan kuat

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

16. Rangka penopang tandon di atap sebuah gedung sekolah retak dan harus dilas di tempat (2027). Atap terbuka, angin sering bertiup kencang, dan stop kontak terdekat berada dua lantai di bawah. Pak Bambang, pemilik bengkel, memilih SMAW dibandingkan TIG atau MIG/MAG yang memakai tabung gas pelindung.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pertimbangan yang tepat untuk pilihan itu adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. SMAW tidak boleh dipakai di luar ruangan karena busurnya langsung padam bila terkena angin kencang
☐ B. Selaput elektroda SMAW menghasilkan gas dan terak pelindung sendiri sehingga tanpa tabung gas
☐ C. Gas pelindung TIG dan MIG/MAG mudah tertiup angin sehingga sambungan rawan berpori (porositas)
☐ D. Mesin SMAW yang dibawa ke atap tidak memerlukan sumber arus listrik dari jaringan maupun generator
☐ E. Sumber listrik dan kemudahan membawa mesin serta kabel ke atap tetap harus dipertimbangkan

17. Bengkel Pak Ilyas ditawari membuat sebuah tabung penampung udara bertekanan untuk pabrik pengemasan (2027). Bengkelnya belum punya juru las yang berkualifikasi untuk pekerjaan bejana bertekanan dan belum punya prosedur pengelasan tertulis untuk produk semacam itu. Pelanggan mendesak agar pekerjaan segera dimulai.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Sikap Pak Ilyas yang paling tepat adalah ....

A. Menerima, karena juru lasnya berpengalaman dan hasil lasnya tampak bagus saat dilihat dengan mata
B. Menerima dan menaikkan harga sebagai ganti risiko, tanpa mengubah cara kerja bengkel
C. Menerima bila pelanggan menandatangani surat bebas tanggung jawab atas kebocoran
D. Menerima hanya setelah juru las berkualifikasi, prosedur tertulis, dan pemeriksaan yang sesuai tersedia
E. Menolak tanpa menjelaskan apa pun karena tabung bertekanan sebaiknya tidak dikerjakan bengkel kecil

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

18. Nando bekerja di sebuah bengkel fabrikasi rangka baja (2027). Setiap rangka yang selesai dilas ia periksa dengan welding gauge dan mata, ia mencatat ukuran las dan cacat yang ditemukan pada lembar laporan, lalu memberi tanda "diterima", "perbaiki", atau "tolak" pada setiap sambungan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Profesi yang paling sesuai dengan pekerjaan Nando adalah ....

A. Juru las, yang mengerjakan sambungan las menurut WPS yang sudah ditetapkan
B. Fitter, yang menyusun dan menahan bagian-bagian sesuai gambar kerja
C. Drafter, yang menyusun gambar kerja dan daftar potong untuk bengkel
D. Estimator, yang menghitung kebutuhan bahan dan biaya suatu pekerjaan
E. Welding inspector, yang menilai mutu sambungan dan memutuskan penerimaannya

19. Pada pemeriksaan rangka dudukan mesin di sebuah bengkel fabrikasi, welding inspector menemukan lubang-lubang kecil (porositas) pada beberapa sambungan (2027). Elektroda yang dipakai ternyata bukan jenis yang tertulis pada WPS karena stok habis, dan penggantinya dipilih juru las sendiri.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat tentang peran dan tanggung jawab dalam kejadian itu adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Juru las wajib mengikuti WPS, dan perubahan elektroda memerlukan persetujuan melalui prosedur
☐ B. Juru las boleh mengganti elektroda sendiri bila stok habis, selama hasilnya kelihatan baik
☐ C. Welding inspector mencatat cacat dan memberi rekomendasi diterima, diperbaiki, atau ditolak
☐ D. Hasil inspeksi cukup disampaikan secara lisan karena laporan tertulis hanya menambah pekerjaan
☐ E. Perbaikan sambungan dikerjakan menurut prosedur perbaikan yang disetujui, lalu diperiksa kembali

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

20. Dua pesanan masuk ke sebuah pabrik komponen pada 2027: lima rangka rak khusus untuk satu toko, dan lima ratus rangka rak yang identik untuk jaringan toko. Bagian perencanaan mempertimbangkan alat bantu penjepit (jig) dan pengelasan terprogram untuk kedua pesanan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pertimbangan yang tepat tentang kedua pesanan itu adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Untuk lima rangka, jig sederhana dan mesin las biasa lebih masuk akal daripada membeli lini otomatis
☐ B. Untuk lima ratus rangka, jig dan pengelasan terprogram menurunkan beda antarproduk
☐ C. Untuk lima ratus rangka, setiap rangka sebaiknya diukur dan disetel dari awal tanpa jig agar lebih teliti
☐ D. Alat otomatis pasti lebih murah per rangka pada pesanan berapa pun karena bekerja lebih cepat
☐ E. Biaya jig dan program dibagi jumlah produksi, sehingga makin banyak produk makin kecil beban tiap unit

21. Sebuah SMK mengundang alumni yang bekerja di industri manufaktur untuk menjelaskan perbedaan pengelasan dan fabrikasi logam kepada siswa kelas XI (2027). Alumni itu membawa contoh lembaran pelat, rangka hasil las, dan lembaran logam yang disambung dengan paku keling.
(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
Fabrikasi logam mencakup memotong, membentuk, dan merakit bahan, sedangkan mengelas hanyalah salah satu cara menyambungnya.	○	○
Menekuk pelat dengan mesin tekuk termasuk pengelasan karena logam mengalami perubahan bentuk.	○	○
Lembaran logam tipis dapat disambung dengan paku keling atau baut, tidak harus selalu dilas.	○	○

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

22. Wulan, lulusan SMK Teknik Pengelasan dan Fabrikasi Logam, bekerja di sebuah bengkel fabrikasi (2027). Setiap ada pelanggan baru, ia membaca gambar kerja, menghitung panjang setiap batang besi dan jumlah lembar pelat yang dibutuhkan, menjumlahkan kebutuhan elektroda dan cat, lalu menyusun rincian biaya untuk surat penawaran harga. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Profesi yang paling sesuai dengan pekerjaan Wulan adalah ....

A. Estimator yang menghitung kebutuhan bahan dan biaya pekerjaan
B. Welding inspector yang menilai mutu hasil las yang sudah jadi
C. Fitter yang menyusun dan menahan bagian sesuai gambar kerja
D. Operator mesin tekuk yang membentuk pelat menjadi profil
E. Petugas K3 yang memeriksa kelengkapan alat pelindung diri

23. Bengkel Bu Ratih menawarkan satu unit pagar balkon kepada pelanggan tetap (2027). Rincian harga disajikan pada tabel.

Keterangan	Nilai
Biaya total satu unit	Rp1.250.000
Harga jual awal	Rp1.600.000
Diskon pelanggan tetap	10 % dari harga jual awal

Pelanggan menerima penawaran dengan diskon.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Laba yang diterima bengkel dari satu unit pagar setelah diskon adalah ....

A. Rp315.000, yaitu laba awal dikurangi diskon 10 % dari laba itu
B. Rp160.000, yaitu nilai diskonnya sendiri
C. Rp190.000, yaitu harga setelah diskon dikurangi biaya total
D. Rp350.000, yaitu selisih harga jual awal dan biaya total
E. Rp1.440.000, yaitu harga yang dibayar pelanggan setelah diskon

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

24. Dimas menjalani PKL di sebuah galangan di Tegal (2027). Hari ini ia membantu menyambung pelat-pelat lambung dan gading-gading dari baja untuk sebuah kapal ikan, lalu memeriksa kerataan sambungannya sebelum pelat berikutnya dipasang.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kelompok industri yang paling sesuai dengan tempat PKL Dimas adalah ....

A. Konstruksi baja bangunan, karena pekerjaannya merangkai rangka baja di lokasi proyek
B. Perkapalan, karena hasil kerjanya adalah badan kapal dari pelat dan gading baja
C. Perpipaan, karena yang disambung adalah bagian-bagian baja yang panjang dan berongga
D. Tabung bertekanan, karena sambungannya harus rapat dan tidak boleh bocor air
E. Pembentukan logam (metal forming), karena pelat dibentuk menjadi lengkung lambung

25. Sebuah galangan di Batam pada 2027 membuat kapal tongkang dengan cara berbeda dari galangan lama. Badan kapal dibagi menjadi blok-blok, tiap blok dirakit dan dilas di bengkel beratap, lalu blok-blok itu diangkat dan disambung di tempat peluncuran. Galangan lama mengelas semua bagian langsung di tempat peluncuran terbuka.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Keuntungan cara pembuatan per blok adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Sebagian besar pengelasan dikerjakan di bengkel pada posisi yang nyaman dan terlindung dari hujan
☐ B. Pekerjaan di tempat peluncuran menjadi lebih sedikit karena sebagian blok sudah jadi
☐ C. Pemeriksaan hasil las tidak diperlukan karena blok dibuat di bengkel yang lebih bersih
☐ D. Bagian-bagian kapal tidak perlu dibuat dengan ukuran yang cocok karena dapat dipaksa saat disambung
☐ E. Beberapa kelompok pekerja dapat mengerjakan blok yang berbeda pada waktu yang sama

Tabel skor dan anjuran

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 1.1 · Industri pengguna dan perkembangan teknologi pengelasan dan fabrikasi	3, 4, 6, 9, 10, 15, 16, 17, 20, 21, 24, 25	___ / 12	Ulangi hlm. 9
Sub bab 1.2 · Profesi, job profile, dan wirausaha bengkel	1, 2, 5, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 18, 19, 22, 23	___ / 13	Ulangi hlm. 25

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 2 · Kecakapan Kerja Dasar, K3LH, dan Budaya Kerja

SMKTPFL-B2

Setelah mempelajari bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan dasar hukum K3LH serta memilih alat pelindung diri pengelasan yang tepat untuk tiap pekerjaan
- mengenali bahaya di tempat kerja las dan menyusun pengendalian risikonya secara berurutan
- menerapkan 5R pada area pengelasan, kerja bangku, dan pemesinan dasar

Peta bab

Sub bab	Judul
2.1	Dasar hukum K3LH dan alat pelindung diri pengelasan
2.2	Bahaya di tempat kerja dan kerja aman sesuai prosedur
2.3	5R pada pengelasan, kerja bangku, dan pemesinan dasar

Bab 2 di LMS

Buka seluruh latihan bab ini di LMS.

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

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

Sub bab 2.1 · Dasar hukum K3LH dan alat pelindung diri pengelasan

SMKTPFL-2.1

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi Pusmendik pada elemen kedua meminta kamu memahami **dasar hukum K3LH** (keselamatan dan kesehatan kerja serta lingkungan hidup), **alat pelindung diri (APD) pengelasan**, bahaya di tempat kerja, dan kerja aman sesuai prosedur. Salah satu contoh soal resmi adalah soal Benar/Salah tentang pemilihan kedok las, ventilasi, dan sarung tangan. Pada paket latihan buku ini, soal tentang sub bab ini umumnya berbentuk kasus: seorang pekerja atau pemilik bengkel dihadapkan pada keputusan, lalu kamu menilai tindakan yang paling sesuai dengan aturan dan prinsip keselamatan. Buku ini tidak memuat persentase benar nasional untuk mapel ini karena datanya belum ada.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan isi pokok peraturan K3 yang menjadi dasar kerja di bengkel dan hak serta kewajiban pengusaha dan pekerja;
- menjelaskan mengapa APD adalah pertahanan terakhir, bukan pertahanan pertama;
- menyebut fungsi dan syarat tiap APD pengelasan: helm las, kacamata pengaman, sarung tangan, pakaian pelindung, sepatu, penutup telinga, dan respirator;
- memilih APD yang tepat untuk pekerjaan tertentu serta merawat dan mengganti APD dengan benar.

◆ KONSEP INTI

Pekerjaan mengelas mempertemukan kamu dengan cahaya yang menyilaukan, logam yang panas, percikan, asap, dan listrik. Semua itu dapat dikendalikan, tetapi hanya bila orang-orang di bengkel tahu aturannya dan mematuhinya. Sub bab ini menjelaskan **aturan hukum** yang mendasarinya dan **perlengkapan pelindung** yang berada paling dekat dengan tubuh juru las. Bahaya itu sendiri dan cara mengendalikannya secara menyeluruh dibahas di sub bab 2.2.

1. Mengapa K3LH penting

K3LH mencakup tiga hal. **Keselamatan kerja** berarti mencegah kecelakaan: tersengat listrik, terbakar, tertimpa, atau terluka oleh alat. **Kesehatan kerja** berarti mencegah penyakit akibat kerja: gangguan pernapasan akibat asap las, gangguan pendengaran akibat bising, atau nyeri punggung akibat posisi kerja. **Lingkungan hidup** berarti pekerjaan tidak mencemari tanah, air, dan udara di sekitar bengkel.

Kecelakaan kerja merugikan semua pihak. Pekerja dapat cedera atau cacat, keluarganya kehilangan penghasilan, dan pemilik bengkel kehilangan pekerja, waktu, dan kepercayaan

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

pelanggan. Menjaga keselamatan bukan biaya tambahan, melainkan bagian dari mutu pekerjaan.

2. Dasar hukum K3LH

Indonesia memiliki sejumlah peraturan yang mengatur K3. Berikut isi pokoknya, sebatas yang perlu kamu ketahui pada tingkat SMK. Peraturan dapat berubah atau diganti, jadi untuk keperluan hukum yang sesungguhnya, rujuk selalu teks resmi terbaru di situs peraturan pemerintah.

a. Undang-Undang Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja. Ini adalah undang-undang dasar K3 di tempat kerja. Isi pokoknya: tempat kerja harus memenuhi syarat keselamatan untuk mencegah kecelakaan, kebakaran, dan peledakan. **Pengurus** (orang yang memimpin langsung suatu tempat kerja) wajib menjelaskan bahaya dan cara kerja aman kepada pekerja, serta menyediakan **APD secara cuma-cuma** (Pasal 14). **Tenaga kerja** wajib memberi keterangan yang benar bila diminta, memakai APD yang diwajibkan, dan memenuhi syarat keselamatan yang berlaku. Tenaga kerja juga **berhak meminta pengurus menjalankan syarat K3** dan **berhak menyatakan keberatan bekerja** bila syarat keselamatan dan APD yang diwajibkan diragukan, kecuali ditentukan lain oleh pegawai pengawas (Pasal 12).

b. Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan. Pasal 86 menyatakan bahwa setiap pekerja berhak memperoleh perlindungan atas keselamatan dan kesehatan kerja. Pasal 87 mewajibkan perusahaan menerapkan sistem manajemen K3 yang terintegrasi dengan sistem manajemen perusahaan. Undang-undang ini kemudian beberapa kali dilengkapi dan diubah oleh peraturan lain; prinsip perlindungan K3 bagi pekerja tetap menjadi bagiannya.

c. Peraturan Pemerintah Nomor 50 Tahun 2012 tentang Sistem Manajemen K3 (SMK3). SMK3 adalah cara perusahaan mengatur K3 secara terencana, seperti mengatur mutu atau keuangan. Perusahaan wajib menerapkannya bila mempekerjakan paling sedikit 100 orang atau memiliki tingkat potensi bahaya tinggi (Pasal 5). Penerapannya berlangsung dalam lima langkah: **menetapkan kebijakan K3, merencanakan, melaksanakan rencana, memantau dan mengevaluasi kinerja, lalu meninjau dan meningkatkan kinerja**. Bengkel kecil mungkin tidak wajib, tetapi cara berpikirnya tetap berguna: rencanakan, jalankan, periksa, perbaiki.

d. Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor PER.08/MEN/VII/2010 tentang Alat Pelindung Diri. Peraturan ini khusus tentang APD. Isi pokoknya: **pengusaha wajib menyediakan APD** bagi pekerja di tempat kerja, APD itu **sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) atau standar yang berlaku**, dan **diberikan secara cuma-cuma** (Pasal 2). Jenis APD yang tercakup antara lain pelindung kepala, mata dan muka, telinga, pernapasan, tangan, dan kaki, serta pakaian pelindung (Pasal 3). Pekerja wajib memakai APD yang diwajibkan di area yang memerlukannya.

e. Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan

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

Lingkungan Hidup. Undang-undang ini mengatur pencegahan pencemaran dan pengelolaan bahan berbahaya dan beracun (B3) beserta limbahnya. Di bengkel pengelasan, hal ini terkait dengan oli bekas, sisa cat dan tiner, serta kain majun berminyak yang tidak boleh dibuang sembarangan ke saluran air atau dibakar. Asap dan debu juga perlu dikendalikan agar tidak mengganggu lingkungan sekitar.

Satu ketentuan lagi yang sering muncul dalam kasus: **kecelakaan kerja wajib dilaporkan**. Salah satu ketentuannya (Peraturan Menteri Tenaga Kerja Nomor PER.03/MEN/1998) mewajibkan pengurus melaporkan secara tertulis kepada instansi ketenagakerjaan setempat paling lama **2 × 24 jam** sejak kecelakaan terjadi. Laporan tetap dibuat walaupun penyebabnya kelalaian pekerja; tujuan laporan adalah mencegah kejadian berulang, bukan mencari siapa yang disalahkan. Nama instansi dan tata caranya dapat berubah, jadi pastikan ketentuan terbaru.

Gambar 2.1 merangkum pembagian tanggung jawab itu.



Gambar 2.1 Kewajiban dan hak pengusaha atau pengurus dan pekerja menurut peraturan K3. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Dua kesimpulan penting. Pertama, **biaya APD ditanggung pengusaha**; memotong upah untuk mengganti APD tidak sesuai ketentuan itu. Kedua, tanggung jawab bersifat timbal balik: pengusaha menyediakan dan menjelaskan, pekerja memakai dan mematuhi. APD yang tersedia di rak tetapi tidak dipakai tidak melindungi siapa pun.

3. APD adalah pertahanan terakhir

APD melindungi tubuh bila bahaya tetap ada. Karena itu APD adalah **lapisan terakhir**, bukan yang pertama. Urutan pengendalian yang benar (dibahas rinci di sub bab 2.2) adalah menghilangkan bahaya, menggantinya dengan yang lebih aman, memasang pengaman pada mesin atau tempat kerja (misalnya ventilasi dan tirai las), mengatur cara kerja dan prosedur,

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

lalu barulah APD. Alasannya sederhana: APD bisa lupa dipakai, bisa rusak, dan hanya melindungi satu orang. Pengaman yang melekat pada tempat kerja melindungi semua orang tanpa harus diingat.

Namun justru karena APD berada paling akhir, **ia tidak boleh dilepas**. Bila semua pengaman lain gagal, APD-lah yang menahan cedera. Tidak ada pekerjaan las yang aman "sebentar saja" tanpa APD.

4. APD juru las, satu per satu

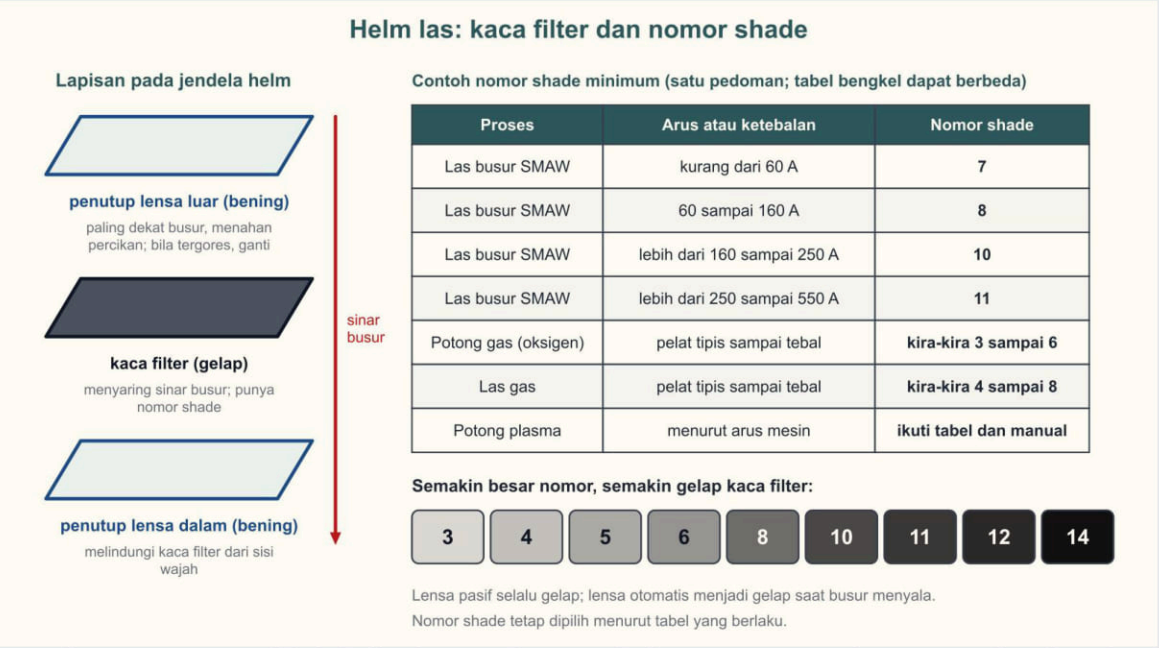
Perhatikan Gambar 2.2. Pada foto itu terlihat seorang siswa memakai helm las, kacamata pengaman, jaket tahan api, dan sarung tangan kulit di booth las yang dilengkapi penghisap asap.



Gambar 2.2 Perlengkapan pelindung juru las di booth las berpenghisap asap. Sumber: foto Borderlands Roomba, Wikimedia Commons, CC BY-SA 4.0; label Indonesia ditambahkan oleh Tim Next Level Study Indonesia.

a. Helm las (kedok las). Melindungi mata dan wajah dari **sinar busur** (cahaya tampak, ultraviolet, dan inframerah) serta percikan. Jendela helm dilengkapi **kaca filter** yang gelap. Kegelapan kaca dinyatakan dengan **nomor shade**: makin besar nomornya, makin gelap kaca filter. Nomor yang dipilih menyesuaikan jenis proses dan besar arus: arus lebih besar berarti sinar lebih terang, sehingga butuh kaca lebih gelap. Gambar 2.3 menunjukkan lapisan jendela helm dan contoh nomor shade minimum.

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



Gambar 2.3 Lapisan jendela helm las dan contoh nomor shade menurut proses dan arus. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia; nilai contoh merujuk pada tabel minimum yang dipublikasikan OSHA (Amerika Serikat).

Perlu dipahami bahwa tabel nomor shade **berbeda antarpedoman dan antarbengkel**. Beberapa pedoman menyebut nomor minimum, sedangkan pedoman lain menyarankan nomor yang lebih gelap untuk kenyamanan mata. Karena itu, pada soal selalu pakai tabel yang diberikan, dan di bengkel pakai tabel yang ditetapkan pengawas. Dua prinsip berlaku di mana pun: **arus makin besar, shade makin besar**; dan **kaca yang terlalu gelap** membuat juru las tidak melihat genangan las sehingga salah las, sedangkan **kaca yang terlalu terang** merusak mata. Ada dua jenis kaca: **lensa pasif** (selalu gelap; helm diturunkan sebelum busur menyala) dan **lensa otomatis** (*auto-darkening*; terang saat tidak ada busur lalu otomatis gelap saat busur menyala). Lensa otomatis tetap diatur ke nomor shade yang sesuai, dan tetap membutuhkan penutup lensa yang bersih dan baterai atau sel surya yang berfungsi.

b. Kacamata pengaman. Kacamata bening dengan pelindung samping dipakai **di bawah helm** dan juga saat **helm terangkat**. Terak panas dapat terpental saat memukul terak, dan serpihan logam beterbangan saat menggerinda; pada saat itu helm las tidak dipakai, sehingga kacamata pengamanlah yang melindungi mata. Karena itu kacamata tidak hanya dipakai saat mengelas, tetapi **selama berada di area kerja**. Untuk menggerinda dianjurkan ditambah **pelindung wajah** (*face shield*) bening. Untuk pemotongan gas, dipakai kacamata las gas berkaca filter atau helm berkaca filter.

c. Sarung tangan kulit. Tebal, lentur, dan **cukup panjang** hingga menutupi pergelangan. Kulit menahan panas dan percikan. **Sarung tangan katun tipis tidak memadai** karena mudah tembus dan terbakar; sarung tangan karet atau kain berlapis karet dapat meleleh. Sarung tangan harus **kering**, sebab sarung tangan basah menghantarkan listrik dan panasnya cepat terasa. Untuk pekerjaan yang membutuhkan kepekaan jari, misalnya mengatur katup brander atau mengelas TIG, ada sarung tangan kulit yang lebih tipis;

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

pilihannya mengikuti pekerjaan.

d. Pakaian pelindung: jaket, apron, celana. Kain tahan api atau kulit, lengan panjang, **kancing tertutup sampai leher**, celana panjang tanpa lipatan yang dapat menampung percikan, dan ujung celana menutupi sepatu. **Hindari pakaian dari bahan sintetis** seperti poliester karena dapat meleleh dan menempel di kulit. Pakaian yang berminyak harus diganti karena minyak mudah terbakar. Apron kulit melindungi dada dan paha; untuk kerja di atas kepala dipakai jaket lengan panjang dengan penutup bahu dan penutup kepala.

e. Sepatu pengaman. Dengan **pelindung ujung** dari baja atau bahan setara, sol tahan panas dan tahan tusukan, serta bagian atas yang menutup mata kaki. Sepatu dipakai di bawah ujung celana, bukan sebaliknya, agar percikan tidak masuk. Sandal dan sepatu kain tidak boleh dipakai di bengkel las.

f. Penutup telinga. Menggerinda, memukul pelat, memotong, dan memakai kompresor menghasilkan **bising**. Ambang yang lazim dipakai untuk pemaparan bising selama delapan jam kerja adalah sekitar 85 desibel (dB(A)). Pemaparan terus-menerus di atas itu merusak pendengaran secara bertahap, dan kerusakannya **tidak dapat pulih**. Penutup telinga (*ear muff*) atau penyumbat telinga (*ear plug*) dipakai pada pekerjaan bising. Penyumbat telinga juga berguna saat mengelas di atas kepala karena percikan dapat masuk ke telinga.

g. Respirator. Asap las mengandung partikel halus dan gas yang berbahaya bila terhirup. **Masker kain biasa tidak melindungi** dari asap las. Respirator yang sesuai memiliki **filter** yang menahan partikel (contoh: kelas N95 atau FFP2 untuk partikel); bila yang dihadapi uap atau gas, dibutuhkan filter khusus; di ruang yang kekurangan udara bersih dibutuhkan pasokan udara. Respirator harus **pas di wajah**, karena celah di tepi membuat udara kotor masuk. Respirator **tidak menggantikan ventilasi**; ia melengkapinya.

5. Memilih APD sesuai pekerjaan

Tidak semua pekerjaan memerlukan APD yang sama. Gambar 2.4 meringkas pilihan untuk enam pekerjaan.

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



APD yang dipakai untuk tiap pekerjaan

Pekerjaan	Helm las	Kacamata bening atau pelindung wajah	Sarung tangan kulit	Jaket / apron kulit atau tahan api	Sepatu pengaman	Penutup telinga	Respirator
Mengelas busur (SMAW)	✓	✓	✓	✓	✓	?	?
Memukul terak, menyikat las	—	✓	✓	✓	✓	?	—
Menggerinda	—	✓	✓	✓	✓	✓	?
Memotong gas atau plasma	F	✓	✓	✓	✓	?	?
Mengelas di atas kepala	✓	✓	✓	✓	✓	✓	?
Mengelas di ruang tertutup atau logam berlapis seng	✓	✓	✓	✓	✓	?	✓

✓ dipakai ? bila diperlukan menurut penilaian risiko F kacamata las gas atau helm berkaca filter — tidak dipakai

Ini prinsip umum, bukan daftar mutlak. Di bengkel, ikuti arahan guru atau pengawas dan prosedur kerja.

Gambar 2.4 Matriks APD untuk enam pekerjaan di bengkel pengelasan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Beberapa catatan yang membantu membaca matriks itu:

- **Mengelas**: helm las dengan shade yang sesuai, kacamata bening di bawah helm, sarung tangan, jaket atau apron, dan sepatu. Penutup telinga dan respirator ditambahkan bila bising atau asapnya mengganggu.
- **Memukul terak dan menyikat las**: yang dipakai adalah **kacamata bening atau pelindung wajah**, bukan helm las. Terak panas terpental ke arah wajah, dan kaca helm yang gelap justru mengaburkan pandangan.
- **Menggerinda**: pelindung wajah dan kacamata, penutup telinga, sarung tangan, serta pakaian pelindung. Debu logam dan percikan beterbangan ke segala arah.
- **Memotong gas atau plasma**: kacamata atau helm berkaca filter sesuai proses, sarung tangan kulit, pakaian pelindung, dan sepatu. Asap dari logam berlapis perlu dikendalikan.
- **Mengelas di atas kepala**: percikan jatuh ke arah bahu, leher, dan telinga, sehingga jaket lengan panjang dengan kerah tertutup, penutup kepala tahan api, dan penutup telinga menjadi penting.
- **Mengelas di ruang tertutup atau pada logam berlapis seng**: respirator yang sesuai atau pasokan udara, ditambah ventilasi dan pengawasan (sub bab 2.2).

6. Merawat dan mengganti APD

APD yang rusak memberi **rasa aman palsu**, lebih berbahaya daripada tidak memakainya. Karena itu periksa APD setiap kali sebelum dipakai (Gambar 2.5).

Daftar periksa perawatan APD sebelum dipakai

APD	Periksa sebelum dipakai	Ganti atau laporkan bila
Helm las dan lensa	☑ penutup lensa bersih, tidak retak atau tergores dalam; ikat kepala tidak kendur	☒ lensa retak atau tidak lagi gelap merata; rangka helm patah
Kacamata pengaman	☑ lensa bening, tidak buram, tidak bergores parah; gagang kokoh	☒ lensa retak atau gores menghalangi pandangan
Sarung tangan kulit	☑ kering, jahitan utuh, tidak berlubang, tidak berminyak	☒ berlubang, jahitan lepas, kulit keras dan rapuh, atau basah dan tidak kering
Jaket atau apron	☑ tidak bolong, tidak berminyak, kancing dan pengikat lengkap	☒ bolong akibat percikan, sobek, atau berminyak (mudah terbakar)
Sepatu pengaman	☑ sol dan pelindung ujung utuh, tali lengkap, tidak basah	☒ pelindung ujung terlihat atau sol mengelupas
Penutup telinga	☑ bantalan utuh dan bersih, ikat kepala masih menjepit	☒ bantalan robek atau ikat kepala longgar
Respirator	☑ katup dan tali baik, rapat di wajah, filter belum jenuh	☒ napas terasa berat, filter berbau atau lembap, karet longgar

Simpan bersih dan kering, digantung atau diletakkan rapi, jauh dari minyak dan bahan kimia. APD yang rusak diganti oleh pengusaha tanpa memotong upah pekerja, dan tidak dipinjam-pinjamkan bila menyangkut kebersihan (respirator).

Gambar 2.5 Daftar periksa perawatan APD sebelum dipakai dan tanda bahwa APD harus diganti. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Prinsip perawatan: periksa sebelum dipakai; bersihkan sesuai petunjuk; simpan bersih, kering, dan terlindung dari sinar matahari langsung, minyak, dan bahan kimia; jangan

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

dipinjam-pinjamkan bila menyangkut kebersihan seperti respirator dan penutup telinga sumbat; dan **laporkan** kerusakan agar segera diganti. Karena pengusaha wajib menyediakan APD yang layak, penggantian APD yang rusak adalah tanggung jawab pengusaha, bukan beban pekerja.

7. Kesalahan yang sering terjadi

Beberapa kebiasaan keliru yang harus dihindari: tidak memakai APD "karena hanya sebentar" atau "karena panas"; memakai kacamata hanya saat mengelas; memakai sarung tangan katun tipis; memakai pakaian pendek atau sintetis; membebankan biaya APD kepada pekerja; dan menyimpan APD basah dalam loker tertutup. Di bengkel, ikuti selalu arahan guru atau pengawas dan petunjuk dari pabrik APD.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Memilih APD untuk enam pekerjaan

Pada 2027, seorang pembimbing bengkel menyiapkan APD untuk enam pekerjaan siswa. Tentukan APD pokok dan alasannya. *(Kasus fiktif.)*

No.	Pekerjaan
a	Mengelas rangka rak dengan SMAW di booth
b	Memukul terak dan menyikat manik las
c	Menggerinda tepi hasil potongan
d	Memotong pelat tebal 10 mm dengan plasma
e	Mengelas sambungan di bawah bak truk dengan posisi menengadah
f	Mengecat semprot rangka dengan cat berpelarut

1. **Tentukan bahaya utama tiap pekerjaan.** a sinar busur, asap, percikan; b terak panas ke wajah; c percikan, serpihan, bising; d sinar busur plasma, percikan, bising, asap; e percikan jatuh ke atas bahu, leher, telinga; f uap pelarut.
2. **Cocokkan dengan APD.** a helm las bershade sesuai arus, kacamata bening di bawah helm, sarung tangan kulit, jaket kulit, sepatu pengaman. b kacamata bening atau pelindung wajah, sarung tangan, jaket, sepatu; helm las tidak dipakai. c pelindung wajah dan kacamata, penutup telinga, sarung tangan, pakaian pelindung, sepatu. d helm berkaca filter sesuai tabel arus mesin, sarung tangan kulit, jaket, sepatu, penutup telinga bila bising. e semua APD pekerjaan a ditambah jaket lengan panjang berkerah tertutup, penutup kepala tahan api, dan penyumbat telinga. f respirator berfilter uap organik, kacamata, sarung tangan tahan pelarut; bukan helm las.
3. **Periksa kesalahan umum.** Helm las tidak dipakai pada b dan c; pada f yang dibutuhkan adalah pelindung terhadap uap, bukan kaca gelap.

Jawaban: APD pokok seperti pada langkah 2. Pekerjaan b, c, dan f tidak memakai helm las.

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

Contoh 2 — Menilai lima pernyataan tentang APD

Pada 2026, panitia keselamatan sebuah bengkel menyusun lima pernyataan. Tentukan Benar atau Salah beserta alasannya. *(Kasus fiktif.)*

No.	Pernyataan
1	Semua pekerjaan las sebaiknya memakai kaca filter shade terbesar agar paling aman.
2	Pengusaha wajib menyediakan APD secara cuma-cuma.
3	Pekerja yang baru seminggu belum wajib memakai APD sebelum pelatihannya selesai.
4	Kacamata pengaman bening tetap dipakai di bawah helm las.
5	Sarung tangan kulit yang basah tetap aman dipakai karena kulitnya tebal.

1. **Pernyataan 1: Salah.** Kaca yang terlalu gelap membuat juru las tidak melihat genangan las, sehingga las menjadi cacat atau juru las bergerak mendekat ke busur. Shade dipilih sesuai proses dan arus menurut tabel.
2. **Pernyataan 2: Benar.** Pengurus wajib menyediakan APD secara cuma-cuma (UU 1/1970; Permenakertrans 8/2010).
3. **Pernyataan 3: Salah.** Kewajiban memakai APD berlaku sejak pekerja berada di area yang mewajibkannya. Justru pengusaha wajib menjelaskan bahaya dan cara kerja aman, dan memberi petunjuk pemakaian.
4. **Pernyataan 4: Benar.** Kacamata bening melindungi mata ketika helm terangkat, saat memukul terak, dan saat percikan datang dari arah samping.
5. **Pernyataan 5: Salah.** Sarung tangan basah menghantarkan listrik dan membuat panas cepat terasa; sarung tangan harus kering dan diganti dengan yang kering bila basah.

Jawaban: 1 Salah; 2 Benar; 3 Salah; 4 Benar; 5 Salah.

Contoh 3 — Tindakan ketika APD rusak dan stok habis

Pada 2027, di bengkel dengan enam pekerja, dua jaket kulit berlubang besar, satu helm las retak, dan tiga pasang sarung tangan berlubang. Stok APD di gudang kosong dan pesanan sedang mendesak. Manajer bengkel harus mengambil keputusan. *(Kasus fiktif.)*

1. **Hentikan pekerjaan yang membutuhkan APD rusak itu.** Jaket berlubang dan helm retak tidak lagi melindungi; mengelas tanpa APD layak dilarang walau pesanan mendesak.
2. **Sediakan penggantinya segera.** Beli atau pinjam APD yang memenuhi standar dari sumber yang sah. Biayanya ditanggung bengkel, tidak dipotong dari upah pekerja.
3. **Atur ulang pekerjaan selama menunggu.** Pekerja dialihkan ke pekerjaan yang tidak memerlukan APD yang rusak, misalnya menandai, memotong dengan gergaji (tetap berkacamata), atau merapikan rakitan, sementara pengelasan ditunda.
4. **Catat dan laporkan.** Catat jenis, jumlah, dan penyebab kerusakan (misalnya sudah terlalu lama atau tertembus percikan).
5. **Cegah terulang.** Tetapkan stok minimum APD, jadwal pemeriksaan rutin, dan petugas yang bertanggung jawab.

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

Jawaban: pengelasan ditunda hingga APD pengganti yang layak tersedia, sementara pekerja mengerjakan tugas lain; biaya pengganti ditanggung bengkel.

❖ PETA KONSEP

Gambar 2.6 merangkum dasar hukum, pembagian tanggung jawab, dan APD pengelasan.



Gambar 2.6 Peta konsep dasar hukum K3LH dan APD pengelasan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- Dasar hukum: UU 1/1970 (syarat keselamatan; APD cuma-cuma; hak menyatakan keberatan), UU 13/2003 (hak perlindungan K3; SMK3), PP 50/2012 (SMK3, lima langkah), Permenakertrans PER.08/MEN/VII/2010 (APD), UU 32/2009 (lingkungan hidup).
- **Pengusaha menyediakan APD secara cuma-cuma dan menjelaskan bahaya; pekerja memakai APD dan mematuhi syarat**; kecelakaan dilaporkan tepat waktu.
- APD adalah **pertahanan terakhir**, tetapi tidak boleh dilepas.
- Helm las: makin besar arus, makin besar nomor shade; kacamata bening tetap dipakai saat memukul terak dan menggerinda; sarung tangan kulit kering, bukan katun tipis; pakaian bukan sintetis; respirator, bukan masker kain.
- APD diperiksa sebelum dipakai, diganti bila rusak, dan penggantiannya ditanggung pengusaha.

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

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal APD dan dasar hukum:

1. **Tentukan pekerjaan dan bahaya utamanya**: sinar busur, percikan, terak, serpihan, bising, asap.
2. **Cocokkan APD dengan bahaya itu**, bukan dengan kebiasaan.
3. **Cari hak dan kewajiban**: siapa wajib menyediakan, siapa wajib memakai, apa yang boleh dilakukan pekerja bila APD tidak ada.
4. **Periksa opsi yang melanggar prinsip**: APD dibebankan ke pekerja, APD dilepas karena "sebentar" atau "panas".

Jebakan yang sering dipasang:

- **APD dianggap tidak perlu kalau sebentar.** Satu percikan sudah cukup melukai mata.
- **Kacamata hanya dipakai saat mengelas**, padahal justru saat memukul terak dan menggerinda mata paling terancam.
- **Sarung tangan katun tipis dianggap cukup**, atau sarung tangan basah tetap dipakai.
- **Biaya APD dibebankan kepada pekerja**, padahal pengusaha wajib menyediakannya cuma-cuma.
- **Shade terbesar dianggap paling aman**, atau tabel shade dipakai tanpa memperhatikan arus.
- **Kecelakaan tidak dilaporkan karena dianggap kelalaian pekerja.**

> Contoh salah tafsir: seorang pekerja memukul terak pelat dengan helm las yang diturunkan karena "helm sudah melindungi mata". Padahal kaca filter gelap mengurangi pandangan, dan saat helm diangkat untuk melihat, terak panas dapat terpental ke mata. Yang tepat adalah kacamata pengaman bening atau pelindung wajah bening, dipakai dari awal hingga akhir pembersihan.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menguji hak pekerja dan kewajiban pengusaha terkait APD dan keselamatan. Perhatikan lebih dulu apa yang diwajibkan oleh peraturan, lalu nilai setiap tindakan yang ditawarkan.

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

►. Yoga, juru las di sebuah bengkel, diminta mengelas sambungan di dalam tangki air baja yang hanya punya satu lubang masuk (2027). Bengkel tidak menyediakan blower ventilasi maupun masker las. Mandor berkata, "Kalau mau pakai masker, beli sendiri saja." UU No. 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja mewajibkan pengurus menyediakan alat pelindung diri secara cuma-cuma dan memberi pekerja hak menyatakan keberatan bila syarat keselamatan dan APD diragukan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan Yoga yang paling sesuai adalah ....

A. Membeli masker sendiri lalu meminta penggantian uang setelah pekerjaan selesai
B. Menyatakan keberatan bekerja di tangki sampai ventilasi dan APD disediakan bengkel
C. Tetap bekerja tanpa masker dengan jeda istirahat lebih sering agar asap tidak terhirup
D. Berhenti bekerja dari bengkel itu dan langsung mencari pekerjaan di tempat lain
E. Meminta rekan berjaga di lubang tangki lalu mengelas tanpa masker dan blower

Pembahasan **Kunci: B**

Konsep: UU No. 1 Tahun 1970: pengurus wajib menyediakan APD secara cuma-cuma (Pasal 14) dan pekerja berhak menyatakan keberatan bekerja bila syarat keselamatan serta APD diragukan (Pasal 12). Pengelasan di ruang tertutup memerlukan ventilasi dan pelindung pernapasan.

Langkah:
1. Bahaya: asap las di ruang tertutup tanpa ventilasi.
2. Kewajiban pengurus: menyediakan APD dan syarat keselamatan.
3. Hak pekerja: menyatakan keberatan sampai syarat dipenuhi.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: Yoga terlindungi, tetapi kewajiban menyediakan APD dipindahkan ke pekerja dan ventilasi tetap tidak ada.
• **B.** ✓ Sesuai hak pekerja dan kewajiban pengurus dalam UU No. 1 Tahun 1970.
• **C.** ✗ Jeda tidak menghilangkan paparan asap di ruang tertutup.
• **D.** ✗ Tindakan berlebihan; hak yang diberikan undang-undang adalah menyatakan keberatan sampai syarat dipenuhi.
• **E.** ✗ Jebakan: penjaga di luar memang dianjurkan untuk ruang terbatas, tetapi tanpa ventilasi dan masker bahaya asap tetap ada.

Jawaban: B.

✎ LATIHAN

Untuk setiap soal, tulis dulu bahaya utama atau ketentuan hukum yang relevan, baru nilai pilihan jawabannya.

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

1. Siti mengelas benda uji posisi 1G dengan arus 110 A di bengkel sekolah (2027). Andi membantu memukul terak di samping meja las sambil menunggu giliran. Bengkel memakai panduan nomor kaca filter pada tabel.

Arus las SMAW (A)	Nomor kaca filter minimal
40–80	10
81–175	11
176–300	12

(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
Siti harus memakai kaca filter minimal nomor 11 untuk arus 110 A.	○	○
Andi tidak memerlukan pelindung mata karena ia tidak menatap busur dan hanya memukul terak.	○	○
Bila Siti menaikkan arus menjadi 180 A, kaca nomor 11 masih memenuhi panduan karena selisihnya kecil.	○	○

2. Bengkel las milik Pak Sardi memiliki 15 pekerja (2027). Pak Sardi membagikan sarung tangan kulit dan apron, tetapi biayanya dipotong dari upah bulan berikutnya. Beberapa pekerja menyimpan APD itu di loker dan tidak memakainya karena terasa panas. Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. 8 Tahun 2010 menyatakan pengusaha wajib menyediakan APD bagi pekerja secara cuma-cuma, dan pekerja wajib memakai APD yang diwajibkan.
(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
Pemotongan upah untuk mengganti biaya APD tidak sesuai peraturan karena APD wajib disediakan pengusaha secara cuma-cuma.	○	○
Pekerja yang sudah menerima APD tetap wajib memakainya selama bekerja di area yang diwajibkan.	○	○
Pekerja boleh tidak memakai APD yang terasa panas asalkan menandatangani pernyataan menanggung risikonya sendiri.	○	○

3. Juned akan mengelas sambungan pipa besi galvanis pada rangka atap gudang di atas kepalanya (2027). Lapisan seng belum dapat dikerupas dari daerah sambungan, dan ruangan tertutup sebagian. Percikan las akan jatuh ke arah bahu dan lengannya. Mandor meminta Juned memilih satu set APD yang melindungi dari semua bahaya utama pekerjaan

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

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

A. Helm las, sarung tangan kulit, jaket kulit lengan panjang, dan masker kain biasa
B. Helm las, sarung tangan kulit, apron kulit, dan respirator asap las
C. Helm las, sarung tangan kulit, jaket kulit lengan panjang, dan respirator asap las
D. Kacamata gerinda, sarung tangan kulit, jaket kulit, dan respirator asap las
E. Helm las, sarung tangan karet, jaket kulit lengan panjang, dan respirator asap las

4. Pada 2027, terak panas terpental ke mata Bimo, pekerja sebuah bengkel fabrikasi, saat ia memukul terak tanpa kacamata pengaman, padahal kacamata tersedia di rak. Bimo dirawat di rumah sakit selama tiga hari. Peraturan menteri ketenagakerjaan mewajibkan pengurus melaporkan setiap kecelakaan kerja kepada dinas ketenagakerjaan paling lambat 2 × 24 jam.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan pengurus bengkel yang paling tepat adalah ....

A. Melaporkan ke dinas paling lambat 2 × 24 jam dan menyelidiki penyebabnya
B. Tidak melaporkan karena kecelakaan terjadi akibat kelalaian Bimo sendiri
C. Melaporkan ke dinas setelah Bimo selesai dirawat agar laporannya lengkap
D. Hanya mencatat kejadian di buku bengkel lalu menegur Bimo secara lisan
E. Melaporkan ke dinas dalam 2 × 24 jam lalu memotong upah Bimo sebagai sanksi

5. Hendra akan memotong pelat 12 mm dengan brander potong, lalu meratakan tepi potongannya dengan gerinda tangan selama sekitar dua jam di area yang sama (2027). Ia menyiapkan perlengkapan pelindung dan meminta pendapat teman-temannya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pendapat yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Pakaian kerja berbahan sintetis seperti poliester dipilih karena ringan dan cepat kering.
☐ B. Kacamata las gas berkaca filter dipakai saat memotong agar mata terlindung dari nyala dan percikan.
☐ C. Sarung tangan kain berlapis karet dipakai saat memotong agar jari leluasa mengatur katup brander.
☐ D. Pelindung telinga dipakai saat menggerinda karena bising gerinda selama dua jam dapat merusak pendengaran.
☐ E. Saat menggerinda, kacamata las gas yang gelap diganti kacamata pengaman bening dan pelindung wajah.

Kunci singkat: 1. 1B 2S 3S 2. 1B 2B 3S 3. C 4. A 5. B, D, E

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

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa memotong upah pekerja untuk mengganti biaya APD tidak sesuai ketentuan?
- Mengapa kacamata pengaman tetap dipakai saat memukul terak, padahal helm las tidak dipakai pada saat itu?
- **Yang harus kuingat:** pengusaha menyediakan APD cuma-cuma dan menjelaskan bahaya, pekerja memakainya dan boleh menyatakan keberatan bila syarat K3 diragukan; APD adalah pertahanan terakhir tetapi tidak boleh dilepas; pilih APD menurut bahaya pekerjaan; periksa dan ganti APD yang rusak.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 2.1: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktpfl&node=SMKTPFL-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 · Bahaya di tempat kerja dan kerja aman sesuai prosedur

SMKTPFL-2.2

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi Pusmendik pada elemen kecakapan kerja meminta kamu **mengenali bahaya di tempat kerja** dan **bekerja aman sesuai prosedur**. Dalam soal, bagian ini hampir selalu berbentuk kasus: seorang juru las menghadapi suatu keadaan (tangki bekas, tanah basah, tabung gas, area dengan bahan mudah terbakar), lalu kamu diminta memilih tindakan atau langkah kerja yang sesuai prosedur. Soal pada bagian ini tidak menuntut hafalan angka, tetapi menuntut kamu menilai **mana yang benar-benar aman**. Buku ini tidak memuat persentase benar nasional untuk mapel ini karena datanya belum ada.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- membedakan bahaya dari risiko dan menyebut bahaya utama pada pekerjaan las;
- menilai risiko sederhana dengan matriks kemungkinan dan akibat;
- menyusun tindakan pengendalian berurutan menurut hierarki pengendalian;
- menjelaskan izin kerja panas, penyimpanan dan pemindahan tabung gas, serta tindakan darurat dasar.

◆ KONSEP INTI

Sub bab 2.1 membahas APD, perlindungan yang berada paling dekat dengan tubuh. Sub bab ini membahas apa yang ada **di luar tubuh**: bahaya di sekitar titik las, cara menilai seberapa gawat bahaya itu, dan cara mengendalikannya agar APD tidak menjadi satu-satunya penjaga keselamatan.

1. Bahaya, risiko, dan kecelakaan

Bahaya (*hazard*) adalah sesuatu yang berpotensi menyebabkan cedera, sakit, atau kerusakan. Contoh: sinar busur, kabel yang terkelupas, tabung gas, atau lantai licin. **Risiko** (*risk*) adalah gabungan dari **seberapa mungkin** bahaya itu benar-benar mencelakai dan **seberapa parah** akibatnya. Sebuah bahaya dapat memiliki risiko besar atau kecil, tergantung keadaannya. Kabel terkelupas di lantai kering yang tidak pernah dilewati orang berisiko kecil; kabel yang sama di lantai basah tempat banyak orang lalu lalang berisiko besar.

Kecelakaan terjadi ketika bahaya bertemu dengan orang atau benda tanpa pengendalian yang memadai. Karena itu langkah pertama keselamatan adalah **mengenali bahaya**, langkah kedua **menilai risikonya**, dan langkah ketiga **mengendalikannya**.

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

2. Bahaya khas pekerjaan las

Gambar 2.7 menunjukkan delapan bahaya yang ada di sekitar satu titik pengelasan.



Gambar 2.7 Bahaya yang ada di sekitar satu titik pengelasan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

a. Sinar busur. Busur las memancarkan cahaya sangat terang, sinar ultraviolet (UV), dan sinar inframerah. Menatap busur tanpa kaca filter yang sesuai menyebabkan mata terasa perih seperti berpasir, biasanya baru muncul **beberapa jam kemudian** (sering disebut *arc eye*). Kulit yang terpapar dapat terbakar seperti terpapar matahari. Bahaya ini juga mengenai **orang di sekitar**, bukan hanya juru las. Pengendaliannya: tirai atau tabir las di sekeliling area kerja, memberi peringatan sebelum mulai mengelas, dan menutup kulit dengan pakaian pelindung. Bila mata terasa perih setelah terpapar sinar busur, jangan digosok; mintalah pertolongan petugas kesehatan.

b. Asap dan gas las. Asap las berupa partikel logam halus dan gas hasil pembakaran selaput elektroda, pelapis, dan pelarut. Terhirup terus-menerus, asap las menyebabkan gangguan pernapasan. Beberapa kondisi lebih berbahaya:

- **Logam berlapis seng (galvanis).** Memanaskan seng menghasilkan asap seng oksida yang dapat menyebabkan gejala mirip flu (demam, menggigil, mual) beberapa jam setelah kerja. Lapisan seng di dekat sambungan sebaiknya dikerok atau digerinda lebih dulu dengan perlindungan, dan ventilasi dijaga.
- **Cat, minyak, dan pelapis lain** dapat menghasilkan uap beracun saat dipanaskan; bersihkan dahulu.
- **Ruang terbatas** (tangki, ruang kapal, saluran) dapat kekurangan oksigen atau

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

menumpuk gas, termasuk gas pelindung yang menggantikan oksigen. Pekerjaan di sana butuh izin masuk, pengujian udara, ventilasi paksa, dan pengawas di luar.

Pengendalian asap: **ventilasi lokal** (penghisap asap di dekat sambungan), ventilasi umum, posisi kepala di luar kepulan asap, dan bila perlu respirator. **Pintu terbuka saja tidak cukup** sebagai ventilasi di ruang tertutup atau ruang sempit.

c. Listrik. Mesin las memakai listrik jaringan (misalnya 220 V atau 380 V) di sisi masukannya, dan menghasilkan arus besar bertegangan lebih rendah di sisi keluaran. Tegangan di sisi keluaran lebih rendah daripada tegangan jaringan, tetapi **tidak otomatis aman**. Saat belum ada busur, mesin memiliki tegangan tanpa beban yang lebih tinggi daripada tegangan kerja, dan pada tangan, tubuh, atau tanah yang **basah** tahanan tubuh turun sehingga arus lebih mudah mengalir lewat tubuh. Bahaya listrik muncul dari kabel terkelupas, klem massa longgar, steker rusak, mesin tanpa pembumian, dan kabel yang terendam air. Pengendalian: kabel dan steker diperiksa, mesin dimatikan sebelum kabel dipasang atau dicabut, **sarung tangan kering**, **alas kering** (papan kayu kering atau karpet karet) bila lantai basah, pembumian mesin, dan tidak mengelas saat tubuh atau tanah basah tanpa perlindungan.

d. Api dan ledakan. Percikan las dan terak panas dapat terlempar jauh, menembus celah, dan jatuh di lantai di bawahnya. Di dekat titik las, bahan **mudah terbakar** seperti kardus, kayu, kain, majun berminyak, cat, tiner, dan bensin dapat menyala. Bahaya terbesar adalah wadah yang **pernah berisi bahan bakar atau pelarut**, meskipun tampak kosong: uap yang tersisa dapat tersulut dan meledak. Karena itu tangki, drum, atau jeriken bekas bahan mudah terbakar **tidak boleh dilas atau dipotong panas** tanpa prosedur khusus (dibersihkan, dibilas, diuji bebas uap, dan berizin). Kata "sudah kosong" bukan jaminan keselamatan.

e. Gas bertekanan. Tabung gas menyimpan gas pada tekanan tinggi. Bila jatuh dan katupnya patah, tabung dapat melesat. Pada las dan potong gas, bahaya lain adalah **nyala balik** (*flashback*): nyala merambat balik dari brander ke dalam selang dan regulator. Penahan nyala balik dan katup searah dipasang untuk mencegahnya. Oksigen murni membuat **minyak dan gemuk** dapat menyala hebat, sehingga regulator dan katup oksigen tidak boleh diberi minyak atau disentuh tangan berminyak. Kebocoran diperiksa dengan **air sabun**, bukan dengan api.

f. Panas dan luka bakar. Benda kerja, terak, dan elektroda sisa yang baru dilas tampak sama dengan yang dingin, tetapi dapat menyebabkan luka bakar. Tandai benda panas, gunakan penjepit, dan beri waktu pendinginan.

g. Bising. Gerinda, memukul pelat, memotong, dan kompresor menimbulkan bising yang merusak pendengaran secara bertahap dan permanen. Pengendalian: penutup telinga, mengurangi lama pemaparan, dan merawat mesin.

h. Ergonomi. Ergonomi adalah kesesuaian pekerjaan dengan tubuh pekerja. Membungkuk lama, berjongkok, mengangkat pelat berat, dan getaran gerinda menimbulkan nyeri punggung dan gangguan otot. Pengendalian: meja kerja setinggi yang sesuai, alat bantu

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

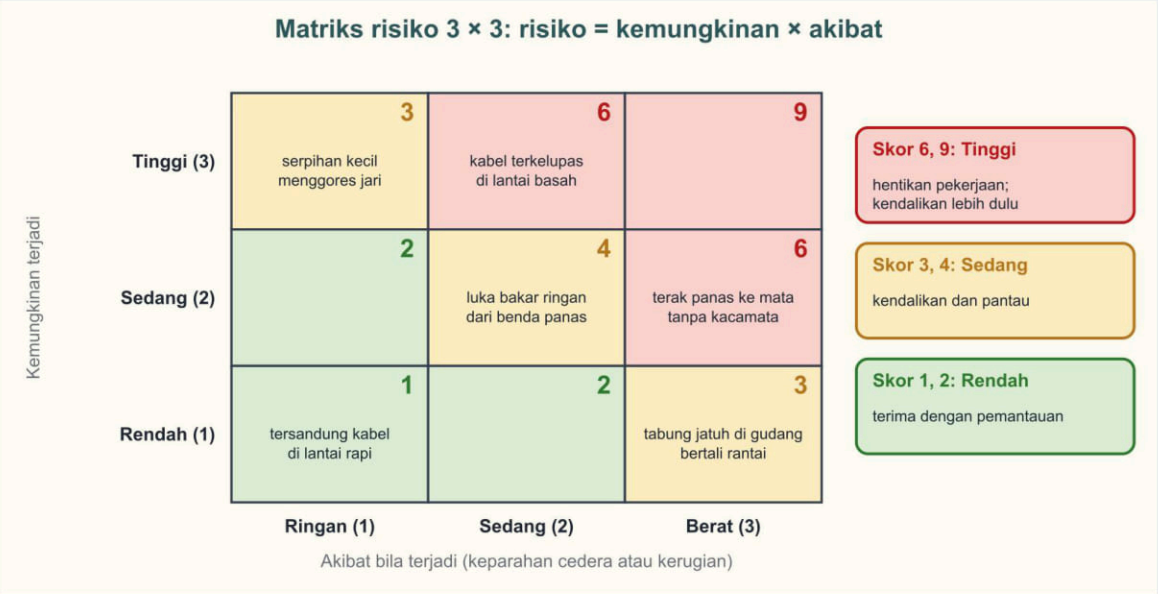
angkat atau mengangkat bersama, rotasi pekerjaan, dan istirahat teratur.

3. Menilai risiko dengan matriks sederhana

Cara paling sederhana menilai risiko adalah memberi angka. Nilai **kemungkinan** (1 = rendah, 2 = sedang, 3 = tinggi) dan nilai **akibat** (1 = ringan, 2 = sedang, 3 = berat), lalu kalikan:

Risiko = kemungkinan × akibat.

Hasilnya dimasukkan ke matriks pada Gambar 2.8. Skor 1 sampai 2 tergolong **rendah** (diterima dengan pemantauan), skor 3 sampai 4 **sedang** (dikendalikan dan dipantau), dan skor 6 sampai 9 **tinggi** (pekerjaan tidak dilanjutkan sebelum risikonya dikendalikan).



Gambar 2.8 Matriks risiko 3 × 3 dengan contoh bahaya pada tiap sel. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Perhatikan bahwa hasil kali tidak pernah 5, 7, atau 8. Perhatikan pula bahwa **akibat berat dengan kemungkinan rendah** (tabung jatuh) tetap perlu pengendalian, karena akibatnya tak terpulihkan. Penilaian ini bersifat perkiraan; hasilnya berguna untuk **menentukan prioritas**, bukan untuk mengklaim ketepatan angka.

4. Hierarki pengendalian

Setelah risiko dinilai, kendalikan dengan urutan yang telah teruji, dari yang paling efektif ke yang paling lemah (Gambar 2.9):

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



Gambar 2.9 Hierarki pengendalian bahaya dari eliminasi sampai alat pelindung diri. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **Eliminasi**: hilangkan bahayanya. Contoh: lakukan penyambungan di bengkel, bukan di dalam tangki.
2. **Substitusi**: ganti dengan yang lebih aman. Contoh: pakai bahan atau proses yang tidak menimbulkan uap beracun.
3. **Rekayasa teknik**: pasang pengaman fisik. Contoh: penghisap asap, tirai las, penahan nyala balik, pembumian, rantai pengikat tabung.
4. **Administrasi**: atur cara kerja. Contoh: prosedur tertulis, izin kerja panas, rambu, pelatihan, dan jadwal rotasi.
5. **APD**: perlindungan di tubuh pekerja; paling lemah karena bergantung pada pemakainya.

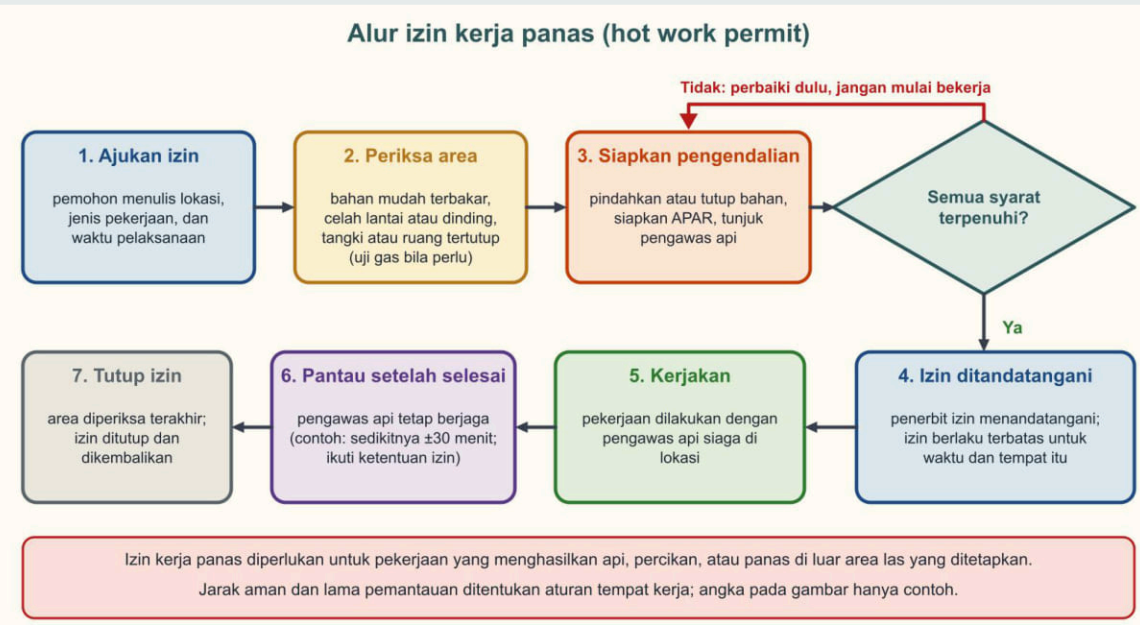
Pengendalian yang lebih tinggi menyelesaikan masalah di sumbernya dan melindungi semua orang tanpa harus diingat. Karena itu soal tentang "tindakan paling tepat" biasanya menuntut kamu memilih opsi yang berada di **tingkat paling atas yang mungkin dilakukan**, dan bukan sekadar "pakai APD".

5. Izin kerja panas

Pekerjaan panas (*hot work*) adalah pekerjaan yang menghasilkan api, percikan, atau panas yang dapat menyulut bahan mudah terbakar: mengelas, memotong gas atau plasma, dan menggerinda. Di dalam area las yang memang disiapkan (booth atau bengkel yang bebas bahan mudah terbakar), pekerjaan itu biasa dilakukan. Di **luar** area itu, misalnya di gudang, di sebelah tangki, atau di lantai atas gedung, diperlukan **izin kerja panas** (*hot work permit*), yaitu dokumen tertulis yang memastikan semua pencegahan sudah dilakukan sebelum api dinyalakan.

Alur izin kerja panas ditunjukkan pada Gambar 2.10.

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



Gambar 2.10 Alur izin kerja panas dari pengajuan sampai penutupan izin. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

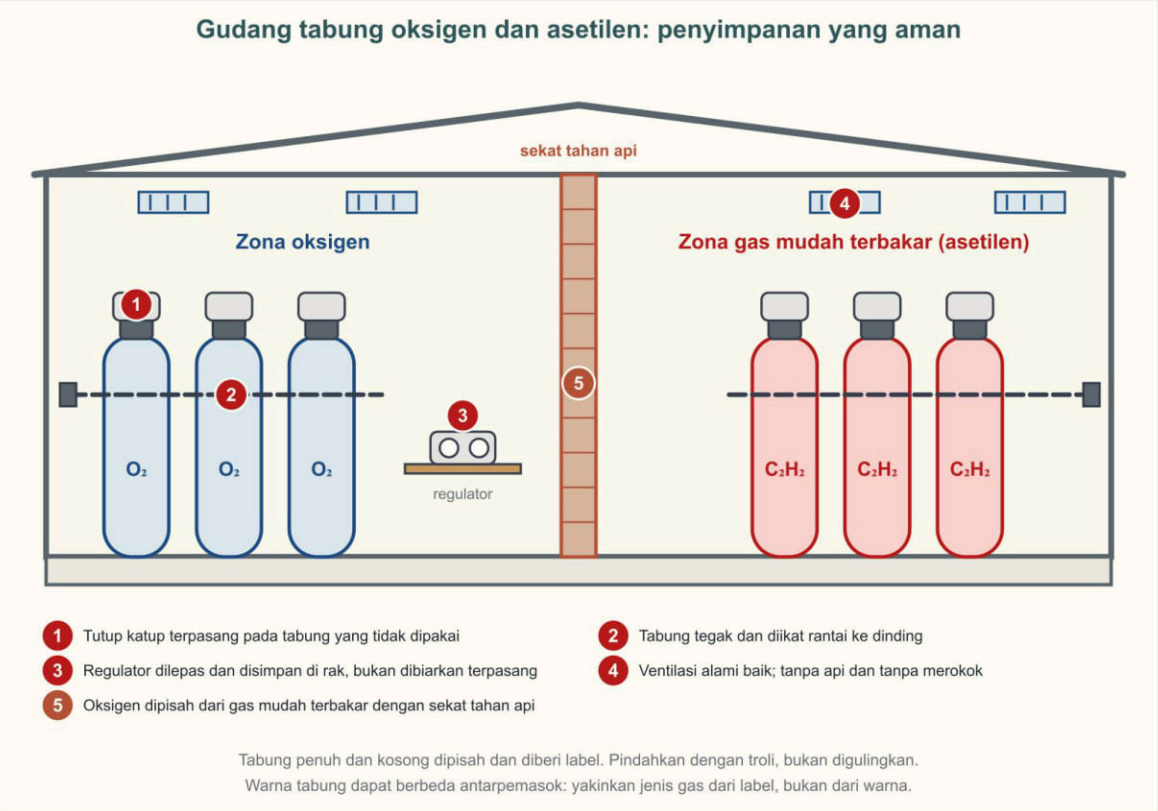
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Isi izin umumnya: lokasi, jenis pekerjaan, waktu berlaku, nama pemohon, hasil pemeriksaan area, tindakan pencegahan, dan tanda tangan penerbit izin. Poin penting tindakan pencegahan:

- **Pindahkan atau tutup bahan mudah terbakar.** Beberapa pedoman memakai jarak sekitar 11 meter (35 kaki) dari titik kerja sebagai contoh; bahan yang tidak dapat dipindahkan ditutup dengan selimut tahan api. Tutup pula celah di lantai dan dinding yang dapat dilewati percikan.
- **APAR siap** dan terjangkau.
- **Pengawas api** (*fire watch*) ditunjuk. Tugasnya hanya mengawasi percikan dan api, bukan ikut bekerja.
- **Wadah atau ruang tertutup diuji** bebas uap atau gas mudah terbakar oleh orang yang kompeten sebelum pekerjaan dimulai.
- **Setelah pekerjaan selesai**, pengawas tetap berjaga untuk waktu tertentu karena bara dapat membara tersembunyi; banyak pedoman menyebut sedikitnya sekitar 30 menit, sebagian lebih lama. Ketentuan sebenarnya mengikuti isi izin.

6. Tabung gas oksigen dan asetilen: menyimpan dan memindahkan

Gambar 2.11 menunjukkan penyimpanan yang aman.



Gambar 2.11 Gudang tabung dengan zona oksigen dan zona gas mudah terbakar yang dipisah sekat tahan api. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Aturan pokok penyimpanan:

- Tabung disimpan **tegak** dan **diikat rantai** ke dinding atau rak agar tidak jatuh. **Tabung asetilen harus tegak**, karena di dalamnya asetilen larut dalam cairan pelarut yang bisa keluar bila tabung direbahkan.
- **Tutup katup** (tutup pengaman) terpasang bila tabung tidak dipakai atau sedang dipindahkan; ia melindungi katup dari benturan.
- **Regulator dilepas** dari tabung yang disimpan atau dipindahkan.
- **Oksigen dipisah dari gas mudah terbakar** (asetilen) dengan sekat tahan api atau jarak yang ditentukan aturan tempat kerja.
- Ruang penyimpanan berventilasi baik, teduh, jauh dari panas, tanpa api dan tanpa merokok.
- Tabung **penuh dan kosong dipisah** dan diberi label.

Aturan memindahkan: **tutup katup**, **lepaskan regulator**, **pasang tutup katup**, gunakan **troli** dengan rantai, dan **jangan menggulingkan** atau menyeret tabung. Jangan mengangkat tabung dengan memegang tutup katup. Pada tabung yang sedang dipakai, katup ditutup saat berhenti bekerja dan selang diperiksa kebocorannya dengan air sabun.

7. Tanggap darurat dasar

Keselamatan juga berarti siap ketika sesuatu terjadi.

Kebakaran. Tahu letak dan cara memakai **APAR** (alat pemadam api ringan) sebelum membutuhkannya. Jenis APAR dipilih sesuai bahan yang terbakar (air, serbuk kimia kering, atau karbon dioksida); jangan menyiram air pada api listrik atau api cairan mudah terbakar. Cara pakainya singkat: **cabut pin pengaman, arahkan ke pangkal api, tekan tuas, sapukan**. Pemadaman hanya dicoba bila api masih kecil dan jalur keluar di belakangmu aman; bila api membesar, **keluar, bunyikan tanda bahaya, dan hubungi pemadam kebakaran**. Ketahui jalur evakuasi dan titik kumpul.

Luka bakar. Jauhkan korban dari sumber panas. Dinginkan luka dengan **air bersih mengalir**; banyak pedoman pertolongan pertama menyebut sekitar 10 sampai 20 menit. Lepas cincin atau perhiasan di dekat luka sebelum membengkak. **Jangan** memecahkan lepuhan dan jangan mengoleskan pasta gigi, mentega, atau bahan lain. Tutup longgar dengan kain bersih yang tidak lengket. Luka bakar yang luas, dalam, atau mengenai wajah dan tangan perlu ke fasilitas kesehatan.

Percikan ke mata. Jangan digosok. Tutup mata dan segera cari pertolongan medis.

Sengatan listrik. Matikan sumber listrik lebih dulu atau pisahkan korban dengan benda kering yang tidak menghantarkan, jangan menyentuh korban dengan tangan kosong sebelum aman. Panggil bantuan dan periksa napas korban.

Setelah kejadian, laporkan kepada pengawas atau pengurus dan catat. Pelaporan kecelakaan kepada instansi dilakukan sesuai ketentuan (sub bab 2.1).

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

▣ CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Menilai risiko drum bekas cat berpelarut dan menyusun pengendalian

Pada 2027, sebuah bengkel diminta memotong dan mengelas drum 200 liter bekas cat berpelarut untuk dijadikan tempat sampah besar. Drum tampak kosong dan kering. Nilai risikonya dan susun tindakan pengendalian berurutan. *(Kasus fiktif.)*

1. **Kenali bahayanya.** Uap pelarut cat yang tertinggal dalam drum mudah terbakar dan dapat meledak bila terkena panas atau percikan. Karena itu pemotongan dan pengelasan drum itu adalah pekerjaan panas pada wadah bekas bahan mudah terbakar.
2. **Nilai risiko.** Kemungkinan: sedang (2), karena sisa uap sulit diketahui hanya dengan mata. Akibat: berat (3), karena dapat berupa ledakan dan cedera parah. Risiko = 2 × 3 = **6 (tinggi)**.
3. **Eliminasi.** Tanyakan apakah drum itu perlu dipotong. Drum baru yang bebas bahaya dapat dibeli atau dibuat dari pelat baru, sehingga bahaya hilang sama sekali.
4. **Substitusi.** Bila tetap harus dari drum bekas, pilih drum bekas bahan yang tidak mudah terbakar.
5. **Rekayasa teknik.** Bila drum bekas cat berpelarut tidak dapat dihindari: buka tutupnya, bersihkan dan bilas, isi dengan air atau gas lembam hingga hampir penuh, dan sediakan ventilasi serta rantai untuk menahan drum.
6. **Administrasi.** Uji bebas uap oleh orang yang kompeten, urus izin kerja panas, tunjuk pengawas api, siapkan APAR, dan jelaskan prosedur kepada semua pekerja.
7. **APD.** Helm las, kacamata, sarung tangan kulit, jaket, sepatu, dan respirator bila perlu, sebagai lapisan terakhir.

Jawaban: risiko 6 (tinggi); urutan pengendalian eliminasi, substitusi, rekayasa, administrasi, lalu APD.

Contoh 2 — Prosedur menyiapkan tabung untuk dibawa ke lokasi dengan mobil bak

Pada 2026, sebuah bengkel akan membawa dua tabung oksigen dan satu tabung asetilen yang terpasang regulator ke lokasi kerja dengan mobil bak terbuka. Susun prosedurnya. *(Kasus fiktif.)*

1. **Hentikan penggunaan.** Matikan brander, tutup katup tabung rapat-rapat, lalu buang tekanan sisa dari selang dan regulator sesuai petunjuk.
2. **Lepaskan regulator.** Lepas regulator dan selang dari setiap tabung, lalu simpan di tempat yang bersih dan bebas minyak.
3. **Pasang tutup katup.** Pasang tutup pengaman pada setiap tabung untuk melindungi katup.
4. **Pindahkan dengan troli.** Gunakan troli beroda dengan rantai pengikat. Jangan menggulingkan atau menyeret tabung, dan jangan memegang tutup katup untuk mengangkat.

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

5. **Susun di mobil bak.** Letakkan tabung **tegak**, terutama asetilen, dan ikat kuat dengan rantai atau tali agar tidak bergeser atau jatuh. Pisahkan oksigen dan asetilen dengan sekat atau jarak, dan jauhkan dari bahan mudah terbakar.
6. **Selama perjalanan.** Terlindung dari panas langsung, tidak ada yang merokok di dekat tabung, dan tidak ada tabung yang menggelinding.
7. **Di lokasi.** Turunkan dengan hati-hati, ikat lagi pada tiang atau rak, pasang regulator, dan periksa kebocoran dengan air sabun, bukan dengan api.

Jawaban: tutup katup, lepas regulator, pasang tutup katup, pindahkan dengan troli, susun tegak dan diikat, terpisah oksigen–asetilen, lalu periksa kebocoran dengan air sabun di lokasi.

Contoh 3 — Tindakan ketika luka bakar mengenai lengan

Pada 2027, percikan las panas jatuh ke lengan seorang siswa di bengkel dan kulitnya memerah dengan satu lepuhan kecil di punggung tangan. Guru pembimbing segera menolongnya. Tentukan langkah yang tepat. *(Kasus fiktif.)*

1. **Amankan area dan jauhkan dari sumber panas.** Matikan mesin las dan jauhkan siswa dari benda panas.
2. **Dinginkan luka.** Alirkan air bersih pada lengan sekitar 10 sampai 20 menit, jangan memakai es langsung.
3. **Lepas benda ketat.** Lepas jam tangan atau cincin sebelum bengkak.
4. **Jangan memecahkan lepuh** dan jangan mengoleskan pasta gigi, mentega, atau bahan lain.
5. **Tutup luka.** Tutup longgar dengan kain atau kasa bersih yang tidak lengket.
6. **Nilai kebutuhan rujukan.** Luka kecil dan dangkal dapat dirawat petugas P3K, tetapi luka luas, dalam, atau mengenai wajah dan tangan perlu ke fasilitas kesehatan.
7. **Laporkan dan catat.** Pembimbing mencatat kejadian dan penyebabnya (misalnya jaket tidak tertutup di pergelangan), lalu memperbaiki kebiasaan kerja.

Jawaban: dinginkan dengan air mengalir, lepas benda ketat, jangan pecahkan lepuh, tutup bersih, rujuk bila luas atau dalam, lalu catat dan laporkan.

❖ PETA KONSEP

Gambar 2.12 merangkum bahaya, penilaian risiko, pengendalian, dan prosedur khusus.

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



Gambar 2.12 Peta konsep bahaya di tempat kerja dan kerja aman sesuai prosedur. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- **Bahaya** = sumber potensi cedera; **risiko** = kemungkinan × akibat.
- Bahaya las: sinar busur, asap dan gas (termasuk seng galvanis), listrik, api dan ledakan (termasuk bekas tangki bahan bakar), gas bertekanan, panas, bising, ergonomi.
- Hierarki pengendalian: **eliminasi, substitusi, rekayasa, administrasi, APD**; mulai dari atas.
- Izin kerja panas untuk pekerjaan di luar area las, dengan pengawas api, APAR, dan pemantauan setelah selesai.
- Tabung: tegak, diikat, tutup katup terpasang, regulator dilepas, dipisah oksigen–asetilen, dipindah dengan troli.
- Darurat: APAR (cabut, arahkan, tekan, sapukan), dinginkan luka bakar dengan air mengalir, matikan listrik sebelum menolong korban sengatan.

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

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal kerja aman:

1. **Identifikasi bahaya utama** dalam kasus (uap, listrik, api, gas, ruang tertutup).
2. **Tanyakan: bahayanya dapat dihilangkan?** Bila ya, itu jawaban terkuat. Bila tidak, cari pengaman fisik, lalu prosedur, baru APD.
3. **Cari opsi yang menyelesaikan akar masalahnya**, bukan yang hanya mengurangi gejala.
4. **Periksa opsi yang mengandung kata "sudah kosong", "sebentar", atau "cukup"**: biasanya itu jebakan.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Wadah bekas bahan bakar atau pelarut dianggap aman karena "sudah kosong"**.
- **Mengelas di tanah basah** dianggap aman karena tegangan las "rendah".
- **Ventilasi dianggap cukup dengan pintu terbuka** di ruang tertutup.
- **Tabung dipindah dengan regulator terpasang**, direbahkan, atau digulingkan.
- **Hanya APD yang dipilih** padahal ada tindakan yang lebih tinggi pada hierarki.
- **Klem massa dijepit asal-asalan** atau pada benda yang tidak benar-benar terhubung dengan benda kerja.

> Contoh salah tafsir: seorang juru las diminta menambal tangki bekas bensin motor yang sudah dikosongkan dan menjawab, "Cukup buka tutupnya agar uap keluar, lalu langsung dilas." Tutup yang dibuka tidak menjamin uap hilang; tangki harus dibersihkan, dibilas, diuji bebas uap, dan dikerjakan dengan izin kerja panas serta pengawas api.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menggabungkan beberapa bahaya sekaligus pada pekerjaan di wadah bekas bahan bakar. Tentukan bahaya yang disebut, lalu nilai tiap langkah menurut hierarki pengendalian dan prosedur izin kerja panas.

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

►. Bengkel milik Bu Ratna menerima pesanan menambal dan memasang dudukan baru pada tangki baja bekas solar yang sudah kosong (2027). Di sudut area kerja ada tumpukan kain majun berminyak dan dua jeriken tiner. Juru las akan memakai mesin SMAW; meja kerja dan tangki dihubungkan dengan rantai pengikat agar tangki tidak bergeser.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Langkah kerja yang sesuai prosedur adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Tangki dapat langsung dilas karena sudah kosong, asalkan tutupnya dibuka agar uap keluar selama pengelasan.
☐ B. Tangki dibersihkan dan dibilas, lalu diisi air atau diperiksa bebas uap mudah terbakar sebelum dilas.
☐ C. Kain majun dan jeriken tiner dipindahkan dari area kerja atau ditutup selimut tahan api.
☐ D. APAR disiapkan dan seorang pengawas api berjaga selama dan beberapa saat setelah pengelasan.
☐ E. Klem massa dijepit pada meja kerja karena tangki sudah terhubung ke meja lewat rantai pengikat yang longgar.

Pembahasan **Kunci: B, C, D**

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

Konsep: Pengelasan wadah bekas bahan bakar termasuk pekerjaan panas berisiko tinggi: wadah dibersihkan dan dibebaskan dari uap, bahan mudah terbakar dijauhkan, APAR dan pengawas api disiapkan, dan jalur arus las dibuat pendek langsung ke benda kerja.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 ✗** Jebakan: tangki kosong masih menyimpan uap dan sisa solar yang dapat terbakar atau meledak terkena panas las.
• **Pernyataan 2 ✓** Sisa bahan bakar dihilangkan dan uap dinetralkan sebelum ada sumber panas.
• **Pernyataan 3 ✓** Percikan las dapat terbang beberapa meter dan menyalakan bahan mudah terbakar.
• **Pernyataan 4 ✓** Bara dapat menyala setelah pekerjaan selesai; pengawas api dan APAR siaga mencegah kebakaran meluas.
• **Pernyataan 5 ✗** Jebakan: arus las akan lewat rantai dengan kontak buruk sehingga timbul panas dan percikan di sambungan rantai; klem massa dipasang langsung di tangki dekat sambungan.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 4.

✎ LATIHAN

Untuk setiap soal, tulis bahaya utamanya, lalu pilih tindakan pada tingkat pengendalian paling atas yang mungkin dilakukan.

1. Setelah hujan reda pada 2027, Rizal akan melanjutkan pengelasan pagar di halaman rumah pelanggan memakai mesin las trafo AC. Tanah di sekitar pagar masih basah dan sarung

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

tangan kulitnya lembap terkena hujan. Di mobil bengkel tersedia sarung tangan kulit cadangan yang kering, papan kayu kering, dan pelat baja sisa.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang paling aman adalah ....

A. Tetap mengelas karena tegangan las jauh lebih rendah daripada tegangan listrik rumah
B. Mengelas dengan sarung tangan lembap sambil berdiri di atas pelat baja sisa
C. Mengganti sarung tangan yang kering lalu mengelas sambil berdiri di tanah basah
D. Mengganti sarung tangan yang kering lalu mengelas sambil berlutut di atas tanah yang masih basah
E. Mengganti sarung tangan yang kering lalu mengelas sambil berdiri di atas papan kayu kering

2. Setelah praktik las gas pada 2027, Riko diminta memindahkan sepasang tabung oksigen dan asetilen dari meja kerja ke gudang tabung. Regulator masih terpasang di kedua tabung. Gudang memiliki rantai pengikat di dinding dan sekat tahan api untuk memisahkan jenis gas.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang paling tepat adalah ....

A. Membuka sedikit katup agar tekanan turun, lalu menggulingkan tabung ke gudang
B. Menyimpan kedua tabung berdampingan tanpa sekat agar mudah dipasang kembali
C. Merebahkan tabung asetilen di lantai gudang agar tidak mudah jatuh
D. Menutup katup, melepas regulator, memasang tutup katup, simpan tegak terpisah
E. Menyimpan kedua tabung tegak terikat rantai dengan regulator tetap terpasang

Kunci singkat: 1. E 2. D

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa tangki bekas bahan bakar yang "sudah kosong" tetap tidak boleh langsung dilas?
- Mengapa APD berada di urutan terakhir dalam hierarki pengendalian?
- **Yang harus kuingat:** risiko = kemungkinan × akibat; kendalikan dari eliminasi sampai APD; pekerjaan panas di luar area las memerlukan izin kerja panas dan pengawas api; tabung gas disimpan tegak, diikat, bertutup katup, tanpa regulator saat dipindah; matikan listrik dahulu sebelum menolong korban sengatan.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 2.2: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.
next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktpfl&node=SMKTPFL-2.2

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

Sub bab 2.3 · 5R pada pengelasan, kerja bangku, dan pemesinan dasar

SMKTPFL-2.3

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi Pusmendik pada elemen kedua menyebut **K3LH dan 5R** pada pengelasan, fabrikasi, kerja bangku, dan pemesinan dasar. Salah satu contoh soal resmi membahas 5R setelah membuat sebuah pagar. Soal 5R pada paket latihan buku ini berbentuk kasus di bengkel: sebuah masalah muncul (alat sulit ditemukan, bengkel kembali berantakan, aturan tidak jelas), lalu kamu memilih tindakan 5R yang paling tepat. Kesulitannya bukan pada hafalan lima kata, melainkan pada **memilih unsur yang tepat** dan **menangkap akar masalah**. Buku ini tidak memuat persentase benar nasional untuk mapel ini karena datanya belum ada.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan arti lima unsur 5R dan menerapkannya pada booth las, rak elektroda, gudang tabung, meja bangku, mesin bor, dan gerinda duduk;
- memilih alat bantu 5R yang sesuai: garis pembatas, label, papan alat, foto acuan, lembar periksa, dan jadwal piket;
- menjelaskan kaitan 5R dengan keselamatan dan mutu kerja;
- membaca hasil audit 5R, menentukan prioritas perbaikan, dan menyusun jadwal piket sederhana.

◆ KONSEP INTI

Bayangkan dua bengkel las. Di bengkel pertama, palu terak, penjepit, dan elektroda ada di tempatnya, lantai bersih, dan jalan menuju APAR terbuka. Di bengkel kedua, alat tercecer, kabel melintang di lantai, sisa elektroda menumpuk di meja, dan tidak ada yang tahu siapa yang harus membersihkan. Bengkel mana yang lebih aman, lebih cepat, dan hasilnya lebih baik? Jawabannya jelas. Perbedaan itu bukan soal bakat, melainkan soal **kebiasaan menata dan merawat tempat kerja**. Kebiasaan itu dirumuskan dalam 5R.

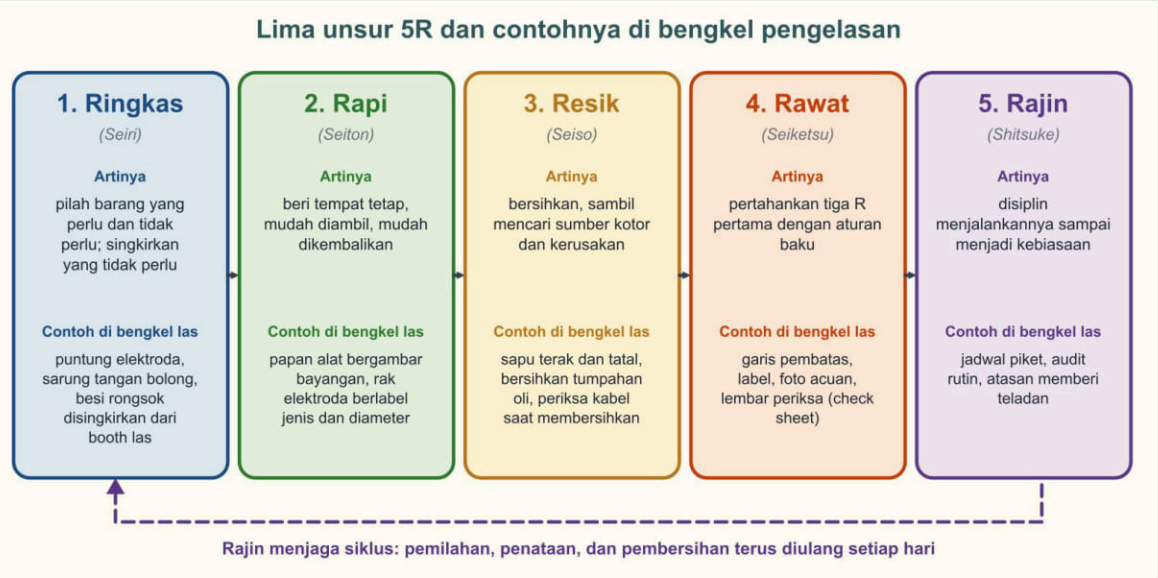
1. Apa itu 5R dan dari mana asalnya

5R adalah lima langkah menata dan memelihara tempat kerja: **Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin**. Istilah ini berasal dari gerakan 5S di industri Jepang (*seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke*) yang kemudian diterjemahkan ke dalam bahasa Indonesia. Pabrik dan bengkel di banyak negara memakainya karena sederhana dan murah, tetapi dampaknya besar: tempat kerja lebih aman, pekerjaan lebih cepat, bahan dan alat tidak hilang, dan mutu lebih terjaga.

2. Lima unsur satu per satu

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

Gambar 2.13 memperlihatkan arti kelima unsur beserta contohnya di bengkel las.



Gambar 2.13 Lima unsur 5R: arti dan contohnya di bengkel pengelasan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

a. Ringkas (*seiri*): pilah, singkirkan yang tidak perlu. Langkah pertama adalah memeriksa semua barang di area kerja, lalu memisahkannya menjadi yang **diperlukan** dan **tidak diperlukan**. Yang tidak diperlukan disingkirkan: dibuang, dijual, diperbaiki, atau disimpan di tempat lain. Contoh di booth las: puntung elektroda yang menumpuk, sarung tangan yang sudah bolong, potongan besi rongsok, dan kaleng bekas. Barang yang ragu-ragu pemiliknya atau kegunaannya dapat diberi **kartu merah** (*red tag*) dan diberi batas waktu keputusan. Perhatikan bahwa ringkas **bukan berarti membuang semuanya**: peralatan yang jarang tetapi penting dipakai, seperti penjepit khusus, tetap disimpan.

b. Rapi (*seiton*): beri tempat tetap, mudah diambil, mudah dikembalikan. Setelah barang yang perlu terpilih, atur agar **setiap barang punya tempatnya** dan tempat itu jelas. Contoh: papan alat dengan gambar bayangan bentuk alat (*shadow board*), sehingga siapa pun langsung tahu bila palu terak belum dikembalikan; rak elektroda yang berlabel jenis dan diameter; kotak penjepit di tiap booth. Tolok ukur yang baik: **setiap alat dapat ditemukan dan dikembalikan dalam waktu singkat**, misalnya kurang dari satu menit.

c. Resik (*seiso*): bersihkan, sambil mencari sumber kotor dan kerusakan. Resik berarti membersihkan terak, tatal, debu gerinda, tumpahan oli, dan sisa elektroda. Namun resik lebih dari menyapu: sambil membersihkan, kamu **memeriksa** kabel yang terkelupas, selang yang retak, atau mesin yang bocor oli, serta **mencari penyebab** kotor agar kotoran tidak datang lagi (misalnya memasang penampung tatal di mesin bor). Membersihkan adalah juga cara paling murah untuk menemukan kerusakan lebih dini.

d. Rawat (*seiketsu*): pertahankan tiga R pertama dengan aturan baku. Rawat berarti membuat kondisi baik itu **menjadi standar** yang mudah dilihat dan diperiksa: garis pembatas di lantai, label yang jelas, **foto acuan** kondisi benar, daftar tugas, dan **lembar periksa** (*check sheet*). Tanpa langkah ini, bengkel yang sudah rapi akan kembali berantakan

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

dalam beberapa hari karena tidak ada yang tahu standarnya.

e. Rajin (*shitsuke*): disiplin menjalankannya sampai menjadi kebiasaan. Ini langkah paling sulit karena menyangkut sikap. Rajin berarti semua orang menjalankan aturan **setiap hari tanpa diawasi**: piket dikerjakan, alat dikembalikan, kebiasaan aman dipatuhi, dan atasan memberi teladan. Rajin juga menjaga siklus agar pemilahan, penataan, dan pembersihan terus berulang.

Urutan kelimanya **tidak boleh tertukar**: sebelum menata (rapi), pilah dulu (ringkas); sebelum merawat standar (rawat), pastikan kondisi sudah resik. Dua pasangan yang sering tertukar adalah **ringkas dengan rapi** (memilah dan menyingkirkan versus menata) dan **resik dengan rawat** (membersihkan versus mempertahankan standar).

3. Alat bantu 5R

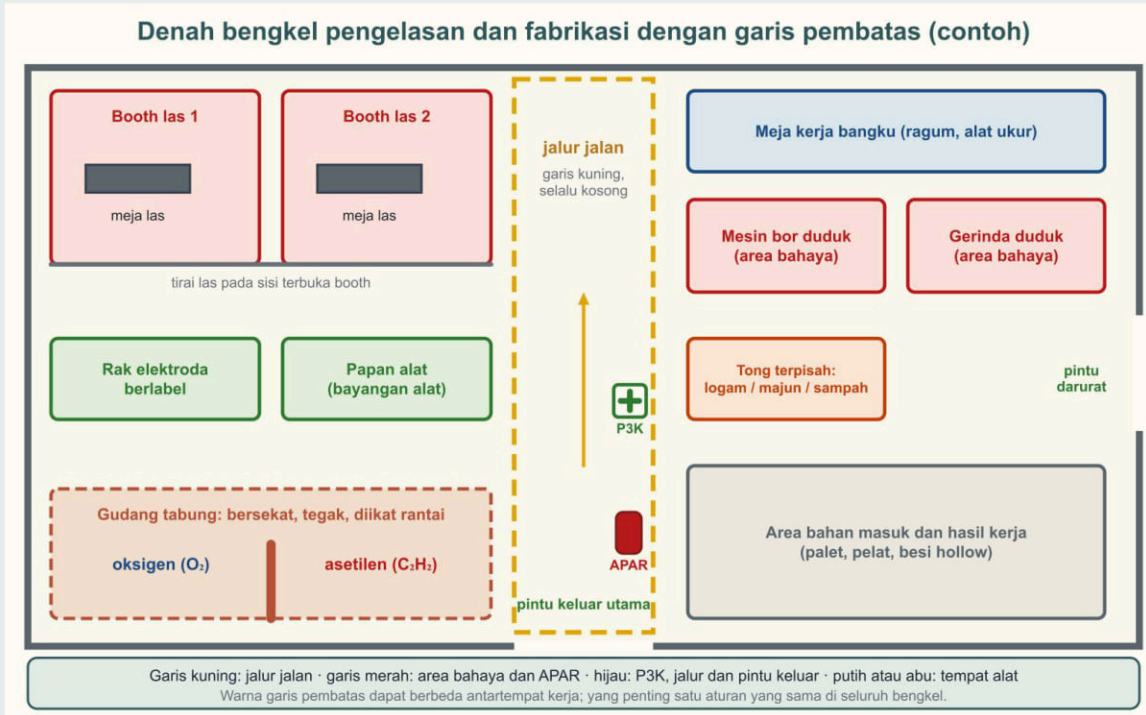
5R dibantu alat sederhana yang membuat kondisi benar mudah terlihat:

- **Garis pembatas dan marka lantai**: jalur jalan, area bahaya, tempat APAR dan P3K, tempat bahan masuk. Warna garis dapat berbeda antartempat kerja; yang penting satu aturan yang sama di seluruh bengkel.
- **Label dan papan alat berbayang**: nama dan jenis barang, serta tempat setiap alat.
- **Kartu merah**: menandai barang yang belum jelas keputusannya.
- **Foto acuan**: foto kondisi benar yang ditempel di dekat area, dijadikan pembanding saat piket.
- **Lembar periksa (*check sheet*)** dan **jadwal piket**: memastikan pemeriksaan dilakukan teratur dan ada penanggung jawabnya.

Gambar 2.14 memperlihatkan denah bengkel contoh yang memakai garis pembatas.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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



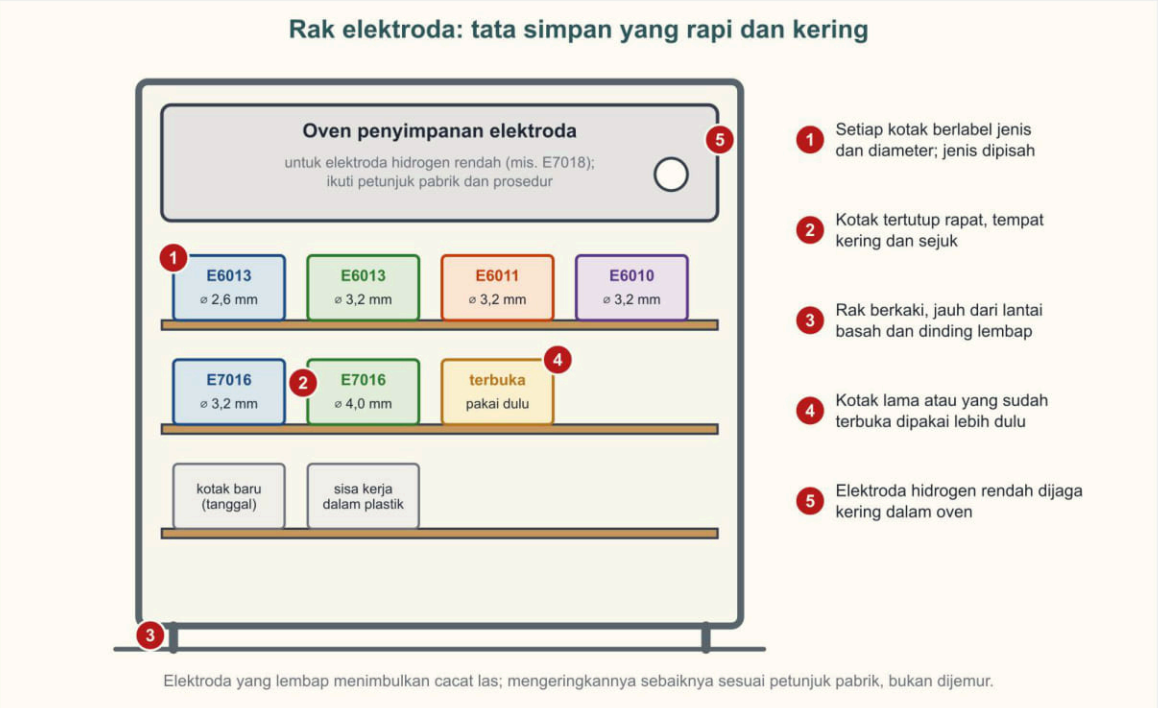
Gambar 2.14 Denah contoh bengkel pengelasan dan fabrikasi dengan jalur jalan, area bahaya, gudang tabung bersekat, APAR, dan P3K. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

4. Menerapkan 5R pada tiap area

Booth las. Singkirkan sisa elektroda dan potongan logam yang tidak diperlukan. Letakkan penjepit, palu terak, dan sikat kawat pada papan alat. Sapu terak dan puntung elektroda setelah praktik dan periksa kabel, holder, dan klem massa. Tirai las dirawat agar tetap utuh. Lantai bebas kabel yang melintang karena dapat menyebabkan tersandung.

Rak elektroda. Elektroda adalah bahan yang peka terhadap lembap dan mudah tertukar. Setiap kotak diberi label jenis dan diameter; jenis dipisah; kotak tertutup rapat; rak berkaki sehingga tidak menyentuh lantai basah atau dinding lembap; kotak lama atau yang sudah terbuka dipakai lebih dulu; elektroda berhidrogen rendah dijaga kering dalam oven penyimpan sesuai petunjuk pabrik. Gambar 2.15 menunjukkan contohnya.



Gambar 2.15 Rak elektroda dengan label, kotak tertutup, kotak terbuka dipakai lebih dulu, dan oven penyimpanan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gudang tabung. Tabung disimpan tegak dan diikat rantai, bertutup katup, regulator dilepas, dan oksigen dipisah dari gas mudah terbakar dengan sekat tahan api (sub bab 2.2). Dalam 5R, label penuh/kosong, garis pembatas posisi tabung, dan jalur troli adalah bagian dari kerapian dan perawatan.

Meja kerja bangku. Alat ukur dan penggores disimpan **di tempat masing-masing**, tidak bertumpuk dalam satu laci hingga saling merusak. Ragum dibersihkan dari tatal dan dilumasi bila perlu. Benda kerja dan potongan tidak ditumpuk menutupi jalur.

Mesin bor duduk. Tatal dibersihkan dengan **kuas atau sikat setelah mesin berhenti berputar**, bukan dengan tangan kosong atau ditiup, karena tatal tajam dan panas. Mata bor yang patah atau tumpul **dipisahkan** dari mata bor yang masih baik. Kunci cekam dilepas dari mesin dan disimpan, ragum dan meja mesin dibersihkan, dan lantai di sekitar mesin bebas tatal agar tidak licin.

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

Gerinda duduk. Pelindung batu terpasang, jarak antara batu dan landasan benda kerja dijaga sempit sesuai petunjuk mesin, batu yang retak atau aus diganti, dan area sekitar gerinda bebas bahan mudah terbakar karena percikannya banyak. Debu dan percikan disapu setiap selesai bekerja.

5. Kaitan 5R dengan keselamatan dan mutu

5R sering dikira urusan kerapian saja. Padahal efeknya langsung pada keselamatan dan mutu.

Keselamatan.

- Lantai bebas kabel, terak, dan tatal mengurangi risiko tersandung, terpeleset, dan terluka.
- Kain majun berminyak, kardus, dan cairan mudah terbakar yang disingkirkan dari area las mengurangi risiko kebakaran.
- Jalur evakuasi, APAR, dan P3K yang tidak terhalang membuat tanggap darurat lebih cepat.
- Tabung yang tertata dan diikat mengurangi risiko tabung jatuh.

Mutu.

- Alat ukur yang disimpan baik tetap teliti, sehingga ukuran hasil kerja benar.
- Elektroda yang berlabel dan kering mencegah salah pakai dan mengurangi cacat akibat elektroda lembap.
- Alat yang mudah ditemukan menghemat waktu sehingga pekerjaan selesai tepat waktu.
- Kerusakan mesin ditemukan lebih awal saat membersihkan, bukan setelah macet.

Itu sebabnya 5R termasuk bagian dari K3LH dan **bukan** kegiatan tambahan yang dikerjakan "bila sempat".

6. Audit dan tindak lanjut

Untuk memastikan 5R berjalan, dilakukan **audit 5R**: pemeriksaan berkala memakai lembar periksa. Gambar 2.16 memperlihatkan contohnya.

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

Contoh lembar periksa (check sheet) 5R

Area: Booth las 2 **Hari: Senin** **Pemeriksa: ketua piket (fiktif)**

Beri tanda pada kolom Ya bila kondisi terpenuhi, pada kolom Tidak bila belum; tulis temuan pada catatan.

No.	Butir periksa	Unsur 5R	Ya	Tidak	Catatan
1	Tidak ada barang tak terpakai di dalam booth	**Ringkas**	✓		
2	Palu terak, sikat kawat, dan penjepit ada di papan alat	**Rapi**	✓		
3	Lantai bebas terak, puntung elektroda, dan kabel melintang	**Resik**		✗	terak di bawah meja belum disapu
4	Kotak elektroda tertutup, berlabel jenis dan diameter	**Rapi**	✓		
5	Label dan garis pembatas masih jelas	**Rawat**		✗	label rak E7018 sudah pudar
6	Jadwal piket hari ini terisi dan ditandatangani	**Rajin**	✓		

Skor = butir "Ya" ÷ jumlah butir × 100 % = 4 ÷ 6 × 100 % ≈ 66,7 %

Tindak lanjut: sapu terak (penanggung jawab: kelompok piket), cetak ulang label rak (tenggat: Rabu), audit ulang Kamis.

Gambar 2.16 Contoh lembar periksa (check sheet) 5R untuk satu area. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Langkah audit yang baik:

1. **Tetapkan butir periksa** untuk tiap unsur dengan bahasa yang dapat diamati ("lantai bebas terak"), bukan penilaian samar ("bersih").
2. **Periksa langsung dan beri tanda** Ya atau Tidak; catat temuan.
3. **Hitung skor.** Misalnya skor = butir Ya ÷ jumlah butir × 100 %. Pada Gambar 2.16, 4 butir Ya dari 6 butir berarti sekitar 66,7 %.
4. **Tetapkan tindak lanjut:** apa yang diperbaiki, siapa penanggung jawabnya, dan kapan tenggatnya.
5. **Audit ulang** untuk memastikan perbaikan benar-benar dilakukan.

Satu prinsip penting: **skor rata-rata tidak boleh menyembunyikan butir kritis**. Area dengan rata-rata cukup baik tetapi memiliki butir yang menyangkut keselamatan, misalnya tabung yang tidak terikat, harus diperbaiki lebih dulu daripada area dengan skor rendah yang risikonya kecil.

7. Budaya kerja industri

5R adalah bagian dari **budaya kerja** yang diharapkan di dunia industri. Budaya kerja adalah kebiasaan bersama yang menentukan cara orang bekerja. Unsur yang dinilai di industri antara lain:

- **Disiplin**: tepat waktu, mengikuti prosedur, memakai APD tanpa disuruh.
- **Tanggung jawab**: menyelesaikan pekerjaan sesuai standar, mengembalikan alat, melaporkan kerusakan atau bahaya.
- **Kerja sama**: membagi tugas dengan jelas, saling mengingatkan keselamatan, dan berkomunikasi saat serah terima pekerjaan.
- **Kejujuran**: melaporkan hasil kerja apa adanya, tidak menyembunyikan cacat atau kesalahan.
- **Kebersihan dan ketertiban**: menjaga tempat kerja sebagaimana ia ingin menemukannya.

Budaya kerja terbentuk dari kebiasaan kecil setiap hari. Karena itu 5R paling berhasil ketika semua orang, dari siswa baru hingga kepala bengkel, menjalankannya.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Menggolongkan tindakan ke dalam unsur 5R

Pada 2027, kelompok piket bengkel pagar "Karya Baja" mencatat enam tindakan. Golongkan tiap tindakan ke unsur 5R. *(Kasus fiktif.)*

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

No.	Tindakan
a	Memisahkan puntung elektroda dan sarung tangan bolong dari booth las untuk dibuang
b	Menempelkan papan alat dengan gambar bayangan palu terak dan penjepit
c	Menyapu terak dan tatal setelah praktik sambil memeriksa kabel holder
d	Menempel foto kondisi booth yang benar di dinding sebagai acuan piket
e	Mengerjakan piket sesuai jadwal setiap hari tanpa menunggu diperintah
f	Menandai dengan kartu merah barang yang tidak jelas pemiliknya untuk diputuskan

1. **Ajukan pertanyaan kunci pada tiap tindakan.** Apakah ia memilah, menata, membersihkan, mempertahankan standar, atau menjaga kebiasaan?
2. **Tindakan a** memilah dan menyingkirkan barang tidak perlu: **Ringkas**.
3. **Tindakan b** memberi tempat tetap bagi alat: **Rapi**.
4. **Tindakan c** membersihkan dan sekaligus memeriksa kerusakan: **Resik**.
5. **Tindakan d** menjadikan kondisi benar sebagai standar yang dapat dilihat: **Rawat**.
6. **Tindakan e** menjaga disiplin melaksanakan: **Rajin**.
7. **Tindakan f** memilah barang yang belum jelas keputusannya: **Ringkas**.

Jawaban: a Ringkas; b Rapi; c Resik; d Rawat; e Rajin; f Ringkas.

Contoh 2 — Membaca hasil audit dan menentukan prioritas

Pada 2026, pembina bengkel mengaudit lima area dengan skor 1 sampai 5 untuk tiap unsur 5R (5 terbaik). Hitung rata-rata tiap area, tentukan area dan unsur terlemah, lalu urutkan prioritas tindak lanjut dengan mempertimbangkan keselamatan. *(Kasus fiktif.)*

Area	Ringkas	Rapi	Resik	Rawat	Rajin
Booth las	3	2	2	3	2
Rak elektroda	4	4	3	4	3
Gudang tabung	4	2	4	3	3
Meja bangku	3	3	3	2	3
Mesin bor	2	3	2	2	2

1. **Jumlahkan dan rata-ratakan tiap area.** Booth las: (3 + 2 + 2 + 3 + 2) ÷ 5 = 12 ÷ 5 = 2,4. Rak elektroda: 18 ÷ 5 = 3,6. Gudang tabung: 16 ÷ 5 = 3,2. Meja bangku: 14 ÷ 5 = 2,8. Mesin bor: 11 ÷ 5 = 2,2.
2. **Area terlemah berdasarkan rata-rata:** mesin bor (2,2), lalu booth las (2,4).
3. **Rata-rata tiap unsur.** Ringkas 16 ÷ 5 = 3,2; Rapi 14 ÷ 5 = 2,8; Resik 14 ÷ 5 = 2,8; Rawat 14 ÷ 5 = 2,8; Rajin 13 ÷ 5 = 2,6. **Unsur terlemah: Rajin** (2,6), artinya kebiasaan menjalankan aturan belum kuat.

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

4. **Periksa butir kritis.** Gudang tabung memiliki rata-rata cukup baik (3,2), tetapi skor **Rapi hanya 2**. Pada gudang tabung, kerapian berarti tabung tegak, terikat, dan terpisah, sehingga ini menyangkut keselamatan.
5. **Urutkan prioritas.** Pertama gudang tabung (butir kritis keselamatan, segera), kedua mesin bor (rata-rata terendah, banyak bagian bergerak dan tatal tajam), ketiga booth las, lalu meja bangku, dan terakhir rak elektroda.
6. **Tindak lanjut untuk unsur Rajin:** buat jadwal piket yang jelas dan audit rutin dengan penanggung jawab.

Jawaban: rata-rata mesin bor 2,2, booth las 2,4, meja bangku 2,8, gudang tabung 3,2, rak elektroda 3,6; unsur terlemah Rajin; prioritas tindak lanjut dimulai dari rapi pada gudang tabung karena menyangkut keselamatan.

Contoh 3 — Menyusun jadwal piket sederhana

Pada 2027, lima kelompok siswa (A sampai E) bergiliran bertugas piket 5R pada lima area (booth las, rak elektroda, gudang tabung, meja bangku, mesin bor) selama lima hari. Susun jadwal agar setiap hari tiap area dipegang tepat satu kelompok dan tiap kelompok mendapat area berbeda setiap hari. *(Kasus fiktif.)*

1. **Tetapkan aturan geser.** Urutkan area: 1 booth las, 2 rak elektroda, 3 gudang tabung, 4 meja bangku, 5 mesin bor. Pada Senin kelompok A, B, C, D, E memegang area 1, 2, 3, 4, 5. Tiap hari berikutnya, setiap kelompok **bergeser satu area** ke berikutnya (setelah area 5 kembali ke area 1).
2. **Isi jadwal.**

Kelompok	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat
A	Booth las	Rak elektroda	Gudang tabung	Meja bangku	Mesin bor
B	Rak elektroda	Gudang tabung	Meja bangku	Mesin bor	Booth las
C	Gudang tabung	Meja bangku	Mesin bor	Booth las	Rak elektroda
D	Meja bangku	Mesin bor	Booth las	Rak elektroda	Gudang tabung
E	Mesin bor	Booth las	Rak elektroda	Gudang tabung	Meja bangku

1. **Periksa baris.** Tiap kelompok memegang kelima area tepat sekali dalam seminggu; tidak ada area yang berulang.
2. **Periksa kolom.** Setiap hari kelima area dipegang oleh kelima kelompok berbeda; tidak ada area kosong dan tidak ada area yang dipegang dua kelompok.
3. **Lengkapi dengan alat bantu.** Setiap area diberi foto acuan dan lembar periksa; ketua piket menandatangani lembar tiap hari.
4. **Hitung beban.** Dalam 4 minggu, tiap kelompok bertugas di booth las sebanyak 4 kali (satu kali per minggu), sama adilnya untuk semua kelompok.

Jawaban: jadwal pada langkah 2; setiap kelompok mendapat area berbeda tiap hari dan setiap area selalu terpegang.

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

❖ PETA KONSEP

Gambar 2.17 merangkum 5R, alat bantu, penerapan, dan kaitannya dengan keselamatan, mutu, serta budaya kerja.



Gambar 2.17 Peta konsep 5R dan budaya kerja. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- **Ringkas** = pilah dan singkirkan yang tidak perlu; **Rapi** = beri tempat tetap; **Resik** = bersihkan dan periksa; **Rawat** = jadikan standar; **Rajin** = disiplin sebagai kebiasaan.
- Alat bantu: garis pembatas, label, papan alat berbayang, foto acuan, kartu merah, lembar periksa, jadwal piket.
- Penerapan: booth las, rak elektroda, gudang tabung, meja bangku, mesin bor (tatal dibersihkan dengan kuas setelah berhenti), gerinda duduk.
- 5R berkaitan langsung dengan **keselamatan** (lantai bersih, jalur bebas, tabung tertata) dan **mutu** (alat ukur terawat, elektroda tidak tertukar).
- 5R adalah **kebiasaan terus-menerus**, bukan kegiatan sekali jadi.

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

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal 5R:

1. **Cari akar masalah**, bukan gejala: barang tercecer (belum rapi), kotor (belum resik), kembali berantakan (belum rawat atau rajin).
2. **Tanyakan: apa yang paling langsung menyelesaikan masalah itu?** Alat tidak ditemukan berarti butuh tempat dan label tetap; bengkel kembali berantakan berarti butuh jadwal, lembar periksa, dan pembagian tanggung jawab.
3. **Cocokkan dengan unsur 5R** dan alat bantunya.
4. **Periksa opsi yang hanya mengulang tindakan satu kali**, misalnya kerja bakti sekali atau mengganti warna, karena tidak menyelesaikan akar masalah.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Ringkas dan rapi tertukar**, atau **resik dan rawat tertukar**.
- **5R dianggap kegiatan sekali jadi**; padahal Rawat dan Rajin menjaganya berkelanjutan.
- **Semua barang dibuang tanpa memilah**, padahal ringkas berarti memilah.
- **Menambah rak atau mengecat ulang** dianggap solusi, padahal masalahnya tidak ada tempat tetap, standar, atau aturan siapa-kapan.
- **Tatal dibersihkan dengan tangan atau ditiup** saat mesin masih berputar.
- **Perkakas halus bertumpuk dalam satu laci** agar "tidak tercecer".

> Contoh salah tafsir: siswa di sebuah bengkel selalu kehilangan waktu mencari penjepit dan penggores. Seorang siswa mengusulkan, "Beli sepuluh penjepit baru supaya selalu ada yang terlihat." Usul itu menambah jumlah barang tetapi tidak mengatasi akar masalahnya, yaitu alat tidak punya tempat tetap. Yang tepat adalah menyediakan papan alat dengan gambar bayangan dan label, sehingga setiap alat dapat ditemukan dan dikembalikan dengan cepat.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menguji kemampuan menangkap akar masalah 5R. Perhatikan apa yang sudah dilakukan dan apa yang belum ada, lalu tentukan tindakan yang menutup celah itu.

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

►. Minggu lalu kelas XI Pengelasan sudah membuang barang tak terpakai, memberi label rak alat, dan membersihkan semua booth las (2027). Seminggu kemudian bengkel kembali berantakan: tang penjepit tergeletak di lantai, sisa elektroda menumpuk di meja, dan tiap kelompok saling menyalahkan karena tidak ada aturan siapa membersihkan apa dan kapan. Kepala bengkel meminta satu tindakan yang menyelesaikan akar masalah itu. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Tindakan yang paling tepat adalah ....

A. Mengulang pemilahan barang dan membuang semua alat yang jarang dipakai
B. Menambah dua rak baru agar setiap alat punya tempat penyimpanan sendiri
C. Membersihkan ulang seluruh booth las bersama-sama pada akhir minggu ini
D. Membuat jadwal piket dan lembar periksa kondisi booth dengan foto acuan
E. Memberi label ulang pada rak alat dengan warna yang lebih mencolok

Pembahasan **Kunci: D**

Konsep: 5R: Ringkas (memilah), Rapi (menata), Resik (membersihkan), Rawat (menetapkan standar agar tiga R pertama terjaga), Rajin (membiasakan). Masalah "tidak ada aturan siapa membersihkan apa dan kapan" adalah masalah standar → tahap Rawat.

Langkah:
1. Ringkas, Rapi, dan Resik sudah dilakukan.
2. Kondisi tidak bertahan karena tidak ada standar tugas dan waktu.
3. Tindakan yang menetapkan standar: jadwal piket + lembar periksa + foto acuan.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: ini mengulang Ringkas yang sudah dilakukan; tanpa standar, kondisi akan berantakan lagi.
• **B.** ✗ Rak baru menambah tempat (Rapi), tetapi tidak menjawab "siapa membersihkan apa dan kapan".
• **C.** ✗ Jebakan: membersihkan ulang (Resik) hanya memperbaiki sesaat.
• **D.** ✓ Menetapkan standar tugas dan acuan kondisi (Rawat) sehingga hasil Ringkas–Rapi–Resik terjaga.
• **E.** ✗ Label ulang hanya memperkuat penataan, bukan pembagian tugas.

Jawaban: D.

✎ LATIHAN

Untuk setiap soal, tulis dulu unsur 5R yang sudah dilakukan dan yang belum, baru pilih tindakan yang paling langsung mengatasi masalah.

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

1. Siswa di bengkel las sekolah sering menghabiskan waktu lama mencari palu terak, tang penjepit, dan elektroda sesuai jenisnya (2027). Kepala bengkel menetapkan target: setiap alat harus dapat ditemukan dan dikembalikan ke tempatnya dalam 30 detik.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kegiatan yang langsung mendukung target tersebut adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Memasang papan alat bergambar bayangan bentuk alat di dinding setiap booth las.
☐ B. Menyapu terak dan sisa elektroda dari lantai setiap akhir praktik.
☐ C. Memberi label jenis dan diameter elektroda pada setiap kotak di rak.
☐ D. Mengecat ulang dinding bengkel dengan warna terang agar ruangan tampak lebih bersih.
☐ E. Menyediakan kotak elektroda bersekat yang berlabel jenis dan diameter di setiap booth.

2. Kelompok Tia bertanggung jawab atas area kerja bangku dan mesin bor duduk di bengkel fabrikasi sekolah pada 2027. Mereka mencatat beberapa kebiasaan untuk dibahas dalam rapat 5R mingguan.
(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
Tatal di meja mesin bor dibersihkan dengan kuas setelah mesin berhenti berputar.	○	○
Kikir dan penggores disimpan bertumpuk dalam satu laci agar tidak tercecer di meja.	○	○
Mata bor yang patah atau tumpul dipisahkan dari mata bor yang masih baik.	○	○

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

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

✔ PERIKSA DIRI

- Apa beda ringkas dan rapi, dan apa beda resik dan rawat?
- Mengapa kerja bakti sekali saja tidak membuat bengkel tetap rapi?
- **Yang harus kuingat:** Ringkas (pilah), Rapi (beri tempat tetap), Resik (bersihkan dan periksa), Rawat (jadikan standar), Rajin (disiplin); 5R terkait langsung dengan keselamatan dan mutu; akar masalah bengkel yang kembali berantakan adalah belum adanya standar, jadwal, dan penanggung jawab.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 2.3: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

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

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Kuis Akhir Bab 2

SMKTPFL-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-smktpfl&node=SMKTPFL-KB2

1. Bengkel fabrikasi Pak Harun menerima sepuluh pekerja baru pada 2027, dua di antaranya baru lulus SMK dan belum pernah bekerja di industri. Pak Harun menyusun peraturan keselamatan kerja bengkel.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Ketentuan yang tepat untuk dimasukkan dalam peraturan itu adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Pemberi kerja menyediakan APD yang sesuai tanpa memungut biaya dari pekerja
☐ B. Pekerja baru diberi petunjuk keselamatan dan cara kerja aman sebelum mulai bekerja
☐ C. Pekerja berpengalaman boleh melepas APD bila pekerjaan hanya sebentar
☐ D. Pekerja wajib memakai APD dan mengikuti prosedur kerja yang ditetapkan
☐ E. Biaya perawatan APD pribadi dipotong dari upah setiap bulan sebagai bentuk tanggung jawab

2. Rina, juru las di sebuah bengkel konstruksi, diminta mengelas sambungan rangka papan reklame di atas perancah setinggi 4 m (2027). Perancah itu tidak berpagar dan tidak ada titik untuk mengaitkan tali pengaman. Pengawas berkata, "Cepat selesaikan, tenggat kita besok."
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Sikap Rina yang paling tepat adalah ....

A. Mengerjakan pekerjaan itu dengan sangat hati-hati agar tenggat besok terpenuhi
B. Mengerjakan sambil meminta rekan memegangi pinggangnya bila terasa goyah
C. Membeli sendiri tali pengaman dan memasangnya di rangka reklame yang belum tentu kuat
D. Menunda pekerjaan sampai pagar dan titik kait pengaman tersedia, lalu melapor
E. Menolak bekerja tanpa memberi tahu alasannya karena tenggat bukan urusannya

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

3. Bima, juru las baru di sebuah bengkel, hendak memindahkan mesin las ke meja kerja dan melihat isolasi kabel holder terkelupas hingga tembaganya tampak (2027). Pengawas bengkel sedang berada di ruang sebelah.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan Bima yang paling tepat adalah ....

A. Membalut bagian terkelupas dengan isolasi seadanya lalu langsung memakainya lagi
B. Berhenti memakai kabel itu, memberi tanda, dan melaporkannya kepada pengawas
C. Memakai kabel itu dengan sarung tangan tebal karena pengawas sedang sibuk
D. Menyimpan kabel itu di laci tanpa memberi tahu siapa pun agar tidak merepotkan
E. Meminta teman sebengkel memakainya dahulu untuk melihat apakah masih berfungsi

4. Saat menyiapkan peralatan potong gas pada 2027, Heru mencium bau gas menyengat dari sambungan selang ke regulator tabung asetilen. Bengkel sekolah sepi karena jam istirahat dan ada tabung oksigen di dekatnya.
(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. Menutup katup tabung dan menjauhkan semua sumber api atau percikan dari area itu
☐ B. Mencari lokasi kebocoran dengan mendekatkan nyala korek api ke sambungan
☐ C. Membuka pintu dan jendela agar gas yang bocor tersebar dan berkurang
☐ D. Melanjutkan memotong karena bau tidak berarti ada kebocoran besar
☐ E. Melaporkan kejadian kepada guru atau pengawas dan tidak memakai perlengkapan itu sebelum diperiksa

5. Sebelum praktik, petugas gudang bengkel memeriksa APD yang akan dipakai kelompok siswa pada 2027. Hasil pemeriksaannya disajikan pada tabel.

APD	Kondisi
Helm las	lensa pelindung depan retak halus di tepi
Sarung tangan kulit	jahitan pada jari telunjuk terbuka
Apron kulit	kaku dan berbau tetapi tidak sobek
Sepatu pengaman	sol aus tipis di tumit, masih utuh

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

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Perlakuan yang paling tepat terhadap APD itu adalah ....

A. Mengganti lensa helm dan sarung tangan; apron dan sepatu masih dapat dipakai
B. Memakai semuanya karena tidak ada satu pun yang sobek total atau hilang bagiannya
C. Mengganti seluruh APD sekaligus karena semuanya sudah tampak tua dan berbau
D. Menempel retak lensa dengan lakban dan menjahit sarung tangan sendiri bila sempat
E. Memakai lensa retak hanya untuk las pendek dan sarung tangan hanya untuk kerja ringan

6. Bengkel Pak Burhan mendapat pekerjaan mengganti dudukan pipa di dekat gudang cat dan pelarut milik pabrik pelanggan pada 2027. Pengelasan harus dikerjakan di tempat, dan petugas K3 pabrik menyebut perlunya izin kerja panas.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Persiapan yang paling lengkap sebelum pengelasan dimulai adalah ....

A. Mengelas langsung karena pekerjaan singkat, lalu memadamkan seperlunya bila ada percikan menyala
B. Meminta izin lisan kepada satpam gudang dan mulai bekerja bila tidak ada yang keberatan
C. Menutup pintu gudang cat dan menempelkan tulisan "jangan masuk" tanpa memeriksa isinya
D. Izin kerja panas tertulis, bahan mudah terbakar disingkirkan, APAR siap, dan pengawas api bertugas
E. Meminta pabrik menghentikan seluruh produksi selama satu minggu penuh sebelum bekerja

7. Setelah selesai berlatih, Dian harus memindahkan mesin las trafo dari booth satu ke booth lain pada 2027. Mesin masih terhubung ke stopkontak dan kabel holder masih menempel pada mesin.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Urutan tindakan yang paling tepat adalah ....

A. Menarik kabel listrik sambil memindahkan mesin agar stopkontak terlepas sendiri
B. Mematikan mesin, mencabut steker lewat badannya, menggulung kabel, lalu memindahkan
C. Memindahkan mesin dalam keadaan menyala supaya tidak perlu menyalakannya lagi
D. Mencabut steker dengan menarik kabelnya, lalu memindahkan sambil membawa kabel terjuntai
E. Meminta teman memegangi kabel holder agar tidak terseret sementara mesin tetap menyala

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

8. Salma akan menggerinda tepi pelat hasil potongan dengan gerinda tangan di bengkel sekolah pada 2027. Gurunya mengingatkan bahwa menggerinda menimbulkan bunga api, serpihan, debu logam, dan bunyi nyaring.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
APD yang tepat dipakai Salma adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Pelindung wajah dan kacamata pengaman
☐ B. Kedok las dengan lensa filter gelap yang biasa dipakai saat mengelas
☐ C. Penutup telinga untuk mengurangi bunyi gerinda yang nyaring
☐ D. Sarung tangan kulit yang pas, bukan yang longgar menjuntai
☐ E. Lengan baju digulung dan kancing dibuka agar tidak terasa panas

9. Guru melakukan audit 5R di bengkel las sekolah pada 2027 dan mencatat temuan: (a) tabung oksigen berdiri tanpa rantai di dekat pintu keluar, (b) kotak elektroda terbuka di meja, (c) tatal logam menumpuk di bawah mesin bor, (d) label rak alat sudah pudar. Guru meminta ketua kelas menentukan tindak lanjut.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindak lanjut yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Mengikat tabung dengan rantai dan memindahkannya dari dekat pintu keluar terlebih dahulu
☐ B. Memulai dengan mengganti label rak karena paling mudah dan cepat diselesaikan
☐ C. Menyimpan elektroda kembali ke wadah tertutup dan kering setelah dipakai
☐ D. Membiarkan tatal sampai akhir semester agar dibersihkan sekali jalan
☐ E. Membersihkan tatal di bawah mesin bor dengan sikat dan wadah, bukan dengan tangan kosong

10. Fadil memakai sandal jepit di bengkel fabrikasi sekolah pada 2027 saat membantu memindahkan pelat baja tebal yang cukup berat. Gurunya meminta ia menggantinya sebelum bekerja.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Alasan utama permintaan guru itu adalah ....

A. Sandal jepit tidak sesuai dengan seragam praktik yang ditetapkan bengkel sekolah
B. Sandal jepit mudah rusak bila terkena percikan las dan harus sering diganti
C. Sandal jepit membuat langkah lambat sehingga pekerjaan tidak selesai tepat waktu
D. Sandal jepit membuat kaki lebih cepat lelah saat berdiri lama di bengkel
E. Benda berat atau tajam dapat melukai kaki; sepatu pengaman melindunginya

11. Bengkel las Pak Teddy berada di lorong permukiman padat dan sering mengelas besi galvanis serta menggerinda di halaman depan (2027). Tetangga mengeluhkan asap putih, percikan, dan kebisingan. Pak Teddy berniat memperbaiki keadaan.

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

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Langkah yang paling tepat mengurangi gangguan sekaligus bahaya bagi pekerja adalah ....

A. Meminta tetangga menutup jendela mereka setiap kali bengkel sedang bekerja pada siang hari
B. Membagikan masker kepada pekerja dan membiarkan pekerjaan tetap berlangsung di halaman
C. Mengurangi pekerjaan las galvanis agar bengkel tidak banyak diketahui oleh tetangga sekitar
D. Memajukan jam kerja yang bising ke pagi buta supaya sebagian besar tetangga masih tertidur
E. Memindahkan las dan gerinda ke ruang tertutup berpenghisap asap dengan jam kerja disepakati

12. Kelompok PKL di sebuah bengkel fabrikasi pada 2027 mengerjakan rangka etalase. Salah satu anggotanya memotong besi lebih pendek 5 mm dari ukuran gambar karena salah membaca daftar potong. Pengawas belum mengetahuinya, sedangkan batang itu akan segera dilas.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Sikap yang sesuai dengan budaya kerja industri adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Segera memberi tahu pengawas atau rekan satu tim sebelum batang itu dilas
☐ B. Menyembunyikan batang pendek di bagian rangka yang tidak terlihat
☐ C. Menyalahkan daftar potong dan tidak membahasnya lagi dengan siapa pun
☐ D. Membahas cara mencegah salah baca daftar potong bersama tim setelah masalah ditangani
☐ E. Membantu mencari batang pengganti dan memotong ulang tanpa menunda pekerjaan tim

13. Bengkel Pak Yusuf membuat rangka etalase dari besi hollow. Selama ini besi dicat dengan cat berpelarut kimia di dalam ruangan tertutup sehingga pekerja mengeluh pusing dan baunya menyengat. Pak Yusuf membahas cara mengurangi bahayanya bersama para pekerja.
(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
Menghilangkan pekerjaan pengecatan di dalam ruang tertutup lebih utama daripada membagikan masker kepada pekerja.	○	○
Karena masker sudah dibagikan, ventilasi ruangan tidak perlu diperbaiki.	○	○
Mengganti cat berpelarut kimia dengan cat yang lebih rendah uapnya termasuk substitusi.	○	○

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

14. Kayla, siswa SMK, ditugasi memotong pelat baja karbon 8 mm dengan mesin plasma di bengkel sekolah yang ventilasinya baik (2027). Mesin menimbulkan cahaya terang, percikan logam cair, dan bunyi mendesing. Sebelum mulai, ia menyiapkan APD.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
APD yang tepat disiapkan Kayla adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Helm atau kacamata dengan lensa filter yang sesuai untuk cahaya busur plasma
☐ B. Kacamata bening biasa karena pemotongan plasma tidak sesilau pengelasan
☐ C. Sarung tangan kulit dan pakaian lengan panjang yang tahan percikan
☐ D. Sepatu kain tipis supaya kaki tetap ringan saat berpindah
☐ E. Penutup telinga bila bunyi mendesing mesin dan udara tekan cukup mengganggu

15. Setelah praktik mengebor pelat pada 2027, kelompok Dika membersihkan meja kerja bangku dan mesin bor duduk di bengkel sekolah. Di lantai dan meja banyak tatal logam tajam dan tetesan oli pendingin.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Cara membersihkan yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Mematikan mesin dan menunggu mata bor berhenti berputar sebelum membersihkan
☐ B. Menyapu tatal dengan tangan kosong supaya lebih cepat selesai
☐ C. Menggunakan sikat atau kuas dan wadah untuk mengumpulkan tatal
☐ D. Meniup tatal dengan udara tekan ke arah teman agar cepat berpindah
☐ E. Mengelap oli yang menetes di lantai dan menaruh kain bekas di tempat yang aman

16. Pada 2027, guru melihat siswa yang berlatih di booth las bernomor 3 sering batuk dan matanya berair karena asap menumpuk di dalam booth yang tidak memiliki penghisap udara. Guru ingin menyelesaikan masalah itu dengan cara yang paling efektif bagi semua siswa.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Langkah yang paling efektif adalah ....

A. Meminta siswa mengelas lebih cepat supaya asap yang timbul lebih sedikit
B. Membagikan masker kain biasa untuk semua siswa yang sedang berlatih
C. Memasang penghisap asap setempat dan memperbaiki aliran udara booth
D. Menyuruh siswa menahan napas setiap kali busur las sedang menyala
E. Membatasi latihan hanya satu siswa per hari agar asap berkurang

17. Reza akan mengelas braket pada meja kerja di bengkel sekolah pada 2027. Di lantai, sekitar satu langkah dari meja, tergeletak tumpukan kardus bekas kemasan elektroda dan beberapa lembar kertas gambar.

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

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang paling tepat sebelum Reza mengelas adalah ....

A. Mulai mengelas dengan hati-hati sambil terus mengawasi arah percikan las
B. Menyiram kardus dan kertas dengan sedikit air lalu mengelas di sebelahnya
C. Menutup kardus dengan kain bekas supaya percikan tidak langsung mengenainya
D. Memindahkan kardus dan kertas menjauh, atau memasang penyekat tahan api
E. Meminta teman berjaga membawa botol air minum untuk memadamkan bila terbakar

18. Di bengkel pengelasan sebuah SMK pada 2027, Sinta selalu mengembalikan palu terak ke gantungannya, menutup rapat kotak elektroda, dan mematikan mesin setiap selesai praktik meskipun tidak ada guru yang mengawasi.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kebiasaan Sinta paling mencerminkan unsur 5R ....

A. Ringkas, karena ia membuang barang yang sudah tidak diperlukan lagi
B. Rapi, karena ia menata seluruh barang di bengkel seorang diri setiap hari
C. Resik, karena ia membersihkan bengkel setiap hari tanpa diminta guru
D. Rawat, karena ia menyusun jadwal piket untuk seluruh kelas setiap minggu
E. Rajin, karena ia disiplin menjalankan aturan walau tidak diawasi

19. Kelompok kerja bangku di sebuah SMK sudah memilah, menata, dan membersihkan bengkelnya pada 2027. Agar keadaan itu bertahan, ketua kelompok membuat jadwal piket tiap hari, daftar periksa (check sheet), dan aturan tempat setiap alat.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kegiatan ketua kelompok itu termasuk unsur 5R ....

A. Rawat, yaitu menjaga kondisi baik tetap terpelihara lewat standar dan jadwal
B. Ringkas, yaitu memilah barang yang perlu dan tidak perlu agar tidak menumpuk
C. Rapi, yaitu menata barang pada tempat tetap sehingga mudah dicari kapan saja
D. Resik, yaitu membersihkan tempat kerja dan alat dari kotoran dan debu
E. Rajin, yaitu terbiasa menjalankan aturan tanpa harus selalu diperintah

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

20. Setelah mengelas rangka, Gilang memegang ujung besi yang baru selesai dilas tanpa sarung tangan dan telapak tangannya melepuh kecil (2027). Teman-temannya bergantian memberi saran tentang cara menolongnya.
(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
Benda kerja yang baru dilas tetap panas, sehingga perlu diberi tanda atau didinginkan sebelum dipegang.	○	○
Luka bakar ringan didinginkan dengan air mengalir yang bersih.	○	○
Melepuh sebaiknya segera diolesi mentega atau pasta gigi agar tidak perih.	○	○

21. Pengawas bengkel memeriksa APD empat pekerja yang sedang bekerja pada 2027. Hasil pemeriksaannya dicatat pada tabel.

Pekerja	Pekerjaan	APD yang dipakai
Ani	mengelas SMAW	kedok las, sarung tangan kulit lengan panjang, apron kulit, sepatu pengaman
Budi	menggerinda sudut rangka	kacamata pengaman, sarung tangan kulit, penutup telinga, kaus lengan pendek
Cici	memotong pelat dengan mesin gunting	sarung tangan kulit, kacamata pengaman, sepatu pengaman
Dedi	memukul terak las	kacamata pengaman, sarung tangan kulit, sepatu pengaman

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pekerja yang APD-nya paling perlu dilengkapi adalah ....

A. Ani, karena belum memakai masker meskipun mengelas di ruang terbuka
B. Budi, karena lengan terbuka terkena percikan dan wajahnya tanpa pelindung
C. Cici, karena sarung tangan dianggap tidak boleh dipakai di dekat mesin gunting
D. Dedi, karena belum memakai kedok las saat memukul terak las
E. Keempatnya sama lengkapnya sehingga tidak ada yang perlu dilengkapi

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

22. Siswa kelas X, Ilham, baru pertama kali berlatih di booth las (2027). Ia bertanya kepada gurunya apakah kacamata baca bening yang ia bawa dari rumah cukup untuk melindungi matanya saat ada percikan dan sinar busur dari teman di sebelah.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Jawaban guru yang paling tepat adalah ....

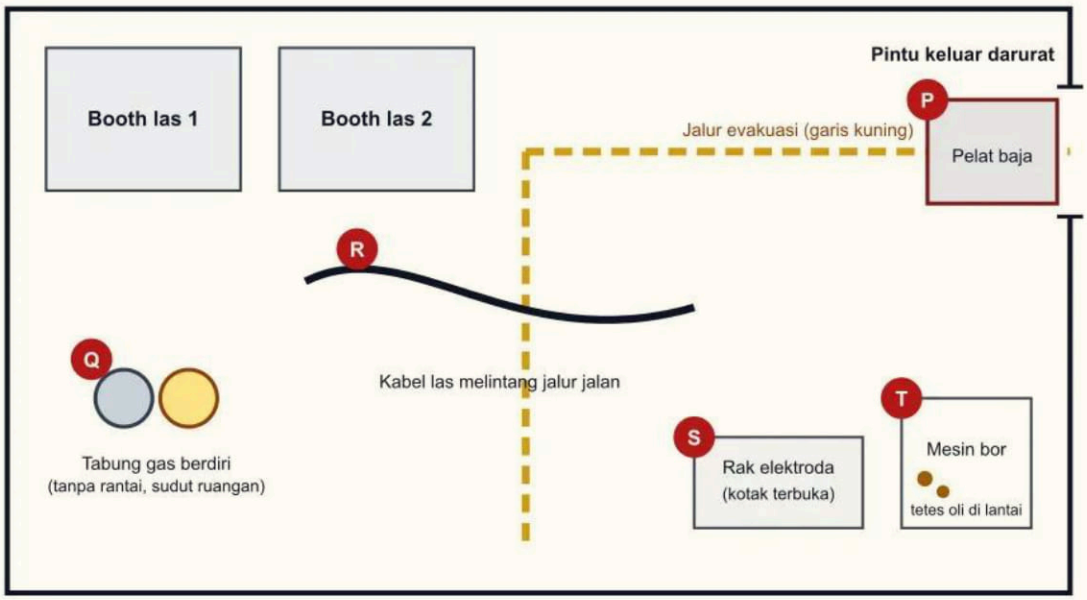
A. Cukup, karena kacamata baca dapat menahan percikan dan sinar busur
B. Cukup bila ia berdiri jauh dari teman yang sedang mengelas
C. Tidak cukup; ia perlu helm las berlensa filter dan kacamata pengaman
D. Tidak cukup; ia perlu kacamata hitam biasa agar sinarnya tertahan
E. Tidak perlu apa pun bila ia hanya menonton dan tidak mengelas

23. Seorang pekerja bengkel tersengat arus ringan saat menyambung kabel mesin las pada 2027 dan hanya mengalami kesemutan. Hasil penelusuran menunjukkan kabel itu sudah dilaporkan terkelupas seminggu sebelumnya, tetapi laporan tersebut hanya dicatat di buku tanpa ada yang menindaklanjuti. Pemilik bengkel ingin mencegah kejadian serupa.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan perbaikan yang paling mendasar adalah ....

A. Membuat sistem: tiap laporan bahaya punya penanggung jawab dan batas waktu perbaikan
B. Menegur pekerja yang menyambung kabel karena dianggap kurang berhati-hati
C. Menyuruh semua pekerja memakai sarung tangan karet tanpa memeriksa kabel lagi
D. Membeli kabel baru satu kali lalu tidak membahas lagi soal laporan bahaya itu
E. Melarang pekerja melapor secara tertulis agar bengkel tidak dianggap bermasalah

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

24. Gambar di bawah menunjukkan denah bengkel las sebuah SMK yang diaudit guru pada 2027. Huruf P sampai T menandai lima temuan, dan garis kuning putus-putus menandai jalur evakuasi menuju pintu keluar darurat.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Temuan yang paling mendesak ditindaklanjuti lebih dahulu adalah ....



A. Q, karena tabung berdiri tanpa rantai sudah pasti roboh dalam waktu dekat
B. R, karena kabel melintang jalur dapat membuat orang tersandung saat berjalan
C. P, karena tumpukan pelat baja menutup sebagian pintu keluar darurat
D. S, karena kotak elektroda terbuka akan menyerap lembap dan merusak mutu las
E. T, karena tetesan oli di lantai dapat membuat orang terpeleset

25. Saat menerapkan 5R di bengkel fabrikasi sekolah pada 2027, kelompok Rani menemukan banyak barang: alat yang jarang dipakai tetapi masih baik, sisa pelat berbagai ukuran, dan kotak elektroda hidrogen rendah yang belum dibuka. Mereka membahas cara menatanya.
(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
Barang yang jarang dipakai tetapi masih baik dipisahkan dan diberi label, bukan langsung dibuang.	○	○
Sisa pelat dari berbagai ukuran paling rapi bila ditumpuk seadanya di satu sudut tanpa diberi label.	○	○
Kotak elektroda hidrogen rendah yang belum dibuka disimpan di tempat kering dan tertutup sesuai petunjuk pabrik.	○	○

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 · Dasar hukum K3LH dan alat pelindung diri pengelasan	1, 2, 3, 5, 8, 10, 11, 13, 14, 21, 22, 23	___ / 12	Ulangi hlm. 55
Sub bab 2.2 · Bahaya di tempat kerja dan kerja aman sesuai prosedur	4, 6, 7, 16, 17, 20	___ / 6	Ulangi hlm. 71
Sub bab 2.3 · 5R pada pengelasan, kerja bangku, dan pemesinan dasar	9, 12, 15, 18, 19, 24, 25	___ / 7	Ulangi hlm. 85

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 · Gambar Teknik

SMKTPFL-B3

Setelah mempelajari bab ini, kamu dapat:

- membaca dan menulis simbol pengerjaan las menurut standar AWS dan ISO
- menganalisis gambar tanda pengerjaan las untuk menentukan pekerjaan, ukuran, dan panjang las
- membaca gambar proyeksi konstruksi sederhana dan menyusun gambar CAD 2D serta 3D dasar

Peta bab

Sub bab	Judul
3.1	Standar tanda pengerjaan las: AWS dan ISO
3.2	Membaca dan menganalisis gambar tanda pengerjaan las
3.3	Gambar proyeksi konstruksi sederhana
3.4	Gambar CAD 2D dan 3D konstruksi sederhana

Bab 3 di LMS

Buka seluruh latihan bab ini di LMS.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktpfl&node=SMKTPFL-B3

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

Sub bab 3.1 · Standar tanda pengerjaan las: AWS dan ISO

SMKTPFL-3.1

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi Pusmendik meminta kamu **menerapkan dan menganalisis gambar tanda pengerjaan las** menurut standar AWS, API, ASME, dan ISO. Sub bab ini adalah pondasinya: kamu mengenal jenis sambungan dan jenis las, bagian-bagian simbol las, serta perbedaan penulisan antara standar Amerika (AWS) dan standar internasional (ISO). Membaca simbol secara utuh dan menurunkan pekerjaannya dibahas di sub bab 3.2. Karena belum ada soal asli TKA untuk mapel ini, buku ini tidak mencantumkan persentase benar nasional. Pada paket latihan, soal bab ini berbentuk kasus gambar kerja dengan satu simbol yang harus ditafsirkan.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- membedakan lima jenis sambungan las dan jenis las menurut bentuknya;
- menyebut bagian-bagian simbol las AWS dan letak setiap keterangan (ukuran, panjang, jarak sumbu, sudut, celah akar);
- menentukan **sisi panah** dan **sisi lain** pada simbol AWS maupun ISO;
- menjelaskan simbol pelengkap (las keliling, las lapangan, kontur, huruf penyelesaian) serta membedakan penulisan AWS dan ISO tanpa mencampurnya.

◆ KONSEP INTI

Bayangkan seorang juru las menerima selembar gambar rangka dudukan mesin. Di gambar itu ada belasan sambungan. Jika setiap las harus dijelaskan dengan kalimat, gambarnya penuh tulisan dan mudah salah baca. Karena itu dunia teknik memakai **simbol las**: satu tanda kecil yang menyatakan jenis las, ukuran, panjang, sisi pengerjaan, bahkan cara penyelesaian permukaannya. Simbol ini mirip rambu lalu lintas. Orang yang mengerti aturannya membaca dalam hitungan detik, orang yang tidak mengerti akan salah menafsirkan, dan sambungan yang salah tidak bisa "dibatalkan" setelah dilas. Sub bab ini mengajarkan aturannya mulai dari dasar.

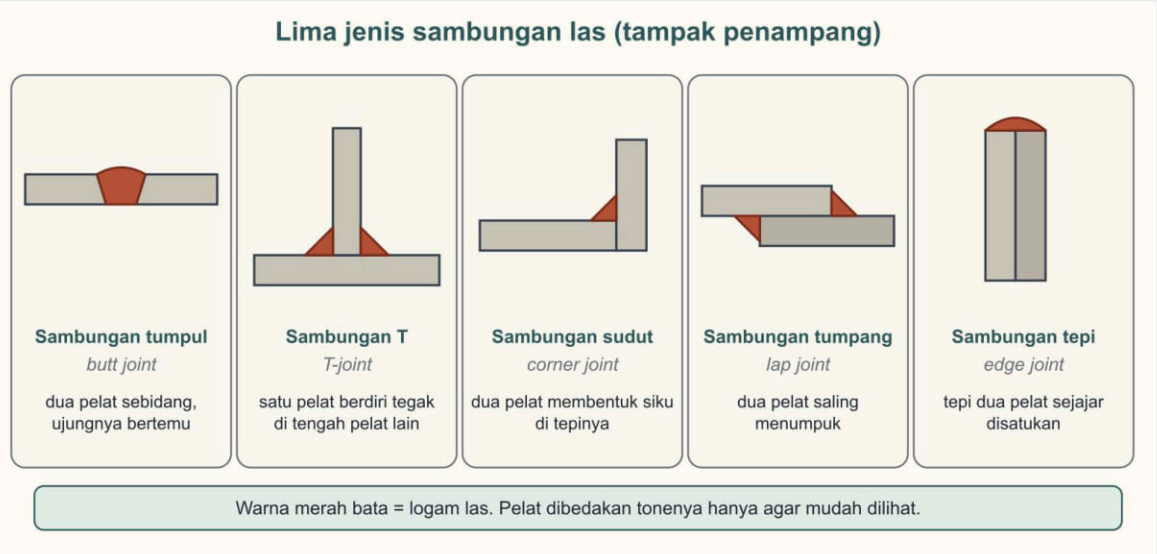
Ada dua standar yang dipakai luas. **AWS A2.4** (*American Welding Society*, judul lengkap: *Standard Symbols for Welding, Brazing, and Nondestructive Examination*) berasal dari Amerika Serikat dan sangat sering muncul pada proyek industri di Indonesia. **ISO 2553** (*Welding and allied processes — Symbolic representation on drawings — Welded joints*) adalah standar internasional yang banyak dipakai gambar kerja dari Eropa dan sejumlah negara lain. Kisi-kisi juga menyebut **API** (*American Petroleum Institute*) dan **ASME** (*American Society of Mechanical Engineers*). Keduanya adalah standar untuk industri minyak dan gas serta bejana tekan, dan gambar yang mengikutinya umumnya memakai simbol dasar yang sama dengan AWS. Jadi, bila kamu menguasai AWS dan ISO, kamu sudah mampu membaca hampir semua gambar las yang

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

akan kamu temui di tingkat SMK.

1. Lima jenis sambungan las

Sebelum simbol, kenali dulu **sambungan** (*joint*), yaitu cara dua bagian logam saling bertemu. Lihat Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Lima jenis sambungan las dalam tampak penampang; warna merah bata menunjukkan logam las. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

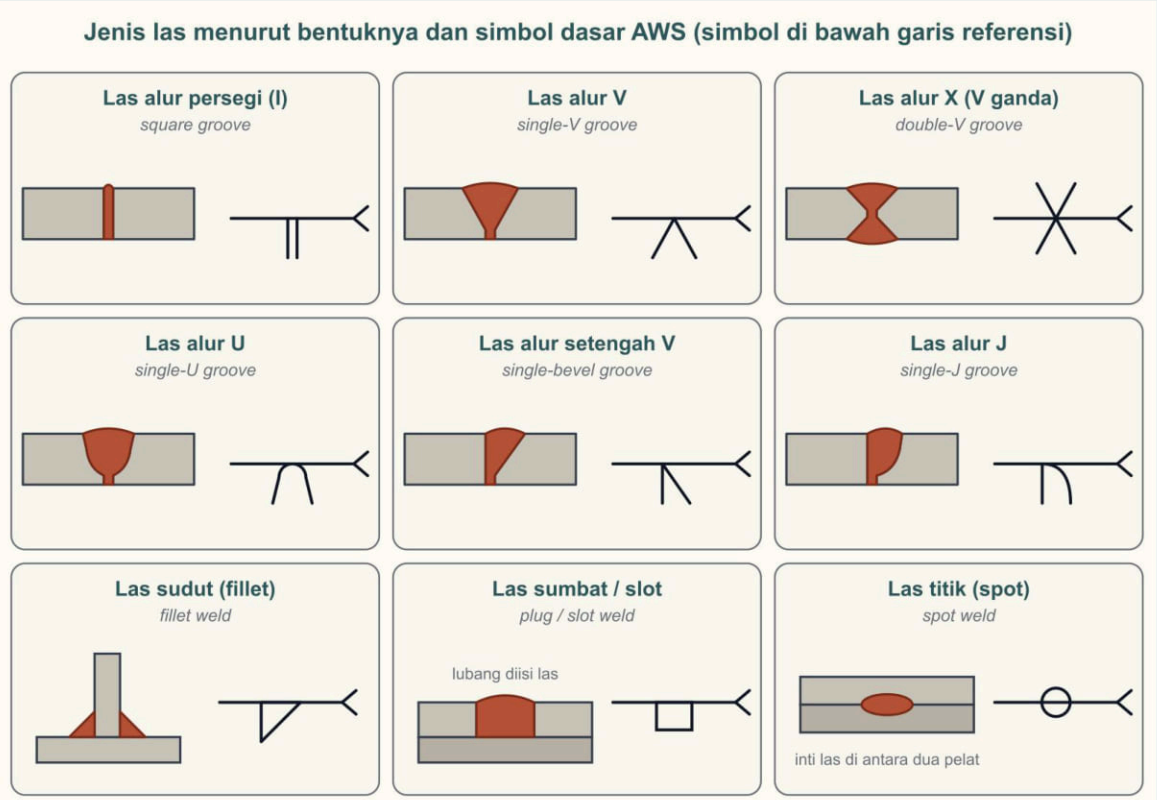
1. **Sambungan tumpul** (*butt joint*): dua pelat berada pada satu bidang dan ujungnya bertemu. Contohnya dua lembar pelat lantai troli yang disambung memanjang. Sambungan ini sering dipakai pada bejana, pipa, dan lambung kapal karena kekuatannya mendekati kekuatan pelatnya.
2. **Sambungan T** (*T-joint*): satu pelat berdiri tegak lurus di tengah pelat lain. Contohnya sirip penguat pada pelat alas atau kaki meja pada pelat dasarnya. Inilah sambungan yang paling banyak ditemui di bengkel fabrikasi.
3. **Sambungan sudut** (*corner joint*): dua pelat membentuk siku di tepinya, seperti sudut kotak panel atau bak penampung.
4. **Sambungan tumpang** (*lap joint*): dua pelat saling menumpuk sebagian. Karena tidak perlu menyiapkan ujung pelat, sambungan ini mudah dikerjakan pada pelat tipis seperti talang atau penutup.
5. **Sambungan tepi** (*edge joint*): tepi dua pelat yang sejajar disatukan. Biasanya dipakai pada pelat tipis atau bagian yang tidak menanggung beban besar.

Sambungan hanyalah "posisi pertemuan". Yang menyatukannya adalah las, dan bentuk las berbeda-beda menurut sambungan dan tebal pelatnya.

2. Jenis las menurut bentuknya

Gambar 3.2 memperlihatkan jenis las yang diwakili simbol dasar. Setiap jenis punya simbol yang bentuknya meniru penampang lasnya.

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



Gambar 3.2 Sembilan jenis las menurut bentuknya beserta simbol dasar AWS (semua digambar di bawah garis referensi). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Las alur atau las kampuh (*groove weld*) dipakai pada sambungan tumpul. Ujung pelat dibentuk lebih dulu (disebut *kampuh*, *groove*) agar logam las mencapai bagian dalam pelat. Bentuk kampuh menentukan nama lasnya:

- **Persegi** (I): ujung pelat dibiarkan lurus. Cocok untuk pelat tipis, kira-kira sampai beberapa milimeter.
- **V**: kedua ujung pelat dimiringkan sehingga membentuk huruf V. Ini kampuh paling umum pada pelat menengah.
- **X** (V ganda): V dibuka dari dua sisi. Dipakai pada pelat tebal agar logam las lebih hemat dan distorsi lebih seimbang.
- **U**: dasar kampuh berbentuk lengkung. Memerlukan pengerjaan lebih rumit, tetapi mengurangi jumlah logam las pada pelat tebal.
- **Setengah V** (*bevel*): hanya satu pelat yang dimiringkan, pelat satunya tetap lurus. Umum pada sambungan T pelat tebal.
- **J**: seperti setengah V tetapi dasarnya melengkung.

Las sudut (*fillet weld*) mengisi sudut antara dua pelat yang bertemu tegak lurus, berpenampang segitiga. Tidak ada pembentukan kampuh, sehingga las sudut paling mudah dan paling sering dikerjakan pada sambungan T, tumpang, dan sudut.

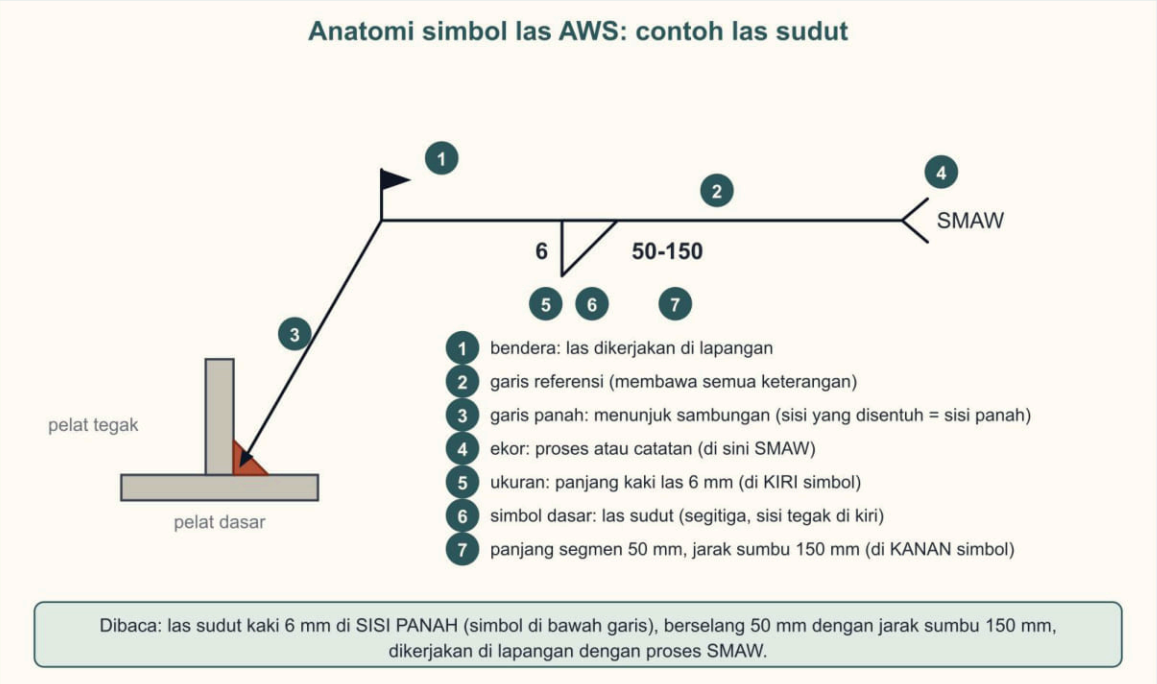
Las sumbat (*plug weld*) dan **las slot** (*slot weld*) mengisi lubang bulat atau lubang memanjang pada pelat atas sehingga pelat atas terikat dengan pelat bawah. **Las titik** (*spot weld*) menyatukan dua pelat tipis yang bertumpuk pada satu titik kecil; biasanya dibuat dengan mesin las tahanan pada pelat otomotif dan peralatan dapur.

Tebal pelat, kemudahan pengerjaan, dan biaya logam las ikut menentukan pilihan kampuh. Gambar kerja hanya menyatakan hasil keputusan itu. Rinciannya, termasuk batas toleransi kampuh, tercantum di *welding procedure specification* (WPS) yang dibahas di Bab 6.

3. Bagian-bagian simbol las AWS

Simbol AWS terdiri atas beberapa bagian dengan tempat yang tetap (Gambar 3.3).

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

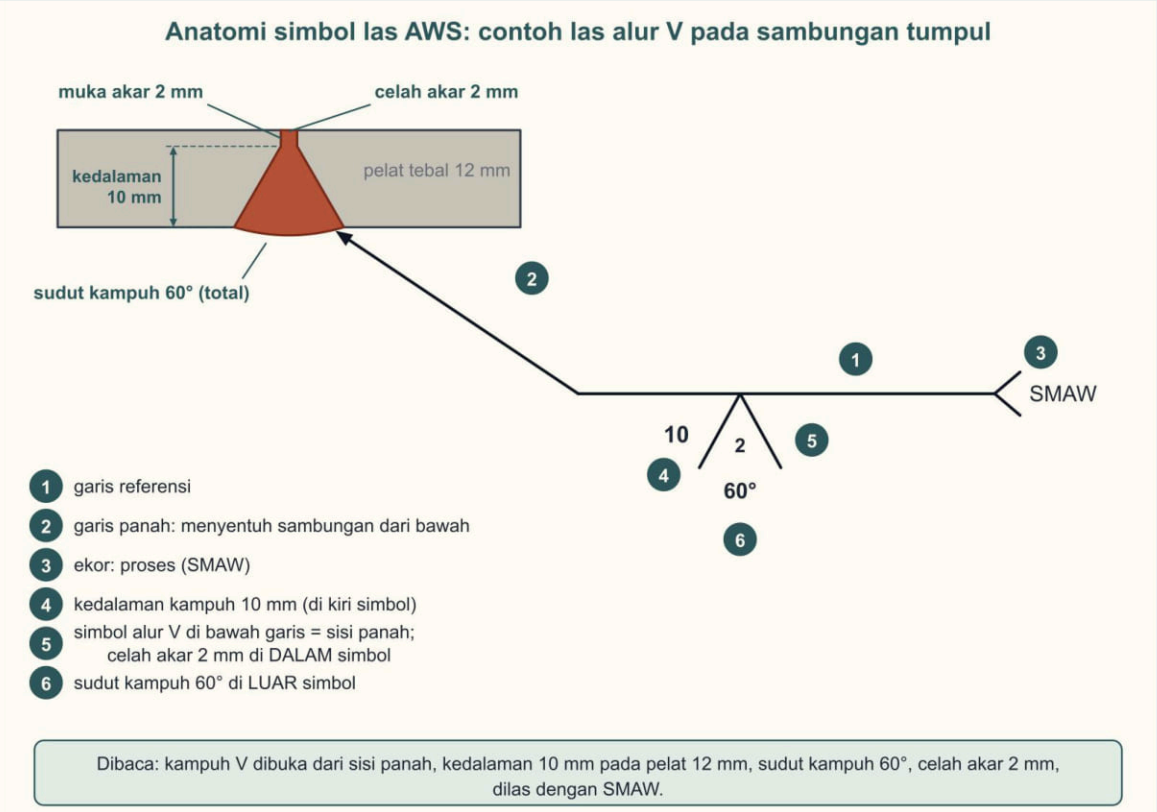


Gambar 3.3 Bagian-bagian simbol AWS pada contoh las sudut. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Garis referensi** (*reference line*): garis mendatar yang membawa semua keterangan.
- **Panah** (*arrow*): garis miring dari salah satu ujung garis referensi dengan kepala panah yang menyentuh sambungan.
- **Simbol dasar** (*basic symbol*): bentuk las, ditempatkan di atas atau di bawah garis referensi.
- **Ukuran**: ditulis di **kiri** simbol dasar. Untuk las sudut, ukuran adalah panjang kaki; untuk las alur, ukuran adalah kedalaman persiapan kampuh.
- **Panjang dan jarak sumbu**: ditulis di **kanan** simbol dasar. Bentuknya "panjang–jarak", misalnya 50-150, artinya segmen las sepanjang 50 mm dengan **jarak sumbu** (*pitch*, jarak dari pusat satu segmen ke pusat segmen berikutnya) 150 mm. Bila tidak ada angka di kanan simbol, las dibuat **menerus** sepanjang sambungan.
- **Ekor** (*tail*): dua garis pendek yang membuka ke arah luar di ujung lain garis referensi; di dalamnya ditulis proses (misalnya SMAW), spesifikasi, atau catatan.

Untuk **las alur** ada tambahan keterangan (Gambar 3.4): **celah akar** (*root opening*, jarak antara dua pelat di dasar kampuh) ditulis **di dalam** simbol, sedangkan **sudut kampuh** (*groove angle*, sudut total antara dua permukaan kampuh) ditulis **di luar** simbol.

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



Gambar 3.4 Penampang kampuh V dan simbol AWS-nya: kedalaman 10 mm, celah akar 2 mm, sudut kampuh 60°. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

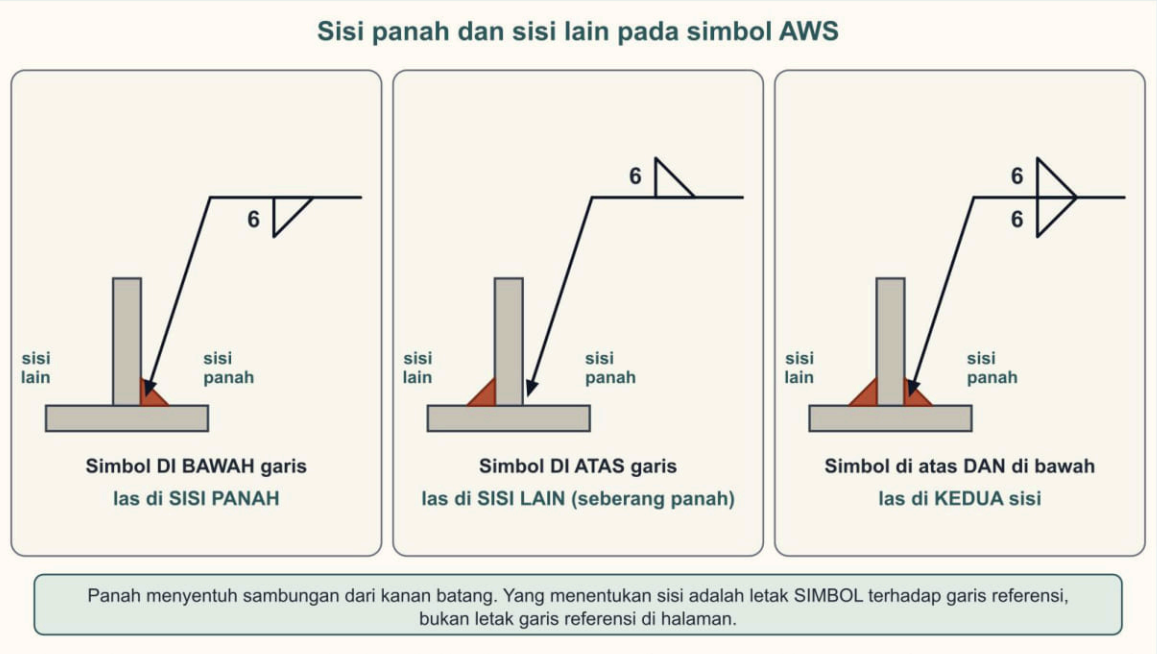
Untuk simbol setengah V dan J, hanya satu pelat yang disiapkan. Karena itu, garis panahnya dibuat **patah** dan kepala panahnya menunjuk ke pelat yang harus dimiringkan atau dilengkungkan. Sisi tegak simbol ini selalu berada di sebelah kiri. Aturan kiri yang sama berlaku bagi segitiga las sudut: sisi tegaknya selalu di kiri, tidak peduli arah panah.

4. Sisi panah dan sisi lain

Pada sambungan T, tidak cukup berkata "las sudut kaki 6 mm". Las itu bisa di sisi kanan batang, di sisi kiri, atau di kedua sisi. Di sinilah panah bekerja. **Sisi yang disentuh kepala panah** disebut **sisi panah** (*arrow side*), sedangkan sisi seberangnya disebut **sisi lain** (*other side*). Aturan AWS:

- simbol **di bawah** garis referensi → las di **sisi panah**;
- simbol **di atas** garis referensi → las di **sisi lain**;
- simbol **di atas dan di bawah** → las di **kedua sisi**.

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



Gambar 3.5 Tiga kemungkinan letak simbol terhadap garis referensi dan akibatnya pada sambungan T. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Perhatikan Gambar 3.5. Pada ketiga panel, panah menyentuh sambungan dari sisi kanan batang. Hanya letak segitiga terhadap garis yang berubah, dan hasilnya berubah pula. Yang menentukan sisi adalah **letak simbol terhadap garis referensi**, bukan letak garis referensi di halaman gambar dan bukan arah panah di atas kertas. Garis referensi boleh berada di mana saja, tetapi urutannya tetap: panah menunjuk, simbol di bawah berarti sisi panah.

5. Ukuran, panjang, dan jarak sumbu

Tiga angka kecil di sekitar simbol sering menentukan banyak hal, jadi kenali tempatnya:

Keterangan	Tempat	Contoh	Arti
Ukuran las sudut	kiri simbol	6	panjang kaki 6 mm
Ukuran las alur	kiri simbol	10	kedalaman persiapan kampuh 10 mm
Panjang segmen	kanan simbol	50	segmen las 50 mm
Panjang dan jarak sumbu	kanan simbol	50-150	segmen 50 mm, jarak pusat ke pusat 150 mm
Celah akar	di dalam simbol alur	2	celah akar 2 mm
Sudut kampuh	di luar simbol alur	60°	sudut total kampuh 60°
Tidak ada angka kanan	—	—	las menerus sepanjang sambungan

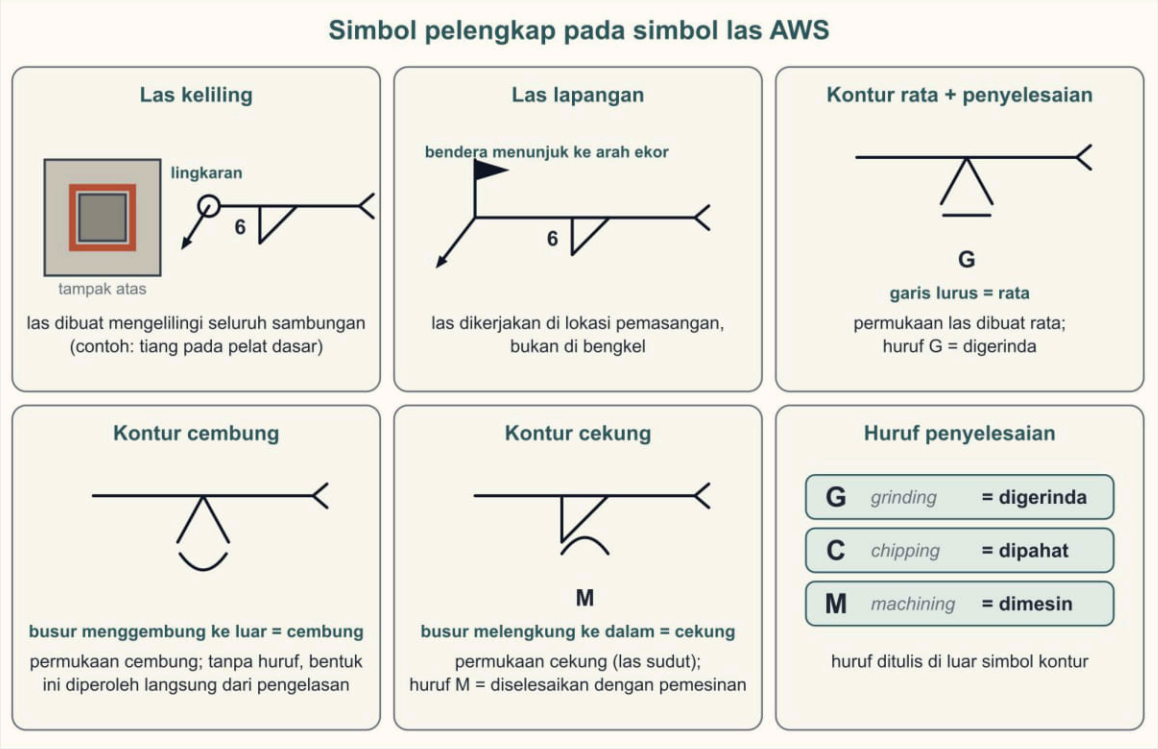
Satuan umumnya milimeter, sesuai catatan umum gambar. **Las putus-putus** (las berselang, *intermittent weld*) sengaja dibuat dalam segmen untuk menghemat logam las dan mengurangi distorsi pada bagian yang tidak menanggung beban besar. Yang paling sering salah dibaca adalah **jarak sumbu**: itu jarak antar-pusat segmen, bukan jarak kosong antar-segmen. Jarak kosong antar-segmen = jarak sumbu − panjang segmen. Pada contoh 50-150 jarak kosongnya

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

150 − 50 = 100 mm.

6. Simbol pelengkap

Simbol dasar boleh dilengkapi beberapa tanda tambahan (Gambar 3.6).



Gambar 3.6 Las keliling, las lapangan, simbol kontur (rata, cembung, cekung), dan huruf penyelesaian. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Las keliling** (*weld all around*): lingkaran kecil pada pertemuan panah dan garis referensi. Artinya las dibuat mengelilingi seluruh sambungan, misalnya tiang bulat pada pelat dasarnya.
- **Las lapangan** (*field weld*): bendera kecil pada pertemuan yang sama; bendera menunjuk ke arah ekor. Artinya las dikerjakan di lokasi pemasangan, bukan di bengkel. Sebagai juru las, kamu perlu membawa peralatan dan menyiapkan keselamatan kerja di lokasi itu.
- **Simbol kontur** (*contour symbol*): garis lurus (rata, *flush*), busur cembung (*convex*), atau busur cekung (*concave*) di sisi luar simbol dasar. Ia menyatakan bentuk permukaan las yang diminta.
- **Huruf penyelesaian** (*finish symbol*): ditulis di luar simbol kontur. **G** (*grinding*) = digerinda, **C** (*chipping*) = dipahat, **M** (*machining*) = dimesin. Bila simbol kontur ditulis tanpa huruf, bentuk itu diperoleh langsung dari pengelasan, tanpa pengerjaan lanjutan.

Letak huruf penyelesaian penting. Huruf G pada simbol kontur menyatakan **cara menyelesaikan permukaan**, bukan jenis proses las. Proses las ditulis di ekor. Misalnya, garis lurus dan huruf G pada simbol V berarti permukaan las dibuat rata dengan digerinda.

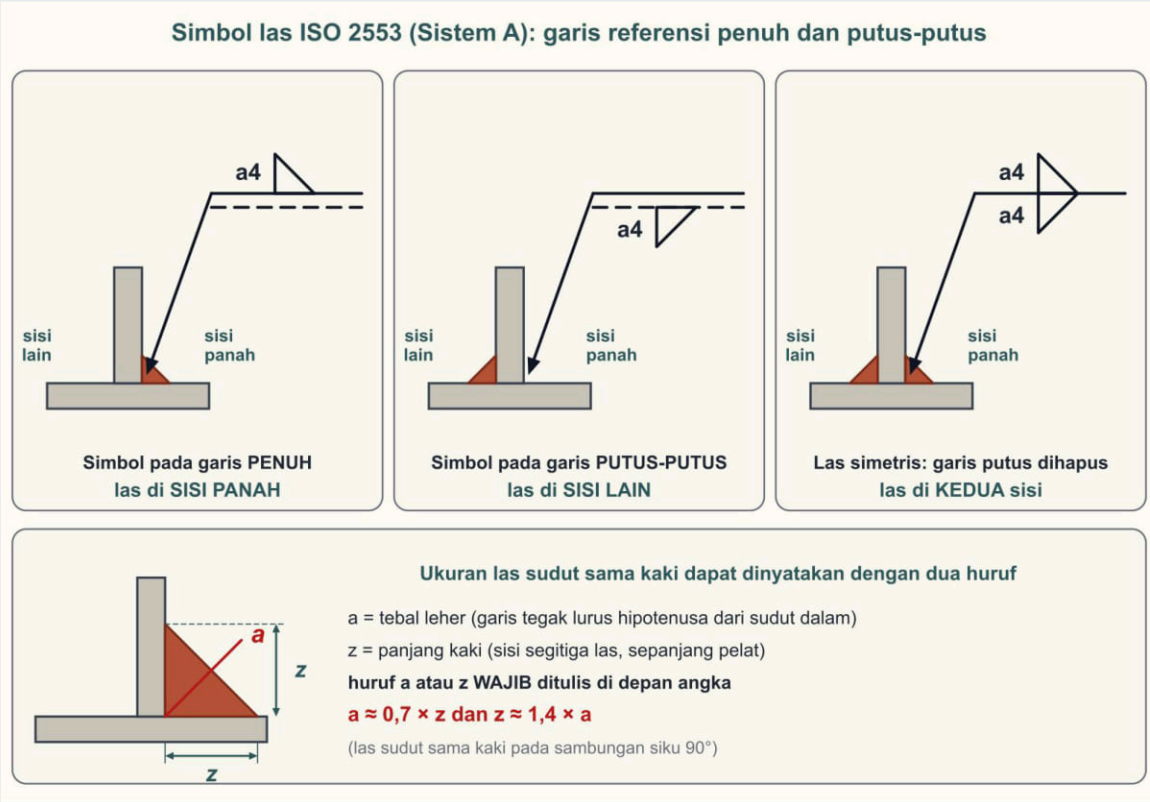
7. Simbol las menurut ISO 2553

ISO 2553 menjawab pertanyaan yang sama dengan cara berbeda. Pada **Sistem A**, garis referensi dibuat **ganda**: satu garis **penuh** dan satu garis **putus-putus** yang sejajar dan rapat (Gambar

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

3.7). Garis putus-putus boleh berada di bawah maupun di atas garis penuh. Aturannya:

- simbol **pada garis penuh** → las di **sisi panah**;
- simbol **pada garis putus-putus** → las di **sisi lain**;
- pada las **simetris** (kedua sisi sama), garis putus-putus dihapus dan simbol diletakkan di kedua sisi garis penuh.



Gambar 3.7 Simbol ISO 2553 Sistem A: sisi panah, sisi lain, las simetris, serta arti huruf a dan z. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

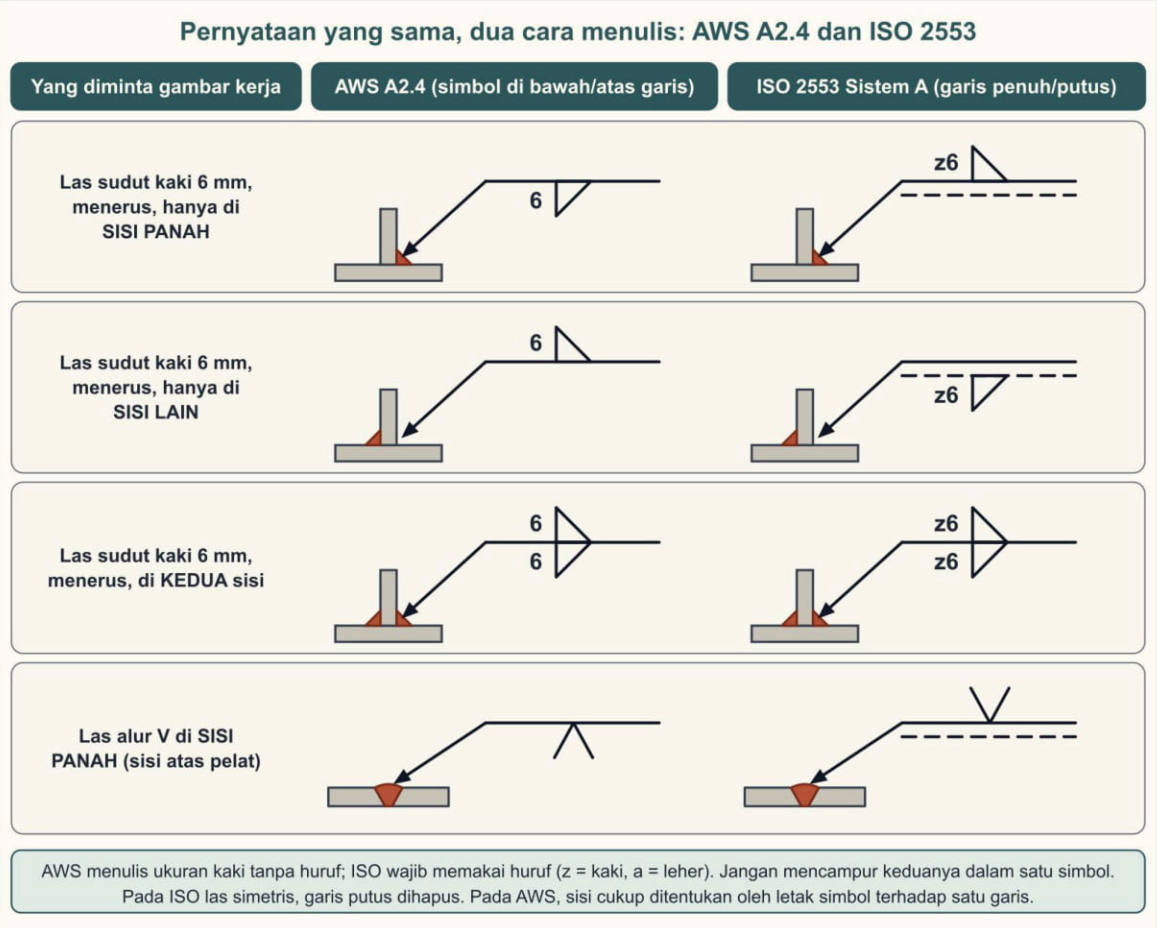
Ukuran las sudut pada ISO selalu **diawali huruf**: **a** adalah **tebal leher** (jarak terpendek dari sudut dalam ke permukaan las, tegak lurus hipotenusa), sedangkan **z** adalah **panjang kaki**. Pada las sudut sama kaki di sambungan siku, a ≈ 0,7 × z, atau z ≈ 1,4 × a. Jadi "a4" berarti leher 4 mm dengan kaki sekitar 5,7 mm, sedangkan "z6" berarti kaki 6 mm dengan leher sekitar 4,2 mm. Seperti pada AWS, keterangan penampang (ukuran) ditulis di kiri simbol dan keterangan memanjang (panjang) di kanan. Untuk las putus-putus, ISO menulis jumlah segmen, panjang, dan jarak antarsegmen dalam bentuk n × l (e). Karena cara mengukur jarak (e) bisa berbeda, selalu baca legenda pada gambar kerja.

Dua hal lain yang perlu kamu tahu. Pertama, edisi ISO 2553 tahun 2019 memuat **dua sistem**: Sistem A dengan garis ganda seperti di atas, dan Sistem B dengan satu garis referensi yang aturannya diselaraskan dengan AWS. Soal dan gambar di buku ini memakai Sistem A. Kedua, simbol dasar ISO dan AWS mirip bentuknya (segitiga, V, dan seterusnya). Yang berbeda adalah cara menunjukkan sisi, huruf ukuran, dan beberapa detail penulisan.

8. AWS dan ISO berdampingan

Gambar 3.8 membandingkan pernyataan yang sama dalam dua standar.

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



Gambar 3.8 Empat pernyataan yang sama ditulis dengan AWS A2.4 dan ISO 2553 Sistem A. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Hal	AWS A2.4	ISO 2553 Sistem A
Garis referensi	satu garis	dua garis: penuh dan putus-putus
Sisi panah	simbol di bawah garis	simbol pada garis penuh
Sisi lain	simbol di atas garis	simbol pada garis putus-putus
Ukuran las sudut	angka saja (panjang kaki)	huruf a (leher) atau z (kaki) di depan angka
Jarak segmen	jarak sumbu (pusat ke pusat)	n × l (e), baca legenda
Sudut dan celah kampuh	sudut di luar, celah di dalam simbol	umumnya ditulis sebagai catatan atau dirujuk ke WPS

Pegangan yang paling aman: **tentukan dulu standar yang dipakai gambar**, baru baca. Jangan memindahkan aturan satu standar ke standar lain dalam satu simbol. Perusahaan yang menerima gambar dari luar negeri sering menemukan gambar yang salah ditafsirkan karena juru lasnya membaca simbol ISO dengan kebiasaan AWS.

9. Menjaga kejujuran dan keselamatan

Gambar adalah perintah kerja. Menafsirkan simbol dengan menebak, "kira-kira begini saja", bisa menghasilkan sambungan terlalu kecil yang gagal saat dipakai. Bila simbol tidak jelas, tanyakan pada perancang atau pengawas. Di bengkel, ikuti selalu arahan guru atau pengawas dan petunjuk alat.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Menggambar simbol las sudut dua sisi untuk kaki meja las

Pada 2027, Marwan, penggambar di bengkel milik Pak Prasetyo, harus menyatakan di gambar kerja bahwa pelat tegak penopang meja las dilas pada pelat dasarnya dengan las sudut kaki 6 mm di **kedua sisi** pelat tegak. Las menerus, dikerjakan di bengkel dengan SMAW. Bagaimana ia menggambar simbolnya? *(Kasus fiktif.)*

1. **Gambar garis referensi** mendatar. Buat ekor (dua garis pendek yang membuka ke kanan) di ujung kanannya dan tulis SMAW di dalam atau di sebelahnya, karena proses ditulis di ekor.
2. **Tarik panah** dari ujung kiri garis referensi ke sambungan T. Karena las ada di kedua sisi, arah panah tidak menentukan sisi.
3. **Letakkan simbol di atas dan di bawah garis** (kedua sisi), keduanya segaris. Pilih segitiga las sudut dengan sisi tegak di kiri.
4. **Tulis 6** di kiri setiap segitiga sebagai panjang kaki. Dua angka ditulis karena setiap sisi memiliki simbolnya sendiri.
5. **Jangan tulis angka di kanan**. Tanpa angka panjang, las dibuat menerus sepanjang sambungan.
6. **Tidak ada lingkaran dan bendera**, sebab las tidak mengelilingi seluruh sambungan dan dikerjakan di bengkel.

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

7. **Periksa**: segitiga tidak terbalik, angka 6 di sebelah kiri simbol, dan ekor memuat SMAW.

Jawaban: dua segitiga las sudut di atas dan di bawah garis referensi, masing-masing diawali angka 6 di kiri, tanpa angka di kanan, dan ekor bertuliskan SMAW.

Contoh 2 — Membaca simbol las alur V pada pelat 14 mm

Pada 2026, Anjani, fitter di bengkel konstruksi, menerima gambar dua pelat baja tebal 14 mm yang disambung tumpul. Simbol AWS-nya: huruf V digambar **di atas** garis referensi, angka 12 di kiri simbol, angka 3 di dalam V, angka 70° di luar V, dan SMAW di ekor. Dari sisi mana kampuh dibuka, dan berapa muka akar serta lebar kampuh di permukaan? *(Kasus fiktif.)*

1. **Tentukan sisinya.** Simbol di atas garis berarti **sisi lain**, yaitu sisi seberang yang disentuh panah. Kampuh dibuka dari sisi seberang panah.
2. **Baca ukurannya.** Angka 12 di kiri simbol adalah kedalaman persiapan kampuh: 12 mm.
3. **Hitung muka akar.** Muka akar adalah bagian pelat yang tidak dimiringkan: 14 − 12 = 2 mm.
4. **Baca celah akar.** Angka 3 di dalam simbol: celah akar 3 mm.
5. **Baca sudut.** 70° di luar simbol adalah sudut total kampuh, jadi setiap pelat dimiringkan 70° ÷ 2 = 35°.
6. **Hitung lebar kampuh di permukaan.** Setiap sisi melebar $12 \times \tan 35^\circ = 12 \times 0{,}700 \approx 8{,}4$ mm. Lebar permukaan = celah akar + dua sisi = $3 + 2 \times 8{,}4 \approx 19{,}8$ mm.

Jawaban: kampuh V dibuka dari sisi seberang panah, muka akar 2 mm, celah akar 3 mm, sudut tiap pelat 35°, dan lebar kampuh di permukaan sekitar 19,8 mm.

Contoh 3 — Mengubah simbol AWS ke ISO dan sebaliknya

Pada 2027, bengkel Taufik menerima dua gambar dari pelanggan. Gambar pertama (AWS) memuat satu las sudut menerus di **sisi panah** dengan kaki 8 mm. Gambar kedua (ISO 2553 Sistem A) memuat las sudut menerus di **sisi lain** dengan tertulis a4. Taufik ingin menuliskan keduanya dalam standar yang berlawanan agar tim bengkelnya mudah membandingkan. *(Kasus fiktif.)*

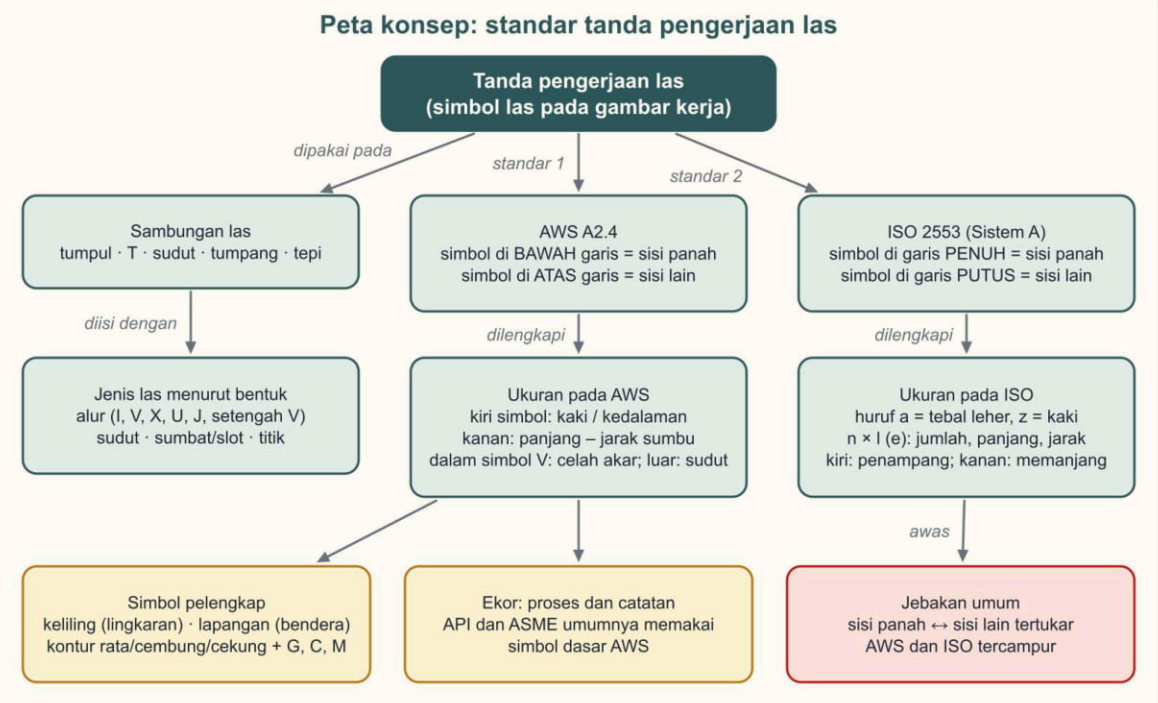
1. **AWS → ISO, sisi.** Sisi panah pada ISO berarti simbol pada **garis penuh**. Gambar ulang garis referensi ganda (penuh dan putus-putus) dan letakkan segitiga las sudut pada garis penuh, di sisi luar garis penuh.
2. **AWS → ISO, ukuran.** ISO wajib memakai huruf. Panjang kaki 8 mm ditulis **z8**. Bila diminta dalam tebal leher: $a = 8 \div \sqrt{2} \approx 5{,}7$ mm, jadi a ≈ 5,7 mm.
3. **ISO → AWS, sisi.** Sisi lain pada AWS berarti simbol **di atas** garis referensi. Pakai satu garis referensi, segitiga di atas garis.
4. **ISO → AWS, ukuran.** a4 adalah tebal leher 4 mm, maka panjang kaki = $4 \times \sqrt{2} \approx 5{,}7$ mm. AWS menulis panjang kaki tanpa huruf: angka 5,7. Karena angka kaki biasanya dibulatkan pada gambar, tanyakan kepada perancang apakah ditulis 5,7 atau 6 mm; jangan membulatkan sendiri.
5. **Periksa.** Kedua gambar tetap menyatakan jenis las dan sisi yang sama; hanya penulisannya berbeda.

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

Jawaban: AWS sisi panah kaki 8 mm → ISO: segitiga pada garis penuh, z8 (atau a ≈ 5,7). ISO a4 di sisi lain → AWS: segitiga di atas garis, kaki ≈ 5,7 mm.

❖ PETA KONSEP

Gambar 3.9 merangkum hubungan antara sambungan, jenis las, dua standar simbol, dan simbol pelengkapnya.



Gambar 3.9 Peta konsep standar tanda pengerjaan las. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- Lima sambungan: **tumpul, T, sudut, tumpang, tepi**. Jenis las: **alur** (I, V, X, U, J, setengah V), **sudut**, **sumbat/slot**, **titik**.
- **AWS**: simbol **di bawah** garis = **sisi panah**; **di atas** = **sisi lain**. Ukuran di **kiri**, panjang–jarak sumbu di **kanan**; celah akar **di dalam** simbol V, sudut kampuh **di luar**. Tanpa angka kanan = las menerus.
- **Jarak sumbu** = jarak pusat ke pusat segmen, bukan jarak kosong antar-segmen.
- **Simbol pelengkap**: lingkaran = las keliling; bendera = las lapangan; kontur rata/cembung/cekung; huruf G, C, M = cara penyelesaian. Proses las ditulis di **ekor**.
- **ISO 2553 Sistem A**: simbol pada garis **penuh** = sisi panah; pada garis **putus-putus** = sisi lain; ukuran las sudut diawali huruf **a** (leher) atau **z** (kaki); a ≈ 0,7 z.
- **Jangan mencampur** AWS dan ISO dalam satu simbol.

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

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menafsirkan simbol las pada soal:

1. **Tentukan standar** yang dipakai gambar: satu garis referensi (AWS) atau garis ganda penuh/putus-putus (ISO).
2. **Tentukan sisi**: kepala panah menyentuh sambungan di mana; simbol di bawah atau di atas garis (AWS), pada garis penuh atau putus-putus (ISO).
3. **Baca simbol dasar**, lalu ukuran di kiri dan panjang atau jarak sumbu di kanan.
4. **Baca tambahan**: lingkaran, bendera, simbol kontur, huruf penyelesaian, dan tulisan di ekor.
5. **Cocokkan** dengan pilihan jawaban satu per satu, jangan langsung memilih yang kelihatan paling lengkap.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Sisi panah dan sisi lain tertukar**, terutama karena posisi garis referensi di halaman membuat sisi terlihat berbeda.
- **AWS dan ISO dipakai bersamaan**: ukuran kaki pada ISO dibaca sebagai panjang kaki padahal huruf a berarti tebal leher.
- **Angka di kiri dan kanan tertukar**: ukuran di kiri, panjang di kanan.
- **Segitiga di atas atau di bawah dibaca terbalik**.
- **Huruf G dikira proses las**, padahal G pada simbol kontur berarti digerinda.
- **Bendera dikira lingkaran**: bendera = lapangan, lingkaran = keliling.

> Contoh salah tafsir: pada gambar ISO terbaca "a5" pada garis penuh. Seorang siswa menyimpulkan kaki las 5 mm karena terbiasa dengan AWS. Padahal huruf a berarti tebal leher 5 mm, sehingga kaki las sekitar 7 mm. Las dengan kaki 5 mm akan terlalu kecil.

NEXT LEVEL STUDY

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menguji pembacaan simbol ISO 2553. Pakai langkah di atas: tentukan standar, tentukan sisi dari garis penuh atau putus-putus, lalu baca huruf ukuran.

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

►. Bengkel tempat Eko magang menerima gambar kerja dari pelanggan Eropa yang memakai standar ISO 2553 (2027). Pada sambungan T, garis referensi terdiri atas garis penuh dan garis putus-putus sejajar di bawahnya. Simbol segitiga las sudut terletak pada garis penuh dan di depannya tertulis "a5". Eko terbiasa membaca simbol AWS, yang ukuran las sudutnya menyatakan panjang kaki.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penafsiran yang tepat untuk simbol tersebut adalah ....

A. Las sudut di sisi panah dengan tebal leher 5 mm, kaki sekitar 7 mm
B. Las sudut di sisi panah dengan panjang kaki 5 mm seperti kebiasaan AWS
C. Las sudut di sisi seberang panah dengan tebal leher 5 mm
D. Las sudut di kedua sisi karena garis referensinya ada dua
E. Las sudut di sisi seberang panah dengan panjang kaki 5 mm

Pembahasan **Kunci: A**

Konsep: ISO 2553 sistem A memakai garis referensi ganda: simbol pada garis penuh = las di sisi panah, simbol pada garis putus-putus = las di sisi seberang. Huruf "a" = tebal leher las sudut, huruf "z" = panjang kaki. Untuk las sudut sama kaki 45°, kaki ≈ 1,4 × leher.

Langkah:
1. Simbol di garis penuh → sisi panah.
2. "a5" → tebal leher 5 mm.
3. Panjang kaki ≈ 1,4 × 5 = 7 mm.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Sisi dan ukuran ditafsirkan sesuai ISO 2553.
• **B.** ✗ Jebakan: kebiasaan AWS; pada ISO huruf "a" menyatakan leher, sehingga kaki 5 mm membuat las terlalu kecil.
• **C.** ✗ Garis putus-putus yang menunjukkan sisi seberang; simbolnya ada di garis penuh.
• **D.** ✗ Garis ganda adalah ciri ISO, bukan tanda las dua sisi; las dua sisi digambar dengan simbol di kedua garis.
• **E.** ✗ Sisi dan ukurannya sama-sama keliru.

Jawaban: A.

✎ LATIHAN

Untuk setiap soal, tulis dulu standar yang dipakai, sisi panah, lalu setiap keterangan pada simbol satu per satu sebelum menandai jawaban.

1. Gambar kerja dudukan tiang lampu pada 2027 memuat simbol las AWS berikut: segitiga las sudut digambar di atas dan di bawah garis referensi, masing-masing bertuliskan angka 6 di kirinya dan tanpa angka di kanannya. Pada pertemuan garis panah dan garis referensi terdapat bendera hitam, dan pada ekor tertulis "E7018". Panah menunjuk sambungan pelat tegak dengan pelat dasar.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

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

Penafsiran yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Las sudut berukuran kaki 6 mm dibuat di kedua sisi pelat tegak.
☐ B. Bendera pada pertemuan garis menunjukkan bahwa las dibuat mengelilingi seluruh sambungan.
☐ C. Pengelasan dikerjakan di lokasi pemasangan, bukan di bengkel.
☐ D. Tulisan E7018 pada ekor adalah keterangan tambahan tentang elektroda yang dipakai.
☐ E. Karena tidak ada angka di kanan simbol, las dibuat berselang dengan panjang segmen bebas.

2. Bengkel tempat Joko bekerja membuat pelat lantai troli dari dua pelat baja yang disambung tumpul pada 2027. Gambar kerja memakai simbol las kampuh V standar AWS. Tepat di luar simbol V terdapat garis lurus pendek yang sejajar garis referensi, dan di luar garis itu tertulis huruf G. Pelanggan meminta troli dapat melintas di atas sambungan tanpa tersendat.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penyelesaian sambungan yang sesuai simbol adalah ....

A. Permukaan las dibiarkan cembung, lalu langsung dicat
B. Permukaan las dibuat rata dengan cara digerinda
C. Las dikerjakan dengan proses GMAW sesuai huruf G
D. Permukaan las dibuat cekung dengan cara digerinda
E. Permukaan las dibuat rata dengan cara dipahat

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

✔ PERIKSA DIRI

- Apa perbedaan cara menunjukkan sisi panah pada AWS dan pada ISO 2553 Sistem A?
- Di mana celah akar dan sudut kampuh ditulis pada simbol alur AWS?
- **Yang harus kuingat:** AWS: bawah = sisi panah, atas = sisi lain; ukuran kiri, panjang–jarak sumbu kanan. ISO: garis penuh = sisi panah, garis putus = sisi lain; huruf a = leher, z = kaki. Jangan mencampur standar, dan G adalah cara penyelesaian, bukan proses las.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 3.1: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.
next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktpfl&node=SMKTPFL-3.1

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

Sub bab 3.2 · Membaca dan menganalisis gambar tanda pengerjaan las

SMKTPFL-3.2

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu **menerapkan dan menganalisis** gambar tanda pengerjaan las. Menerapkan berarti membaca simbol lalu menurunkan pekerjaannya: bagaimana kampuh disiapkan, berapa panjang las, berapa banyak segmen, di sisi mana, dan apa tambahannya. Menganalisis berarti membandingkan gambar dengan hasil di lapangan dan menemukan ketidaksesuaiannya. Pada paket latihan buku ini, soal sub bab ini tergolong sulit karena satu keterangan kecil, misalnya jarak sumbu atau sisi panah, dapat mengubah jawaban. Belum ada soal asli TKA untuk mapel ini, sehingga buku ini tidak mencantumkan persentase benar nasional.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- membaca simbol las AWS dengan lima langkah yang selalu berurutan;
- menurunkan kebutuhan kerja dari simbol: persiapan kampuh, ukuran las, jumlah dan panjang segmen, serta bahan yang diperlukan;
- menghitung jumlah segmen dan panjang total las putus-putus, juga untuk las dua sisi, las keliling, dan las lapangan;
- menganalisis hasil las yang tidak sesuai gambar dan menentukan tindakan yang benar.

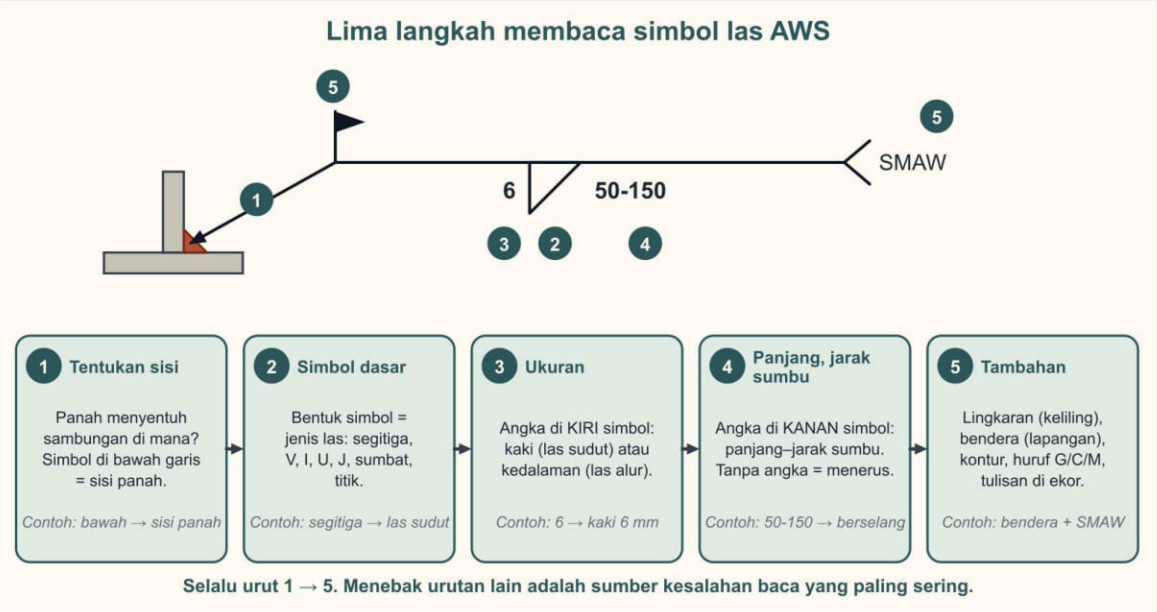
◆ KONSEP INTI

Di sub bab 3.1 kamu mengenal bagian-bagian simbol. Sekarang kamu memakainya seperti seorang juru las dan fitter bekerja: membaca simbol, lalu memutuskan apa yang harus dikerjakan. Bayangkan kamu menerima gambar rangka dengan belasan simbol. Fitter akan memotong dan menyiapkan kampuh sesuai gambar, juru las mengelas sesuai gambar, dan inspektor memeriksa hasilnya sesuai gambar yang sama. Jika satu orang menafsirkan simbol secara berbeda, ketiga pekerjaan itu tidak lagi sejalan. Karena itu membaca simbol harus mengikuti urutan yang sama bagi semua orang.

1. Lima langkah membaca simbol

Gambar 3.10 merangkum urutan membaca. Setiap langkah punya satu pertanyaan.

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



Gambar 3.10 Lima langkah membaca simbol las AWS pada contoh las sudut. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

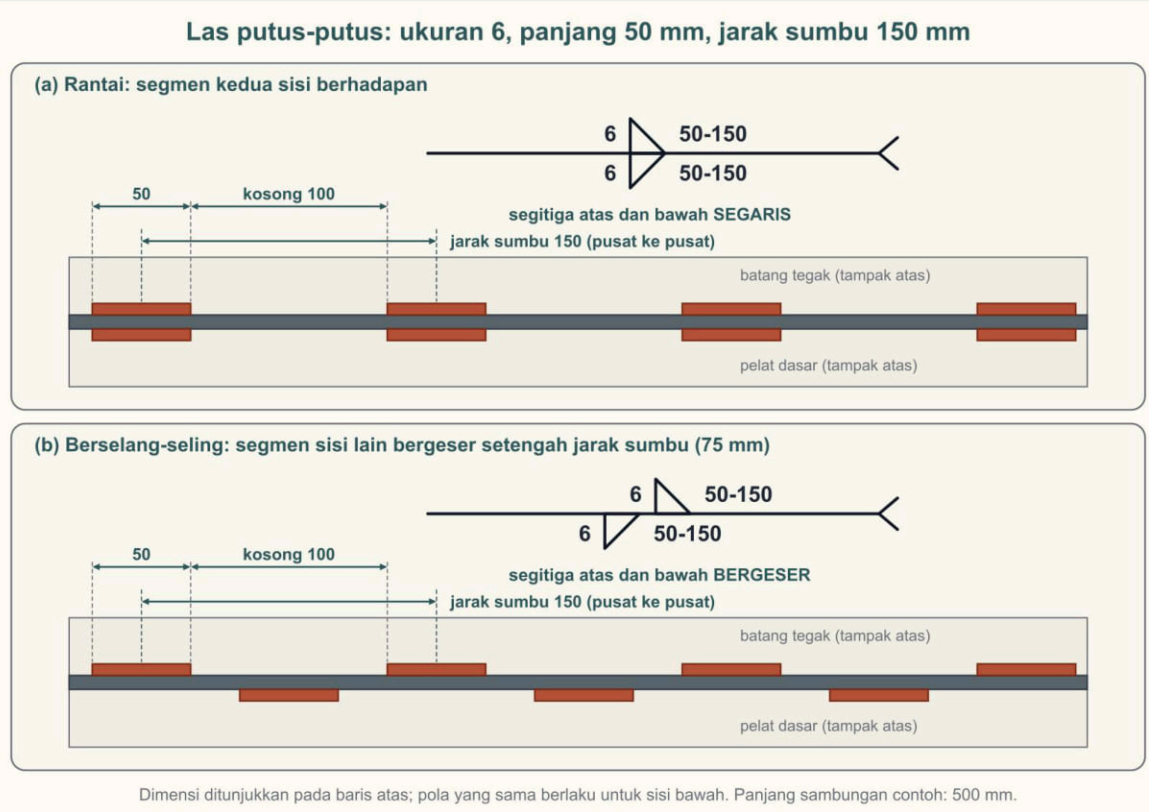
1. **Tentukan sisi.** Ke mana kepala panah menunjuk pada sambungan? Simbol di bawah garis referensi berarti las ada di sisi panah, simbol di atas berarti sisi lain.
2. **Baca simbol dasar.** Segitiga berarti las sudut, V berarti las alur V, dua garis sejajar berarti alur persegi, dan seterusnya.
3. **Baca ukuran** di kiri simbol: panjang kaki untuk las sudut, kedalaman kampuh untuk las alur. Untuk las alur, baca juga celah akar di dalam simbol dan sudut kampuh di luar simbol.
4. **Baca panjang dan jarak sumbu** di kanan simbol. Tanpa angka berarti las menerus; "50-150" berarti segmen 50 mm dengan jarak sumbu 150 mm.
5. **Baca tambahan**: lingkaran (las keliling), bendera (las lapangan), simbol kontur dan huruf penyelesaian, serta tulisan di ekor (proses dan catatan).

Urutan ini mencegah kesalahan yang paling umum: langsung membaca angka tanpa tahu angka itu milik las yang mana. Selalu mulai dari sisi, baru ke angka.

2. Las putus-putus: ukuran, panjang, dan jarak sumbu

Las putus-putus (las berselang, *intermittent weld*) dibuat dalam segmen-segmen pendek yang terpisah, bukan satu garis las yang menerus. Cara ini menghemat logam las dan mengurangi panas masuk serta distorsi pada bagian yang tidak menanggung beban besar atau tidak perlu kedap. Gambar kerja memakai tiga angka: ukuran di kiri simbol, serta panjang dan jarak sumbu di kanan simbol dalam bentuk "panjang-jarak". Lihat Gambar 3.11.

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



Gambar 3.11 Las putus-putus 50-150 pada sambungan sepanjang 500 mm: (a) rantai, (b) berselang-seling. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Ada tiga pengertian yang tidak boleh tertukar:

- **Panjang segmen** (l): panjang satu potong las, misalnya 50 mm.
- **Jarak sumbu** (p, *pitch*): jarak dari **pusat** satu segmen ke **pusat** segmen berikutnya, misalnya 150 mm.
- **Jarak kosong** (celah antar-segmen): $p - l$ = 150 − 50 = 100 mm. Angka inilah yang sering tertukar dengan jarak sumbu.

Menghitung jumlah segmen. Bila segmen pertama dimulai di ujung sambungan dan segmen terakhir berakhir tepat di ujung lainnya, jarak antara pusat segmen pertama dan terakhir adalah $L - l$ (panjang sambungan dikurangi satu panjang segmen). Jarak itu terdiri atas beberapa jarak sumbu, sehingga:

$$n = \frac{L - l}{p} + 1 \qquad \text{dan} \qquad \text{panjang las total} = n \times l$$

Pada Gambar 3.11, L = 500 mm, l = 50 mm, p = 150 mm. Maka $n = (500 - 50) \div 150 + 1 = 4$ segmen, dan panjang las total sisi itu = 4 × 50 = 200 mm, hanya 40 % dari panjang sambungan. Jadi jelas bahwa **panjang las tidak sama dengan panjang sambungan**. Bila hasil n tidak bulat, jumlah segmen ditentukan gambar (biasanya dengan dimensi tambahan) dan tidak boleh ditebak.

Las dua sisi. Bila simbol ada di atas dan di bawah garis, las dikerjakan di kedua sisi. Ada dua pola:

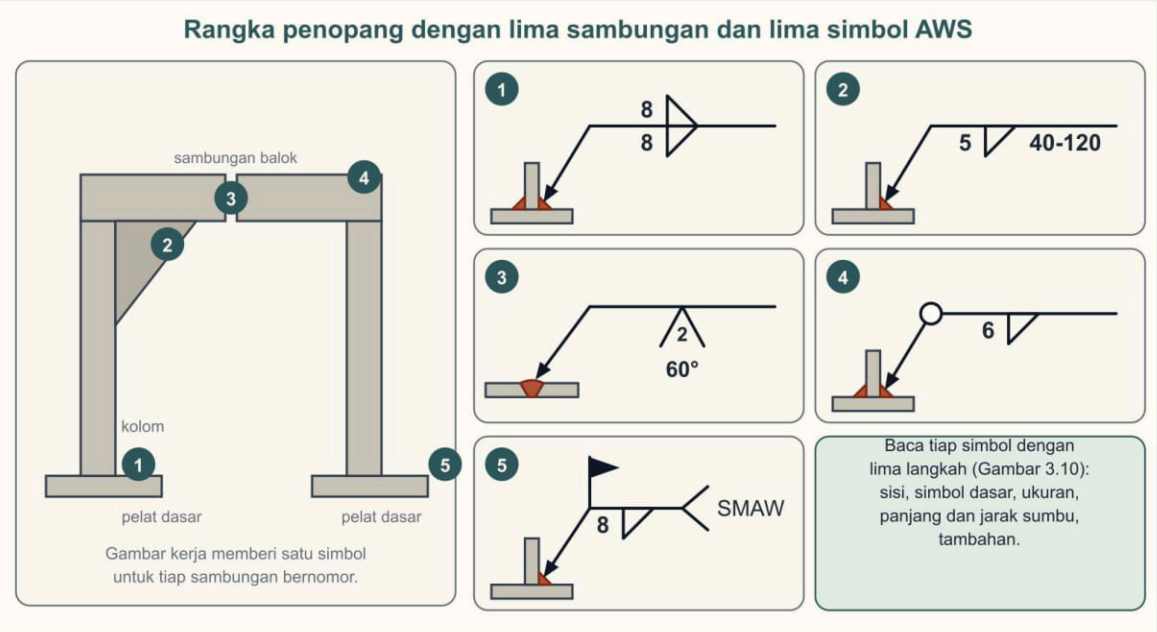
- **Rantai** (*chain*): segitiga di atas dan di bawah garis **segaris**, sehingga segmen kedua sisi saling berhadapan (Gambar 3.11a).
- **Berselang-seling** (*staggered*): segitiga di atas dan di bawah garis **bergeser**, sehingga segmen sisi yang satu berada di antara segmen sisi lainnya (Gambar 3.11b). Biasanya sisi kedua bergeser setengah jarak sumbu.

Untuk menghitung panjang total las dua sisi, hitung tiap sisi sendiri-sendiri lalu jumlahkan. Pada pola berselang-seling, jumlah segmen kedua sisi bisa berbeda satu segmen karena segmen sisi kedua dimulai di tengah, bukan di ujung.

3. Membaca gambar rangka dengan banyak simbol

Pada gambar kerja nyata, satu rangka memuat banyak simbol sekaligus. Gambar 3.12 memperlihatkan rangka penopang sederhana dengan lima sambungan bernomor. Baca tiap simbol dengan lima langkah di atas.

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



Gambar 3.12 Rangka dengan lima sambungan dan simbol AWS masing-masing. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

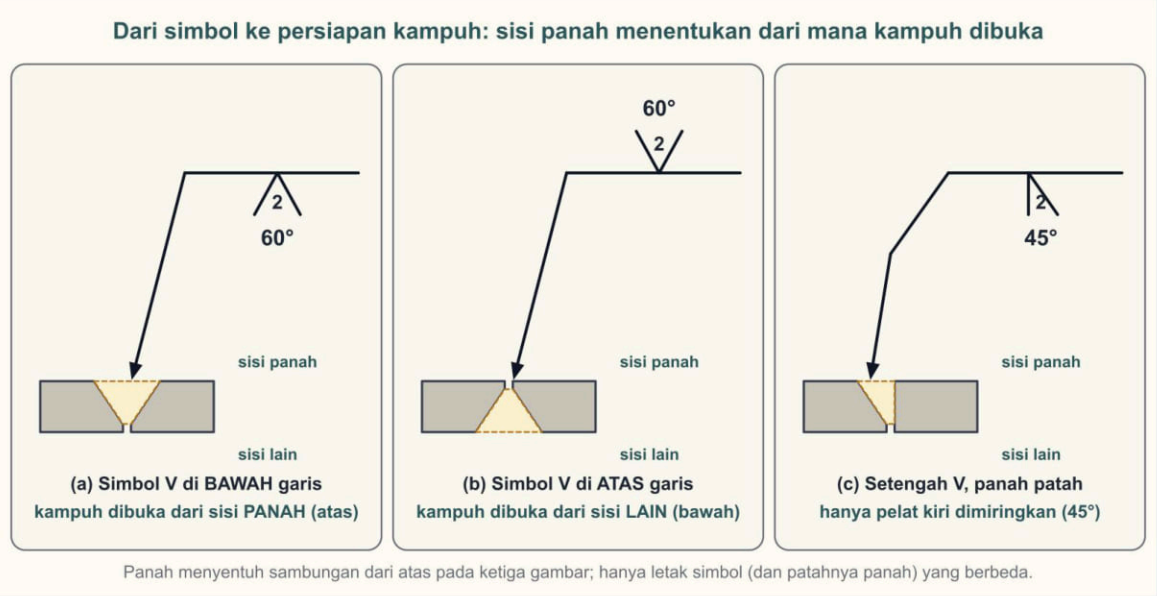
No.	Simbol	Dibaca
1	segitiga di atas dan bawah garis, angka 8 di kiri	las sudut kaki 8 mm di **kedua sisi**, menerus
2	segitiga di bawah garis, 5 di kiri, 40-120 di kanan	las sudut kaki 5 mm di **sisi panah**, segmen 40 mm, jarak sumbu 120 mm
3	V di bawah garis, 2 di dalam, 60° di luar	las alur V di **sisi panah**, celah akar 2 mm, sudut kampuh 60°; tebal pelat dan kedalaman diatur gambar atau WPS
4	lingkaran pada panah, segitiga di bawah garis, angka 6	las sudut kaki 6 mm di sisi panah, **mengelilingi** seluruh sambungan
5	bendera, segitiga di bawah garis, angka 8, SMAW di ekor	las sudut kaki 8 mm di sisi panah, dikerjakan **di lapangan** dengan SMAW

Perhatikan bahwa sambungan 1 sampai 5 tidak sama pekerjaannya walaupun semuanya "las". Sambungan 3 membutuhkan persiapan kampuh oleh fitter, sambungan 4 perlu perencanaan arah pengelasan karena harus menutup sebuah keliling, dan sambungan 5 membutuhkan persiapan alat di lokasi pemasangan.

4. Menurunkan kebutuhan kerja dari simbol

Membaca simbol baru separuh pekerjaan. Separuh lainnya adalah mengubahnya menjadi kebutuhan nyata: apa yang disiapkan, berapa banyak bahan, dan bagaimana hasilnya diperiksa.

a. Persiapan kampuh. Simbol alur memberi tahu fitter tiga hal: dari sisi mana kampuh dibuka, berapa sudutnya, dan berapa celah akarnya. Gambar 3.13 menunjukkan bahwa letak simbol terhadap garis menentukan sisi pembukaan kampuh.



Gambar 3.13 Persiapan kampuh menurut letak simbol: (a) sisi panah, (b) sisi lain, (c) setengah V dengan panah patah. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- Simbol V di **bawah** garis: kampuh dibuka dari **sisi yang disentuh panah**. Simbol V di **atas** garis: kampuh dibuka dari **sisi seberangnya**. Fitter yang membalik pelat akan menghasilkan

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

kampuh di sisi yang salah.

- Sudut di luar simbol adalah **sudut kampuh total**. Pada sudut 60°, setiap pelat dimiringkan 30° (bila kedua pelat dimiringkan sama).
- Angka di dalam simbol adalah celah akar. Celah ini dipasang dengan alat bantu atau tack weld sebelum pengelasan.
- Pada simbol **setengah V** (dan J), hanya satu pelat yang dimiringkan, yaitu pelat yang ditunjuk panah patah.

Satu catatan penting tentang kedalaman: angka ukuran di kiri simbol alur adalah **kedalaman persiapan**. Bila kedalaman lebih kecil daripada tebal pelat, sisanya menjadi **muka akar**. Contoh: pelat 12 mm, kedalaman 10 mm, muka akar = 2 mm. Bila ukuran tidak tertulis, fitter tidak boleh menebak; lihat catatan umum gambar atau WPS.

b. Ukuran las sudut dan jumlah jalur. Ukuran kaki menentukan besarnya las. Makin besar kaki, makin banyak logam las, dan makin banyak jalur yang harus ditumpuk. Jumlah jalur dan arus tiap jalur diatur oleh WPS, bukan oleh simbol. Simbol hanya menyatakan hasil akhir: kaki 6 mm atau 8 mm.

c. Logam las dan elektroda. Perkiraan kebutuhan bahan dihitung dari luas penampang las. Untuk las sudut sama kaki dengan kaki z, penampang berbentuk segitiga siku-siku, sehingga:

$$\text{luas} = \frac{z^2}{2}$$

Volume logam las = luas × panjang las total. Massa logam las = volume × massa jenis baja (sekitar 7,85 g/cm^3; 1 cm^3 = 1.000 mm^3). Perhitungan ini mengabaikan cembungan permukaan las, sehingga hasilnya sedikit lebih kecil daripada kenyataan. Elektroda yang dibeli harus lebih banyak daripada logam las karena sebagian terbuang menjadi percikan, terak, dan puntung. Perbandingan massa logam las yang menempel terhadap massa elektroda yang dipakai disebut **efisiensi pengendapan**. Angkanya berbeda untuk tiap jenis elektroda dan tercantum dalam data pabrik; pada contoh buku ini dipakai 65 % sebagai angka contoh. Jadi:

$$\text{massa elektroda} = \frac{\text{massa logam las}}{\text{efisiensi pengendapan}}$$

d. Proses dan kualifikasi. Tulisan di ekor (SMAW, GMAW, dan sebagainya) menentukan mesin, elektroda atau kawat, serta juru las yang berhak mengerjakannya. Bila ekor memuat acuan WPS, juru las wajib mengikuti WPS itu.

5. Las keliling dan las lapangan

Las keliling ditandai lingkaran pada pertemuan panah dan garis referensi. Panjang las sama dengan **keliling bentuk sambungan**. Contohnya sebuah tiang pipa berdiameter luar 60 mm yang dilas ke pelat dasar: keliling = $\pi \times 60 \approx 188{,}5$ mm. Tiang persegi 50 × 50 mm: keliling = 4 × 50 = 200 mm. Karena tiap sisi pipa atau kotak bertemu pelat, las keliling juga berarti las harus bersambung tanpa celah di sudut-sudutnya.

Las lapangan ditandai bendera. Yang berubah bukan bentuk las, melainkan **kondisi kerjanya**.

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

Mesin las harus dibawa ke lokasi, sumber listrik dan kabel harus aman, angin dan hujan mempengaruhi mutu las, dan ruang kerja lebih sempit. Karena itu las lapangan membutuhkan persiapan tambahan: alat pemadam, izin kerja panas bila dilakukan di area berisiko, serta pengawasan. Di bengkel sekolah maupun di lapangan, ikuti selalu arahan guru atau pengawas dan petunjuk alat.

6. Menganalisis ketidaksesuaian gambar dan hasil

Inspektor atau juru las yang baik membandingkan hasil dengan gambar, bukan dengan perasaan. Bandingkan lima hal, sama seperti urutan membaca simbol:

Yang dibandingkan	Pertanyaan	Contoh ketidaksesuaian
Sisi	Las ada di sisi yang diminta?	las dibuat di sisi lain, atau hanya di satu sisi padahal diminta dua sisi
Ukuran	Kaki atau kedalaman sesuai?	kaki 5 mm padahal diminta 8 mm
Panjang dan pola	Menerus atau berselang? Jumlah segmen sama?	las menerus padahal diminta berselang, atau segmen kurang
Jarak sumbu	Jarak antar-pusat segmen sama?	jarak kosong dipakai sebagai jarak sumbu
Tambahan	Kontur, penyelesaian, keliling, lapangan, proses?	permukaan cembung padahal diminta rata, atau proses tidak sesuai ekor

Setelah menemukan selisih, ikuti alur berikut: (1) **catat** selisih dengan jelas (di sambungan nomor berapa, diminta berapa, terukur berapa); (2) **tentukan penyebab yang mungkin**, misalnya simbol dibaca terbalik, gambar tidak jelas, atau alat ukur tidak sesuai; (3) **laporkan** kepada pengawas atau perancang; (4) **perbaiki hanya setelah ada keputusan**. Menggerinda atau menambah las diam-diam hanya menyembunyikan masalah dan bisa membuat sambungan lebih lemah. Kejujuran pada laporan adalah bagian dari mutu kerja.

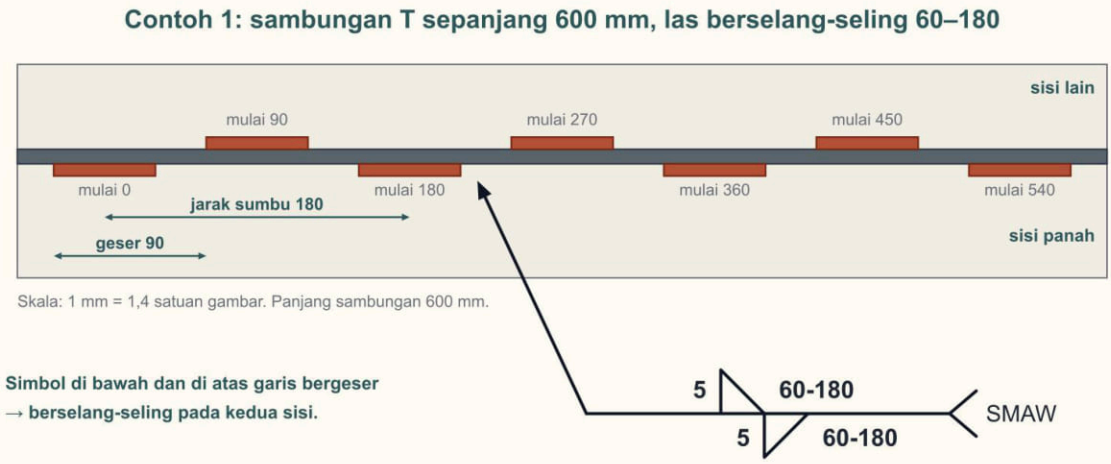
Satu cara kasar menilai dampak selisih ukuran dan panjang: kekuatan las sudut berbanding lurus dengan tebal leher dan panjangnya. Untuk las sudut sama kaki, bilangan "kaki × panjang" dapat dipakai sebagai perbandingan kasar. Keputusan menerima atau menolak tetap berada di tangan insinyur atau pengawas, bukan di tangan juru las.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Membaca simbol berselang-seling pada sambungan T

Pada 2027, Selvi, juru las di bengkel milik Pak Hartono, menerima gambar sambungan T penumpu rak sepanjang 600 mm. Simbol AWS-nya: segitiga di bawah garis dan di atas garis yang **bergeser**, masing-masing dengan angka 5 di kiri dan "60-180" di kanan; ekor bertuliskan SMAW. Gambar menunjukkan segmen pertama sisi panah mulai dari ujung kiri, dan segmen pertama sisi lain mulai 90 mm dari ujung kiri. Tentukan jumlah las, ukuran, dan panjang total. *(Kasus fiktif.)*

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



Gambar 3.14 Diagram Contoh 1: las berselang-seling 60-180 pada sambungan T sepanjang 600 mm. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **Tentukan sisi.** Simbol ada di atas dan di bawah garis, jadi las dikerjakan di **kedua sisi**.
2. **Baca simbol dan ukuran.** Segitiga berarti las sudut, angka 5 di kiri berarti kaki 5 mm (leher sekitar 3,5 mm).
3. **Baca panjang dan jarak sumbu.** "60-180": segmen 60 mm, jarak sumbu 180 mm. Segitiga bergeser berarti pola **berselang-seling**.
4. **Hitung segmen sisi panah** (Gambar 3.14): dimulai dari ujung, segmen mulai pada 0, 180, 360, 540 mm. Cek dengan rumus: $n = (600 - 60) \div 180 + 1 = 4$. Segmen terakhir berakhir tepat di 600 mm.
5. **Hitung segmen sisi lain.** Dimulai pada 90 mm, lalu 270 dan 450 mm. Segmen berikutnya mulai pada 630 mm, melebihi panjang sambungan, jadi hanya **3 segmen**.
6. **Jumlahkan.** Total = (4 + 3) × 60 = 420 mm. Bila kedua sisi dilas menerus, panjang lasnya 2 × 600 = 1.200 mm, jadi las berselang ini hanya 35 % darinya.

Jawaban: kaki 5 mm, tujuh segmen (empat di sisi panah, tiga di sisi lain), masing-masing 60 mm, panjang las total 420 mm.

Contoh 2 — Menghitung panjang las dan berat elektroda untuk balok penumpu

Pada 2026, bengkel Bu Kirana membuat 8 balok penumpu tangga yang identik. Setiap balok memiliki sambungan pelat badan–sayap sepanjang 2.450 mm dengan simbol AWS: segitiga di atas dan di bawah garis, segaris, angka 6 di kiri, "50-150" di kanan. Hitung (a) jumlah segmen per sisi, (b) panjang las total satu balok, (c) massa logam las untuk 8 balok, dan (d) massa elektroda bila efisiensi pengendapan contoh 65 %. *(Kasus fiktif.)*

1. **Baca simbol.** Segaris di atas dan di bawah garis berarti pola rantai pada kedua sisi. Kaki 6 mm, segmen 50 mm, jarak sumbu 150 mm.
2. **Segmen per sisi:** $n = (2.450 - 50) \div 150 + 1 = 17$ segmen. Hasilnya bulat, jadi segmen terakhir tepat di ujung.
3. **Panjang las per sisi:** 17 × 50 = 850 mm. Dua sisi: 2 × 850 = 1.700 mm per balok.
4. **Luas penampang las:** $6^2 \div 2 = 18\ \text{mm}^2$.

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

5. **Volume logam las per balok:** 18 × 1.700 = 30.600 mm³ = 30,6 cm³. Massa = 30,6 × 7,85 ≈ 240,2 g.
6. **Untuk 8 balok:** 8 × 240,2 ≈ 1.921,7 g, sekitar 1,92 kg logam las.
7. **Elektroda:** $1.921{,}7 \div 0{,}65 \approx 2.956$ g, sekitar 2,96 kg. Bahan itu perlu dibulatkan ke atas untuk cadangan.

Jawaban: 17 segmen per sisi; panjang las 1.700 mm per balok; logam las sekitar 1,92 kg; elektroda sekitar 2,96 kg (angka contoh, ikuti data pabrik elektroda).

Contoh 3 — Menganalisis hasil las yang tidak sesuai simbol

Pada 2027, Marlina, inspektor muda, memeriksa sambungan T sepanjang 950 mm. Simbol AWS: segitiga di bawah garis dengan angka 8 dan tanpa angka di kanan (**sisi panah**, menerus), serta segitiga di atas garis dengan angka 5 dan "50-150" (**sisi lain**, berselang). Hasil ukur welding gauge: sisi panah menerus dengan kaki 5 mm; sisi lain berselang 50-150 dengan kaki 8 mm. Analisis ketidaksesuaiannya. *(Kasus fiktif.)*

1. **Baca yang diminta.** Sisi panah: kaki 8 mm, menerus 950 mm. Sisi lain: kaki 5 mm, segmen 50 mm, jarak sumbu 150 mm. Jumlah segmen: $(950 - 50) \div 150 + 1 = 7$, panjang total sisi lain 7 × 50 = 350 mm.
2. **Bandingkan lima hal.** Sisi: kedua sisi ada, sesuai. Ukuran: tidak sesuai (sisi panah 5 mm, seharusnya 8 mm; sisi lain 8 mm, seharusnya 5 mm). Panjang dan pola: sesuai (sisi panah menerus, sisi lain berselang). Jarak sumbu: sesuai. Tambahan: tidak ada. Jadi hanya **ukuran** yang menyimpang.
3. **Cari pola penyebab.** Kedua ukuran saling bertukar antar-sisi (8 ↔ 5). Pola seperti ini khas bila panah dianggap menunjuk sisi seberang, misalnya karena gambar atau benda kerja terbalik, dan bukan kesalahan acak.
4. **Nilai dampak kasar.** Diminta: 8 × 950 + 5 × 350 = 9.350 (satuan mm²). Hasil: 5 × 950 + 8 × 350 = 7.550. Rasionya 7.550 ÷ 9.350 ≈ 0,81, jadi kapasitas efektif hanya sekitar 81 % dari yang diminta. Logam las yang terdeposit juga hanya 23.075 ÷ 34.775 ≈ 66 %.
5. **Tentukan tindakan.** Catat temuan, laporkan ke pengawas, dan tunggu keputusan perbaikan. Jangan menggerinda atau menambah las diam-diam.

Jawaban: ukuran las tertukar antara sisi panah dan sisi lain, sedangkan pola dan panjang sesuai; kapasitas efektif sekitar 81 % dari yang diminta; tindakan: laporkan dan tunggu keputusan perbaikan.

❖ PETA KONSEP

Gambar 3.15 merangkum alur dari membaca simbol sampai menganalisis hasil.

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



Gambar 3.15 Peta konsep membaca dan menganalisis gambar tanda pengerjaan las. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- Urutan baca: **sisi → simbol dasar → ukuran → panjang dan jarak sumbu → tambahan**.
- Las putus-putus: $n = (L - l) \div p + 1$; panjang total = $n \times l$. **Jarak sumbu = pusat ke pusat**, jarak kosong = $p - l$.
- Segitiga **segaris** = rantai, **bergeser** = berselang-seling. Dua sisi dihitung terpisah lalu dijumlahkan.
- Luas las sudut = $z^2 \div 2$; massa logam las = volume × 7,85 g/cm^3; elektroda = massa logam las ÷ efisiensi pengendapan.
- Las keliling = keliling bentuk sambungan; las lapangan = persiapan alat dan keselamatan di lokasi.
- Ketidaksesuaian: **catat, tentukan penyebab, laporkan, perbaiki setelah ada keputusan**.

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

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal membaca dan menganalisis simbol:

1. **Tulis hasil baca** sisi, simbol dasar, ukuran, panjang dan jarak sumbu, serta tambahan, sebelum melihat pilihan jawaban.
2. **Hitung** bila soal meminta jumlah segmen atau panjang total: rumus $n = (L - l) \div p + 1$, lalu kalikan dengan panjang segmen.
3. **Periksa** angka satu per satu dengan pilihan jawaban; hilangkan pilihan yang menyalahi satu saja keterangan simbol.
4. **Untuk soal analisis**, bandingkan lima hal dan cari pola penyebab.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Panjang las dikira sama dengan panjang sambungan** padahal las berselang.
- **Jarak sumbu dikira jarak kosong** (atau sebaliknya).
- **Ukuran kaki dan tebal leher tertukar** (kaki 8 mm ≠ leher 8 mm).
- **Pola rantai dan berselang-seling tertukar** karena posisi segitiga tidak diperhatikan.
- **Sisi dibaca dari letak garis di halaman**, bukan dari letak simbol terhadap garis.
- **Las dua sisi dihitung satu sisi**, atau sebaliknya.

> Contoh salah tafsir: sambungan 900 mm bersimbol 40-120 di satu sisi. Seorang siswa menghitung panjang las = 900 mm karena "las dilakukan sepanjang sambungan". Padahal las berselang: $n = (900 - 40) \div 120 + 1 \approx 8{,}2$, hasilnya tidak bulat, sehingga jumlah segmen mengikuti dimensi gambar. Dengan 8 segmen pun, panjang total hanya 8 × 40 = 320 mm, jauh di bawah 900 mm. Selalu hitung dari panjang dan jarak sumbu.

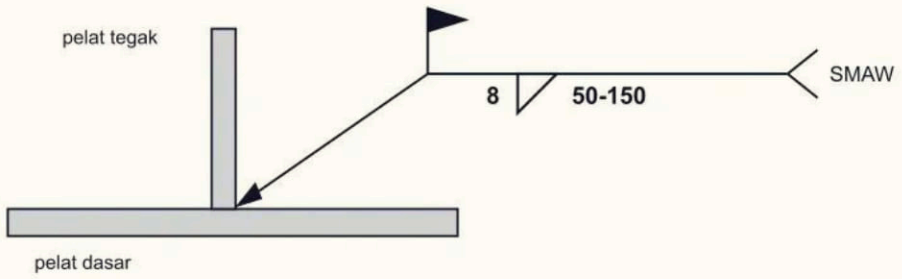
• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut meminta kamu menafsirkan simbol AWS pada sambungan T lengkap dengan tambahan. Terapkan lima langkah membaca secara urut dan hindari menebak dari bentuk gambar saja.

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

►. Nanda, juru las di sebuah bengkel konstruksi, menerima gambar kerja dudukan rangka pada 2027. Gambar memperlihatkan sambungan T dan simbol las AWS yang harus ia kerjakan. Mandor meminta Nanda menjelaskan isi simbol itu sebelum menyiapkan alat dan bahan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penjelasan yang tepat adalah ....

Gambar kerja dudukan rangka (sebagian) — simbol las AWS



Ukuran dalam mm

A. Las sudut 8 mm menerus di sisi panah, dikerjakan di bengkel
B. Las sudut 8 mm berselang di sisi seberang panah, di lapangan
C. Las sudut 8 mm berselang 50 mm, jarak 150 mm, sisi panah, di lapangan
D. Las sudut 8 mm berselang 150 mm, jarak 50 mm, sisi panah, di lapangan
E. Las sudut 8 mm berselang 50 mm, jarak 150 mm, sisi panah, di bengkel

Pembahasan **Kunci: C**

Konsep: Simbol AWS: simbol di bawah garis referensi = sisi panah; angka di kiri simbol las sudut = ukuran kaki; "panjang-jarak" di kanan simbol = las berselang (panjang tiap segmen - jarak antarpusat segmen); bendera pada pertemuan garis panah dan garis referensi = las lapangan (dikerjakan di lokasi pemasangan).

Langkah:
1. Segitiga di bawah garis → las sudut sisi panah.
2. Angka 8 di kiri → kaki las 8 mm.
3. "50-150" di kanan → segmen 50 mm, jarak antarpusat 150 mm (berselang).
4. Bendera → las lapangan.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Mengabaikan "50-150" dan bendera las lapangan.
• **B.** ✗ Segitiga ada di bawah garis, jadi sisi panah, bukan sisi seberang.
• **C.** ✓ Semua unsur simbol terbaca dengan benar.
• **D.** ✗ Jebakan: urutan angka tertukar; angka pertama adalah panjang segmen, angka kedua jarak antarpusat.
• **E.** ✗ Jebakan: unsur las berselang benar, tetapi bendera menunjukkan pengelasan di lapangan, bukan di bengkel.

Jawaban: C.

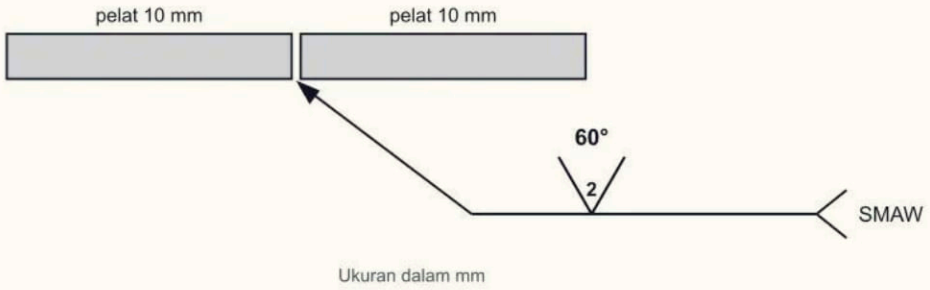
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

✎ LATIHAN

Untuk setiap soal, tulis dulu hasil lima langkah membaca, lalu hitung bila diperlukan. Soal pertama menguji persiapan kampuh, soal kedua menguji las berselang-seling dua sisi.

1. Wahyu, fitter di bengkel konstruksi, harus menyiapkan kampuh dua pelat 10 mm sebelum dilas pada 2027. Gambar memperlihatkan potongan sambungan sebelum dikampuh beserta simbol las AWS yang tercantum di gambar kerja.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Persiapan kampuh yang sesuai simbol adalah ....

Potongan sambungan tumpul (sebelum dikampuh) dan simbol las AWS



Ukuran dalam mm

A. Kampuh V dibuka dari sisi bawah pelat, sudut kampuh 60°, celah akar 2 mm
B. Kampuh V dibuka dari sisi atas pelat, sudut kampuh 60°, celah akar 2 mm
C. Kampuh V dibuka dari sisi atas pelat, sudut tiap pelat 60°, celah akar 2 mm
D. Kampuh V dibuka dari sisi atas pelat, sudut kampuh 60°, pelat dirapatkan tanpa celah
E. Kampuh V dibuka dari kedua sisi pelat, sudut kampuh 60°, celah akar 2 mm

2. Pada 2027, Rina membaca gambar kerja balok penumpu tangga yang terdiri atas pelat badan tegak dan pelat sayap. Simbol las AWS pada sambungannya: segitiga las sudut di bawah dan di atas garis referensi, tetapi kedua segitiga digambar bergeser (tidak segaris). Di kiri setiap segitiga tertulis 5 dan di kanannya tertulis 40-120.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penafsiran yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Las sudut dibuat pada kedua sisi pelat badan.
☐ B. Ukuran kaki las sudut 5 mm.
☐ C. Panjang setiap segmen las 40 mm dengan jarak antarpusat segmen 120 mm.
☐ D. Segmen las di kedua sisi dibuat tepat berhadapan pada posisi yang sama.
☐ E. Segmen las di satu sisi terletak di antara segmen-segmen di sisi lainnya.

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

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

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa panjang las total pada simbol 50-150 tidak sama dengan panjang sambungan, dan bagaimana menghitungnya?
- Apa bedanya segitiga yang segaris dengan segitiga yang bergeser pada las dua sisi?
- **Yang harus kuingat:** baca berurutan (sisi, simbol dasar, ukuran, panjang dan jarak sumbu, tambahan); jarak sumbu adalah jarak pusat ke pusat; $n = (L - l) \div p + 1$; bandingkan hasil dengan gambar dan laporkan selisihnya.



Latihan interaktif di LMS

Sub bab 3.2: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktpfl&node=SMKTPFL-3.2

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

Sub bab 3.3 · Gambar proyeksi konstruksi sederhana

SMKTPFL-3.3

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi, pada sub-elemen gambar CAD dasar, meminta kamu memahami **gambar proyeksi konstruksi sederhana**: membaca dan menggambar benda dalam beberapa pandangan, serta memahami ukuran dan tanda pekerjaan. Pada paket latihan buku ini, soal sub bab ini sering memakai gambar: tiga pandangan sebuah braket, sebuah kotak panel dengan lubang, atau sebuah pipa. Soalnya sulit bukan karena konsepnya rumit, tetapi karena kamu harus **menghubungkan satu bagian benda di beberapa pandangan** dan tidak boleh tertukar antara pandangan kiri dan kanan. Belum ada soal asli TKA untuk mapel ini, sehingga buku ini tidak mencantumkan persentase benar nasional.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menentukan letak pandangan depan, atas, dan samping pada proyeksi Eropa (kuadran I) dan proyeksi Amerika (kuadran III), serta membaca simbolnya di kepala gambar;
- membaca bentuk benda dari tiga pandangan, termasuk lubang, takik, dan pipa;
- mengenali jenis garis pada gambar konstruksi dan artinya;
- menggunakan angka ukuran dan skala, serta membaca tanda tekukan dan lubang pada pekerjaan pelat;
- menghitung panjang bahan dari gambar kerja sederhana.

◆ KONSEP INTI

Seorang juru las atau fitter jarang menerima benda jadi. Yang ia terima adalah **gambar kerja**. Dari gambar itu ia memotong, melubangi, menekuk, merakit, dan mengelas. Karena itu gambar teknik sering disebut **bahasa teknik**: aturannya tetap, dipahami semua orang di seluruh dunia, dan tidak bergantung pada kemampuan menggambar indah. Di sub bab ini kamu belajar membaca bahasa itu, mulai dari cara meletakkan pandangan sampai cara membaca ukuran.

1. Mengapa satu pandangan tidak cukup

Sebuah benda berbentuk tiga dimensi: lebar, tinggi, dan kedalaman. Selembar kertas hanya dua dimensi. Bila benda dilihat dari depan, kamu melihat lebar dan tinggi, tetapi **tidak tahu kedalamannya**. Sebuah pelat tipis dan sebuah balok tebal bisa tampak sama persis dari depan. Itulah sebabnya gambar kerja memakai beberapa **pandangan** yang masing-masing menunjukkan benda dari satu arah.

Gambar proyeksi bekerja seperti membayangkan benda berada di dalam sebuah kotak transparan. Setiap sisi kotak menjadi bidang tempat bayangan benda ditangkap, lalu kotak itu dibuka dan semua sisinya diratakan di atas satu lembar kertas. Hasilnya adalah beberapa

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

pandangan yang tersusun teratur dan saling berkaitan. Cara ini disebut **proyeksi ortogonal**: garis pandang selalu tegak lurus terhadap bidang, sehingga ukuran asli tidak terdistorsi.

2. Tiga pandangan pokok

Pada konstruksi sederhana, tiga pandangan sudah cukup:

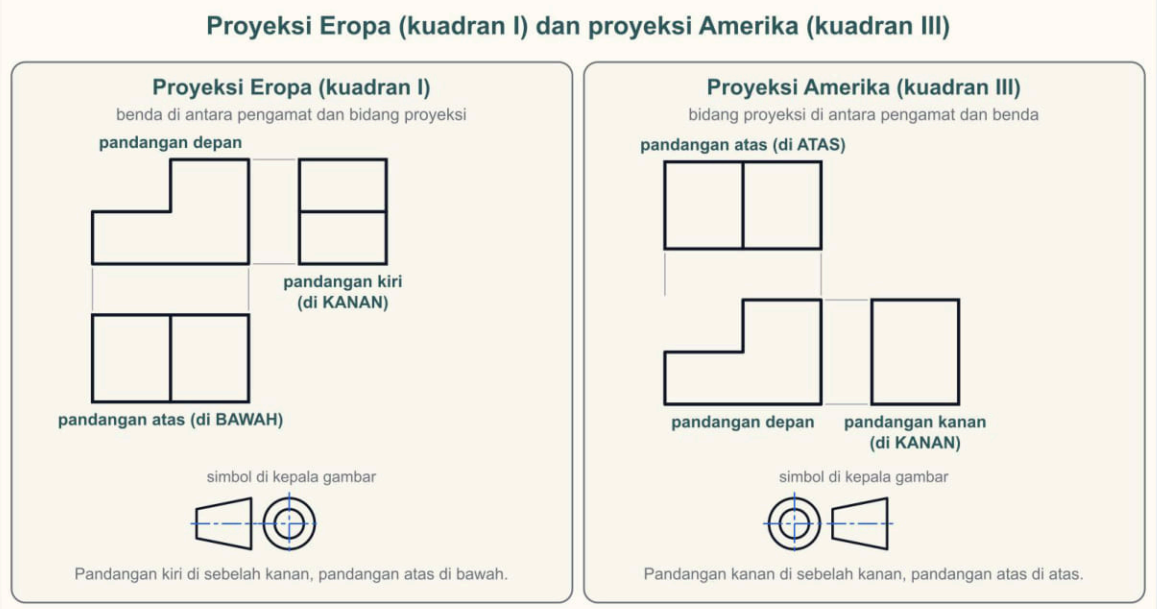
- **Pandangan depan** (*front view*): benda dilihat dari arah yang dipilih sebagai depan. Pandangan ini biasanya paling banyak memuat bentuk khas benda, dan dipilih sebagai pandangan utama.
- **Pandangan atas** (*top view*): benda dilihat dari atas. Pandangan ini menunjukkan lebar dan kedalaman.
- **Pandangan samping** (*side view*): benda dilihat dari kiri atau kanan. Pandangan ini menunjukkan kedalaman dan tinggi.

Tiga pandangan ini berbagi ukuran. **Lebar** sama pada pandangan depan dan atas. **Tinggi** sama pada pandangan depan dan samping. **Kedalaman** sama pada pandangan atas dan samping. Karena itu pandangan-pandangan itu diletakkan sejajar: pandangan depan dan atas segaris vertikal, pandangan depan dan samping segaris horizontal. Kesejajaran ini membantu kita menelusuri satu titik benda di tiga pandangan.

Bila benda lebih rumit, dipakai pandangan tambahan (bawah, belakang, kanan atau kiri sisi lain), tetapi aturan letaknya sama.

3. Proyeksi Eropa dan proyeksi Amerika

Ada dua cara meletakkan pandangan di kertas. Keduanya benar, tetapi **susunannya berbeda**, sehingga kamu harus tahu sistem mana yang dipakai gambar.



Gambar 3.16 Susunan pandangan pada proyeksi Eropa (kuadran I) dan proyeksi Amerika (kuadran III) untuk benda yang sama beserta simbol di kepala gambar. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Proyeksi Eropa (kuadran I, *first-angle projection*). Benda berada **di antara pengamat dan bidang proyeksi**. Bayangan jatuh di belakang atau di bawah benda. Setelah bidang dibuka, susunannya:

- pandangan depan di tengah;
- pandangan **atas di bawah** pandangan depan;
- pandangan **kiri di sebelah kanan** pandangan depan;
- pandangan kanan di sebelah kiri pandangan depan.

Proyeksi Amerika (kuadran III, *third-angle projection*). Bidang proyeksi berada **di antara pengamat dan benda**, seperti memandang benda lewat kaca. Susunannya:

- pandangan depan di tengah;
- pandangan **atas di atas** pandangan depan;
- pandangan **kanan di sebelah kanan** pandangan depan;
- pandangan kiri di sebelah kiri pandangan depan.

Perhatikan bahwa **gambar masing-masing pandangan sama pada kedua sistem**. Pandangan atas selalu tampak seperti benda dilihat dari atas, pandangan kiri selalu tampak seperti benda dilihat dari kiri. Yang berbeda hanya **letaknya** di kertas. Itu sebabnya pandangan di sebelah kanan pandangan depan pada proyeksi Eropa adalah pandangan **kiri**, tetapi pada proyeksi Amerika adalah pandangan **kanan**. Bila kamu salah menentukan sistem, kamu akan salah menentukan sisi benda, dan lubang yang seharusnya di sisi kiri dibuat di sisi kanan.

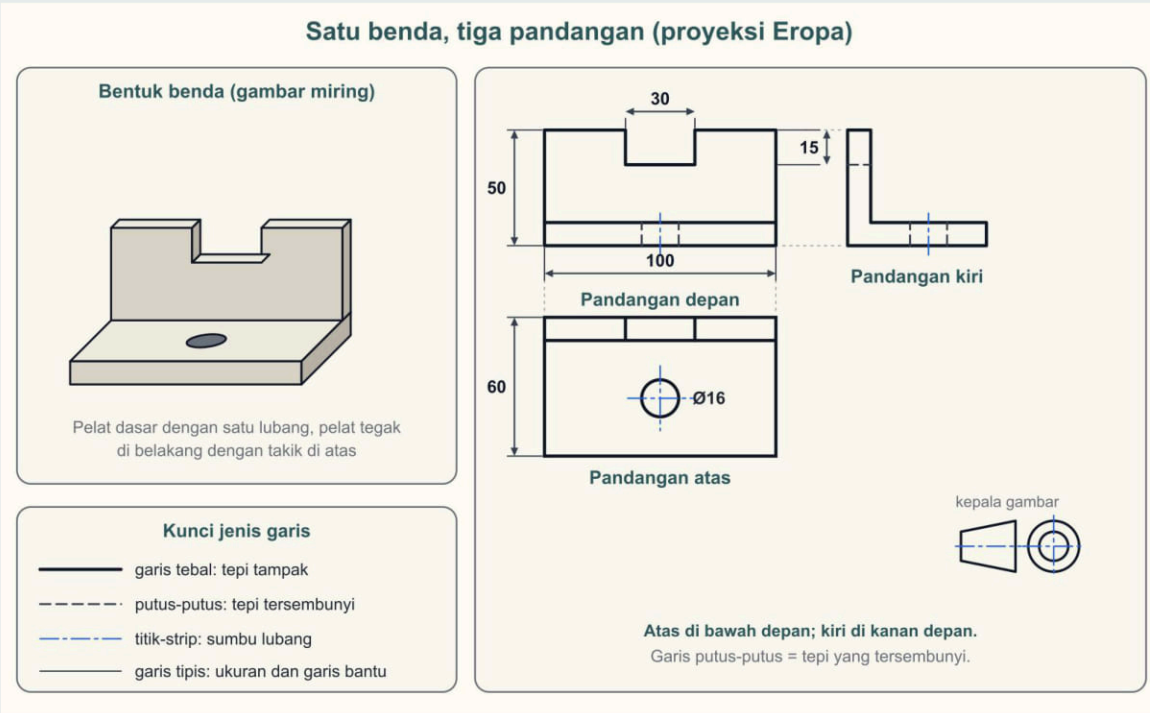
Untuk mengetahui sistem yang dipakai, lihat **simbol di kepala gambar** (di dekat kotak judul). Simbolnya berupa gambar sebuah kerucut terpancung dalam dua pandangan: pandangan samping berbentuk trapesium dan pandangan ujung berbentuk dua lingkaran sepusat. Pada proyeksi Eropa trapesium berada di sebelah kiri dan lingkaran di sebelah kanan. Pada proyeksi Amerika lingkaran berada di sebelah kiri dan trapesium di sebelah kanan. Bila tidak ada simbol, lihat keterangan tertulis pada gambar dan tanyakan kepada pembuat gambar. Jangan menebak.

Gambar dari Eropa umumnya memakai proyeksi Eropa, sedangkan gambar dari Amerika Serikat memakai proyeksi Amerika; negara lain berbeda-beda. Bengkel yang melayani pelanggan dari berbagai negara akan menemui keduanya, sehingga simbolnya selalu harus dibaca.

4. Membaca bentuk benda dari tiga pandangan

Membaca tiga pandangan berarti merakit benda di kepala dari beberapa bayangan. Gambar 3.17 memperlihatkan satu benda sederhana beserta pandangan depan, atas, dan kirinya dalam proyeksi Eropa.

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



Gambar 3.17 Pelat dasar berlubang dengan pelat tegak bertakik: gambar miring dan tiga pandangannya dalam proyeksi Eropa. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Gunakan langkah berikut:

1. **Periksa kepala gambar** untuk menentukan sistem proyeksi dan menamai tiap pandangan (depan, atas, kiri atau kanan).
2. **Baca pandangan depan lebih dulu.** Pada Gambar 3.17 siluetnya berupa persegi panjang 100 × 50 dengan takik di bagian atas. Garis mendatar pada tinggi 10 menunjukkan ada dua permukaan yang berbeda kedalamannya: pelat dasar setebal 10 di depan, dan pelat tegak di belakang.
3. **Cari bagian yang sama di pandangan lain.** Pelat tegak tampak di pandangan atas sebagai jalur sempit di bagian belakang (atas gambar), bergaris di sisi takik. Di pandangan kiri ia tampak sebagai batang tegak setebal 10 di sebelah kiri. Ingat, pada pandangan kiri, **bagian depan benda berada di sebelah kanan**, dan bagian belakang di sebelah kiri.
4. **Cari kedalaman.** Kedalaman 60 terbaca pada pandangan atas (tinggi gambar) dan pada pandangan kiri (lebar gambar).
5. **Baca garis putus-putus.** Garis putus-putus pada pandangan depan dan kiri di sekitar tinggi 0 sampai 10 menunjukkan **lubang tegak** yang menembus pelat dasar. Bentuk lubang itu terlihat jelas hanya dari atas, yaitu lingkaran Ø16. Garis putus-putus pendek pada pandangan kiri di tinggi 35 menunjukkan dasar takik yang tertutup oleh ujung pelat tegak.
6. **Gabungkan** semua temuan menjadi satu benda: pelat dasar 100 × 60 × 10 mm dengan satu lubang Ø16 mm di tengah, dan pelat tegak setebal 10 mm di belakang, tinggi total 50 mm, dengan takik 30 × 15 mm di tengah sisi atasnya.

Dua aturan membantu membaca bentuk:

- **Bidang yang sejajar bidang proyeksi tampak dalam bentuk dan ukuran sebenarnya.** Bidang yang tegak lurus bidang proyeksi tampak sebagai **garis**. Misalnya sebuah pelat penguat berbentuk segitiga yang berdiri di tengah braket tampak sebagai segitiga hanya di pandangan samping. Di pandangan depan ia hanya tampak sebagai jalur selebar tebalnya. Karena itu, jangan membaca bentuk satu bagian dari satu pandangan saja.
- **Garis putus-putus berarti tepi yang ada tetapi tertutup bagian lain.** Ia bukan tepi yang terlihat, dan tidak boleh dibaca sebagai garis luar yang tampak.

5. Benda bulat dan pipa

Benda bulat punya ciri yang berbeda. **Silinder pejal** tampak sebagai persegi panjang pada dua pandangan dan lingkaran pada satu pandangan, yaitu pandangan dari arah sumbunya. **Pipa** tampak seperti silinder pejal, tetapi pada pandangan dari arah sumbu terlihat **dua lingkaran sepusat**: lingkaran luar adalah diameter luar, lingkaran dalam adalah diameter dalam. Pada dua pandangan lainnya, dinding bagian dalam pipa tertutup, sehingga tampak sebagai **dua garis putus-putus** yang sejajar sumbu.

Dari gambar pipa kamu dapat membaca:

- **diameter luar** D dan **diameter dalam** d langsung dari kedua lingkaran;
- **tebal dinding** = $\frac{D - d}{2}$. Ingat membagi dua, karena selisih diameter terdiri atas dua

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

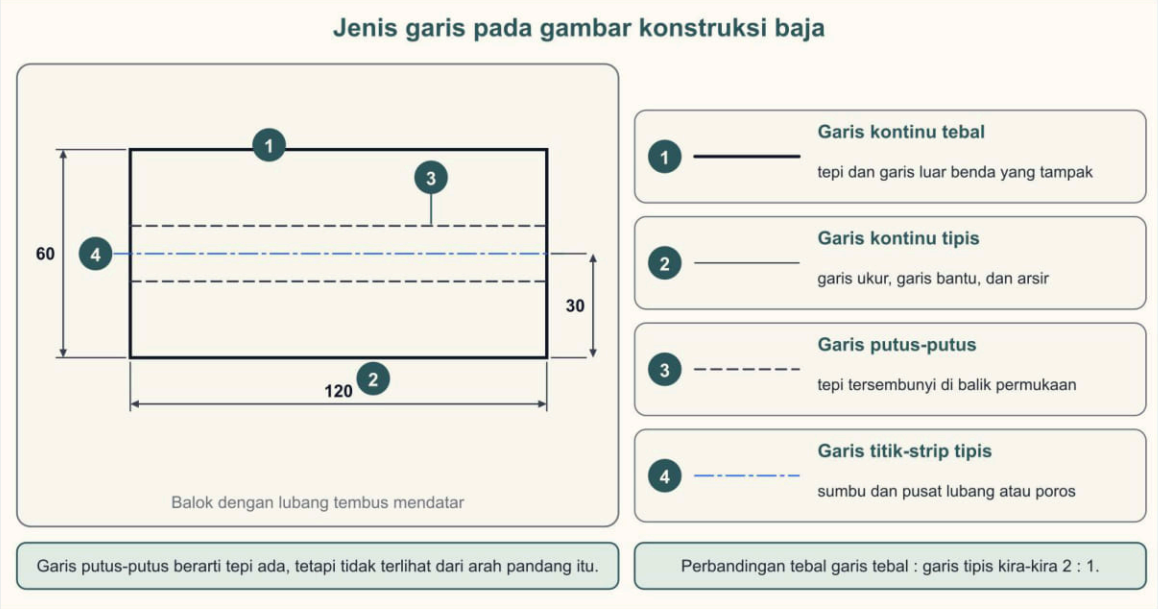
dinding (kiri dan kanan);

- **arah pipa**: bila lingkaran sepusat tampak pada pandangan atas, pipa berdiri tegak; bila tampak pada pandangan depan atau samping, pipa terletak mendatar.

Sebuah lubang bulat pada pelat mengikuti aturan yang sama: lingkaran penuh pada pandangan yang menghadap sumbu lubang, dan dua garis putus-putus pada pandangan lainnya (bila lubangnya tembus dan tidak tampak dari arah itu), lengkap dengan garis sumbu titik-strip.

6. Jenis garis pada gambar konstruksi

Setiap jenis garis punya arti tetap (Gambar 3.18). Membaca arti garis sama pentingnya dengan membaca bentuknya.



Gambar 3.18 Empat jenis garis yang paling sering muncul pada gambar konstruksi baja. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Jenis garis	Bentuk	Kegunaan
Kontinu tebal	garis utuh, tebal	tepi dan garis luar benda yang tampak
Kontinu tipis	garis utuh, tipis	garis ukur, garis bantu ukuran, dan arsir
Putus-putus	strip pendek berurutan	tepi yang tersembunyi di balik permukaan
Titik-strip tipis	titik dan strip berselang-seling	sumbu, garis pusat lubang atau poros

Perbandingan tebal garis tebal dan garis tipis kira-kira 2 : 1 (mengikuti kaidah standar gambar teknik ISO 128). Garis ukur berujung panah dan diberi **garis bantu** (extension line) yang keluar dari tepi benda tanpa menyentuhnya. Angka ukuran ditulis di dekat tengah garis ukur.

7. Ukuran dan skala

Ukuran pada gambar kerja adalah perintah. Baca angka, jangan mengukur gambar dengan penggaris. Gambar bisa diperbesar atau diperkecil saat dicetak, tetapi angka ukuran tetap sama.

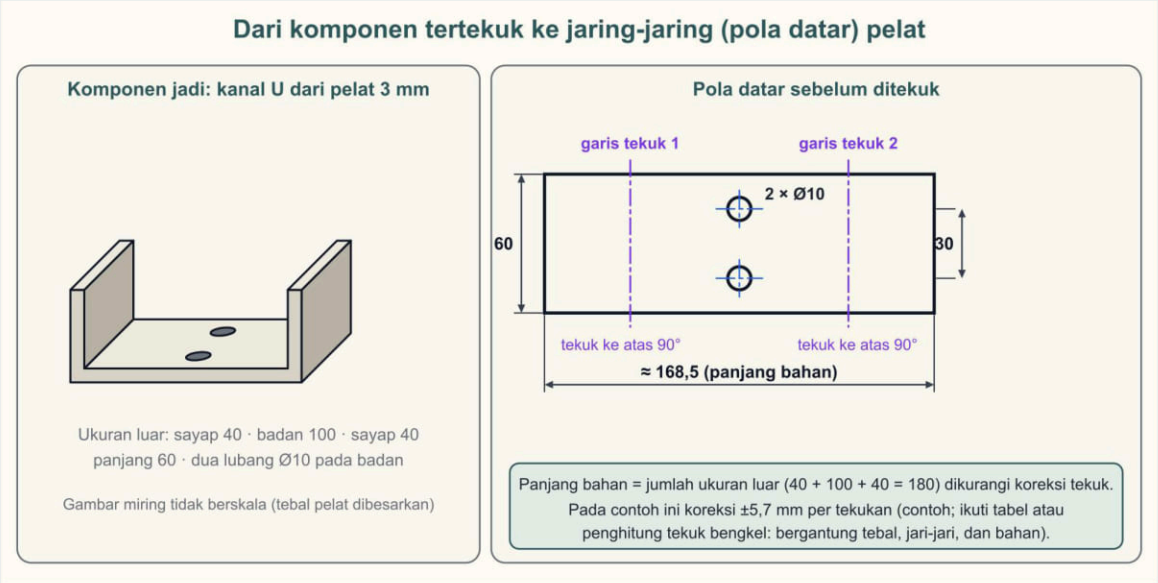
Skala menyatakan perbandingan ukuran gambar terhadap ukuran sebenarnya. Skala 1:1 berarti gambar sama dengan benda; 1:2 berarti gambar setengah ukuran benda (diperkecil); 2:1 berarti gambar dua kali ukuran benda (diperbesar). Pada skala 1:2, garis sepanjang 50 mm di kertas mewakili 100 mm di benda. Angka ukuran yang tertulis selalu menunjukkan **ukuran sebenarnya**, bukan ukuran di kertas. Skala tertulis di kotak judul pada kepala gambar. Sebagian besar gambar kerja bengkel memakai skala 1:1, 1:2, atau 1:5.

Beberapa hal lain biasanya tertulis di kepala gambar: satuan (hampir selalu milimeter), bahan dan tebal pelat, serta **toleransi umum**, yaitu penyimpangan ukuran yang diizinkan bila tidak ada toleransi khusus pada ukuran tertentu. Ikuti keterangan tersebut, dan jangan mengubah ukuran dengan perkiraan sendiri.

8. Tanda pekerjaan pelat: tekukan dan lubang

Banyak komponen fabrikasi dibuat dari pelat yang dipotong lalu ditekuk. Untuk itu gambar kerja memuat **pola datar** (jaring-jaring, *flat pattern*): bentuk pelat sebelum ditekuk.

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



Gambar 3.19 Kanal U dari pelat 3 mm dan pola datarnya dengan garis tekuk dan dua lubang. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Pada pola datar terdapat dua jenis tanda pekerjaan:

- **Garis tekuk**: garis tipis (sering berbentuk titik-strip) yang menunjukkan di mana pelat harus ditekuk, disertai keterangan **arah** (ke atas atau ke bawah) dan **sudut tekuk**, misalnya "tekuk ke atas 90°".
- **Lubang**: lingkaran dengan tanda **Ø** dan diameternya, lengkap dengan garis sumbu dan ukuran **jarak dari tepi** atau jarak antar-lubang. Lubang yang letaknya dekat garis tekuk biasanya dibuat **sebelum** pelat ditekuk, agar mesin bor atau pons tidak terganggu bentuk tekukan; urutan pastinya mengikuti petunjuk gambar kerja dan guru atau pengawas.

Panjang bahan pola datar tidak sama dengan jumlah ukuran luar komponen. Pada pelat yang ditekuk, bagian di sekitar garis tekuk memanjang dan menyusut menurut tebal, jari-jari tekuk, dan jenis bahan, sehingga potongan bahan sedikit lebih pendek daripada jumlah ukuran luar. Pada contoh Gambar 3.19, ukuran luar 40 + 100 + 40 = 180 mm menjadi panjang bahan sekitar 168,5 mm (koreksi sekitar 5,7 mm per tekukan; angka contoh, ikuti tabel atau penghitung tekuk bengkel dan petunjuk mesin tekuk). Bila gambar kerja sudah mencantumkan panjang bahan, pakailah angka itu.

9. Menggambar tiga pandangan sederhana

Bila kamu harus menggambar, urutan kerjanya sama dengan urutan membaca, dibalik:

1. **Pilih pandangan depan** yang paling menunjukkan bentuk benda.
2. **Gambar pandangan depan** dengan garis tebal, lengkap dengan lubang dan takik yang tampak.
3. **Proyeksikan ke pandangan lain** dengan garis bantu tipis: ke bawah untuk pandangan atas pada sistem Eropa, atau ke samping untuk pandangan kiri.
4. **Pindahkan kedalaman** dari satu pandangan ke pandangan lain (dengan jangka, garis 45°, atau penggaris).
5. **Tambahkan garis putus-putus dan garis sumbu**, lalu **garis ukur dan angka ukuran**.
6. **Periksa** apakah setiap bagian muncul konsisten di semua pandangan, lalu **tulis simbol proyeksi** di kepala gambar.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Menentukan letak pandangan samping

Pada 2027, bengkel milik Pak Surya menerima gambar kerja dudukan motor dari pelanggan. Kepala gambar memuat simbol kerucut dengan trapesium di kiri dan lingkaran di kanan. Pandangan depan sudah digambar di tengah kertas. Mandor meminta Taufik memeriksa di mana letak pandangan **kiri** benda itu dan pandangan atasnya. Bagaimana jawabannya, dan apa yang berubah bila simbolnya terbalik? *(Kasus fiktif.)*

1. **Baca simbol.** Trapesium di kiri dan lingkaran di kanan adalah simbol **proyeksi Eropa** (kuadran I) (lihat Gambar 3.16).

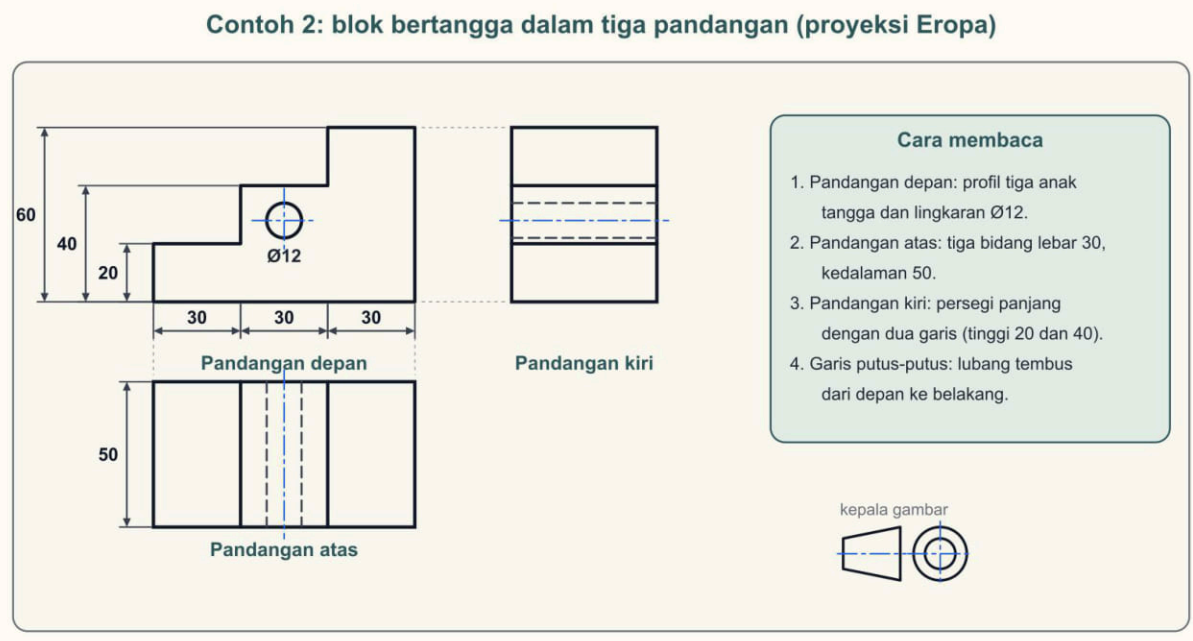
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

2. **Letak pandangan atas.** Pada proyeksi Eropa, pandangan atas berada di **bawah** pandangan depan.
3. **Letak pandangan kiri.** Pada proyeksi Eropa, pandangan kiri berada di **sebelah kanan** pandangan depan.
4. **Periksa dengan alasan.** Pada proyeksi Eropa benda berada di antara pengamat dan bidang. Bayangan sisi kiri jatuh pada bidang di sebelah kanan setelah bidang dibuka.
5. **Bila simbol terbalik** (lingkaran di kiri, trapesium di kanan): proyeksi Amerika. Pandangan atas di **atas** pandangan depan, dan pandangan di sebelah kanan pandangan depan adalah pandangan **kanan**, bukan kiri.

Jawaban: pandangan kiri di sebelah kanan pandangan depan dan pandangan atas di bawahnya; pada simbol terbalik, pandangan atas di atas dan pandangan di sebelah kanan adalah pandangan kanan.

Contoh 2 — Membaca blok bertangga dari tiga pandangan

Pada 2026, Hartono menerima gambar tiga pandangan sebuah blok baja dalam proyeksi Eropa (Gambar 3.20). Ia harus menyebutkan bentuk blok itu dan memperkirakan massanya dengan massa jenis baja 7,85 g/cm³. *(Kasus fiktif.)*



Gambar 3.20 Tiga pandangan blok bertangga berlubang (ukuran dalam mm). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **Baca pandangan depan.** Siluetnya berupa tiga anak tangga yang naik ke kanan, masing-masing lebar 30 mm dan tinggi 20, 40, dan 60 mm. Ada lingkaran Ø12 di anak tangga tengah.
2. **Cocokkan dengan pandangan atas.** Dua garis tebal pada lebar 30 dan 60 menunjukkan batas antar-tangga (tepi yang terlihat dari atas). Kedalaman seluruh blok 50 mm.
3. **Cocokkan dengan pandangan kiri.** Persegi panjang selebar kedalaman (50 mm) dan setinggi 60 mm dengan dua garis tebal pada tinggi 20 dan 40: itu tepi anak tangga yang terlihat dari kiri.

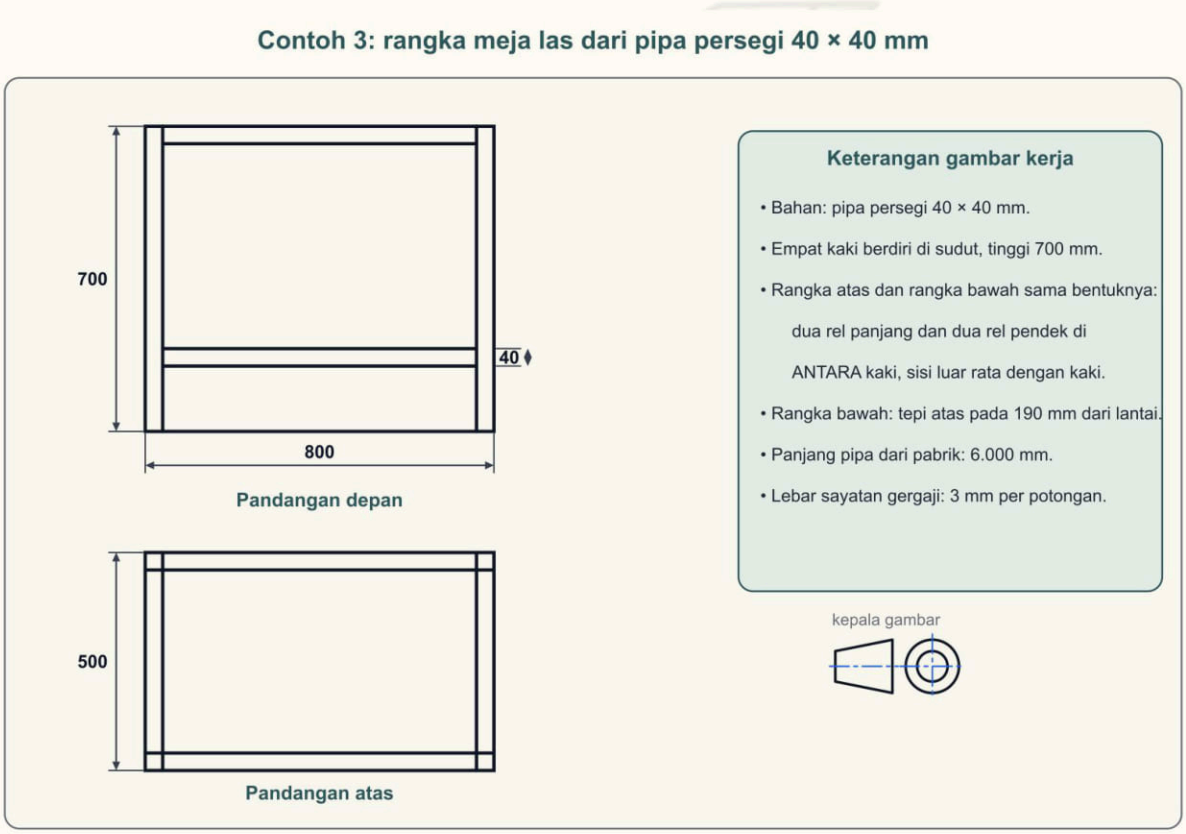
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

4. **Baca garis putus-putus.** Dua garis putus-putus sejajar pada pandangan atas dan kiri menunjukkan lubang Ø12 yang **menembus** dari depan ke belakang sepanjang 50 mm.
5. **Hitung volume anak tangga.**
   $50 \times (30 \times 20 + 30 \times 40 + 30 \times 60) = 50 \times 3.600 = 180.000\ \text{mm}^3$.
6. **Kurangi lubang.** Volume lubang = $\pi \times 6^2 \times 50 \approx 5.655\ \text{mm}^3$. Volume bersih ≈ 174.345 mm^3 = 174,3 cm^3.
7. **Hitung massa.** 174,3 cm^3 × 7,85 g/cm^3 ≈ 1.369 g, sekitar 1,37 kg.

Jawaban: blok tiga anak tangga (tinggi 20, 40, 60; lebar masing-masing 30; kedalaman 50) dengan lubang tembus Ø12 pada anak tangga tengah; massa sekitar 1,37 kg.

Contoh 3 — Menghitung panjang bahan rangka meja dari gambar kerja

Pada 2027, bengkel Bu Kirana membuat rangka meja las dari pipa persegi 40 × 40 mm. Gambar kerja (Gambar 3.21) memuat pandangan depan dan atas. Hitung panjang setiap potongan, jumlah potongan, dan jumlah batang pipa 6.000 mm yang dibutuhkan bila lebar sayatan gergaji 3 mm per potongan. *(Kasus fiktif.)*



Gambar 3.21 Pandangan depan dan atas rangka meja (ukuran dalam mm). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **Baca ukuran luar.** Lebar 800 mm, tinggi 700 mm, kedalaman 500 mm. Profil 40 × 40 mm.
2. **Identifikasi bagian.** Pandangan atas menunjukkan empat kaki di sudut dan rel di antaranya. Pandangan depan menunjukkan rangka atas dan rangka bawah. Jadi ada 4 kaki, 4 rel panjang (2 atas, 2 bawah), dan 4 rel pendek (2 atas, 2 bawah).
3. **Panjang kaki:** 700 mm (4 batang).

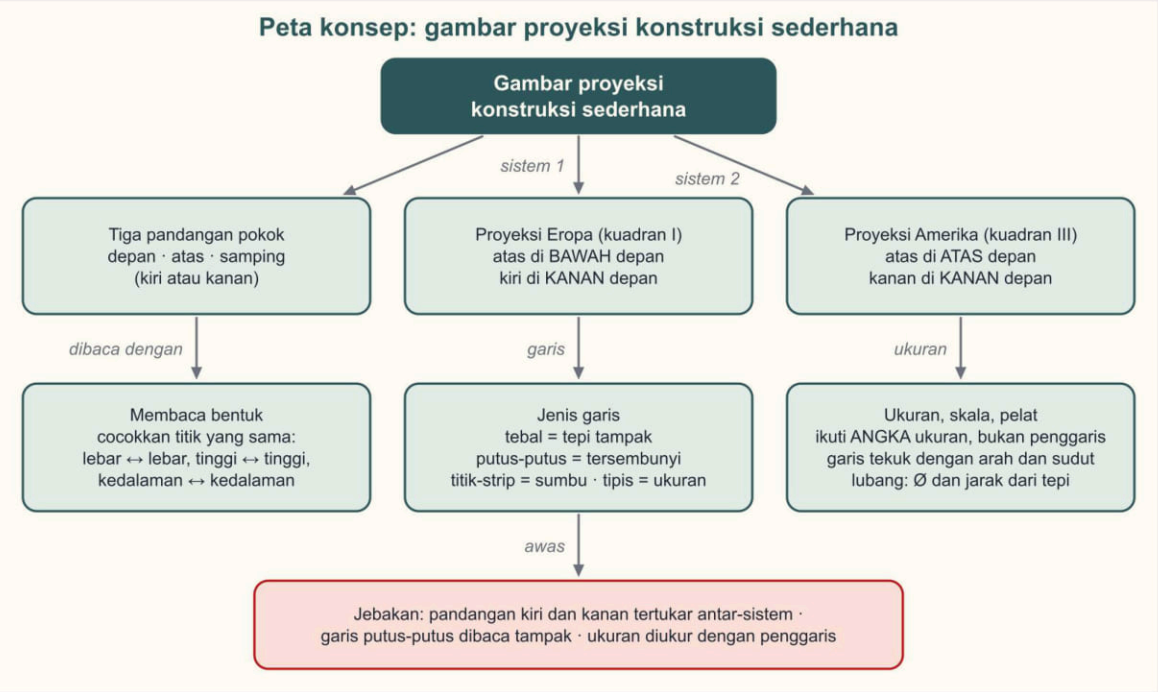
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

4. **Panjang rel panjang** berada di antara dua kaki, jadi lebar luar dikurangi dua kali lebar pipa: $800 - 2 \times 40 = 720$ mm (4 batang).
5. **Panjang rel pendek:** $500 - 2 \times 40 = 420$ mm (4 batang).
6. **Jumlah panjang bersih:** 4 × 700 + 4 × 720 + 4 × 420 = 2.800 + 2.880 + 1.680 = 7.360 mm, dengan 12 potongan.
7. **Susun potongan pada batang 6.000 mm.** Batang pertama: 4 × 700 + 4 × 720 = 5.680 mm ditambah 8 sayatan × 3 = 24 mm, total 5.704 mm (muat; sisa 296 mm). Batang kedua: 4 × 420 = 1.680 mm ditambah 4 × 3 = 12 mm = 1.692 mm.
8. **Hitung jumlah batang.** Dua batang cukup, dengan sisa batang kedua 4.308 mm.

Jawaban: potongan 700 mm (4), 720 mm (4), dan 420 mm (4); panjang bersih 7.360 mm; dibutuhkan 2 batang pipa 6.000 mm.

❖ PETA KONSEP

Gambar 3.22 merangkum konsep gambar proyeksi konstruksi sederhana.



Gambar 3.22 Peta konsep gambar proyeksi konstruksi sederhana. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Yang harus kamu ingat:

- Tiga pandangan pokok: **depan, atas, samping**. Lebar sama di depan dan atas, tinggi sama di depan dan samping, kedalaman sama di atas dan samping.
- **Proyeksi Eropa (kuadran I)**: atas **di bawah** depan, kiri **di kanan** depan. **Proyeksi Amerika (kuadran III)**: atas **di atas** depan, kanan **di kanan** depan. Sistem dibaca dari simbol kerucut di kepala gambar.
- Garis **tebal** = tepi tampak; **putus-putus** = tepi tersembunyi; **titik-strip** = sumbu; **tipis** = garis ukur dan bantu.
- **Baca angka ukuran**, bukan hasil ukur penggaris. Skala 1:2 berarti gambar setengah ukuran, tetapi angka tetap ukuran sebenarnya.
- Pipa: dua lingkaran sepusat; tebal dinding = $(D - d) \div 2$.
- Pelat: garis tekuk bertanda arah dan sudut; lubang bertanda Ø dan jarak dari tepi.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal gambar proyeksi:

1. **Tentukan sistem proyeksi** dari simbol atau keterangan sebelum membaca apa pun.
2. **Beri nama setiap pandangan** menurut letaknya (depan, atas, kiri atau kanan).
3. **Telusuri satu bagian** (misalnya sebuah lubang) di semua pandangan sebelum menyimpulkan.
4. **Baca garis putus-putus** sebagai tepi tersembunyi, dan garis tebal sebagai tepi tampak.
5. **Hitung** dari angka ukuran, bukan dari bentuk gambar.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Pandangan kiri dan kanan tertukar** karena memakai kebiasaan sistem yang salah.
- **Garis putus-putus dibaca sebagai garis tampak**, sehingga lubang tembus dikira takik terbuka.
- **Ukuran tidak diterjemahkan ke bentuk**: lubang ada di pelat yang salah karena pandangan tidak ditelusuri.
- **Tebal dinding pipa dihitung dari selisih diameter tanpa dibagi dua.**
- **Bentuk sebuah pelat penguat dibaca dari pandangan depan saja**, padahal bentuk aslinya baru tampak di pandangan samping.
- **Ukuran diambil dengan mengukur gambar** padahal skala bukan 1:1.

> Contoh salah tafsir: gambar kerja rumah pompa berproyeksi Eropa memperlihatkan, di sebelah kanan pandangan depan, sebuah pandangan dengan satu lubang pipa besar. Seorang siswa menyimpulkan lubang itu ada di dinding sisi kanan rumah pompa karena "letaknya di kanan". Padahal pada proyeksi Eropa pandangan di sebelah kanan adalah pandangan **kiri**, sehingga lubang itu ada di dinding sisi kiri.

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

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menguji pembacaan tiga pandangan sebuah kotak panel pada dua sistem proyeksi. Tentukan lebih dulu sistem pada gambar dan nama tiap pandangan, baru menilai pernyataannya satu per satu.

►. Bayu membaca gambar kerja kotak panel dari pelat baja yang kepala gambarnya menyatakan proyeksi Eropa (2027). Di sebelah kanan pandangan depan terdapat sebuah pandangan yang memperlihatkan dua lubang Ø12 mm untuk baut engsel. Di bawah pandangan depan terdapat pandangan lain yang memperlihatkan sebuah lubang kabel Ø20 mm. Bayu harus memastikan sisi pelat yang dilubangi sebelum pelat-pelat itu dilas menjadi kotak.

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

Pernyataan yang tepat adalah ....

(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Pandangan di sebelah kanan pandangan depan adalah pandangan dari sisi kiri kotak.

☐ B. Dua lubang engsel Ø12 mm dibuat pada pelat sisi kanan kotak (dilihat dari depan).

☐ C. Pandangan di bawah pandangan depan adalah pandangan atas, sehingga lubang kabel ada di pelat atas.

☐ D. Bila gambar memakai proyeksi Amerika, pandangan di kanan pandangan depan adalah pandangan dari sisi kanan.

☐ E. Bila gambar itu ternyata berproyeksi Amerika, lubang kabel Ø20 mm berada pada pelat atas kotak.

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

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

Konsep: Proyeksi Eropa (kuadran I): pandangan atas di bawah pandangan depan, pandangan kiri di kanan pandangan depan. Proyeksi Amerika (kuadran III): pandangan atas di atas, pandangan kanan di kanan. Jenis proyeksi dibaca dari simbol/keterangan pada kepala gambar.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Proyeksi Eropa: pandangan kiri diletakkan di kanan pandangan depan.

• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: kebiasaan "yang di kanan adalah sisi kanan" berlaku pada proyeksi Amerika; pada proyeksi Eropa lubang itu ada di sisi kiri.

• **Pernyataan 3** ✓ Proyeksi Eropa: pandangan atas diletakkan di bawah pandangan depan.

• **Pernyataan 4** ✓ Proyeksi Amerika meletakkan pandangan kanan di kanan pandangan depan.

• **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: pada proyeksi Amerika, pandangan di bawah pandangan depan adalah pandangan bawah, sehingga lubang kabel ada di pelat bawah.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 4.

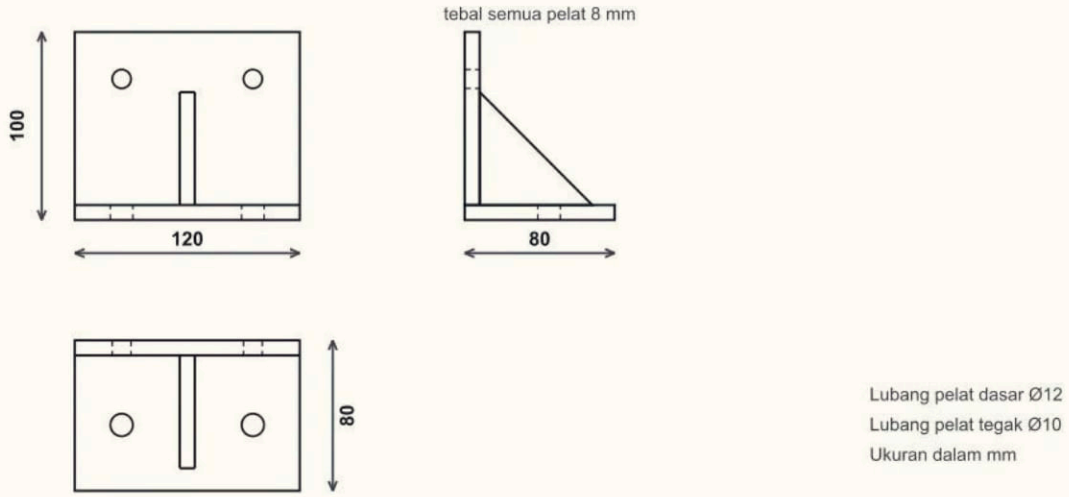
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

✎ LATIHAN

Pada setiap soal, tulis dulu sistem proyeksi dan nama tiap pandangan, lalu telusuri bagian yang ditanyakan di semua pandangan. Soal pertama memakai gambar braket siku, soal kedua pandangan sebuah pipa tegak.

1. Lestari mendapat gambar kerja braket siku berproyeksi Eropa untuk dibuat di bengkel sekolah pada 2027. Sebelum memotong bahan, ia memeriksa bentuk dan ukuran braket dari ketiga pandangan pada gambar.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat berdasarkan gambar adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Gambar kerja braket siku — proyeksi Eropa



Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Pelat dasar memiliki dua lubang yang tampak sebagai lingkaran pada pandangan atas.

☐ B. Garis putus-putus di bawah pandangan depan menunjukkan lubang pelat dasar yang tersembunyi.

☐ C. Pelat penguat berbentuk segitiga tampak dalam bentuk aslinya pada pandangan depan.

☐ D. Tinggi keseluruhan braket 100 mm dan panjangnya 120 mm.

☐ E. Pelat tegak hanya memiliki satu lubang baut yang terletak di tengah panjang pelat.

2. Pada 2027, Yudi menerima gambar tiga pandangan sebuah komponen tiang rambu yang akan dilas ke pelat dasar. Pandangan depan dan pandangan samping sama-sama berupa persegi panjang selebar 60 mm dan setinggi 200 mm, masing-masing dengan dua garis putus-putus tegak yang berjarak 4 mm dari tepi kiri dan kanan. Pandangan atas berupa dua lingkaran sepusat berdiameter 60 mm dan 52 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.)
Komponen yang dimaksud adalah ....

A. Pipa tegak berdiameter luar 60 mm, tebal dinding 4 mm, tinggi 200 mm
B. Pipa tegak berdiameter luar 60 mm, tebal dinding 8 mm, tinggi 200 mm
C. Batang pejal tegak berdiameter 60 mm dengan tinggi 200 mm
D. Pipa mendatar berdiameter luar 60 mm, tebal 4 mm, panjang 200 mm
E. Pipa persegi tegak 60 × 60 mm, tebal dinding 4 mm, tinggi 200 mm

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

✔ PERIKSA DIRI

- Pada proyeksi Eropa, di mana letak pandangan atas dan pandangan kiri terhadap pandangan depan?
- Bagaimana kamu mengenali pipa dari tiga pandangan, dan bagaimana menghitung tebal dindingnya?
- **Yang harus kuingat:** baca simbol proyeksi dulu; Eropa: atas di bawah, kiri di kanan; Amerika: atas di atas, kanan di kanan; garis putus-putus = tepi tersembunyi; angka ukuran mengalahkan hasil ukur penggaris.



Latihan interaktif di LMS

Sub bab 3.3: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktpfl&node=SMKTPFL-3.3

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

Sub bab 3.4 · Gambar CAD 2D dan 3D konstruksi sederhana

SMKTPFL-3.4

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi, pada sub-elemen gambar CAD dasar, meminta kamu memahami **gambar CAD 2D dan 3D untuk konstruksi sederhana dan komponen pendukungnya**. Di tingkat SMK ini berarti: mengetahui ruang kerja dan satuan program CAD, memberi koordinat dengan benar, mengenal perintah menggambar dan mengubah gambar, memahami dimensi, arsir, dan layer, serta mengenal model 3D dasar dan gambar siap potong untuk mesin plasma atau CNC. Soal pada paket latihan buku ini berbentuk kasus: urutan perintah yang menghasilkan sebuah profil, panjang sisi yang dihasilkan perintah tertentu, atau pernyataan tentang model 3D batang siku. Soalnya sulit karena satu tanda, misalnya "@" atau arah sudut, mengubah hasil gambar. Belum ada soal asli TKA untuk mapel ini, sehingga buku ini tidak mencantumkan persentase benar nasional.

Buku ini sengaja **tidak memakai tangkapan layar program CAD** karena berhak cipta, dan tidak mengajarkan antarmuka sebuah program tertentu. Yang dibahas adalah konsep dan nama perintah yang sama di hampir semua program CAD, termasuk yang gratis (misalnya LibreCAD untuk 2D dan FreeCAD untuk 3D). Letak tombol dan tampilannya berbeda di tiap program; konsepnya tidak.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menulis koordinat absolut, relatif, dan polar serta menghitung titik yang dihasilkannya;
- memilih perintah Draw dan Modify yang tepat untuk suatu tugas menggambar;
- menjelaskan fungsi dimensi, HATCH, dan LAYER;
- menjelaskan EXTRUDE, REVOLVE, UNION, dan SUBTRACT serta menghitung volume model sederhana;
- menyiapkan gambar yang siap dipotong dengan mesin plasma atau CNC.

◆ KONSEP INTI

Dulu gambar kerja dibuat dengan pensil dan penggaris di meja gambar. Kini sebagian besar gambar kerja dibuat dengan program **CAD** (*computer-aided design*, perancangan dengan bantuan komputer). Keuntungannya nyata: ukuran tepat sampai pecahan milimeter, gambar mudah diubah dan disalin, perhitungan luas dan volume otomatis, dan gambar dapat langsung dikirim ke mesin potong. Tetapi komputer hanya mengikuti perintah. Gambar yang salah tetap tergambar rapi, dan mesin akan memotongnya dengan setia. Karena itu pengetahuan dasar di sub bab ini penting.

1. Dari meja gambar ke komputer

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

Program CAD memiliki dua ruang kerja:

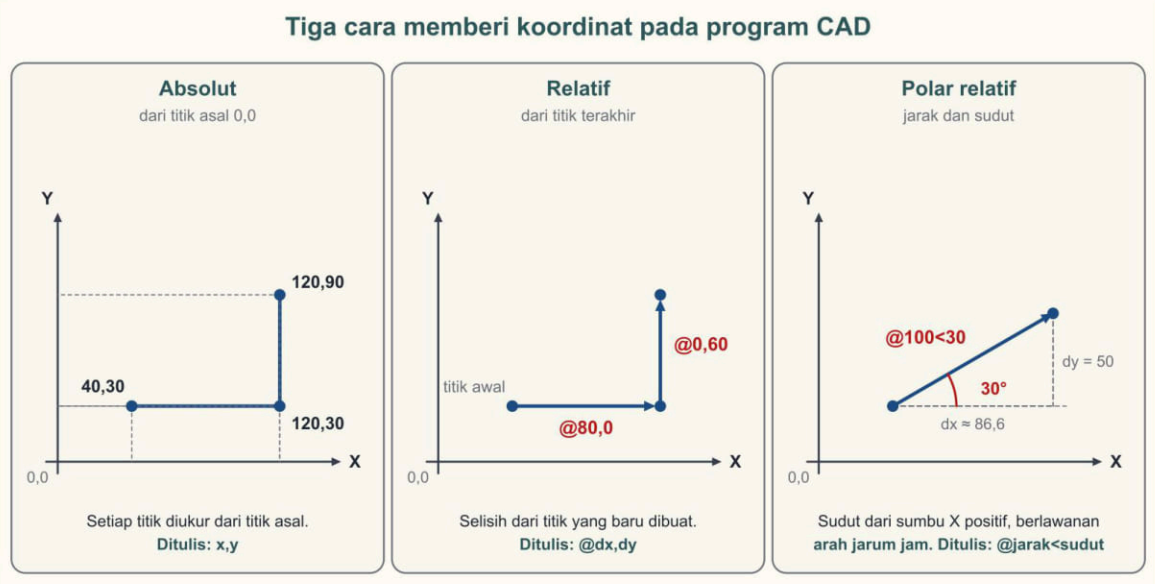
- **Ruang model** (*model space*): tempat benda digambar dengan **ukuran sebenarnya (skala 1:1)**. Bila benda panjangnya 800 mm, kamu menggambarnya 800 satuan. Satuan yang dipakai pada gambar fabrikasi hampir selalu **milimeter**.
- **Lembar kerja atau layout** (*paper space*): tempat gambar disusun di atas kertas dengan kepala gambar, tampilan, dan skala cetak. Skala mengecilkan atau membesarkan tampilan, tetapi tidak mengubah ukuran benda di ruang model.

Pegangan pertama: **gambar benda selalu 1:1 dan satuannya milimeter**, baru skala diatur saat dicetak. Menggambar dengan skala campur aduk membuat ukuran sulit dipercaya, lalu dikirim ke mesin dengan ukuran yang salah.

Program CAD juga menyediakan alat bantu ketelitian. **Mode ortogonal** (*ortho*) mengunci garis pada arah mendatar atau tegak. **Penangkap objek** (*object snap*) membuat penunjuk berhenti tepat di ujung, tengah, atau pusat objek, sehingga titik tidak hanya "kelihatannya" menyambung. Fitur-fitur ini membantu, tetapi pada akhirnya ketelitian ada di angka koordinat dan ukuran yang kamu ketik.

2. Koordinat: absolut, relatif, dan polar

Setiap titik di bidang gambar punya alamat, yaitu **koordinat**. Titik asalnya adalah 0,0. Sumbu X mendatar ke kanan, sumbu Y tegak ke atas. Gambar 3.23 memperlihatkan tiga cara menulis koordinat.



Gambar 3.23 Tiga cara memberi koordinat pada program CAD. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **Koordinat absolut** ditulis x,y dan diukur dari titik asal 0,0. Titik "120,90" selalu berada 120 satuan di kanan dan 90 satuan di atas titik asal, di mana pun garis sebelumnya berada.
2. **Koordinat relatif** ditulis dengan tanda @ di depan: @dx,dy. Angkanya adalah **selisih dari titik terakhir yang dibuat**. Bila titik terakhir ada di 40,30, maka @80,0 berarti titik 80 satuan di sebelah kanannya, yaitu 120,30. Angka negatif berarti ke kiri atau ke bawah. Cara

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

ini paling praktis untuk profil dengan ukuran sisi diketahui.

3. **Koordinat polar relatif** memakai jarak dan sudut. Ditulis dengan tanda @, jarak, tanda kurang-dari, lalu sudut (lihat bentuknya pada Gambar 3.23). Jarak diukur dari titik terakhir, dan **sudut diukur dari sumbu X positif berlawanan arah jarum jam**: 0° ke kanan, 90° ke atas, 180° ke kiri, 270° ke bawah. Cara ini dipakai untuk garis miring yang panjang dan sudutnya diketahui.

Polar dapat diubah menjadi relatif dengan trigonometri. Untuk jarak L pada sudut θ:

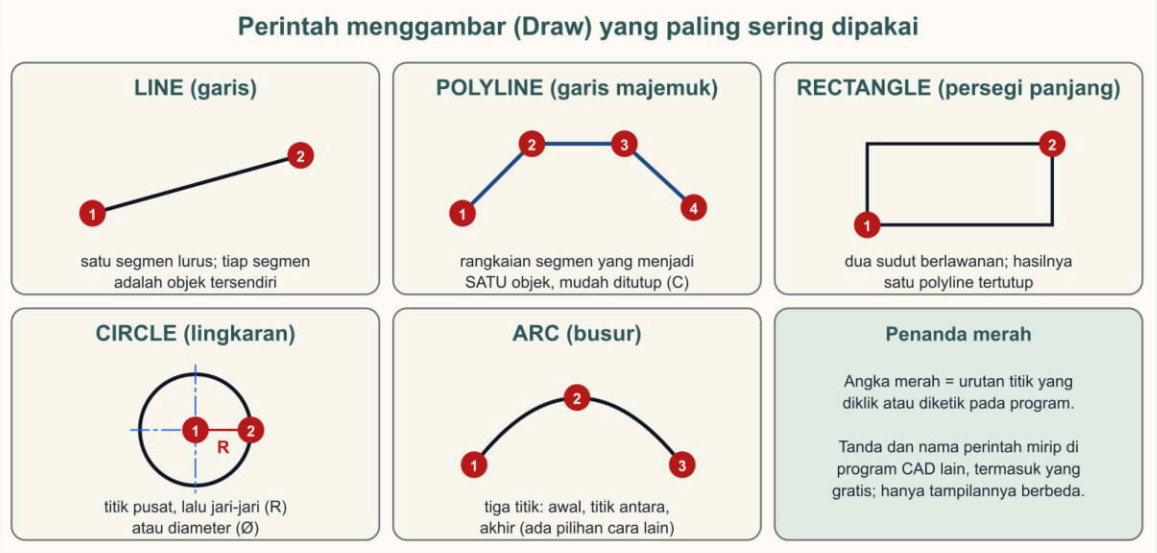
$$\Delta x = L\cos\theta \qquad \text{dan} \qquad \Delta y = L\sin\theta$$

Misalnya jarak 100 pada sudut 30°: $\Delta x = 100\cos 30^\circ \approx 86{,}6$ dan $\Delta y = 100\sin 30^\circ = 50$. Perhatikan arah: komponen mendatar memakai **kosinus**, komponen tegak memakai **sinus**, dan keduanya diukur dari sumbu X. Kesalahan klasik adalah menukar keduanya, atau mengukur sudut dari sumbu Y.

Terakhir, bila kamu menutup sebuah rangkaian garis dengan perintah **C** (*close*), program menarik satu garis dari titik terakhir kembali ke titik awal. Panjang garis penutup itu tidak kamu ketik. Ia ditentukan oleh posisi titik awal dan titik terakhir, dan ia sering ditanyakan.

3. Perintah menggambar (Draw)

Perintah menggambar membuat objek baru (Gambar 3.24).



Gambar 3.24 Lima perintah menggambar dasar beserta titik yang dimasukkan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **LINE** (garis): membuat segmen lurus; tiap segmen menjadi objek tersendiri.
- **POLYLINE** (garis majemuk): rangkaian segmen lurus dan busur yang menjadi **satu objek**. Polyline mudah ditutup, diberi ketebalan, dan diubah menjadi profil untuk perintah 3D.
- **RECTANGLE** (persegi panjang): dibuat dari dua sudut berlawanan; hasilnya satu polyline tertutup.
- **CIRCLE** (lingkaran): dibuat dari titik pusat dan jari-jari (atau diameter).
- **ARC** (busur): dibuat dari titik awal, titik antara, dan titik akhir, atau dengan cara lain sesuai

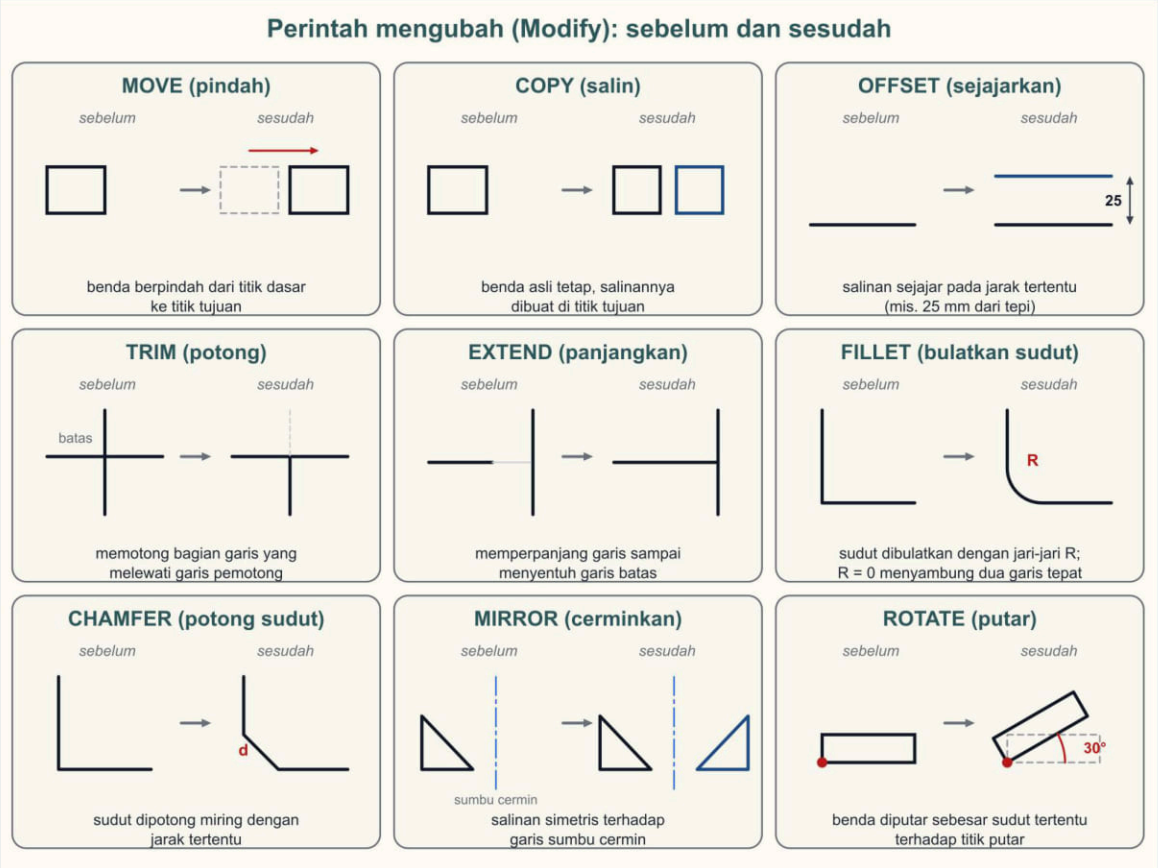
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

program.

Perbedaan LINE dan POLYLINE penting untuk potong CNC dan model 3D: sebuah kontur yang terdiri atas empat garis lepas dianggap empat objek, sedangkan polyline tertutup dianggap satu kontur.

4. Perintah mengubah gambar (Modify)

Hampir tidak ada gambar yang selesai hanya dengan perintah Draw. Perintah **Modify** mengubah objek yang sudah ada (Gambar 3.25).



Gambar 3.25 Sembilan perintah Modify: keadaan sebelum dan sesudah. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Perintah	Fungsi	Contoh pemakaian pada pelat
MOVE	memindahkan objek dari titik dasar ke titik tujuan	menggeser lubang ke posisi yang benar
COPY	menyalin objek; yang asli tetap	membuat lubang kembar berjarak sama
OFFSET	menyalin sejajar pada jarak tertentu	membuat garis 25 mm dari tepi pelat
TRIM	memotong bagian garis yang melewati garis pemotong	merapikan sudut dua garis yang saling melewati
EXTEND	memperpanjang garis sampai menyentuh garis batas	menyambung garis yang kurang panjang
FILLET	membulatkan sudut dengan jari-jari tertentu	membulatkan sudut pelat dengan R10
CHAMFER	memotong sudut miring dengan jarak tertentu	menghilangkan sudut tajam pelat
MIRROR	menyalin simetris terhadap garis sumbu cermin	membuat lubang kanan dari lubang kiri

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

ROTATE	memutar objek sebesar sudut tertentu terhadap titik putar	memiringkan bagian braket 30°

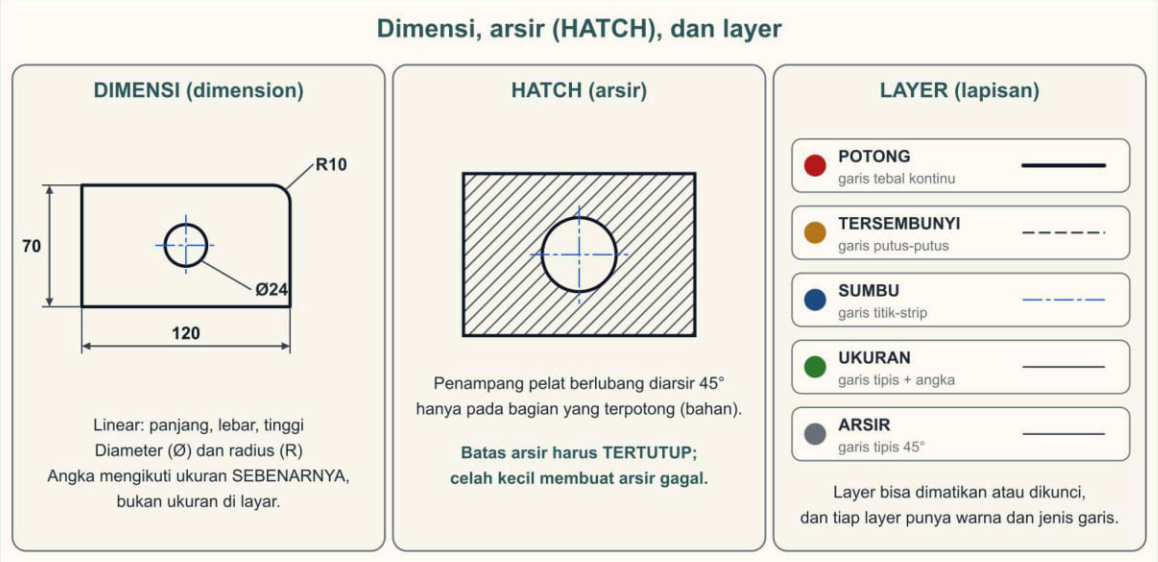
Beberapa catatan: **OFFSET** adalah perintah paling berguna pada gambar konstruksi karena menghasilkan garis sejajar dengan jarak tepat, tanpa menghitung koordinat. **FILLET dengan jari-jari 0** tidak membulatkan apa pun, tetapi menyambung dua garis tepat di sudutnya; ini cara cepat membereskan sudut yang tidak menutup. **MIRROR** menghemat banyak waktu dan menjamin kesimetrisan karena kedua sisi dijamin sama persis. Terakhir, **MOVE** dan **COPY** membutuhkan **titik dasar** (titik acuan) dan **titik tujuan**: jarak antara keduanya itulah yang menentukan perpindahan.

5. Dimensi, arsir, dan layer

Dimensi (*dimension*) menambahkan ukuran pada gambar: dimensi linear (panjang, lebar, tinggi), diameter (Ø), radius (R), dan sudut. Program mengukur objek lalu menuliskan angkanya. Karena itu **gambar harus benar dulu**; dimensi hanya menampilkan apa yang terukur. Angka dimensi menunjukkan ukuran sebenarnya benda, bukan ukuran layar.

HATCH (arsir) mengisi daerah tertutup dengan pola garis, biasanya garis miring 45°, untuk menandai bagian benda yang terpotong pada gambar penampang. Batas daerah harus **tertutup**. Celah kecil saja membuat arsir gagal atau meluber.

LAYER (lapisan) adalah cara mengelompokkan objek. Setiap layer punya nama, warna, jenis garis, dan tebal garis sendiri, dan dapat dimatikan, dibekukan, atau dikunci. Pada gambar fabrikasi biasanya ada layer untuk garis potong, garis tersembunyi, sumbu, ukuran, dan arsir (Gambar 3.26).



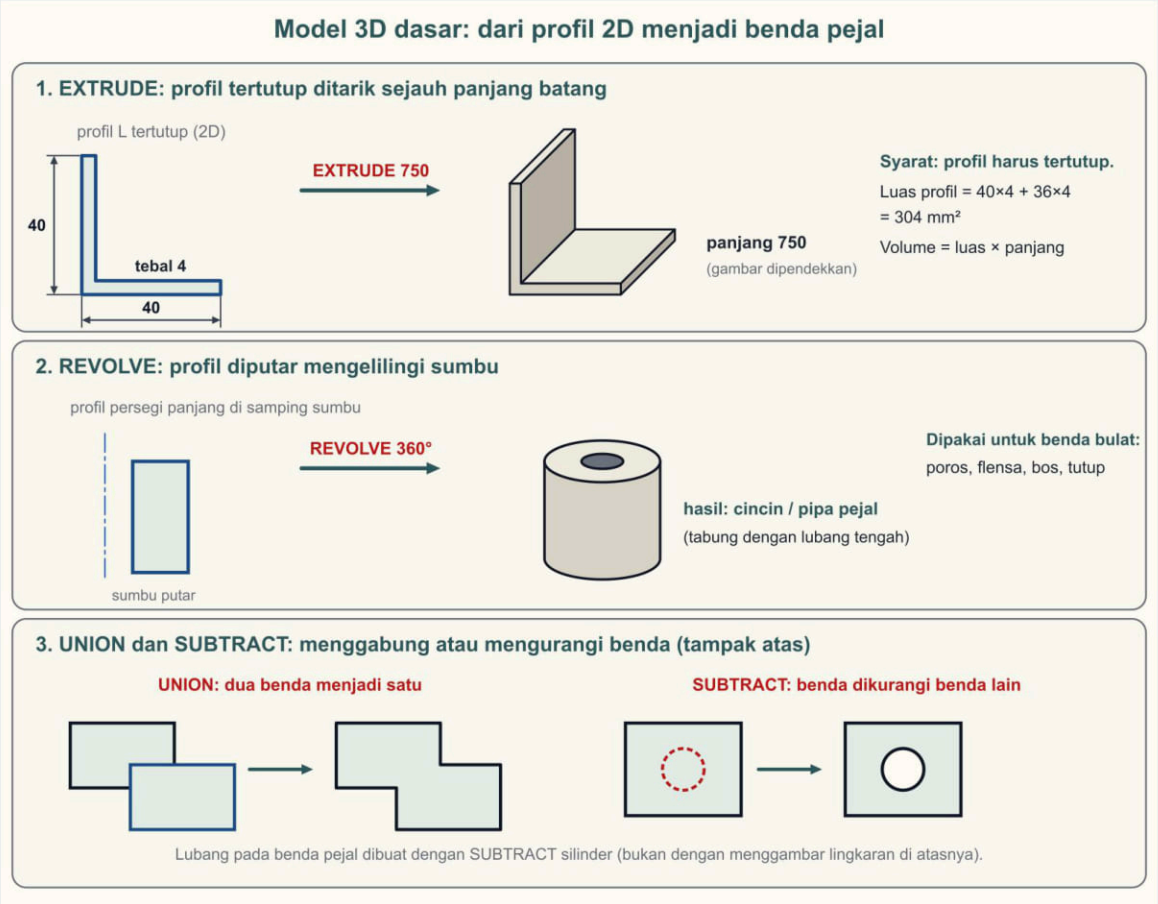
Gambar 3.26 Contoh dimensi, arsir pada penampang, dan daftar layer. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Layer sangat penting ketika gambar akan dikirim ke mesin potong: hanya layer yang berisi garis potong yang boleh diproses, sedangkan ukuran, sumbu, dan catatan dipisahkan ke layer lain.

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

6. CAD 3D dasar

Gambar 2D hanya menunjukkan bentuk dari satu arah. Pada **CAD 3D**, benda dibuat sebagai **benda pejal** (*solid*) yang punya volume, sehingga luas, volume, dan massanya dapat dihitung, dan kita dapat melihatnya dari arah mana saja. Cara paling umum membuat benda pejal adalah dari **profil 2D** yang diubah menjadi 3D (Gambar 3.27).



Gambar 3.27 EXTRUDE, REVOLVE, UNION, dan SUBTRACT. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **EXTRUDE** (tarik): menarik profil 2D **tertutup** sepanjang jarak tertentu sehingga menjadi benda pejal. Profil siku L yang diekstrusi sepanjang 750 mm menjadi baja siku sepanjang 750 mm. Jarak ekstrusi sama dengan panjang batang. Bila profil tidak tertutup, benda pejal tidak terbentuk.
- **REVOLVE** (putar): memutar profil mengelilingi sebuah sumbu. Cocok untuk benda bulat seperti poros, flensa, dan bos.
- **UNION** (gabung): menyatukan dua benda menjadi satu.
- **SUBTRACT** (kurangi): mengurangi satu benda dengan benda lain. Cara membuat lubang pada benda pejal adalah membuat silinder lalu mengurangkannya dari benda.
- **INTERSECT** (irisan): menyisakan bagian yang dimiliki bersama oleh dua benda.

Hubungan 2D dan 3D memudahkan hitungan. Pada benda hasil ekstrusi:

$$\text{volume} = \text{luas profil} \times \text{panjang ekstrusi}$$

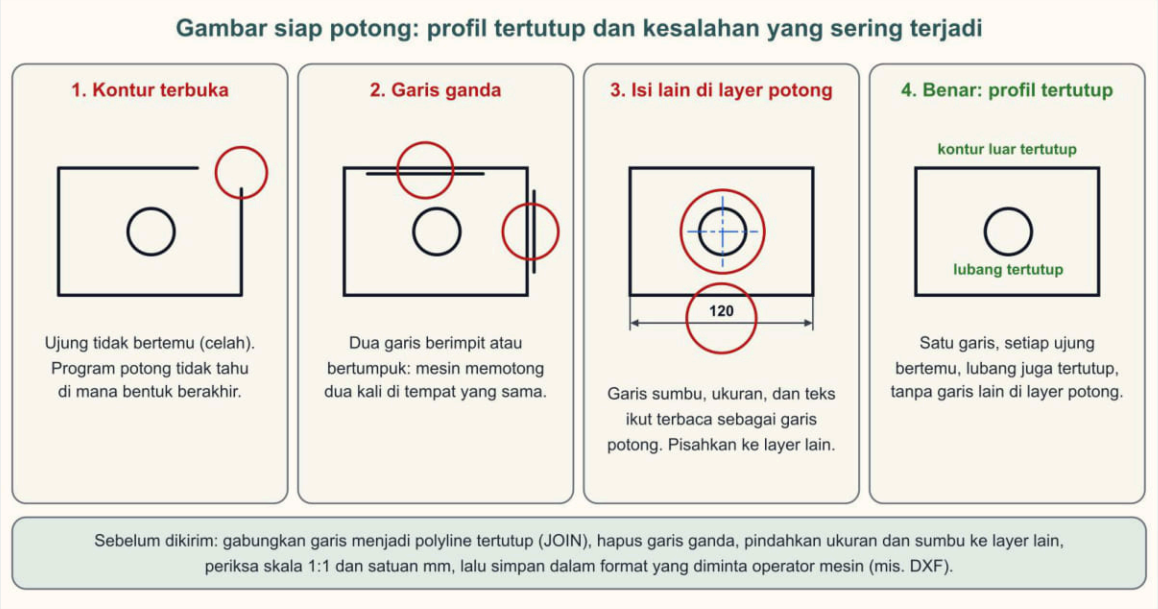
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

dan $\text{massa} = \text{volume} \times \text{massa jenis}$. Baja memiliki massa jenis sekitar 7,85 g/cm³ (1 cm³ = 1.000 mm³). Untuk profil L sama kaki dengan lebar kaki a dan tebal t (tanpa lengkungan sudut), cara aman menghitung luas adalah membagi profil menjadi dua persegi panjang **yang tidak bertumpuk**: satu berukuran $a \times t$ dan satu lagi $(a - t) \times t$. Luas $= at + (a - t)t$. Jangan menjumlahkan dua kaki penuh ($2at$), karena pojok persegi $t \times t$ akan terhitung dua kali.

Model 3D juga dapat dibuat lebih rinci, misalnya dengan lubang, takik, dan lengkungan, tetapi urutan dasarnya sama: profil tertutup, bentuk 3D, lalu tambah atau kurangi.

7. Gambar untuk mesin potong plasma dan CNC

Mesin potong plasma atau CNC membaca garis pada gambar sebagai **lintasan potong**. Karena itu gambar yang dikirim harus bersih (Gambar 3.28).



Gambar 3.28 Profil tertutup yang benar dan tiga kesalahan yang sering terjadi pada gambar siap potong. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Educational Institutions

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

Syaratnya:

1. **Profil tertutup.** Kontur luar dan setiap lubang berupa lintasan yang berujung bertemu dengan pangkalnya. Ujung yang tidak bertemu membuat program tidak tahu di mana bentuk berakhir, dan benda tidak terlepas dari pelat.
2. **Tanpa garis ganda.** Dua garis yang berimpit akan dipotong dua kali, sehingga memboroskan waktu, merusak tepi, atau menimbulkan kesalahan program.
3. **Hanya garis potong di layer potong.** Garis sumbu, dimensi, teks, dan garis bantu dipindahkan ke layer lain agar tidak ikut terpotong.
4. **Skala 1:1 dan satuan milimeter.** Ukuran di file harus sama dengan ukuran benda jadi.
5. **Kompensasi lebar sayatan** (*kerf*) biasanya diatur di program mesin, bukan dengan menggeser garis pada gambar. Tanyakan operator mesin.
6. **Format berkas** mengikuti permintaan operator, misalnya DXF.

Sebelum dikirim, biasakan memeriksa: gabungkan garis menjadi polyline tertutup, hapus garis ganda, ukur luas bentuk (bila luasnya bisa dihitung, berarti kontur tertutup), dan lihat sekali lagi kontur dalam tampilan sederhana. Pemeriksaan lima menit ini lebih murah daripada satu lembar pelat yang salah potong. Di bengkel, ikuti selalu arahan guru atau pengawas dan petunjuk alat pada saat mengoperasikan mesin potong.

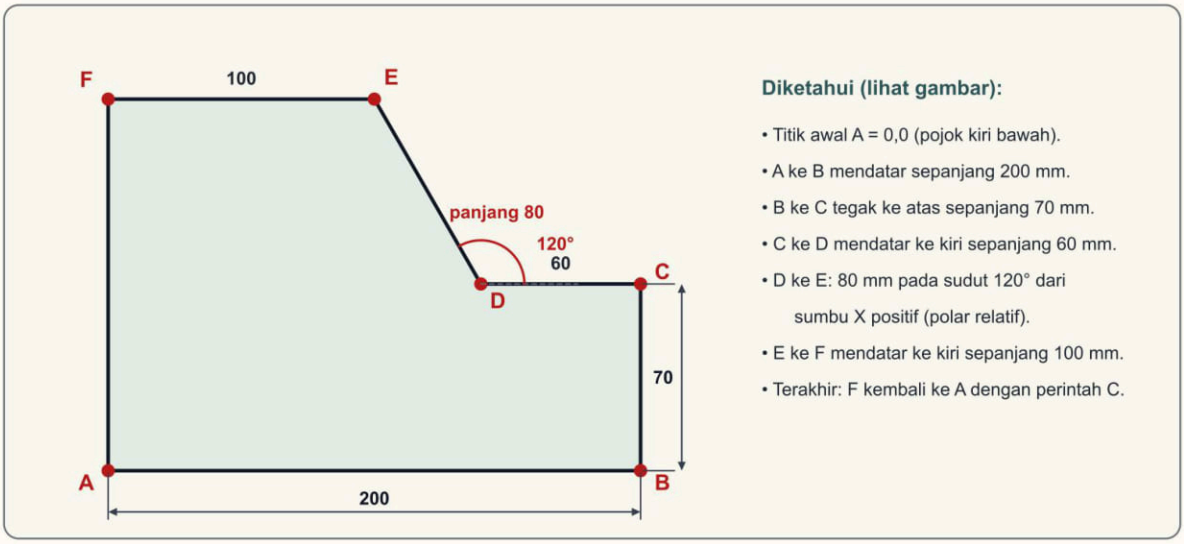
CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Menyusun urutan koordinat profil pelat dudukan

Pada 2027, Zulfa, penggambar di bengkel milik Bu Citra, harus menggambar profil pelat dudukan pompa (Gambar 3.29) untuk dipotong dengan mesin plasma. Ia memakai perintah LINE mulai dari titik 0,0. Susunlah urutan koordinatnya dengan relatif dan polar, tentukan titik absolut setiap sudut, dan hitung panjang sisi penutup yang dibuat perintah C. *(Kasus fiktif.)*

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

Contoh 1: profil pelat dudukan yang akan digambar dengan LINE



Gambar 3.29 Profil pelat dudukan dengan titik A sampai F (ukuran dalam mm). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **Titik A.** Mulai dari 0,0.
2. **A ke B (mendatar 200 mm ke kanan):** relatif @200,0 → B = (200, 0).
3. **B ke C (tegak 70 mm ke atas):** @0,70 → C = (200, 70).
4. **C ke D (mendatar 60 mm ke kiri):** @-60,0 → D = (140, 70).
5. **D ke E (80 mm pada 120°):** polar relatif. $\Delta x = 80\cos 120^\circ = -40$ dan $\Delta y = 80\sin 120^\circ \approx 69{,}28$. Maka E = (140 − 40, 70 + 69,28) = (100; 139,28).
6. **E ke F (mendatar 100 mm ke kiri):** @-100,0 → F = (0; 139,28).
7. **Tutup dengan C.** Garis dari F (0; 139,28) kembali ke A (0, 0) mendatar-tegak: panjangnya 139,28 − 0 = **139,28 mm**. Ia tegak, karena F dan A memiliki x yang sama.
8. **Periksa.** Sudut D–E arahnya ke kiri-atas (120° dari sumbu X positif), sesuai gambar. Profil kembali ke titik awal, jadi tertutup.

Jawaban: urutan @200,0 → @0,70 → @-60,0 → polar 80 pada 120° → @-100,0 → C; sisi penutup F–A tegak sepanjang 139,28 mm.

Contoh 2 — Memilih perintah Modify untuk lima tugas

Pada 2026, Dimas, magang di bengkel Pak Gunawan, mengerjakan gambar dudukan dan menerima lima tugas dari mandor. Ia harus memilih perintah Modify yang paling tepat untuk tiap tugas dan menyebut satu hal yang perlu diwaspadai. *(Kasus fiktif.)*

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

No.	Tugas	Perintah	Alasan dan yang diwaspadai
1	Membuat garis sejajar tepi luar pelat pada jarak 25 mm	OFFSET	Menghasilkan garis sejajar dengan jarak tepat; pastikan arah offset (ke dalam atau ke luar) benar.
2	Dua garis saling melewati di sudut pelat dan harus rapi	TRIM	Memotong bagian yang melewati garis pemotong; pilih garis pemotong yang benar. (FILLET jari-jari 0 juga menyelesaikan masalah ini.)
3	Membulatkan keempat sudut pelat dengan jari-jari 10 mm	FILLET	Isi jari-jari 10; bila jari-jari lebih besar daripada sisi yang tersedia, perintah gagal.
4	Menyalin lubang kiri ke sisi kanan secara simetris terhadap sumbu tengah	MIRROR	Menjamin posisi simetris; pilih dua titik sumbu cermin yang tepat dan jangan menghapus objek asli.
5	Memiringkan bagian braket sebesar 30° terhadap titik tumpunya	ROTATE	Titik putar harus titik tumpu; sudut positif berlawanan arah jarum jam.

Hasil pemeriksaan: setiap tugas dijawab oleh perintah yang fungsinya memang sesuai. Tugas 1 tidak boleh dikerjakan dengan menghitung koordinat satu per satu, dan tugas 5 tidak boleh dikerjakan dengan menggambar ulang.

Jawaban: OFFSET, TRIM (atau FILLET jari-jari 0), FILLET, MIRROR, dan ROTATE.

Contoh 3 — Memodelkan baja siku 40 × 40 × 4 mm dengan dua lubang

Pada 2027, Wardana harus membuat model 3D baja siku sama kaki dengan lebar kaki 40 mm, tebal 4 mm, panjang 750 mm (tanpa lengkungan sudut) untuk menaksir bahan. Pada kaki mendatar ada dua lubang Ø10 mm yang menembus tebal 4 mm. Susun langkah pemodelannya, lalu hitung volume dan massa baja (7,85 g/cm³). *(Kasus fiktif.)*

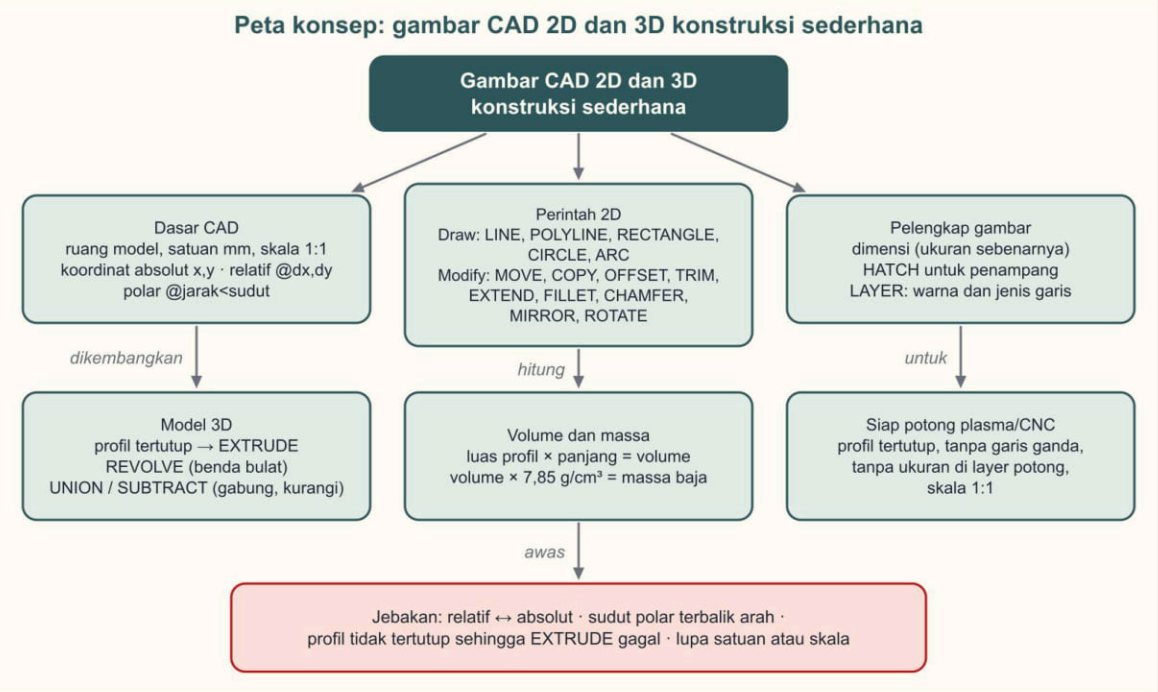
1. **Gambar profil L dengan LINE dan koordinat relatif**, mulai dari 0,0: @40,0 → @0,4 → @-36,0 → @0,36 → @-4,0 → C. Perintah C menutup profil dengan garis dari (0, 40) ke (0, 0).
2. **Pastikan profil tertutup.** Gabungkan garis menjadi satu polyline tertutup (program lain menyebutnya region atau wire). Tanpa langkah ini EXTRUDE tidak membentuk benda pejal.
3. **Hitung luas profil.** Bagi menjadi dua persegi panjang yang tidak bertumpuk: 40 × 4 = 160 mm² dan (40 − 4) × 4 = 144 mm². Luas = 304 mm².
4. **EXTRUDE profil sejauh 750 mm.** Volume = 304 × 750 = 228.000 mm³ = 228 cm³.
5. **Buat dua silinder Ø10** yang tinggi ekstrusinya cukup (misalnya 10 mm) dan **SUBTRACT** dari baja siku. Volume satu lubang yang menembus tebal 4 mm = $\pi \times 5^2 \times 4 \approx 314{,}16$ mm³; dua lubang = 628,32 mm³.
6. **Volume bersih:** 228.000 − 628,32 ≈ 227.371,7 mm³ = 227,37 cm³.
7. **Massa:** 227,37 × 7,85 ≈ 1.784,9 g, sekitar 1,78 kg.
8. **Periksa kewajaran.** Tanpa lubang massanya 228 × 7,85 = 1.789,8 g; lubang hanya mengurangi sekitar 5 g, wajar karena lubangnya kecil.

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

Jawaban: luas profil 304 mm^2, volume bersih sekitar 227,4 cm^3, massa sekitar 1,78 kg. Profil L harus tertutup agar EXTRUDE berhasil.

❖ PETA KONSEP

Gambar 3.30 merangkum konsep gambar CAD 2D dan 3D untuk konstruksi sederhana.



Gambar 3.30 Peta konsep gambar CAD 2D dan 3D konstruksi sederhana. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- Gambar benda di **ruang model dengan skala 1:1 dan satuan milimeter**; skala cetak diatur di layout.
- **Absolut** x,y dari titik asal; **relatif** @dx,dy dari titik terakhir; **polar relatif** memakai jarak dan sudut yang diukur dari sumbu X positif berlawanan arah jarum jam. Komponennya: $\Delta x = L\cos\theta, \Delta y = L\sin\theta$.
- **C** menutup rangkaian garis kembali ke titik awal; panjang garis penutup ditentukan posisi titik awal dan titik terakhir.
- Perintah Draw: LINE, POLYLINE, RECTANGLE, CIRCLE, ARC. Perintah Modify: MOVE, COPY, OFFSET, TRIM, EXTEND, FILLET, CHAMFER, MIRROR, ROTATE.
- **EXTRUDE** menarik profil **tertutup**; volume = luas profil × panjang; **REVOLVE** untuk benda bulat; **UNION** menggabung, **SUBTRACT** mengurangi (membuat lubang).
- Gambar siap potong: **profil tertutup, tanpa garis ganda, hanya garis potong di layer potong, skala 1:1**.

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

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal CAD:

1. **Tentukan titik awal** dan **titik terakhir** sebelum membaca tiap perintah.
2. **Hitung titik demi titik**: koordinat relatif ditambahkan ke titik terakhir, koordinat absolut menggantikannya.
3. **Untuk polar**, ubah ke dx dan dy dengan kosinus dan sinus, lalu perhatikan arah sudut.
4. **Untuk C**, hitung garis dari titik terakhir ke titik awal.
5. **Untuk 3D**, periksa dulu apakah profil tertutup, baru hitung luas dan volume.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Relatif tertukar dengan absolut**: mengira @x,y adalah koordinat dari titik asal.
- **Arah sudut polar terbalik**: sudut diukur dari sumbu X positif berlawanan arah jarum jam, bukan dari sumbu Y atau searah jarum jam.
- **Sinus dan kosinus tertukar**: komponen mendatar memakai kosinus.
- **Garis penutup dikira sama dengan sisi terakhir yang diketik**; padahal ia ditentukan titik awal dan titik terakhir.
- **Profil tidak tertutup**, sehingga EXTRUDE gagal atau tidak menghasilkan benda pejal.
- **Luas profil siku dihitung dengan dua kaki penuh**, sehingga pojok terhitung dua kali.
- **Tinggi ekstrusi diisi lebar kaki** padahal seharusnya panjang batang.
- **Lupa satuan atau skala**, sehingga ukuran file tidak sama dengan ukuran benda.

> Contoh salah tafsir: Seorang siswa menggambar LINE dari 0,0 lalu mengetik @120,0 dan @0,60. Ia mengira titik kedua adalah 120,0 dan titik ketiga adalah 0,60 (dari titik asal). Padahal tanda @ membuat angka dihitung dari titik terakhir: titik kedua 120,0 dan titik ketiga (120, 60). Bila tanda @ dihilangkan, barulah 0,60 dibaca sebagai titik absolut.

Educational Institutions

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut meminta kamu menghitung panjang garis penutup perintah C dari urutan koordinat relatif. Tulis titik demi titik dari 0,0, lalu hitung garis dari titik terakhir ke titik awal.

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

►. Laras menggambar profil pelat dudukan mesin di program CAD 2D untuk dipotong dengan mesin plasma (2027). Ia memakai perintah LINE mulai dari titik 0,0 lalu berturut-turut mengetik @300,0 → @0,150 → @-120,0 → @0,-70 → @-180,0, dan diakhiri perintah C (close). Operator plasma menanyakan panjang sisi terakhir yang dibuat perintah C. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Panjang sisi terakhir tersebut adalah ....

A. 70 mm
B. 80 mm
C. 120 mm
D. 150 mm
E. 180 mm

Pembahasan **Kunci: B**

Konsep: Koordinat relatif @x,y menggeser titik dari titik terakhir. Perintah C (close) menarik garis dari titik terakhir kembali ke titik awal.

Langkah:
1. 0,0 → 300,0 → 300,150 → 180,150 → 180,80 → 0,80.
2. C menghubungkan 0,80 ke 0,0 → panjang 80 mm.

Analisis setiap opsi:
- **A.** ✗ Mengambil angka @0,-70 sebagai sisi terakhir; 70 adalah turunnya garis keempat.
- **B.** ✓ Titik terakhir 0,80 ke titik awal 0,0 = 80 mm.
- **C.** ✗ Mengambil panjang sisi @-120,0.
- **D.** ✗ Jebakan: menganggap profil berbentuk persegi panjang penuh setinggi 150 mm.
- **E.** ✗ Mengambil panjang sisi @-180,0 yang dibuat sebelum perintah C.

Jawaban: B.

NEXT LEVEL STUDY

✎ LATIHAN

Pada setiap soal, tentukan titik awal, hitung titik demi titik, dan periksa apakah profil tertutup sebelum menghitung ukuran. Soal pertama memakai koordinat polar, soal kedua tentang model 3D batang siku.

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

1. Dewi menggambar batang penopang miring kanopi di program CAD 2D pada 2027. Ia memulai garis dari titik tumpuan bawah dan mengetik @250<30 sehingga garis sepanjang 250 mm membentuk sudut 30° terhadap sumbu X positif. Juru las perlu tahu seberapa tinggi ujung atas penopang dari titik tumpuan bawah untuk memasang dudukannya (sin 30° = 0,5; cos 30° ≈ 0,866).
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Beda tinggi kedua ujung penopang adalah ....

A. 125 mm
B. 144 mm
C. 217 mm
D. 250 mm
E. 433 mm

2. Asep membuat model 3D batang siku sama kaki 50 × 50 × 5 mm sepanjang 600 mm di program CAD pada 2027. Ia menggambar profil L (lebar kaki 50 mm, tebal 5 mm, tanpa lengkungan sudut) di bidang 2D, lalu memakai perintah EXTRUDE untuk menjadikannya benda pejal. Model itu dipakai untuk memperkirakan bahan.
(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. Profil L harus berupa garis tertutup agar dapat diekstrusi menjadi benda pejal.
☐ B. Luas penampang profil L adalah 50 × 5 + 45 × 5 = 475 mm^2.
☐ C. Luas penampang profil L adalah 2 × 50 × 5 = 500 mm^2 karena kedua kakinya sama panjang.
☐ D. Volume model batang siku adalah 475 × 600 = 285.000 mm^3.
☐ E. Tinggi ekstrusi diisi 50 mm agar sesuai lebar kaki siku.

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

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

✔ PERIKSA DIRI

- Bagaimana kamu menentukan panjang garis yang dibuat perintah C pada akhir sebuah rangkaian garis?
- Apa syarat sebuah profil dapat diubah menjadi benda pejal dengan EXTRUDE, dan bagaimana menghitung volumenya?
- **Yang harus kuingat:** relatif dihitung dari titik terakhir; polar memakai kosinus untuk dx dan sinus untuk dy dari sumbu X positif berlawanan arah jarum jam; C menutup kembali ke titik awal; profil harus tertutup; volume = luas profil × panjang.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 3.4: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktpfl&node=SMKTPFL-3.4

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

Kuis Akhir Bab 3

SMKTPFL-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.

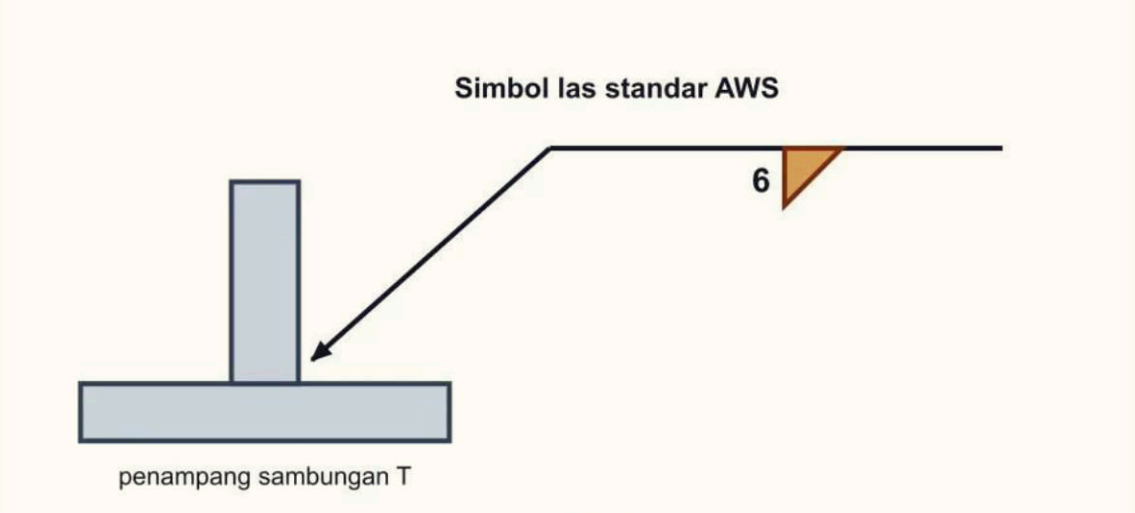
next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktpfl&node=SMKTPFL-KB3

1. Eko, siswa magang di sebuah bengkel konstruksi, menerima gambar kerja pagar besi berisi beberapa simbol las (2027). Ia bertanya kepada pembimbingnya bagian simbol mana yang menunjukkan sambungan yang harus dilas.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Jawaban pembimbing yang paling tepat adalah ....

A. Ekor simbol, karena ekor memuat nama sambungan yang akan dilas
B. Kepala panah, karena panah menyentuh sambungan yang dimaksud
C. Garis referensi, karena garis itu digambar tepat di atas sambungan
D. Angka ukuran di kiri simbol, karena angka itu menunjuk benda kerja
E. Bentuk simbol dasar, karena bentuknya meniru sambungan sebenarnya

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

2. Gambar di bawah memperlihatkan penampang sambungan T dan simbol las standar AWS yang ditulis pada gambar kerja sebuah braket (2027). Panah menyentuh sudut kanan sambungan, yaitu sudut antara sisi kanan batang tegak dan pelat mendatar.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pekerjaan las yang diminta oleh simbol itu adalah ....



A. Las sudut kaki 6 mm hanya di sudut kiri sambungan, karena segitiga ada di bawah garis
B. Las sudut kaki 6 mm di kedua sudut sambungan, karena panah menyentuh sambungan T
C. Las sudut kaki 6 mm di sudut kanan, dan sudut kiri dilas bila sempat
D. Las sudut kaki 6 mm hanya di sudut kanan (sisi panah), sudut kiri tidak dilas
E. Las alur 6 mm pada sambungan, karena simbol berbentuk segitiga

3. Seorang guru menerangkan jenis sambungan (tumpul, T, sudut, tumpang, tepi) dan jenis las (alur, sudut, sumbat) kepada siswa kelas XI yang akan membaca gambar kerja pada 2027.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

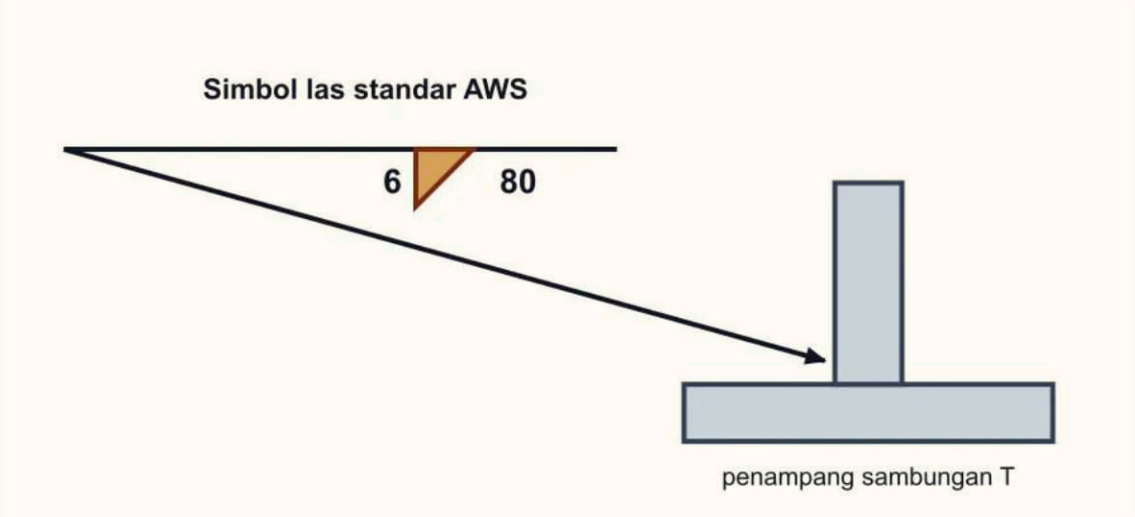
Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Las alur berbentuk V dipakai pada sambungan tumpul pelat tebal agar logam las dapat menembus sampai dasar sambungan.	○	○
Sambungan T tidak pernah dapat dilas dengan las sudut; harus selalu dengan las alur.	○	○
Sambungan tumpang umumnya dilas dengan las sudut di tepi pelat yang bertumpuk.	○	○

4. Gambar di bawah memperlihatkan simbol las standar AWS pada gambar kerja sebuah tangga baja (2027). Panah menyentuh sudut kiri sambungan T.

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

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Arti simbol itu adalah ....



A. Las sudut kaki 80 mm sepanjang 6 mm di sudut kanan sambungan
B. Las sudut kaki 6 mm sepanjang 80 mm di sudut kanan sambungan
C. Las sudut kaki 6 mm dan 80 mm di kedua sudut sambungan
D. Las alur sedalam 6 mm sepanjang 80 mm di sudut kiri sambungan
E. Las sudut kaki 6 mm sepanjang 80 mm di sudut kiri sambungan

5. Kelompok siswa menyusun ringkasan aturan simbol las AWS untuk bengkel sekolah pada 2027 dan mencocokkannya dengan beberapa gambar kerja.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang sesuai dengan aturan AWS adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Simbol di bawah garis referensi menunjukkan las pada sisi panah
☐ B. Lingkaran kecil pada pertemuan panah dan garis referensi menandakan las dikerjakan di lapangan
☐ C. Ukuran las sudut ditulis di kiri simbol, dan panjang las ditulis di kanan simbol
☐ D. Bendera kecil pada pertemuan panah dan garis referensi menandakan las lapangan
☐ E. Simbol di atas garis referensi menunjukkan las pada sisi panah

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

6. Bengkel Pak Heri menerima gambar kerja dari pelanggan Eropa yang memakai simbol las ISO 2553 Sistem A (garis referensi ganda), padahal juru lasnya terbiasa dengan AWS (2027). Mandor meminta mereka mencatat perbedaan penulisannya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

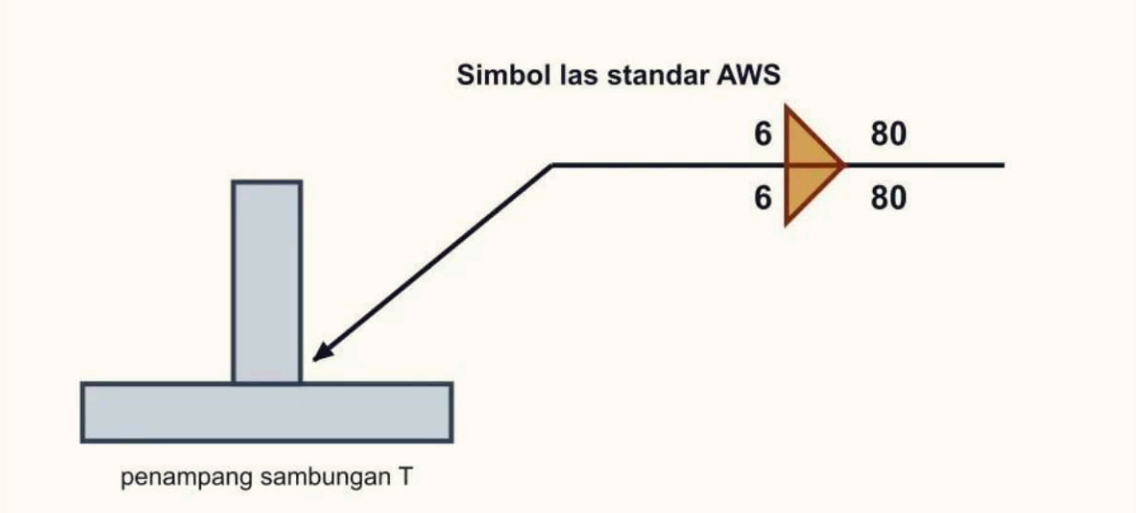
☐ A. ISO 2553 Sistem A memakai garis referensi ganda, yaitu satu garis penuh dan satu garis putus-putus
☐ B. Simbol yang ditulis pada garis penuh menunjukkan las pada sisi panah
☐ C. Simbol yang ditulis di atas garis referensi selalu menunjukkan sisi lain seperti pada AWS
☐ D. Huruf a pada ukuran las sudut ISO menyatakan panjang kaki las
☐ E. Ukuran las sudut pada ISO ditulis dengan huruf a (leher) atau z (kaki) di depan angkanya

7. Gambar kerja ISO 2553 Sistem A pada sebuah rangka menulis ukuran las sudut sama kaki "a5" (2027). Juru las Tegar biasanya mengelas dengan kaki yang diukur pada welding gauge. Untuk las sudut sama kaki, kaki z ≈ 1,414 × a.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Panjang kaki las yang paling sesuai untuk memenuhi "a5" adalah ....

A. sekitar 7 mm, karena kaki ≈ 1,414 × 5
B. 5 mm, karena angka pada simbol selalu panjang kaki
C. sekitar 3,5 mm, karena kaki ≈ 0,707 × 5
D. 10 mm, karena kaki = 2 × leher
E. 6 mm, karena angka genap lebih mudah diukur

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

8. Gambar di bawah memperlihatkan simbol las standar AWS pada gambar kerja dudukan mesin (2027). Simbol ada di atas dan di bawah garis referensi dengan ukuran yang sama. Panah menyentuh sudut kanan sambungan T. Juru las menafsirkan simbol itu untuk menghitung pekerjaan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penafsiran yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)



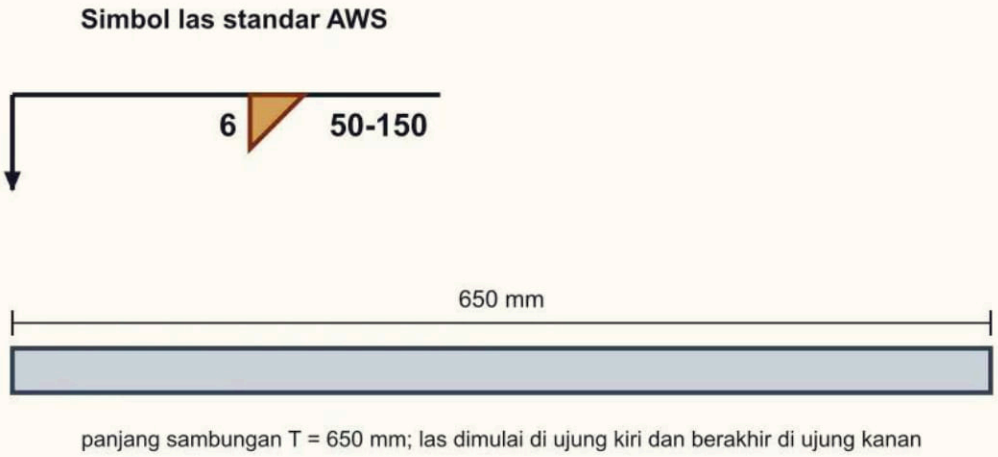
Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Las dikerjakan di kedua sisi sambungan
☐ B. Las dikerjakan hanya di sisi panah karena panah hanya satu
☐ C. Kaki setiap las sudut adalah 6 mm
☐ D. Panjang las seluruhnya hanya 80 mm karena angka 80 hanya ditulis satu kali
☐ E. Panjang las seluruhnya 160 mm, yaitu 80 mm di tiap sisi

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

9. Gambar di bawah memperlihatkan simbol las sudut putus-putus AWS dan sambungan T sepanjang 650 mm pada gambar kerja sebuah rangka (2027). Tulisan "50-150" di kanan simbol berarti panjang tiap segmen 50 mm dengan jarak sumbu (pusat ke pusat) antarsegmen 150 mm. Segmen pertama dimulai di ujung kiri sambungan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Jumlah segmen dan panjang las seluruhnya adalah ....



A. 5 segmen, panjang las seluruhnya 750 mm, karena 5 × 150 mm
B. 4 segmen, panjang las seluruhnya 200 mm, karena 650 ÷ 150 dibulatkan ke bawah
C. 5 segmen, panjang las seluruhnya 250 mm, karena 5 × 50 mm
D. 6 segmen, panjang las seluruhnya 300 mm, karena 650 ÷ 100
E. 1 segmen menerus sepanjang 650 mm, karena sambungannya 650 mm

10. Bayu membaca gambar kerja kotak panel dari pelat baja yang kepala gambarnya bertanda proyeksi Eropa (kuadran I) (2027). Pandangan depan sudah ia temukan di tengah lembar. Ia mencari pandangan samping kiri benda.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Dalam proyeksi Eropa, pandangan samping kiri digambar di ....

A. sebelah kiri pandangan depan, karena dilihat dari sisi kiri benda
B. atas pandangan depan, karena benda dilihat dari atas pada gambar
C. bawah pandangan depan, karena benda dilihat dari arah samping
D. sebelah kanan pandangan depan, berseberangan dengan sisi yang dilihat
E. di mana saja karena letak pandangan tidak diatur dalam standar

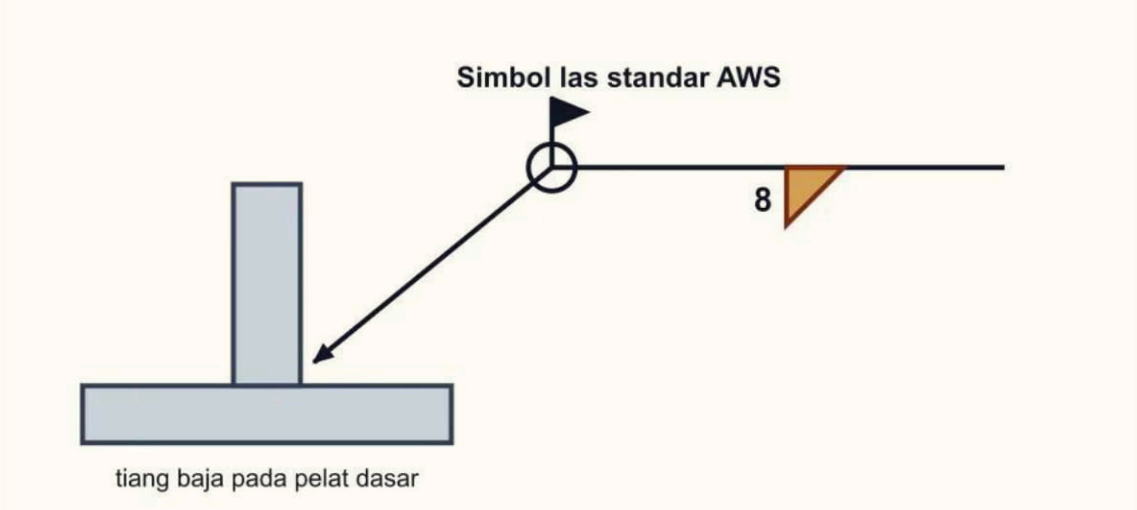
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

11. Regu siswa menelaah gambar kerja rangka baja pada 2027 dan mencocokkan jenis garis dengan artinya. Gambar memuat garis tebal menerus, garis putus-putus (gores), garis titik-gores tipis, dan garis tipis menerus.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pasangan jenis garis dan artinya yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Garis tebal menerus menunjukkan tepi benda yang tampak
☐ B. Garis putus-putus (gores) menunjukkan tepi benda yang tersembunyi di balik permukaan
☐ C. Garis titik-gores tipis menunjukkan garis ukur beserta angka ukurannya
☐ D. Garis titik-gores tipis menunjukkan garis sumbu atau garis simetri benda
☐ E. Garis tipis menerus menunjukkan tepi benda yang tidak terlihat dari depan

12. Gambar di bawah memperlihatkan simbol AWS pada sambungan antara tiang baja dan pelat dasar untuk sebuah rangka tandon (2027). Pada pertemuan panah dengan garis referensi tergambar sebuah lingkaran kecil dan sebuah bendera kecil.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tafsiran yang paling tepat adalah ....



A. Las sudut kaki 8 mm hanya di satu sisi tiang, dikerjakan di bengkel
B. Las sudut kaki 8 mm di sekeliling tiang, dikerjakan di lapangan
C. Las alur 8 mm di sekeliling tiang, dikerjakan di bengkel pembuat rangka
D. Las sudut kaki 8 mm di dua tempat saja, karena ada lingkaran dan bendera
E. Las sudut kaki 8 mm sepanjang 8 mm di sekeliling tiang tersebut

13. Gambar kerja sebuah dudukan menetapkan las alur V dengan sudut kampuh 60° dan celah akar 2 mm pada sambungan tumpul dua pelat baja 10 mm (2027). Wahyu, fitter di bengkel konstruksi, harus menyiapkan tepi kedua pelat sebelum dilas. Sudut kampuh pada simbol AWS adalah sudut gabungan kedua sisi miring.

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

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

A. Memiringkan tepi hanya pada satu pelat sebesar 60°, pelat lain dibiarkan lurus
B. Memiringkan tepi kedua pelat masing-masing 60° agar sudut kampuh 120°
C. Memiringkan tepi kedua pelat masing-masing 15° agar sudut kampuh 30°
D. Meluruskan tepi kedua pelat dan membuka celah akar 6 mm untuk menggantikan kampuh
E. Memiringkan tepi kedua pelat masing-masing 30° dan menyisakan celah akar 2 mm

14. Simbol pada gambar kerja sebuah rak menuntut las sudut kaki 6 mm di kedua sisi sambungan T sepanjang 400 mm menerus pada tiap sisi (2027). Menurut data contoh pabrik, satu batang elektroda menghasilkan sekitar 250 mm las sudut kaki 6 mm. Bengkel membeli elektroda per batang.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Jumlah batang elektroda minimal yang dibutuhkan adalah ....

A. 4 batang, karena panjang las 800 mm dan 800 ÷ 250 = 3,2 dibulatkan ke atas
B. 2 batang, karena hanya satu sisi yang dihitung, yaitu 400 ÷ 250 = 1,6 batang
C. 3 batang, karena 800 ÷ 250 = 3,2 lalu dibulatkan ke bawah menjadi 3 batang
D. 5 batang, karena panjang las seluruhnya dianggap sebesar 1.000 mm
E. 8 batang, karena tiap sisi dianggap memerlukan 4 batang sendiri

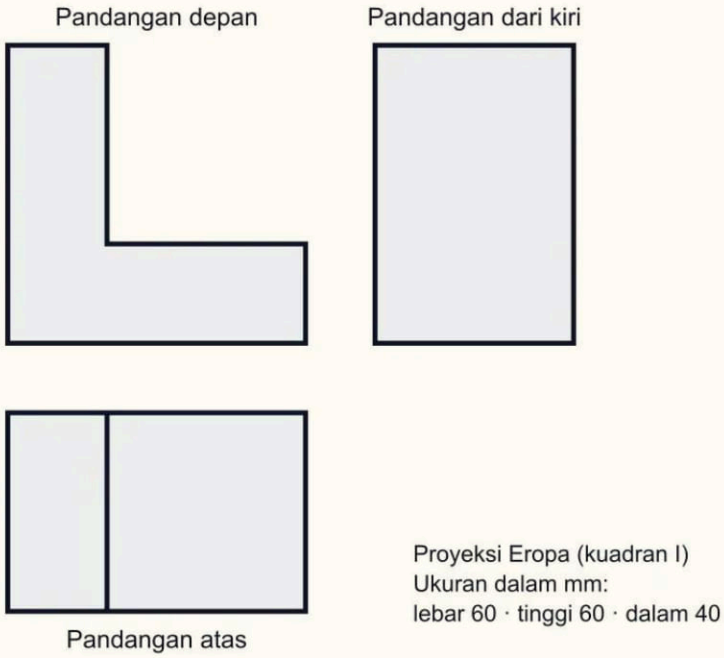
15. Gambar kerja rangka meja menuntut las sudut kaki 6 mm di kedua sisi sambungan T sepanjang 300 mm (simbol di atas dan di bawah garis referensi dengan angka 6 dan 300). Pemeriksa membandingkan hasil kerja Gilang dengan gambar pada 2027.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Bila Gilang hanya mengelas satu sisi sambungan, hasilnya tidak sesuai karena simbol meminta kedua sisi.	○	○
Bila kaki las terukur 4 mm di kedua sisi, hasilnya tetap sesuai karena panjang lasnya 300 mm.	○	○
Bila las dibuat 300 mm di tiap sisi dengan kaki 6 mm, hasilnya sesuai dengan simbol.	○	○

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

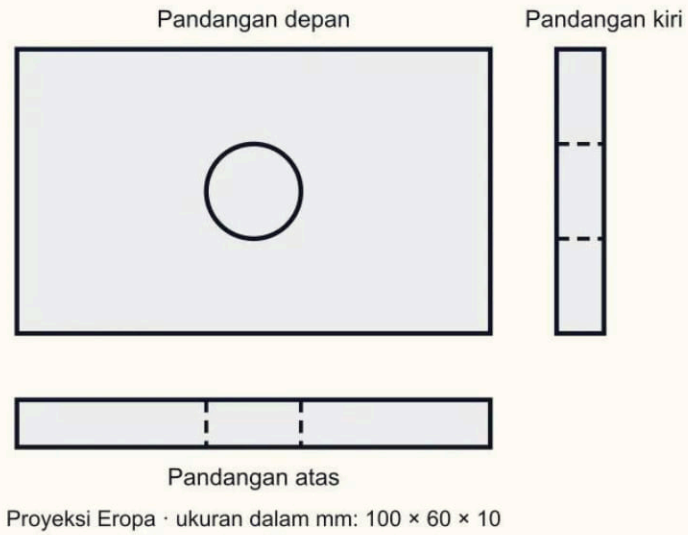
16. Gambar di bawah memperlihatkan tiga pandangan sebuah braket baja pada gambar kerja berproyeksi Eropa (2027). Pandangan depan berbentuk huruf L, pandangan atas berupa persegi panjang dengan satu garis tegak, dan pandangan dari kiri berupa persegi panjang polos.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Bentuk benda yang sesuai dengan ketiga pandangan itu adalah ....



A. Balok utuh berukuran 60 × 60 × 40 mm tanpa cekungan atau tonjolan apa pun
B. Profil L dengan tiang tegak di sisi kanan, alas 60 mm, dan kedalaman 40 mm
C. Profil L: tiang tegak 20 mm di sisi kiri dan alas setinggi 20 mm, sedalam 40 mm
D. Profil L dengan tiang tegak hanya sedalam 20 mm, sedangkan alas sedalam 40 mm
E. Balok 60 × 60 × 40 mm dengan lubang tembus di tengah sisi depannya

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

17. Gambar di bawah memperlihatkan tiga pandangan sebuah pelat baja pada gambar kerja berproyeksi Eropa (2027). Pandangan depan berupa persegi panjang 100 × 60 mm dengan sebuah lingkaran di tengah. Pada pandangan atas dan pandangan dari kiri terdapat dua garis putus-putus sejajar di dalam bentuk yang tipis.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Garis putus-putus pada pandangan atas dan pandangan dari kiri menunjukkan ....



Proyeksi Eropa · ukuran dalam mm: 100 × 60 × 10

A. tonjolan setinggi 20 mm di permukaan pelat yang terlihat dari samping
B. alur memanjang di permukaan belakang pelat yang tidak terlihat dari depan
C. tekukan pelat sebesar 20° yang digambar sebagai garis tersembunyi
D. pelat terdiri atas dua lapis yang direkatkan sehingga batas lapisan tersembunyi
E. lubang tembus Ø20 mm yang tegak lurus pandangan depan dan tersembunyi dari atas

18. Guru CAD meminta siswa mencocokkan perintah modifikasi dengan fungsinya sebelum menggambar sambungan rangka pada 2027.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pasangan perintah dan fungsinya yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. OFFSET membuat bentuk sejajar pada jarak tertentu dari objek asli
☐ B. TRIM menambah panjang garis sampai bertemu garis lain di dekatnya
☐ C. FILLET radius 0 menyambung dua garis hingga bertemu di sudut tajam
☐ D. MIRROR membuat bayangan objek terhadap sebuah garis simetri tertentu
☐ E. CHAMFER membulatkan sudut dengan busur lingkaran pada sudut itu

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

19. Siska membuat model 3D pelat dudukan di program CAD pada 2027: profil persegi panjang 200 × 100 mm di-extrude setebal 10 mm, kemudian empat lubang tembus berdiameter 20 mm dikurangkan (subtract). Untuk memperkirakan massa, ia memakai massa jenis baja 7,85 g/cm³ (= 0,00000785 kg/mm³) dan π ≈ 3,14.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Massa pelat yang paling mendekati adalah ....

A. 1,57 kg, karena yang dihitung volume pelat tanpa lubang
B. 1,52 kg, karena hanya dua lubang yang dikurangkan dari volume
C. 1,47 kg, karena volume dikurangi empat lubang Ø20 mm
D. 1,18 kg, karena jari-jari tiap lubang dianggap 20 mm
E. 14,7 kg, karena satuan volume dan massa jenis tidak disamakan

20. Guru CAD memberikan tugas menggambar rangka meja besi di komputer pada 2027 dan menilai kebiasaan kerja siswa selain hasil gambarnya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kebiasaan kerja yang baik adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Menggambar dalam ukuran sebenarnya (skala 1 : 1) lalu mengatur skala saat mencetak
☐ B. Menggambar langsung dalam ukuran kecil agar muat di layar lalu mengalikannya saat dikerjakan
☐ C. Memisahkan garis ukur, garis tepi, dan teks pada layer yang berbeda
☐ D. Mengetik angka ukur secara manual agar angkanya selalu sama dengan keinginan
☐ E. Menyimpan berkas secara berkala dan membuat salinan cadangan

21. Seorang pembimbing PKL menjelaskan cara membaca ukuran dan toleransi pada gambar kerja konstruksi baja kepada siswa magang pada 2027.
(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 tidak ada keterangan lain, ukuran pada gambar kerja konstruksi dibaca dalam milimeter.	○	○
Ukuran hasil mengukur gambar dengan mistar lebih dapat dipercaya daripada angka ukur yang tertulis.	○	○
Toleransi umum yang tertulis di kepala gambar berlaku untuk ukuran yang tidak diberi toleransi khusus.	○	○

22. Bengkel Bu Nita akan memotong dudukan pompa dengan mesin plasma CNC dari gambar CAD 2D buatan siswa pada 2027. Pada gambar terdapat garis yang digambar dua kali di satu tepi dan sebuah celah kecil di salah satu sudut profil.

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

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Persiapan gambar yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Menutup celah di sudut agar profil benar-benar tertutup
☐ B. Membiarkan garis ganda karena mesin akan memotong lintasan yang sama dengan baik
☐ C. Menghapus garis ganda sehingga setiap tepi hanya satu garis
☐ D. Membiarkan garis ukur dan teks ikut dikirim sebagai lintasan potong
☐ E. Menggambar dalam skala 1 : 1 dengan satuan milimeter

23. Dika menggambar profil pelat di program CAD 2D pada 2027. Ia membuat garis dari titik (0,0) ke titik (100,0) dengan perintah LINE, lalu langsung mengetik @0,40 sebagai titik berikutnya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Titik yang terbentuk sebagai ujung garis kedua adalah ....

A. (0,40), karena angka di belakang @ dibaca sebagai koordinat mutlak
B. (100,40), karena bergeser 0 ke samping dan 40 ke atas dari titik (100,0)
C. (140,0), karena 40 ditambahkan pada koordinat x titik terakhir
D. (100,−40), karena arah y dianggap menuju ke bawah pada layar CAD
E. (40,0), karena @ berarti kembali ke titik awal lalu bergeser

24. Gambar kerja sebuah dudukan mesin dibuat dengan skala 1 : 5 (2027). Wulan mengukur panjang sebuah batang pada gambar dengan mistar dan memperoleh 38 mm.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Panjang batang sebenarnya adalah ....

A. 190 mm, karena 38 × 5
B. 7,6 mm, karena 38 ÷ 5
C. 38 mm, karena skala tidak mengubah ukuran
D. 380 mm, karena 38 × 10
E. 95 mm, karena 38 × 2,5

25. Raka menggambar profil dudukan di CAD 2D pada 2027. Perintah LINE dimulai dari titik (20,10), lalu ia mengetik berturut-turut: @50<0 (jarak 50 pada sudut 0° terhadap sumbu x), @0,30, dan @-50,0.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Koordinat mutlak titik terakhir adalah ....

A. (70,40), karena langkah terakhir tidak diperhitungkan
B. (-50,40), karena @-50,0 dibaca sebagai koordinat mutlak
C. (20,70), karena 30 ditambahkan dua kali
D. (20,40), yaitu tepat di atas titik awal sejauh 30
E. (70,10), karena sudut 0° tidak menggeser titik

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 3.1 · Standar tanda pengerjaan las: AWS dan ISO	1, 2, 3, 5, 6, 7	___ / 6	Ulangi hlm. 112
Sub bab 3.2 · Membaca dan menganalisis gambar tanda pengerjaan las	4, 8, 9, 12, 13, 14, 15	___ / 7	Ulangi hlm. 128
Sub bab 3.3 · Gambar proyeksi konstruksi sederhana	10, 11, 16, 17, 21, 24	___ / 6	Ulangi hlm. 143
Sub bab 3.4 · Gambar CAD 2D dan 3D konstruksi sederhana	18, 19, 20, 22, 23, 25	___ / 6	Ulangi hlm. 159

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 4 · Penggunaan Perkakas Bengkel

SMKTPFL-B4

Setelah mempelajari bab ini, kamu dapat:

- memilih dan memakai perkakas tangan untuk kerja bangku dengan benar dan aman
- menerapkan perkakas bertenaga sesuai kapasitasnya dan merawatnya
- memilih serta menerapkan pemotongan dengan panas (gas cutting dan plasma cutting) sesuai bahan dan ketebalan

Peta bab

Sub bab	Judul
4.1	Perkakas tangan: jenis dan penggunaannya
4.2	Perkakas bertenaga dan pemeliharaan perkakas
4.3	Pemotongan logam dengan panas: gas cutting dan plasma cutting

Bab 4 di LMS

Buka seluruh latihan bab ini di LMS.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktpfl&node=SMKTPFL-B4

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

Sub bab 4.1 · Perkakas tangan: jenis dan penggunaannya

SMKTPFL-4.1

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi elemen **penggunaan perkakas bengkel** meminta kamu memahami **definisi, jenis, penggunaan, dan pemeliharaan perkakas tangan**. Pada sub bab ini kita membahas perkakas tangan: alat ukur, penanda, potong, pegang, pukul, tang, dan kunci, ditambah langkah kerja bangku yang memakainya. Perkakas bertenaga dan pemeliharaan dibahas di sub bab 4.2, sedangkan pemotongan dengan panas di sub bab 4.3. Halaman kisi-kisi tidak mencantumkan persentase benar nasional untuk mapel ini, jadi buku ini tidak memuat angka itu.

Soal di topik ini hampir selalu berbentuk kasus kerja. Kamu diminta menentukan **cara menandai** pusat lubang pada pelat, **memilih perkakas** yang tepat untuk pelat tipis, atau **memeriksa kesikuan** rangka dari panjang diagonalnya. Pilihan jawaban yang salah biasanya terdengar masuk akal: langkahnya benar tetapi urutannya terbalik, atau alatnya kelihatan cocok padahal merusak benda kerja.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menyebutkan jenis perkakas tangan beserta fungsi dan cara memakainya dengan aman;
- menyusun langkah kerja bangku: menandai, menitik, mengebor, memotong, dan mengikir;
- menandai pusat lubang dengan dua garis acuan dan penitik pusat, serta memeriksa letaknya;
- memeriksa kesikuan rangka persegi panjang dengan membandingkan kedua diagonalnya.

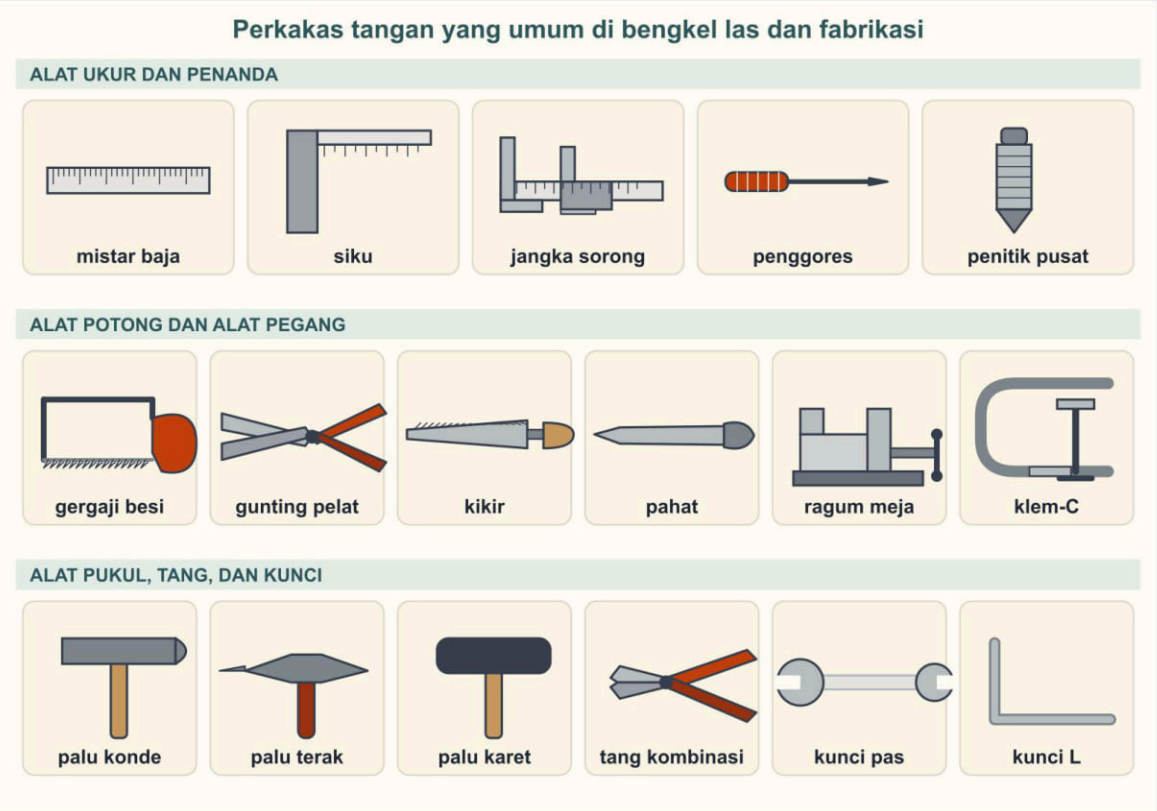
◆ KONSEP INTI

Hampir setiap benda dari logam, mulai dari pagar, kanopi, sampai rangka mesin, dimulai dari pekerjaan sederhana di atas meja: mengukur, menggores, memotong, mengikir, dan menjepit. Pekerjaan ini disebut **kerja bangku** (*bench work*), karena dikerjakan di meja kerja yang kokoh dengan perkakas yang digerakkan tangan. Mesin las, gerinda, dan mesin potong baru berguna setelah bagian-bagian yang akan dilas disiapkan dengan ukuran yang tepat. Pelat yang dipotong miring atau lubang yang bergeser 3 mm tidak dapat "diselamatkan" oleh juru las yang paling terampil sekalipun. Karena itu, penguasaan perkakas tangan adalah dasar kualitas fabrikasi.

Perkakas tangan adalah perkakas yang tenaganya berasal dari otot manusia, tanpa motor listrik atau tenaga lain. Di bengkel pengelasan dan fabrikasi, perkakas ini dapat dibagi menjadi lima kelompok: alat ukur dan penanda, alat potong, alat pegang, alat pukul, serta tang dan kunci.

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

Gambar 4.1 menunjukkan perkakas yang paling umum.



Gambar 4.1 Perkakas tangan yang umum di bengkel las dan fabrikasi, dikelompokkan menurut fungsinya. 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

1. Alat ukur

Pekerjaan logam selalu diawali pengukuran. Alat ukur yang paling sering dipakai adalah sebagai berikut.

- **Mistar baja** dan **meteran gulung**. Mistar baja tidak melengkung dan skalanya jelas, sehingga cocok untuk menggores garis lurus dan mengukur potongan pendek. Ketelitiannya sekitar 1 mm (bila dibaca dengan baik, 0,5 mm). Meteran gulung dipakai untuk panjang besar seperti rangka pagar. Ujung meteran punya kait yang sengaja longgar sedikit supaya pengukuran dari sisi dalam dan luar sama-sama benar; bila kait ini bengkok, hasil ukur ikut salah.
- **Siku** (*try square*) terdiri atas pegangan tebal dan bilah tipis yang tegak lurus satu sama lain. Siku dipakai untuk menggores garis tegak lurus dari satu tepi dan memeriksa apakah dua permukaan saling tegak lurus. Ada juga **mal sudut** dan **siku magnet**; siku magnet menahan dua pelat pada sudut tertentu (misalnya 45°, 90°, atau 135°) sehingga tangan bebas untuk memberi las titik.
- **Jangka sorong** (*vernier caliper*) mengukur panjang, diameter luar, diameter dalam, dan kedalaman dengan ketelitian 0,05 mm atau 0,02 mm, tergantung jenisnya. Cara membacanya: baca dulu **skala utama** sampai garis nol skala geser (nonius), lalu cari garis nonius yang **berimpit** dengan salah satu garis skala utama, dan kalikan nomor garis itu dengan ketelitian alat. Contoh: garis nol nonius berada tepat di sebelah kanan angka 24 mm, dan garis nonius ke-7 berimpit dengan garis skala utama. Pada jangka sorong berketelitian 0,05 mm, hasilnya 24 + 7 × 0,05 = 24,35 mm.
- **Waterpass** dan **unting-unting** dipakai untuk memeriksa kedataran dan ketegakan, misalnya saat memasang rangka kanopi atau tiang pagar.

2. Alat penanda

Sebelum dipotong atau dibor, benda kerja harus diberi tanda yang **tipis dan tegas**. Tanda yang tebal membuat ukuran kabur: garis setebal 1 mm sudah berarti ketidakpastian 1 mm.

- **Penggores** (*scriber*) adalah batang baja dengan ujung sangat runcing. Ia menggores garis tipis di permukaan logam, jauh lebih tepat daripada kapur besi atau spidol. Pada pelat yang mengilap, garis gores sulit dilihat; kamu dapat menyapukan **cairan biru** (*layout fluid*) atau spidol tipis terlebih dulu agar garis tampak jelas.
- **Penitik pusat** (*center punch*) adalah batang baja berujung kerucut. Ia dipukul dengan palu sehingga membuat **lekuk kecil** di permukaan logam. Lekuk ini berfungsi sebagai sandaran ujung mata bor: tanpanya, ujung mata bor yang licin mudah **bergeser** dari titik yang kamu tandai. **Penitik garis** (penitik awal) berujung lebih runcing dan dipakai untuk menandai titik yang sangat tepat sebelum diperdalam oleh penitik pusat.
- **Jangka tusuk** (*divider*) menggores lingkaran atau busur dan memindahkan ukuran; **jangka bengkok** (*caliper*) memindahkan ukuran diameter.
- **Kapur besi** dan **spidol** hanya untuk tanda kasar, misalnya tanda urutan perakitan atau lokasi potong pada profil yang tebal. Jangan memakainya untuk menentukan pusat lubang

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

yang harus tepat.

3. Alat potong

- **Gergaji besi** (*hacksaw*) terdiri atas rangka, bilah baja, dan gagang. Bilah dipasang dengan **gigi menghadap ke depan**, menjauhi gagang, karena gergaji memotong pada **langkah dorong**. Saat ditarik, tekanan dikurangi dan bilah diangkat sedikit agar gigi tidak cepat tumpul. Pilih jumlah gigi per inci (TPI) menurut tebal bahan: bahan tebal dan lunak memakai gigi kasar (sekitar 14 TPI); baja untuk keperluan umum sekitar 18 TPI; pipa dan profil tipis sekitar 24 TPI; pelat dan tabung sangat tipis sekitar 32 TPI. Aturan praktisnya, **minimal tiga gigi harus selalu menyentuh bahan** agar bilah tidak tersangkut dan patah. Karena itu, besi hollow berdinding tipis dipotong dengan bilah bergigi halus.
- **Gunting pelat** (*tin snips*) memotong pelat tipis. Ada **gunting lurus** untuk garis lurus dan **gunting lengkung** untuk lengkungan. Gunting lurus tidak dapat mengikuti lengkungan kecil: hasilnya bergerigi dan pelat terlipat. Untuk pelat yang lebih tebal atau panjang, bengkel memakai mesin gunting (dibahas di sub bab 4.2).
- **Pahat** (*cold chisel*) memotong atau membuang logam dengan dipukul palu. Sisi kepala pahat yang menggembung (jamur) harus dihaluskan karena serpihannya dapat terlempar saat dipukul.
- **Kikir** (*file*) menghaluskan, meratakan, dan membentuk tepi logam dengan menggerus lapisan tipis. Kikir dibedakan menurut **kekasaran gigi** (kasar, sedang, halus) dan **bentuk penampang** (datar, setengah bulat, bulat, segitiga, bujur sangkar). Kikir kasar membuang bahan cepat tetapi meninggalkan permukaan kasar; kikir halus dipakai untuk akhir pengerjaan dan tepi pelat tipis. Kikir hanya memotong pada **langkah maju**; saat ditarik mundur, kikir diangkat atau tidak ditekan. Kikir selalu dipasang pada **gagangnya**: tangkai kikir yang runcing dapat menusuk telapak tangan. Gigi yang tersumbat serbuk logam dibersihkan dengan **sikat kikir** searah alur gigi, bukan dipukul-pukul. Kikir yang diberi oli akan licin dan tidak memotong, jadi simpan kikir dalam keadaan kering dan terpisah satu sama lain.

4. Alat pegang

Benda kerja yang dipegang tangan dapat bergerak, terlempar, atau melukai tangan. Karena itu, benda kerja **dijepit**.

- **Ragum meja** (*bench vise*) dipasang kokoh pada meja kerja. Benda dijepit di antara dua rahang baja. Untuk benda yang permukaannya tidak boleh tergores, pasang **pelindung rahang** dari aluminium, tembaga, atau kayu. Letakkan benda kerja **sedekat mungkin dengan rahang** agar tidak bergetar saat digergaji atau dikikir, dan sisakan bagian yang menonjol sependek mungkin.
- **Klem-C** (*C-clamp*) menjepit dua pelat atau menahan pelat pada meja saat dibor atau dilas titik. **Klem pelat** dan **siku magnet** melakukan tugas serupa pada pekerjaan las.
- **Tang jepit** (tang kunci) menggenggam benda kerja kecil dan benda yang panas dengan kuat setelah diatur bukaannya. Benda yang baru dilas dipegang dengan tang atau penjepit, bukan dengan tangan bersarung, karena baja yang sudah tidak berwarna merah pun masih sangat

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

panas.

5. Palu, tang, dan kunci

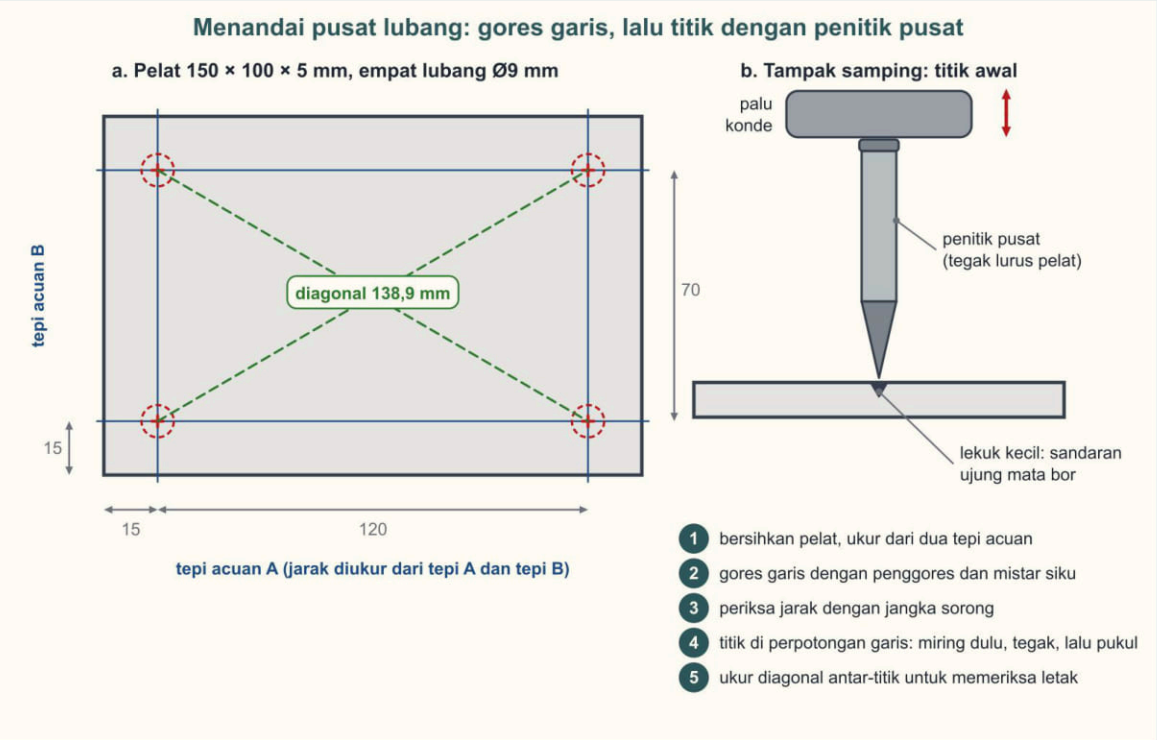
- **Palu konde** (*ball-peen hammer*) memiliki satu muka datar untuk memukul dan satu sisi bulat (konde) untuk membentuk dan meratakan paku keling. Palu ini dipakai bersama penitik dan pahat. **Palu terak** (*chipping hammer*) berujung runcing dan pipih; fungsinya melepaskan terak las yang menutupi jalur las. **Palu karet**, **palu kayu**, atau **palu plastik** dipakai untuk menekuk dan meluruskan pelat tipis atau lapisan galvanis tanpa meninggalkan bekas pukulan, karena kepalanya lebih lunak daripada logam. Palu baja yang dipukulkan langsung pada pelat tipis meninggalkan penyok dan merusak lapisan galvanis.
- **Tang kombinasi** menjepit dan memotong kawat; **tang lancip** menjangkau tempat sempit; **tang potong** memotong kawat dan kabel. Tang tidak dipakai untuk memutar baut karena merusak kepala baut.
- **Kunci pas**, **kunci ring**, **kunci kombinasi**, dan **kunci inggris** memutar baut dan mur. Pilih kunci yang **ukurannya tepat** dengan kepala baut; kunci yang terlalu longgar membulatkan sudut baut dan membuat tangan terpeleset. **Kunci L** (kunci heksagon) memutar baut berlubang segi enam. Jangan menambah panjang kunci dengan menyambung pipa, karena baut dan kunci dapat patah.

6. Langkah kerja bangku

Pekerjaan bangku mengikuti urutan yang hampir selalu sama. Contoh paling umum: membuat pelat dudukan yang berlubang.

1. **Menandai.** Bersihkan pelat dari minyak dan karat. Tentukan **dua tepi acuan** yang tegak lurus satu sama lain. Ukur jarak dari kedua tepi itu dan gores garis dengan penggores dan mistar siku. Pusat lubang adalah **perpotongan dua garis** (Gambar 4.2).
2. **Menitik.** Letakkan ujung penitik pusat tepat di perpotongan garis, miringkan sebentar untuk melihat ujungnya tepat di titik, tegakkan, lalu pukul sekali dengan palu. Lekuk yang terbentuk menjadi sandaran ujung mata bor.
3. **Mengebor.** Jepit pelat pada ragum mesin bor atau tahan dengan klem. Benda kerja tidak boleh dipegang dengan tangan. Atur kecepatan putar sesuai diameter mata bor (sub bab 4.2). Lubang besar dibor **bertahap**: lubang pilot kecil lebih dulu, lalu mata bor yang lebih besar.
4. **Memotong.** Potong sedikit di luar garis (sisi buangan) dengan gergaji besi, gunting pelat, atau mesin, supaya tersisa bahan untuk disempurnakan.
5. **Mengikir.** Kikir sisa bahan sampai tepat pada garis. Hilangkan **gerigi** (*burr*) atau tepi tajam di sekeliling lubang dan tepi potongan agar tidak melukai tangan dan agar pelat dapat dirapatkan pada sambungan.
6. **Memeriksa.** Ukur ulang dengan jangka sorong atau mistar. Untuk beberapa lubang, ukur juga **diagonal** antar-lubang: diagonal yang seharusnya sama harus memberi angka yang sama.

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

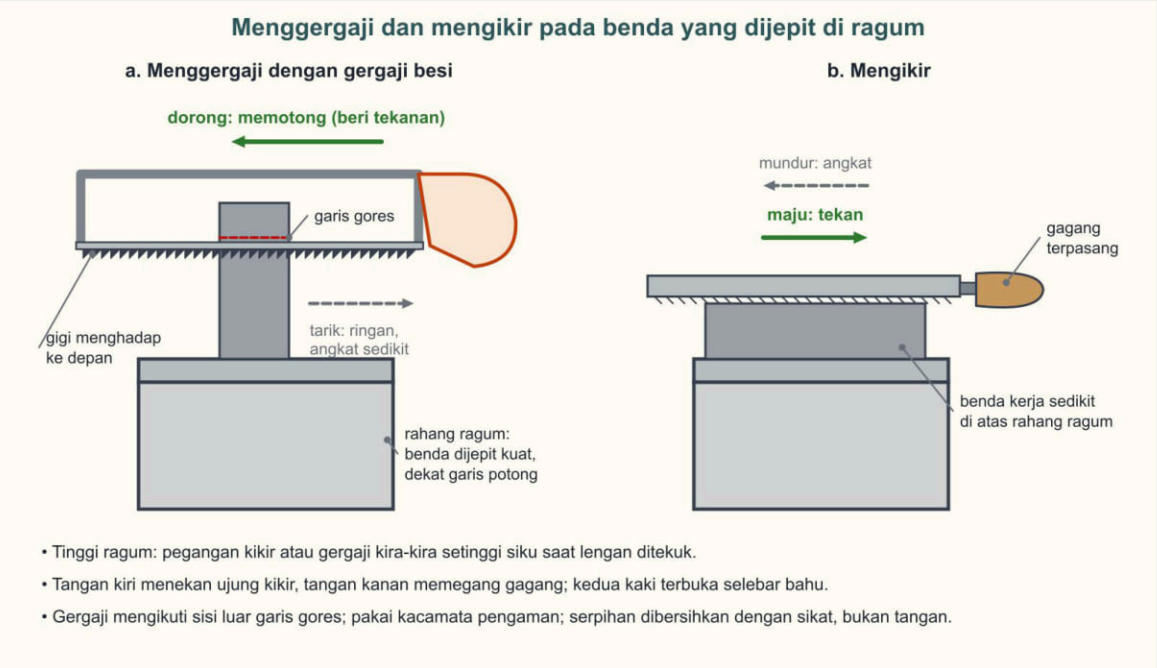


Gambar 4.2 Menandai pusat lubang: garis gores dari dua tepi acuan, penitik pusat tegak lurus pelat, dan pemeriksaan diagonal. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Mengapa dua garis, bukan satu? Satu garis hanya menentukan jarak dari **satu** tepi; pusat lubang masih bisa bergeser sepanjang garis itu. Dua garis yang tegak lurus menentukan satu titik. Mengapa titik dengan penitik, bukan langsung dibor? Ujung mata bor puntir tidak tajam di tengah (di sana ada bagian yang disebut **inti**) sehingga cenderung "berjalan" di permukaan licin. Lekuk dari penitik menahannya tetap di tempat.

Gambar 4.3 menunjukkan posisi kerja untuk menggergaji dan mengikir pada benda yang dijepit. Benda dijepit kuat, garis potong dekat rahang, tinggi ragum sekitar siku, dan gerak tangan mengikuti lintasan lurus.

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



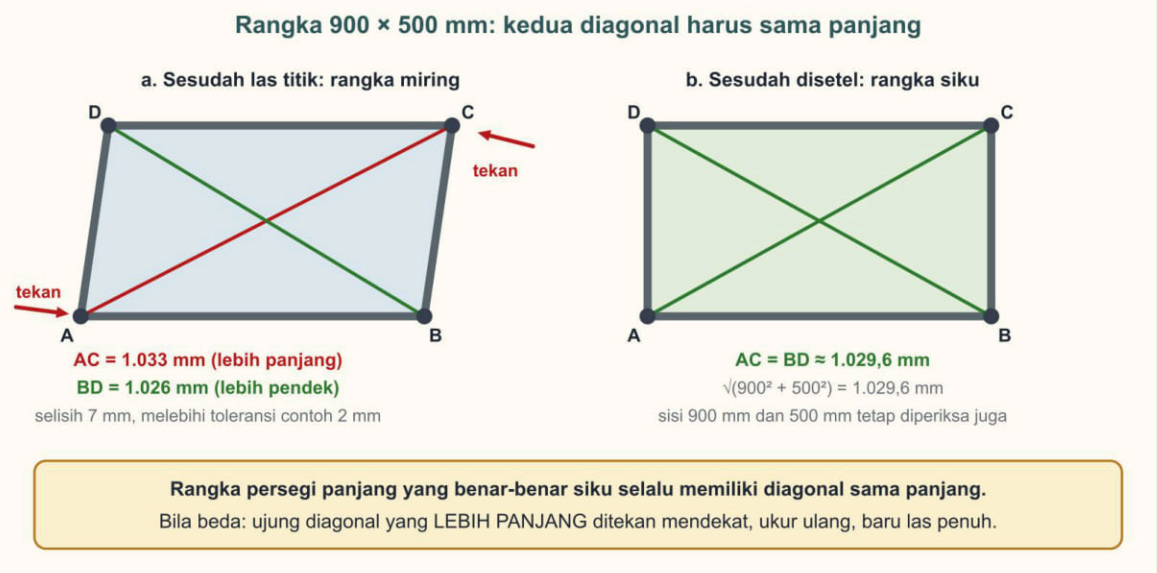
Gambar 4.3 Menggergaji dan mengikir pada benda yang dijepit di ragum: arah dorong, tarik, dan titik tekan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

7. Memeriksa siku dan diagonal

Rangka pagar, daun pintu, dan meja las berbentuk persegi panjang. Bagaimana kamu tahu rangka itu benar-benar siku, padahal satu sudut yang tampak siku belum menjamin tiga sudut lainnya? Jawabannya: **ukur kedua diagonalnya**. Pada persegi panjang, kedua diagonal sama panjang. Pada jajaran genjang (rangka yang "miring"), satu diagonal lebih panjang dari yang lain (Gambar 4.4).

Panjang diagonal persegi panjang dihitung dengan teorema Pythagoras: $\mathbf{d = \sqrt{(p^2 + l^2)}}$. Untuk rangka 900 × 500 mm, $d = \sqrt{(900^2 + 500^2)} \approx 1.029{,}6$ mm. Bila diagonal terukur lebih panjang di satu arah dan lebih pendek di arah lain, rangka belum siku. Perbaikannya (selama las masih berupa las titik): **tekan kedua ujung diagonal yang lebih panjang** saling mendekat, sehingga diagonal itu memendek dan diagonal lain memanjang. Ukur lagi sampai kedua diagonal sama dalam batas toleransi gambar kerja, baru las penuh. Bila rangka sudah dilas penuh, memperbaikinya jauh lebih sulit karena las yang menyusut menarik rangka. Itulah sebabnya pemeriksaan dilakukan **sebelum** las penuh.



Gambar 4.4 Rangka miring (diagonal tidak sama) dan rangka siku (diagonal sama). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Cara lain untuk memeriksa satu sudut adalah **aturan 3-4-5**: ukur 600 mm di sepanjang satu sisi dan 800 mm di sepanjang sisi yang lain dari titik sudut. Bila jarak antara kedua titik itu tepat 1.000 mm, sudutnya 90°, karena $600^2 + 800^2 = 1.000^2$. Aturan ini berguna untuk rangka besar yang tidak muat diperiksa dengan siku biasa.

8. Keselamatan kerja tiap perkakas

Perkakas tangan tampak sederhana, tetapi kecelakaan paling sering terjadi karena perkakas dipakai di luar fungsinya. Di bengkel, ikuti arahan guru atau pengawas dan petunjuk alat.

Perkakas	Bahaya yang sering terjadi	Cara aman
Penitik dan pahat	kepala jamur pecah, serpihan terlempar, palu meleset	kepala dihaluskan, kacamata pengaman dipakai, tangan memegang di bawah kepala

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

Gergaji besi	bilah patah, tangan terkena rangka	bilah dipasang kencang, benda dijepit, tekanan hanya saat dorong
Kikir	tangkai menusuk tangan, kikir terlepas dan dipakai mengungkit	selalu bergagang, tidak untuk mengungkit atau dipukul
Gunting pelat	tepi pelat tajam, jari terjepit	sarung tangan kulit, tepi gerigi dihaluskan
Palu	kepala lepas, tangan terpukul	tangkai kencang, pegang di ujung tangkai, pilih palu menurut bahan
Ragum dan klem	benda terlepas saat dikerjakan	jepit kuat, kencangkan penuh, sisa panjang sependek mungkin
Kunci dan tang	terpeleset, baut membulat	ukuran tepat, tarik kunci mendekat ke badan, bukan didorong

Perkakas yang rusak (tangkai retak, kepala jamur, rahang ragum aus, bilah gergaji tumpul) diganti atau dilaporkan, bukan dipakai terus. Pemeliharaan perkakas dibahas lebih lengkap di sub bab 4.2.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Pelat dudukan dengan empat lubang

Pada 2026, Kirana (siswa kelas XI) ditugasi membuat pelat dudukan 150 × 100 × 5 mm dengan empat lubang Ø9 mm. Pusat tiap lubang berjarak 15 mm dari tepi terdekat. Pelat sudah dipotong dan tepi acuan A (bawah) dan B (kiri) sudah dikikir tegak lurus. Susun langkah menandai dan memeriksanya. *(Kasus fiktif.)*

1. **Tentukan koordinat pusat lubang dari sudut acuan** (Gambar 4.2). Dari tepi B (kiri): 15 mm dan 150 − 15 = 135 mm. Dari tepi A (bawah): 15 mm dan 100 − 15 = 85 mm. Jadi empat pusat berada di (15, 15), (135, 15), (15, 85), dan (135, 85) mm. Jarak antar-lubang mendatar 135 − 15 = 120 mm dan tegak 85 − 15 = 70 mm.
2. **Bersihkan dan beri cairan biru tipis**, agar garis gores tampak jelas.
3. **Gores empat garis** dengan penggores dan mistar siku: dua garis tegak pada 15 dan 135 mm dari tepi B, dua garis mendatar pada 15 dan 85 mm dari tepi A. Pakai jangka sorong atau mistar baja yang sama untuk keempat garis, agar kesalahan pengukurannya sama.
4. **Periksa jarak dua garis** sebelum menitik: jarak antara garis tegak harus 120 mm dan antara garis mendatar 70 mm. Pemeriksaan ini murah; memperbaiki lubang yang sudah dibor tidak mungkin.
5. **Titik tiap perpotongan.** Mulai dari penitik tipis bila ada, lalu penitik pusat tegak lurus dan pukul sekali. Lekuk harus tepat di tengah perpotongan.

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

6. **Periksa diagonal.** Diagonal antar-lubang harus sama: $\sqrt{(120^2 + 70^2)} = \sqrt{(14.400 + 4.900)} = \sqrt{19.300} \approx 138{,}9$ mm. Bila dua diagonal terukur 138,9 dan 138,9 mm, letak titik sudah benar; bila berbeda lebih dari toleransi (misalnya 0,5 mm), ada satu titik yang bergeser.
7. **Jepit pelat dan bor.** Bor dilakukan di sub bab 4.2: lubang pilot dahulu, lalu Ø9 mm. Setelah selesai, gerigi lubang dihaluskan dengan kikir halus atau mata bor besar yang diputar tangan.

Jawaban: pusat lubang berada di (15, 15), (135, 15), (15, 85), (135, 85) mm; kedua diagonal antar-lubang 138,9 mm.

Contoh 2 — Rangka daun pintu pagar

Pada 2027, Jaya (juru las magang di bengkel pagar) merakit rangka daun pintu 900 × 500 mm dari besi siku dan memberi las titik di keempat sudut. Hasil ukur diagonal: AC = 1.033 mm dan BD = 1.026 mm. Gambar kerja membolehkan selisih kedua diagonal paling besar 2 mm. Apa yang harus dilakukan? *(Kasus fiktif.)*

1. **Hitung diagonal yang seharusnya.** $d = \sqrt{(900^2 + 500^2)} = \sqrt{(810.000 + 250.000)} = \sqrt{1.060.000} \approx 1.029{,}6$ mm.
2. **Bandingkan hasil ukur.** Selisih AC dan BD = 1.033 − 1.026 = 7 mm. Itu melebihi toleransi 2 mm, jadi rangka **belum siku**. Satu diagonal lebih panjang, yang lain lebih pendek: ciri rangka berbentuk jajaran genjang.
3. **Tentukan diagonal yang ditekan.** AC (1.033 mm) lebih panjang, sehingga kedua ujungnya, yaitu sudut A dan C, ditekan saling mendekat. Diagonal AC memendek dan BD memanjang.
4. **Tekan sedikit, ukur ulang.** Tekan dengan klem atau palu karet lewat balok kayu, lalu ukur lagi. Misalnya hasilnya AC = 1.030 mm dan BD = 1.029 mm. Selisih 1 mm, di dalam toleransi 2 mm.
5. **Periksa sisi dan sudut lain.** Pastikan sisi 900 mm dan 500 mm tetap sesuai ukuran, dan periksa kedataran rangka di meja las.
6. **Las penuh dengan urutan yang menahan penyusutan**, karena las penuh dilakukan setelah rangka siku, bukan sebelumnya.

Jawaban: rangka belum siku; ujung diagonal AC yang lebih panjang ditekan sampai selisih kedua diagonal tidak lebih dari 2 mm, baru dilas penuh.

Contoh 3 — Memilih perkakas untuk enam tugas

Bengkel Bu Ratna mengerjakan beberapa pesanan kecil pada 2027. Tentukan perkakas yang paling tepat untuk setiap tugas berikut dan alasannya. *(Kasus fiktif.)*

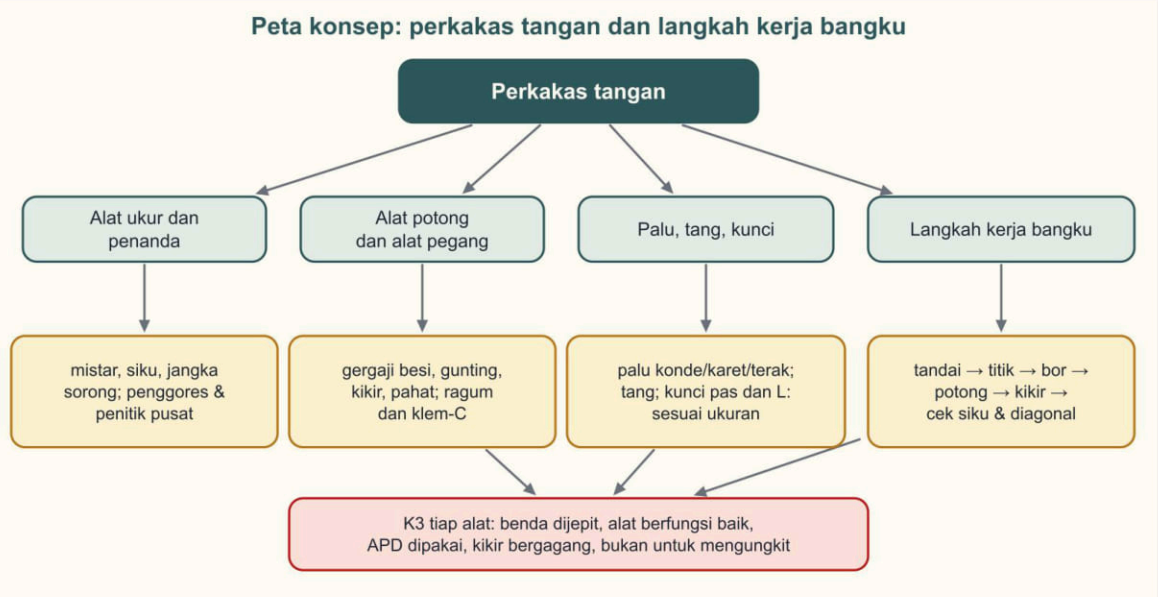
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

No	Tugas	Perkakas yang tepat	Alasan
1	memotong lengkungan jari-jari 50 mm di sudut pelat galvanis 1 mm	gunting pelat lengkung	gunting lurus tidak mengikuti lengkungan kecil
2	memotong besi hollow 40 × 40 mm berdinding 2 mm	gergaji besi bilah gigi halus (sekitar 24 TPI)	dinding tipis memerlukan minimal tiga gigi yang menyentuh bahan
3	menekuk tepi pelat tipis tanpa menggores lapisan	palu karet atau palu kayu di atas landasan siku	palu baja meninggalkan penyok dan merusak lapisan
4	melepas terak las dari jalur las	palu terak, lalu sikat kawat	ujung runcing dan pipih melepas terak; kacamata pengaman tetap dipakai
5	mengukur diameter luar batang bulat dengan ketelitian 0,05 mm	jangka sorong	mistar baja hanya teliti sekitar 1 mm
6	menahan dua pelat siku sebelum diberi las titik	klem-C dan siku magnet	kedua tangan bebas; sudut tidak bergeser

Jawaban: gunting lengkung, gergaji bergigi halus, palu lunak, palu terak, jangka sorong, klem-C dengan siku magnet.

❖ PETA KONSEP

Gambar 4.5 merangkum jenis perkakas tangan, langkah kerja bangku, dan prinsip keselamatannya.



Gambar 4.5 Peta konsep perkakas tangan dan langkah kerja bangku. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Yang harus kamu ingat:

- Perkakas tangan dikelompokkan menjadi alat ukur dan penanda, alat potong dan pegang, palu, tang, dan kunci.
- Pusat lubang = **perpotongan dua garis gores** dari dua tepi acuan, lalu **dititik dengan penitik pusat** supaya mata bor tidak bergeser.
- Gergaji besi memotong pada langkah dorong, giginya menghadap depan; kikir memotong pada langkah maju dan harus bergagang.
- Gunting lurus untuk garis lurus, gunting lengkung untuk lengkungan; palu lunak untuk pelat tipis.
- Rangka siku bila **kedua diagonalnya sama**; bila beda, tekan ujung diagonal yang **lebih panjang** sebelum las penuh.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal perkakas tangan:

1. **Tentukan benda dan tujuannya**: bahan, tebal, apakah garis lurus atau lengkung, apakah permukaan boleh tergores.
2. **Cocokkan perkakas dengan fungsi aslinya**, bukan sekadar "yang ada di meja".
3. **Perhatikan urutan langkah**: tandai, titik, bor, potong, kikir, periksa.
4. **Periksa keselamatan**: benda dijepit, APD dipakai, perkakas tidak dipakai untuk fungsi lain.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Pusat lubang tidak dititik**, atau hanya ditandai dengan kapur dan spidol tebal.
- **Satu garis dianggap cukup** untuk menentukan pusat lubang.
- **Benda kerja dipegang tangan** karena "hanya sebentar".
- **Satu sudut tampak siku** dianggap cukup, padahal diagonalnya berbeda.
- **Kikir dipakai sebagai pengungkit** atau tanpa gagang.
- **Gunting lurus dipakai untuk lengkungan**, atau palu baja untuk menekuk pelat berlapis galvanis.
- **Ujung diagonal yang pendek ditekan** (arah koreksi terbalik), atau rangka dilas penuh dulu, baru diukur.

> Contoh salah tafsir: rangka 900 × 500 mm memiliki diagonal 1.033 mm dan 1.026 mm. Seorang siswa menilai "selisih tiap diagonal terhadap 1.029,6 mm hanya sekitar 3 sampai 4 mm, jadi aman". Padahal yang dibatasi toleransi adalah **selisih kedua diagonal** (7 mm), bukan selisih terhadap angka teoritis. Rangka belum siku dan perlu disetel sebelum las penuh.

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

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut membahas cara menandai pusat lubang pada pelat baja. Perhatikan bahwa garis harus tipis dan tepat, dan lekuk dari penitik adalah syarat sebelum mengebor.

►. Doni akan mengebor lubang Ø10 mm pada pelat baja tebal 6 mm untuk dudukan baut (2027). Letak pusat lubang harus tepat 25 mm dari dua tepi pelat yang saling tegak lurus. Di mejanya tersedia spidol, kapur besi, penggores, penitik pusat, palu konde, dan mistar siku.

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

Cara menandai pusat lubang yang paling tepat adalah ....

A. Menggores dua garis silang dengan mistar siku, lalu langsung mengebor di perpotongannya
B. Membuat silang dengan kapur besi, lalu memukul penitik pusat tepat di tengah silang
C. Menggores satu garis 25 mm dari tepi, lalu menitik di tengah panjang garis tersebut
D. Memukul penitik pusat di perkiraan titik 25 mm dari kedua tepi tanpa garis bantu
E. Menggores dua garis silang dengan mistar siku, lalu menitik perpotongannya dengan palu

Pembahasan **Kunci: E**

Konsep: Penandaan pada pelat baja: garis dibuat dengan penggores dan mistar siku agar tipis dan tepat, lalu perpotongan garis ditandai penitik pusat agar ujung mata bor tidak bergeser.

Langkah:

1. Gores garis 25 mm dari tepi pertama dan dari tepi kedua dengan mistar siku.
2. Titik potong kedua garis = pusat lubang.
3. Titik dengan penitik pusat dan palu.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: garisnya sudah tepat, tetapi tanpa titikan ujung mata bor mudah bergeser dari perpotongan garis.
- **B.** ✗ Jebakan: penitiknya benar, tetapi garis kapur tebal sehingga titik tengahnya tidak tepat.
- **C.** ✗ Satu garis hanya menentukan jarak dari satu tepi; jarak dari tepi lain tidak terukur.
- **D.** ✗ Tanpa garis bantu, letak titik hanya perkiraan.
- **E.** ✓ Garis tipis dan tepat, pusat ditandai titikan untuk dudukan mata bor.

Jawaban: E.

✎ LATIHAN

Untuk setiap soal, tentukan lebih dulu bahan, tebal, dan fungsi yang diminta, lalu cocokkan dengan perkakas atau langkah yang tepat.

1. Nia membuat kotak panel dari pelat galvanis tebal 0,8 mm di bengkel sekolah pada 2027. Ia harus memotong garis lurus dan lengkung di sudut-sudut kotak, menekuk tepi pelat, lalu menghaluskan tepi potongan tanpa merusak lapisan galvanis di permukaan.

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 pemilihan perkakas tangan adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Gunting pelat lurus dipakai juga untuk lengkungan kecil di sudut kotak supaya tidak perlu berganti alat.
☐ B. Gunting pelat lengkung dipakai untuk memotong lengkungan di sudut kotak.
☐ C. Palu konde baja dipakai langsung pada pelat untuk menekuk tepi agar cepat selesai.
☐ D. Palu kayu atau palu karet dipakai bersama landasan untuk menekuk tepi tanpa membuat penyok.
☐ E. Kikir kasar dipakai untuk menghaluskan tepi potongan karena makin kasar makin rapi hasilnya.

2. Fadil merakit rangka persegi panjang 600 × 400 mm dari besi siku dan baru memberi las titik di keempat sudutnya (2027). Ia mengukur kedua diagonal dengan meteran: diagonal pertama 728 mm dan diagonal kedua 714 mm. Untuk rangka yang benar-benar siku, kedua diagonal sama panjang, sekitar 721 mm; gambar kerja membolehkan selisih kedua diagonal paling besar 3 mm. Las titiknya masih dapat disetel.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang paling tepat adalah ....

A. Langsung mengelas penuh karena selisih tiap diagonal terhadap 721 mm hanya sekitar 7 mm
B. Mengandalkan mistar siku di satu sudut yang tampak siku, lalu langsung mengelas penuh
C. Mengelas penuh lebih dulu, lalu menarik diagonal yang pendek setelah rangka dingin
D. Menekan kedua ujung diagonal yang pendek sampai sama, lalu mengelas penuh
E. Menekan kedua ujung diagonal yang panjang sampai sama, lalu mengelas penuh

Kunci singkat: 1. B, D 2. E

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

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa pusat lubang ditentukan oleh dua garis, dan mengapa perpotongan itu dititik sebelum dibor?
- Bila diagonal rangka persegi panjang tidak sama, ujung diagonal manakah yang ditekan, dan kapan pemeriksaan itu dilakukan?
- **Yang harus kuingat:** tandai dengan penggores dari dua tepi acuan, titik dengan penitik pusat, jepit benda kerja, pilih perkakas menurut fungsi dan bahan, dan periksa siku lewat kedua diagonal sebelum las penuh.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 4.1: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktpfl&node=SMKTPFL-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 · Perkakas bertenaga dan pemeliharaan perkakas

SMKTPFL-4.2

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi elemen **penggunaan perkakas bengkel** meminta kamu memahami jenis, penggunaan, dan **pemeliharaan** perkakas, termasuk perkakas bertenaga: gerinda tangan, gerinda potong duduk, bor, serta mesin potong dan tekuk pelat. Halaman kisi-kisi tidak mencantumkan persentase benar nasional, jadi buku ini tidak memuat angka itu. Salah satu contoh soal resmi memakai kasus mengebor pelat tebal dengan bor tangan, sehingga kamu perlu paham cara menjepit, menandai, dan memilih kecepatan putar.

Pola soal yang sering muncul: memilih **cakram gerinda** yang boleh dipasang pada mesin tertentu (batas putaran dan jenis pekerjaan); memilih **kecepatan putar bor** menurut diameter mata bor; menilai apakah pelat boleh dipotong di mesin gunting menurut **kapasitas** pada pelat nama; menentukan **prosedur aman** memotong dengan gerinda potong duduk; dan menilai **tindakan pemeliharaan** mana yang benar atau salah. Soal pemeliharaan biasanya berbentuk Benar/Salah berisi tiga pernyataan, dan satu pernyataan hampir selalu memuat kebiasaan berbahaya yang dianggap "tidak apa-apa".

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menyebutkan bagian dan jenis cakram gerinda tangan, serta menentukan cakram yang boleh dipasang pada suatu mesin;
- menjelaskan prosedur aman memakai gerinda potong duduk, gerinda duduk, bor, dan mesin gunting;
- menghitung kecepatan putar mata bor dengan rumus $n = 1.000 \times Vc \div (\pi \times d)$ dan memilihnya dari tingkat putaran mesin;
- membaca kapasitas mesin pada pelat nama dan memutuskan pelat yang boleh dipotong;
- menyusun pemeliharaan harian dan berkala serta mengenali tanda kerusakan perkakas.

◆ KONSEP INTI

Di sub bab 4.1 kamu belajar perkakas yang digerakkan tangan. Pekerjaan fabrikasi yang sungguhan, misalnya memotong puluhan batang hollow atau melubangi pelat tebal, terlalu lambat bila hanya memakai tenaga otot. Karena itu bengkel memakai **perkakas bertenaga**, yaitu perkakas yang digerakkan motor listrik (atau udara tekan). Perkakas ini jauh lebih cepat, tetapi juga jauh lebih berbahaya: piringan yang berputar puluhan ribu putaran per menit dapat memotong baja, dan juga dapat memotong tangan atau pecah menjadi serpihan yang terlempar. Karena itu, aturan keselamatan dan pemeliharaan menjadi bagian dari cara memakai perkakas, bukan tambahan.

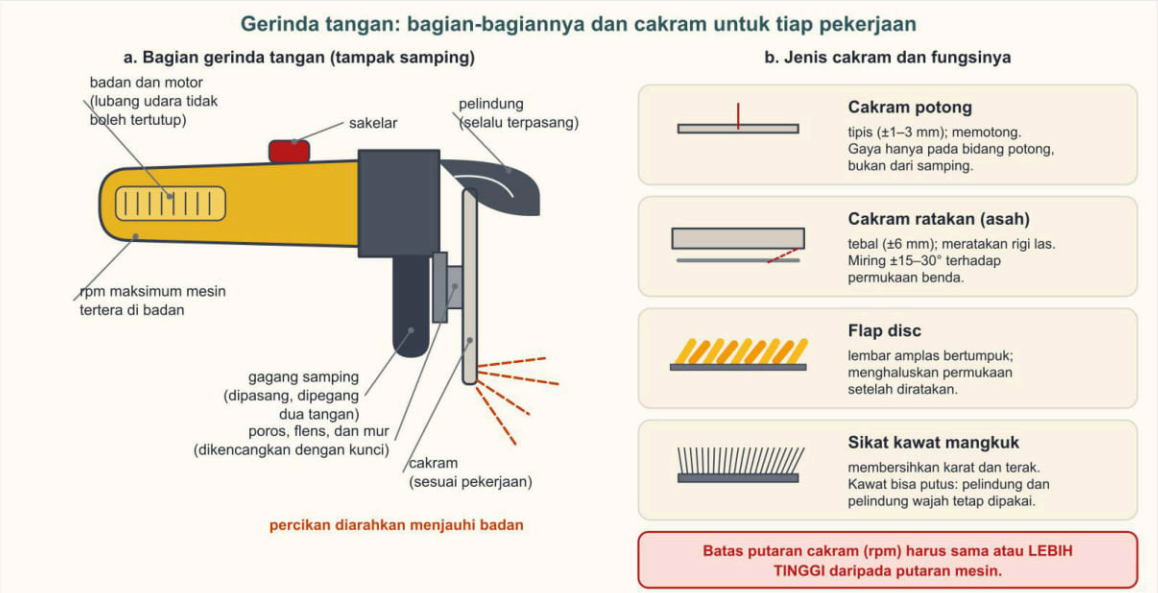
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Beberapa prinsip berlaku untuk semua perkakas bertenaga di sub bab ini.

- **Kenali alatnya sebelum memakainya.** Baca pelat nama dan petunjuk: daya, putaran maksimum, kapasitas, dan batas pemakaian.
- **Pakai APD yang sesuai**: kacamata pengaman atau pelindung wajah, sepatu pengaman, dan penutup telinga untuk alat yang bising. Rambut panjang diikat, lengan baju dan kalung tidak menjuntai.
- **Tidak memakai sarung tangan di dekat bagian yang berputar** (mata bor, cakram yang menyentuh benda) karena sarung tangan dapat tersangkut dan menarik tangan masuk. Benda panas atau tajam dipegang dengan penjepit, bukan dengan sarung tangan di dekat mata bor.
- **Benda kerja dijepit**, tidak dipegang tangan.
- **Mesin dimatikan dan steker dicabut** sebelum mengganti cakram atau mata bor, membersihkan, atau merawat.
- Setelah dihidupkan, **tunggu putaran penuh** sebelum menyentuhkan alat ke benda kerja, dan tunggu sampai berhenti penuh sebelum melepaskan alat atau meninggalkan mesin.

1. Gerinda tangan

Gerinda tangan (*angle grinder*) adalah perkakas serbaguna di bengkel las: memotong, meratakan rigi las, menghaluskan, dan membersihkan karat. Ukuran umumnya dinyatakan dengan diameter cakram, misalnya 4 inci (±100 mm), 4,5 inci (115 mm), atau 5 inci (125 mm). Bagian-bagiannya terlihat pada Gambar 4.6: badan dan motor, sakelar, gagang samping, poros dengan flens dan mur, **pelindung**, dan cakram. Putaran maksimum mesin tertera di badan, biasanya puluhan ribu putaran per menit sehingga ujung cakram bergerak sangat cepat.



Gambar 4.6 Bagian gerinda tangan dan empat jenis cakram dengan fungsinya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Jenis cakram. Cakram dipilih menurut pekerjaan, bukan menurut yang kebetulan terpasang.

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

- **Cakram potong** tipis (sekitar 1 sampai 3 mm). Ia dirancang menerima gaya pada **bidang potongnya**, bukan dari samping. Cakram potong dipakai tegak lurus terhadap benda kerja; menekannya miring atau menggunakannya untuk meratakan permukaan dapat memecahkannya.
- **Cakram ratakan** (cakram asah) tebal, sekitar 6 mm, dan tahan tekanan samping. Cakram ini dipakai untuk meratakan rigi las atau menghilangkan sisa potongan dengan kemiringan sekitar **15 sampai 30°** terhadap permukaan, sehingga hanya sisi cakram yang menyentuh dan bekas gerindanya rata.
- **Flap disc** tersusun dari lembar-lembar amplas bertumpuk. Ia menghaluskan permukaan setelah diratakan dan menyisakan bekas yang lebih halus.
- **Sikat kawat mangkuk** membersihkan karat, cat, dan terak. Helai kawatnya dapat putus dan terlempar seperti jarum, jadi pelindung dan pelindung wajah tetap dipakai walaupun alat ini "tidak dapat pecah".

Label cakram dan batas putaran. Setiap cakram mencantumkan diameter, tebal, diameter lubang poros (22,23 mm untuk cakram 115 dan 125 mm), serta **putaran maksimum** dalam rpm dan kecepatan tepi dalam m/s (Gambar 4.7). Kecepatan tepi cakram dihitung dari $v = \pi \times d \times n \div 60$ (d dalam meter, n dalam rpm, v dalam m/s). Cakram Ø125 mm yang bertanda 80 m/s hanya boleh berputar sampai $n = 80 \times 60 \div (\pi \times 0{,}125) \approx 12.200$ rpm. Aturan emasnya: **putaran maksimum cakram harus sama dengan atau lebih tinggi daripada putaran maksimum mesin**. Cakram dengan batas 8.500 rpm tidak boleh dipasang pada mesin 11.000 rpm, walaupun diameternya pas. Mengapa begitu berbahaya? Gaya yang menarik bahan cakram keluar (gaya sentrifugal) bertambah dengan **kuadrat** putaran; putaran yang jauh melebihi batas membuat cakram pecah. Diameter cakram juga tidak boleh lebih besar daripada yang dirancang untuk pelindung mesin.



Gambar 4.7 Contoh label cakram potong (a) dan enam tanda cakram yang harus diganti atau dibuang (b). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Memasang dan memakai. Sebelum mengganti cakram, mesin dimatikan dan steker dicabut.

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

Poros dikunci dengan tombol pengunci, mur flens dikencangkan dengan kunci khusus (bukan dengan palu atau tang), dan cakram diperiksa: tidak retak, tidak gompal, tidak basah, dan tidak pernah jatuh. Setelah terpasang, mesin dihidupkan **tanpa beban** beberapa saat dengan badan berada di luar garis putar cakram, sehingga bila cakram cacat dan pecah, serpihannya tidak mengenai tubuh (guru biasanya meminta sekitar satu menit; ikuti petunjuk alat). Gerinda dipegang dengan **dua tangan** lewat gagang samping, **pelindung berada di antara cakram dan badan**, dan percikan diarahkan menjauh dari tubuh dan dari bahan mudah terbakar. Pelindung tidak boleh dilepas "agar lebih leluasa"; justru pelindung yang menahan serpihan cakram bila pecah.

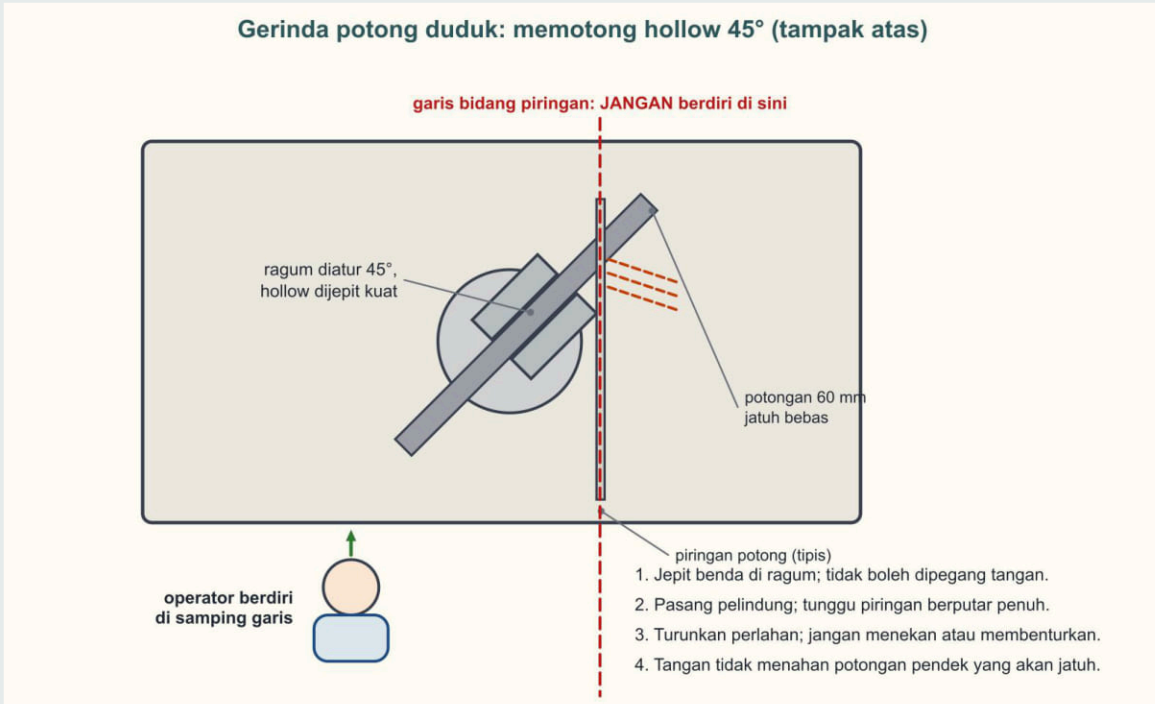
2. Gerinda potong duduk

Gerinda potong duduk (*chop saw* atau *cut-off machine*) adalah mesin dengan piringan potong tipis pada lengan yang diayun ke bawah, dipakai untuk memotong profil seperti besi hollow, siku, dan pipa. Benda kerja dijepit pada **ragum mesin**, yang sudutnya dapat diatur, misalnya 45° untuk sudut rangka pintu. Keuntungannya, potongan tegak lurus atau bersudut selalu sama, dan tangan jauh dari piringan.

Prosedur aman tampak pada Gambar 4.8.

1. Jepit benda kerja kuat di ragum pada sudut yang diinginkan. Benda **tidak boleh dipegang tangan**, karena benda yang tidak terjepit dapat terlempar atau menjepit piringan.
2. Pastikan pelindung terpasang, piringan tidak retak, dan putarannya sesuai.
3. Hidupkan mesin dan **biarkan piringan mencapai putaran penuh** sebelum menyentuh benda. Menekan sebelum putaran penuh membebani piringan dan dapat memecahkannya.
4. Turunkan lengan **perlahan dan stabil**. Tekanan berlebih atau membenturkan piringan ke benda membuat piringan melengkung dan pecah.
5. Berdirilah **di samping garis bidang piringan**, bukan segaris di belakangnya. Bila piringan pecah, serpihannya terlempar sepanjang bidang putarnya.
6. Jangan menahan potongan pendek dengan tangan. Potongan yang terlepas dapat jatuh bebas; sediakan tempat jatuh atau tahan dengan penjepit yang jauh dari piringan.
7. Matikan mesin, tunggu piringan berhenti penuh, baru ambil benda.

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



Gambar 4.8 Gerinda potong duduk dengan ragum 45° (tampak atas): posisi berdiri di samping garis bidang piringan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

3. Gerinda duduk

Gerinda duduk (*bench grinder*) memiliki satu atau dua batu gerinda yang dipasang pada poros motor di atas meja. Alat ini dipakai untuk mengasah pahat, mata bor, dan penggores, serta menghilangkan tepi tajam. Dua bagian keselamatan penting adalah **sandaran benda** (tempat bersandar benda kerja) dan **pelindung percikan**. Keduanya diatur sangat dekat dengan batu: sandaran sekitar 3 mm dan pelindung percikan sekitar 6 mm (ketentuan keselamatan yang lazim; ikuti buku petunjuk alat). Celah sempit mencegah benda terselip antara batu dan sandaran yang dapat memecahkan batu. Karena batu aus sedikit demi sedikit, celah ini diperiksa dan diatur ulang secara berkala dengan mesin mati sepenuhnya.

Batu yang permukaannya tidak rata, tersumbat, atau licin diperbaiki dengan **dresser** (alat perata batu), bukan dibiarkan. Batu yang tidak rata bergetar dan berbahaya; batu yang retak diganti. Berdirilah di samping garis putar batu saat menyalakan, sama seperti pada gerinda potong.

4. Bor tangan dan bor duduk

Bor membuat lubang bulat dengan **mata bor puntir** (*twist drill*). Ujung mata bor memiliki dua bibir potong yang mengiris logam menjadi tatal yang naik melalui alur spiral. Di bagian tengah ujung mata bor terdapat **inti** yang tidak memotong, melainkan menekan; itu sebabnya mata bor mudah "berjalan" di permukaan licin dan memerlukan lekuk penitik (sub bab 4.1). **Bor tangan** (bor listrik genggam) praktis untuk pekerjaan di lokasi. **Bor duduk** (*drill press*) dipasang pada meja atau lantai; benda dijepit di ragum mesin sehingga lubang tegak lurus dan lebih presisi.

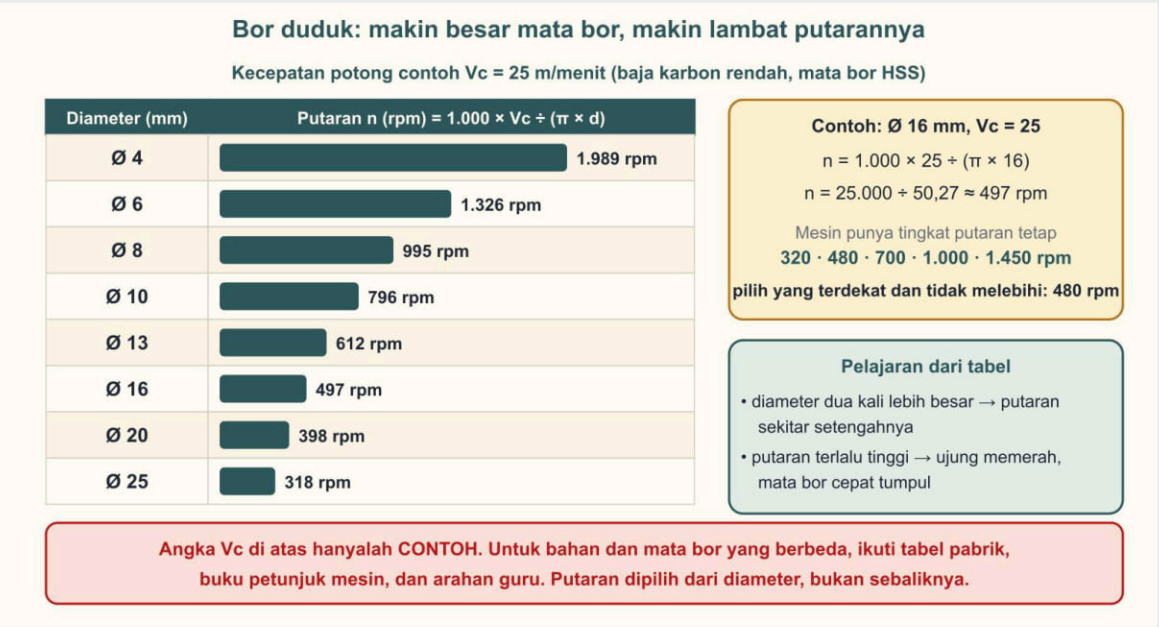
Penjepitan. Pelat yang dibor tidak boleh dipegang tangan. Mata bor yang tiba-tiba "menggigit" di tembusan pelat memutar pelat; pelat yang tidak terjepit berputar dan melukai. Pelat dijepit dengan ragum mesin atau klem-C pada meja; bila dibor di lokasi dengan bor tangan, pelat dijepit atau ditahan dengan klem dan tekanan dijaga stabil, terutama di saat mata bor hampir tembus.

Kecepatan putar. Mata bor memotong dengan kecepatan tertentu di tepinya, disebut **kecepatan potong (Vc)**, dinyatakan dalam m/menit. Bila Vc dijaga tetap, putaran mesin dihitung dari diameter mata bor:

$$n = 1.000 \times Vc \div (\pi \times d)$$

dengan n putaran dalam rpm, Vc dalam m/menit, dan d diameter dalam mm. Konsekuensinya sederhana: **makin besar diameter, makin lambat putarannya** (Gambar 4.9). Nilai Vc bergantung pada bahan benda kerja dan bahan mata bor. Untuk baja karbon rendah dengan mata bor HSS (*high speed steel*), sumber teknik menyebut kisaran sekitar 25 sampai 30 m/menit; di buku ini kita memakai **Vc = 25 m/menit sebagai contoh**. Selalu ikuti tabel pabrik dan petunjuk guru. Putaran terlalu tinggi membuat ujung mata bor memerah dan tumpul cepat, bunyi mencicit, dan lubang tidak bulat; putaran terlalu rendah membuat pengeboran lambat dan mata bor tersangkut.

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



Gambar 4.9 Putaran bor menurut diameter pada Vc contoh 25 m/menit, beserta contoh pemilihan tingkat putaran mesin. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Bor duduk punya beberapa **tingkat putaran** tetap (diatur dengan memindahkan sabuk pada puli bertingkat atau dengan tombol). Hasil hitungan tidak selalu sama dengan tingkat yang tersedia; pilih tingkat terdekat yang **tidak melebihi** hasil hitung, karena melebihi lebih berbahaya bagi mata bor daripada sedikit lebih lambat.

Bor bertahap. Lubang besar tidak dibor sekali jalan. Bor dahulu dengan mata bor kecil sebagai **lubang pilot** (misalnya Ø4 sampai Ø6 mm; contoh), lalu perbesar dengan mata bor yang lebih besar. Inti mata bor besar yang lebar sulit menekan pelat tebal; lubang pilot membuang bagian tengah sehingga bor besar tinggal memotong. Pada baja, **cairan pendingin atau pelumas** (misalnya oli potong) diteteskan agar mata bor tidak terlalu panas. Tatal tajam dibersihkan dengan sikat atau kuas setelah mesin berhenti, bukan dengan tangan telanjang atau sarung tangan. **Kunci cekam harus dilepas** dari cekam sebelum mesin dihidupkan, karena kunci yang tertinggal terlempar saat berputar.

Setelah lubang selesai, **gerigi** (*burr*) di tepi lubang dihilangkan dengan mata bor besar yang diputar tangan atau kikir halus agar tidak melukai dan agar pelat dapat dirapatkan.

5. Mesin gunting dan mesin tekuk pelat

Pelat panjang atau tebal dipotong dengan **mesin gunting** (*shearing machine*). Pisau atas bergerak turun terhadap pisau bawah, mengiris pelat seperti gunting raksasa. Setiap mesin memiliki **kapasitas**, yaitu tebal dan panjang pelat terbesar yang boleh dipotong, tertera pada **pelat nama**. Kapasitas dinyatakan menurut jenis bahan, karena bahan yang lebih kuat membutuhkan gaya potong lebih besar. Itu sebabnya mesin yang boleh memotong baja lunak 3 mm hanya boleh memotong baja tahan karat dengan tebal yang lebih kecil, misalnya 2 mm. Bila bahan tidak tercantum (misalnya aluminium), **jangan mengira-ngira**; baca buku petunjuk atau tanya guru. Memotong di luar kapasitas merusak pisau dan rangka mesin, dan pelat dapat terlepas tiba-tiba.

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

Aturan kerja pada mesin gunting:

- tangan dan jari berada jauh dari **penjepit pelat** dan pisau; pelindung jari tidak boleh dilepas;
- pelat diletakkan pada meja, disejajarkan dengan penahan, lalu dijepit sebelum dipotong;
- hanya satu orang yang mengoperasikan pedal atau tuas; yang lain berdiri jauh;
- potongan kecil diambil dengan penjepit setelah pisau berhenti.

Mesin tekuk (*bending machine*) menekuk pelat pada garis tertentu dengan menjepit pelat dan memutar bagian lipatnya. Prinsip kapasitasnya sama: tebal dan lebar pelat tidak boleh melebihi kapasitas pada pelat nama untuk bahan itu. Tekukan yang terlalu tajam pada pelat yang terlalu tebal dapat menimbulkan retak di sisi luar tekukan. Benda kerja yang berat ditumpu agar tidak menimpa operator ketika lipatan bergerak.

6. Pemeliharaan perkakas

Pemeliharaan adalah kegiatan menjaga perkakas tetap berfungsi, awet, dan aman. Perkakas yang dirawat tidak tiba-tiba mati di tengah pekerjaan, hasilnya lebih rapi, dan kecelakaan akibat perkakas rusak berkurang. Pemeliharaan dibagi menurut waktunya (Gambar 4.10).

- **Pemeriksaan harian (sebelum dipakai).** Lihat kondisi kabel dan steker (isolasi tidak terkelupas), pelindung terpasang, gagang kencang, cakram atau mata bor tidak rusak, dan pelat nama terbaca. Perkakas yang cacat tidak dipakai.
- **Perawatan sesudah dipakai.** Bersihkan debu, tatal, dan percikan; gulung kabel rapi; lepaskan cakram bila lama tidak dipakai; simpan di tempat kering. **Ragum dan meja mesin bor** dibersihkan dari tatal lalu diolesi **oli tipis** agar tidak berkarat dan geraknya lancar. **Kikir** dibersihkan dengan sikat kikir searah alur gigi. Pada mesin las inverter, debu di dalam badan dibersihkan secara berkala dengan **udara tekan yang kering** setelah **steker dicabut**, karena debu logam mengganggu pendinginan dan komponen elektronik.
- **Perawatan berkala.** Pelumasan bagian yang bergerak, pemeriksaan **sikat karbon** motor, pemeriksaan sabuk, pengasahan pisau gunting atau mata bor, serta pemerataan batu gerinda duduk dengan dresser. Selang waktunya mengikuti jadwal bengkel dan buku petunjuk.

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

Contoh jadwal pemeliharaan perkakas bertenaga (mesin mati dan steker dicabut)

Perkakas	Sebelum dipakai (harian)	Sesudah dipakai	Berkala (menurut jadwal bengkel)
Gerinda tangan	kabel, pelindung, gagang; cakram tidak retak; rpm cakram ≥ mesin	bersihkan debu; lepas cakram bila lama tidak dipakai	cek sikat karbon; ganti bila aus
Bor duduk dan bor tangan	mata bor tajam dan terpasang kuat; kunci cekam dilepas	bersihkan tatal; olesi meja dan ragum dengan oli tipis	pelumasan bagian bergerak; cek sabuk
Gerinda duduk	batu tidak retak; sandaran benda dan pelindung percik terpasang	bersihkan; mesin dimatikan penuh	ratakan batu dengan dresser; atur ulang celah
Mesin gunting dan tekuk	pelindung jari, pisau, kaki pedal; kapasitas dibaca	bersihkan serpihan pelat; matikan	pelumasan; asah atau balik pisau
Mesin las, kabel, holder	isolasi kabel utuh; sambungan kencang; rahang holder	gulung kabel; letakkan holder pada penyangga	bersihkan debu dengan udara kering saat steker dicabut
Perkakas tangan	gagang kencang; kikir bergagang; kepala palu tidak jamur	bersihkan; kikir dengan sikat kikir; simpan kering	asah gunting, gergaji, pahat; ganti bilah tumpul

Pemeliharaan dilakukan saat mesin MATI dan steker dicabut. Kerusakan dicatat dan dilaporkan; perkakas rusak diberi tanda "jangan dipakai". Selang waktu di atas hanya contoh: ikuti buku petunjuk alat.

Gambar 4.10 Contoh jadwal pemeliharaan harian, sesudah pakai, dan berkala untuk perkakas di bengkel. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Peralatan las dan gas juga dirawat. Kabel las dengan isolasi terkelupas tidak dipakai; bagian yang terbuka dapat tersentuh dan menimbulkan sengatan atau busur liar. Kabel diperbaiki dengan isolasi yang sesuai atau diganti. **Holder elektroda** yang rahangnya aus dan terasa sangat panas diperbaiki atau diganti, karena kontak yang buruk menambah hambatan, memanaskan holder, dan membuat busur tidak stabil. **Selang gas** yang retak diganti, **bukan ditambal** dengan selotip, karena selotip tidak tahan tekanan. Kebocoran sambungan regulator atau selang diperiksa dengan **air sabun** (gelembung menandakan bocor), tidak dengan nyala api.

Tanda kerusakan yang harus dilaporkan.

- Percikan api **besar di dalam rumah motor** menandakan sikat karbon hampir habis atau komutator rusak. Alat dihentikan, tidak dipakai "sampai selesai", dan sikat diganti. Percikan itu dapat menyalakan debu dan merusak motor.
- Getaran kuat, bunyi tidak wajar, atau bau terbakar: matikan dan periksa.
- Kabel panas atau terkelupas, steker longgar, saklar macet.
- Cakram retak, gompal, aus sampai dekat flens, atau lembap; mata bor tumpul; batu gerinda tidak rata.
- Selang, regulator, atau sambungan gas bocor.

Aturan penanganannya jelas: **hentikan, matikan, cabut steker, beri tanda "jangan dipakai", dan laporkan** kepada guru atau penanggung jawab bengkel. Perbaikan dilakukan saat mesin mati. Bagian yang rusak **diganti**, tidak ditambal dengan cara sementara yang tidak aman. Di bengkel, ikuti arahan guru atau pengawas dan petunjuk alat.

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

▣ CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Memilih putaran bor duduk

Pada 2027, Wahyu (siswa kelas XII) akan membuat lubang Ø16 mm pada pelat baja karbon rendah memakai mata bor HSS di bor duduk. Dipakai Vc contoh 25 m/menit. Bor duduk punya tingkat putaran 320, 480, 700, 1.000, dan 1.450 rpm. Lubang dibor bertahap: lubang pilot Ø6 mm lebih dulu. Tentukan putaran untuk kedua mata bor. *(Kasus fiktif.)*

1. **Tulis rumus dan data.** n = 1.000 × Vc ÷ (π × d); Vc = 25 m/menit.
2. **Hitung untuk mata bor pilot Ø6 mm.** n = 25.000 ÷ (π × 6) = 25.000 ÷ 18,85 ≈ 1.326 rpm.
3. **Pilih tingkat putaran untuk Ø6 mm.** Tingkat terdekat yang tidak melebihi 1.326 rpm adalah 1.000 rpm. Memilih 1.450 rpm berarti melebihi hasil hitung dan mempercepat tumpulnya mata bor.
4. **Hitung untuk mata bor Ø16 mm.** n = 25.000 ÷ (π × 16) = 25.000 ÷ 50,27 ≈ 497 rpm.
5. **Pilih tingkat untuk Ø16 mm.** Tingkat terdekat yang tidak melebihi 497 adalah 480 rpm.
6. **Periksa kecepatan potong sebenarnya.** Dengan 480 rpm: Vc = π × 16 × 480 ÷ 1.000 ≈ 24,1 m/menit, mendekati 25 m/menit. Dengan 1.000 rpm pada Ø6: Vc = π × 6 × 1.000 ÷ 1.000 ≈ 18,8 m/menit, lebih lambat tetapi aman.
7. **Tafsirkan.** Mata bor yang diameternya lebih dari dua kali lipat memerlukan putaran sekitar setengahnya atau kurang. Menggunakan 1.000 rpm pada Ø16 mm berarti Vc ≈ 50 m/menit, dua kali nilai contoh.

Jawaban: Ø6 mm pada 1.000 rpm dan Ø16 mm pada 480 rpm.

Contoh 2 — Cakram mana yang boleh dipasang

Pak Darmo memiliki gerinda tangan 125 mm yang bertuliskan putaran maksimum 10.000 rpm. Pada 2026, ia menerima enam cakram di bengkelnya. Tentukan apakah setiap cakram boleh dipasang untuk pekerjaan yang disebutkan, beserta alasannya. *(Kasus fiktif.)*

No	Cakram dan pekerjaan	Boleh?	Alasan
1	cakram potong 125 mm, 12.200 rpm, untuk memotong hollow	boleh	12.200 rpm lebih besar dari 10.000 rpm; dipakai tegak lurus
2	cakram ratakan 125 mm, 9.500 rpm	tidak	9.500 rpm lebih kecil dari 10.000 rpm mesin
3	cakram 180 mm, 8.500 rpm	tidak	batas putaran lebih kecil dari mesin dan diameter melebihi pelindung 125 mm
4	flap disc 125 mm, 12.200 rpm, untuk menghaluskan	boleh	putaran cukup, fungsi sesuai
5	cakram potong 125 mm, 12.200 rpm, dipakai meratakan rigi las dari samping	tidak	cakram potong tidak menerima tekanan samping
6	cakram ratakan 125 mm, 12.200 rpm, retak tipis di tepinya	tidak	cakram retak dibuang walaupun label putarannya cukup

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

1. **Ambil batas mesin:** 10.000 rpm. Kecepatan tepi cakram 125 mm pada putaran itu: v = π × 0,125 × 10.000 ÷ 60 ≈ 65,4 m/s, di bawah batas 80 m/s untuk cakram bertanda 12.200 rpm.
2. **Periksa tiap cakram dengan tiga pertanyaan berurutan:** (a) batas rpm cakram sama atau lebih besar dari 10.000? (b) diameter sesuai pelindung mesin? (c) jenis cakram sesuai pekerjaan dan dalam kondisi baik?
3. **Cakram 2** gagal pada pertanyaan (a): pada 10.000 rpm kecepatan tepinya ≈ 65,4 m/s, melebihi batas cakram itu sendiri (π × 0,125 × 9.500 ÷ 60 ≈ 62,2 m/s).
4. **Cakram 3** gagal pada (a) dan (b).
5. **Cakram 5 dan 6** gagal pada (c).

Jawaban: hanya cakram 1 dan 4 yang boleh dipasang.

Contoh 3 — Kapasitas mesin gunting

Pada pelat nama mesin gunting bengkel Surya tertulis: baja lunak 3 mm, baja tahan karat 2 mm, panjang potong maksimum 1.000 mm. Pada 2027, ia harus memotong lima pelat. Tentukan yang boleh dipotong di mesin ini. *(Kasus fiktif.)*

No	Pelat	Boleh?	Alasan
1	baja lunak 2,5 mm × 800 mm	boleh	tebal 2,5 ≤ 3 mm dan panjang 800 ≤ 1.000 mm
2	baja tahan karat 2,5 mm × 600 mm	tidak	kapasitas baja tahan karat hanya 2 mm; bahan lebih kuat
3	baja lunak 3 mm × 1.200 mm	tidak	tebal pas, tetapi panjang melebihi 1.000 mm
4	pelat galvanis 1,5 mm × 900 mm	boleh	baja lunak berlapis seng, tebal dan panjang dalam kapasitas
5	pelat aluminium 4 mm × 500 mm	belum dapat dipastikan	aluminium tidak tertera di pelat nama; baca petunjuk mesin atau tanya guru

1. **Baca pelat nama:** dua batas tebal (menurut bahan) dan satu batas panjang.
2. **Cocokkan tiap pelat dengan baris bahannya**, lalu periksa tebal dan panjang **sekaligus**. Hanya satu batas terlampaui sudah cukup untuk melarang.
3. **Perhatikan rasio bahan:** kapasitas baja tahan karat 2 mm ÷ baja lunak 3 mm ≈ 0,67. Bahan yang lebih kuat tidak boleh dianggap sama dengan baja lunak.
4. **Untuk bahan yang tidak tertera**, jangan mengira-ngira.
5. **Keselamatan:** untuk pelat yang boleh dipotong, tangan tetap jauh dari penjepit dan pisau.

Jawaban: pelat 1 dan 4 boleh; pelat 2 dan 3 tidak; pelat 5 harus dipastikan lebih dulu.

❖ PETA KONSEP

Gambar 4.11 merangkum perkakas bertenaga, aturan pakai, dan pemeliharaannya.

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



Gambar 4.11 Peta konsep perkakas bertenaga dan pemeliharaan perkakas. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- Putaran maksimum cakram **harus sama atau lebih tinggi** daripada putaran mesin; jenis cakram sesuai pekerjaan (potong: tegak lurus; ratakan: miring 15–30°).
- Gerinda potong duduk: benda dijepit, tunggu putaran penuh, berdiri **di samping** garis piringan, tangan tidak menahan potongan.
- **n = 1.000 × Vc ÷ (π × d)**: makin besar diameter, makin lambat putaran; pilih tingkat putaran terdekat yang tidak melebihi.
- Kapasitas mesin gunting dibaca dari pelat nama **menurut bahan**; stainless lebih tipis dari baja lunak.
- Pemeliharaan saat mesin mati: bersihkan, lumasi, ganti bagian rusak (sikat karbon, selang, kabel), bukan ditambal; laporkan kerusakan.

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

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal perkakas bertenaga:

1. **Tentukan perkakas dan pekerjaannya**, lalu cari batas yang tertera: rpm cakram, kapasitas pelat nama, tabel setelan.
2. **Bandingkan angka dengan angka**: rpm cakram dengan rpm mesin, tebal dan panjang pelat dengan kapasitas menurut bahannya.
3. **Hitung bila perlu** dengan rumus putaran, dan pilih tingkat putaran yang tidak melebihi hasil.
4. **Periksa keselamatan:** dijepit, pelindung terpasang, berdiri di samping, mesin mati saat merawat.
5. Pada soal Benar/Salah pemeliharaan, **nilai tiap pernyataan sendiri-sendiri**.

Jebakan yang sering dipasang:

- **RPM besar untuk mata bor besar** (hubungan dibalik).
- **Cakram melebihi kapasitas**: putaran cakram lebih kecil dari mesin, atau diameter lebih besar dari pelindung, dengan alasan "asal ditekan ringan".
- **Pelindung dilepas** agar lebih leluasa.
- **Cakram potong dipakai meratakan** dari samping, atau flap disc dipakai memotong.
- **Pemeliharaan dilakukan saat mesin menyala** atau dengan steker terpasang.
- **Kapasitas dilampaui** karena pisau baru diasah, atau stainless dianggap sama dengan baja lunak.
- **Gerinda dipakai terus** padahal percikan besar di rumah motor, atau selang retak ditambal selotip.
- **Batu gerinda tidak rata dibiarkan** "akan rata sendiri".

> Contoh salah tafsir: gerinda 125 mm bermesin 10.000 rpm. Seorang siswa memasang cakram ratakan 125 mm bertanda 9.500 rpm dan berkata "selisihnya hanya 500 rpm, asal tekanan ringan aman". Padahal aturan baku menuntut batas cakram **sama atau lebih tinggi** daripada mesin; selisih kecil pun melewati batas rancangan cakram dan dapat memecahkannya.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut meminta kamu memilih pernyataan benar tentang cakram yang dipasang pada gerinda tangan. Bandingkan batas putaran cakram dengan putaran mesin, lalu cocokkan jenis cakram dengan pekerjaannya.

►. Untuk menyelesaikan rangka meja dari besi hollow 40 × 40 mm, Gilang memakai gerinda tangan 4 inci dengan putaran 11.000 rpm (2027). Pekerjaannya: memotong hollow, meratakan rigi-rigi las, dan menghaluskan permukaan sebelum dicat. Di laci tersedia batu potong tipis (maks. 13.300 rpm), batu gerinda asah tebal 6 mm (maks. 13.300 rpm), flap disc (maks. 13.300 rpm), sikat kawat mangkuk, dan satu batu asah lama bertuliskan maks.

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

8.500 rpm.

(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. Sikat kawat mangkuk boleh dipakai tanpa pelindung karena kawat tidak dapat pecah seperti batu gerinda.

☐ B. Batu potong tipis dipakai untuk memotong hollow dengan bidang batu tegak lurus benda kerja.

☐ C. Batu gerinda asah tebal dipakai untuk meratakan rigi-rigi las dengan kemiringan sekitar 15–30° terhadap permukaan.

☐ D. Batu asah lama 8.500 rpm aman dipakai pada mesin ini asalkan tekanannya ringan.

☐ E. Flap disc dipakai untuk memotong hollow karena lembaran amplasnya tidak mudah pecah.

Pembahasan **Kunci: B, C**

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

Konsep: Piringan gerinda dipilih sesuai pekerjaan: batu potong untuk memotong, batu asah untuk meratakan, flap disc untuk menghaluskan, sikat kawat untuk membersihkan. Batas putaran piringan harus sama atau lebih tinggi dari putaran mesin, dan pelindung tetap terpasang.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 ✗** Jebakan: kawat sikat dapat putus dan terlempar seperti jarum; pelindung dan pelindung wajah tetap dipakai.

• **Pernyataan 2 ✓** Batu potong dirancang menerima gaya pada bidang potongnya, bukan tekanan samping.

• **Pernyataan 3 ✓** Batu asah tebal tahan tekanan samping sehingga cocok meratakan las.

• **Pernyataan 4 ✗** Jebakan: putaran mesin 11.000 rpm melebihi batas batu 8.500 rpm; batu dapat pecah walaupun tekanannya ringan.

• **Pernyataan 5 ✗** Jebakan: flap disc untuk menghaluskan permukaan, bukan memotong; memotong dengan tepi flap disc merusak piringan dan berbahaya.

Jawaban: pernyataan 2, 3.

✎ LATIHAN

Untuk setiap soal, tulis lebih dulu angka batas yang tertera (rpm, kapasitas, atau tabel), lalu bandingkan dengan kebutuhan pekerjaan. Pada soal pemeliharaan, ingat bahwa pemeliharaan dilakukan saat mesin mati dan bagian rusak diganti.

1. Sebelum praktik dimulai pada 2027, Fitri memeriksa peralatan di bengkel las sekolah. Ia menemukan isolasi kabel las terkelupas sepanjang 3 cm, sambungan regulator oksigen yang dicurigai bocor, dan holder elektroda yang rahangnya aus sehingga terasa sangat panas setelah dipakai sebentar.

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
Kabel yang terkelupas 3 cm boleh dipakai sementara asalkan bagian itu dijauhkan dari lantai basah.	○	○
Kebocoran sambungan regulator diperiksa dengan mengoleskan air sabun, bukan dengan nyala korek api.	○	○
Holder yang rahangnya aus perlu diperbaiki atau diganti karena kontak buruk menimbulkan panas berlebih.	○	○

2. Rudi memotong besi hollow 40 × 40 mm bersudut 45° untuk sudut rangka pintu memakai mesin gerinda potong duduk (2027). Ragum mesin dapat diatur sudutnya. Pemotongan pertama akan menghasilkan potongan sepanjang 60 mm yang jatuh bebas setelah terpotong.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Prosedur yang paling tepat adalah ....

A. Memegang hollow dengan tangan agar sudutnya mudah diatur, lalu memotong perlahan
B. Menjepit hollow di ragum pada 45°, lalu berdiri tepat segaris di belakang piringan
C. Menjepit hollow di ragum pada 45°, lalu menekan penuh saat piringan baru mulai berputar
D. Menjepit hollow di ragum pada 45°, lalu menahan ujung potongan 60 mm itu dengan tangan kiri
E. Menjepit hollow di ragum 45°, menunggu putaran penuh, berdiri di samping garis piringan

3. Pada akhir semester 2027, kelompok Bagus ditugasi merawat perkakas bengkel. Mereka menemukan kikir yang giginya tersumbat serbuk logam, gerinda tangan yang mengeluarkan percikan api besar di dalam rumah motornya karena sikat karbon hampir habis, dan selang asetilen yang retak di dekat sambungan.
(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
Gerinda tangan dipakai sampai praktik hari itu selesai, lalu sikat karbonnya diganti pada jadwal perawatan berikutnya.	○	○
Serbuk logam yang menyumbat gigi kikir dibersihkan dengan sikat kikir searah alur gigi.	○	○
Retak pada selang asetilen ditutup lilitan selotip tahan panas, lalu kebocorannya diperiksa dengan air sabun.	○	○

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

4. Pelat nama mesin potong pelat (shearing) di bengkel sekolah tertulis: kapasitas baja lunak 4 mm, baja tahan karat 2,5 mm, panjang potong maksimum 1.250 mm (2027). Hari itu kelompok Arya harus memotong pelat baja lunak 5 mm, pelat baja tahan karat 3 mm, dan pelat baja lunak 2 mm sepanjang 1.000 mm.
(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
Pelat baja lunak 5 mm masih boleh dipotong di mesin ini asalkan pisaunya baru diasah.	○	○
Pelat baja tahan karat 3 mm tidak dipotong di mesin ini walaupun lebih tipis dari 4 mm.	○	○
Pelat baja lunak 2 mm sepanjang 1.000 mm dapat dipotong dengan tangan dijauhkan dari penjepit dan pisau.	○	○

5. Pada akhir minggu praktik 2027, regu piket bengkel melakukan pemeliharaan rutin terhadap mesin las inverter yang berdebu, mesin bor duduk yang mejanya penuh tatal, dan gerinda duduk yang permukaan batunya sudah tidak rata.
(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
Debu di dalam mesin las inverter dibersihkan dengan udara tekan kering setelah steker mesin dicabut.	○	○
Ragum dan meja mesin bor dibersihkan dari tatal lalu diolesi oli tipis setelah dipakai.	○	○
Batu gerinda duduk yang permukaannya tidak rata dibiarkan karena akan rata sendiri setelah sering dipakai.	○	○

Kunci singkat: 1. 1S 2B 3B 2. E 3. 1S 2B 3S 4. 1S 2B 3B 5. 1B 2B 3S

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

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa putaran maksimum cakram tidak boleh lebih kecil daripada putaran mesin, dan mengapa mata bor besar diputar lebih lambat?
- Apa yang harus dilakukan bila gerinda tangan mengeluarkan percikan api besar di dalam rumah motornya, dan bagaimana menangani selang gas yang retak?
- **Yang harus kuingat:** cakram dipilih menurut pekerjaan dan batas rpm; benda dijepit dan berdiri di samping garis piringan; n = 1.000 × Vc ÷ (π × d); kapasitas dibaca menurut bahan; pemeliharaan saat mesin mati dan bagian rusak diganti, bukan ditambal.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 4.2: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktpfl&node=SMKTPFL-4.2

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

Sub bab 4.3 · Pemotongan logam dengan panas: gas cutting dan plasma cutting

SMKTPFL-4.3

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi elemen **penggunaan perkakas bengkel** memuat satu sub-elemen khusus: **pemotongan dengan panas** (*thermal cutting*), yaitu **gas cutting** dan **plasma cutting**, pada tingkat menerapkan dan menganalisis. Artinya kamu tidak cukup hafal nama alatnya. Kamu diminta memilih setelan dari tabel, menentukan metode untuk bahan tertentu, dan menelusuri penyebab hasil potong yang buruk. Halaman kisi-kisi tidak mencantumkan persentase benar nasional, jadi buku ini tidak memuat angka itu.

Pola soal yang sering muncul: tebal pelat berubah tetapi setelan nosel dan tekanan tidak diganti, sehingga potongan tidak tembus; pelat baja tahan karat atau aluminium yang dipilihkan pemotongan gas; **nyala meletup dan padam** karena nosel panas atau tersumbat; hasil potong dengan terak bergumpal, butiran terak, atau tepi atas membulat yang harus dihubungkan dengan **satu** penyebab; dan mesin plasma yang gagal memindahkan busur karena klem kerja terpasang pada permukaan bercat atau udaranya lembap. Pilihan jawaban yang salah biasanya memuat penyebab yang memang ada dalam teori, tetapi sudah dibantah oleh keterangan di cerita soal.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan prinsip gas cutting dan plasma cutting serta bahan yang dapat dipotong dengan masing-masing metode, lengkap dengan alasannya;
- menyebutkan perlengkapan dan prosedur pemotongan gas dan plasma beserta tindakan keselamatannya;
- memilih nosel, tekanan, arus, dan kecepatan potong dari tabel menurut bahan dan tebal;
- menganalisis hasil potong (terak, garis seret, tepi atas, kemiringan) dan menentukan penyebab serta perbaikannya;
- memilih metode pemotongan yang tepat menurut bahan, tebal, mutu tepi, dan kondisi bengkel.

◆ KONSEP INTI

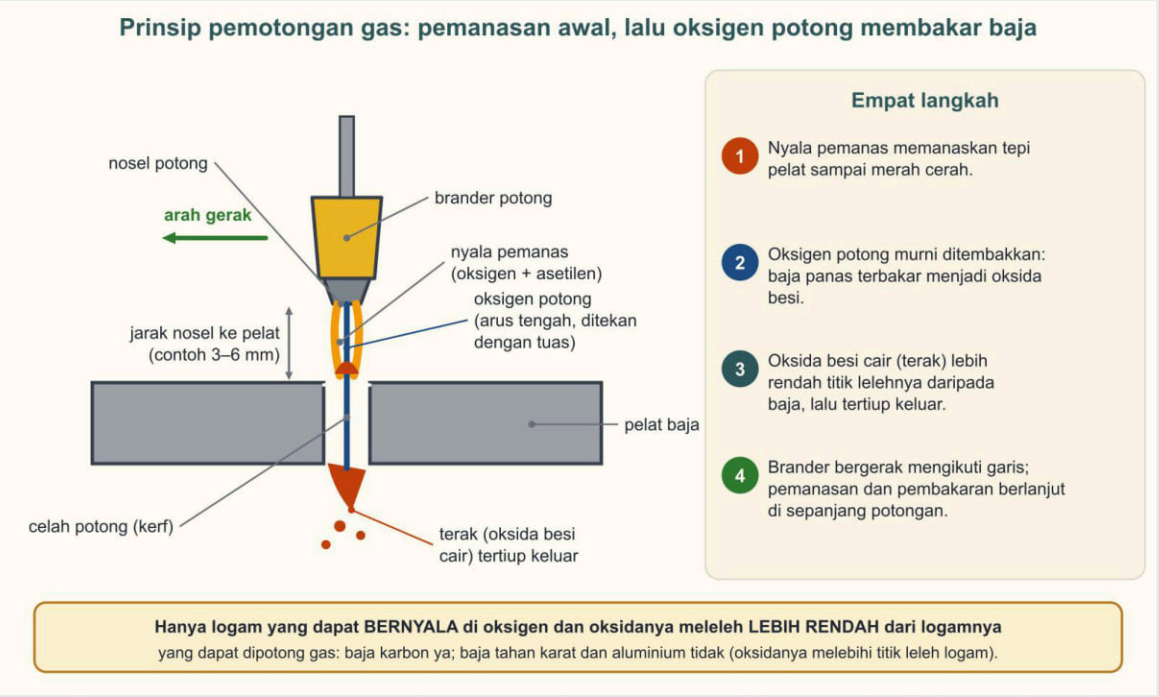
Di sub bab 4.1 dan 4.2 kamu belajar memotong logam secara **mekanis**: gergaji, gunting, atau piringan gerinda yang mengiris atau menggerus bahan. Cara itu terbatas oleh tebal dan bentuk. Pelat 25 mm tidak dapat diiris gunting, dan lengkungan rumit sulit digergaji. Untuk itu bengkel memakai **pemotongan dengan panas** (*thermal cutting*): logam dipanaskan sampai terbakar atau melebur pada garis potong, kemudian hasil lelehannya ditiup keluar. Dua cara yang paling

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

umum di bengkel pengelasan dan fabrikasi adalah **gas cutting** (potong gas, juga disebut potong oksi-asetilen) dan **plasma cutting** (potong plasma). Keduanya sangat berguna, tetapi melibatkan gas bertekanan, api, listrik, dan percikan panas, sehingga aturan keselamatannya ketat. Di bengkel, ikuti arahan guru atau pengawas dan petunjuk alat.

1. Gas cutting (potong gas)

Prinsip. Gas cutting memakai dua jenis nyala dalam satu brander (Gambar 4.12). Pertama, **nyala pemanas** dari campuran oksigen dan asetilen memanaskan tepi pelat sampai **merah cerah**. Pada suhu itu, baja mudah bereaksi dengan oksigen. Kedua, brander mengalirkan **oksigen potong** murni melalui lubang di tengah nosel. Besi yang panas **terbakar** dalam oksigen murni, berubah menjadi oksida besi, dan reaksi ini sendiri melepaskan panas yang ikut memanaskan bagian di bawahnya. Oksida besi yang cair, disebut **terak** (*slag*, juga *dross*), memiliki titik leleh lebih rendah daripada baja, sehingga terdorong keluar oleh semburan oksigen. Brander digerakkan sepanjang garis, dan pemanasan serta pembakaran berlanjut. Ini bukan peleburan biasa: baja **dibakar**, bukan dilelehkan seluruhnya.



Gambar 4.12 Prinsip gas cutting: nyala pemanas, oksigen potong, celah potong (kerf), dan terak. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Bahan yang dapat dipotong. Syarat pemotongan gas ada dua: logam dapat terbakar dalam oksigen pada suhu di bawah titik lelehnya, dan oksidanya meleleh lebih rendah daripada logamnya. **Baja karbon** (rendah dan sedang) memenuhi keduanya, sehingga paling cocok. Sebaliknya:

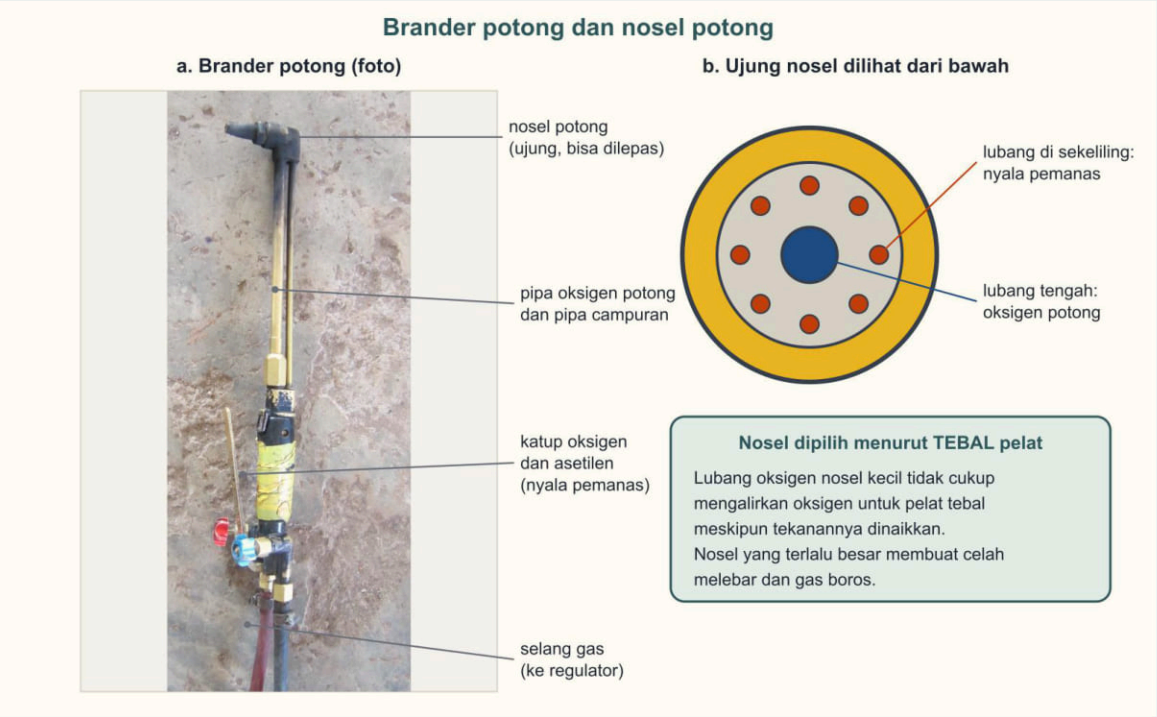
- **Baja tahan karat** (*stainless steel*) mengandung banyak krom. Krom membentuk lapisan oksida (oksida krom) yang titik lelehnya jauh **lebih tinggi** daripada titik leleh baja itu sendiri, sehingga lapisan ini padat dan melindungi besi di bawahnya dari oksigen potong. Suhu penyalaannya pun lebih tinggi daripada baja karbon.
- **Aluminium** membentuk oksida aluminium yang titik lelehnya jauh di atas titik leleh aluminium (sekitar 2.050 °C berbanding sekitar 660 °C). Lapisan oksida padat menutupi logam, dan aluminium juga menghantar panas sangat cepat sehingga panas sulit terkumpul pada garis potong.

Karena itu, baja tahan karat dan aluminium **tidak dapat dipotong gas dengan cara biasa**. Pemanasan awal yang lebih lama tidak membantu, karena oksidanya tetap menghalangi. Bahan-bahan itu dipotong dengan plasma.

Perlengkapan. Satu set gas cutting terdiri atas:

- **tabung oksigen** dan **tabung asetilen**, ditempatkan tegak dan diikat dengan rantai pada kereta atau dinding, dengan tutup pengaman terpasang saat dipindahkan;
- **regulator** pada masing-masing tabung, berfungsi menurunkan tekanan tinggi di tabung menjadi tekanan kerja yang stabil. Regulator memiliki **manometer** untuk tekanan tabung dan tekanan kerja;
- **dua selang**, satu untuk oksigen dan satu untuk asetilen. Kedua selang dan sambungannya berbeda agar tidak tertukar; jangan pernah menyambung paksa. Kode warna dapat berbeda antarnegara dan antarbengkel, jadi ikuti ketentuan bengkel dan penandaan pada selang;
- **penahan nyala balik** (*flashback arrestor*) dan **katup searah** (*check valve*), dipasang pada regulator atau brander, mencegah nyala dan gas berbalik arah ke dalam selang dan tabung;
- **brander potong** (Gambar 4.13) dengan katup oksigen pemanas, katup asetilen, dan **tuas oksigen potong**;
- **nosel potong** yang dapat diganti. Nosel diberi nomor menurut tebal pelat: lubang oksigen potong makin besar untuk pelat makin tebal;
- **pemantik gesek** untuk menyalakan (bukan korek api), **jarum pembersih nosel**, penjepit dan kacamata pengaman bergelap, serta sarung tangan dan pakaian kulit.

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



Gambar 4.13 Brander potong (foto) dan ujung nosel potong yang memiliki satu lubang tengah dan lubang pemanas di sekelilingnya. Sumber foto: lihat daftar sumber gambar; gambar nosel digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Tekanan asetilen dijaga rendah, di bawah sekitar **1 bar** (15 psi): di atas batas itu asetilen menjadi tidak stabil dan dapat terurai secara berbahaya. Tekanan oksigen potong jauh lebih tinggi dan diatur menurut tebal pelat. Angka tekanan di buku ini hanya contoh; ikuti tabel pabrik brander dan arahan guru.

Prosedur memotong (garis besar).

1. **Periksa perlengkapan**: selang tidak retak, sambungan kencang, bebas minyak dan gemuk (minyak dan oksigen bertekanan dapat menyala sendiri). Periksa kebocoran dengan **air sabun**, bukan dengan api.
2. **Pasang nosel sesuai tebal**, atur tekanan kerja pada regulator, lalu nyalakan brander dengan pemantik. Atur nyala pemanas menjadi **nyala netral**: kerucut dalam jelas dan putih, tanpa bulu asetilen di sekelilingnya.
3. **Panaskan** tepi pelat sampai merah cerah. Jarak ujung nosel ke pelat dijaga tetap (contoh 3 sampai 6 mm; ikuti tabel).
4. **Tekan tuas oksigen potong**. Bila baja mulai terbakar dan memercik ke bawah, gerakkan brander pelan dan stabil sepanjang garis. Potongan lebih mudah dimulai dari **tepi** pelat daripada dari tengah.
5. **Selesai**: lepas tuas, tutup kedua katup brander, tutup katup tabung, buang gas yang tersisa di selang dan lepaskan tekanan regulator mengikuti petunjuk alat dan guru. Brander dan benda kerja masih sangat panas.

Setelan menurut tebal. Makin tebal pelat, makin besar nosel, makin tinggi tekanan oksigen potong, dan makin lambat gerak brander. Tabel 4.1 menunjukkan contoh buatan sendiri untuk

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

latihan (bukan data pabrik).

Tebal pelat (mm)	Nomor nosel	Tekanan oksigen potong (bar)	Tekanan asetilen (bar)	Kecepatan potong (mm/menit)
3–6	1	1,5	0,3	450–400
7–12	2	2,0	0,35	400–330
13–25	3	2,5	0,4	330–260
26–50	4	3,5	0,5	260–200

Tabel 4.1 Contoh tabel setelan potong gas (contoh latihan; ikuti tabel pabrik dan petunjuk alat).

Lubang oksigen nosel kecil tidak dapat mengalirkan cukup oksigen untuk pelat tebal, **walaupun tekanannya dinaikkan**. Karena itu, saat berpindah dari pelat tipis ke pelat tebal, yang diganti adalah **nosel, tekanan, dan kecepatan sekaligus**, bukan salah satunya.

Membaca hasil potong. Hasil potong yang baik memiliki **tepi atas tajam**, **garis seret** (garis halus yang tampak di muka potong) hampir tegak, **celah potong (kerf)** sempit dan rata, serta terak sedikit dan mudah dilepas. Penyimpangan memberi petunjuk penyebabnya (Gambar 4.14).

- Garis seret **melengkung ke belakang** di bagian bawah, butiran terak kecil yang keras melekat, atau potongan tidak tembus: gerak brander **terlalu cepat**.
- Terak **bergumpal besar** di bawah dan mudah dilepas, tepi atas membulat, celah melebar: gerak **terlalu lambat**.
- Tepi atas membulat dan berbutir leleh, sedangkan garis seret dan tepi bawah baik: **nyala pemanas terlalu besar** atau nosel terlalu dekat.
- Terak menempel keras di tepi bawah: tekanan oksigen potong **kurang** atau nosel tidak sesuai tebal.

Next Level Study
Educational Institutions

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



Gambar 4.14 Hasil potong yang baik dan penyimpangan umum beserta penyebab dan perbaikannya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

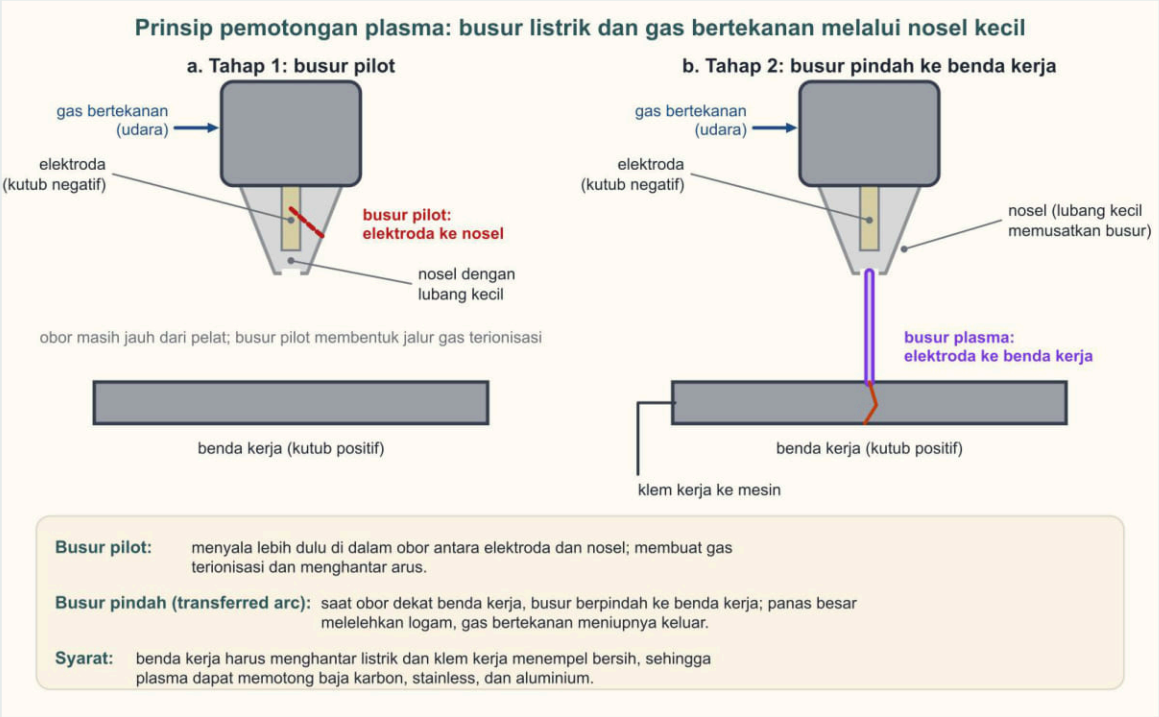
Masalah umum pada gas cutting.

- **Nyala meletup (letupan balik, *backfire*) lalu padam.** Penyebabnya nosel terlalu panas, lubang nosel tersumbat percikan, nosel menyentuh benda kerja, atau tekanan tidak sesuai. Penanganan: **tutup katup brander**, dinginkan nosel, bersihkan lubangnya dengan **jarum pembersih nosel** yang ukurannya sesuai, periksa tekanan, lalu nyalakan ulang. Menyalakan kembali tanpa menghilangkan penyebabnya hanya mengulang letupan. Mengganti nosel dengan ukuran lebih besar bukan jawaban, karena ukuran nosel dipilih menurut tebal pelat.
- **Nyala balik (*flashback*).** Nyala merambat ke dalam brander atau selang, disertai bunyi mendesis atau siulan. Ini berbahaya: segera hentikan dan tutup katup menurut prosedur, jangan dilanjutkan, dan laporkan kepada guru atau pengawas. Penahan nyala balik dan katup searah disiapkan untuk keadaan ini.
- **Potongan tidak tembus.** Kecepatan terlalu cepat, nosel terlalu kecil untuk tebal pelat, nyala pemanasan kurang, atau tekanan oksigen terlalu rendah.
- **Percikan membuat nosel tersumbat.** Nosel terlalu dekat atau terlalu sering menyentuh pelat; jaga jarak dan bersihkan nosel secara berkala.

2. Plasma cutting (potong plasma)

Prinsip. Plasma adalah gas yang dipanaskan begitu tinggi dan dialiri listrik sehingga menjadi penghantar (terionisasi). Pada plasma cutting (Gambar 4.15), **busur listrik** dibentuk antara **elektroda** di dalam obor dan benda kerja, sementara **gas bertekanan** (di bengkel biasanya udara tekan) dialirkan melewati **nosel berlubang sangat kecil**. Lubang kecil itu memusatkan busur dan mempercepat gas menjadi semburan plasma yang sangat panas dan cepat. Panas ini melelehkan logam pada garis potong, dan tekanan gas meniup lelehan keluar. Berbeda dengan pemotongan gas, logam **dilelehkan dan ditiup**, bukan dibakar dalam oksigen.

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



Gambar 4.15 Prinsip plasma cutting: busur pilot di dalam obor, lalu busur pindah ke benda kerja. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

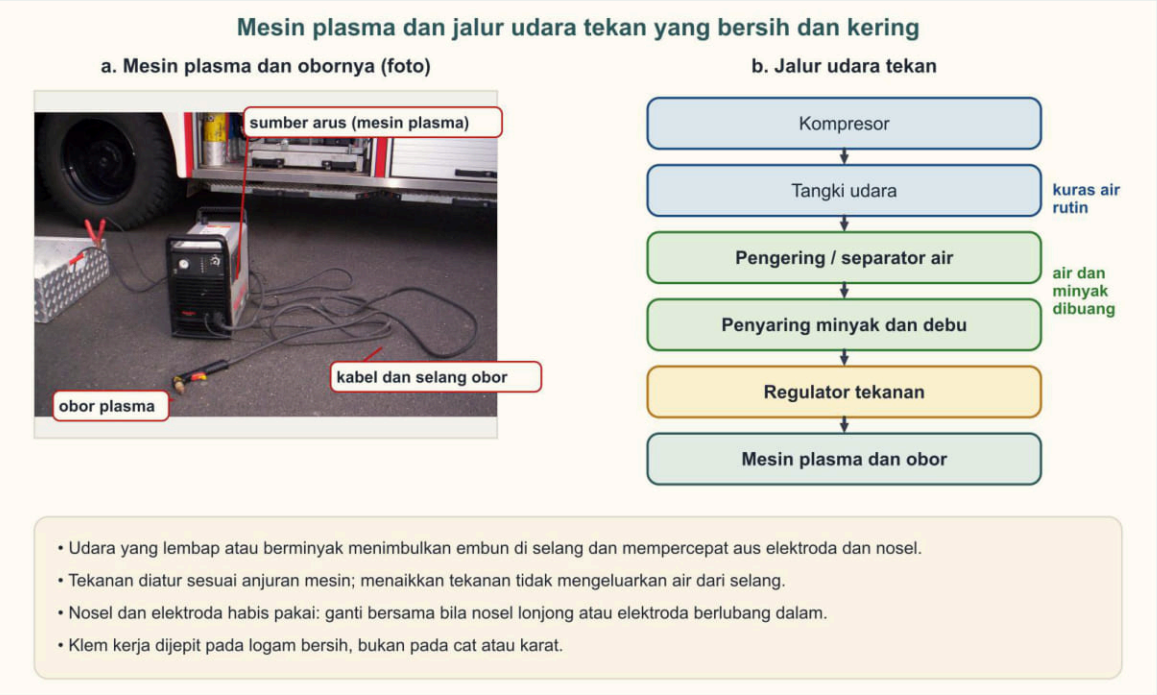
Obor plasma memulai pemotongan dalam dua tahap.

1. **Busur pilot** menyala lebih dulu **di dalam obor**, antara elektroda dan nosel. Busur ini membuat gas terionisasi dan membentuk jalur yang dapat menghantar arus. Busur pilot tidak memerlukan benda kerja.
2. Ketika obor didekatkan ke benda kerja, busur **berpindah** ke benda kerja. Inilah **busur pindah** (*transferred arc*). Pada tahap ini, elektroda bermuatan negatif dan benda kerja positif; sebagian besar energi busur dipakai untuk memotong. Sebagian mesin menyalakan busur pilot kembali secara otomatis bila busur putus.

Karena busur harus **pindah ke benda kerja**, benda kerja harus **menghantar listrik** dan **klem kerja** (klem massa) harus menempel pada permukaan **logam bersih**. Syarat ini sekaligus menjadi kekuatan plasma: semua logam penghantar, termasuk **baja karbon, baja tahan karat, aluminium, dan tembaga**, dapat dipotong. Plasma tidak dapat memotong bahan bukan penghantar seperti kayu, kaca, atau plastik.

Perlengkapan. Mesin plasma terdiri atas **sumber arus** (mesin), **obor**, kabel dan selang obor, **klem kerja**, dan **pasokan udara tekan** (Gambar 4.16). Tegangan tanpa beban pada mesin plasma tinggi (dapat mencapai beberapa ratus volt), sehingga bahaya listriknya nyata. Bagian obor yang aus disebut **bahan habis pakai** (*consumables*): **elektroda**, **nosel**, **cincin pusar** (pengatur arah putaran gas), dan **tudung pelindung**. Nosel yang lubangnya sudah lonjong atau elektroda yang berlubang dalam menghasilkan potongan miring dan dross; **elektroda dan nosel diganti bersama**, karena elektroda yang sudah rusak merusak nosel baru.

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



Gambar 4.16 Mesin plasma dengan obornya (foto) dan jalur udara tekan yang bersih dan kering. Sumber foto: lihat daftar sumber gambar; bagan digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Kualitas udara tekan. Plasma yang memakai udara memerlukan udara yang **kering dan bersih**. Uap air dan minyak dari kompresor menimbulkan embun di selang dan mempercepat aus elektroda dan nosel, serta membuat busur tidak stabil. Karena itu, jalur udara dilengkapi tangki yang **dikuras rutin**, pengering atau separator air, dan penyaring minyak. Tekanan udara diatur sesuai anjuran mesin: menaikkan tekanan jauh di atas anjuran tidak mengeluarkan air dari selang, tetapi membuat busur tidak stabil dan sulit menyala.

Setelan: arus, kecepatan, dan jarak. Arus dipilih menurut tebal dan bahan: makin tebal, makin besar arus dan makin lambat gerak obor. **Jarak obor** ke pelat dijaga tetap (sering memakai pemandu jarak). Tabel 4.2 memuat contoh buatan sendiri untuk mesin 65 A.

Bahan	Tebal (mm)	Arus (A)	Kecepatan potong (mm/menit)
Baja karbon	4	40	1.400
Baja karbon	8	65	800
Baja tahan karat	4	45	1.000
Baja tahan karat	8	65	500
Aluminium	6	65	1.100
Aluminium	10	65	600

Tabel 4.2 Contoh setelan plasma untuk mesin 65 A (contoh latihan; ikuti tabel pabrik dan petunjuk alat).

Perhatikan bahwa pada tebal yang sama, baja tahan karat dipotong lebih lambat daripada baja

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

karbon.

Membaca hasil potong plasma. Prinsipnya sama dengan potong gas. **Kecepatan terlalu lambat** menghasilkan terak **bergumpal besar** di sisi bawah yang mudah dilepas, tepi atas dapat membulat, dan garis seret hampir tegak. **Kecepatan terlalu tinggi** menghasilkan butiran terak kecil yang keras dan melekat, garis potong melengkung ke belakang, dan potongan dapat tidak tembus. **Potongan miring** atau dross di satu sisi menandakan nosel lonjong atau obor yang miring. Penting: sebelum menetapkan penyebab, **singkirkan dulu** penyebab yang sudah dinyatakan beres. Jika nosel dan elektroda baru, arus sesuai tabel, dan jarak obor dijaga pemandu, maka kecepatan gerak adalah penyebab yang tersisa.

Masalah umum pada plasma cutting.

- **Busur tidak pindah ke benda kerja:** klem kerja terpasang pada permukaan bercat tebal atau berkarat, obor terlalu jauh, nosel atau elektroda aus, atau arus terlalu kecil.
- **Nosel dan elektroda cepat aus:** udara lembap atau berminyak, terlalu sering membuat lubang tembus awal, atau nosel menyentuh pelat.
- **Potongan tidak tembus:** arus terlalu kecil untuk tebal, atau gerak terlalu cepat.

3. Memilih metode pemotongan

Kedua metode memiliki kelebihan masing-masing.

Pertimbangan	Gas cutting	Plasma cutting
Bahan	hanya baja karbon	semua logam penghantar: baja karbon, stainless, aluminium
Tebal	sangat tebal (puluhan mm) dapat dipotong dengan nosel yang sesuai	dibatasi arus mesin; pelat tipis sampai sedang paling baik
Mutu tepi	tepi lebih kasar dan zona panas lebih lebar	tepi lebih rapi pada pelat tipis dan sedang, kerf sempit
Kecepatan pada pelat tipis	lebih lambat	lebih cepat
Kebutuhan	tabung gas; tidak perlu listrik besar	listrik yang cukup dan udara tekan kering
Biaya perlengkapan	relatif murah	lebih mahal; ada bahan habis pakai

Pemilihan dilakukan dengan menyaring syarat berurutan: **bahan dulu** (stainless dan aluminium berarti plasma), lalu **tebal** (sangat tebal biasanya gas), lalu **mutu tepi dan jumlah** (banyak lengkungan rapi cenderung plasma), lalu **kondisi bengkel** (tersedia listrik dan udara kering atau tidak).

4. Keselamatan pada pemotongan dengan panas

- **Nyala balik dan kebakaran.** Pakai penahan nyala balik dan katup searah; periksa kebocoran dengan air sabun; jauhkan bahan mudah terbakar (kain, kertas, bensin, cat) dari

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

area kerja dan percikan; sediakan pemadam api dan, bila perlu, pengawas api. Percikan terbang jauh dan terak jatuh ke bawah, jadi periksa area di bawah dan di sekitar benda kerja. Jangan memotong wadah bekas bahan bakar yang tidak dibersihkan dan diuji menurut prosedur.

- **Tabung gas.** Berdiri tegak dan diikat; tutup pengaman terpasang saat dipindahkan; oksigen dan asetilen dijauhkan dari nyala dan dari satu sama lain sesuai aturan bengkel; minyak dan gemuk dijauhkan dari katup dan regulator oksigen.
- **Asap dan gas.** Pemotongan baja galvanis, bercat, atau tahan karat menghasilkan asap berbahaya; pastikan ventilasi dan alat penghisap asap, dan pakai pelindung pernapasan bila diminta.
- **Silau dan radiasi.** Pakai kacamata atau kedok dengan lensa yang cukup gelap menurut jenis dan arus pekerjaan (tabel shade ada di sub bab 2.1), dan lindungi orang di sekitar.
- **Listrik (plasma).** Cabut steker atau matikan mesin sebelum mengganti elektroda atau nosel; **jangan membersihkan nosel sambil menyala**; jangan bekerja di tempat basah; kabel dalam kondisi baik.
- **Panas, percikan, dan kebisingan.** Pakai sarung tangan kulit, pakaian dan sepatu pengaman, serta penutup telinga. Benda yang baru dipotong sangat panas; pegang dengan penjepit.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Setelan potong gas untuk pelat 14 mm

Pada 2027, Tari akan memotong lurus pelat baja karbon tebal 14 mm sepanjang 1,4 m dengan brander potong. Ia memakai Tabel 4.1 di bengkel sekolahnya. Sebelumnya brander dipakai untuk pelat 6 mm. Tentukan setelan dan perkiraan waktu potong. *(Kasus fiktif.)*

1. **Cari baris tebal.** 14 mm masuk baris **13–25 mm** (bukan baris 7–12 mm, walaupun mendekati 12 mm).
2. **Baca setelan.** Nosel nomor 3; tekanan oksigen potong 2,5 bar; tekanan asetilen 0,4 bar (di bawah batas sekitar 1 bar); kecepatan 330 sampai 260 mm/menit.
3. **Ganti semuanya.** Setelan pelat 6 mm (nosel 1, oksigen 1,5 bar, 450–400 mm/menit) tidak boleh dipakai: lubang nosel 1 tidak mengalirkan cukup oksigen untuk 14 mm, dan menaikkan tekanannya saja tidak menolong.
4. **Pilih kecepatan.** Ambil nilai tengah sekitar 300 mm/menit, lalu sesuaikan setelah uji pada pelat sisa dengan membaca garis seret dan terak.
5. **Hitung waktu.** t = panjang ÷ kecepatan = 1.400 mm ÷ 300 mm/menit ≈ 4,7 menit.
6. **Siapkan jarak nosel** tetap (contoh 3 sampai 6 mm) dan mulai dari tepi pelat.

Jawaban: nosel 3, oksigen 2,5 bar, asetilen 0,4 bar, kecepatan sekitar 300 mm/menit; waktu potong sekitar 4,7 menit.

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

Contoh 2 — Memilih metode untuk empat bahan

Bengkel Gunawan pada 2027 memiliki perlengkapan gas dan sebuah mesin plasma 65 A (mesin ini membutuhkan listrik dan udara tekan kering). Tentukan metode terbaik untuk empat pekerjaan berikut. *(Kasus fiktif.)*

No	Pekerjaan	Metode	Alasan
1	pelat baja karbon 40 mm di lokasi tanpa listrik besar	gas cutting	tebal 40 mm melebihi kemampuan mesin 65 A; gas tidak memerlukan listrik besar
2	pelat baja tahan karat 5 mm untuk meja tampak	plasma cutting	stainless tidak dapat dipotong gas; plasma memberi tepi rapi
3	pelat aluminium 8 mm	plasma cutting	oksida aluminium menghalangi pemotongan gas
4	60 lembar baja karbon 3 mm dengan lengkungan banyak dan tepi rapi	plasma cutting	cepat dan tepi rapi pada pelat tipis; jumlah banyak

1. **Saring bahan lebih dulu.** Pekerjaan 2 dan 3 pasti plasma.
2. **Periksa tebal.** Pekerjaan 1 sebesar 40 mm jauh di atas batas nyaman mesin 65 A (Tabel 4.2 hanya sampai 10 mm), sehingga gas menjadi pilihan.
3. **Pekerjaan 4** baja karbon yang dapat dipotong kedua metode; mutu tepi dan jumlah banyak menentukan plasma.
4. **Periksa kondisi.** Plasma memerlukan listrik dan udara kering, ketersediaannya dicek sebelum memilih.

Jawaban: gas, plasma, plasma, plasma.

Contoh 3 — Menelusuri mengapa busur plasma tidak pindah

Pada 2027, Oki memotong pelat baja karbon 8 mm dengan mesin plasma 65 A. Busur pilot menyala normal, tetapi busur tidak berpindah ke pelat dan pelat tidak terpotong. Nosel dan elektroda baru diganti pagi itu, arus diatur 65 A sesuai Tabel 4.2, dan udara tekan kering melalui penyaring. Klem kerja dijepit pada ujung meja yang ditutup cat tebal. Tentukan penyebab dan perbaikannya. *(Kasus fiktif.)*

1. **Daftar penyebab yang mungkin** untuk busur tidak pindah: klem kerja kotor atau bercat, obor terlalu jauh, nosel atau elektroda aus, arus terlalu kecil, udara lembap.
2. **Singkirkan yang sudah dibantah oleh cerita.** Nosel dan elektroda baru (bukan aus); arus 65 A sesuai tabel (bukan arus kecil); udara kering dan tersaring (bukan udara lembap).
3. **Periksa yang tersisa.** Klem kerja dijepit pada meja bercat tebal: cat tidak menghantar listrik, sehingga lintasan arus dari pelat kembali ke mesin buruk dan busur tidak mau pindah. Jarak obor tidak disebut menyimpang.
4. **Perbaiki.** Pindahkan klem kerja ke logam **bersih**, langsung pada pelat atau pada meja yang permukaannya digerinda bersih. Pastikan jepitan kuat.

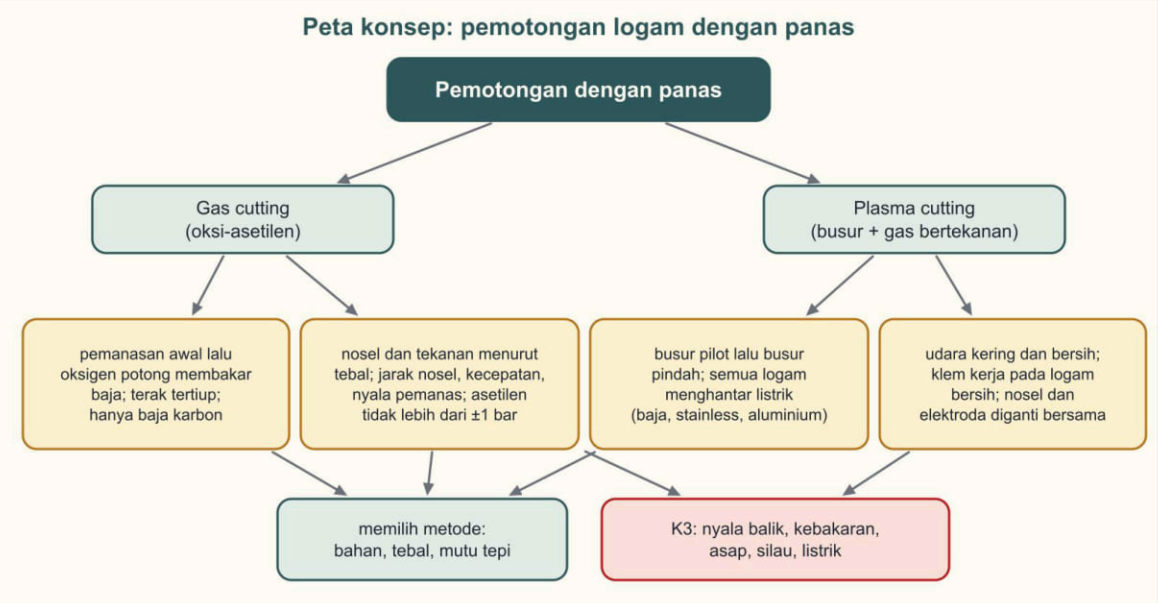
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

5. **Uji ulang** pada pelat sisa, lalu lanjut ke pelat benda kerja.

Jawaban: penyebab klem kerja pada permukaan bercat; pindahkan ke logam bersih.

❖ PETA KONSEP

Gambar 4.17 merangkum pemotongan dengan panas.



Gambar 4.17 Peta konsep pemotongan dengan panas: gas cutting dan plasma cutting. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- **Gas cutting**: nyala pemanas memanaskan baja sampai merah cerah, oksigen potong membakar baja, terak tertiup keluar. Hanya **baja karbon**; stainless dan aluminium tidak (oksidanya meleleh lebih tinggi daripada logamnya).
- Nosel, tekanan, dan kecepatan dipilih **menurut tebal**; saat tebal berubah, **semuanya** diganti. Asetilen tidak lebih dari sekitar 1 bar.
- **Plasma cutting**: busur pilot lalu busur pindah; semua logam **penghantar**; udara **kering dan bersih**; klem kerja pada logam bersih; nosel dan elektroda diganti bersama.
- **Terak bergumpal** = terlalu lambat; **butiran keras dan garis melengkung** = terlalu cepat; tepi atas membulat berbutir = nyala pemanas terlalu besar.
- **Nyala meletup**: tutup katup, dinginkan dan bersihkan nosel, periksa tekanan, baru nyalakan.

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

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal pemotongan dengan panas:

1. **Tentukan bahan dan tebal**: bahan menentukan metode, tebal menentukan baris tabel.
2. **Cari baris tabel yang cocok**, lalu baca nosel, tekanan, arus, dan kecepatan dari **baris yang sama**.
3. **Pada soal penyebab**, tandai penyebab yang sudah dibantah cerita, lalu pilih yang tersisa.
4. **Pada soal tindakan**, hilangkan dulu penyebabnya (tutup katup, dinginkan, bersihkan, ganti), baru lanjutkan.
5. Periksa keselamatan: gas, api, listrik, asap, silau.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Gas dipakai untuk stainless atau aluminium**, dengan alasan "pemanasan lebih lama".
- **Tebal pelat berubah tanpa mengganti setelan**, atau hanya tekanan yang dinaikkan tanpa mengganti nosel.
- **Jarak nosel yang dekat dianggap selalu lebih baik**, padahal nosel menyentuh pelat tersumbat dan meletup.
- **Plasma gagal "karena tekanan kurang"**, padahal klem kerja bercat atau udara lembap.
- **Nosel dibersihkan sambil menyala**, atau brander dinyalakan lagi tanpa membersihkan nosel yang panas dan tersumbat.
- **Satu gejala dibaca dengan penyebab lain**: terak bergumpal dikira kecepatan terlalu cepat.
- **Ukuran nosel diperbesar untuk mencegah tersumbat**, padahal nosel dipilih menurut tebal.

> Contoh salah tafsir: potongan plasma pada baja karbon 6 mm menghasilkan terak bergumpal besar yang mudah lepas, garis potong hampir tegak, dan tepi atas membulat. Nosel dan elektroda baru, arus sesuai tabel, jarak dijaga pemandu. Seorang siswa menjawab "gerak terlalu cepat, turunkan kecepatan". Padahal ciri terak bergumpal besar dan tepi atas membulat adalah **gerak terlalu lambat**; yang diperbaiki adalah menaikkan kecepatan. Terlalu cepat memberi butiran terak kecil yang keras dan garis melengkung.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut meminta kamu memilih setelan potong gas dari tabel setelah tebal pelat berubah. Cari baris tebal yang tepat, lalu baca nosel, tekanan, dan kecepatan dari baris itu sekaligus.

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

►. Agus baru selesai memotong pelat 8 mm dan langsung memotong pelat baja karbon tebal 20 mm dengan setelan yang sama (2027). Hasilnya, potongan tidak tembus di bagian bawah dan terak menempel. Tabel di dinding bengkel menunjukkan setelan pemotongan gas.

Tebal pelat (mm)	Nomor nosel	Tekanan oksigen potong (bar)	Kecepatan potong (mm/menit)
3–10	1	2,0	500–380
10–25	2	2,5	380–300
25–40	3	3,0	300–250

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

Tindakan yang paling tepat adalah ....

A. Tetap memakai nosel 1, tekanan oksigen dinaikkan ke 2,5 bar, kecepatan 340 mm/menit
B. Mengganti dengan nosel 2, tekanan tetap 2,0 bar, kecepatan sekitar 340 mm/menit
C. Mengganti dengan nosel 3, tekanan 3,0 bar, kecepatan sekitar 280 mm/menit
D. Mengganti dengan nosel 2, tekanan 2,5 bar, kecepatan sekitar 300–380 mm/menit
E. Mengganti dengan nosel 2, tekanan 2,5 bar, kecepatan tetap seperti pelat 8 mm

Pembahasan **Kunci: D**

Konsep: Nosel dan tekanan oksigen potong dipilih sesuai tebal pelat. Lubang oksigen nosel kecil tidak mengalirkan cukup oksigen untuk pelat tebal walaupun tekanannya dinaikkan.

Langkah:
1. Tebal 20 mm → baris 10–25 mm.
2. Setelan: nosel 2, tekanan 2,5 bar, kecepatan 380–300 mm/menit.
3. Setelan lama (nosel 1, 2,0 bar) untuk pelat 3–10 mm → tidak tembus.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: tekanan dan kecepatan sesuai baris 10–25 mm, tetapi lubang nosel 1 tetap kecil sehingga aliran oksigen kurang.
• **B.** ✗ Jebakan: nosel sudah benar, tetapi tekanan 2,0 bar milik baris 3–10 mm sehingga oksigen kurang untuk 20 mm.
• **C.** ✗ Nosel 3 untuk pelat 25–40 mm; celah potong melebar dan gas boros.
• **D.** ✓ Nosel, tekanan, dan kecepatan sesuai baris tabel untuk tebal 20 mm.
• **E.** ✗ Jebakan: nosel dan tekanan benar, tetapi kecepatan pelat 8 mm (380–500 mm/menit) terlalu cepat sehingga potongan tidak tembus di bawah.

Jawaban: D.

✎ LATIHAN

Untuk setiap soal, tandai bahan dan tebal, tentukan metode atau baris tabel, lalu singkirkan penyebab yang sudah dibantah cerita sebelum memilih jawaban.

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

1. Mira memotong pelat baja karbon tebal 6 mm dengan mesin plasma manual (2027). Nosel dan elektroda baru diganti pagi itu, arus sudah sesuai tabel untuk pelat 6 mm, dan jarak obor dijaga dengan pemandu jarak. Hasil potongan memperlihatkan terak bergumpal besar di sisi bawah yang mudah lepas saat dipukul ringan, garis bekas potong hampir tegak, dan tepi atas sedikit membulat.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penyebab dan perbaikan yang paling tepat adalah ....

A. Gerak obor terlalu lambat; kecepatan potong dinaikkan
B. Gerak obor terlalu cepat; kecepatan potong diturunkan
C. Arus terlalu kecil; arus dinaikkan satu tingkat
D. Nosel sudah aus; nosel diganti dan arus dinaikkan
E. Obor terlalu dekat; jarak obor dinaikkan sedikit

2. Saat memotong pelat 12 mm pada 2027, brander potong Dani tiba-tiba meletup dan nyalanya padam. Nosel brander terasa sangat panas dan lubangnya tertutup percikan logam karena terlalu sering menyentuh pelat. Tekanan asetilen di regulator 0,5 bar dan tekanan oksigen sesuai tabel.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang paling tepat adalah ....

A. Langsung menyalakan kembali dengan pemantik karena nosel masih panas dan mudah menyala
B. Mengganti nosel dengan ukuran lebih besar agar lubangnya tidak cepat tersumbat percikan
C. Menutup katup brander, mendinginkan nosel, lalu membersihkannya dengan jarum pembersih nosel
D. Menutup katup brander lalu langsung menyalakan ulang karena letupan biasanya hanya terjadi sekali
E. Mengangkat nosel lebih tinggi dari pelat lalu melanjutkan pemotongan tanpa berhenti

3. Bengkel tempat Fajar PKL mendapat pesanan meja dapur dari pelat baja tahan karat tebal 6 mm (2027). Fajar semula ingin memakai pemotongan gas karena biasa dipakai untuk pelat baja karbon. Mesin plasma bengkel berkapasitas maksimum 45 A dengan tabel setelan berikut.

Bahan	Tebal (mm)	Arus (A)	Kecepatan potong (mm/menit)
Baja karbon	6	45	750
Baja tahan karat	3	30	1.300
Baja tahan karat	6	45	600
Aluminium	6	45	900

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

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

A. Gas dengan nosel pelat 6 mm dan pemanasan awal lebih lama
B. Plasma 45 A, 750 mm/menit, karena tebalnya sama 6 mm
C. Plasma 30 A, 1.300 mm/menit, agar pelat tidak berubah warna
D. Plasma 45 A dengan kecepatan potong 600 mm/menit
E. Plasma 45 A, 900 mm/menit, agar panas yang masuk lebih kecil

4. Siska memotong pelat baja karbon 15 mm dengan brander potong yang memakai roda pemandu sehingga jarak nosel ke pelat tetap sesuai tabel (2027). Nosel baru dibersihkan, tekanan oksigen potong dan kecepatan sesuai tabel. Hasilnya, garis seret lurus hampir tegak dan tepi bawah bersih, tetapi tepi atas potongan membulat dan dihiasi butiran terak yang meleleh.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penyebab dan perbaikan yang paling tepat adalah ....

A. Kecepatan terlalu tinggi; gerak brander diperlambat
B. Tekanan oksigen potong terlalu rendah; tekanannya dinaikkan
C. Nyala pemanasan terlalu besar; nyala pemanasan dikecilkan
D. Jarak nosel terlalu dekat; nosel diangkat lebih tinggi
E. Lubang nosel kotor; dibersihkan dengan jarum pembersih

5. Mesin plasma di bengkel Pak Tono pada 2027 sering gagal memindahkan busur ke benda kerja dan noselnya cepat aus. Kompresor bengkel tidak memiliki penyaring air, tangkinya jarang dikuras, dan pada selang terlihat embun air. Klem massa dijepit pada meja kerja yang permukaannya tertutup cat tebal. Lubang nosel yang dipakai sudah sedikit lonjong.
(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. Memasang penyaring dan pengering udara karena air dalam udara tekan mempercepat aus elektroda dan nosel.
☐ B. Memindahkan klem massa ke permukaan logam bersih pada benda kerja atau meja.
☐ C. Menaikkan tekanan udara jauh di atas anjuran agar air dalam selang terdorong keluar.
☐ D. Hanya mengganti nosel yang lonjong tanpa memeriksa elektroda karena keausan hanya terjadi pada nosel.
☐ E. Menguras air dari tangki kompresor secara rutin.

Kunci singkat: 1. A 2. C 3. D 4. C 5. A, B, E

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

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa baja tahan karat dan aluminium tidak dapat dipotong dengan gas biasa, dan apa metode yang tepat?
- Ketika nyala brander meletup dan padam, apa yang dilakukan lebih dulu, dan apa yang tidak boleh dilakukan?
- **Yang harus kuingat:** gas hanya untuk baja karbon; nosel, tekanan, dan kecepatan dipilih menurut tebal; terak bergumpal berarti terlalu lambat, butiran keras berarti terlalu cepat; plasma membutuhkan udara kering dan klem kerja pada logam bersih; keselamatan: nyala balik, kebakaran, asap, silau, listrik.



Latihan interaktif di LMS

Sub bab 4.3: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktpfl&node=SMKTPFL-4.3

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Kuis Akhir Bab 4

SMKTPFL-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-smktpfl&node=SMKTPFL-KB4

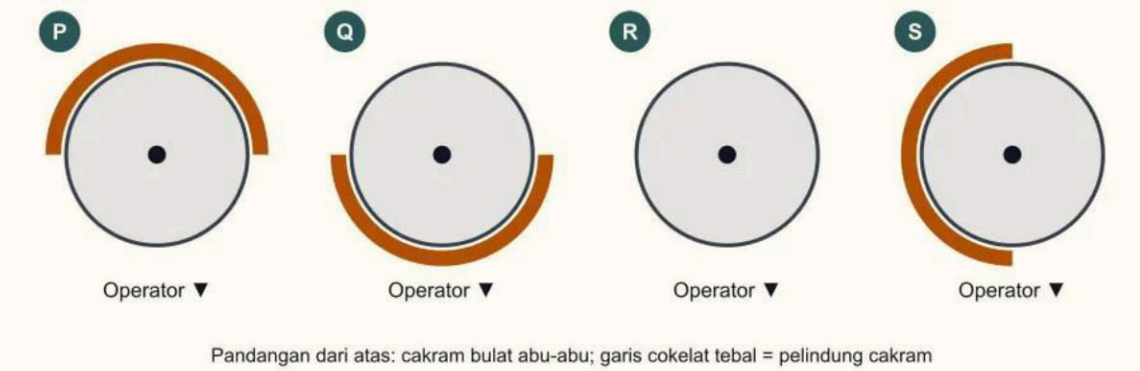
1. Kelompok siswa SMK mengerjakan rangka kecil dari besi siku di bengkel kerja bangku pada 2027. Guru mengamati cara mereka memakai gergaji besi, kikir, ragum, dan palu. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Cara memakai perkakas yang benar dan aman adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Menjepit besi siku pada ragum sebelum digergaji atau dikikir
☐ B. Memakai kikir tanpa gagang agar lebih pendek dan mudah dipegang
☐ C. Menekan gergaji pada langkah maju dan mengangkatnya ringan pada langkah mundur
☐ D. Memakai kunci pas sebagai pengganti palu bila palu sedang dipakai
☐ E. Memeriksa gagang palu agar kuat dan tidak retak sebelum dipakai

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

2. Gambar di bawah memperlihatkan empat gerinda tangan dari atas pada 2027. Cakram digambar bulat berwarna abu-abu dan pelindung cakram berupa busur cokelat tebal. Operator berada di bagian bawah gambar, sedangkan bagian cakram yang menyentuh benda kerja ada di sisi yang terbuka.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pemasangan pelindung cakram yang benar ditunjukkan oleh gambar ....



Pandangan dari atas: cakram bulat abu-abu; garis cokelat tebal = pelindung cakram

A. P, karena pelindung menutup setengah cakram bagian atas yang menjauhi operator
B. R, karena tanpa pelindung operator dapat melihat cakram dengan jelas
C. Q, karena pelindung menutup setengah cakram bagian bawah yang menghadap operator
D. S, karena pelindung menutup sisi kiri cakram agar percikan ke kiri berkurang
E. P dan Q sama benarnya karena keduanya menutup setengah cakram

3. Linda memeriksa sudut sambungan pada rangka meja dari besi siku dengan siku baja (2027). Siku ditempelkan ke dua sisi rangka. Di bagian atas terlihat celah cahaya sempit yang melebar ke arah luar antara siku dan salah satu sisi rangka.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kesimpulan yang tepat dari pengamatan itu adalah ....

A. Sudut rangka belum siku (tidak 90°) dan perlu diperbaiki sebelum dilas
B. Sudut rangka sudah siku karena siku baja sudah menempel di sebagian tepi
C. Siku baja yang rusak, karena rangka tidak mungkin tidak siku
D. Celah itu menandakan permukaan rangka berkarat sehingga tidak berpengaruh pada sudut
E. Celah dapat diabaikan karena akan tertutup logam las

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

4. Doni akan mengebor pelat baja dengan dua mata bor di bor duduk sekolah, yaitu Ø4 mm dan Ø16 mm (2027). Mesin memiliki beberapa tingkat kecepatan putar.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pengaturan kecepatan putar yang paling tepat adalah ....

A. Sama untuk kedua mata bor agar tidak perlu mengganti pengaturan
B. Lebih rendah untuk mata bor Ø4 mm dan lebih tinggi untuk Ø16 mm
C. Paling tinggi untuk keduanya agar pelat cepat tembus
D. Lebih tinggi untuk mata bor Ø4 mm dan lebih rendah untuk Ø16 mm
E. Ditentukan hanya oleh tebal pelat, bukan oleh diameter mata bor

5. Rendi membuat dudukan dari pelat baja dengan dua lubang untuk baut (2027). Ia menyusun empat pekerjaan tanpa urutan: P. menitik pusat kedua lubang, Q. menggores letak lubang sesuai gambar, R. mengebor lubang, S. menghilangkan gerigi tajam tepi lubang dengan kikir atau bor besar.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Urutan kerja yang paling tepat adalah ....

A. P – Q – R – S, karena penitikan membuat cekungan lebih dahulu
B. Q – R – P – S, karena pelat dibor dahulu lalu dititik sebagai penguat
C. R – Q – P – S, karena lubang dibuat dahulu lalu ditandai sesuai gambar
D. Q – P – S – R, karena gerigi dibersihkan sebelum lubang dibor agar rapi
E. Q – P – R – S, yaitu gores, titik, bor, lalu haluskan tepi lubang

6. Hana mengebor lubang pada pelat baja 6 mm di bengkel sekolah (2027). Ia hanya menggores tanda silang dengan paku, lalu langsung menempelkan ujung mata bor. Mata bor tergelincir dan lubang bergeser dari tanda yang dibuat.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Perkakas tangan yang seharusnya dipakai Hana sebelum mengebor adalah ....

A. Kikir, untuk meratakan permukaan pelat di sekitar tanda
B. Jangka sorong, untuk mengukur ulang letak lubang dengan teliti
C. Penitik (center punch), untuk membuat cekungan kecil di titik pusat lubang
D. Penggores, untuk menebalkan garis tanda agar terlihat jelas
E. Gergaji besi, untuk membuat takik awal pada titik pusat lubang

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

7. Saat praktik membuat rak sederhana, Tito mengencangkan baut berkepala segi enam dengan tang, memakai palu yang gagangnya retak, dan menggunakan gunting pelat untuk memotong lembaran tipis (2027). Gurunya membahas kebiasaan itu bersama 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
Baut berkepala segi enam lebih tepat dikencangkan dengan kunci pas atau kunci ring daripada tang karena tang mudah merusak kepala baut.	○	○
Palu yang gagangnya sedikit retak masih aman dipakai bila hanya untuk memukul ringan.	○	○
Gunting pelat cocok dipakai untuk memotong lembaran logam tipis, sedangkan pelat tebal memerlukan perkakas yang lebih kuat.	○	○

8. Manual bor duduk bengkel sekolah menganjurkan kecepatan potong 28 m/menit untuk baja lunak. Rumus kecepatan putar: n = 1.000 × Vc ÷ (π × d), dengan n dalam rpm, Vc dalam m/menit, dan d diameter mata bor dalam mm (π ≈ 3,14). Mesin hanya memiliki tingkat 400, 650, 1.000, dan 1.450 rpm. Rina akan memakai mata bor Ø14 mm.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tingkat putaran yang paling sesuai untuk Rina adalah ....

A. 400 rpm
B. 650 rpm
C. 1.000 rpm
D. 1.450 rpm
E. Boleh tingkat mana pun karena mesin mengatur sendiri putarannya

9. Setelah praktik, Yuni akan membersihkan tatal logam di sekitar bor duduk yang masih terhubung ke stopkontak dan saklarnya masih dalam keadaan menyala tetapi mesin tidak berputar (2027).
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan pertama Yuni sebelum membersihkan adalah ....

A. Membersihkan tatal dengan cepat selagi mesin tidak berputar
B. Membersihkan sambil menjaga tangan jauh dari mata bor
C. Meminta teman berjaga di dekat saklar sambil Yuni membersihkan
D. Memakai sarung tangan tebal lalu membersihkan tatal
E. Mematikan saklar dan mencabut steker dari stopkontak

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

10. Guru menerangkan prinsip pemotongan gas oksi-asetilen kepada siswa kelas XII dan memberi tiga pernyataan untuk dinilai (2027).
(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
Logam terpotong karena semburan oksigen murni membakar baja yang sudah dipanaskan, lalu hasil pembakarannya terhembus keluar.	○	○
Pemotongan gas dapat memotong baja tahan karat dan aluminium dengan hasil seperti pada baja karbon.	○	○
Terak hasil pemotongan terhembus keluar oleh aliran oksigen pemotong dan sebagian dapat menempel di sisi bawah bila setelan kurang tepat.	○	○

11. Hasil pemotongan pelat baja karbon 12 mm oleh Tomi dengan brander potong pada 2027 menunjukkan tepi atas potongan meleleh membulat dan celah potong (kerf) lebih lebar dari seharusnya, sedangkan potongan tembus dengan baik. Nosel bersih dan setelan oksigen potong sesuai tabel.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penyebab yang paling mungkin adalah ....

A. Kecepatan potong terlalu tinggi sehingga oksigen tidak sempat membakar logam
B. Tekanan oksigen potong terlalu rendah sehingga terak tidak terhembus
C. Nosel terlalu jauh dari pelat sehingga pemanasan kurang
D. Tabung oksigen hampir kosong sehingga tekanan menjadi tidak stabil
E. Nyala pemanas terlalu besar atau nosel terlalu dekat, atau terlalu lambat

12. Wawan harus membuat lubang Ø18 mm pada pelat baja 4 mm di bengkel sekolah dengan bor duduk (2027). Pelat itu kecil dan licin. Ia mempertimbangkan beberapa cara kerja.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Cara kerja yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Menjepit pelat pada ragum mesin atau klem agar tidak ikut berputar
☐ B. Memegang pelat dengan tangan kosong karena pelatnya tipis sehingga ringan
☐ C. Mengebor dahulu dengan mata bor kecil sebagai lubang awal, lalu melebarkannya dengan mata bor besar
☐ D. Langsung memakai mata bor Ø18 mm pada putaran tertinggi agar cepat selesai
☐ E. Memberi cairan pendingin atau pelumas pada mata bor dan menekannya dengan tekanan yang stabil

13. Regu praktik menyiapkan perlengkapan potong gas di bengkel sekolah pada 2027. Guru menegaskan beberapa ketentuan keselamatan yang akan diperiksa sebelum brander dinyalakan.

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

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Ketentuan keselamatan yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Penahan nyala balik dipasang pada regulator atau brander sesuai petunjuk
☐ B. Ulir dan sambungan regulator oksigen bebas dari oli dan gemuk
☐ C. Brander dinyalakan dengan korek gas biasa agar nyala cepat muncul
☐ D. Tabung diikat tegak dengan rantai dan dijauhkan dari sumber panas
☐ E. Katup tabung asetilen dibuka penuh agar gas selalu mengalir cukup

14. Manual brander potong bengkel mencantumkan tabel setelan contoh berikut untuk baja karbon (2027).

Tebal pelat	Ukuran nosel	Tekanan oksigen potong	Kecepatan potong
5–10 mm	no. 1	2,0 bar	450 mm/menit
10–20 mm	no. 2	2,5 bar	350 mm/menit
20–40 mm	no. 3	3,0 bar	250 mm/menit

Orang tua Beni menitipkan pekerjaan memotong pelat baja karbon 15 mm sepanjang 700 mm.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Setelan dan perkiraan waktu pemotongan yang tepat adalah ....

A. Nosel no. 1, tekanan 2,0 bar, waktu sekitar 1,6 menit
B. Nosel no. 3, tekanan 3,0 bar, waktu sekitar 2,8 menit
C. Nosel no. 2, tekanan 2,5 bar, waktu sekitar 2 menit
D. Nosel no. 2, tekanan 2,5 bar, waktu sekitar 3 menit
E. Nosel no. 2, tekanan 2,0 bar, waktu sekitar 2 menit

15. Pemeriksaan bulanan bengkel sekolah pada 2027 mencatat temuan pada empat perkakas.

Perkakas	Temuan
Gerinda tangan	cakram retak di bagian tepi
Bor duduk	tatal menumpuk di meja dan lantai sekitar mesin
Kikir	gigi tersumbat serbuk logam
Ragum	ulir kering dan seret saat diputar

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

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Perkakas yang harus dihentikan pemakaiannya lebih dahulu karena paling berisiko menyebabkan cedera berat adalah ....

A. Bor duduk, karena tatal yang menumpuk dapat tersangkut mata bor saat berputar
B. Kikir, karena gigi yang tersumbat membuat pengikiran tidak efektif
C. Ragum, karena ulir yang seret membuat benda kerja sulit dijepit rapat
D. Gerinda tangan, karena cakram retak dapat pecah dan melukai pemakai
E. Semua perkakas sama berisikonya sehingga harus dihentikan bersamaan

16. Tiga pekerjaan masuk ke bengkel Pak Prayit pada 2027. Bengkel memiliki brander potong oksi-asetilen dan mesin plasma yang memerlukan listrik dan kompresor.

Pekerjaan	Bahan	Tebal	Kondisi
1	baja karbon	40 mm	di lokasi proyek tanpa listrik
2	aluminium	6 mm	di bengkel, tepi potongan harus rapi
3	baja tahan karat	8 mm	di bengkel, bentuk lengkung

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

A. 1 plasma, 2 gas, 3 gas
B. 1 gas, 2 plasma, 3 plasma
C. 1 gas, 2 gas, 3 plasma
D. 1 plasma, 2 plasma, 3 gas
E. Semua pekerjaan memakai plasma karena lebih modern daripada gas

17. Mesin plasma bengkel sekolah menghasilkan potongan bergerigi dan busur tidak stabil pada pelat 6 mm yang dipotong Siska pada 2027. Gurunya membimbingnya menelusuri penyebab dan memperbaiki setelan.
(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. Menyetel arus sesuai petunjuk untuk tebal dan jenis pelat yang dipotong
☐ B. Memakai kecepatan potong yang sama untuk semua tebal pelat
☐ C. Menjaga jarak ujung nosel dari pelat sesuai petunjuk pabrik
☐ D. Menganggap kualitas udara tekan tidak berpengaruh pada hasil dan umur nosel
☐ E. Mengganti nosel dan elektroda yang sudah aus bila busur tidak stabil

18. Sebelum meratakan tepi pelat pada 2027, Mira memeriksa gerinda tangan yang dipinjamnya dari ruang alat. Pelindung cakram terpasang tetapi bergoyang, cakram tampak utuh namun tanggalnya pada kemasan sudah lama, dan kabel listriknya bersih.

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

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pemeriksaan dan tindakan yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Mengencangkan pelindung hingga tidak goyang sebelum gerinda dinyalakan
☐ B. Memakai cakram itu karena tidak tampak retak walau sudah lama disimpan
☐ C. Menguji putar gerinda tanpa beban sebentar dengan berdiri di luar garis putar cakram
☐ D. Melepas pelindung agar cakram dapat dipasang lebih cepat
☐ E. Memastikan batas putaran pada cakram tidak lebih rendah daripada putaran gerinda

19. Pada praktik pemotongan plasma pada 2027, guru meminta siswa mengamati hasil potong pelat 6 mm dan mencocokkan gejala dengan penyebab yang paling mungkin.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pasangan gejala dan penyebab yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Busur pilot tidak menyala sama sekali karena kecepatan potong terlalu rendah
☐ B. Potongan tidak tembus atau terak menggantung di sisi bawah karena kecepatan potong terlalu tinggi
☐ C. Nosel dan elektroda cepat aus karena udara tekan lembap atau berminyak
☐ D. Semua cacat potong dapat diperbaiki hanya dengan menaikkan arus
☐ E. Jarak nosel yang makin jauh selalu memperbaiki mutu tepi potongan

20. Guru bengkel menugaskan kelompok Surya merawat gerinda tangan dan bor duduk pada akhir minggu praktik 2027.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kegiatan pemeliharaan yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Memeriksa kabel dan steker dari kerusakan lalu melaporkan yang rusak
☐ B. Melumasi bagian yang berputar ketika mesin masih menyala agar pelumas merata
☐ C. Membersihkan tatal dan debu dari badan mesin dan lubang pendingin
☐ D. Menyimpan cakram gerinda di tempat lembap supaya tidak retak karena kering
☐ E. Menyimpan cakram dan mata bor di rak yang kering dan tertata sesuai ukuran

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

21. Sebuah bengkel menerima pesanan memotong pelat aluminium tebal 4 mm menjadi bentuk lengkung untuk papan nama (2027). Pemilik bengkel memiliki brander potong oksi-asetilen dan mesin plasma.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Alat yang paling tepat untuk pekerjaan itu adalah ....

A. Mesin plasma, karena dapat memotong logam penghantar termasuk aluminium
B. Brander potong oksi-asetilen, karena nyala apinya lebih panas daripada plasma
C. Brander potong oksi-asetilen, karena aluminium lebih lunak daripada baja karbon
D. Gerinda tangan dengan cakram potong, karena semua logam dapat digerinda
E. Keduanya sama baiknya sehingga cukup memilih yang sedang tidak dipakai

22. Kevin memotong pelat baja karbon dengan brander potong oksi-asetilen di bengkel sekolah (2027). Sebelum membuka tuas oksigen pemotong, gurunya meminta ia menahan nyala pemanas di tepi pelat sampai warnanya merah terang.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tujuan menahan nyala pemanas di tepi pelat adalah ....

A. Melelehkan seluruh tebal pelat lebih dahulu sebelum oksigen pemotong dibuka
B. Memanaskan baja sampai suhu menyala agar terbakar oleh semburan oksigen pemotong
C. Membersihkan karat dan cat dari tepi pelat dengan panas dari nyala
D. Mendinginkan nosel supaya tidak cepat panas selama proses memotong
E. Mengurangi tekanan oksigen supaya hasil pemotongan menjadi lebih halus

23. Pada akhir semester 2027, kelompok Bagus merawat perkakas tangan bengkel: kikir yang giginya tersumbat serbuk logam, gergaji besi yang gigi-giginya tumpul, dan ragum yang ulirnya kering.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Kikir yang tersumbat serbuk dibersihkan dengan sikat khusus kikir searah alur giginya.	○	○
Mata gergaji yang tumpul tetap dipakai sampai patah karena penggantian hanya menambah biaya.	○	○
Ulir ragum yang kering diberi sedikit pelumas dan perkakas disimpan di tempat kering.	○	○

24. Lina memotong pelat baja berkarat dan bercat dengan mesin plasma pada 2027. Busur pilot menyala di ujung obor, tetapi tidak berpindah ke pelat sehingga pemotongan tidak dimulai. Klem massa terjepit pada bagian pelat yang bercat tebal.

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

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

A. Menaikkan arus ke batas tertinggi agar busur terpaksa berpindah
B. Mendekatkan nosel menempel pada pelat agar busur terpindah
C. Mengganti gas pemotong dengan gas lain tanpa memeriksa kontak klem
D. Memasang klem massa pada logam bersih mengkilap dekat area potong
E. Mematikan mesin dan menunda pemotongan sampai pelat benar-benar berkarat

25. Pelat nama mesin gunting (shearing) bengkel sekolah mencantumkan: baja lunak maksimum 3 mm, baja tahan karat maksimum 2 mm, panjang potong maksimum 1.000 mm (2027). Empat pekerjaan yang direncanakan disajikan pada tabel.

Pekerjaan	Bahan	Tebal	Panjang potong
1	baja lunak	2,5 mm	1.200 mm
2	baja tahan karat	2,5 mm	800 mm
3	baja lunak	3 mm	950 mm
4	baja tahan karat	2 mm	1.100 mm

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pekerjaan yang dapat dikerjakan pada mesin itu tanpa melebihi kapasitasnya adalah ....

A. Pekerjaan 3, karena tebal dan panjang potong masih dalam kapasitas baja lunak
B. Pekerjaan 1, karena tebalnya 2,5 mm masih di bawah kapasitas baja lunak
C. Pekerjaan 2, karena panjang 800 mm di bawah batas panjang potong mesin
D. Pekerjaan 4, karena tebal 2 mm tepat pada batas kapasitas baja tahan karat
E. Semua pekerjaan dapat dikerjakan bila pisau mesin ditekan lebih lambat

Tabel skor dan anjuran

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 4.1 · Perkakas tangan: jenis dan penggunaannya	1, 3, 5, 6, 7	___ / 5	Ulangi hlm. 188
Sub bab 4.2 · Perkakas bertenaga dan pemeliharaan perkakas	2, 4, 8, 9, 12, 15, 18, 20, 23, 25	___ / 10	Ulangi hlm. 203
Sub bab 4.3 · Pemotongan logam dengan panas: gas cutting dan plasma cutting	10, 11, 13, 14, 16, 17, 19, 21, 22, 24	___ / 10	Ulangi hlm. 220

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

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

Bab 5 · Mesin dan Elektroda SMAW

SMKTPFL-B5

Setelah mempelajari bab ini, kamu dapat:

- membaca spesifikasi mesin las SMAW (polaritas, arus, duty cycle) dan menyiapkan mesin serta alat dengan urutan yang aman
- membaca kode dan tabel elektroda SMAW lalu memilih elektroda yang sesuai dengan bahan, posisi, dan mutu sambungan

Peta bab

Sub bab	Judul
5.1	Mesin las SMAW dan persiapan alat
5.2	Kode dan spesifikasi elektroda SMAW

Bab 5 di LMS

Buka seluruh latihan bab ini di LMS.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktpfl&node=SMKTPFL-B5

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

Sub bab 5.1 · Mesin las SMAW dan persiapan alat

SMKTPFL-5.1

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi elemen **pengelasan SMAW dasar** meminta kamu memahami **mesin las SMAW**: jenis arus (AC dan DC), polaritas DCEP dan DCEN, kapasitas arus, tegangan kerja, siklus kerja (*duty cycle*), serta perbedaan mesin trafo dan inverter. Kamu juga diminta memahami **persiapan**: alat utama, alat bantu, alat pelindung diri (APD), menyambung kabel, memasang klem massa dan elektroda, menyetel arus, dan melakukan uji nyala. Halaman kisi-kisi tidak mencantumkan persentase benar nasional, jadi buku ini tidak memuat angka itu.

Pola soal yang sering muncul: menghitung **berapa menit boleh mengelas** dari siklus kerja pada arus yang dipakai; **memilih mesin** dari tabel menurut arus, siklus kerja, dan daya listrik yang tersedia; memperbaiki **sambungan kabel** yang tidak sesuai polaritas elektroda; menyusun **urutan persiapan** yang aman; dan menilai **kebiasaan** di meja las (memegang benda panas, memakai elektroda basah, memeriksa sambungan kabel). Pilihan jawaban yang salah biasanya memakai angka yang benar tetapi dari baris tabel yang salah, atau melewatkan satu syarat (misalnya daya listrik).

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan prinsip las SMAW dan fungsi selaput elektroda;
- menjelaskan rangkaian mesin las, jenis mesin (trafo AC, rectifier, inverter), dan polaritas DCEP, DCEN, serta AC;
- membaca pelat nama mesin dan menghitung waktu las dan waktu istirahat dari siklus kerja;
- memilih mesin berdasarkan arus, siklus kerja, dan daya listrik yang tersedia;
- menyusun urutan persiapan alat dan menyambung kabel dengan aman, sampai uji nyala.

◆ KONSEP INTI

SMAW adalah singkatan dari *Shielded Metal Arc Welding*, yaitu las busur listrik dengan **elektroda terbungkus** (berselaput). Di Indonesia sering disebut "las listrik" atau "las elektroda". Proses ini paling umum di bengkel kecil, pekerjaan lapangan, dan pelajaran dasar di SMK karena alatnya relatif sederhana, mudah dibawa, dan tidak memerlukan tabung gas pelindung. Sub bab ini membahas mesin dan persiapan alatnya. Cara mengelas dengan WPS dibahas di Bab 6, dan kode elektroda di sub bab 5.2.

1. Prinsip SMAW

Mengelas dengan SMAW berarti **menimbulkan busur listrik** antara ujung elektroda dan benda kerja (Gambar 5.1). Busur ini memberi panas yang sangat tinggi, cukup untuk

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

melelehkan ujung elektroda dan sebagian logam dasar. Kedua logam cair bercampur membentuk **kolam las**; ketika membeku, terbentuklah **logam las** yang menyambung kedua benda kerja.



Gambar 5.1 Prinsip las SMAW: elektroda terbungkus, busur listrik, kolam las, gas pelindung, terak, dan manik las. 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

Elektroda SMAW terdiri atas **kawat inti** (batang logam yang menghantar arus dan sekaligus meleleh menjadi logam pengisi) dan **selaput** (*flux*) yang membungkus kawat. Ujung kawat yang tidak berselaput dijepit **holder**. Selaput memiliki tiga fungsi penting:

1. **Gas pelindung.** Saat terbakar oleh panas busur, sebagian selaput menghasilkan gas yang menyelubungi busur dan kolam las. Gas ini menahan udara, sehingga oksigen dan nitrogen dari udara tidak masuk ke logam cair. Tanpa pelindung, logam las menjadi berlubang-lubang (porositas) dan rapuh.
2. **Terak** (*slag*). Sisa selaput yang meleleh mengapung dan menutupi logam las yang membeku. Terak melindungi logam las yang masih panas dan memperlambat pendinginan. Setelah dingin, terak dibuang dengan palu terak dan sikat kawat.
3. **Penstabil busur.** Bahan tertentu pada selaput membuat busur mudah menyala dan tetap menyala meskipun arus bergoyang.

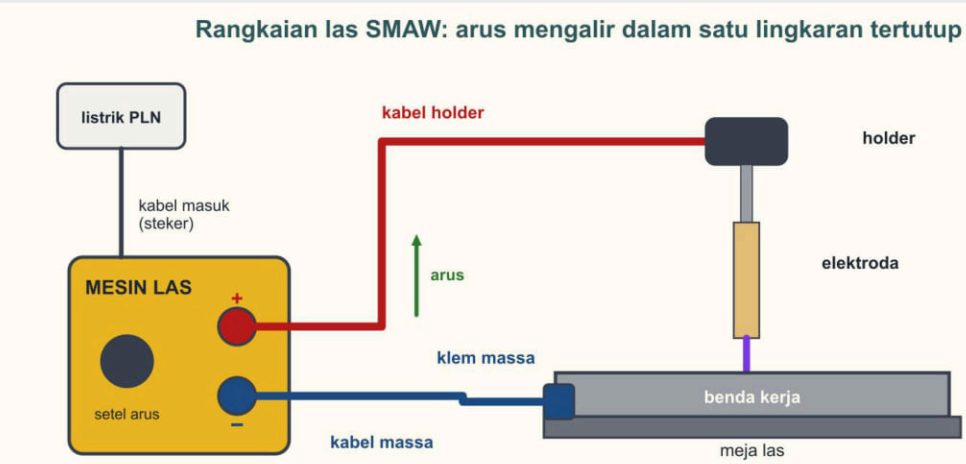
Selaput juga dapat menambahkan unsur paduan atau serbuk besi ke logam las. Karena fungsinya begitu penting, selaput yang rusak, retak, atau lembap membuat hasil las buruk, dan elektroda semacam itu tidak dipakai. SMAW disebut proses **manual**: juru las menggerakkan elektroda dengan tangan, mempertahankan panjang busur, dan memasukkan elektroda yang memendek, sehingga kemahiran tangan sangat menentukan hasil.

2. Rangkaian mesin las

Mesin las tidak sekadar "menyalakan api". Ia membuat **rangkaian listrik tertutup** (Gambar 5.2). Arus mengalir dari mesin ke **kabel holder**, lewat holder dan elektroda, melompati celah udara sebagai busur, masuk ke benda kerja, lalu kembali lewat **klem massa** dan **kabel massa** ke mesin. Bila salah satu bagian terputus atau hambatannya besar, busur tidak menyala atau tidak stabil.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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



Gambar 5.2 Rangkaian las SMAW: sumber arus, kabel holder, elektroda, benda kerja, klem massa, dan kabel massa. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Bagian-bagian rangkaian:

- **Sumber arus** (mesin las), yang mengubah listrik PLN menjadi arus las;
- **kabel holder** dan **holder elektroda** yang menjepit elektroda;
- **benda kerja** (dan meja las logam yang bersentuhan dengannya);
- **klem massa** dan **kabel massa** yang membawa arus kembali ke mesin.

Tegangan. Dua tegangan perlu dibedakan. **Tegangan tanpa beban** (open circuit voltage, OCV) adalah tegangan antara holder dan klem massa saat mesin menyala tetapi busur belum menyala. Untuk las SMAW nilainya umumnya sekitar 50 sampai 80 V; sengaja lebih tinggi agar busur mudah dinyalakan. **Tegangan kerja** (tegangan busur) adalah tegangan saat busur menyala dan lebih rendah, sekitar 20 sampai 30 V sebagai contoh. Karena tegangan tanpa beban selalu ada di holder dan elektroda selama mesin menyala, bagian logam itu **tidak boleh disentuh** dan holder yang berisi elektroda tidak diletakkan di sembarang tempat.

Arus (dalam ampere, A) adalah yang menentukan seberapa besar panas busur. Arus dipilih menurut diameter elektroda, tebal benda, posisi las, dan petunjuk WPS; setiap mesin memiliki **arus maksimum** (kapasitas arus) yang tidak boleh dilampaui.

3. Jenis mesin las SMAW

Mesin las SMAW dikelompokkan menurut jenis arus yang dihasilkan dan cara menghasilkannya (Gambar 5.3).

- **Mesin trafo AC.** Mesin ini memakai transformator untuk menurunkan tegangan dan menaikkan arus. Arus las **bolak-balik** (AC). Mesinnya sederhana, tahan lama, dan murah, tetapi berat dan tidak memiliki polaritas. Elektroda yang dirancang hanya untuk DC (misalnya E6010) tidak dapat dipakai dengan baik pada mesin ini.
- **Mesin rectifier (penyearah) DC.** Trafo yang dilengkapi penyearah menghasilkan arus **searah** (DC). Terminalnya jelas positif dan negatif sehingga polaritas dapat dipilih. Berat dan ukuran serupa trafo.
- **Mesin inverter DC.** Mesin ini mengubah listrik PLN dengan rangkaian elektronik, sehingga menghasilkan arus DC dengan badan yang **ringan dan kecil** serta umumnya hemat daya dan busurnya stabil. Karena memakai elektronik, mesin ini peka terhadap debu dan lembap, dan perawatannya menyertakan pembersihan dengan udara kering saat steker dicabut.

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

Jenis mesin las SMAW: trafo AC, rectifier DC, dan inverter DC

a. Contoh mesin las trafo AC (foto)



Mesin trafo AC: badan logam, pemutar arus di panel depan, terminal kabel, dan lubang udara untuk pendingin.

b. Perbandingan jenis mesin

	Trafo AC	Rectifier DC	Inverter DC
Arus keluaran	bolak-balik (AC)	searah (DC)	searah (DC)
Polaritas	tidak ada	DCEP atau DCEN	DCEP atau DCEN
Berat dan ukuran	berat, besar	berat, besar	ringan, kecil
Busur	cukup baik	stabil	stabil, mudah diatur
Perawatan	sederhana, tahan	sederhana	elektronik peka debu dan lembap
Elektroda DC-saja (mis. E6010)	tidak dapat	dapat	dapat

- Rectifier dan inverter sama-sama menghasilkan arus searah; inverter mengubah arus dengan elektronik sehingga ringan dan hemat daya.
- Pilih mesin menurut arus yang dibutuhkan, siklus kerja pada arus itu, daya listrik yang tersedia, dan jenis elektroda.
- Perbandingan di atas bersifat umum; baca pelat nama dan buku petunjuk mesin yang dipakai.

Gambar 5.3 Contoh mesin las trafo AC (foto) dan perbandingan trafo AC, rectifier DC, serta inverter DC. Sumber foto: lihat daftar sumber gambar; tabel digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

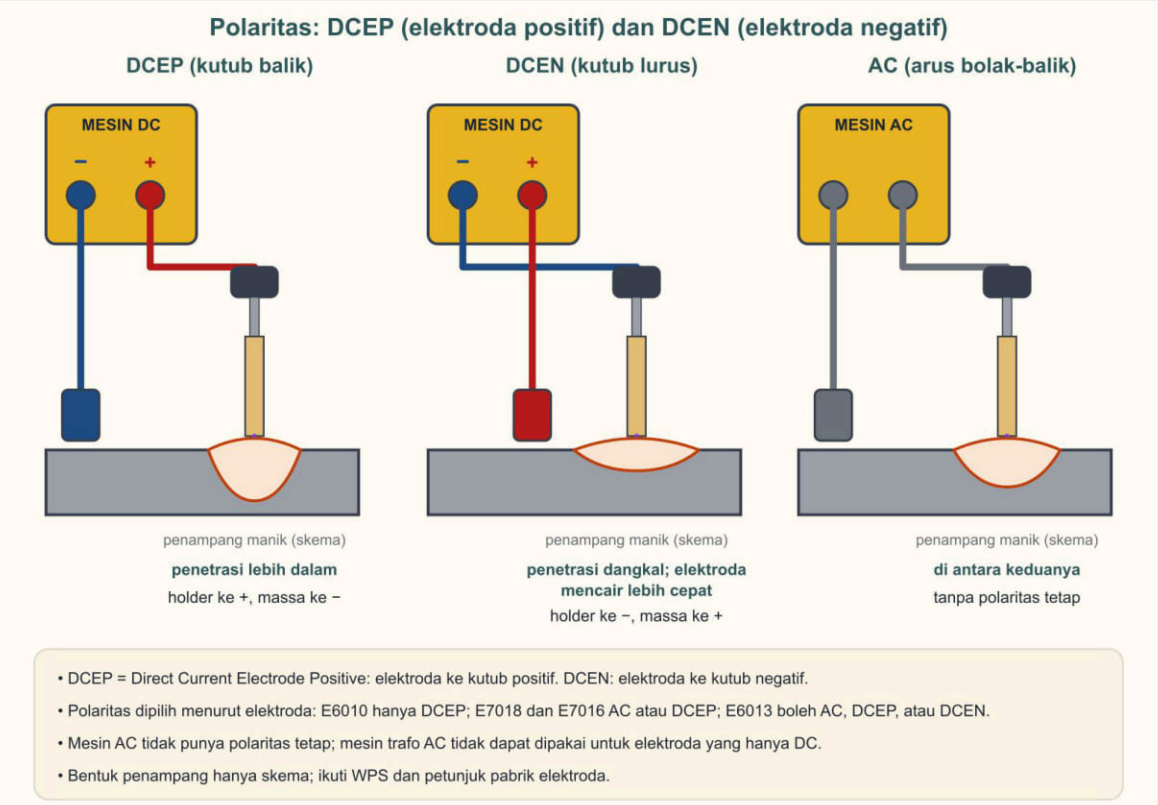
Di lokasi tanpa listrik PLN, juru las memakai **generator las** bermesin bensin atau diesel yang sekaligus menghasilkan arus las. Perbandingan di atas bersifat umum; mesin tertentu dapat berbeda, jadi baca pelat nama dan buku petunjuknya.

4. Polaritas: DCEP, DCEN, dan AC

Pada mesin DC, arus mengalir searah sehingga kedua terminal memiliki tanda **positif (+)** dan **negatif (−)**. Cara menyambung kabel menentukan **polaritas** (Gambar 5.4).

- **DCEP** (*Direct Current Electrode Positive*, disebut juga kutub balik): kabel **holder ke terminal positif**, kabel massa ke terminal negatif.
- **DCEN** (*Direct Current Electrode Negative*, kutub lurus): kabel **holder ke terminal negatif**, kabel massa ke terminal positif.
- **AC**: arus bolak-balik, polaritas berganti terus sehingga tidak ada polaritas tetap.

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



Gambar 5.4 Polaritas pada mesin las: DCEP, DCEN, dan AC beserta penampang manik (skema). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Mengapa polaritas penting? Secara umum, pada DCEP **penetrasi** (kedalaman peleburan ke logam dasar) lebih dalam, sedangkan pada DCEN penetrasi lebih dangkal tetapi elektroda mencair lebih cepat. Selain itu, setiap jenis elektroda dirancang untuk polaritas tertentu: E6010 hanya DCEP; E6011, E7016, dan E7018 dapat AC atau DCEP; E6013 dapat AC, DCEP, atau DCEN (rincian di sub bab 5.2). Menyambung kabel pada polaritas yang tidak sesuai membuat **busur tidak stabil dan percikan banyak** walaupun arus dan elektrodanya benar. Karena itu, sebelum mengelas selalu cocokkan polaritas yang diminta WPS atau kemasan elektroda dengan sambungan di terminal mesin: tukar kedua kabel bila terbalik.

5. Siklus kerja (duty cycle)

Selama busur menyala, bagian dalam mesin (kumparan trafo, penyearah, atau komponen elektronik) menjadi panas. Mesin hanya mampu menahan panas itu selama waktu tertentu sebelum harus didinginkan. **Siklus kerja** (*duty cycle*) menyatakan **persentase waktu** dalam satu **periode 10 menit** yang boleh dipakai mesin untuk mengelas (busur menyala) pada arus tertentu, tanpa kepanasan. Contohnya:

- siklus kerja **60 %** pada 160 A berarti: dalam tiap 10 menit, mesin boleh mengelas paling lama 60 % × 10 = **6 menit**, lalu **4 menit** istirahat (busur tidak menyala; kipas mendinginkan mesin);
- siklus kerja **100 %** berarti mesin boleh mengelas terus-menerus pada arus itu;
- siklus kerja **35 %** berarti hanya 3,5 menit las dan 6,5 menit istirahat dalam tiap 10 menit.

Siklus kerja bergantung pada **arus yang dipakai**: pada arus lebih besar panas lebih banyak

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

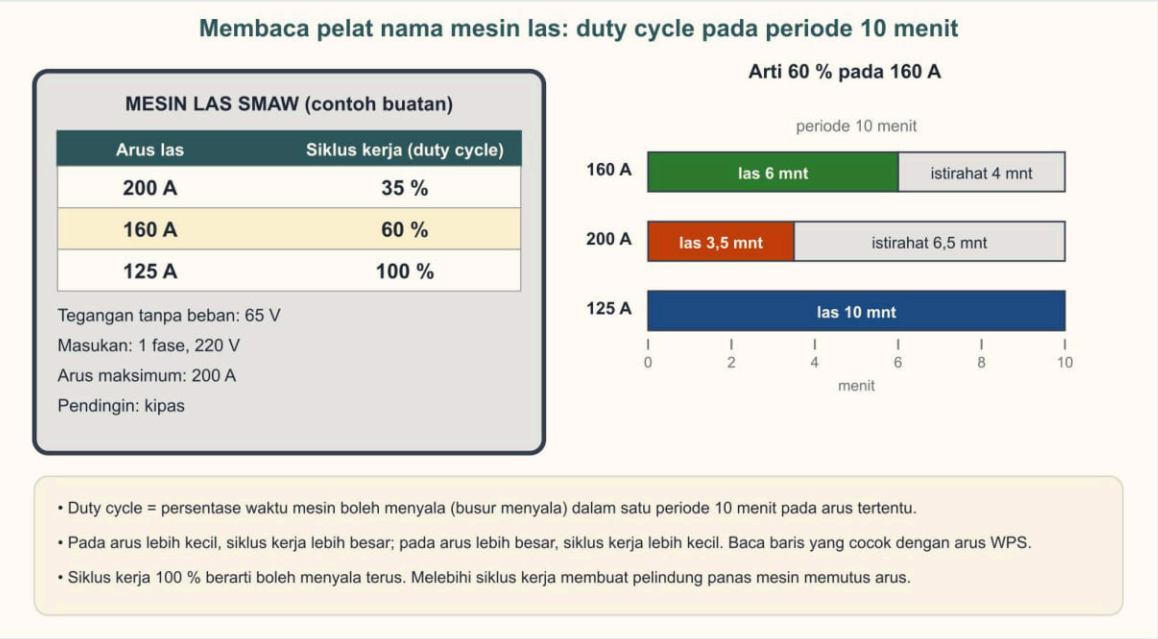
sehingga siklus kerja lebih kecil. Karena itu, pelat nama biasanya memuat beberapa baris arus dan siklus kerjanya (Gambar 5.5). Untuk mengelas dengan arus tertentu, **baca baris yang sama dengan arus itu**; jangan memakai siklus kerja milik arus lain. Perbandingan 6 menit las dan 4 menit istirahat tetap 60 % walaupun dipecah menjadi periode yang lebih panjang, tetapi **siklus kerja selalu dihitung dalam periode 10 menit**: mengelas 12 menit lalu istirahat 8 menit melewati batas 6 menit dalam periode pertama. Bila batas dilampaui, pelindung panas di dalam mesin memutus arus dan mesin harus menunggu dingin; pemaksaan terus-menerus merusak mesin.

Menghitung pola kerja. Persentase pola kerja = menit las ÷ periode (10 menit) × 100 %. Pola mengelas 8 menit dan istirahat 2 menit berarti 80 %, melebihi batas 60 %. Pola 5 menit las dan 5 menit istirahat berarti 50 %, masih dalam batas 60 %.

6. Membaca pelat nama mesin las

Pelat nama (*nameplate*) memuat data resmi dari pabrik. Data yang perlu dibaca pada soal:

- **arus las dan siklus kerja** (beberapa baris);
- **arus maksimum** (kapasitas arus);
- **tegangan tanpa beban**;
- **tegangan dan arus masukan** (listrik PLN yang dibutuhkan), serta **daya masukan** dalam **VA** (volt-ampere) atau kVA. VA adalah satuan daya semu yang dipakai pada listrik rumah dan pada pelat nama; 1.000 VA = 1 kVA;
- jenis arus (AC atau DC) dan jenis pendinginan.



Gambar 5.5 Contoh pelat nama mesin las (data buatan) dan arti siklus kerja pada periode 10 menit. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Memilih mesin. Mesin yang tepat memenuhi **tiga syarat sekaligus**: (1) arus maksimumnya cukup untuk arus kerja; (2) siklus kerja pada arus itu cukup untuk pola kerja yang direncanakan; (3) **daya masukan pada arus itu tidak melebihi daya listrik yang tersedia**

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

di lokasi. Syarat tambahan: jenis arus sesuai elektroda. Mesin yang unggul pada dua syarat tetapi gagal pada syarat ketiga tetap tidak layak, karena akan memutus pengaman listrik.

7. Persiapan alat dan APD

Sebelum mengelas, siapkan perlengkapan berikut.

- **Alat utama**: mesin las, kabel holder dan holder, kabel massa dan klem massa, elektroda, palu terak, sikat kawat.
- **Alat bantu**: tang penjepit atau penjepit untuk memegang benda panas, meja las dan klem, mal atau siku magnet, meteran, penggores, dan kapur besi atau spidol penanda. Benda yang baru dilas dipegang dengan penjepit; baja yang tidak lagi tampak merah masih dapat bersuhu ratusan derajat dan dapat menembus sarung tangan.
- **APD**: helm atau kedok las dengan shade yang sesuai, kacamata pengaman bening yang dipakai di bawah helm dan saat memukul terak, sarung tangan kulit, apron atau jaket kulit, sepatu pengaman, dan masker atau alat penghisap asap bila perlu (lihat sub bab 2.1).
- **Elektroda** yang sesuai dan **kering**, disimpan dalam kotak atau oven penyimpan. Elektroda lembap menyebabkan porositas.

8. Menyambung kabel, klem massa, dan uji nyala

Urutan persiapan harus mengutamakan keselamatan listrik: semua sambungan kabel dikerjakan **dalam keadaan mesin mati**.

1. **Periksa lingkungan**: area bersih, tidak ada bahan mudah terbakar, tidak basah, ventilasi cukup, APD dipakai.
2. **Periksa mesin dan kabel**: isolasi tidak terkelupas, steker dan terminal utuh, holder tidak aus.
3. **Pastikan mesin mati** (saklar mati, lebih aman bila steker belum dicolok).
4. **Pasang kabel holder dan kabel massa pada terminal** sesuai polaritas yang diminta (Gambar 5.4), lalu **kencangkan**. Sambungan longgar menjadi panas dan membuat arus tidak stabil.
5. **Jepit klem massa pada benda kerja atau meja yang bersih**, sedekat mungkin dengan tempat mengelas. Jangan menjepit pada bagian berkarat, bercat, atau berminyak, karena hambatan besar membuat klem panas dan busur tidak stabil.
6. **Rapikan kabel**: tidak melintang di jalur lalu lalang, tidak terlilit di badan, tidak menyentuh benda panas atau air.
7. **Colok steker dan nyalakan mesin**; periksa lampu indikator.
8. **Setel arus** sesuai WPS, diameter, dan petunjuk kemasan elektroda.
9. **Pasang elektroda** di holder (terakhir, setelah semua sambungan lengkap), karena elektroda yang terpasang saat sambungan belum lengkap dapat menyentuh benda dan memicu busur tidak sengaja.
10. **Uji nyala** pada **pelat percobaan**: nyalakan busur dan amati. Busur yang stabil dan

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

terdengar seperti "desis garing" berarti setelan wajar; elektroda yang lengket atau percikan yang banyak berarti arus perlu disetel ulang. Sesuaikan arus pada pelat percobaan, bukan pada benda kerja.

11. **Selesai**: matikan mesin, lepas elektroda dari holder, letakkan holder pada penyangga berisolasi, lalu gulung kabel.

Di bengkel, ikuti arahan guru atau pengawas dan petunjuk alat.

9. Penyimpanan elektroda (garis besar)

Selaput elektroda menyerap uap air dari udara lembap. Elektroda jenis **hidrogen rendah** (seperti E7016 dan E7018) sangat peka: selaput yang lembap menimbulkan porositas dan retak. Karena itu elektroda disimpan di **tempat kering**, dan setelah kotak dibuka, elektroda hidrogen rendah dijaga kering dalam oven penyimpan. Elektroda yang terlanjur lembap dikeringkan ulang di oven elektroda sesuai petunjuk pabrik; **tidak dijemur di bawah matahari**, karena panasnya jauh di bawah suhu pengeringan. Detail dibahas di sub bab 5.2.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Waktu las dari siklus kerja

Pada 2027, Zaki akan mengelas rangka dengan arus 160 A. Pelat nama mesinnya memuat: 200 A dengan siklus kerja 35 %, 160 A dengan 60 %, dan 125 A dengan 100 %. Ia membutuhkan waktu busur menyala total 24 menit. (a) Berapa menit maksimum mengelas dan istirahat tiap periode 10 menit? (b) Bolehkah pola 8 menit las dan 2 menit istirahat? (c) Berapa lama seluruh pekerjaan bila ia mengikuti batas mesin? *(Kasus fiktif.)*

1. **Pilih baris pelat nama yang sama dengan arus kerja**: 160 A dengan siklus kerja 60 %.
2. **Waktu las per periode** = 60 % × 10 menit = **6 menit**; **istirahat** = 10 − 6 = **4 menit**.
3. **Periksa pola 8 menit las dan 2 menit istirahat**: persentasenya 8 ÷ 10 = 80 %, melebihi 60 %. Jadi tidak boleh; mesin dapat kepanasan.
4. **Hitung banyak blok las**: 24 menit ÷ 6 menit per blok = **4 blok**.
5. **Hitung waktu total**: 4 blok las × 6 menit + 3 istirahat × 4 menit = 24 + 12 = **36 menit** (istirahat setelah blok terakhir tidak diperlukan).
6. **Periksa alternatif**: pada 200 A hanya 3,5 menit tiap periode; 24 menit memerlukan sekitar 7 blok dan jauh lebih lama.

Jawaban: maksimum 6 menit las dan 4 menit istirahat; pola 8:2 tidak boleh; seluruh pekerjaan sekitar 36 menit.

Contoh 2 — Memilih mesin untuk 140 A dengan daya terbatas

Bengkel lapangan Intan pada 2026 memerlukan arus 140 A dengan pola 5 menit las dalam tiap 10 menit untuk elektroda E6010 pada lapis akar. Daya listrik yang tersedia 3.300 VA. Tabel brosur memuat data pada 140 A. Mesin mana yang paling tepat? *(Kasus fiktif.)*

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

Mesin	Jenis	Siklus kerja pada 140 A	Daya masukan pada 140 A (VA)
W	trafo AC	35 %	3.000
X	inverter DC	60 %	3.100
Y	trafo AC	60 %	5.200
Z	inverter DC	100 %	4.000

1. **Tentukan syarat.** Siklus kerja pola kerja = 5 ÷ 10 = **50 %**, sehingga siklus kerja mesin pada 140 A minimal 50 %. Daya masukan harus **kurang dari atau sama dengan 3.300 VA**. Jenis arus harus **DC** karena E6010 hanya DCEP.
2. **Mesin W:** siklus kerja 35 % lebih kecil dari 50 %, dan trafo AC tidak cocok untuk E6010. Gagal.
3. **Mesin X:** DC, siklus kerja 60 % ≥ 50 %, daya 3.100 VA ≤ 3.300 VA. Lulus.
4. **Mesin Y:** siklus kerja baik, tetapi trafo AC dan daya 5.200 VA melebihi 3.300 VA. Gagal.
5. **Mesin Z:** DC dan siklus kerja 100 %, tetapi daya 4.000 VA melebihi 3.300 VA. Gagal, walaupun siklus kerjanya paling baik.

Jawaban: mesin X.

Contoh 3 — Urutan menyiapkan mesin dari steker sampai uji nyala

Pada 2026, Kirana menyiapkan meja las di booth. Kabel holder dan kabel massa belum terpasang di mesin, dan steker belum dicolok. Susun urutan persiapan yang aman beserta alasannya. *(Kasus fiktif.)*

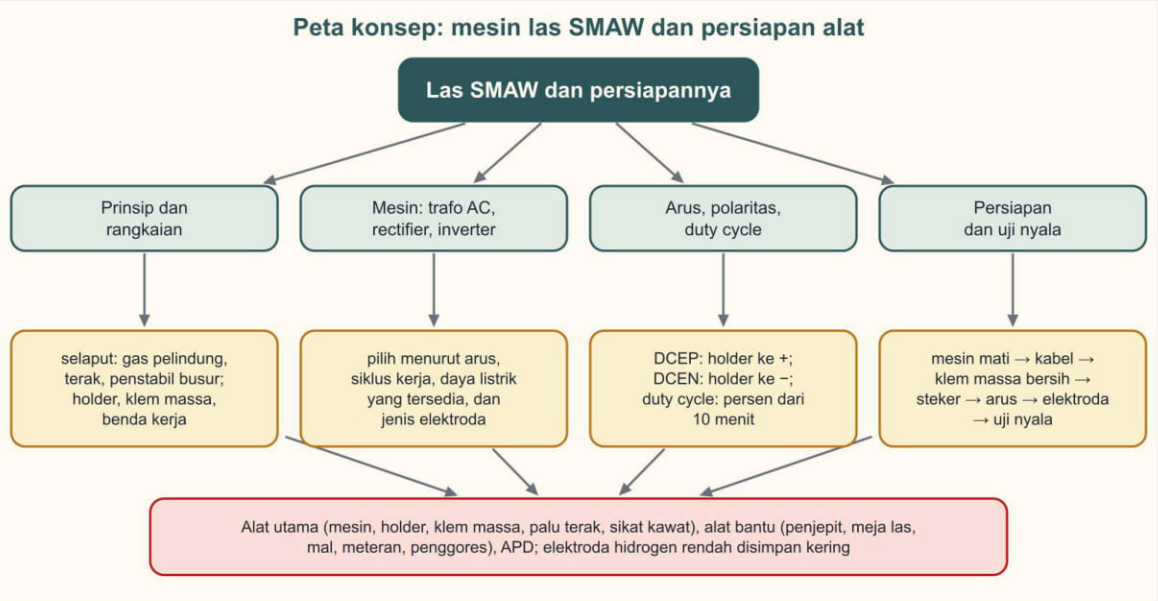
1. **Periksa kabel dan holder** dalam keadaan mesin mati: isolasi, steker, terminal. Meraba kabel yang mungkin terkelupas saat mesin menyala berisiko sengatan.
2. **Pasang kabel holder dan kabel massa pada terminal** sesuai polaritas WPS, lalu kencangkan: sambungan dikerjakan sebelum ada arus.
3. **Jepit klem massa pada logam bersih** di benda kerja atau meja las, dekat sambungan.
4. **Rapikan kabel** agar tidak melintang jalur.
5. **Colok steker, lalu nyalakan saklar.**
6. **Setel arus** sesuai elektroda dan WPS. Arus tidak disetel maksimum lebih dulu lalu diturunkan sambil mengelas.
7. **Pasang elektroda di holder** (paling akhir) dan jangan sentuhkan ke benda.
8. **Uji nyala pada pelat percobaan**, sesuaikan arus.

Jawaban: periksa kabel → pasang kabel dan klem → rapikan → nyalakan → setel arus → pasang elektroda → uji nyala.

❖ PETA KONSEP

Gambar 5.6 merangkum prinsip, mesin, polaritas, siklus kerja, dan persiapan las SMAW.

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



Gambar 5.6 Peta konsep mesin las SMAW dan persiapan alat. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- Selaput elektroda: **gas pelindung, terak, penstabil busur**. Rangkaian las: mesin → holder → elektroda → busur → benda kerja → klem massa → mesin.
- Mesin trafo AC, rectifier DC, dan inverter DC; **DCEP: holder ke +**, **DCEN: holder ke −**; elektroda menentukan polaritas yang dipakai.
- **Siklus kerja = persentase dari periode 10 menit** pada arus tertentu; las = siklus × 10 menit; istirahat = sisanya; baca baris yang sama dengan arus.
- Memilih mesin: **arus**, **siklus kerja pada arus itu**, **daya listrik yang tersedia**, dan jenis arus.
- Sambungan kabel saat mesin **mati**; klem massa di **logam bersih**; elektroda dipasang **terakhir**; uji nyala di pelat percobaan.

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

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal mesin las dan persiapan:

1. **Tentukan arus kerja**, lalu cari **baris tabel yang sama** dengan arus itu.
2. **Hitung** waktu las = siklus kerja × 10 menit, atau persentase pola = menit las ÷ 10.
3. **Saring mesin** dengan tiga syarat berurutan: arus, siklus kerja, daya.
4. **Cocokkan polaritas** kabel dengan WPS atau elektroda.
5. **Urutkan persiapan**: mesin mati, kabel, klem massa, nyalakan, setel arus, elektroda, uji nyala.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Siklus kerja dibaca "boleh dipakai terus"**, atau baris tabel dari arus lain yang dipakai.
- **Pola yang jumlahnya 10 menit dianggap aman**, padahal siklus kerja dihitung dari menit las: 8 menit las dari 10 menit berarti 80 %.
- **Polaritas dipilih sembarang**, atau polaritas yang sudah terbalik dibiarkan sementara arus dinaikkan.
- **Daya listrik dilupakan** saat memilih mesin yang siklus kerjanya terbaik.
- **Steker dicolok atau mesin dinyalakan sebelum kabel terpasang**, atau elektroda dipasang lebih dulu.
- **Klem massa dijepit pada bagian berkarat, bercat, atau berminyak**.
- **Elektroda lembap tetap dipakai** atau dijemur sebentar, dan **benda yang tidak lagi merah dipegang dengan sarung tangan**.

> Contoh salah tafsir: mesin berpelat nama 200 A dengan siklus kerja 60 %. Seorang siswa merencanakan mengelas 8 menit lalu istirahat 2 menit dengan alasan "totalnya sama dengan 10 menit". Padahal yang dibatasi adalah **waktu las**: 60 % dari 10 menit adalah 6 menit. Pola 8:2 berarti 80 % dan melampaui batas; yang benar 6 menit las dan 4 menit istirahat.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut meminta pola kerja yang tepat dari siklus kerja pada arus yang dipakai. Pilih dulu baris pelat nama yang sama dengan arus WPS, lalu hitung menit las dan istirahat dalam periode 10 menit.

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

►. Rina mengelas pelat baja tebal 10 mm posisi 1G dengan elektroda Ø4,0 mm (2027). WPS menetapkan arus 190–210 A, dan Rina memakai 200 A. Ia berencana mengelas 8 menit lalu berhenti 2 menit secara berulang. Pelat nama mesin memuat data siklus kerja untuk periode 10 menit seperti pada tabel.

Arus las	Siklus kerja
250 A	38%
200 A	60%
155 A	100%

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

Pola kerja yang tepat adalah ....

A. Mengelas 8 menit lalu berhenti 2 menit karena totalnya tetap sama 10 menit
B. Mengelas paling lama 6 menit lalu mesin didinginkan 4 menit tiap periode
C. Mengelas 3,8 menit lalu berhenti 6,2 menit sesuai siklus kerja 38%
D. Mengelas 12 menit lalu berhenti 8 menit karena perbandingannya tetap 60%
E. Menurunkan arus menjadi 155 A lalu mengelas terus tanpa berhenti

Pembahasan **Kunci: B**

Konsep: Siklus kerja (duty cycle) = persentase waktu menyala busur dalam periode 10 menit tanpa mesin kepanasan. Siklus 60% pada 200 A berarti busur maksimal 6 menit, istirahat 4 menit.

Langkah:

1. Arus yang dipakai 200 A → siklus 60%.
2. 60% × 10 menit = 6 menit las, 4 menit istirahat.
3. Arus tetap 200 A karena WPS mensyaratkan 190–210 A.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ 8 menit = 80% melebihi siklus 60%; mesin dapat kepanasan.
- **B.** ✓ Sesuai siklus kerja untuk 200 A dan sesuai WPS.
- **C.** ✗ Memakai baris 250 A, padahal arusnya 200 A.
- **D.** ✗ Jebakan: perbandingannya memang 60%, tetapi siklus kerja berlaku untuk periode 10 menit; 12 menit menyala terus melewati batas 6 menit sehingga mesin kepanasan.
- **E.** ✗ Jebakan: 155 A memang bersiklus 100%, tetapi melanggar WPS yang menetapkan 190–210 A.

Jawaban: B.

✎ LATIHAN

Untuk setiap soal, tuliskan arus yang dipakai, baris tabel yang cocok, dan syarat yang harus dipenuhi sebelum memilih jawaban. Pada soal urutan persiapan, ingat bahwa sambungan dikerjakan saat mesin mati dan elektroda dipasang terakhir.

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

1. Pagi hari menjelang uji kompetensi 2027, Hana menemukan kotak elektroda E7018 terbuka semalaman di bengkel yang lembap. Klem massa tersambung ke ujung meja kerja yang berkarat, sekitar 2 m dari benda uji. Kabel las tergeletak melintang di jalur lalu lalang. Hana ingin hasil lasnya bebas porositas dan busurnya stabil.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Persiapan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Mengeringkan elektroda E7018 di oven elektroda sesuai anjuran pabrik sebelum dipakai.
☐ B. Menyetel arus di batas atas anjuran agar elektroda yang sedikit lembap tetap menyala stabil.
☐ C. Memindahkan klem massa ke bagian bersih di dekat benda uji atau meja di sampingnya.
☐ D. Mencoba setelan arus pada pelat sisa sebelum mulai mengelas benda uji.
☐ E. Menjemur elektroda E7018 di bawah terik matahari selama satu jam sebagai pengganti oven elektroda.

2. Yusuf mengelas lapis akar dengan elektroda E6010 memakai mesin inverter DC (2027). WPS lapis akar menetapkan E6010 dengan polaritas DCEP. Busurnya tidak stabil dan percikan banyak. Saat diperiksa, kabel holder tersambung ke terminal negatif dan kabel massa ke terminal positif. Arus sudah di tengah rentang anjuran, dan elektroda diambil dari kotak baru.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang paling tepat adalah ....

A. Menukar kabel sehingga kabel holder tersambung ke terminal positif mesin
B. Menaikkan arus sekitar 20% di atas anjuran agar busur lebih stabil
C. Mengeringkan elektroda E6010 di oven 350 °C selama satu jam sebelum dipakai
D. Tetap memakai sambungan itu tetapi memendekkan busur dan memperlambat gerak
E. Mengganti E6010 dengan E6013 tanpa mengubah sambungan kabel ke terminal

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

3. Sebelum latihan las sudut pada 2027, Rara menyiapkan meja las. Teman-temannya punya beberapa kebiasaan: memindahkan benda kerja dengan sarung tangan kulit begitu warnanya tidak lagi merah, memakai elektroda yang terjatuh ke genangan air setelah dijemur sebentar, dan memeriksa kekencangan sambungan kabel di terminal mesin sebelum menyalakan mesin.
(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
Benda kerja boleh dipindahkan dengan sarung tangan kulit begitu warnanya tidak lagi merah membara.	○	○
Elektroda E6013 yang terjatuh ke genangan air dapat dipakai lagi setelah dijemur 15 menit di bawah matahari.	○	○
Kekencangan sambungan kabel di terminal mesin diperiksa sebelum mesin dinyalakan.	○	○

4. Bengkel Bu Yani akan membeli satu mesin las SMAW pada 2027. Pekerjaannya membutuhkan arus 140 A dengan pola mengelas 6 menit tiap periode 10 menit, sedangkan daya listrik bengkel 2.200 VA. Tabel memuat data lima mesin dari brosur toko.

Mesin	Arus maksimum (A)	Siklus kerja pada 140 A	Daya listrik pada 140 A (VA)
P	250	100%	5.500
Q	160	35%	2.000
R	140	20%	1.900
S	200	60%	2.100
T	200	60%	3.200

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

A. Mesin P
B. Mesin Q
C. Mesin R
D. Mesin S
E. Mesin T

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

5. Pada hari pertama praktik 2027, Dina akan menyiapkan mesin las SMAW di booth. Kabel holder dan kabel massa belum terpasang ke mesin, dan steker sudah dicolokkan, tetapi saklar mesin masih mati. Guru meminta Dina menyusun urutan persiapan yang aman. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Urutan persiapan yang tepat adalah ....

A. Memasang dan memeriksa kabel, menyalakan saklar, menyetel arus, memasang elektroda
B. Menyalakan saklar, menyetel arus, memasang elektroda, lalu memasang klem massa di meja
C. Menyetel arus maksimum dulu, menyalakan saklar, lalu menurunkan arus saat mengelas
D. Menyalakan saklar, lalu memeriksa kabel yang terkelupas dengan meraba kabel
E. Memasang elektroda di holder, menyalakan saklar, lalu memasang kabel massa

Kunci singkat: 1. A, C, D 2. A 3. 1S 2S 3B 4. D 5. A

✔ PERIKSA DIRI

- Berapa menit boleh mengelas dan berapa menit istirahat dalam periode 10 menit bila siklus kerja pada arus yang dipakai 60 %, dan mengapa pola 8 menit las dan 2 menit istirahat tidak boleh?
- Sebutkan urutan persiapan mesin las yang aman dan tiga syarat memilih mesin.
- **Yang harus kuingat:** selaput elektroda memberi gas pelindung, terak, dan penstabil busur; DCEP berarti holder ke positif; siklus kerja dihitung dari periode 10 menit pada arus yang dipakai; mesin dipilih menurut arus, siklus kerja, dan daya listrik; sambungan kabel saat mesin mati, klem massa di logam bersih, elektroda dipasang terakhir.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 5.1: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktpfl&node=SMKTPFL-5.1

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

Sub bab 5.2 · Kode dan spesifikasi elektroda SMAW

SMKTPFL-5.2

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi elemen **pengelasan SMAW dasar** menyebut secara khusus **kode elektroda E6010, E6011, E6013, E7016, dan E7018**, pada bahan baja karbon. Kamu diminta membaca kode itu, membaca **tabel keterangan pada kemasan elektroda** (diameter, rentang arus menurut posisi, polaritas), dan memilih elektroda yang tepat untuk bahan, tebal, posisi, mutu sambungan, dan mesin yang tersedia. Salah satu contoh soal resmi memakai tabel pada kemasan elektroda dalam bentuk Benar/Salah bergambar. Halaman kisi-kisi tidak mencantumkan persentase benar nasional, jadi buku ini tidak memuat angka itu.

Pola soal yang sering muncul: memilih satu elektroda dari lima atau enam pilihan dengan menyaring syarat satu per satu (kekuatan tarik, posisi, jenis arus, hidrogen rendah, kecepatan kerja); membaca tabel katalog atau kemasan, lalu menilai pernyataan yang benar; dan memutuskan tindakan terhadap elektroda yang lembap. Pilihan jawaban yang salah biasanya memenuhi **hampir semua** syarat tetapi gagal pada satu syarat, misalnya kekuatannya kurang, posisinya terbatas, atau arusnya tidak sesuai mesin.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- membaca kode elektroda E XXYZ digit demi digit dan mengubah ksi menjadi MPa;
- menjelaskan ciri elektroda E6010, E6011, E6013, E7016, E7018, dan E7024 (jenis selaput, arus atau polaritas, posisi, dan pemakaian);
- membaca tabel pada kemasan elektroda dan menentukan rentang arus menurut diameter dan posisi;
- memilih elektroda yang sesuai dengan bahan, tebal, posisi, mutu sambungan, dan mesin;
- menjelaskan penyimpanan dan pengeringan elektroda, terutama elektroda hidrogen rendah.

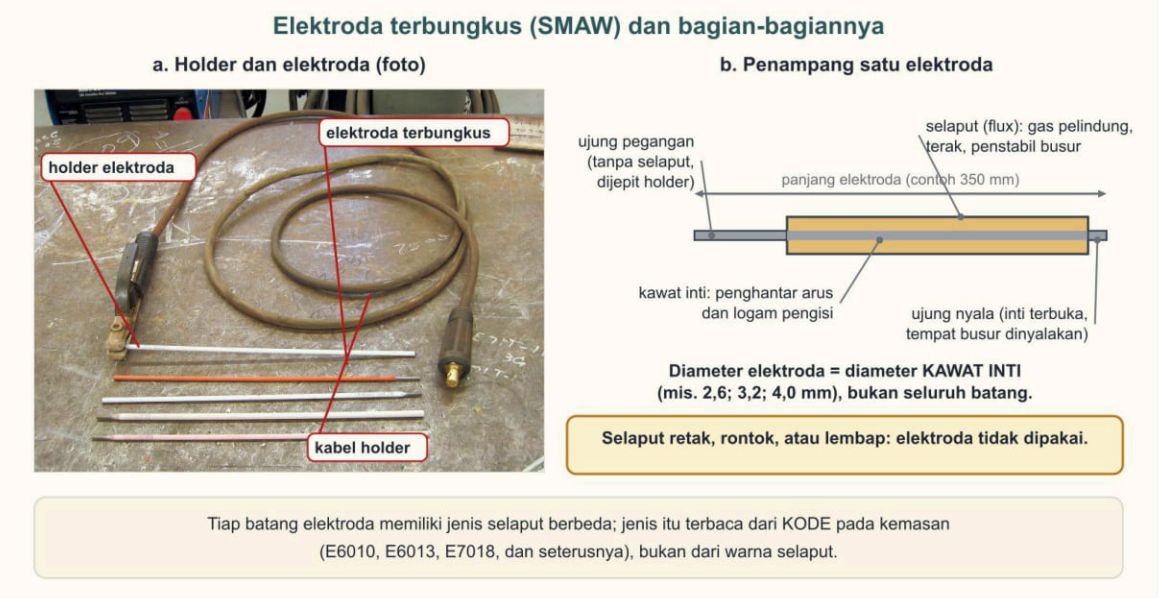
◆ KONSEP INTI

Di bengkel, elektroda dijual dalam kotak berisi puluhan batang. Dari luar, banyak batang tampak sama: kawat berselaput. Padahal setiap jenis dirancang untuk tugas berbeda. Satu jenis menembus dalam dan cocok untuk lapis akar pipa; jenis lain menghasilkan manik halus untuk pelat tipis; jenis lain menghasilkan sambungan yang kuat dan tangguh untuk struktur. Membaca **kode elektroda** adalah cara satu-satunya untuk mengetahui sifat itu dengan pasti. Salah memilih berarti sambungan lemah, hasil berpori, atau mesin yang tidak mampu memakainya.

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

1. Elektroda terbungkus dan standarnya

Di sub bab 5.1 kamu mengenal elektroda SMAW: **kawat inti** yang menghantar arus dan meleleh menjadi logam las, serta **selaput** (*flux*) yang membuat gas pelindung, terak, dan penstabil busur. Batang elektroda memiliki ujung pegangan tanpa selaput yang dijepit holder, dan ujung nyala yang intinya terbuka untuk menyalakan busur (Gambar 5.7). **Diameter elektroda** adalah diameter kawat inti, misalnya 2,6; 3,2; atau 4,0 mm, bukan diameter seluruh batang.



Gambar 5.7 Holder dan elektroda terbungkus (foto) beserta bagian-bagian satu elektroda. Sumber foto: lihat daftar sumber gambar; penampang digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Kode pada kemasan mengikuti standar internasional yang dibuat oleh **AWS** (*American Welding Society*). Untuk elektroda baja karbon dipakai standar **AWS A5.1**; untuk elektroda baja paduan rendah dipakai **AWS A5.5**. Kedua standar memakai pola penulisan yang sama sehingga bila kamu bisa membaca satu, kamu bisa membaca yang lain.

2. Membaca kode E XXYZ digit demi digit

Kode dibaca dari kiri ke kanan. Contoh **E7018** (Gambar 5.8):

- **E** berarti *electrode* (elektroda busur listrik).
- **Dua angka pertama (70)** adalah **kekuatan tarik minimum logam las** dalam **ksi** (ribu pon per inci persegi). E70xx berarti minimal 70 ksi. Satuan ini diubah ke megapascal (MPa) dengan mengalikan 6,895: **60 ksi ≈ 414 MPa** dan **70 ksi ≈ 483 MPa**.
- **Angka ketiga (1)** menunjukkan **posisi las** yang dapat dipakai: **1 = semua posisi** (datar, horizontal, tegak, dan atas kepala); **2 = datar dan horizontal** (untuk las sudut).
- **Angka keempat (8)**, dibaca **bersama angka ketiga**, menunjukkan **jenis selaput serta jenis arus dan polaritas**. Angka "18" berarti selaput hidrogen rendah dengan serbuk besi, dipakai dengan AC atau DCEP.

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



Gambar 5.8 Arti tiap bagian kode E7018 dan cara mengubah ksi ke MPa. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Hal yang sering salah: **angka pada kode bukan tegangan listrik dan bukan arus las.** "E7018" tidak berarti 70 volt atau 70 ampere; angka 70 adalah kekuatan tarik logam las.

Beberapa contoh pembacaan lain: **E6013** berarti elektroda dengan kekuatan tarik minimal 60 ksi (≈ 414 MPa), semua posisi, selaput rutil, dapat dipakai pada AC atau DC. **E7024** berarti 70 ksi, posisi datar dan horizontal (angka ketiga 2), selaput serbuk besi, laju pengisian sangat tinggi.

3. Jenis selaput dan elektroda yang umum

Sifat elektroda ditentukan terutama oleh **jenis selaput**.

- **Selulosa** (E6010, E6011). Selaput mengandung bahan organik yang terbakar menjadi banyak gas pelindung. Busur kuat dan menembus **dalam**, terak tipis, dan elektroda dapat dipakai pada permukaan yang kurang bersih. Karena gasnya banyak, percikan lebih banyak dan manik lebih kasar. Selaput ini memerlukan sedikit kandungan air agar bekerja baik, sehingga **tidak dikeringkan** dengan oven bersuhu tinggi seperti elektroda hidrogen rendah.
- **Rutil** (E6013). Selaput kaya titania (oksida titanium). Busur **halus dan mudah dinyalakan**, percikan sedikit, terak mudah lepas, manik rapi, penetrasi sedang.
- **Hidrogen rendah** (E7016, E7018). Selaput bersifat basa dan hampir tanpa bahan penghasil hidrogen. Logam las yang dihasilkan **tangguh dan tahan retak**, sehingga dipakai untuk baja struktur, bejana, dan sambungan penting. Kelemahannya: selaput ini sangat mudah **menyerap uap air**, sehingga elektroda harus dijaga kering.
- **Serbuk besi** (E7018 dan E7024). Serbuk besi dalam selaput menambah logam yang diendapkan sehingga **laju pengisian** (banyaknya logam las per menit) naik. E7024 memiliki laju sangat tinggi tetapi hanya untuk posisi datar dan horizontal.

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

Mengapa hidrogen dipermasalahkan? Hidrogen dari uap air pada selaput dapat larut ke logam las yang cair. Setelah dingin, hidrogen yang terperangkap menimbulkan **porositas** (lubang gas) dan **retak** yang sering baru muncul beberapa waktu sesudah pengelasan. Karena itu, pada sambungan penting dipilih elektroda hidrogen rendah dan elektrodanya dijaga kering.

Berikut ciri keenam elektroda yang perlu kamu kenal (Gambar 5.9).

- **E6010**: 60 ksi, semua posisi, selulosa natrium, **DCEP saja**. Penetrasi dalam dan busur kuat; dipakai untuk **lapis akar pipa** dan pekerjaan di permukaan kotor atau berkarat. Dengan mesin trafo AC, elektroda ini tidak bekerja baik karena dirancang untuk DC.
- **E6011**: 60 ksi, semua posisi, selulosa kalium, **AC atau DCEP**. Mirip E6010 tetapi dapat dipakai pada mesin AC, sehingga populer untuk perbaikan di lapangan.
- **E6013**: 60 ksi, semua posisi, rutil, **AC, DCEP, atau DCEN**. Mudah dipakai dan hasil rapi; cocok untuk pelat tipis dan pekerjaan ringan seperti pagar dan rangka sederhana. Kekuatan dan ketangguhannya lebih rendah daripada elektroda hidrogen rendah, sehingga tidak dipilih untuk sambungan struktur berat.
- **E7016**: 70 ksi, semua posisi, hidrogen rendah, **AC atau DCEP**. Kuat dan tangguh; harus kering.
- **E7018**: 70 ksi, semua posisi, hidrogen rendah dengan serbuk besi, **AC atau DCEP**. Kuat, tangguh, busur stabil, dan laju pengisian lebih tinggi daripada E7016; elektroda utama untuk **sambungan penting**; harus kering.
- **E7024**: 70 ksi, **datar dan horizontal saja**, serbuk besi dan rutil, **AC, DCEP, atau DCEN**. Laju pengisian sangat tinggi; hemat waktu pada las sudut panjang di bengkel; tidak untuk posisi tegak dan atas kepala.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Perbandingan elektroda baja karbon yang umum (AWS A5.1)

Kode	Kekuatan tarik minimum	Posisi	Selaput	Arus / polaritas	Ciri dan pemakaian
E6010	60 ksi (≈ 414 MPa)	semua posisi	selulosa natrium	DCEP saja	penetrasi dalam, busur kuat; lapis akar pipa, permukaan kotor atau berkarat
E6011	60 ksi (≈ 414 MPa)	semua posisi	selulosa kalium	AC atau DCEP	seperti E6010 tetapi dapat dipakai pada mesin AC; perbaikan di lapangan
E6013	60 ksi (≈ 414 MPa)	semua posisi	rutil (titania) kalium	AC, DCEP, atau DCEN	busur halus, mudah menyala, manik rapi; pelat tipis dan pekerjaan ringan
E7016	70 ksi (≈ 483 MPa)	semua posisi	hidrogen rendah (kalium)	AC atau DCEP	kuat dan tangguh; baja struktur; harus kering
E7018	70 ksi (≈ 483 MPa)	semua posisi	hidrogen rendah + serbuk besi	AC atau DCEP	kuat, tangguh, busur stabil; sambungan penting; harus kering
E7024	70 ksi (≈ 483 MPa)	datar dan horizontal (las sudut)	serbuk besi + rutil	AC, DCEP, atau DCEN	laju pengisian sangat tinggi; las sudut panjang di bengkel

Elektroda hidrogen rendah (E7016, E7018) harus dijaga kering; elektroda selulosa (E6010, E6011) justru tidak dikeringkan seperti itu. Selalu cocokkan dengan WPS, mesin yang tersedia, dan petunjuk pabrik.

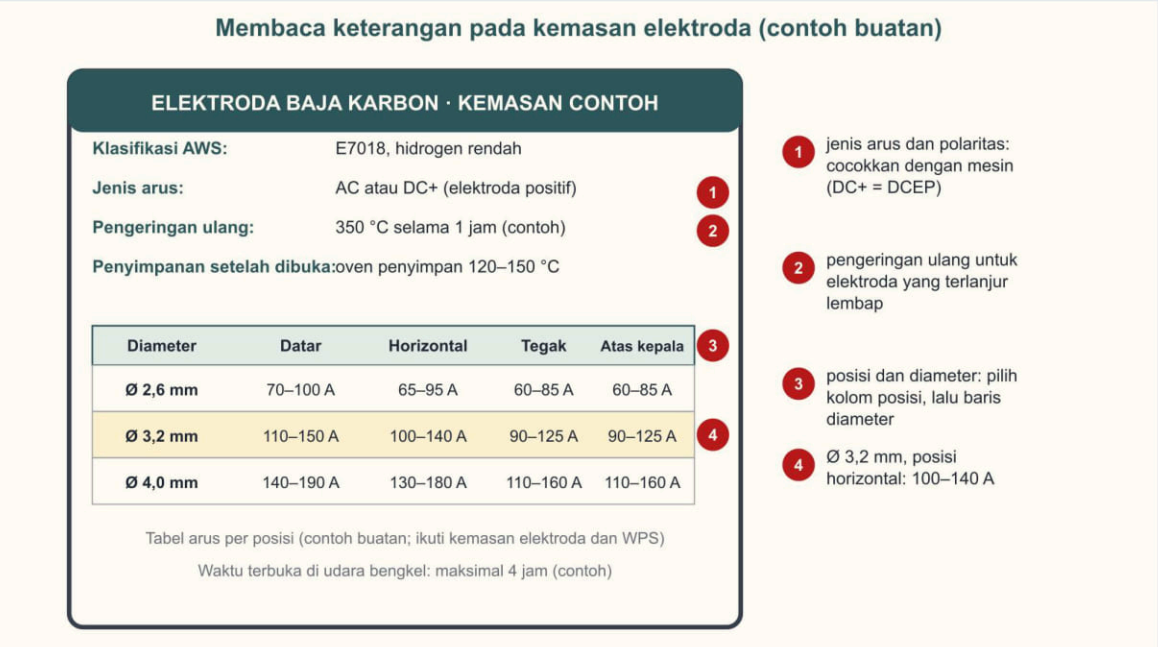
Gambar 5.9 Perbandingan E6010, E6011, E6013, E7016, E7018, dan E7024 menurut kekuatan, posisi, selaput, arus, dan pemakaian. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia berdasarkan standar AWS A5.1 dan pustaka elektroda baja karbon.

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

4. Membaca tabel pada kemasan elektroda

Selain kode, kemasan elektroda memuat tabel dan keterangan dari pabrik (Gambar 5.10). Informasi yang perlu dibaca:

- **klasifikasi AWS** (misalnya E7018);
- **diameter** yang tersedia;
- **jenis arus dan polaritas**: "AC" berarti dapat dipakai pada mesin AC; "DC+" atau "DCEP" berarti elektroda dihubungkan ke terminal **positif**, yaitu kabel holder ke terminal positif; "DC−" atau "DCEN" berarti kabel holder ke terminal negatif;
- **rentang arus** menurut diameter dan **posisi** (datar, horizontal, tegak, atas kepala);
- **pengeringan ulang** (suhu dan waktu) dan petunjuk penyimpanan.



Gambar 5.10 Contoh keterangan pada kemasan elektroda (data buatan sendiri untuk latihan) beserta cara membacanya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Cara membaca tabel arus: tentukan dulu **diameter** (baris), lalu **posisi** (kolom), dan baca **rentang** pada pertemuannya. Perhatikan tiga hal. **Pertama**, **diameter lebih besar** memerlukan **arus lebih besar**. **Kedua**, arus untuk **tegak** dan **atas kepala** biasanya **lebih kecil** daripada untuk datar, supaya logam cair tidak menetes. **Ketiga**, kolom **horizontal tidak sama dengan datar**; ia memiliki rentang sendiri. Arus yang dipakai berada **di dalam** rentang itu: arus di atas rentang membuat percikan banyak, undercut, dan selaput memerah; arus di bawah rentang membuat elektroda lengket dan tidak menyatu. Pilihan akhir disesuaikan dengan WPS dan hasil uji nyala (sub bab 5.1). Tabel di buku ini hanya contoh buatan; ikuti tabel pada kemasan yang kamu pegang.

5. Memilih elektroda

Memilih elektroda dilakukan dengan **menyaring syarat** satu per satu, mulai dari yang paling wajib.

1. **Bahan dasar dan kekuatan.** Kekuatan tarik logam las ditetapkan oleh spesifikasi atau

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

WPS (dua angka pertama pada kode). Bila diminta 70 ksi, elektroda 60 ksi gugur.

2. **Posisi las.** Bila ada posisi tegak atau atas kepala, angka ketiga harus 1. E7024 (angka 2) hanya untuk datar dan horizontal.
3. **Mesin yang tersedia.** Mesin trafo AC hanya dapat menjalankan elektroda yang mengizinkan AC. E6010 dan elektroda DC-saja memerlukan mesin DC.
4. **Mutu dan tebal.** Sambungan penting, pelat tebal, atau baja karbon sedang cenderung memerlukan **hidrogen rendah**. Pekerjaan ringan pada pelat tipis cukup dengan rutil.
5. **Kondisi kerja.** Permukaan kotor atau berkarat yang sulit dibersihkan cocok untuk selulosa. Bila produktivitas penting dan posisi datar, serbuk besi unggul.
6. **Diameter** menurut tebal, posisi, dan jenis jalur (lapis akar memakai diameter lebih kecil); untuk posisi tegak dan atas kepala dipilih diameter lebih kecil agar kolam las terkendali.

Bila beberapa elektroda masih lolos semua syarat wajib, pilih berdasarkan syarat pelengkap yang disebut soal: paling cepat, paling hemat, atau paling rapi. Satu syarat yang tidak dibutuhkan (misalnya hidrogen rendah ketika tidak diminta) tidak membuat sebuah elektroda otomatis terbaik.

6. Baja karbon: rendah, sedang, dan tinggi

Kisi-kisi menyebut bahan **baja karbon**. Baja karbon adalah paduan besi dan karbon; makin tinggi kadar karbon, makin keras dan kuat, tetapi makin sulit dilas karena lebih mudah retak setelah mendingin. Pengelompokan sederhana (batasnya dapat berbeda sedikit antar-sumber):

- **baja karbon rendah**, kadar karbon kira-kira di bawah 0,25 sampai 0,30 %: lunak, liat, dan **mudah dilas**. Ini bahan pelat hitam, besi siku, hollow, dan rangka pagar. Cocok dengan E6013, E6011, dan E7018;
- **baja karbon sedang**, kira-kira 0,30 sampai 0,60 %: lebih kuat dan keras, **dapat dilas** tetapi umumnya memerlukan **pemanasan awal** dan elektroda **hidrogen rendah**;
- **baja karbon tinggi**, di atas sekitar 0,60 %: sangat keras, **sulit dilas** dan sangat rentan retak; hanya dilas dengan prosedur khusus.

Untuk pekerjaan di tingkat SMK, hubungannya sederhana: baja karbon rendah memberi banyak pilihan elektroda; makin tinggi karbon, makin ketat syarat elektroda dan prosedurnya, sehingga **hidrogen rendah** menjadi pilihan utama.

7. Penyimpanan dan pengeringan elektroda

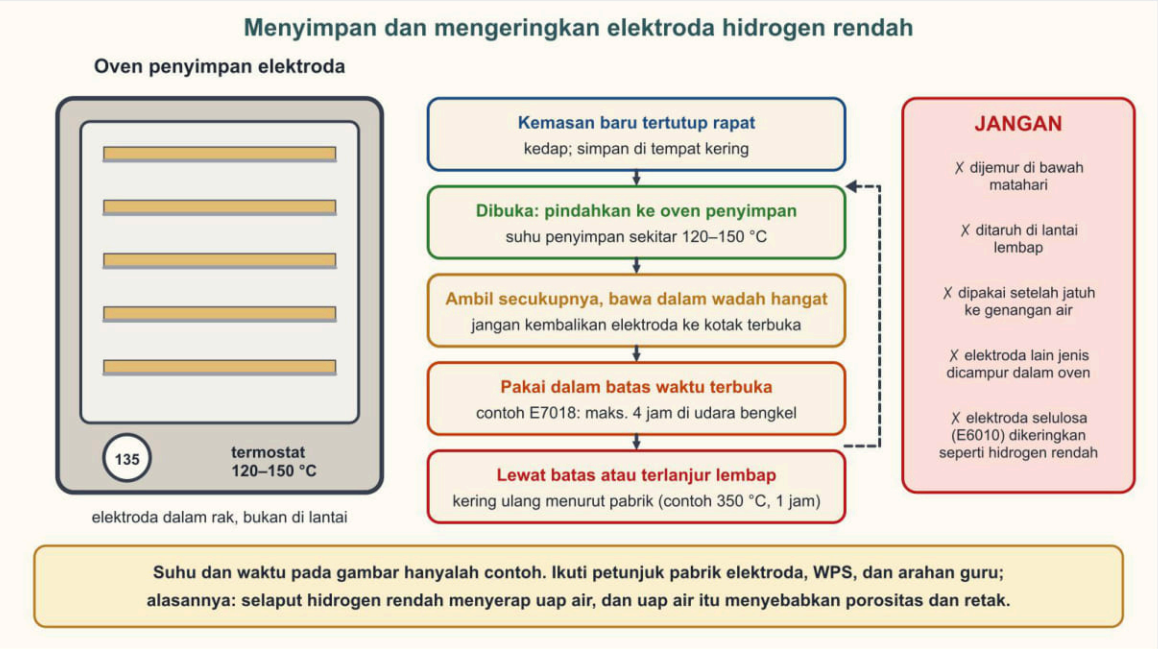
Elektroda adalah bahan yang peka. Di udara lembap, selaputnya menyerap uap air; selaput basah menimbulkan percikan, busur tidak stabil, selaput rontok, dan, pada elektroda hidrogen rendah, porositas dan retak (Gambar 5.11).

- **Simpan di tempat kering**, di dalam kemasan tertutup, jauh dari lantai dan dinding yang lembap.
- **Elektroda hidrogen rendah** (E7016, E7018) yang kemasannya sudah dibuka disimpan di **oven penyimpan** bersuhu sekitar 120 sampai 150 °C. Elektroda diambil secukupnya

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

dan dibawa dalam wadah yang menjaga hangat. Standar struktur baja menetapkan batas **waktu terbuka** di udara bengkel (contoh untuk E7018 sekitar 4 jam); ikuti ketentuan pabrik dan WPS.

- **Elektroda yang terlanjur lembap atau melewati batas waktu** dikeringkan ulang di **oven elektroda** sesuai **petunjuk pabrik**. Suhu pengeringan ulang jauh lebih tinggi daripada suhu penyimpanan, umumnya beberapa ratus derajat Celsius selama sekitar satu sampai dua jam; pada soal kamu akan melihat contoh seperti 350 °C selama 1 jam yang tertera pada kemasan.
- **Elektroda yang basah** (jatuh ke genangan air) **tidak dipakai**. Menjemurnya di bawah matahari tidak memadai, karena panasnya jauh di bawah suhu pengeringan ulang; air sudah meresap ke selaput.
- **Elektroda selulosa** (E6010, E6011) justru memerlukan sedikit kandungan air dan **tidak dikeringkan seperti hidrogen rendah**; ikuti petunjuk pabrik.



Gambar 5.11 Alur penyimpanan dan pengeringan elektroda hidrogen rendah dengan oven penyimpan (contoh). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Di bengkel, ikuti arahan guru atau pengawas dan petunjuk pabrik elektroda.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Membaca kode E7016 dan E6010

Pada 2026, Putri menerima dua kotak elektroda berkode E7016 dan E6010. Jelaskan arti kode tiap kotak, ubah kekuatan tariknya ke MPa, dan tentukan mesin yang dapat dipakai masing-masing. *(Kasus fiktif.)*

1. **E7016.** E = elektroda. Dua angka pertama 70 → kekuatan tarik minimal 70 ksi. Konversi: 70 × 6,895 ≈ 483 MPa.

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

2. **Angka ketiga = 1** → semua posisi (datar, horizontal, tegak, atas kepala).
3. **Angka "16" (ketiga dan keempat)** → selaput hidrogen rendah (kalium), dipakai dengan **AC atau DCEP**. Jadi E7016 dapat dipakai pada mesin trafo AC maupun mesin DC dengan kabel holder ke positif. Karena hidrogen rendah, elektroda harus dijaga **kering**.
4. **E6010.** 60 ksi → 60 × 6,895 ≈ 414 MPa; angka ketiga 1 → semua posisi; angka "10" → selaput **selulosa natrium**, **DCEP saja**. Jadi hanya mesin **DC** yang cocok, dengan kabel holder ke terminal **positif**. Elektroda ini tidak dikeringkan seperti hidrogen rendah.
5. **Bandingkan.** E7016 lebih kuat (483 berbanding 414 MPa) dan lebih tangguh, tetapi menuntut kering; E6010 menembus lebih dalam dan cocok untuk lapis akar.

Jawaban: E7016 = 70 ksi (≈ 483 MPa), semua posisi, hidrogen rendah, AC atau DCEP; E6010 = 60 ksi (≈ 414 MPa), semua posisi, selulosa, DCEP saja (mesin DC).

Contoh 2 — Memilih elektroda untuk empat pekerjaan

Bengkel Rangga pada 2027 menerima empat pekerjaan. Pilih elektroda yang paling tepat dari E6010, E6011, E6013, E7018, dan E7024, beserta alasannya. *(Kasus fiktif.)*

No	Pekerjaan	Elektroda	Alasan
1	braket rak dari pelat 2 mm, posisi datar, mesin trafo AC kecil, tampilan rapi	E6013	rutil: busur halus, mudah dinyalakan, manik rapi; AC dapat dipakai
2	lapis akar sambungan pipa baja, mesin inverter DC	E6010	selulosa: penetrasi dalam; DCEP dapat dilakukan pada mesin DC
3	rangka penyangga mesin pelat 20 mm, spesifikasi 70 ksi hidrogen rendah, semua posisi, mesin AC	E7018	memenuhi 70 ksi, semua posisi, hidrogen rendah, dan AC
4	perbaikan pagar lama di lapangan, permukaan sulit dibersihkan, mesin trafo AC	E6011	selulosa yang dapat dipakai pada AC dan toleran terhadap permukaan kurang bersih

1. **Saring kekuatan dan syarat khusus.** Pekerjaan 3 menuntut 70 ksi dan hidrogen rendah, jadi hanya E7018 (E7024 gugur karena posisi, E6xxx karena kekuatan).
2. **Saring mesin.** Pekerjaan 1 dan 4 memakai AC, sehingga E6010 gugur; E6013 dan E6011 lolos.
3. **Saring kondisi.** Pekerjaan 1 butuh tampilan rapi (rutil); pekerjaan 4 permukaan kotor (selulosa).
4. **Pekerjaan 2** DC dan lapis akar → E6010 (hanya DCEP, cocok untuk mesin DC).

Jawaban: E6013, E6010, E7018, E6011.

Contoh 3 — Arus untuk posisi horizontal dari tabel kemasan

Pada 2027, Yuli akan mengelas sambungan T pelat 10 mm dengan elektroda E7018 Ø4,0 mm pada posisi **horizontal**. Tabel kemasan pada Gambar 5.10 memuat rentang: Ø4,0 mm, datar 140–190 A, horizontal 130–180 A, tegak dan atas kepala 110–160 A. Mesinnya bertulis 160 A dengan siklus kerja 60 %. Tentukan arus awal dan periksa mesin. *(Kasus fiktif.)*

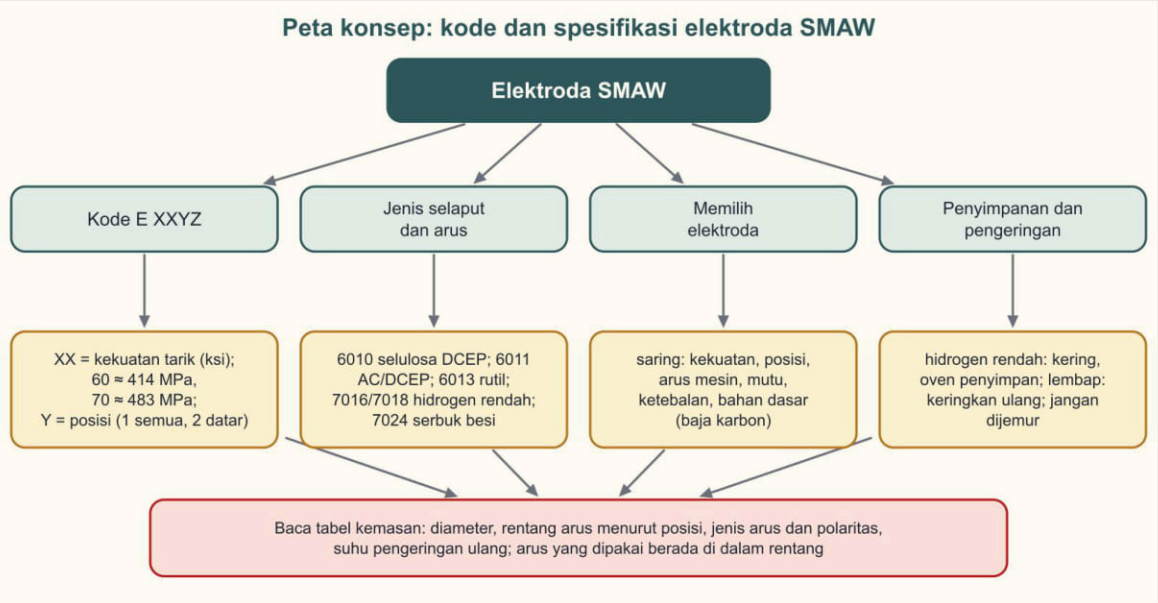
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

1. **Pilih baris diameter**: Ø4,0 mm.
2. **Pilih kolom posisi**: horizontal, rentangnya **130–180 A**, bukan 140–190 A (kolom datar).
3. **Pilih arus awal** di dalam rentang. Nilai tengahnya (130 + 180) ÷ 2 = 155 A. Arus 155 A dipakai sebagai setelan awal, lalu disetel pada uji nyala di pelat percobaan.
4. **Periksa batas.** 185 A di atas rentang horizontal (walaupun masih di dalam rentang datar) dan menimbulkan undercut serta percikan; 120 A di bawah rentang dan menyebabkan elektroda lengket.
5. **Periksa mesin.** Arus 155 A masih di bawah arus maksimum 160 A; siklus kerja pada 160 A adalah 60 %, sehingga pada arus 155 A mesin dapat mengelas sekitar 6 menit dari tiap 10 menit (sedikit lebih lama bila pelat nama memuat baris arus lebih kecil). Pola kerja dirancang tidak melebihi itu.
6. **Persiapan elektroda.** E7018 hidrogen rendah, dipakai dari oven penyimpan.

Jawaban: arus awal sekitar 155 A (di dalam rentang horizontal 130–180 A); mesin 160 A/60 % mencukupi.

❖ PETA KONSEP

Gambar 5.12 merangkum kode, jenis, pemilihan, dan penyimpanan elektroda.



Gambar 5.12 Peta konsep kode dan spesifikasi elektroda SMAW. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Yang harus kamu ingat:

- **E XXYZ**: E = elektroda; XX = **kekuatan tarik minimum (ksi)**, 60 ≈ 414 MPa dan 70 ≈ 483 MPa; Y = posisi (**1 semua posisi, 2 datar dan horizontal**); Y dan Z bersama = jenis selaput dan arus.
- **E6010**: selulosa, DCEP saja; **E6011**: selulosa, AC atau DCEP; **E6013**: rutil, AC/DCEP/DCEN, halus; **E7016 dan E7018**: hidrogen rendah, kuat, harus kering; **E7024**: serbuk besi, datar dan horizontal, cepat.
- Tabel kemasan: **diameter, rentang arus menurut posisi, jenis arus/polaritas, pengeringan**; arus dipakai **di dalam rentang**.
- Memilih: **kekuatan → posisi → mesin → mutu → kondisi**.
- Hidrogen rendah: simpan di oven penyimpan, keringkan ulang sesuai petunjuk pabrik; **tidak dijemur**.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal elektroda:

1. **Tulis syarat wajib** dari cerita atau tabel: kekuatan, posisi, jenis arus, hidrogen rendah, bahan.
2. **Coret satu per satu** pilihan yang gagal pada satu syarat, sambil menuliskan alasannya.
3. **Bila masih ada beberapa**, pakai syarat pelengkap: paling cepat, paling hemat, paling rapi.
4. **Pada soal tabel**, baca diameter (baris) dan posisi (kolom), lalu tentukan arus di dalam rentang.
5. **Pada soal pernyataan**, nilai tiap pernyataan sendiri; bandingkan dengan tabel.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Kode dibaca sebagai tegangan** atau arus ("E7018 berarti 70 volt").
- **E6013 dipakai untuk struktur berat** karena mudah dipakai, padahal bukan hidrogen rendah dan kekuatannya 60 ksi.
- **E6010 dipakai pada mesin AC trafo.**
- **Elektroda lembap dijemur** di matahari, atau elektroda selulosa dikeringkan seperti hidrogen rendah.
- **Rentang arus posisi horizontal disamakan dengan datar**, atau arus di luar rentang kemasan "agar busur lebih stabil".
- **Kriteria produktivitas diabaikan**: E7018 memenuhi semua syarat tetapi E7024 lebih cepat pada posisi datar.
- **Pilihan terkuat otomatis dianggap terbaik**, padahal posisi atau mesin tidak cocok.

> Contoh salah tafsir: pekerjaan las sudut pada posisi datar, 70 ksi, mesin AC, tanpa syarat hidrogen rendah, dan pemilik ingin selesai secepat mungkin. Seorang siswa memilih E7018 karena "paling baik". E7018 memang memenuhi semua syarat wajib, tetapi **E7024** juga memenuhi dan laju pengisiannya lebih tinggi, sedangkan keunggulan hidrogen rendah tidak diminta. Pilihan terbaik mengikuti syarat yang diminta soal, bukan elektroda yang terkesan paling bermutu.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut meminta kamu memilih elektroda dari lima pilihan untuk pekerjaan struktur. Saring syaratnya berurutan: kekuatan 70 ksi, posisi, hidrogen rendah, lalu jenis arus mesin.

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

►. Bengkel Pak Yanto mendapat pekerjaan tangga darurat baja yang sebagian sambungannya harus dilas posisi tegak dan atas kepala (2027). Spesifikasi meminta logam las berkekuatan tarik minimal 70 ksi (±480 MPa) dengan elektroda berhidrogen rendah. Di lokasi hanya tersedia mesin las trafo AC.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Elektroda yang paling tepat adalah ....

A. E6011
B. E6013
C. E7010
D. E7024
E. E7018

Pembahasan **Kunci: E**

Konsep: Kode AWS E XX Y Z: XX = kekuatan tarik minimum (ksi), Y = posisi (1 = semua posisi, 2 = datar dan horizontal saja), Z bersama Y = jenis salutan dan arus. E7018: 70 ksi, semua posisi, hidrogen rendah serbuk besi, AC atau DCEP.

Langkah:
1. Syarat: 70 ksi, semua posisi, hidrogen rendah, AC.
2. E70xx → hanya E7010, E7024, E7018.
3. E7024 hanya datar/horizontal; E7010 selulosa DCEP; E7018 memenuhi semua syarat.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Bisa AC dan semua posisi, tetapi kekuatannya 60 ksi dan salutannya selulosa.
• **B.** ✗ Kekuatannya 60 ksi dan bukan hidrogen rendah.
• **C.** ✗ Jebakan: 70 ksi dan semua posisi, tetapi salutan selulosa untuk DCEP, bukan hidrogen rendah.
• **D.** ✗ Jebakan: 70 ksi, tetapi angka 2 berarti hanya posisi datar dan horizontal.
• **E.** ✓ Memenuhi kekuatan, posisi, hidrogen rendah, dan dapat dipakai dengan AC.

Jawaban: E.

✎ LATIHAN

Untuk setiap soal, tulis syarat wajibnya, coret elektroda yang gagal pada satu syarat, dan pada soal tabel baca baris diameter dan kolom posisi lebih dulu.

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

1. Bengkel Pak Hadi mendapat pesanan 40 rangka dudukan mesin yang semuanya dilas sudut pada posisi datar di bengkel (2027). Logam las harus berkekuatan tarik minimal 70 ksi, tidak ada syarat hidrogen rendah, mesin yang tersedia trafo AC, dan pemilik ingin pekerjaan secepat mungkin. Tabel diambil dari katalog elektroda di bengkel.

Elektroda	Posisi	Arus	Laju pengisian
E6010	semua	DCEP	sedang
E6013	semua	AC, DC	sedang
E7016	semua	AC, DCEP	sedang
E7018	semua	AC, DCEP	tinggi
E7024	datar, horizontal	AC, DC	sangat tinggi

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

Elektroda yang paling tepat adalah ....

A. E6010
B. E6013
C. E7016
D. E7018
E. E7024

2. Pada 2027, Gita membaca keterangan pada kotak elektroda baru di bengkel sebelum praktik. Isinya disajikan dalam tabel.

Keterangan	Isi
Klasifikasi	AWS E7016, Ø3,2 mm
Jenis arus	AC atau DC+ (elektroda positif)
Posisi	datar, horizontal, tegak naik, atas kepala
Arus anjuran	90–130 A
Pengeringan ulang	350 °C selama 1 jam

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

Pernyataan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Elektroda ini dapat dipakai dengan mesin las trafo AC.
☐ B. Elektroda ini dapat dipakai untuk las tegak turun pada sambungan pelat tipis.
☐ C. Elektroda yang menyerap lembap dikeringkan ulang pada 350 °C selama 1 jam.
☐ D. Pada mesin DC, kabel holder dipasang pada terminal negatif mesin.
☐ E. Arus 150 A dianjurkan agar busur lebih stabil pada elektroda Ø3,2 mm ini.

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

Kunci singkat: 1. E 2. A, C

✔ PERIKSA DIRI

- Apa arti tiap bagian kode E7018, dan berapa MPa kekuatan tarik minimumnya?
- Mengapa E6010 tidak dipakai dengan mesin trafo AC, dan mengapa elektroda hidrogen rendah yang lembap tidak cukup dijemur di matahari?
- **Yang harus kuingat:** angka pada kode = kekuatan tarik (ksi), bukan volt; digit ketiga = posisi; E6010 DCEP saja; E6013 untuk pekerjaan ringan; E7016 dan E7018 hidrogen rendah dan harus kering; arus dipilih di dalam rentang kemasan menurut diameter dan posisi.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 5.2: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktpfl&node=SMKTPFL-5.2

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

Kuis Akhir Bab 5

SMKTPFL-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-smktpfl&node=SMKTPFL-KB5

1. Regu praktik menulis enam langkah persiapan SMAW tanpa urutan pada 2027:

Kode	Langkah
P	memakai APD lengkap
Q	memeriksa mesin, kabel, dan holder dari kerusakan
R	menyambung kabel holder dan klem massa saat mesin mati
S	memasang elektroda pada holder
T	menghidupkan mesin dan menyetel arus
U	menguji nyala pada pelat percobaan

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

Urutan yang paling tepat adalah ....

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

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

2. Gudang bengkel sekolah menyimpan beberapa jenis elektroda. Pada 2027, regu piket diminta memeriksa cara penyimpanannya sebelum praktik dimulai.
(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
Elektroda disimpan di tempat kering dan tertutup, serta diberi label jenisnya agar tidak tertukar.	○	○
Elektroda yang selaputnya terkelupas masih boleh dipakai bila bagian inti kawatnya masih lurus.	○	○
Elektroda hidrogen rendah yang kotaknya sudah lama terbuka perlu diperlakukan sesuai petunjuk pabrik sebelum dipakai.	○	○

3. Eka sudah menyambung kabel, memasang elektroda E6013 Ø3,2 mm, menghidupkan mesin, dan menyetel arus 110 A pada 2027. Pelat benda kerja yang akan dilas sangat terbatas jumlahnya dan hanya cukup untuk satu percobaan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Langkah yang paling tepat sebelum mengelas benda kerja adalah ....

A. Langsung mengelas benda kerja karena arus sudah disetel sesuai tabel manual
B. Menyalakan busur pada pelat percobaan sejenis untuk memeriksa busur dan arus
C. Menyalakan busur di tepi benda kerja lalu dihapus bila hasilnya kurang baik
D. Menaikkan arus ke maksimum agar busur pasti menyala dengan baik dan stabil
E. Meminta teman menyalakan busur lebih dahulu pada benda kerja untuk mengecek mesin

4. Seorang siswa baru membaca kotak elektroda bertuliskan "E6013" pada 2027 dan bertanya kepada gurunya apa arti huruf E di awal kode.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Jawaban yang paling tepat adalah ....

A. E menunjukkan bahwa elektroda hanya dapat dipakai pada mesin arus AC saja
B. E menunjukkan ukuran diameter elektroda dalam milimeter pada kotaknya
C. E menunjukkan bahwa elektroda tersebut berselaput sangat tebal
D. E menunjukkan asal negara tempat elektroda itu dibuat pabrik
E. E menunjukkan bahwa benda itu adalah elektroda untuk las busur listrik

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

5. Saat uji nyala pada 2027, Fajar menyentuhkan ujung elektroda ke pelat percobaan tetapi busur tidak terbentuk dan tidak ada percikan. Lampu indikator mesin menyala dan arus telah disetel 100 A. Klem massa terjepit pada ujung meja las yang berkarat tebal dan ujung elektroda tertutup selaput.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang paling tepat dilakukan Fajar adalah ....

A. Menaikkan arus ke maksimum dan menyentuhkan elektroda ke pelat lebih keras lagi
B. Mengganti elektroda dengan jenis lain tanpa lebih dulu memeriksa rangkaian listrik
C. Menekan holder lebih dalam agar elektroda terhubung kuat ke kabel mesin las
D. Mematikan mesin lalu memindahkan klem massa ke logam bersih dan membersihkan elektroda
E. Menyiram pelat dengan air supaya pelat lebih baik menghantarkan listrik

6. Rudi akan mengelas dua pelat baja di atas meja las bengkel pada 2027. Permukaan pelat tertutup karat tebal dan cat di dekat tepi sambungan. Klem massa disediakan di samping mesin.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Cara memasang klem massa yang paling tepat adalah ....

A. Menjepit klem pada bagian pelat yang berkarat tebal supaya klem tidak mudah lepas
B. Menjepit klem pada bagian pelat yang bercat agar permukaan pelat tidak tergores
C. Menaruh klem di atas meja tanpa dijepit selama pelat menempel pada meja
D. Menjepit klem pada kabel holder agar arus kembali lewat kabel itu
E. Menjepit klem pada logam yang telah dibersihkan, dekat area pengelasan

7. Dian akan menyambungkan kabel holder dan kabel klem massa ke mesin las SMAW di bengkel sekolah pada 2027. Steker mesin masih tertancap di stopkontak dan saklar mesin dalam posisi hidup.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang tepat sebelum menyambung kabel adalah ....

A. Menyambung kabel saja dengan hati-hati karena arus las baru mengalir saat elektroda menyentuh pelat
B. Menyambung kabel memakai sarung tangan karet agar aman dari sengatan
C. Mematikan saklar dan mencabut steker, baru menyambung kabel
D. Meminta teman menahan saklar pada posisi mati sementara ia menyambung kabel
E. Menyambung kabel lebih dahulu lalu mematikan mesin sesudah semuanya terpasang

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

8. Seorang guru menerangkan polaritas dan jenis arus kepada siswa kelas XI yang akan berlatih SMAW pada 2027 dan meminta mereka menilai tiga pernyataan.
(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 DCEP, elektroda dihubungkan ke kutub positif mesin dan benda kerja ke kutub negatif.	○	○
Arus AC memiliki polaritas tetap seperti arus DC, sehingga dapat disetel menjadi DCEP atau DCEN.	○	○
Elektroda yang dirancang hanya untuk DCEP tidak boleh dipakai pada mesin AC.	○	○

9. Bengkel Bu Lilis akan menambah satu mesin las untuk pekerjaan yang memerlukan arus 190 A dengan pola mengelas 6 menit dari tiap 10 menit (2027). Tiga mesin yang ditawarkan disajikan pada tabel.

Mesin	Arus maksimum	Duty cycle pada arus maksimum
M1	160 A	35 %
M2	200 A	60 %
M3	200 A	30 %

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

A. M1, karena duty cycle 35 % sudah dianggap cukup untuk pola kerja itu
B. M3, karena arus maksimumnya sama dengan M2 sehingga dianggap setara
C. M1 atau M3, karena keduanya lebih murah daripada M2 dan arusnya hampir cukup
D. Tidak ada yang sesuai, karena arus 190 A mendekati batas semua mesin
E. M2, karena arus 200 A cukup dan 60 % setara 6 menit las per 10 menit

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

10. Sebelum praktik pada 2027, guru meminta siswa memeriksa kabel dan holder las. Mereka menemukan beberapa keadaan yang perlu dinilai.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang tepat atas temuan itu adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Kabel yang isolasinya terkelupas sehingga kawat tembaganya terlihat tidak dipakai dan dilaporkan
☐ B. Holder yang rahangnya longgar dan panas tetap dipakai karena masih dapat menjepit elektroda
☐ C. Sambungan kabel ke mesin diperiksa agar kuat dan tidak panas saat dipegang setelah dipakai
☐ D. Kabel yang terlalu panjang digulung rapat melingkar pada mesin agar rapi saat dipakai
☐ E. Isolasi rahang holder diperiksa tidak retak sehingga tidak menyentuh benda kerja secara tidak sengaja

11. Seorang siswa melihat dua mesin las SMAW di bengkel: yang satu besar dan sangat berat dengan inti besi di dalamnya, yang lain kecil dan ringan sehingga dapat dijinjing dengan satu tangan (2027). Guru menyebut mesin kecil itu menggunakan teknologi inverter.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Ciri mesin inverter dibanding mesin trafo adalah ....

A. Lebih berat karena membutuhkan banyak kumparan kawat tembaga di dalamnya
B. Lebih ringan dan lebih hemat daya karena memakai komponen elektronik
C. Tidak dapat menghasilkan arus searah sehingga hanya bisa untuk arus AC
D. Tidak memerlukan sambungan listrik sama sekali karena memakai baterai
E. Selalu lebih murah dibanding mesin trafo dengan kemampuan yang sama

12. Regu praktik menyiapkan meja las untuk mengelas dua pelat baja tebal 8 mm pada 2027. Guru meminta mereka melengkapi alat utama, alat bantu, dan APD sebelum mesin dinyalakan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kelengkapan yang tepat disiapkan adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Palu terak dan sikat kawat untuk membersihkan terak serta kotoran sambungan
☐ B. Tang jepit atau klem untuk menahan pelat agar tidak bergeser selama dilas
☐ C. Sarung tangan katun tipis yang nyaman dipakai selama mengelas
☐ D. Helm las berlensa filter dan kacamata pengaman di baliknya
☐ E. Botol air untuk menyiram benda kerja yang masih panas agar cepat dingin

13. Bengkel Pak Hasto mengelas tangga baja penting yang sebagian sambungannya di posisi tegak dan atas kepala, dengan syarat logam las berkekuatan tarik minimal 70 ksi dan kandungan hidrogen rendah (2027). Mesin yang dipakai inverter DC dan elektroda

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

disimpan dalam wadah kering.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Elektroda yang paling sesuai adalah ....

A. E6013, karena mudah dinyalakan dan penampilan lasnya halus sekali
B. E6010, karena penetrasinya dalam dan cocok untuk lapis akar pipa
C. E7024, karena hanya cocok untuk posisi datar dan horizontal saja
D. E7018, karena 70 ksi, hidrogen rendah, dan semua posisi dengan DC
E. Elektroda apa pun asal arusnya disetel mendekati batas atas rentang

14. Bengkel Pak Wisnu akan membeli satu mesin las SMAW (2027). Pekerjaannya: pagar dan kanopi di rumah-rumah pelanggan dengan listrik terbatas dan harus dibawa dengan sepeda motor, serta pekerjaan sesekali di bengkel dengan elektroda yang memerlukan arus searah. Penjual menawarkan mesin inverter DC dan mesin trafo AC.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pertimbangan yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Mesin inverter ringan dan hemat daya sehingga mudah dibawa dan cocok dengan listrik terbatas
☐ B. Mesin trafo AC dapat dipakai dengan semua elektroda sehingga tidak perlu memeriksa jenis arus
☐ C. Mesin inverter menghasilkan arus DC yang dapat dipakai dengan elektroda yang memerlukan arus searah
☐ D. Mesin trafo AC lebih ringan karena tidak ada komponen elektroniknya
☐ E. Mesin inverter perlu dijauhkan dari debu logam dan dibersihkan berkala karena komponen elektroniknya peka

15. Pada mesin las DC bengkel sekolah pada 2027, guru meminta Lisa menyetel polaritas DCEP (elektroda positif) sebelum mengelas dengan elektroda yang memerlukan polaritas itu. Mesin memiliki dua kabel keluaran: kabel holder dan kabel klem massa.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penyambungan yang sesuai dengan DCEP adalah ....

A. Kabel holder pada kutub negatif dan kabel klem massa pada kutub positif
B. Kabel holder dan kabel klem massa sama-sama pada kutub positif
C. Kabel holder dan kabel klem massa sama-sama pada kutub negatif
D. Kabel holder pada kutub positif dan kabel klem massa pada kutub negatif
E. Polaritas ditentukan oleh jenis kabel, bukan oleh kutub yang disambungi

16. Pelat nama mesin las inverter di bengkel sekolah menyebut: "Arus las 20–180 A; tegangan masuk 220 V satu fase; duty cycle 40 % pada 160 A; polaritas DC (DCEP/DCEN)". Siswa diminta menafsirkan informasi pada pelat itu pada 2027.

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

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penafsiran yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Arus las dapat disetel dalam rentang 20 sampai 180 ampere
☐ B. Mesin ini dapat dipakai pada arus 160 A tanpa batas waktu karena kapasitasnya 180 A
☐ C. Pada 160 A, mesin boleh dipakai paling lama 4 menit dalam tiap periode 10 menit
☐ D. Tulisan DC berarti mesin ini dapat dipakai untuk elektroda yang hanya cocok dengan arus AC
☐ E. Polaritas dapat dipilih DCEP atau DCEN sesuai kebutuhan elektroda

17. Pelat nama mesin las trafo AC milik bengkel sekolah menyebut duty cycle pada beberapa tingkat arus dengan periode 10 menit (2027).

Arus las	Duty cycle
180 A	40 %
150 A	60 %
120 A	100 %

Guru meminta regu menyusun lima rencana kerja, dan meminta siswa menemukan rencana yang melampaui batas duty cycle.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Rencana yang melampaui batas duty cycle adalah ....

A. Arus 180 A, mengelas 4 menit dan istirahat 6 menit dalam tiap periode
B. Arus 150 A, mengelas 6 menit dan istirahat 4 menit dalam tiap periode
C. Arus 150 A, mengelas 7 menit dan istirahat 3 menit dalam tiap periode
D. Arus 120 A, mengelas terus tanpa istirahat selama satu jam pelajaran
E. Arus 180 A, mengelas 3 menit dan istirahat 7 menit dalam tiap periode

18. Pelat nama mesin las inverter bengkel sekolah mencantumkan arus maksimum 200 A dengan duty cycle 35 %. Duty cycle dinilai pada periode 10 menit. Toni akan mengelas terus pada arus 200 A.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pola kerja yang sesuai dengan duty cycle itu pada arus 200 A adalah ....

A. Mengelas 3,5 menit lalu mesin diistirahatkan 6,5 menit dalam tiap periode 10 menit
B. Mengelas 6,5 menit lalu mesin diistirahatkan 3,5 menit dalam tiap periode 10 menit
C. Mengelas 3,5 menit lalu mesin diistirahatkan 3,5 menit dalam tiap periode 10 menit
D. Mengelas 35 menit lalu mesin diistirahatkan 65 menit dalam tiap periode 100 menit
E. Mengelas terus karena mesin inverter tidak memiliki batas waktu pemakaian

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

19. Bagus akan memilih elektroda untuk menyambung baja struktur yang memerlukan logam las dengan kekuatan tarik minimal 70 ksi (2027). Di gudang ada elektroda E6010, E6013, dan E7018.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Elektroda yang kekuatan tariknya sesuai dengan syarat itu adalah ....

A. E7018, karena dua digit pertama 70 menunjukkan kekuatan tarik minimal 70 ksi
B. E6013, karena digit 6 menunjukkan angka terbesar di antara ketiganya
C. E6010, karena awalan 60 dianggap sama dengan 70 pada baja struktur
D. Semua sama karena kekuatan tarik ditentukan jenis bajanya, bukan elektrodanya
E. E6013, karena digit 13 menunjukkan kekuatan tarik 13 ksi

20. Gambar di bawah memperlihatkan keterangan pada kotak elektroda yang dipakai Aldi pada 2027. Aldi akan mengelas posisi tegak dengan elektroda Ø3,2 mm memakai mesin inverter DC.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Setelan arus dan polaritas yang sesuai dengan keterangan pada kotak adalah ....

KOTAK ELEKTRODA E7018 (contoh buatan untuk latihan soal)
Polaritas: AC atau DCEP · Simpan di tempat kering

Diameter	Bawah tangan	Horizontal	Tegak	Atas kepala
Ø3,2 mm	110–150 A	105–140 A	100–135 A	100–135 A
Ø4,0 mm	140–190 A	135–180 A	130–170 A	130–170 A

Rentang arus (ampere) menurut posisi pengelasan

A. 150 A dengan polaritas DCEP
B. 120 A dengan polaritas DCEN
C. 120 A dengan polaritas DCEP
D. 95 A dengan polaritas DCEP
E. 170 A dengan polaritas DCEN

21. Tabel di bawah memuat rentang arus elektroda E6013 pada posisi pengelasan yang berbeda (contoh buatan untuk soal). Melati akan mengelas sambungan sudut posisi atas kepala pada pelat 5 mm dengan mesin yang arusnya maksimum 120 A (2027).

Diameter	Bawah tangan	Atas kepala
Ø2,6 mm	60–90 A	55–80 A
Ø3,2 mm	90–130 A	80–115 A
Ø4,0 mm	130–180 A	115–160 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.)
Pilihan elektroda dan arus yang tepat adalah ....

A. Ø4,0 mm dengan arus 125 A karena diameter besar lebih cepat menutup sambungan
B. Ø3,2 mm dengan arus sekitar 100 A, di dalam rentang atas kepala dan batas mesin
C. Ø3,2 mm dengan arus 125 A karena posisi atas kepala memerlukan arus tinggi
D. Ø2,6 mm dengan arus 100 A karena diameter kecil lebih mudah dikendalikan
E. Ø3,2 mm dengan arus 90–130 A seperti pada posisi bawah tangan

22. Guru menuliskan beberapa kode elektroda di papan tulis pada 2027 dan meminta siswa menilai tiga pernyataan tentang arti digitnya.
(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 E6013, angka 60 menunjukkan kekuatan tarik minimal logam las sebesar 60 ksi.	○	○
Elektroda dengan digit ketiga 2 dirancang untuk posisi datar dan horizontal.	○	○
Elektroda E6010 dapat dipakai pada mesin las trafo AC tanpa masalah.	○	○

23. Tiga jenis elektroda di gudang bengkel sekolah pada 2027: E6010 (selaput selulosa), E6013 (selaput rutil), dan E7018 (hidrogen rendah). Guru meminta siswa menilai pernyataan tentang sifat dan penggunaannya.
(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. E6013 mudah dinyalakan dan hasil lasnya halus sehingga cocok untuk pekerjaan ringan pada pelat tipis
☐ B. E6010 hanya dapat dipakai dengan arus DCEP dan penetrasinya dalam
☐ C. E7018 adalah elektroda yang tidak menyerap lembap sehingga boleh dibiarkan terbuka
☐ D. E7018 dirancang menghasilkan logam las bermutu tinggi dengan kandungan hidrogen rendah untuk sambungan penting
☐ E. E6013 selalu lebih kuat daripada E7018 karena digit 6 lebih kecil

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

24. Bengkel sekolah mengerjakan tiga pekerjaan pada 2027: pagar tipis dari pelat 2 mm untuk dekorasi, rangka penumpu mesin dari pelat 12 mm yang menanggung beban, dan perbaikan pipa saluran dengan lapis akar yang harus menembus dalam. Guru meminta siswa memilih jenis elektroda dan cara memperlakukannya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pasangan pekerjaan dan keputusan yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Pagar tipis: elektroda berselaput rutil yang mudah dinyalakan dan halus hasilnya
☐ B. Rangka penumpu beban: elektroda hidrogen rendah yang dijaga tetap kering sebelum dipakai
☐ C. Rangka penumpu beban: elektroda rutil biasa karena paling mudah dipakai dan cukup untuk semua beban
☐ D. Lapis akar pipa: elektroda selulosa dengan polaritas DCEP karena penetrasinya dalam
☐ E. Semua pekerjaan memakai elektroda yang sama agar stok gudang tidak beragam

25. Siswa kelas XII menyiapkan elektroda untuk uji kompetensi pada 2027. Beberapa kotak elektroda ditemukan dalam keadaan berbeda.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penanganan yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Elektroda yang selaputnya retak atau terkelupas tidak dipakai
☐ B. Elektroda dengan selaput lembap dikeringkan di bawah sinar matahari lalu langsung dipakai
☐ C. Elektroda dipilih menurut label pada kotak, bukan menurut bentuknya yang tampak sama
☐ D. Elektroda sisa pendek dikumpulkan di wadah terpisah dan tidak dicampur dengan elektroda baru
☐ E. Elektroda boleh diganti jenisnya di tengah jalur tanpa mencatat bila terlihat sama

Tabel skor dan anjuran

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 5.1 · Mesin las SMAW dan persiapan alat	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18	___ / 16	Ulangi hlm. 248
Sub bab 5.2 · Kode dan spesifikasi elektroda SMAW	4, 13, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25	___ / 9	Ulangi hlm. 265

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 · Proses Pengelasan SMAW dan Pemeriksaan Hasil

SMKTPFL-B6

Setelah mempelajari bab ini, kamu dapat:

- mengelas pelat baja karbon posisi 1F dan 1G sesuai WPS
- menganalisis pengaruh arus, sudut elektroda, kecepatan, dan panjang busur terhadap hasil las
- mengukur dan menilai hasil las dengan welding gauge dan tang ampere serta mengenali cacat las lewat inspeksi visual

Peta bab

Sub bab	Judul
6.1	Mengelas pelat baja karbon posisi 1F dan 1G sesuai WPS
6.2	Parameter pengelasan: arus, sudut elektroda, kecepatan, dan panjang busur
6.3	Welding gauge, tang ampere, serta pemeriksaan dimensi dan penetrasi
6.4	Inspeksi visual cacat las

Bab 6 di LMS

Buka seluruh latihan bab ini di LMS.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktpfl&node=SMKTPFL-B6

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

Sub bab 6.1 · Mengelas pelat baja karbon posisi 1F dan 1G sesuai WPS

SMKTPFL-6.1

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi elemen pengelasan SMAW dasar meminta kamu mengelas **pelat baja karbon setebal 5–10 mm pada posisi 1F dan 1G**. Di soal tertulis, kemampuan itu diuji sebagai **kemampuan memutuskan**: menyiapkan benda uji sesuai spesifikasi, menyusun urutan jalur las, dan menganalisis mengapa hasil las menyimpang. Halaman Pusmendik tidak memuat persentase siswa yang menjawab benar secara nasional, dan angka seperti itu tidak boleh dikarang, jadi buku ini tidak mencantumkannya.

Pola soal yang sering muncul: (1) beberapa benda uji dibandingkan dengan **toleransi di WPS**, lalu kamu memilih yang boleh dilas; (2) pelat **terangkat** setelah dilas dan kamu diminta mencari tindakan pencegahan; (3) las sudut dengan **kaki yang tidak sama panjang**, dan kamu diminta mencari penyebab serta perbaikannya.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- membaca isi WPS dan menjelaskan fungsi tiap bagiannya;
- membedakan posisi 1F dan 1G, serta menjelaskan cara menempatkan benda uji pada tiap posisi;
- memeriksa persiapan kampuh V (sudut, celah akar, muka akar, ketidaksebarisan) terhadap toleransi WPS;
- menjelaskan fungsi las titik serta urutan jalur akar, pengisi, dan penutup beserta pembersihan terak antar-jalur;
- menjelaskan terjadinya distorsi sudut dan cara mencegahnya;
- menjelaskan mengapa logam cair cenderung mengalir ke satu sisi pada las sudut, dan cara menyeragamkan kaki las.

◆ KONSEP INTI

Mengelas bukan sekadar menyalakan busur dan menggerakkan elektroda. Satu sambungan las yang baik lahir dari tiga hal yang berurutan: **rencana tertulis** (WPS), **persiapan benda kerja** yang teliti, lalu **teknik tangan** yang tenang. Sub bab ini membahas ketiganya untuk dua pekerjaan dasar: las alur (kampuh V) pada pelat yang diletakkan datar (1G), dan las sudut pada sambungan T (1F). Pengaruh arus, panjang busur, dan sudut elektroda dibahas lebih rinci di sub bab 6.2, sedangkan cara memeriksa hasilnya ada di sub bab 6.3 dan 6.4.

1. WPS: resep tertulis sebuah sambungan las

WPS (*Welding Procedure Specification*, spesifikasi prosedur pengelasan) adalah dokumen

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

yang memuat **cara mengelas sebuah sambungan** secara rinci. Bayangkan resep masakan: bahan, takaran, suhu, dan urutan langkahnya tertulis, sehingga siapa pun yang mengikutinya menghasilkan masakan yang sama. WPS bekerja dengan cara yang sama. Dua juru las yang mengikuti WPS yang sama diharapkan menghasilkan sambungan dengan mutu yang sebanding.

WPS tidak ditulis juru las setiap kali ia mengelas. Dokumen itu disusun dan disetujui oleh pihak yang berwenang (misalnya insinyur atau pengawas las), dan di industri lazimnya sudah **diuji dan dibuktikan** lebih dulu. Tugas juru las adalah **mengikutinya**. Bila kondisi di lapangan tidak sesuai WPS, misalnya elektroda yang tersedia berbeda dari yang ditulis, juru las melapor dan tidak mengganti sendiri. Isi WPS yang paling penting untuk SMAW ada pada Gambar 6.1.

CONTOH LEMBAR WPS — LAS ALUR PELAT 10 mm

seluruh angka hanya contoh latihan; pekerjaan nyata memakai WPS dan manual alat yang berlaku

Proses	SMAW (las busur listrik elektroda terbungkus)
Bahan dasar	baja karbon, tebal 10 mm
Posisi · sambungan	1G · tumpul, kampuh V
Sudut kampuh	60° ± 5°
Celah akar · muka akar	2–3 mm · 1–2 mm
Ketidaksebarisan	paling besar 1 mm

Jalur, elektroda, dan arus

Jalur	Elektroda	Diameter	Arus	Polaritas
Akar	E7018	2,6 mm	70–90 A	DCEP
Pengisi	E7018	3,2 mm	105–130 A	DCEP
Penutup	E7018	3,2 mm	105–130 A	DCEP

Catatan: elektroda dikeringkan sesuai petunjuk kemasan; busur dinyalakan hanya di dalam kampuh; terak dibersihkan setelah tiap jalur.

Gambar 6.1 Contoh lembar WPS sederhana untuk las alur pelat 10 mm. Seluruh angka hanyalah contoh latihan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Setiap baris pada lembar itu menjawab satu pertanyaan:

- **Bahan dasar dan tebal:** baja karbon apa yang disambung, setebal berapa. Tebal menentukan jumlah jalur dan ukuran elektroda.
- **Elektroda:** jenis dan diameter, misalnya E7018 Ø3,2 mm. Kode ini dibahas di sub bab 5.2.
- **Arus dan polaritas:** rentang arus tiap jalur serta DCEP atau DCEN. Rentang, bukan satu angka, karena setiap mesin dan tangan sedikit berbeda.
- **Posisi:** 1G, 1F, dan seterusnya.
- **Kampuh:** sudut, celah akar, muka akar, dan batas ketidaksebarisan.
- **Jumlah dan urutan jalur:** berapa jalur, dan diameter elektroda tiap jalur.
- **Catatan khusus:** misalnya elektroda harus dikeringkan lebih dulu, atau terak dibersihkan tiap jalur.

Semua angka dalam contoh buku ini adalah **angka latihan**. Pada pekerjaan nyata, kamu selalu memakai angka dari WPS dan manual alat yang berlaku untuk pekerjaan itu.

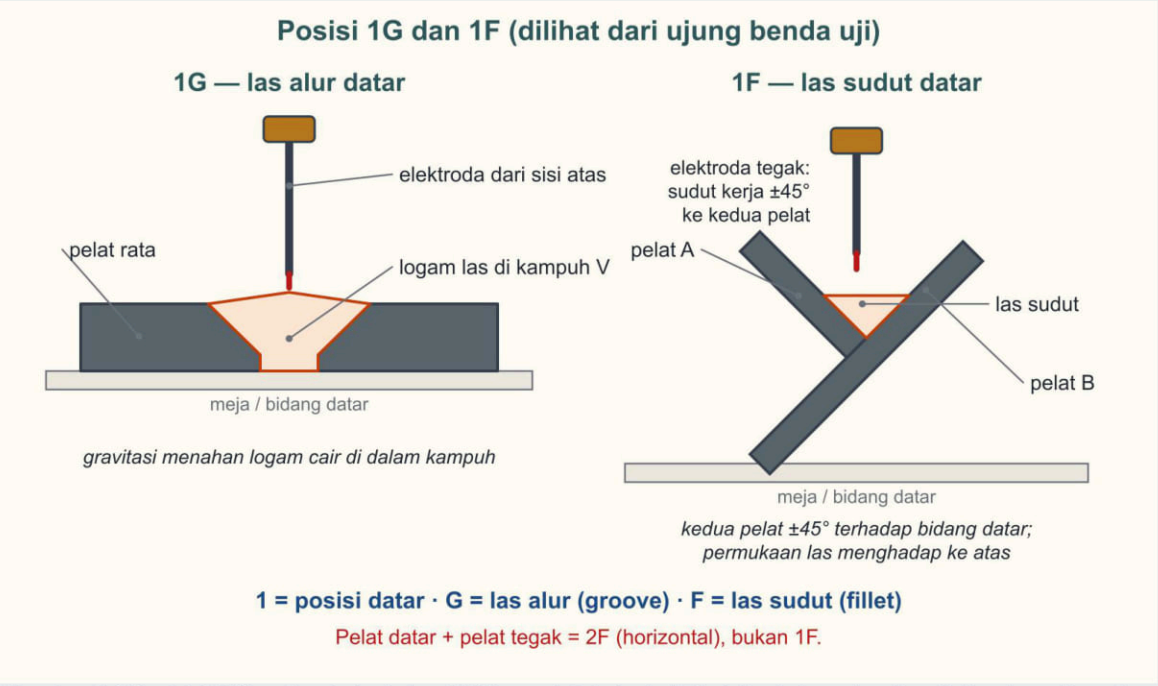
2. Posisi 1F dan 1G

Posisi pengelasan menyatakan bagaimana benda kerja diletakkan terhadap juru las dan arah gravitasi. Posisi menentukan perilaku logam cair, sehingga mempengaruhi teknik dan arus. Penulisannya terdiri dari angka dan huruf:

- **Angka 1** berarti posisi **datar** (*flat*): las dikerjakan dari sisi atas dan logam cair berada di bawah elektroda.
- **Huruf G** (*groove*) berarti **las alur** pada sambungan tumpul, yaitu las yang mengisi kampuh di antara dua pelat.
- **Huruf F** (*fillet*) berarti **las sudut**, yaitu las berbentuk segitiga di sudut dua pelat yang saling tegak lurus, seperti pada sambungan T.

Maka **1G** adalah las alur posisi datar: dua pelat rata di meja, kampuh menghadap ke atas (Gambar 6.2 kiri). **1F** adalah las sudut posisi datar. Menurut klasifikasi standar, pada 1F permukaan las menghadap ke atas, dan agar itu tercapai **kedua pelat dimiringkan kira-kira 45° terhadap bidang datar** sehingga membentuk alur berbentuk huruf V (Gambar 6.2 kanan). Bila salah satu pelat dibiarkan mendatar dan pelat lainnya tegak, posisinya bukan 1F melainkan **2F** (horizontal); pada posisi itu logam cair lebih mudah melorot, sehingga teknik dan hasilnya berbeda. Pada pelatihan, benda kerja sering dijepit pada penyangga bersudut agar posisi 1F tercapai dan stabil.

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



Gambar 6.2 Posisi 1G (las alur datar) dan 1F (las sudut datar) dilihat dari ujung benda uji. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Posisi 1 disebut yang **paling mudah** karena gravitasi membantu: logam cair tertahan di dalam alur dan tidak menetes. Karena itu posisi ini dipakai untuk latihan dasar dan untuk pelat 5–10 mm pada kisi-kisi. Posisi lain (horizontal, tegak, atas kepala) memiliki angka 2, 3, dan 4, tetapi tidak termasuk kisi-kisi buku ini.

3. Menyiapkan pelat dan kampuh V

Pelat tebal tidak bisa dilas penuh hanya dengan menempelkan dua tepinya, sebab busur tidak sanggup melelehkan seluruh tebalnya sekaligus. Karena itu tepi pelat dimiringkan membentuk **kampuh** (*groove*) agar elektroda dapat mencapai bagian dasar sambungan. Pada pelat 5–10 mm, bentuk yang lazim adalah **kampuh V** (Gambar 6.3). Pembuatannya dengan gerinda atau mesin potong, dan tepinya dirapikan dengan kikir.

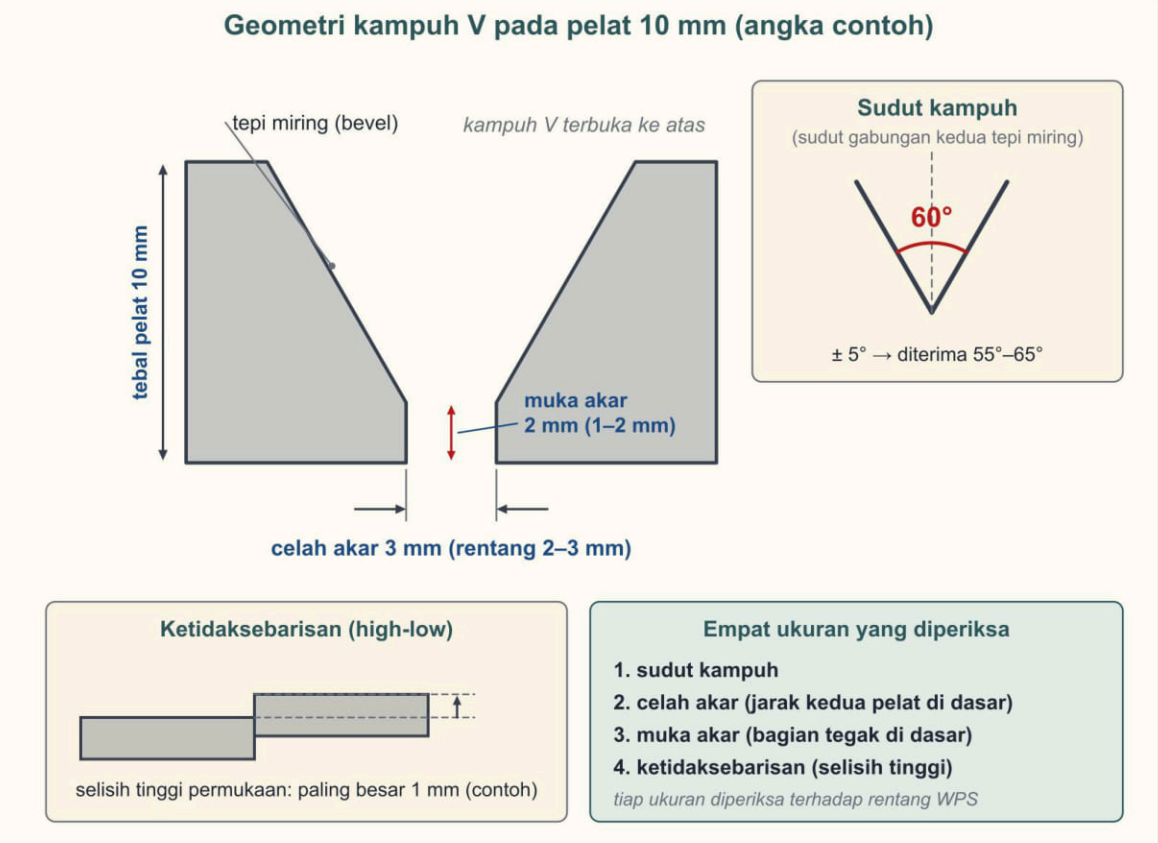
Empat ukuran pada kampuh V perlu kamu kenal:

1. **Sudut kampuh** (*included angle*): sudut gabungan kedua tepi miring. Contoh yang lazim untuk SMAW adalah sekitar 60°, jadi setiap pelat dimiringkan sekitar 30°. Sudut terlalu kecil membuat elektroda sulit menjangkau dasar dan menimbulkan kurang penyatuan di dinding kampuh. Sudut terlalu besar menghabiskan banyak elektroda dan memperbesar distorsi.
2. **Celah akar** (*root gap*): jarak antara kedua pelat di dasar. Celah memberi ruang agar busur menembus sampai ke sisi belakang. Celah terlalu sempit membuat akar tidak tembus; celah terlalu lebar membuat logam cair jatuh dan memerlukan lebih banyak logam las, sehingga distorsi membesar.
3. **Muka akar** (*root face*): bagian tepi pelat di dasar yang dibiarkan tegak lurus (tidak dimiringkan). Muka akar menahan panas busur supaya pelat tidak bolong. Muka akar yang terlalu tebal menyulitkan penetrasi, sedangkan yang terlalu tipis membuat pelat

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

mudah meleleh habis.

4. **Ketidaksebarisan** (*misalignment*, atau *high-low*): selisih tinggi permukaan kedua pelat. Selisih besar membuat jalur akar sulit dikerjakan dan sambungan tampak tidak lurus.



Gambar 6.3 Geometri kampuh V pada pelat 10 mm beserta ketidaksebarisan. Angka hanya contoh. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Angka-angka itu **ditetapkan oleh WPS** beserta batas toleransinya. Misalnya, WPS contoh menyebut: sudut kampuh 60° ± 5°, celah akar 2–3 mm, muka akar 1–2 mm, dan ketidaksebarisan paling besar 1 mm. Cara membacanya mudah. Tanda ± 5° berarti sudut yang diterima ialah 55° sampai 65°. Rentang "2–3 mm" berarti 2 mm dan 3 mm masih diterima, tetapi 1,9 mm dan 3,1 mm tidak. Setiap ukuran diperiksa **sendiri-sendiri**: satu ukuran yang keluar batas sudah cukup untuk menahan benda uji.

Sebelum dilas, permukaan dan tepi kampuh dibersihkan sampai logam mengilap di sepanjang kampuh dan beberapa sentimeter di kedua sisinya. Karat, cat, minyak, dan air akan terbakar menjadi gas dan terperangkap di dalam las (cacat ini dibahas di sub bab 6.4).

4. Las titik (tack weld)

Las titik (*tack weld*) adalah las pendek yang dipasang pada beberapa tempat di kampuh untuk **menahan kedua pelat pada posisinya**. Fungsinya ada tiga: mempertahankan celah akar dan ketidaksebarisan yang sudah disetel, mencegah pelat bergeser karena panas, dan menahan sebagian gaya susut saat jalur las didinginkan.

Beberapa kebiasaan baik pada las titik:

- Dibuat dengan elektroda, arus, dan prosedur yang sama dengan pengelasan sebenarnya

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

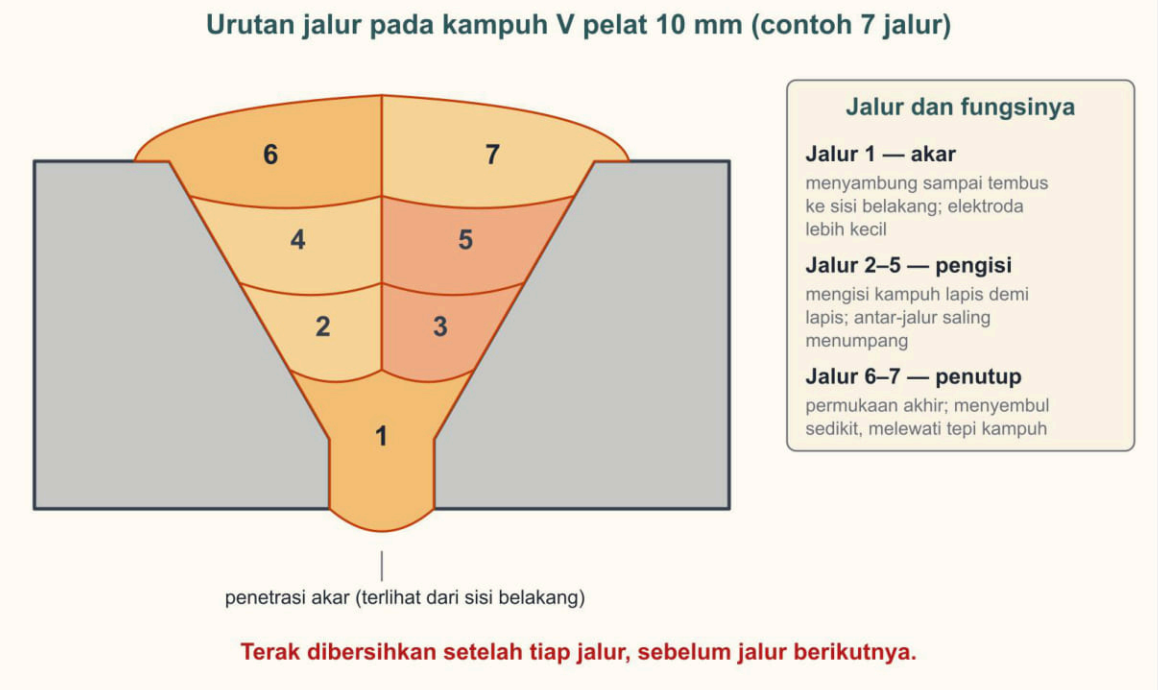
(yang dalam WPS), karena las titik kelak ikut menjadi bagian sambungan.

- Dipasang minimal di **kedua ujung**, dan pada pelat yang lebih panjang juga di tengah. Panjang tiap titik dan jaraknya mengikuti WPS atau petunjuk guru; contoh yang lazim sekitar 10–15 mm per titik.
- Dibersihkan dari terak dan diperiksa. Titik yang retak atau berpori dibuang dengan gerinda, lalu dibuat ulang.
- Celah akar sedikit menyempit ketika las titik mendingin dan ketika jalur las bergerak. Karena itu, pada pelat yang panjang, celah di ujung akhir kadang disetel sedikit lebih lebar dari ujung awal (contoh: lebih lebar 0,5–1 mm). Besarnya mengikuti arahan WPS atau guru.

Setelah las titik, ukur ulang celah dan ketidaksebarisan **sebelum** mengelas. Memperbaiki persiapan sebelum jalur akar jauh lebih mudah daripada membongkar sambungan yang sudah terisi.

5. Urutan jalur: akar, pengisi, penutup

Satu kampuh biasanya diisi dengan **beberapa jalur** (*pass*), bukan satu jalur lebar. Satu jalur pada elektroda berdiameter 3,2 mm memiliki tebal beberapa milimeter saja. Gambar 6.4 menunjukkan contoh pengisian kampuh V pelat 10 mm dengan tujuh jalur.



Gambar 6.4 Contoh urutan jalur: akar (1), pengisi (2 sampai 5), dan penutup (6 dan 7). Jumlah jalur hanya contoh. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **Jalur akar** (*root pass*) dikerjakan pertama dan **paling menentukan**. Tujuannya menyambung kedua pelat sampai tembus ke sisi belakang. Biasanya dipakai elektroda yang lebih kecil, misalnya Ø2,6 mm, supaya busur dapat masuk ke celah dan arusnya tidak membuat pelat bolong. Dari sisi belakang, akar yang baik terlihat sebagai manik yang menyembul rata.

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

2. **Jalur pengisi** (*filling pass*) mengisi kampuh lapis demi lapis. Elektroda yang lebih besar boleh dipakai, misalnya Ø3,2 mm, dengan arus sesuai WPS. Tiap lapis dibuat rata dan menyatu dengan dinding kampuh serta jalur di bawahnya. Bila sebuah lapis terdiri dari dua jalur atau lebih, jalur-jalur itu saling menumpang sedikit supaya tidak ada celah di antaranya.
3. **Jalur penutup** (*cap pass*, *capping*) menyelesaikan permukaan. Penutup dibuat sedikit menyembul (penguat las), rata di kedua sisi, dan melebar sedikit melewati tepi kampuh. Jalur ini yang pertama dilihat pemeriksa.

Banyaknya jalur bergantung pada tebal pelat, bentuk kampuh, dan diameter elektroda. Cara kasar memperkirakannya adalah **membagi tinggi kampuh dengan tebal satu lapis** (contoh: sekitar 2–3 mm), lalu membagi lebar kampuh pada tiap lapis dengan lebar satu manik. Perhitungan ini dipraktikkan pada Contoh 2.

Dua hal kecil sering menentukan mutu. **Awal dan akhir jalur:** setiap jalur dimulai sedikit di depan ujung sambungan atau di atas bagian jalur sebelumnya, lalu diakhiri dengan menahan busur sebentar agar **kawah** terisi, bukan ditarik tiba-tiba. Kawah yang tidak terisi dapat retak. **Sambungan antar-batang elektroda:** batang berikutnya dinyalakan sedikit di depan kawah, dibawa mundur ke kawah, lalu dilanjutkan, supaya tidak ada cekungan.

6. Membersihkan terak antar-jalur

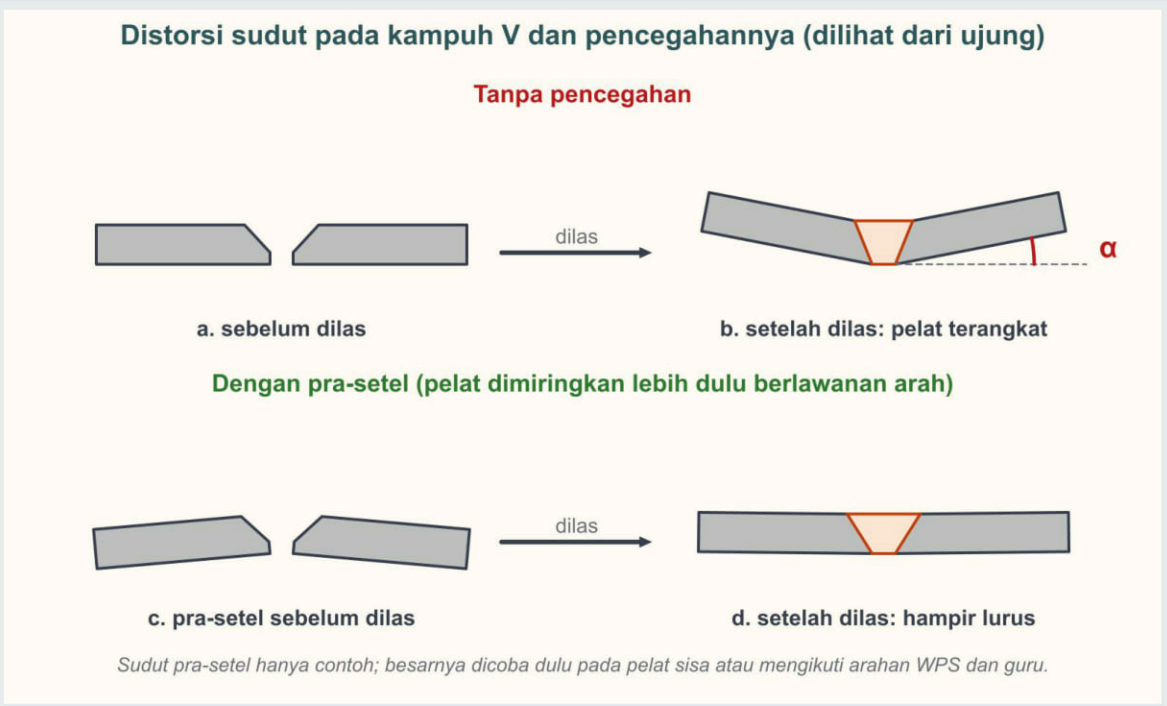
Selaput elektroda terbungkus meleleh menjadi **terak** (*slag*), yaitu lapisan keras yang menutup dan melindungi manik las sewaktu masih panas. Terak berguna saat mengelas, tetapi harus **dibuang seluruhnya setelah mendingin dan sebelum jalur berikutnya**. Terak yang tertinggal akan terkurung di bawah jalur berikutnya sebagai cacat **terak terperangkap** (inklusi terak).

Cara membersihkannya: pukul ringan dengan **palu terak** dari sisi samping manik (sambil mengenakan kacamata pengaman, karena serpihan terak panas dan tajam), lalu sikat dengan **sikat kawat** sampai logamnya bersih. Pada kampuh sempit atau elektroda yang sulit dilepas terak, gerinda kecil kadang diperlukan. Perhatikan **ceruk** di dekat dinding kampuh dan di antara dua manik: di situlah terak paling sering tertinggal. Alat pembersih juga sebaiknya dipisah menurut bahan (misalnya sikat baja karbon tidak dipakai untuk baja tahan karat).

7. Distorsi sudut dan cara mencegahnya

Logam yang dipanaskan akan memuai, dan ketika dingin ia **menyusut**. Logam las cair yang membeku di dalam kampuh menyusut dan menarik pelat di kedua sisinya. Pada kampuh V, jumlah logam las di bagian **atas** kampuh lebih banyak daripada di bagian bawah, sebab kampuh makin lebar ke atas. Akibatnya, susutan di atas lebih besar. Kedua pelat tertarik ke atas dan **terangkat** di sepanjang sambungan, seperti huruf V yang menutup sedikit (Gambar 6.5). Perubahan bentuk ini disebut **distorsi sudut** (*angular distortion*). Ukurannya dinyatakan sebagai sudut, atau sebagai ketinggian ujung pelat yang terangkat.

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



Gambar 6.5 Distorsi sudut pada kampuh V: sebelum dilas, tanpa pencegahan, dan dengan pra-setel (pelat dimiringkan lebih dulu ke arah berlawanan). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

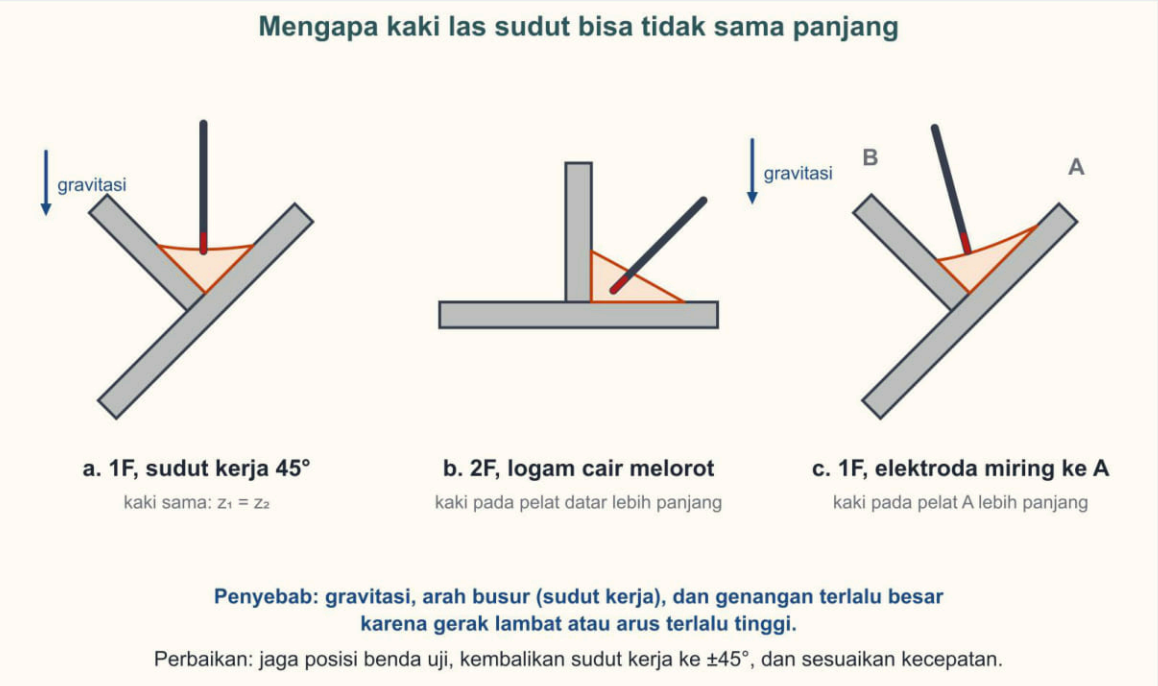
Distorsi tidak bisa dihilangkan sepenuhnya, tetapi bisa **dikurangi dan diarahkan**:

- **Pra-setel** (*presetting*): kedua pelat dimiringkan lebih dulu sedikit ke arah berlawanan dengan arah distorsi (contoh: beberapa derajat, dicoba pada pelat sisa), sehingga susutan menariknya kembali ke posisi lurus.
- **Las titik yang cukup** di ujung dan tengah, sehingga pelat tidak mudah bergerak.
- **Mengurangi jumlah logam las:** sudut kampuh tidak lebih besar dari WPS, celah akar tidak lebih lebar dari WPS, dan jumlah jalur tidak berlebihan.
- **Urutan yang seimbang:** pada sambungan yang bisa dilas dari dua sisi, jalur dibuat bergantian di sisi kiri dan kanan agar susutan saling menyeimbangkan.
- **Penahan:** pada pekerjaan tertentu pelat dijepit dengan klem atau dikuatkan dengan batang penahan (*strongback*) selama dilas. Namun jepitan membuat tegangan menumpuk di dalam logam, sehingga cara ini dipakai hati-hati.

Ada **aturan ujian yang melarang** jepitan selama pengelasan atau pelurusan setelahnya, misalnya pada uji kualifikasi tertentu. Bila aturan seperti itu disebut dalam soal atau di bengkelmu, cara yang dibolehkan hanya pra-setel, las titik, dan pengurangan logam las. Memeriksa aturan lebih dulu adalah bagian dari bekerja sesuai prosedur.

8. Las sudut: kaki seragam dan aliran logam cair

Pada las sudut 1F, tujuannya adalah las berbentuk segitiga dengan **dua kaki yang sama panjang** (kaki sudah dikenal di sub bab 6.3 sebagai ukuran las sudut). Pada praktik, kaki yang tidak sama panjang sering terjadi: satu pelat memperoleh kaki panjang, pelat lainnya kaki pendek. Gambar 6.6 menjelaskan penyebabnya.



Gambar 6.6 Las sudut: posisi 1F menjaga logam cair tetap simetris; sudut kerja yang miring, pelat yang tidak simetris, atau gerak yang terlalu lambat menggeser logam cair ke satu sisi. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Logam cair mengalir ke satu sisi karena tiga hal yang bekerja bersama:

1. **Gravitasi.** Cairan bergerak ke tempat yang lebih rendah. Bila kedua pelat membentuk sudut 45° terhadap bidang datar (posisi 1F), kedua sisi sama rendah sehingga cairan terbagi simetris. Bila satu pelat datar dan satu tegak (posisi 2F), cairan cenderung turun ke pelat datar, dan kaki pada pelat tegak menjadi pendek.
2. **Arah busur (sudut kerja).** Busur menekan dan memanaskan bagian yang ditujunya, sehingga genangan paling besar terbentuk di sisi itu. **Sudut kerja** (*work angle*) adalah sudut elektroda terhadap pelat, dilihat dari ujung sambungan. Untuk kaki seragam, sudut kerja dijaga kira-kira sama terhadap kedua pelat, yaitu sekitar 45° (contoh). Bila elektroda condong jauh ke satu pelat, pelat itu memperoleh kaki lebih panjang.
3. **Kecepatan dan genangan.** Gerak terlalu lambat atau arus terlalu besar membuat genangan besar dan terlalu cair, sehingga meluber ke sisi yang lebih rendah. Sebaliknya, gerak yang terlalu cepat menghasilkan manik sempit yang tidak mengisi sudut.

Perbaikannya adalah mengembalikan sudut kerja, menjaga posisi benda uji, dan menyesuaikan kecepatan, bukan sekadar menaikkan arus. Satu jalur las sudut yang besar juga lebih sulit dikendalikan daripada dua atau tiga jalur yang lebih kecil, sehingga kaki yang besar biasanya dibuat bertahap.

Satu pengingat keselamatan berlaku untuk semua pekerjaan di atas. Mengelas dilakukan dengan **APD lengkap** (kedok las dengan shade yang sesuai, sarung tangan kulit, pakaian pelindung, dan sepatu pengaman), di tempat yang berventilasi, dengan klem massa terpasang pada benda kerja yang bersih. Pelat yang baru dilas sangat panas walaupun sudah tidak membara, jadi jangan menyentuhnya sebelum dingin. **Di bengkel, ikuti arahan guru atau pengawas dan petunjuk alat.**

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Memeriksa persiapan kampuh terhadap WPS

WPS contoh untuk pelat 10 mm menetapkan: sudut kampuh 60° ± 5°, celah akar 2–3 mm, muka akar 1–2 mm, dan ketidaksebarisan paling besar 1 mm. Pada 2027, empat siswa mengukur benda ujinya sebelum las titik. Benda uji manakah yang boleh langsung dilas titik, dan apa tindakan untuk yang lain? *(Kasus fiktif.)*

Siswa	Sudut	Celah akar	Muka akar	Ketidaksebarisan
Kirana	62°	2,5 mm	1,5 mm	0,5 mm
Marwan	58°	3,0 mm	2,5 mm	0,5 mm
Lintang	66°	2,0 mm	1,0 mm	1,0 mm
Surya	60°	3,0 mm	1,5 mm	1,5 mm

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

1. **Tentukan rentang yang diterima.** Sudut: 60° − 5° = 55° sampai 60° + 5° = 65°. Celah: 2 sampai 3 mm. Muka akar: 1 sampai 2 mm. Ketidaksebarisan: 0 sampai 1 mm.
2. **Periksa setiap ukuran tiap siswa.** Satu ukuran yang keluar rentang sudah cukup untuk menahan benda uji.
3. **Kirana:** 62° ada di 55°–65°; 2,5 mm ada di 2–3 mm; 1,5 mm ada di 1–2 mm; 0,5 mm tidak lebih dari 1 mm. **Semua memenuhi.**
4. **Marwan:** sudut 58° memenuhi, celah 3,0 mm memenuhi (batas atas masih diterima), tetapi muka akar 2,5 mm lebih dari 2 mm. **Tidak memenuhi.** Tindakan: muka akar dikikir sampai 1–2 mm.
5. **Lintang:** sudut 66° melewati 65°. Celah 2,0 mm, muka akar 1,0 mm, dan ketidaksebarisan 1,0 mm sama dengan batas, jadi diterima. **Tidak memenuhi karena sudut.** Tindakan: tepi kampuh digerinda sedikit sampai sudut turun ke rentang.
6. **Surya:** ketidaksebarisan 1,5 mm melebihi 1 mm. **Tidak memenuhi.** Tindakan: pelat disetel ulang sampai selisih tinggi tidak lebih dari 1 mm sebelum dilas titik.

Jawaban: hanya benda uji Kirana yang boleh langsung dilas titik. Marwan, Lintang, dan Surya memperbaiki satu ukuran masing-masing, lalu mengukur ulang.

Contoh 2 — Menyusun rencana jalur untuk pelat 12 mm

Pada 2026, sebuah bengkel latihan akan mengelas pelat baja karbon 12 mm pada posisi 1G. Kampuh V sudut 60°, celah akar 2,5 mm, muka akar 1,5 mm. WPS contoh menetapkan jalur akar dengan Ø2,6 mm pada 70–90 A, serta jalur pengisi dan penutup dengan Ø3,2 mm pada 105–130 A. Perkirakan jumlah jalur dengan ancar-ancar: tebal satu lapis 2,5 mm dan lebar satu manik 5 mm. Tentukan juga arus yang dipakai bila juru las memilih nilai tengah rentang. *(Kasus fiktif; angka hanya contoh.)*

1. **Hitung tinggi kampuh di atas muka akar.** 12 − 1,5 = 10,5 mm.
2. **Jalur akar.** Satu jalur, Ø2,6 mm, mengisi celah dan bagian dasar kampuh setinggi sekitar 2,5 mm (ancar-ancar).
3. **Lebar kampuh di tengah tiap lapis.** Lebar pada ketinggian y di atas muka akar = celah + 2 × y × tan 30° = 2,5 + 1,155 y (mm). Pengisi lapis pertama (y = 2,5 sampai 5 mm, tengah 3,75 mm): lebar ≈ 6,8 mm; 6,8 ÷ 5 = 1,4, dibulatkan menjadi **2 jalur**. Pengisi lapis kedua (y = 5 sampai 7,5 mm, tengah 6,25 mm): lebar ≈ 9,7 mm; 9,7 ÷ 5 = 1,9, menjadi **2 jalur**. Penutup (y = 7,5 sampai 10,5 mm, tengah 9 mm): lebar ≈ 12,9 mm; 12,9 ÷ 5 = 2,6, menjadi **3 jalur**.
4. **Jumlahkan.** 1 + 2 + 2 + 3 = **8 jalur**.
5. **Arus nilai tengah.** Akar: (70 + 90) ÷ 2 = 80 A. Pengisi dan penutup: (105 + 130) ÷ 2 = 117,5 A, dibulatkan sekitar 118 A (mesin dengan kenop berskala kasar cukup disetel sekitar 115–120 A).
6. **Periksa kembali.** Tebal total 2,5 + 2,5 + 2,5 + 3 = 10,5 mm sama dengan tinggi kampuh. Arus 80 A untuk Ø2,6 mm ada di rentang 70–90 A; 118 A untuk Ø3,2 mm ada di rentang 105–130 A.

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

Jawaban: sekitar 8 jalur (1 akar, 4 pengisi dalam dua lapis, 3 penutup); arus akar sekitar 80 A dan arus pengisi serta penutup sekitar 118 A. Perhitungan ini hanya perkiraan; yang mengikat adalah WPS dan manual elektroda.

Contoh 3 — Mencari penyebab pelat terangkat

Pada 2027, Yohan mengelas dua pelat baja 8 mm posisi 1G tanpa pra-setel. Celah akar yang tercatat WPS adalah 2–3 mm, tetapi Yohan menyetelnya 4 mm. Ia hanya memasang las titik di kedua ujung, lalu mengisi kampuh dengan jalur lebar bergoyang dari satu sisi. Setelah dingin, ujung pelat terangkat 9 mm terhadap meja, diukur pada jarak 120 mm dari las. Hitung sudut distorsinya dan tentukan perbaikan untuk benda uji berikutnya. *(Kasus fiktif.)*

1. **Ubah ukuran menjadi sudut.** Pada segitiga siku-siku, tan θ = tinggi ÷ jarak = 9 ÷ 120 = 0,075, sehingga θ ≈ 4,3°.
2. **Cari sumber logam las berlebih.** Celah 4 mm lebih besar dari batas atas WPS (3 mm). Celah yang lebih lebar membutuhkan lebih banyak logam las di bagian atas, sehingga susutan besar.
3. **Cari sumber gerak bebas.** Las titik hanya di ujung membuat bagian tengah mudah bergerak. Jalur lebar bergoyang dari satu sisi menambah panas di satu sisi.
4. **Susun perbaikan yang tetap sesuai aturan.** (a) Setel celah 2–3 mm sesuai WPS. (b) Tambah las titik di tengah. (c) Pra-setel kedua pelat membentuk sudut kecil berlawanan arah (contoh: sekitar 3–4°, dicoba lebih dulu pada pelat sisa). (d) Buat beberapa jalur yang lebih sempit, bukan satu jalur lebar.
5. **Hal yang tidak dilakukan.** Pelat tidak diluruskan dengan palu setelah dingin tanpa persetujuan prosedur, karena pelurusan mengubah mutu sambungan dan dilarang pada uji tertentu.

Jawaban: distorsi sudut sekitar 4,3°; penyebab utama adalah celah akar 4 mm yang melebihi WPS dan las titik yang kurang. Perbaikan: celah sesuai WPS, las titik tambahan, pra-setel, dan jalur sempit.

Contoh 4 — Kaki las sudut tidak sama

Pada 2026, Farhan mengelas las sudut 1F dengan satu jalur. Pelat A memperoleh kaki 9 mm dan pelat B kaki 6 mm, sedangkan WPS meminta kaki seragam 6 mm. Arus, kecepatan, dan panjang busur berada dalam rentang WPS. Farhan menyadari bahwa tadi sudut elektrodanya terhadap pelat A sekitar 60° (dan terhadap pelat B sekitar 30°), jadi busur lebih mengarah ke pelat A. Tentukan penyebab dan perbaikannya. *(Kasus fiktif.)*

1. **Bandingkan hasil dengan tujuan.** Kaki A lebih panjang 3 mm dari kaki B, sehingga logam las tidak terbagi rata.
2. **Singkirkan penyebab yang tidak sesuai.** Arus, kecepatan, dan busur sudah dalam rentang WPS, jadi bukan itu penyebab utama.
3. **Cocokkan dengan petunjuk.** Sudut 60° terhadap pelat A (30° terhadap pelat B) berarti busur lebih mengarah ke pelat A, sehingga busur menekan dan memanaskan pelat A lebih kuat, sehingga genangan menumpuk di sana.

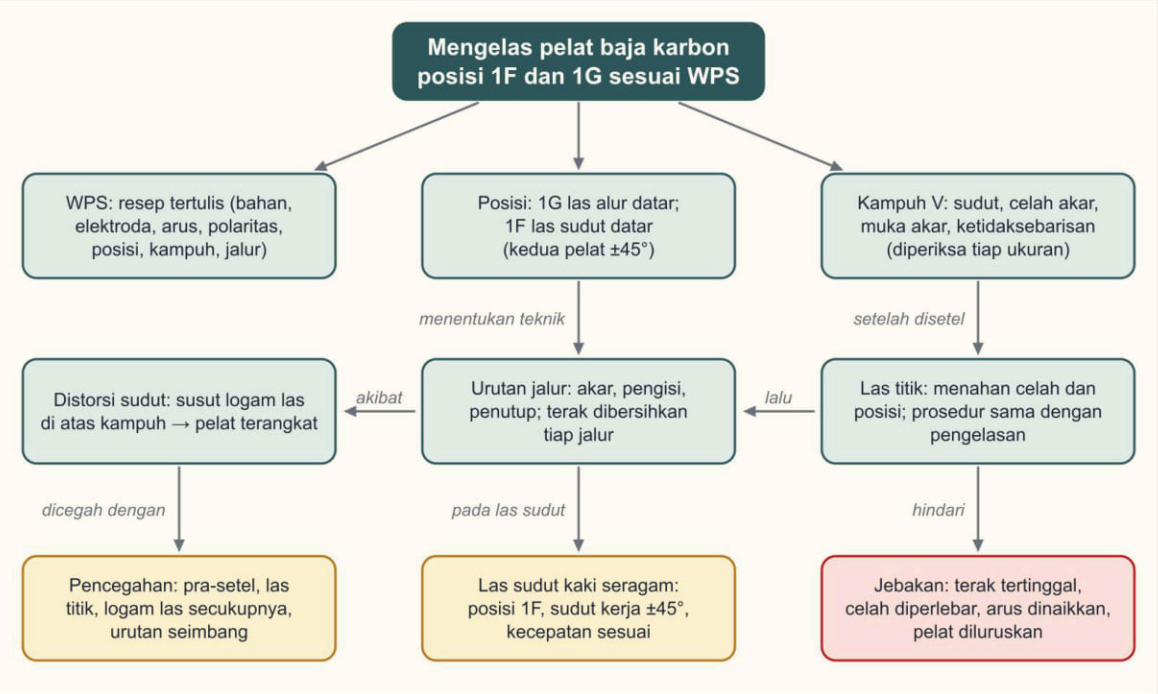
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

4. **Susun perbaikan.** Kembalikan sudut kerja ke sekitar 45° terhadap kedua pelat. Pastikan benda uji berposisi 1F (kedua pelat kira-kira 45° terhadap bidang datar). Jangan menambah arus, sebab arus yang lebih besar justru memperbesar genangan.
5. **Tolak solusi keliru.** Menambah jalur pada pelat B hanya menutupi masalah dan membuat las lebih besar dari kebutuhan WPS.

Jawaban: penyebabnya sudut kerja yang miring (60° terhadap pelat A, 30° terhadap pelat B); perbaikannya mengembalikan sudut kerja ke sekitar 45° pada benda uji 1F.

❖ PETA KONSEP

Gambar 6.7 merangkum hubungan semua konsep di sub bab ini, dari WPS sampai pencegahan distorsi.



Gambar 6.7 Peta konsep mengelas pelat baja karbon posisi 1F dan 1G sesuai WPS. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal tentang mengelas sesuai WPS:

1. Baca **WPS atau aturan uji** lebih dulu. Garis bawahi rentang angka dan larangan (misalnya "tanpa jepitan" atau "tanpa pelurusan").
2. Cocokkan setiap angka hasil ukur dengan **rentang** di WPS satu per satu. Satu ukuran yang keluar rentang sudah menggugurkan pilihan itu.
3. Untuk gejala (pelat terangkat, kaki tidak sama), tanyakan: **apa yang berubah dari yang seharusnya?** Celah lebih lebar? Sudut elektroda miring? Aturan dilanggar?

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

4. Pilih tindakan yang **mengoreksi sumber masalah**, tetap dalam WPS dan aturan, dan tidak mengubah arus sembarangan.

Jebakan khas:

- **Pelat terangkat dianggap bukan distorsi,** atau diluruskan dengan palu padahal dilarang. Distorsi sudut wajar terjadi pada kampuh V dan dicegah sebelum mengelas.
- **Toleransi dibaca salah:** "2–3 mm" dianggap berarti "tepat 2,5 mm", atau batas 3 mm dianggap tidak diterima. Perhatikan juga bahwa pelanggaran satu ukuran sudah cukup.
- **Terak tidak dibersihkan antar-jalur** karena "nanti tertutup jalur berikutnya".
- **Kaki las tidak sama dianggap karena arus,** padahal sering akibat sudut kerja atau posisi benda uji.
- **Memperlebar celah untuk "memperbaiki penyatuan"** padahal celah lebar menambah logam las dan distorsi.

Contoh salah tafsir. Sebuah soal menyebut pelat terangkat 4° setelah dilas penuh dan WPS mengizinkan celah 2–3 mm. Siswa memilih "perlebar celah menjadi 5 mm agar logam las leluasa mengisi". Pilihan itu keliru: celah 5 mm sudah melewati batas WPS dan justru menambah logam las, sehingga distorsi membesar. Tindakan yang tepat mengurangi distorsi tanpa melanggar WPS, misalnya pra-setel.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut meminta kamu memilih tindakan pencegahan distorsi sudut pada benda uji 1G. Perhatikan **aturan uji** yang membatasi pilihan, lalu cari tindakan yang mengurangi distorsi tanpa melanggar WPS atau aturan itu.

►. Pada latihan uji 1G tahun 2027, Toni mengelas dua pelat 10 mm berkampuh V 60° dengan celah akar 3 mm sesuai WPS. Setelah dilas penuh, kedua pelat terangkat membentuk sudut sekitar 4°, sehingga benda uji tidak lolos pemeriksaan kelurusan. Aturan uji melarang benda uji dijepit ke meja selama pengelasan dan melarang pelurusan setelah pengelasan. WPS mengizinkan celah akar 2–3 mm.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang paling tepat untuk benda uji berikutnya adalah ....

A. Meluruskan pelat dengan palu setelah dingin, lalu menyerahkannya untuk diperiksa
B. Memperlebar celah akar menjadi 5 mm agar logam las lebih leluasa mengisi kampuh
C. Memberi sudut awal berlawanan sekitar 4° pada kedua pelat sebelum dilas titik
D. Mengganti elektroda lapis akar dari Ø3,2 mm menjadi Ø4,0 mm agar akar lebih penuh
E. Menjepit pelat ke meja dengan klem C selama pengelasan sampai benda uji dingin

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

Pembahasan **Kunci: C**

Konsep: Penyusutan logam las pada kampuh V lebih besar di sisi atas sehingga pelat terangkat (distorsi sudut). Pencegahan tanpa penjepitan: pra-penyetelan (presetting), yaitu memberi sudut awal berlawanan sebesar perkiraan distorsi.

Langkah:

1. Distorsi 4° ke atas.
2. Penjepitan dan pelurusan dilarang aturan uji.
3. Pra-penyetelan 4° ke arah berlawanan sebelum las titik.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Pelurusan setelah pengelasan dilarang aturan uji.
- **B.** ✗ Melanggar WPS (2–3 mm), dan logam las yang lebih banyak menambah penyusutan.
- **C.** ✓ Mengimbangi penyusutan tanpa melanggar aturan.
- **D.** ✗ Elektroda lebih besar untuk lapis akar sulit menembus celah dan tidak mencegah distorsi.
- **E.** ✗ Jebakan: penjepitan memang mengurangi distorsi, tetapi dilarang aturan uji.

Jawaban: C.

✎ LATIHAN

Dua soal berikut melatih analisis las sudut dengan kaki yang tidak sama dan pemeriksaan persiapan kampuh terhadap WPS. Kerjakan dengan langkah di bagian Strategi di atas.

1. WPS latihan 1F tahun 2027 menetapkan: pelat 10 mm, elektroda E7018 Ø3,2 mm, arus 110–130 A, las sudut satu jalur dengan kaki 6 mm, sudut kerja 45°. Hasil Andika dengan arus 120 A: kaki pada pelat A 8 mm dan kaki pada pelat B 4 mm. Guru melihat elektroda Andika condong jauh ke arah pelat A selama mengelas.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat untuk perbaikan pada benda latihan berikutnya adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Kaki 4 mm pada pelat B ditambah satu jalur las agar seimbang dengan kaki 8 mm pada pelat A.
☐ B. Sudut kerja elektroda dikembalikan ke sekitar 45° agar panas dan logam las terbagi rata ke kedua pelat.
☐ C. Arus tetap di rentang WPS; yang terutama dikoreksi adalah sudut kerja elektroda.
☐ D. Arus dinaikkan ke 130 A, batas atas WPS, agar logam las lebih cair dan mengalir rata ke pelat B.
☐ E. Benda latihan diletakkan sehingga kedua pelat masing-masing membentuk sudut sekitar 45° terhadap bidang datar.

2. WPS benda uji 1G pada 2027 menetapkan: sudut kampuh 60° ± 5°, celah akar 2–3 mm, muka akar 1–2 mm, dan ketidaksebarisan pelat paling besar 1 mm. Lima siswa sudah menyetel benda ujinya dan mencatat hasil ukur sebelum las titik. Guru hanya mengizinkan benda uji yang seluruh persiapannya sesuai WPS untuk dilas.

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

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Benda uji yang boleh langsung dilas adalah benda uji dengan ....

A. sudut 64°, celah 3 mm, muka akar 2,5 mm, tidak sebaris 0,5 mm
B. sudut 64°, celah 3 mm, muka akar 2 mm, tidak sebaris 1 mm
C. sudut 66°, celah 2 mm, muka akar 1 mm, tidak sebaris 0,5 mm
D. sudut 60°, celah 3,5 mm, muka akar 1,5 mm, tidak sebaris 1 mm
E. sudut 56°, celah 2 mm, muka akar 1 mm, tidak sebaris 1,2 mm

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

✔ PERIKSA DIRI

1. Mengapa pada kampuh V pelat cenderung terangkat ke atas setelah dilas, dan sebutkan dua cara mencegahnya yang tidak memerlukan jepitan?
2. Sebuah benda uji memiliki sudut kampuh 57°, celah 2 mm, muka akar 1 mm, dan ketidaksebarisan 1,2 mm pada WPS dengan 60° ± 5°, celah 2–3 mm, muka akar 1–2 mm, serta ketidaksebarisan paling besar 1 mm. Ukuran mana yang tidak memenuhi?

Yang harus kuingat: WPS adalah resep tertulis yang diikuti juru las; 1G adalah las alur datar dan 1F las sudut datar dengan pelat miring sekitar 45°; setiap ukuran kampuh diperiksa sendiri terhadap rentang WPS; urutan jalur adalah akar, pengisi, penutup dengan terak dibersihkan tiap jalur; distorsi sudut dicegah sebelum las (pra-setel, las titik, logam las secukupnya); kaki las sudut seragam dijaga lewat sudut kerja, bukan menaikkan arus.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 6.1: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktpfl&node=SMKTPFL-6.1

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

Sub bab 6.2 · Parameter pengelasan: arus, sudut elektroda, kecepatan, dan panjang busur

SMKTPFL-6.2

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi meminta kamu **menerapkan dan menganalisis** pengelasan SMAW: bukan hanya tahu nama parameternya, tetapi membaca **gejala pada hasil las** lalu menelusuri parameter mana yang keliru. Halaman Pusmendik tidak memuat persentase siswa yang menjawab benar secara nasional untuk mapel ini, dan angka seperti itu tidak boleh dikarang, jadi buku ini tidak mencantumkannya. Pada paket latihan buku ini, soal-soal sub bab ini tergolong sulit, bukan karena rumusnya rumit, melainkan karena **satu gejala bisa punya lebih dari satu penyebab**.

Pola soal yang sering muncul: (1) data setelan (arus, diameter, panjang busur, sudut) disajikan bersama gejala hasil las, lalu kamu memilih pernyataan yang benar; (2) tabel pada kotak elektroda dipakai untuk memilih diameter dan arus; (3) hasil las bercacat diberikan, lalu kamu diminta memilih perbaikan yang tepat.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- membedakan parameter yang diatur di mesin dan yang diatur oleh tangan juru las;
- menjelaskan pengaruh arus, diameter elektroda, panjang busur, kecepatan jalan, sudut kerja, sudut jalan, dan ayunan terhadap bentuk manik las;
- memilih diameter dan arus dari tabel pada kotak elektroda;
- menelusuri satu gejala ke beberapa penyebab yang mungkin, lalu memilih tindakan perbaikan yang sesuai dengan data;
- menyusun cara menyetel dan mencoba parameter pada pelat sisa tanpa mengubah semuanya sekaligus.

◆ KONSEP INTI

Seorang juru masak yang baik tahu bahwa rasa masakan bergantung pada api, waktu, dan takaran. Mengubah satu hal saja bisa membuat masakan hangus atau mentah. Pengelasan bekerja serupa. Hasil las, yaitu bentuk manik, dalamnya penetrasi, dan ada tidaknya cacat, ditentukan oleh sekumpulan **parameter pengelasan**. Sub bab ini menjelaskan setiap parameter, apa yang terjadi bila terlalu kecil atau terlalu besar, dan bagaimana membaca gejala. Seluruh angka dalam sub bab ini adalah **contoh latihan**; pada pekerjaan nyata kamu selalu mengikuti **WPS dan manual elektroda**, dan di bengkel, **ikuti arahan guru atau pengawas serta petunjuk alat**.

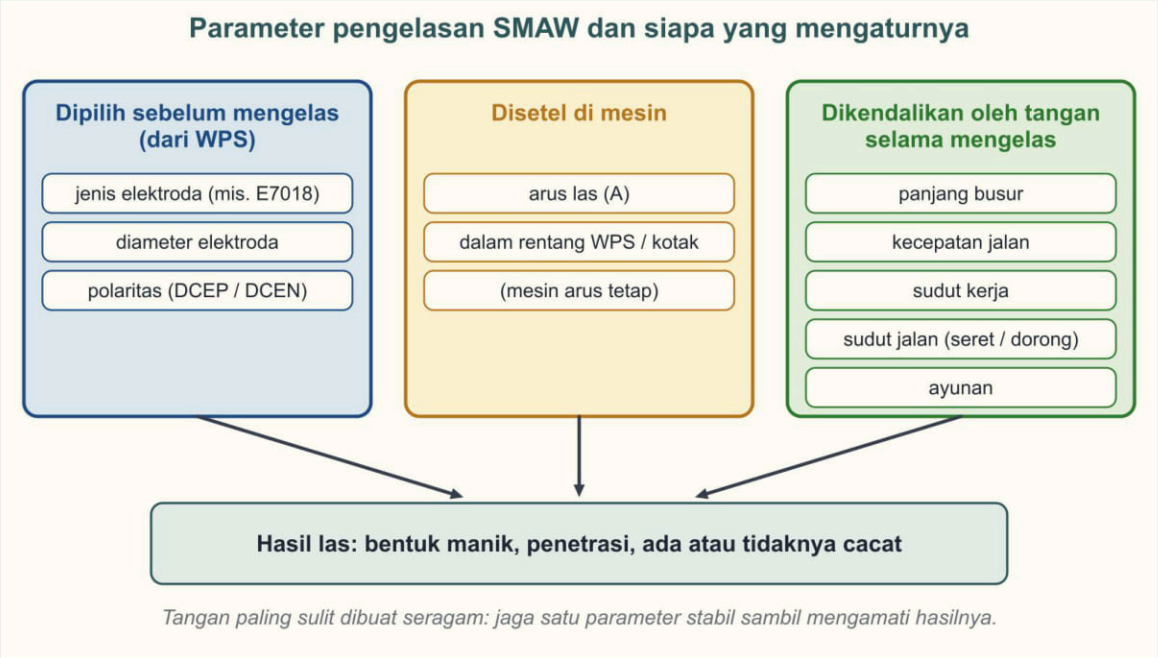
1. Apa saja parameternya, dan siapa yang mengaturnya

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

Mesin las SMAW umumnya bersifat **arus tetap** (*constant current*): juru las menyetel **arus** di mesin, dan arus itu relatif tidak berubah walaupun busur memanjang atau memendek. Yang berubah ketika busur memanjang adalah **tegangan busur**, yang naik. Itu sebabnya panjang busur sering digambarkan dalam satuan volt pada mesin, tetapi bagi juru las ia terasa sebagai jarak ujung elektroda ke pelat. Pada pekerjaan las, tegangan saat mengelas lazimnya berada sekitar 20–30 V (contoh), jauh lebih rendah daripada tegangan tanpa beban mesin.

Parameter dikelompokkan menurut siapa yang menyetelnya (Gambar 6.8):

- **Dipilih sebelum mengelas:** jenis dan **diameter elektroda**, serta polaritas. Ini diambil dari WPS.
- **Disetel di mesin: arus las** dalam rentang yang tertera di WPS atau kotak elektroda.
- **Dikendalikan oleh tangan selama mengelas: panjang busur**, **kecepatan jalan** (*travel speed*), **sudut kerja** (*work angle*), **sudut jalan** (*travel angle*), dan **ayunan** (*weaving*).



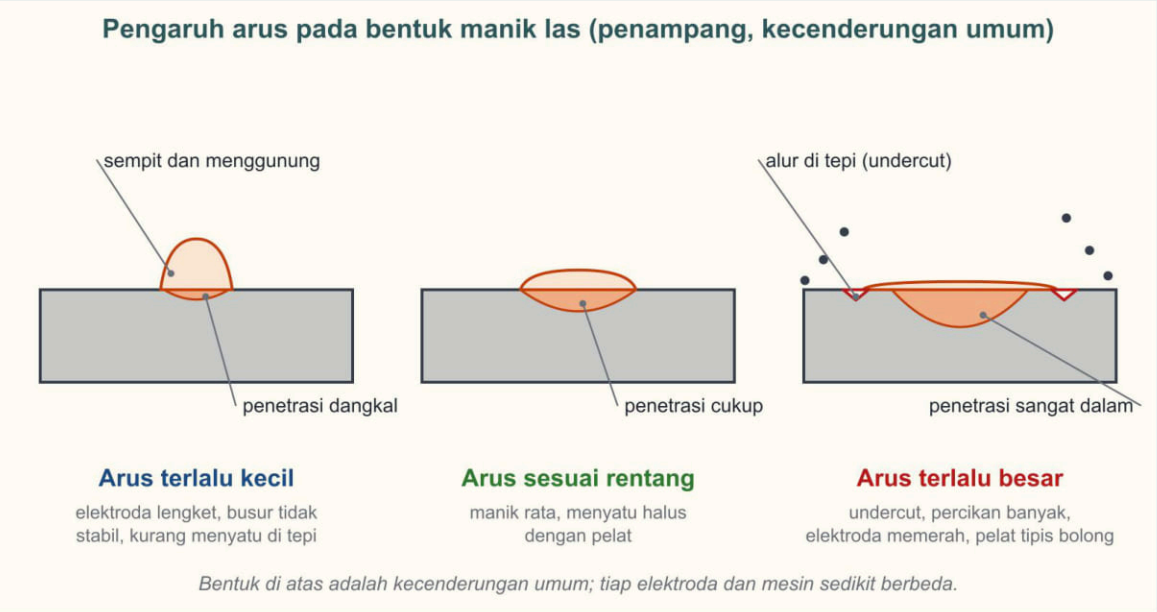
Gambar 6.8 Parameter pengelasan SMAW dikelompokkan menurut cara pengaturannya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Parameter yang dikendalikan tangan sulit dibuat seragam, dan di sinilah mutu seorang juru las terlihat. Karena itu, kebiasaan yang baik adalah **menjaga satu parameter stabil sambil mengamati hasilnya**, bukan mengubah semuanya sekaligus.

2. Arus las

Arus menentukan banyaknya panas yang dihasilkan busur dan banyaknya elektroda yang meleleh tiap detik. Arus yang tepat melelehkan elektroda dan permukaan pelat secara seimbang. Pengaruhnya pada bentuk manik terlihat pada penampang di Gambar 6.9.

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



Gambar 6.9 Penampang manik las pada pelat: arus terlalu kecil, arus sesuai rentang, dan arus terlalu besar. Penyebab dan bentuk di sini adalah kecenderungan umum. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Arus terlalu kecil. Panas tidak cukup. Elektroda sulit dinyalakan dan mudah **lengket** (menempel pada pelat), busur tidak stabil, dan logam cair menumpuk di atas pelat tanpa menyatu baik di tepinya. Hasilnya manik yang **sempit, tinggi (menggunung)**, berpenetrasi dangkal, dengan risiko **kurang penyatuan** di tepi atau di dinding kampuh.

Arus terlalu besar. Panas berlebih. Manik menjadi **lebar dan datar**, genangan terlalu cair, penetrasi sangat dalam, dan tepi pelat melebur lebih banyak daripada yang diisi logam las, sehingga timbul **alur di tepi (undercut)**. **Percikan** meningkat. Kawat elektroda ikut memanas oleh arus yang melewatinya, sehingga bagian belakang elektroda **memerah** sebelum habis dan selaputnya bisa retak serta terbakar lebih cepat dari seharusnya. Pada pelat tipis, arus berlebih dapat membuat pelat **bolong** (*burn-through*).

Dari uraian ini muncul aturan sederhana: **arus ditentukan oleh diameter elektroda, jenis elektroda, tebal pelat, dan posisi**, lalu disetel di dalam rentang yang tertulis, bukan semaunya.

3. Diameter elektroda dan hubungannya dengan arus

Kotak elektroda memuat **tabel** yang mencantumkan, untuk setiap diameter, **rentang arus** menurut posisi pengelasan. Tabel serupa sudah kamu temui di sub bab 5.2. Contoh buatan berikut (bukan data produk tertentu) menunjukkan polanya.

Diameter elektroda	Arus posisi datar	Arus posisi tegak
2,6 mm	70–100 A	60–85 A
3,2 mm	100–140 A	85–120 A
4,0 mm	140–190 A	tidak dianjurkan

Tabel contoh itu memperlihatkan tiga hal yang berlaku umum:

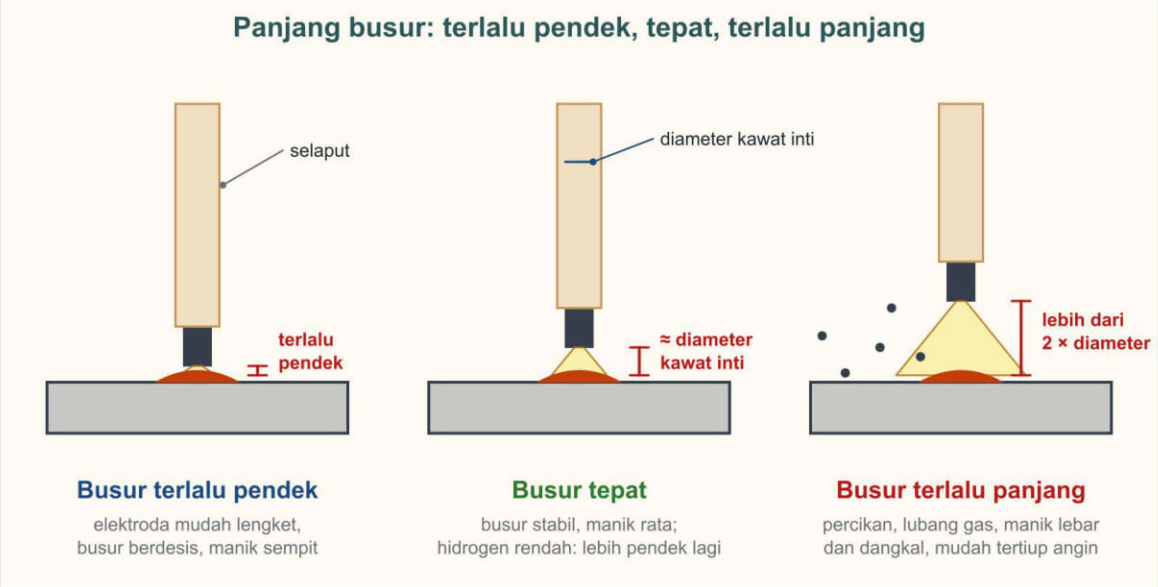
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

1. **Makin besar diameter, makin tinggi rentang arusnya.** Elektroda yang lebih besar membawa lebih banyak logam dan membutuhkan lebih banyak panas untuk melelehkannya. Memakai arus kecil pada elektroda besar membuat busur sulit bertahan; memakai arus besar pada elektroda kecil membuatnya memerah.
2. **Posisi mempengaruhi rentang.** Pada posisi tegak dan atas kepala, logam cair cenderung menetes, sehingga arus yang dianjurkan lebih rendah dan diameter besar kadang tidak dianjurkan sama sekali. Kisi-kisi buku ini membatasi praktik pada 1F dan 1G, tetapi tabel kemasan selalu memuat beberapa posisi, jadi kamu harus membaca kolom yang **sesuai posisi**.
3. **Diameter dipilih menurut tebal pelat dan bagian sambungan.** Pelat tipis dan jalur akar memerlukan elektroda lebih kecil agar pelat tidak bolong dan busur dapat masuk ke celah akar; jalur pengisi pada pelat tebal boleh memakai elektroda yang lebih besar supaya lebih cepat.

Diameter terbesar **tidak otomatis terbaik**. Ia hanya cocok bila tebal pelat, bentuk kampuh, dan posisinya mengizinkan. Memilih diameter terbesar untuk semua posisi adalah salah satu kesalahan yang paling sering.

4. Panjang busur

Panjang busur (*arc length*) adalah jarak antara ujung kawat elektroda dan permukaan genangan logam cair. Ancar-ancar yang lazim diajarkan: panjang busur **kira-kira sama dengan diameter kawat inti** elektroda (lihat Gambar 6.10; misalnya sekitar 3 mm untuk elektroda berdiameter 3,2 mm), dan tidak melebihi itu. Elektroda berselaput **hidrogen rendah** seperti E7018 menuntut busur yang **lebih pendek** lagi, sebab busur panjang memudahkan udara masuk dan menimbulkan lubang-lubang gas. Selama elektroda memendek, juru las harus **menyorong elektroda ke bawah** dengan kecepatan yang sama dengan lelehnya, supaya busur tetap konstan.



Gambar 6.10 Panjang busur yang terlalu pendek, tepat (kira-kira sama dengan diameter kawat inti), dan terlalu panjang. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

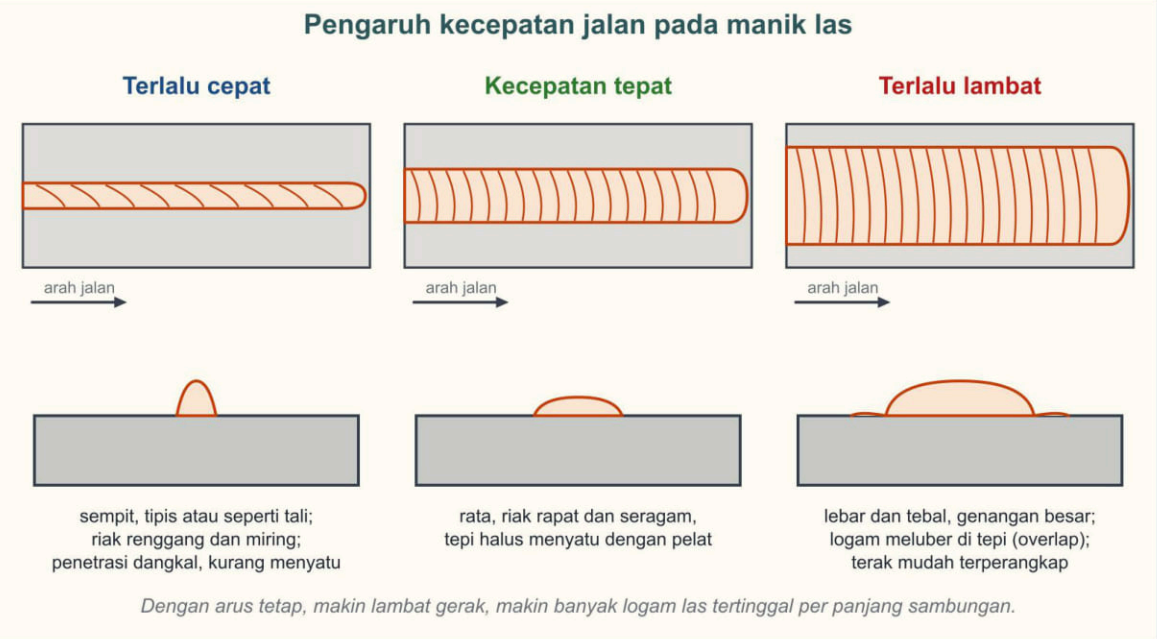
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- **Busur terlalu pendek:** elektroda mudah **lengket** pada pelat, busur berdesis dan tidak stabil, dan manik cenderung sempit serta tinggi. Bila elektroda lengket, jangan ditarik paksa dengan tangan yang masih menggenggam: lepaskan atau goyang holder agar elektroda terlepas, lalu periksa dulu keadaannya.
- **Busur terlalu panjang:** busur melebar, panas tersebar, dan logam cair lebih mudah tersiram udara. Gejalanya: **percikan banyak**, **lubang gas (porositas)**, manik lebar dan dangkal, serta kecenderungan undercut. Busur juga mudah menyimpang tertiup angin.

Pada praktik, menyalakan busur (*striking*) pun perlu dilatih: ujung elektroda digores seperti menyalakan korek, lalu ditarik sedikit sampai busur terbentuk. Hanya dinyalakan di dalam kampuh atau di daerah yang akan dilas, bukan di sembarang tempat pada pelat, karena bekas nyala busur dapat menjadi cacat.

5. Kecepatan jalan

Kecepatan jalan adalah laju elektroda bergerak sepanjang sambungan, dihitung sebagai panjang manik dibagi waktu: $v = \dfrac{L}{t}$ (misalnya dalam mm per detik). Dengan arus tetap, kecepatan menentukan **berapa banyak logam las yang tertinggal per panjang sambungan**. Gerak lambat meninggalkan banyak logam; gerak cepat meninggalkan sedikit. Bentuk manik terlihat jelas dari tampak atas dan penampangnya (Gambar 6.11).



Gambar 6.11 Manik las pada kecepatan terlalu cepat, tepat, dan terlalu lambat, dilihat dari atas dan dari penampang. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Terlalu cepat:** manik **sempit**, tipis atau menggunung seperti tali, riak (gelombang) manik renggang dan miring, penetrasi dangkal, serta risiko **kurang penyatuan** atau alur di tepi karena logam cair belum sempat mengisi.
- **Terlalu lambat:** manik **lebar dan tebal**, genangan besar, dan logam cair dapat meluber ke atas permukaan pelat yang belum cukup panas sehingga timbul **overlap**. Terak mudah tertinggal di bawah logam cair, dan panas yang masuk besar sehingga distorsi dan risiko

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

bolong meningkat.

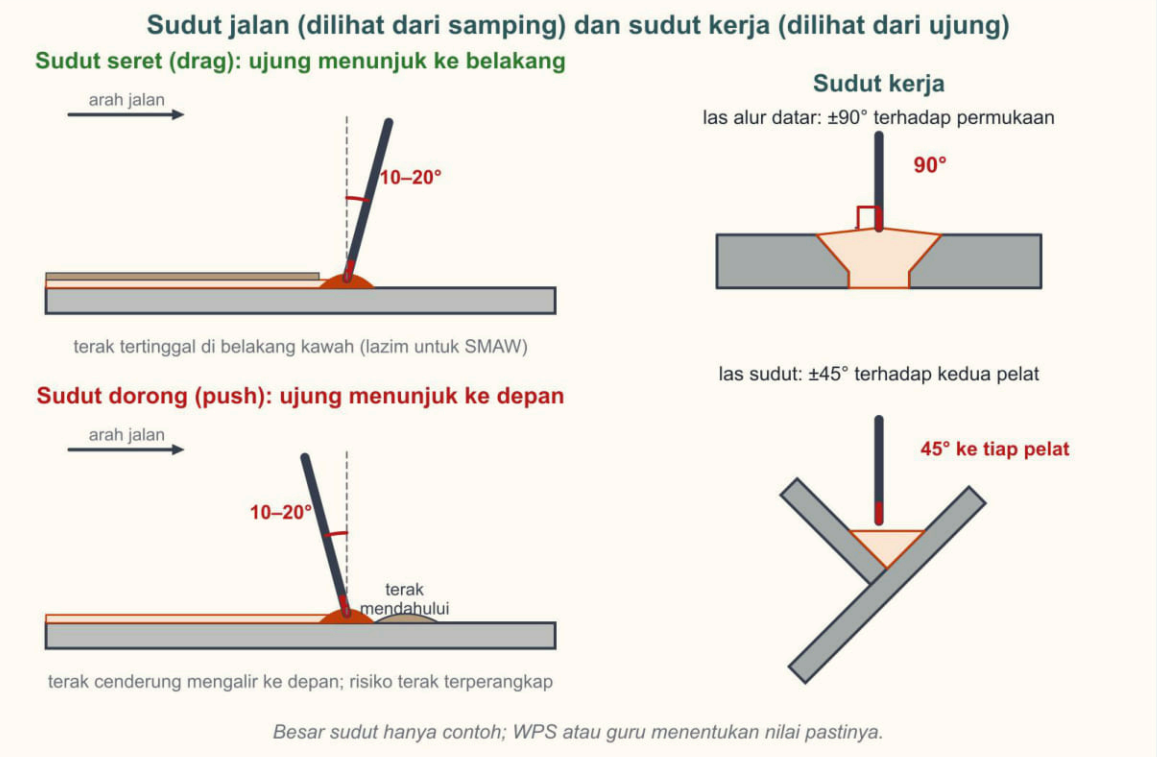
- **Tepat:** manik rata, riak rapat dan seragam, tepinya halus menyatu dengan pelat.

Kecepatan dan arus **saling mengimbangi**. Arus yang besar menghasilkan logam cair yang banyak, sehingga perlu gerak lebih cepat agar manik tidak menumpuk; arus kecil perlu gerak lebih lambat agar panasnya cukup. Itulah sebabnya "arus sesuai rentang" belum menjamin hasil baik bila kecepatannya tidak serasi.

6. Sudut kerja dan sudut jalan

Posisi elektroda terhadap benda kerja dinyatakan dengan dua sudut yang berbeda (Gambar 6.12):

- **Sudut kerja** (*work angle*) adalah sudut elektroda terhadap pelat, **dilihat dari ujung sambungan** (tegak lurus arah jalan). Pada las alur datar, sudut kerja kira-kira **90°** terhadap permukaan pelat (elektroda tegak dari sisi ujung); pada las sudut dua pelat yang tegak lurus, sekitar **45°** terhadap kedua pelat. Sudut kerja membagi panas dan logam cair ke kedua sisi.
- **Sudut jalan** (*travel angle*) adalah kemiringan elektroda **searah atau berlawanan** dengan arah jalan, dilihat dari samping. Bila ujung elektroda mengarah **ke belakang**, ke arah las yang sudah jadi, sehingga elektroda seakan **diseret** di belakang tangan, disebut **sudut seret** (*drag*, *backhand*). Bila ujung elektroda mengarah **ke depan**, ke arah sambungan yang belum dilas, sehingga seakan **mendorong** logam cair, disebut **sudut dorong** (*push*, *forehand*).



Gambar 6.12 Sudut jalan (seret dan dorong) dilihat dari samping, serta sudut kerja pada las alur dan las sudut dilihat dari ujung. Besar sudut hanya contoh. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Pada pengelasan SMAW dasar, yang lazim dipakai adalah **sudut seret** sekitar 10–20° (contoh; sumber pelatihan menyebut angka yang sedikit berbeda, dan WPS atau guru menentukan nilai pastinya). Alasannya: pada sudut seret, **terak tertinggal di belakang kawah**, jadi busur tetap

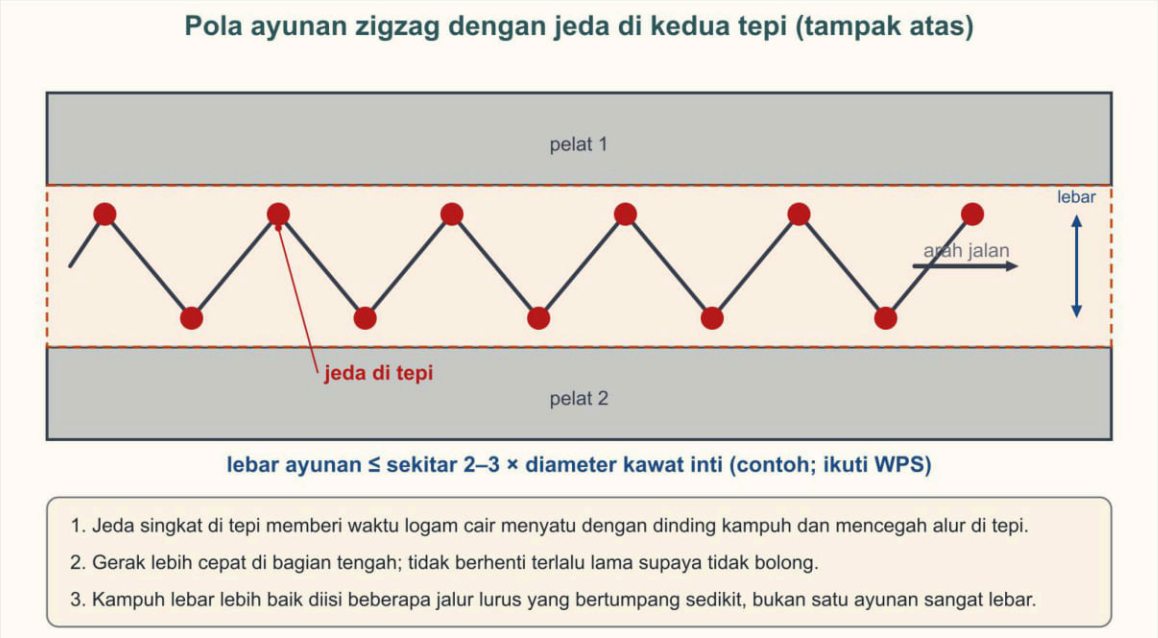
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

bekerja pada logam cair yang bersih. Pada sudut dorong, terak cair cenderung **mengalir mendahului kawah**, sehingga terperangkap di bawah logam las (terak terperangkap). Kemiringan yang terlalu besar, yaitu elektroda hampir sejajar pelat, menurunkan penetrasi dan menambah percikan.

7. Ayunan (weaving)

Ayunan adalah gerak elektroda menyamping ke kiri dan kanan sambil maju, untuk melebarkan manik atau mengisi kampuh yang lebar. Pola umumnya zigzag atau bulan sabit (Gambar 6.13). Ada tiga hal yang perlu diperhatikan:

1. **Lebar ayunan dibatasi.** Sebagai ancar-ancar, lebar ayunan tidak lebih dari sekitar **dua sampai tiga kali diameter kawat inti** (angka pasti mengikuti WPS; banyak WPS membatasi ayunan lebih sempit untuk elektroda hidrogen rendah). Ayunan yang terlalu lebar menurunkan panas per luas, genangan mendingin, dan terak mudah terperangkap di tepi.
2. **Berhenti sejenak di tepi.** Jeda singkat di kedua tepi memberi waktu logam cair mengisi dan menyatu dengan dinding kampuh, sehingga mencegah **alur di tepi**. Di bagian tengah gerak dilakukan lebih cepat.
3. **Satu jalur lebar bukan selalu jawaban.** Untuk kampuh lebar sering lebih baik dibuat beberapa **jalur lurus** (*stringer*) yang bertumpang sedikit, ketimbang satu jalur ayunan yang sangat lebar. Jalur lurus menghasilkan panas yang lebih terkendali.



Gambar 6.13 Pola ayunan zigzag dengan jeda di kedua tepi, serta batas lebar ayunan terhadap diameter kawat inti (contoh). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

8. Membaca gejala: satu gejala, beberapa penyebab

Bagian paling sulit dari parameter pengelasan adalah **kebalikannya**: kamu melihat cacat, lalu harus menebak penyebabnya. Sebagian besar gejala tidak hanya punya satu penyebab. Gambar 6.14 merangkum gejala yang paling sering muncul.

Gejala, kemungkinan penyebab, dan tindakan pada SMAW

Gejala	Kemungkinan penyebab (bisa banyak)	Tindakan
Elektroda lengket	arus terlalu kecil; busur terlalu pendek; cara menyalakan busur kurang tepat	naikkan arus dalam rentang; naikkan sedikit ujung; latih menyalakan busur pada pelat sisa
Manik sempit, tinggi, tidak menyatu di tepi	arus terlalu kecil; gerak terlalu cepat	naikkan arus dalam rentang; perlambat gerak
Manik lebar menumpuk di tepi (overlap)	gerak terlalu lambat, genangan besar dan dingin; permukaan kotor atau berkarat	percepat gerak atau kurangi arus; bersihkan permukaan sampai mengilap
Alur di tepi (undercut)	arus terlalu besar; busur terlalu panjang; gerak terlalu cepat; elektroda condong ke satu dinding; ayunan tanpa jeda di tepi	turunkan arus; pendekkan busur; atur kecepatan; betulkan sudut; beri jeda di tepi
Percikan banyak	arus terlalu besar; busur terlalu panjang; elektroda lembap; elektroda hampir sejajar pelat	turunkan arus; pendekkan busur; keringkan elektroda; tegakkan sudut
Lubang kecil di permukaan (porositas)	elektroda lembap; cat, minyak, atau karat; busur terlalu panjang; tertiup angin	keringkan atau ganti elektroda; bersihkan pelat; pendekkan busur; lindungi dari angin
Terak terperangkap	terak tidak dibersihkan antar-jalur; sudut dorong; gerak terlalu lambat; alur di dinding kampuh	bersihkan tiap jalur; pakai sudut seret; atur kecepatan; perbaiki alur
Pelat bolong, elektroda memerah	arus terlalu besar untuk tebal pelat atau diameter; gerak lambat; muka akar terlalu tipis	turunkan arus atau pakai diameter lebih kecil; percepat gerak; periksa persiapan kampuh

Ubah satu parameter tiap percobaan pada pelat sisa dan amati hasilnya. Isi tabel adalah kecenderungan umum.

Gambar 6.14 Tabel gejala, kemungkinan penyebab, dan tindakan perbaikan pada SMAW. Isinya kecenderungan umum, bukan aturan pasti. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Tiga contoh bahwa satu gejala memiliki beberapa penyebab:

- **Alur di tepi (undercut)** dapat berasal dari arus terlalu besar, busur terlalu panjang, gerak terlalu cepat, sudut elektroda yang condong ke satu dinding, atau ayunan tanpa jeda di tepi. Menyimpulkan "pasti arusnya" adalah tebakan.
- **Percikan banyak** dapat berasal dari arus berlebih, busur terlalu panjang, elektroda lembap, atau sudut elektroda yang terlalu rendah. Pada arus yang justru rendah, percikan bisa tetap terjadi karena busur panjang atau elektroda lembap.
- **Terak terperangkap** dapat berasal dari terak yang tidak dibersihkan antar-jalur, sudut dorong, gerak terlalu lambat, atau alur di dinding kampuh yang menjebak terak.

Cara bekerja yang masuk akal ketika menemui cacat adalah sebagai berikut.

1. **Catat gejalanya dengan jelas**, termasuk letaknya (tepi, tengah, permukaan, dalam).
2. **Daftar semua penyebab yang mungkin** dari tabel di atas, bukan hanya yang pertama terpikir.
3. **Cocokkan dengan data:** apakah arus di luar rentang? apakah panjang busur terlihat dua kali diameter? apakah elektroda kering? apakah sudut seret atau dorong?
4. **Perbaiki yang paling jelas menyimpang dulu**, dan ubah **satu parameter per percobaan** pada pelat sisa, lalu amati. Mengubah banyak parameter sekaligus membuatmu tidak tahu mana yang memperbaiki.
5. **Periksa hal mudah dulu:** kebersihan pelat, kekeringan elektroda, dan sambungan klem massa sebelum menyentuh setelan mesin.

Pengayaan: panas masuk. Kombinasi arus, tegangan, dan kecepatan menentukan **panas masuk** (*heat input*) per panjang sambungan: $Q = \dfrac{V \times I \times 60}{v \times 1000}$ dalam kJ per mm, dengan V dalam volt, I dalam ampere, dan v dalam mm per menit. Pada 24 V, 120 A, dan 160 mm per menit, $Q = 24 \times 120 \times 60 \div (160 \times 1000) = 1{,}08$ kJ/mm. Standar sering menambahkan faktor efisiensi busur (untuk SMAW sekitar 0,8). Rumus ini menunjukkan mengapa gerak lambat atau arus besar memperbesar panas masuk dan distorsi. Kamu tidak perlu menghafalnya untuk TKA.

▣ CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Menyetel kecepatan agar kaki las sesuai ukuran

Pada 2026, Tari mengelas las sudut 1F satu jalur dengan elektroda E7018 Ø3,2 mm pada arus 120 A (rentang 100–140 A). Sudut kerja 45° dan sudut seret 15°. Manik sepanjang 105 mm ia selesaikan dalam 70 detik, dan kaki las yang terbentuk pada kedua pelat 8 mm. WPS menghendaki kaki seragam 6 mm. Arus dan sudut sudah benar. Berapa kecepatan jalan yang baru, dan berapa lama waktu untuk 105 mm? *(Kasus fiktif; hitungan perkiraan kasar.)*

1. **Hitung kecepatan awal.** $v_1 = 105 \div 70 = 1{,}5$ mm/detik.

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

2. **Hubungkan kaki dengan banyaknya logam.** Penampang las sudut berbentuk segitiga siku-siku sama kaki, luasnya $\frac{1}{2}z^2$. Dengan arus tetap, laju logam yang meleleh tetap, sehingga luas penampang (logam per panjang) berbanding terbalik dengan kecepatan.
3. **Bandingkan luas.** Kaki 8 mm: $\frac{1}{2} \times 8^2 = 32$ mm². Kaki 6 mm: $\frac{1}{2} \times 6^2 = 18$ mm². Perbandingannya $32 \div 18 = 1{,}78$.
4. **Kecepatan baru.** $v_2 = 1{,}5 \times 1{,}78 = 2{,}67$ mm/detik (atau $1{,}5 \times (8/6)^2$).
5. **Waktu untuk 105 mm.** $105 \div 2{,}67 \approx 39$ detik.
6. **Periksa.** Waktu menjadi sekitar 39 detik, lebih singkat daripada 70 detik, sesuai arah yang diharapkan: lebih cepat berarti kaki lebih kecil.

Jawaban: kecepatan sekitar 2,7 mm/detik, atau sekitar 39 detik untuk 105 mm. Karena perhitungan mengabaikan cembung dan penetrasi, hasilnya dipakai sebagai titik awal, lalu dicoba pada pelat sisa.

Contoh 2 — Menentukan perbaikan dari tiga gejala

Pada 2027, tiga siswa melaporkan hasil latihan. Data tabel elektroda contoh sama dengan di bagian 3 (E7018, Ø3,2 mm: 100–140 A pada posisi datar; Ø2,6 mm: 70–100 A). *(Kasus fiktif.)*

- **Alif** mengelas pelat 10 mm dengan Ø3,2 mm pada 70 A. Elektrodanya sering lengket, dan manik sempit, tinggi, serta tidak menyatu di tepinya.
- **Nurul** mengelas pelat 5 mm dengan Ø3,2 mm pada 135 A sambil mengayun lebar dan perlahan. Pelat bolong di beberapa tempat.
- **Citra** mengisi kampuh V pelat 10 mm dengan elektroda Ø3,2 mm pada 120 A. Ia bergerak pelan dengan sudut dorong, dan terak hanya disikat sebagian. Terdapat terak terperangkap di antara jalur dan manik lebar bertumpuk di tepi.

1. **Alif:** cocokkan data dengan rentang. 70 A jauh di bawah 100–140 A, jadi arus terlalu kecil. Lengket, manik sempit-tinggi, dan tidak menyatu adalah gejala khas arus rendah (kemungkinan lain, busur terlalu pendek, disingkirkan bila busurnya wajar). Tindakan: naikkan arus ke dalam rentang (misalnya 110–120 A), dicoba pada pelat sisa.
2. **Nurul:** 135 A masih dalam rentang, tetapi dekat batas atas dan **tidak sesuai tebal pelat 5 mm**. Tambahan ayunan lebar dan gerak lambat membuat panas masuk besar. Penyebab bukan satu: arus tinggi untuk pelat tipis, ditambah gerak lambat. Tindakan: turunkan arus (misalnya ke sekitar 105–115 A, bila diameter tetap), kurangi ayunan, percepat gerak, dan pertimbangkan Ø2,6 mm untuk jalur akar.
3. **Citra:** arus 120 A sesuai rentang, jadi bukan arus. Gejalanya (terak terperangkap, manik lebar bertumpuk) cocok dengan tiga penyebab sekaligus: **sudut dorong**, **gerak lambat**, dan **terak tidak dibersihkan**. Tindakan: sudut seret 10–20°, percepat gerak sedikit, dan bersihkan terak seluruhnya sebelum jalur berikutnya.
4. **Periksa.** Tiap tindakan menyasar parameter yang menyimpang, dan tidak ada yang menaikkan arus untuk semua gejala.

Jawaban: Alif menaikkan arus; Nurul menurunkan arus, mengurangi ayunan, dan mempercepat gerak; Citra memakai sudut seret, mempercepat gerak, dan membersihkan terak penuh.

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

Contoh 3 — Menentukan arus awal dan menyesuaikannya

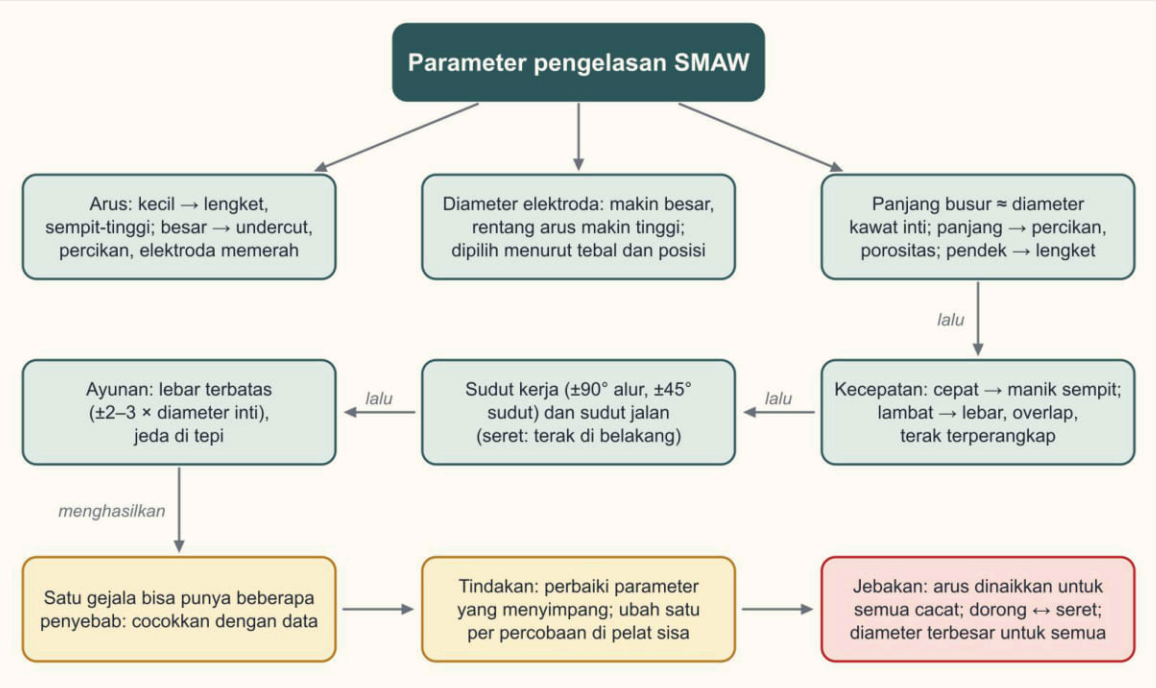
Pada 2027, Daffa akan mengelas jalur pengisi kampuh V dengan E7018 Ø3,2 mm pada posisi datar. Tabel contoh: 100–140 A (datar) dan 85–120 A (tegak). Ia memulai dari nilai tengah rentang datar. Pada pelat sisa, hasil las memperlihatkan alur halus di kedua tepi. Daffa menurunkan arus 10 %. Tentukan arus awal, arus baru, dan bandingkan nilai tengah kedua posisi pada tabel. *(Kasus fiktif.)*

1. **Arus awal.** Nilai tengah rentang datar: $(100 + 140) \div 2 = 120$ A.
2. **Gejala.** Alur di tepi (undercut) sesuai dengan arus yang terlalu besar (salah satu kemungkinan penyebab). Karena data lain (busur, sudut, kecepatan) tidak menyimpang, arus dicoba lebih dulu.
3. **Arus baru.** Turun 10 %: $120 \times 0{,}9 = 108$ A.
4. **Periksa terhadap rentang.** 108 A masih di atas batas bawah 100 A, sehingga masih di dalam rentang.
5. **Bandingkan dengan posisi tegak (pembacaan tabel).** Nilai tengah tegak: $(85 + 120) \div 2 = 102{,}5$ A. Perbandingan terhadap datar: $102{,}5 \div 120 = 0{,}85$, jadi pada tabel contoh ini arus tegak sekitar 15 % lebih rendah daripada datar. Itu hanya pembacaan tabel contoh, bukan aturan umum.

Jawaban: arus awal 120 A, arus setelah penyesuaian 108 A (masih dalam rentang). Pada tabel contoh, nilai tengah posisi tegak sekitar 102,5 A atau 15 % lebih rendah daripada posisi datar.

❖ PETA KONSEP

Gambar 6.15 merangkum parameter, pengaruhnya, dan cara menelusuri gejala.



Gambar 6.15 Peta konsep parameter pengelasan: arus, diameter, panjang busur, kecepatan, sudut, ayunan, dan penelusuran gejala. 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 gejala dan parameter:

1. Tandai **angka** pada soal: arus dibanding rentang, panjang busur dibanding diameter, sudut, kecepatan, kondisi elektroda dan permukaan.
2. Tentukan parameter mana yang **jelas menyimpang** dari ketentuan, dan mana yang sudah sesuai. Yang sudah sesuai bukan penyebab utama.
3. Hubungkan gejala dengan **semua penyebab yang mungkin** dari tabel gejala, lalu pilih yang cocok dengan data.
4. Bila soal meminta tindakan, pilih yang **mengoreksi parameter yang menyimpang**, sejalan dengan arah yang benar (arus ke dalam rentang, busur pendek, sudut seret, terak bersih).
5. Pada pernyataan benar/salah, periksa setiap pernyataan **sendiri-sendiri**: sebagian benar sebagian salah.

Jebakan khas:

- **Satu penyebab padahal dua.** Gejala dibaca satu sebab, padahal data soal menunjuk dua penyimpangan.
- **Arus dinaikkan untuk semua cacat.** Menaikkan arus memperbaiki arus yang terlalu kecil, tetapi memperburuk undercut, percikan, dan elektroda memerah.
- **Sudut dorong dan seret tertukar.** Seret: terak tertinggal di belakang. Dorong: terak mendahului kawah.
- **Elektroda terbesar untuk semua posisi.** Diameter dipilih menurut tebal pelat dan posisi, dan tabel kemasan membatasinya.
- **Busur dipanjangkan atau gerak dipercepat sebagai obat undercut.** Keduanya biasanya memperburuk, bukan memperbaiki.

Contoh salah tafsir. Sebuah soal menyebut hasil las sempit dan tinggi disertai banyak percikan, dengan arus 60 A untuk elektroda yang rentangnya 100–140 A. Siswa memilih "turunkan arus karena percikan disebabkan arus besar". Itu keliru: arusnya justru kurang. Manik sempit-tinggi menunjuk arus rendah, sedangkan percikan pada arus rendah menunjuk busur terlalu panjang atau elektroda lembap. Tindakan yang tepat adalah menaikkan arus ke dalam rentang, memendekkan busur, dan memeriksa kekeringan elektroda.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut memuat tiga gejala sekaligus beserta data arus dan panjang busur, dan jawabannya lebih dari satu. Periksa setiap pernyataan sendiri-sendiri terhadap parameter yang menyimpang.

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

►. Ilham mengelas sambungan sudut 1F dengan elektroda E6013 Ø3,2 mm memakai arus 140 A, padahal rentang anjuran pada kotak elektroda 90–130 A (2027). Hasilnya, terdapat alur di tepi las pada pelat tegak, banyak percikan di sekitar las, dan sisa elektroda memerah sebelum habis. Panjang busur Ilham kira-kira dua kali diameter elektroda.
(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. Arus 140 A yang melebihi anjuran menjadi salah satu penyebab alur di tepi las dan elektroda memerah.
☐ B. Langkah perbaikan pertama adalah menurunkan arus ke sekitar 110–120 A lalu mencobanya pada pelat sisa.
☐ C. Memperpanjang busur akan memperbaiki alur di tepi las karena busur melebar menutup tepi las.
☐ D. Mempercepat gerak elektroda akan menghilangkan alur di tepi las karena panas per panjang las berkurang.
☐ E. Percikan dapat dikurangi dengan memendekkan busur hingga kira-kira sama dengan diameter elektroda.

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

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

Konsep: Arus terlalu besar → undercut, percikan, elektroda memerah. Busur terlalu panjang → percikan, undercut, porositas. Gerak terlalu cepat → manik sempit dan undercut. Perbaikan dimulai dari parameter yang menyimpang dari anjuran, lalu diuji pada pelat sisa.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✓ Arus berlebih mencairkan tepi pelat (undercut) dan memanaskan elektroda.
• **Pernyataan 2** ✓ Kembali ke rentang anjuran dan diuji dulu.
• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: busur panjang justru menambah undercut dan percikan karena busur tidak terarah.
• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: gerak terlalu cepat membuat logam las tidak sempat mengisi tepi sehingga undercut bertambah.
• **Pernyataan 5** ✓ Busur yang terlalu panjang menambah percikan; panjang busur yang baik ≈ diameter elektroda.

Jawaban: pernyataan 1, 2, 5.

✎ LATIHAN

Dua soal berikut melatih pemilihan diameter dan arus dari tabel kemasan, serta penelusuran penyebab terak terperangkap dari data sudut dan kebersihan.

1. Kelompok Melati akan mengelas sambungan sudut posisi tegak (3F) pada pelat 6 mm dengan elektroda E6013 (2027). Mereka ingin memakai diameter elektroda terbesar yang

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

dianjurkan untuk posisi itu agar pekerjaan cepat selesai. Kotak elektroda mencantumkan tabel berikut.

Diameter (mm)	Arus posisi datar (A)	Arus posisi tegak/atas kepala (A)
2,6	60–90	50–75
3,2	90–130	80–110
4,0	130–180	tidak dianjurkan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pilihan diameter dan arus yang tepat adalah ....

A. Ø4,0 mm dengan arus 150 A
B. Ø3,2 mm dengan arus 95 A
C. Ø3,2 mm dengan arus 125 A
D. Ø2,6 mm dengan arus 85 A
E. Ø2,6 mm dengan arus 45 A

2. Pada latihan 2027, Rendi mengelas lapis pengisi kampuh V posisi 1G dengan elektroda E7018 memakai arus di tengah rentang WPS. Ia mendorong elektroda dengan sudut dorong sekitar 20°, sehingga terak cair mengalir mendahului kawah las. Setelah benda uji dipotong, terlihat terak terperangkap di antara lapis las. Panjang busur Rendi sudah pendek, dan sebelum lapis berikutnya terak hanya dibersihkan sebagian.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Perbaikan yang paling tepat adalah ....

A. Menaikkan arus sekitar 30% di atas WPS agar terak lebih encer dan naik
B. Memperpanjang busur agar terak di depan kawah las tertiup menjauh
C. Mempercepat gerak elektroda dengan sudut dorong 20° yang sama
D. Memiringkan elektroda ke salah satu dinding kampuh agar terak terdorong
E. Memakai sudut tarik sekitar 10–20° dan membersihkan terak tiap lapis

Kunci singkat: 1. B 2. E

✔ PERIKSA DIRI

1. Elektroda sering lengket dan manik sempit serta tinggi. Sebutkan dua penyebab yang mungkin dan satu tindakan untuk masing-masing.
2. Mengapa menaikkan arus bukan jawaban untuk semua cacat las? Berikan dua cacat yang justru bertambah parah karenanya.

Yang harus kuingat: parameter diatur dari mesin (arus) dan dari tangan (busur, kecepatan, sudut, ayunan); arus kecil membuat lengket dan manik sempit-tinggi, arus besar membuat undercut, percikan, dan elektroda memerah; busur kira-kira sama dengan diameter kawat inti; terlalu cepat membuat manik sempit, terlalu lambat membuat manik lebar dan overlap; sudut

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

seret membuat terak tertinggal di belakang; satu gejala punya beberapa penyebab, jadi cocokkan dengan data dan ubah satu parameter tiap percobaan.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 6.2: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktpfl&node=SMKTPFL-6.2

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

Sub bab 6.3 · Welding gauge, tang ampere, serta pemeriksaan dimensi dan penetrasi

SMKTPFL-6.3

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi elemen pengelasan SMAW dasar menyebut **welding gauge** dan **tang ampere** sebagai alat yang dipakai juru las, serta **pemeriksaan dimensi dan penetrasi** pada pemeriksaan visual. Halaman Pusmendik tidak memuat persentase siswa yang menjawab benar secara nasional, dan angka seperti itu tidak boleh dikarang, jadi buku ini tidak mencantumkannya. Pada paket latihan buku ini, soal-soal sub bab ini banyak yang berbentuk tabel dan gambar penampang, dan sebagian besar memuat **hitungan sederhana**.

Pola soal yang sering muncul: (1) cara memasang tang ampere yang benar; (2) membaca hasil ukur welding gauge lalu membandingkannya dengan **kriteria penerimaan** dalam tabel atau simbol las; (3) membedakan **kaki las** dan **tebal leher**; (4) menilai apakah akar las tembus; (5) membaca penampang yang digambar pada **kertas berpetak**.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan fungsi tang ampere dan memasangnya dengan benar untuk mengukur arus las;
- menyebutkan jenis welding gauge dan ukuran yang diukur oleh masing-masing;
- membedakan kaki las dan tebal leher serta menghitung tebal leher dari kaki las;
- menjelaskan ukuran las alur (tinggi penguat, lebar, penetrasi akar) dan cara memeriksa penetrasi;
- membaca penampang pada kertas berpetak dan menilai hasil ukur terhadap kriteria penerimaan.

◆ KONSEP INTI

Sub bab 6.2 menunjukkan bahwa hasil las bergantung pada parameter. Setelah mengelas, dua pertanyaan penting muncul. **Pertama:** apakah arus yang kamu pakai benar-benar sama dengan angka di kenop mesin? **Kedua:** apakah ukuran las yang terbentuk memenuhi syarat? Pertanyaan pertama dijawab dengan **tang ampere**, pertanyaan kedua dengan **welding gauge** dan pembacaan penampang. Semua angka dalam sub bab ini adalah **contoh latihan**; pada pekerjaan nyata kamu mengikuti spesifikasi, gambar kerja, dan kriteria penerimaan yang berlaku. Di bengkel, ikuti arahan guru atau pengawas dan petunjuk alat.

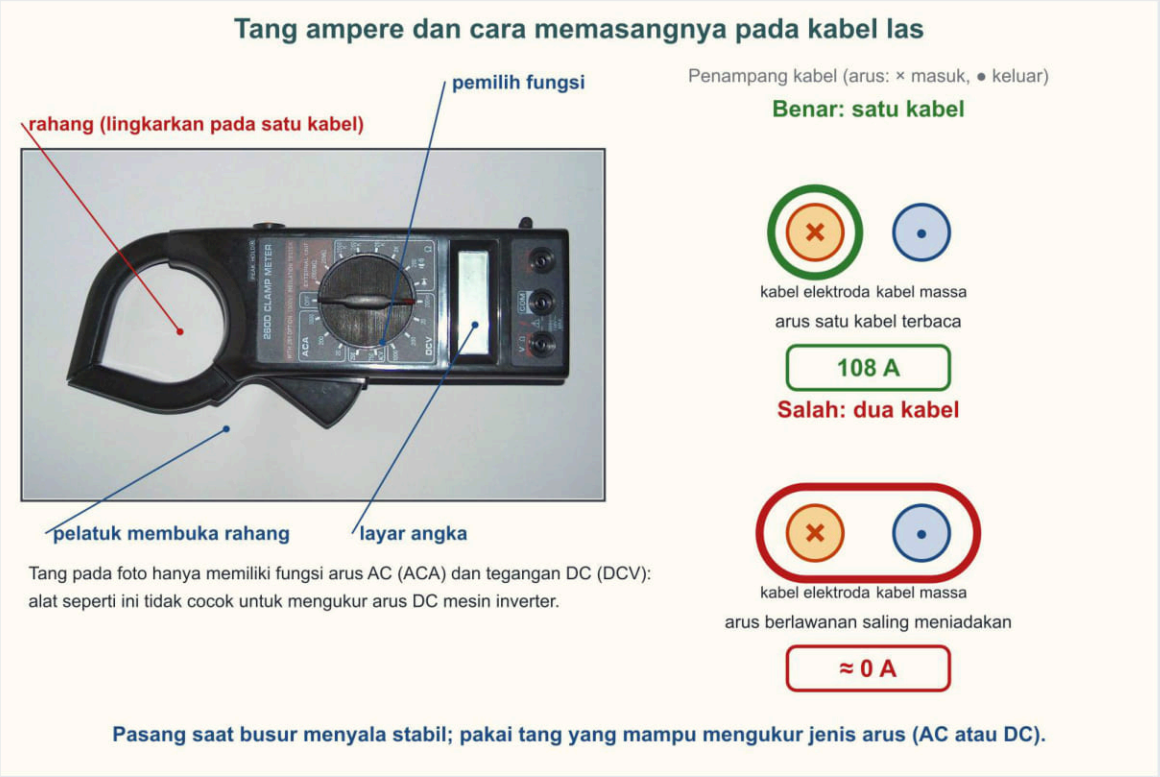
1. Mengukur arus las dengan tang ampere

Angka pada kenop mesin las adalah **setelan**, bukan jaminan. Arus yang benar-benar mengalir dapat berbeda karena kalibrasi mesin, panjang dan kondisi kabel, sambungan klem massa yang

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

longgar, atau tegangan listrik masuk yang berubah. Karena itu arus perlu **diukur** saat mengelas, terutama bila WPS menetapkan rentang arus yang sempit.

Tang ampere (*clamp meter*, *clamp ammeter*) mengukur arus **tanpa memutus rangkaian**. Rahangnya dilingkarkan pada kabel, dan alat membaca medan magnet yang terbentuk di sekeliling kabel akibat arus yang mengalir. Tidak ada kabel yang harus dilepas atau disambung. Gambar 6.16 menunjukkan sebuah tang ampere nyata dan cara memasangnya.



Gambar 6.16 Tang ampere (foto kiri) dan cara memasangnya pada kabel las (kanan). Foto: domain publik (Wikimedia Commons), label diterjemahkan; diagram digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Tiga hal yang harus kamu perhatikan:

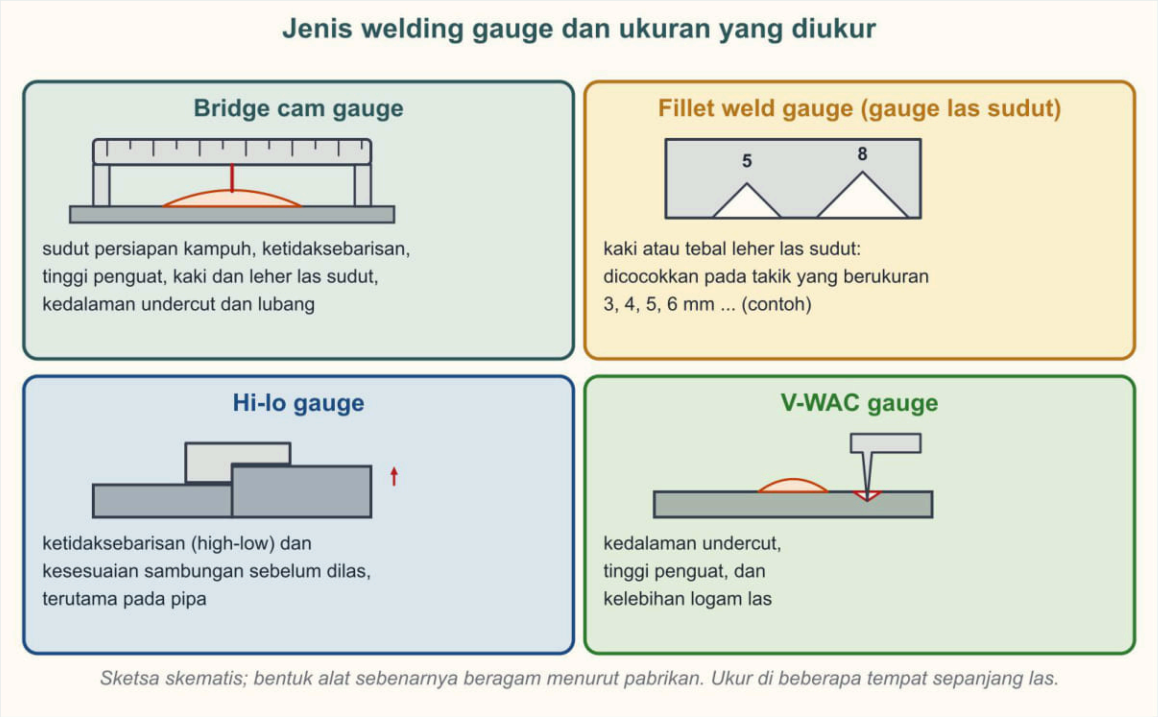
1. **Lingkarkan rahang pada SATU kabel saja.** Di rangkaian las, arus keluar dari mesin lewat kabel elektroda dan kembali lewat kabel massa dengan arah **berlawanan**. Bila kedua kabel dimasukkan ke dalam rahang sekaligus, medan magnet keduanya saling meniadakan, sehingga angka yang terbaca mendekati nol dan tidak berarti apa-apa. Pilih kabel elektroda **atau** kabel massa. Keduanya membawa arus yang sama besar.
2. **Ukur saat arus mengalir.** Arus las baru ada ketika **busur menyala**. Alat yang dipasang pada kabel saat mesin hidup tetapi busur belum menyala akan membaca nol. Biasanya pengukuran dilakukan pada pelat sisa, dan nilai dibaca saat busur stabil (banyak tang memiliki tombol *hold* untuk menahan angka). Arus las sedikit naik-turun, jadi ambil nilai yang stabil, bukan angka sesaat.
3. **Pilih jenis tang yang cocok dengan jenis arus.** Tang ampere sederhana bekerja dengan prinsip transformator, sehingga hanya dapat mengukur arus **bolak-balik (AC)**. Mesin las inverter dan penyearah (rectifier) menghasilkan arus **searah (DC)**. Arus DC memerlukan tang yang memakai sensor lain (misalnya sensor efek Hall) dan ditandai mampu mengukur DC. Tang pada foto Gambar 6.16 hanya memiliki fungsi arus AC (ACA); alat seperti itu tidak cocok untuk keluaran DC. Baca label fungsi dan batas ukur pada alat sebelum dipakai.

Beberapa pengaman: rahang dipasang pada kabel yang **isolasinya baik**, tangan tidak menyentuh bagian logam yang terbuka, dan pengukuran dilakukan dengan APD lengkap sambil mengikuti arahan guru atau pengawas. Hasil ukur lalu dibandingkan dengan **rentang arus pada WPS atau kotak elektroda** (sub bab 6.2). Bila angka tang ampere keluar dari rentang, kenop disesuaikan, lalu diukur ulang.

2. Welding gauge: jenis dan cara pakai

Welding gauge (alat ukur las, kadang disebut *weld gauge* atau *welding inspection gauge*) adalah kumpulan alat ukur berbentuk pelat atau mistar kecil yang dibuat khusus untuk mengukur ukuran las dan persiapan sambungan. Alat ini memudahkan pemeriksa menentukan ukuran tanpa menghitung dari penggaris biasa. Jenis yang umum ada pada Gambar 6.17.

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



Gambar 6.17 Jenis welding gauge yang umum dan ukuran yang diukur oleh masing-masing (sketsa skematis). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Bridge cam gauge** (juga disebut universal atau cam type gauge): paling serbaguna. Dengan satu alat dapat diukur **sudut persiapan kampuh**, **ketidaksebarisan**, **tinggi penguat las**, **kaki las** dan **tebal leher las sudut**, serta **kedalaman undercut** dan lubang.
- **Fillet weld gauge** (gauge las sudut): kumpulan pelat bertakik atau berlubang dengan ukuran tertentu (misalnya 3, 4, 5, 6 mm) untuk membaca **kaki** atau **tebal leher** las sudut dengan mencocokkannya pada las.
- **Hi-lo gauge**: mengukur **ketidaksebarisan (high-low)** dan kesesuaian sambungan sebelum dilas, terutama pada pipa.
- **V-WAC gauge**: mengukur **kedalaman undercut**, **tinggi penguat**, dan kelebihan logam las.

Dalam penggunaannya, ada beberapa kebiasaan baik:

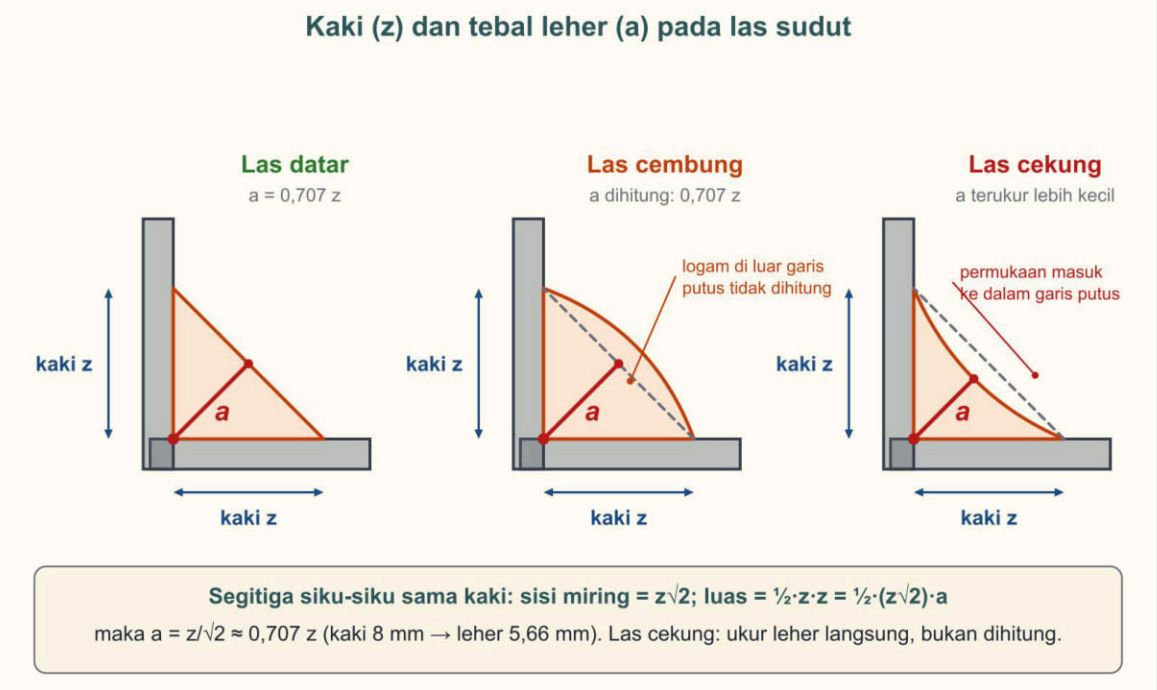
1. **Bersihkan las** dari terak dan percikan lebih dulu, karena kotoran membuat ukuran terbaca lebih besar daripada kenyataan.
2. **Pilih alat sesuai yang diukur.** Jangan memakai gauge las sudut untuk mengukur penguat las alur.
3. **Tempelkan alat dengan benar**: pangkal gauge pada permukaan pelat atau pada garis ujung ke ujung las, dan baca pada skala atau takik yang pas.
4. **Ukur di beberapa tempat** sepanjang las (awal, tengah, akhir), bukan hanya pada titik yang paling tinggi atau paling bagus. Ukuran yang menentukan adalah yang **paling kecil** untuk batas minimum dan yang **paling besar** untuk batas maksimum.
5. **Catat hasil** dengan satuan dan lokasi.

3. Ukuran las sudut: kaki dan tebal leher

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

Dua ukuran las sudut sering tertukar, padahal artinya berbeda (Gambar 6.18).

- **Kaki las** (*leg*, simbol z) adalah jarak dari **akar sambungan** (titik pertemuan kedua pelat) sampai **ujung las** (*toe*) pada masing-masing pelat. Satu las sudut memiliki dua kaki.
- **Tebal leher** (*throat*, simbol a) adalah **jarak terpendek dari akar sambungan ke permukaan las**. Leher menentukan kekuatan las sudut, karena bidang leher itulah yang menahan gaya.



Gambar 6.18 Kaki (z) dan tebal leher (a) pada las sudut datar, cembung, dan cekung, beserta turunan a = 0,707 z. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Hubungan antara keduanya. Ambil las sudut ideal dengan dua kaki sama panjang z dan permukaan datar. Penampangnya berbentuk **segitiga siku-siku sama kaki**. Sisi miringnya (permukaan las) adalah $z\sqrt{2}$ menurut teorema Pythagoras. Tebal leher adalah **tinggi segitiga itu terhadap sisi miring**. Luas segitiga dapat dihitung dengan dua cara:

$$\tfrac{1}{2}\, z\, z = \tfrac{1}{2}\,(z\sqrt{2})\, a \quad \Rightarrow \quad a = \frac{z}{\sqrt{2}} \approx 0{,}707\, z$$

Hubungan sebaliknya: $z = a\sqrt{2} \approx 1{,}414\, a$. Maka kaki 8 mm memberi leher $0{,}707 \times 8 = 5{,}66$ mm; sebaliknya leher minimal 4 mm membutuhkan kaki minimal $1{,}414 \times 4 = 5{,}66$ mm. Bila kedua kaki **tidak sama** (z_1 dan z_2), leher dihitung dari $a = \dfrac{z_1 z_2}{\sqrt{z_1^2 + z_2^2}}$; misalnya kaki 9 mm dan 6 mm memberi $a = 54 \div \sqrt{117} \approx 4{,}99$ mm.

Las cembung dan cekung. Permukaan las sudut dapat **datar**, **cembung** (menggembung keluar), atau **cekung** (melengkung ke dalam). Ukuran las ditentukan oleh **segitiga terbesar yang dapat digambar di dalam penampang las**, dengan ujung-ujung kaki di kedua ujung las:

- Pada las **cembung**, logam yang menggembung **di atas garis sisi miring** tidak ikut menambah ukuran las. Kaki diukur sebagai kaki segitiga itu, dan leher dihitung dengan

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

$a \approx 0{,}707z$. Las yang tampak "gemuk" belum tentu berleher lebih besar.

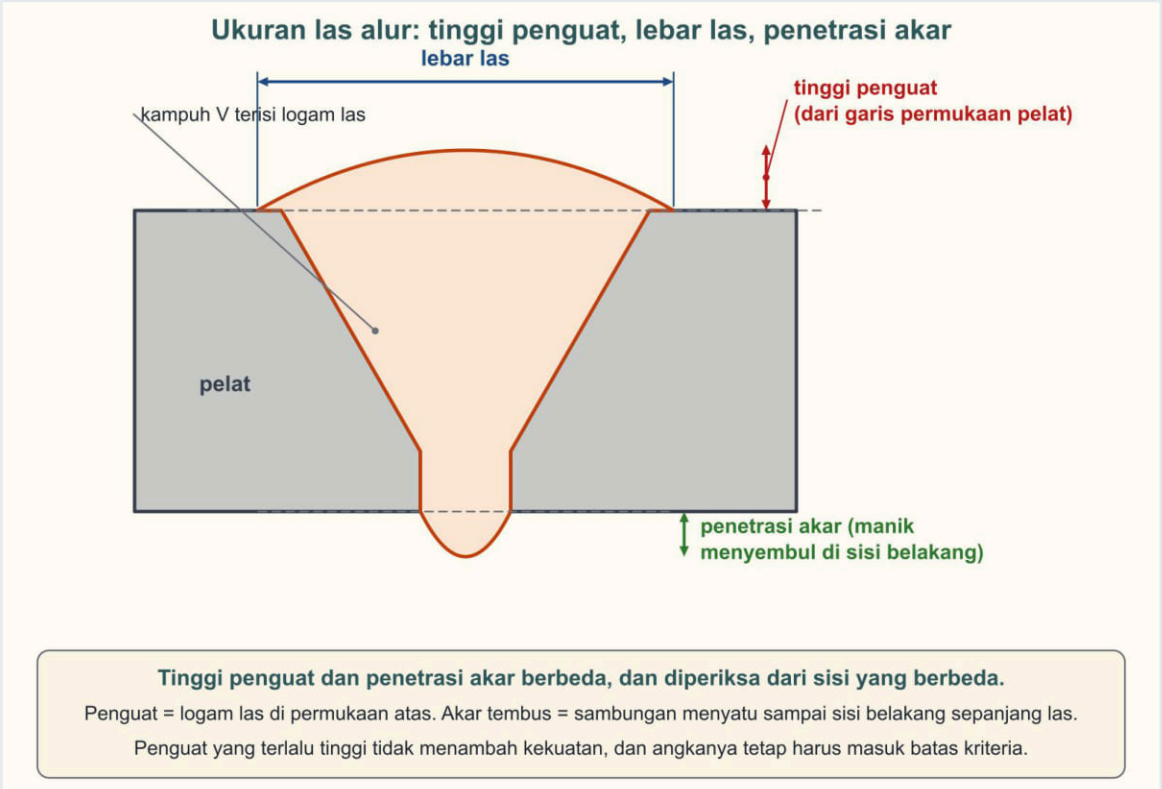
- Pada las **cekung**, permukaan **menyusut ke dalam** garis sisi miring, sehingga leher sebenarnya **lebih kecil** daripada $0{,}707z$. Leher harus **diukur langsung** (jarak terpendek akar ke permukaan), karena menghitung dari kaki akan menghasilkan angka yang lebih besar daripada kenyataan. Gauge leher dapat dipakai langsung pada las datar atau cekung.

Itulah sebabnya las cekung dengan kaki besar dapat gagal pada syarat tebal leher, dan las cembung dengan kaki yang sama lolos.

4. Ukuran las alur

Pada las alur (sambungan tumpul, misalnya kampuh V), tiga ukuran diperiksa (Gambar 6.19):

- **Tinggi penguat** (*reinforcement*, *excess weld metal*): tinggi logam las di atas **permukaan pelat**, diukur dari garis yang menghubungkan kedua ujung las sampai puncak manik penutup. Penguat yang terlalu rendah menandakan kampuh kurang terisi; penguat yang **terlalu tinggi tidak menambah kekuatan**, justru membuat transisi ke pelat tajam, menimbulkan pemusatan tegangan di ujung las, dan boros bahan.
- **Lebar las**: lebar manik penutup dari ujung kiri ke ujung kanan. Las yang baik sedikit lebih lebar daripada kampuh dan tepinya halus.
- **Penetrasi akar** (*root penetration*): tinggi manik akar yang **menyembul** di sisi belakang pelat, dan keadaan **akar tembus**, yaitu sambungan menyatu sampai ke sisi belakang sepanjang las.



Gambar 6.19 Penampang las alur: tinggi penguat, lebar las, dan penetrasi akar. Angka hanya contoh. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Jangan menyamakan tinggi penguat dengan penetrasi. Penguat adalah logam las di

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

permukaan atas; penetrasi adalah seberapa dalam las menyatu, yang pada las alur dilihat dari **akar** di sisi belakang. Sambungan dengan penguat yang tinggi dan rapi di atas masih bisa memiliki akar yang tidak tembus.

5. Memeriksa penetrasi: pengamatan visual dan penampang

Penetrasi tidak terlihat dari permukaan atas. Ada dua cara memeriksanya pada tingkat SMK:

1. **Pengamatan visual dari sisi belakang (akar).** Pada las alur dua sisi terbuka, balik benda uji dan lihat sisi akar. Akar **tembus** terlihat sebagai manik halus yang menyembul rata sepanjang sambungan. Akar **tidak tembus** terlihat sebagai celah yang masih terbuka, alur atau cekungan pada akar, atau bagian yang tidak menyatu. Satu bagian yang tidak tembus sudah cukup untuk menyatakan akar tidak memenuhi bila kriterianya "tembus sepanjang sambungan".
2. **Penampang (potongan melintang).** Benda uji dipotong melintang, permukaannya diamplas halus, lalu **dietsa** dengan larutan kimia tertentu (dikerjakan oleh teknisi atau guru, bukan sembarang orang) sehingga batas lebur antara logam las dan pelat terlihat jelas. Dari penampang ini dapat dibaca kaki, leher, penguat, penetrasi akar, dan ada tidaknya bagian yang tidak menyatu. Benda uji latihan boleh dipotong; benda produksi tidak.

Pengamatan visual hanya melihat **permukaan**. Kedalaman penetrasi pada las sudut dan cacat di dalam las tidak dapat dipastikan hanya dengan mata; untuk itu dipakai potongan penampang pada benda uji latihan atau metode pemeriksaan lain di luar cakupan buku ini.

6. Membaca penampang pada kertas berpetak

Penampang las sering digambar atau ditempel pada **kertas berpetak** (kertas milimeter) supaya ukurannya dapat dibaca dengan menghitung petak. Gambar 6.20 menunjukkan contohnya.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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



Gambar 6.20 Penampang las alur pada kertas berpetak (1 petak = 1 mm), dengan garis acuan permukaan pelat. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Langkah membacanya:

1. **Baca skala dulu.** Cari keterangan "1 petak = … mm" (di soal atau gambar). Tanpa skala, menghitung petak tidak ada artinya.
2. **Tentukan garis acuan.** Untuk las alur, garis acuan atas adalah **permukaan pelat** (garis ujung ke ujung las) dan garis acuan bawah adalah permukaan belakang pelat. Untuk las sudut, titik acuan adalah **akar** sambungan.
3. **Hitung petak sepanjang ukuran yang dicari.** Tinggi penguat: dari garis permukaan atas sampai puncak manik. Penetrasi akar: dari garis permukaan belakang sampai dasar manik akar yang menyembul. Kaki: dari akar sepanjang pelat sampai ujung las.
4. **Kalikan dengan skala**, lalu bandingkan dengan kriteria. Ukuran yang jatuh tepat di antara dua petak boleh dibaca setengah petak.

7. Membaca kriteria penerimaan

Kriteria penerimaan adalah batas ukuran dan cacat yang boleh diterima menurut spesifikasi atau standar yang berlaku untuk pekerjaan itu. Pada pekerjaan nyata, kriteria berasal dari gambar kerja, standar, atau pemberi pekerjaan, dan **berbeda-beda** menurut jenis sambungan dan tingkat risiko. Tabel berikut adalah **contoh buatan sendiri** (bukan kutipan standar) untuk melatih cara membaca.

Sambungan	Ukuran	Kriteria (contoh)
Las sudut	kaki tiap sisi	minimal 5 mm
Las sudut	selisih kedua kaki	paling besar 1,5 mm
Las sudut	tebal leher	minimal 3,5 mm
Las alur	tinggi penguat	0–2,5 mm
Las alur	penetrasi akar	0–2 mm dan tembus sepanjang sambungan
Las alur	ketidaksebarisan	paling besar 1,5 mm

Aturan membaca kriteria:

- **Setiap baris dinilai sendiri.** Benda uji **lolos hanya bila semua kriteria terpenuhi**. Satu yang gagal sudah cukup untuk tidak lolos.
- **Perhatikan kata batasnya.** "Minimal" berarti nilai itu dan yang lebih besar diterima; "paling besar" berarti nilai itu dan yang lebih kecil diterima; rentang "0–2,5 mm" berarti 0 dan 2,5 diterima, tetapi 2,6 tidak.
- **Jenis ukuran harus cocok.** Syarat tebal leher dibandingkan dengan tebal leher, bukan dengan kaki. Syarat penetrasi akar dibandingkan dengan akar, bukan dengan penguat.
- **Lebih besar belum tentu lebih baik.** Penguat melebihi batas atas tetap tidak diterima walaupun terlihat kuat.

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

▣ CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Menghitung tebal leher dan kaki minimal

Pada 2026, gambar kerja dudukan mesin menetapkan las sudut dengan simbol "a4", yaitu tebal leher minimal 4 mm. Hasil pengukuran dengan gauge menunjukkan dua las sudut datar bersisi kaki sama: las pertama 6 mm dan las kedua 5 mm. Tentukan kaki minimal, lalu nilai kedua las. Kemudian hitung tebal leher las ketiga yang kakinya tidak sama, 9 mm dan 6 mm. *(Kasus fiktif.)*

1. **Hubungan leher dan kaki.** Untuk las sama kaki datar atau cembung, $a = 0{,}707\,z$, sehingga $z = a \times 1{,}414$.
2. **Kaki minimal.** $z_{min} = 4 \times 1{,}414 = 5{,}66$ mm.
3. **Las pertama (kaki 6 mm).** $a = 0{,}707 \times 6 = 4{,}24$ mm. Karena $4{,}24 \geq 4$, memenuhi.
4. **Las kedua (kaki 5 mm).** $a = 0{,}707 \times 5 = 3{,}54$ mm. Karena 3,54 mm kurang dari 4 mm, **tidak memenuhi**. Kaki 5 mm lebih kecil daripada kaki minimal 5,66 mm.
5. **Las ketiga (kaki 9 mm dan 6 mm).** $a = \dfrac{9 \times 6}{\sqrt{9^2 + 6^2}} = \dfrac{54}{\sqrt{117}} = \dfrac{54}{10{,}82} \approx 4{,}99$ mm.
   Perhatikan: kaki panjang 9 mm tidak membuat leher selebar $0{,}707 \times 9 = 6{,}36$ mm. Leher ditentukan terutama oleh kaki yang **lebih pendek**.

Jawaban: kaki minimal sekitar 5,7 mm; las pertama memenuhi (leher 4,24 mm); las kedua tidak (3,54 mm); leher las ketiga sekitar 4,99 mm.

Contoh 2 — Menilai tiga benda uji terhadap kriteria

Pada 2027, tiga siswa membuat las sudut dan memeriksanya dengan kriteria pada tabel di bagian 7 (kaki minimal 5 mm tiap sisi, selisih kedua kaki paling besar 1,5 mm, tebal leher minimal 3,5 mm). Zahra: kaki 6 mm dan 5,5 mm, las cembung. Wira: kaki 7 mm dan 4,5 mm. Teguh: kedua kaki 6 mm, las cekung, tebal leher yang terukur langsung dengan gauge 3,2 mm. Tentukan hasil tiap benda uji. *(Kasus fiktif.)*

1. **Zahra.** Kaki terkecil 5,5 mm, memenuhi minimal 5 mm. Selisih kaki $6 - 5{,}5 = 0{,}5$ mm, memenuhi. Las cembung, jadi leher dihitung: $a = \dfrac{6 \times 5{,}5}{\sqrt{6^2 + 5{,}5^2}} = \dfrac{33}{8{,}14} \approx 4{,}05$ mm, memenuhi minimal 3,5 mm. **Lolos.**
2. **Wira.** Kaki terkecil 4,5 mm, kurang dari 5 mm. Selisih kaki $7 - 4{,}5 = 2{,}5$ mm, melebihi 1,5 mm. Dua kriteria gagal. **Tidak lolos.**
3. **Teguh.** Kaki 6 mm dan selisih 0, keduanya memenuhi. Las cekung, jadi leher **diukur langsung**: 3,2 mm kurang dari 3,5 mm. Menghitung $0{,}707 \times 6 = 4{,}24$ mm akan menyesatkan karena las cekung. **Tidak lolos.**
4. **Periksa.** Hanya Zahra yang memenuhi semua kriteria.

Jawaban: Zahra lolos; Wira dan Teguh tidak lolos (Wira karena kaki dan selisih, Teguh karena tebal leher).

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

Contoh 3 — Membaca penampang berpetak

Pada 2027, penampang benda uji las alur pelat 10 mm digambar pada kertas berpetak (1 petak = 1 mm), seperti Gambar 6.20. Dari gambar terbaca: puncak manik penutup 3 petak di atas garis permukaan pelat; manik akar menyembul 2 petak di bawah permukaan belakang pelat; garis lebur tampak menyatu sampai belakang sepanjang penampang. Kriteria contoh: tinggi penguat 0–2,5 mm; penetrasi akar 0–2 mm dan tembus. Tentukan keputusan. *(Kasus fiktif.)*

1. **Baca skala.** 1 petak = 1 mm, jadi hitungan petak sama dengan milimeter.
2. **Tinggi penguat.** 3 petak = 3 mm. Bandingkan dengan 0–2,5 mm: 3 mm melebihi batas atas. **Tidak memenuhi.**
3. **Penetrasi akar.** 2 petak = 2 mm. Rentang 0–2 mm: 2 mm tepat di batas atas, masih diterima. Garis lebur menyatu sampai belakang, jadi **akar tembus**. **Memenuhi.**
4. **Putusan.** Satu kriteria gagal (penguat), sehingga benda uji **tidak lolos** walaupun penetrasinya baik.
5. **Catatan.** Penguat berlebih dapat diperbaiki dengan menggerinda halus sampai di dalam batas (dengan persetujuan dan dicatat), tetapi putusan awalnya tetap tidak lolos.

Jawaban: tinggi penguat 3 mm (melebihi 2,5 mm), penetrasi akar 2 mm dan tembus (memenuhi); benda uji tidak lolos karena penguat.

Contoh 4 — Membaca tang ampere

Pada 2026, juru las latihan bernama Elang menyetel kenop mesin inverter pada 120 A untuk elektroda E7018 Ø3,2 mm (rentang contoh 100–140 A). Ia memakai tang ampere DC pada kabel elektroda saat busur menyala stabil, dan alat membaca 108 A. Pada percobaan lain, rahang tang memuat kabel elektroda dan kabel massa sekaligus dan membaca 2 A. Tentukan kesimpulan tiap percobaan. *(Kasus fiktif.)*

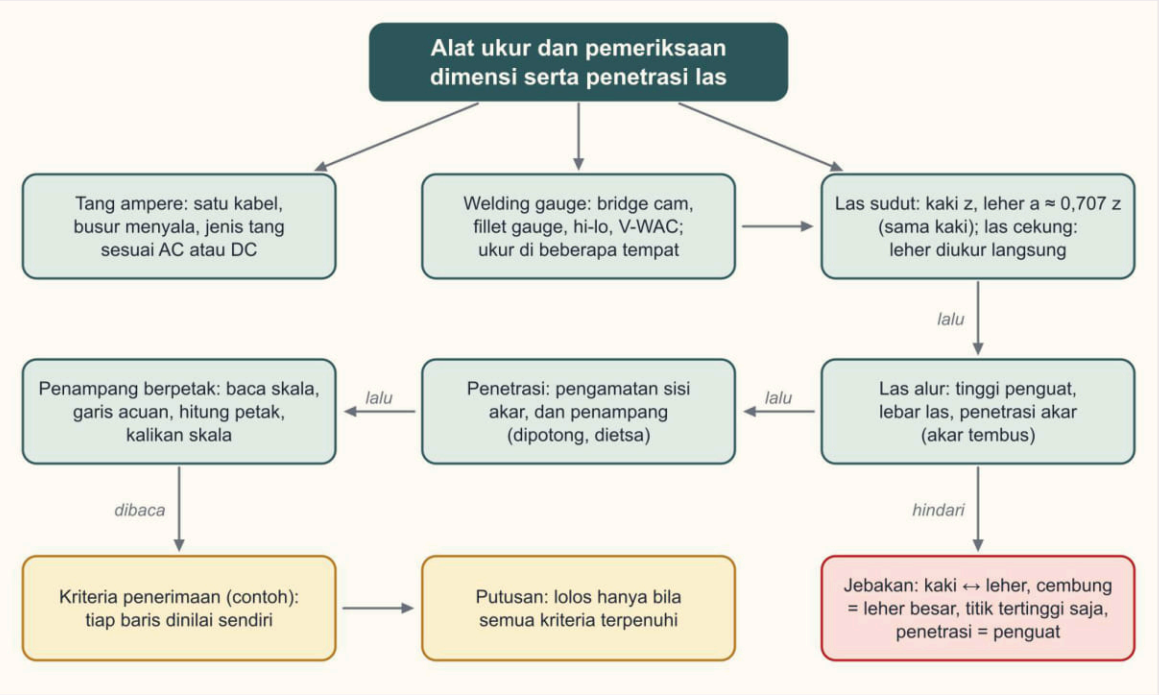
1. **Percobaan pertama.** 108 A berada di dalam rentang 100–140 A, jadi masih diterima. Selisih terhadap setelan: $120 - 108 = 12$ A, atau $12 \div 120 = 10\,\%$ di bawah kenop.
2. **Perkiraan koreksi.** Bila ingin arus nyata sekitar 120 A dan selisih dianggap sebanding, kenop disetel $120 \times (120 \div 108) \approx 133$ A. Itu hanya perkiraan; setelah menyetel, **ukur ulang** dengan tang.
3. **Percobaan kedua.** Dua kabel dalam satu rahang membawa arus berlawanan, sehingga medan magnetnya hampir saling meniadakan. Angka 2 A **tidak menunjukkan arus las** dan tidak boleh dipakai. Pengukuran diulang dengan **satu kabel** saja.
4. **Tang untuk DC.** Karena mesin inverter menghasilkan arus DC, tang yang dipakai harus mampu membaca DC; tang AC saja akan memberi angka yang tidak benar.

Jawaban: arus nyata 108 A (dalam rentang, 10 % di bawah kenop; kenop dapat disetel sekitar 133 A bila ingin 120 A); pengukuran dua kabel tidak sah dan diulang dengan satu kabel.

❖ PETA KONSEP

Gambar 6.21 merangkum alat ukur, ukuran yang diperiksa, dan cara menilainya.

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



Gambar 6.21 Peta konsep tang ampere, welding gauge, ukuran las sudut dan alur, penetrasi, dan kriteria penerimaan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal tentang ukuran dan alat ukur:

1. **Tentukan apa yang diukur dan apa yang disyaratkan.** Kaki atau leher? Penguat atau penetrasi? Cocokkan jenis ukuran dengan jenis kriteria.
2. Baca **skala dan satuan** (terutama pada kertas berpetak) sebelum menghitung.
3. Untuk las sudut, ingat hubungan $a \approx 0{,}707\,z$ **hanya** untuk kaki sama dan permukaan datar atau cembung. Pada las cekung, pakai leher yang **terukur**.
4. Nilai **setiap kriteria sendiri-sendiri**, dengan memperhatikan kata "minimal", "paling besar", dan rentang. Lolos hanya jika semuanya terpenuhi.
5. Untuk tang ampere, periksa **tiga syarat**: satu kabel, busur menyala, dan jenis tang sesuai jenis arus.

Jebakan khas:

- **Kaki dan tebal leher tertukar.** Syarat leher dibandingkan dengan kaki, atau sebaliknya.
- **Permukaan cembung dianggap membuat leher lebih besar.** Kelebihan logam di atas sisi miring tidak menambah ukuran las.
- **Hanya mengukur titik tertinggi.** Ukuran minimum menentukan; ukur di beberapa tempat.
- **Penetrasi dinilai dari tinggi penguat.** Keduanya berbeda dan diperiksa pada sisi yang berbeda.

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

- **Dua kabel dalam rahang tang ampere**, atau tang AC dipakai untuk arus DC.
- **"Lebih besar pasti lebih aman".** Penguat melebihi batas tetap tidak memenuhi.

Contoh salah tafsir. Sebuah soal menyebut las sudut cekung dengan kaki 9 mm, tebal leher yang terukur 4,6 mm, dan syarat leher minimal 5 mm. Siswa menghitung $0{,}707 \times 9 = 6{,}4$ mm lalu menyimpulkan "lolos". Itu keliru: pada las cekung, leher harus diukur langsung, dan 4,6 mm kurang dari 5 mm. Hasilnya **tidak lolos**.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menanyakan cara memasang tang ampere untuk mengukur arus las yang sebenarnya. Periksa tiga syarat: satu kabel, saat busur menyala, dan jenis tang yang sesuai.

►. Lina curiga arus mesin las berbeda dari angka pada kenop setelan (2027). Ia meminjam tang ampere DC dari ruang alat untuk mengukur arus yang benar-benar mengalir saat ia mengelas.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Cara mengukur yang tepat adalah ....

A. Menjepit kabel elektroda saja dan membaca angka saat busur menyala stabil
B. Menjepit kabel elektroda dan kabel massa sekaligus agar arus terbaca lengkap
C. Menjepit kabel elektroda saat mesin menyala tetapi busur belum dinyalakan
D. Menjepit kabel listrik masuk ke mesin las lalu mencocokkan dengan kenop
E. Menyentuhkan ujung kabel uji ke holder elektroda dan klem massa sekaligus

Pembahasan **Kunci: A**

Konsep: Tang ampere membaca medan magnet di sekitar satu penghantar. Arus las diukur dengan menjepit satu kabel (elektroda atau massa) saat busur menyala.

Langkah:
1. Pilih satu kabel las.
2. Nyalakan busur, tunggu stabil.
3. Baca angka dan bandingkan dengan setelan.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Satu kabel dijepit saat arus las mengalir.
• **B.** ✗ Jebakan: arus di kedua kabel berlawanan arah sehingga medannya saling meniadakan dan tampilan mendekati nol.
• **C.** ✗ Tanpa busur, arus las belum mengalir.
• **D.** ✗ Kabel masuk membawa arus primer yang besarnya berbeda dari arus las.
• **E.** ✗ Cara itu mengukur tegangan dengan kabel uji, bukan arus las, dan berbahaya.

Jawaban: A.

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

✎ LATIHAN

Lima soal berikut melatih penilaian hasil las terhadap kriteria penerimaan, pembedaan kaki dan tebal leher, penilaian penetrasi akar, dan pembacaan penampang berpetak. Kerjakan dengan langkah di bagian Strategi.

1. Benda uji 1G dari pelat 10 mm milik Putri diperiksa pada 2027 dengan kriteria: tinggi penguat las 0–3 mm, penetrasi akar 0–3 mm dan tembus sepanjang sambungan, serta ketidaksebarisan pelat paling besar 1 mm. Hasil ukur: tinggi penguat 2 mm, penetrasi akar 2 mm dan tembus merata, ketidaksebarisan pelat 2 mm.
(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. Benda uji lolos karena penguat dan penetrasi akar, yang menentukan kekuatan las, sudah memenuhi.
- ☐ B. Tinggi penguat 2 mm memenuhi kriteria.
- ☐ C. Ketidaksebarisan 2 mm masih dapat diterima karena hanya 20% dari tebal pelat 10 mm.
- ☐ D. Benda uji tidak lolos karena ketidaksebarisan melebihi 1 mm.
- ☐ E. Penetrasi akar memenuhi kriteria.

2. Gambar kerja menetapkan las sudut "a5", yaitu tebal leher minimal 5 mm (2027). Pemeriksa mengukur hasil las Tegar dengan welding gauge: kedua kaki las 8 mm, tetapi permukaan lasnya cekung dan tebal leher yang terukur langsung 4 mm. Tegar berpendapat lasnya lolos karena kakinya lebih besar dari kebutuhan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Keputusan pemeriksa yang tepat adalah ....

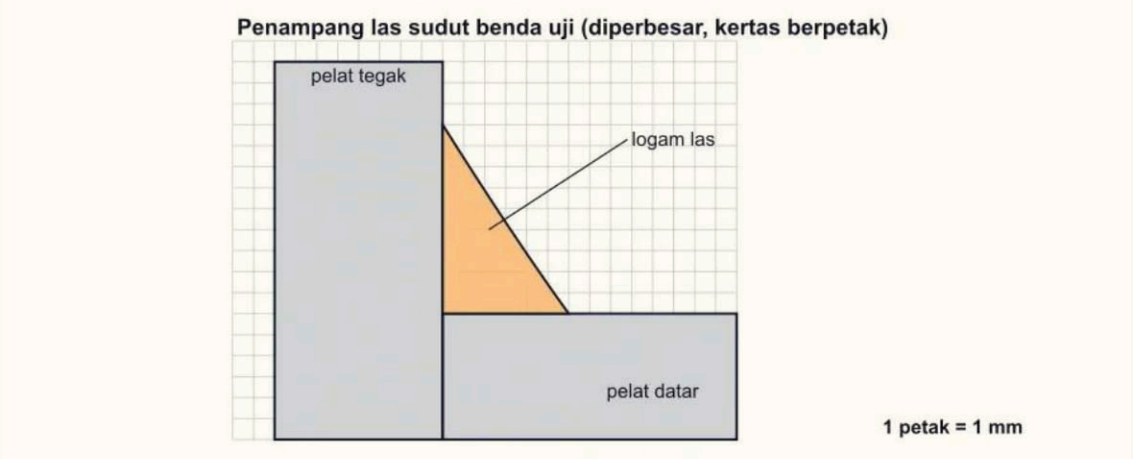
A. Lolos, karena kaki 8 mm lebih besar dari kaki sekitar 7 mm yang dibutuhkan
B. Lolos, karena 0,7 × 8 mm = 5,6 mm sudah melebihi tebal leher 5 mm
C. Tidak lolos, karena kaki las seharusnya tepat 5 mm sesuai angka pada simbol
D. Tidak lolos, karena tebal leher terukur 4 mm kurang dari syarat 5 mm
E. Tidak lolos, karena kaki 8 mm terlalu besar sehingga boros elektroda

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

3. Kriteria latihan 1G tahun 2027: penguat las 0–3 mm dan penetrasi akar harus tembus sepanjang sambungan tanpa ada bagian yang tidak tembus. Pada benda uji Rina, penguat las di sisi depan setinggi 2 mm, tetapi dari sambungan sepanjang 200 mm, di sisi belakang terlihat bagian sepanjang 15 mm yang celah akarnya masih tampak terbuka.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Keputusan yang tepat adalah ....

A. Lolos, karena bagian tidak tembus hanya 15 mm dari 200 mm
B. Lolos, karena penguat sisi depan 2 mm menutupi kekurangan akar
C. Tidak lolos, karena ada bagian akar yang tidak tembus
D. Tidak lolos, karena penguat 2 mm kurang dari batas atas 3 mm
E. Lolos, karena bagian akar lainnya tembus merata dan rapi

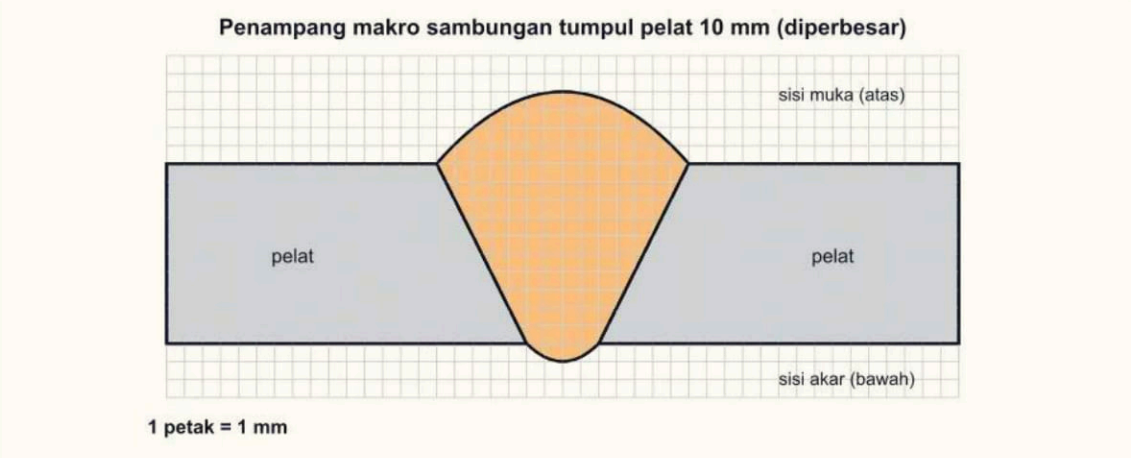
4. Pada 2027, pemeriksa memotong benda uji las sudut milik Arman dan menggambar penampangnya di kertas berpetak untuk mencocokkan hasil pengukuran welding gauge. Kriteria benda uji: setiap kaki las minimal 6 mm dan selisih panjang kedua kaki paling besar 2 mm.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Hasil pembacaan dan keputusan yang tepat adalah ....



A. Kaki 9 mm dan 6 mm; lolos karena kedua kaki minimal 6 mm
B. Kaki 9 mm dan 6 mm; lolos karena rata-rata kakinya 7,5 mm
C. Kaki 8 mm dan 6 mm; lolos karena selisihnya tepat 2 mm
D. Kaki 9 mm dan 6 mm; tidak lolos karena selisih kakinya 3 mm
E. Kaki 9 mm dan 6 mm; tidak lolos karena kaki datar kurang dari 7 mm

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

5. Pada 2027, benda uji 1G milik Nadia dipotong melintang dan dietsa, lalu penampangnya digambar di kertas berpetak seperti pada gambar. Kriteria penerimaan: tinggi penguat las 0–3 mm, penetrasi akar 0–3 mm, dan akar harus tembus.
(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. Penguat las yang lebih tinggi dari batas dapat diterima karena sambungan menjadi lebih kuat.
☐ B. Tinggi penguat las 4 mm sehingga melebihi batas 3 mm.
☐ C. Penetrasi akar 1 mm dan akar tembus sehingga kriteria penetrasi terpenuhi.
☐ D. Penetrasi akar tidak memenuhi karena kurang dari 3 mm.
☐ E. Benda uji tidak lolos karena tinggi penguat melebihi batas.

Kunci singkat: 1. B, D, E 2. D 3. C 4. D 5. B, C, E

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

✔ PERIKSA DIRI

1. Mengapa kedua kabel tidak boleh dimasukkan ke dalam rahang tang ampere sekaligus saat mengukur arus las?
2. Sebuah las sudut sama kaki memiliki kaki 7 mm dan permukaan cekung dengan tebal leher terukur 4,4 mm. Syarat leher minimal 5 mm. Mengapa menghitung $0{,}707 \times 7$ tidak boleh dipakai untuk memutuskan, dan bagaimana keputusannya?

Yang harus kuingat: tang ampere dilingkarkan pada satu kabel saat busur menyala, dan untuk arus DC harus memakai tang yang mampu DC; welding gauge mengukur sudut kampuh, ketidaksebarisan, kaki, leher, penguat, dan undercut; $a \approx 0{,}707\, z$ untuk las sudut sama kaki datar atau cembung, sedangkan las cekung diukur langsung; penguat dan penetrasi akar berbeda; lolos hanya bila semua kriteria terpenuhi.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 6.3: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktpfl&node=SMKTPFL-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 · Inspeksi visual cacat las

SMKTPFL-6.4

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi elemen pengelasan SMAW dasar meminta kamu melakukan **pemeriksaan hasil pengelasan secara visual**: mengenali cacat seperti undercut, porositas, dan overlap, membersihkan hasil las, serta memeriksa dimensi dan penetrasi. Halaman Pusmendik tidak memuat persentase siswa yang menjawab benar secara nasional, dan angka seperti itu tidak boleh dikarang, jadi buku ini tidak mencantumkannya. Salah satu contoh soal resmi memperlihatkan **hasil las yang kasar dan berspatter** pada sebuah gambar, lalu kamu diminta memilih pernyataan yang benar tentang penyebab dan tindakannya. Pada paket latihan buku ini, soal-soal sub bab ini tergolong sulit karena memadukan **gambar, tabel kriteria, dan penalaran penyebab**.

Pola soal yang sering muncul: (1) gambar penampang las dengan beberapa cacat, lalu kamu menamai cacat dan menyebut perbaikannya; (2) tabel hasil pemeriksaan beberapa benda uji terhadap kriteria penerimaan, lalu kamu menentukan mana yang diterima; (3) kasus hasil las bercacat disertai data parameter, lalu kamu menelusuri penyebabnya; (4) kasus sikap kerja, misalnya cacat yang ingin disembunyikan.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan apa yang diperiksa sebelum, selama, dan sesudah mengelas;
- membedakan terak (*slag*) dan percikan (*spatter*) serta membersihkannya dengan alat dan urutan yang benar;
- mengenali undercut, porositas, overlap, retak, kurang penyatuan dan kurang penetrasi, terak terperangkap, serta bentuk manik tidak rata, lengkap dengan penyebab, akibat, dan perbaikannya;
- membaca kriteria penerimaan dan memutuskan hasil las diterima, diperbaiki, atau ditolak;
- menjelaskan mengapa cacat tidak boleh disembunyikan.

◆ KONSEP INTI

Sambungan las sering menahan beban orang: rangka atap, tangga, pagar jembatan penyeberangan, atau tangki. Cacat las yang tidak ditemukan dapat menjadi titik awal patahan bertahun-tahun kemudian. Karena itu las selalu **diperiksa**, dan pemeriksaan paling awal serta paling murah adalah **inspeksi visual**: melihat dengan mata, dibantu penerangan, kaca pembesar, welding gauge, dan penggaris. Inspeksi visual memiliki satu keterbatasan penting: ia hanya melihat **permukaan**. Cacat di dalam las hanya dapat dipastikan lewat pemotongan benda uji latihan atau metode pemeriksaan lain di luar cakupan buku ini. Karena itu, pemeriksa yang

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

baik tahu apa yang dapat dan tidak dapat dilihat. Semua angka dalam sub bab ini adalah **contoh latihan**; pada pekerjaan nyata kamu mengikuti spesifikasi, WPS, dan kriteria penerimaan yang berlaku. Di bengkel, ikuti arahan guru atau pengawas dan petunjuk alat.

1. Inspeksi sebelum, selama, dan sesudah mengelas

Pemeriksaan tidak menunggu las selesai. Gambar 6.22 menunjukkan tiga tahap, dan makin dini cacat ditemukan, makin murah memperbaikinya.



Gambar 6.22 Hal yang diperiksa pada tiga tahap: sebelum, selama, dan sesudah mengelas. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Sebelum mengelas yang diperiksa adalah segala hal yang menentukan hasil sebelum busur menyala: kecocokan bahan dan tebal pelat dengan gambar kerja; kebersihan permukaan (karat, cat, minyak, dan air dibuang); ukuran kampuh (sudut, celah akar, muka akar) dan ketidaksebarisan terhadap WPS, seperti di sub bab 6.1; keadaan las titik; kondisi elektroda (kering, selaput tidak retak atau terkelupas); keadaan kabel dan sambungan klem massa; serta ketersediaan WPS dan APD.

Selama mengelas yang diperhatikan adalah setelan dan bentuk manik tiap jalur: arus (bila perlu diukur dengan tang ampere), panjang busur dan kecepatan jalan yang stabil, jalur akar yang menembus, terak yang dibersihkan setelah tiap jalur, dan panas pelat yang tidak berlebihan antar-jalur (WPS kadang membatasinya). Cacat yang muncul pada jalur tengah harus **dikoreksi sebelum ditutup jalur berikutnya**, sebab setelah tertutup ia tidak terlihat lagi.

Sesudah mengelas terak dan percikan dibersihkan lebih dulu, karena terak menutupi permukaan dan dapat menyembunyikan cacat. Setelah bersih, seluruh panjang las diperiksa di tempat yang terang: bentuk dan kerataan manik, ukuran (dengan welding gauge, sub bab 6.3), cacat permukaan, sisi akar, serta kelurusan benda (distorsi). Hasil dibandingkan dengan kriteria penerimaan, dicatat, lalu diputuskan. Alat bantu yang lazim: senter atau lampu terang, kaca pembesar, cermin kecil untuk sisi yang sulit dilihat, welding gauge, dan penanda untuk memberi

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

tanda lokasi cacat. Penerangan harus cukup terang; standar inspeksi visual menetapkan batas minimumnya (contoh yang lazim disebut sekitar 350 lux ke atas; ikuti ketentuan yang berlaku).

2. Terak dan percikan, dan cara membersihkannya

Dua benda asing mengotori hasil las SMAW. Keduanya mudah tertukar, padahal artinya berbeda (Gambar 6.23).



Gambar 6.23 Terak (slag) menutupi manik, percikan (spatter) menempel di sekitar las, dan alat pembersihnya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Terak (*slag*) adalah **sisa selaput elektroda** yang meleleh lalu membeku sebagai lapisan keras di atas manik. Pada saat mengelas, terak berguna: ia menutupi logam yang masih panas dan melindunginya dari udara. Setelah las mendingin, terak harus **dibuang seluruhnya**, yaitu antara dua jalur dan setelah jalur penutup. Terak yang tertinggal di bawah jalur berikutnya menjadi cacat **terak terperangkap**. Terak yang dibiarkan menutupi las sebelum diperiksa menyembunyikan undercut dan lubang gas.

Percikan (*spatter*) adalah **butiran logam cair yang terlempar dari busur** dan membeku menempel di pelat di sekitar las. Percikan bukan sisa selaput, melainkan logam. Penyebabnya antara lain arus terlalu besar, busur terlalu panjang, elektroda lembap, dan sudut elektroda hampir sejajar pelat. Percikan membuat hasil tampak kasar, menyulitkan pengecatan dan pemeriksaan, dan banyaknya percikan menandakan parameter yang kurang tepat. Cara terbaik adalah **mengurangi sumbernya** dengan memperbaiki setelan. Sebelum mengelas, area sekitar las kadang diberi pelindung cairan anti-percik sesuai arahan guru atau pengawas, supaya percikan mudah lepas.

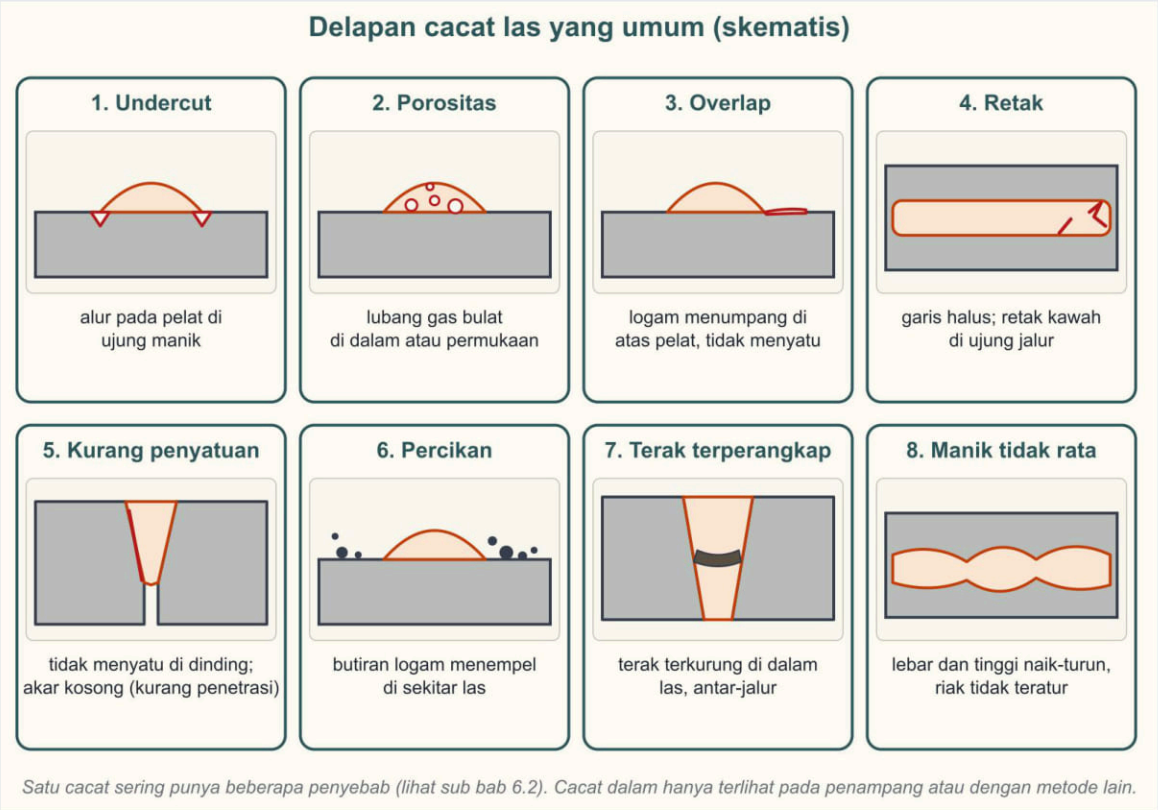
Urutan membersihkan yang aman: (1) **palu terak** dipukulkan ringan dari **sisi samping** manik untuk melepas terak, dengan **kacamata pengaman** karena serpihan panas dan tajam; (2) **sikat kawat** membersihkan sisa terak dan karat tipis sampai logam tampak; (3) **gerinda kecil** hanya bila perlu pada terak atau percikan yang membandel, dengan hati-hati supaya tidak menggerus pelat atau menutupi undercut. Pelat yang baru dilas sangat panas walaupun tidak membara;

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

jangan menyentuhnya sebelum dingin.

3. Cacat las satu per satu

Cacat las (*weld defect*, *discontinuity*) adalah bagian las yang menyimpang dari bentuk atau mutu yang dikehendaki. Tidak semua penyimpangan ditolak: ada yang kecil dan masih dalam batas **kriteria penerimaan** (bagian 5). Gambar 6.24 merangkum delapan cacat yang perlu kamu kenali. Untuk tiap cacat, pelajari lima hal: **bentuknya**, **penyebabnya**, **akibatnya**, **cara memeriksanya**, dan **perbaikannya**. Penyebab di bawah adalah kecenderungan umum; satu cacat sering memiliki beberapa penyebab, seperti di sub bab 6.2.



Gambar 6.24 Delapan cacat las yang umum pada SMAW dasar dan ciri khasnya (penampang atau tampak atas, skematis). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

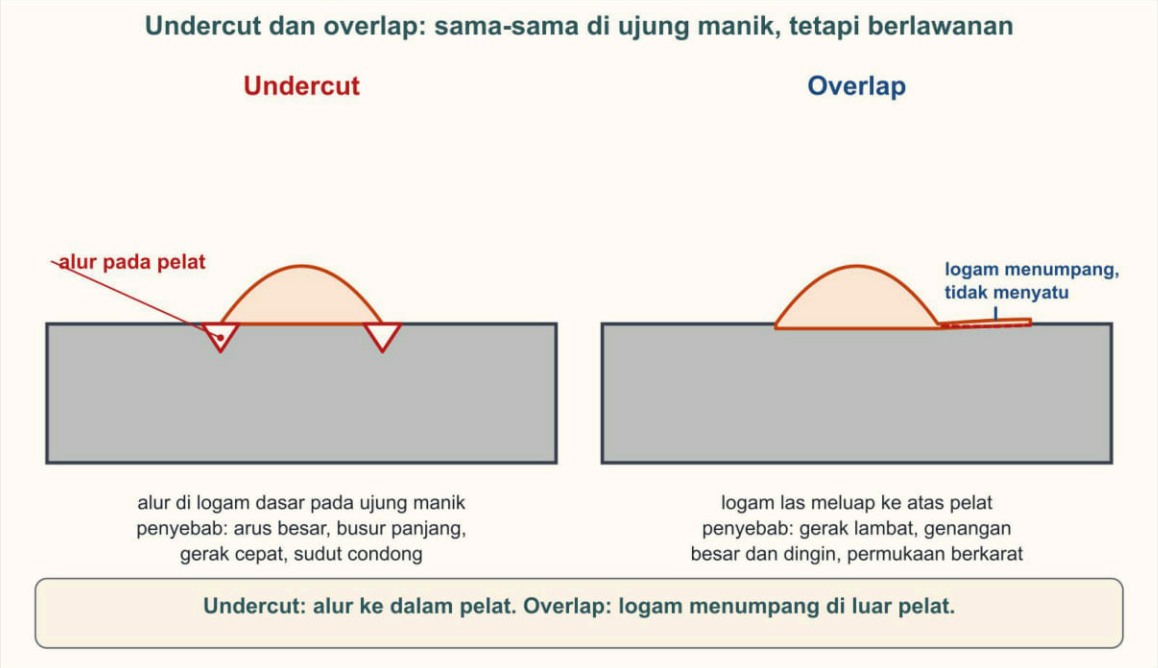
1. Undercut (alur di tepi las). Alur pada **logam dasar** di ujung (*toe*) manik yang tidak terisi logam las. Penyebab: arus terlalu besar, busur terlalu panjang, gerak terlalu cepat, elektroda condong ke satu dinding, atau ayunan tanpa jeda di tepi. Akibat: tebal pelat di tepi berkurang dan alur tajam menjadi tempat berkumpulnya tegangan, sehingga retak lebih mudah muncul. Pemeriksaan: tampak dari atas sebagai alur di sepanjang tepi, kedalamannya diukur dengan welding gauge. Perbaikan: undercut dangkal yang masih di dalam kriteria dapat diterima; yang melebihi kriteria diperbaiki menurut prosedur perbaikan (umumnya dengan jalur tipis tambahan), lalu diperiksa ulang. Penyebabnya diperbaiki lebih dulu.

2. Porositas (lubang gas). Lubang-lubang bulat kecil di permukaan atau di dalam las, yang terbentuk ketika gas terperangkap saat logam cair membeku. Bentuknya dapat berupa satu pori, kelompok pori, atau lubang memanjang. Penyebab: elektroda lembap (terutama hidrogen rendah), cat, minyak, karat, atau air di permukaan, busur terlalu panjang, dan angin yang

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

mengganggu perlindungan busur. Akibat: luas penampang efektif berkurang, dan kelompok pori melemahkan las serta menjadi tempat korosi. Pemeriksaan: pori permukaan terlihat mata; pori di dalam tidak terlihat. Perbaikan: **sumbernya dihilangkan dulu** (elektroda dikeringkan atau diganti, pelat dibersihkan, tempat dilindungi dari angin), bagian berpori digerinda sampai bersih, lalu dilas ulang. Las ulang tidak boleh langsung ditumpuk di atas lubang yang masih ada.

3. Overlap. Logam las yang **meluap ke permukaan pelat** di ujung manik tanpa menyatu dengannya. Dari atas manik tampak "menumpang" seperti bibir. Penyebab: genangan besar dan dingin (gerak terlalu lambat atau arus terlalu kecil untuk kecepatannya), teknik elektroda yang kurang baik, atau karat tebal pada tepi. Akibat: celah tersembunyi di bawah bibir yang menjadi pusat tegangan; bagian itu tidak menyatu. Perbaikan: ujung overlap digerinda sampai ujung manik melandai dan menyatu, atau dibuang lalu dilas ulang menurut prosedur, kemudian diperiksa ulang. Kaitannya dengan undercut: **undercut adalah alur di pelat, overlap adalah logam menumpang di atas pelat**. Keduanya sama-sama di ujung manik, tetapi bentuk dan penyebabnya berlawanan (Gambar 6.25).



Gambar 6.25 Undercut (alur di pelat) dibandingkan dengan overlap (logam menumpang tanpa menyatu), dalam penampang. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

4. Retak. Pecahan memanjang yang sangat sempit pada las atau pada pelat di dekatnya. Bentuk sederhana yang perlu dikenal: retak **memanjang** (sejajar las), **melintang**, dan **retak kawah** di ujung akhir jalur. Penyebab pada tingkat dasar: kawah akhir tidak diisi (busur ditarik tiba-tiba), pendinginan terlalu cepat pada pelat tebal, tegangan susut yang besar (misalnya benda dijepit kuat), dan elektroda lembap. Akibat: **paling berbahaya**, sebab retak dapat merambat sampai sambungan patah. Pemeriksaan: tampak sebagai garis halus; kadang hanya terlihat dengan kaca pembesar dan penerangan miring. Perbaikan: retak **tidak boleh dilas menutupinya**. Retak dibuang sepenuhnya dengan gerinda sampai ujung-ujungnya hilang dan diperiksa, baru dilas ulang menurut prosedur perbaikan yang disetujui. Pada banyak kriteria, retak sama sekali **tidak**

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

diterima.

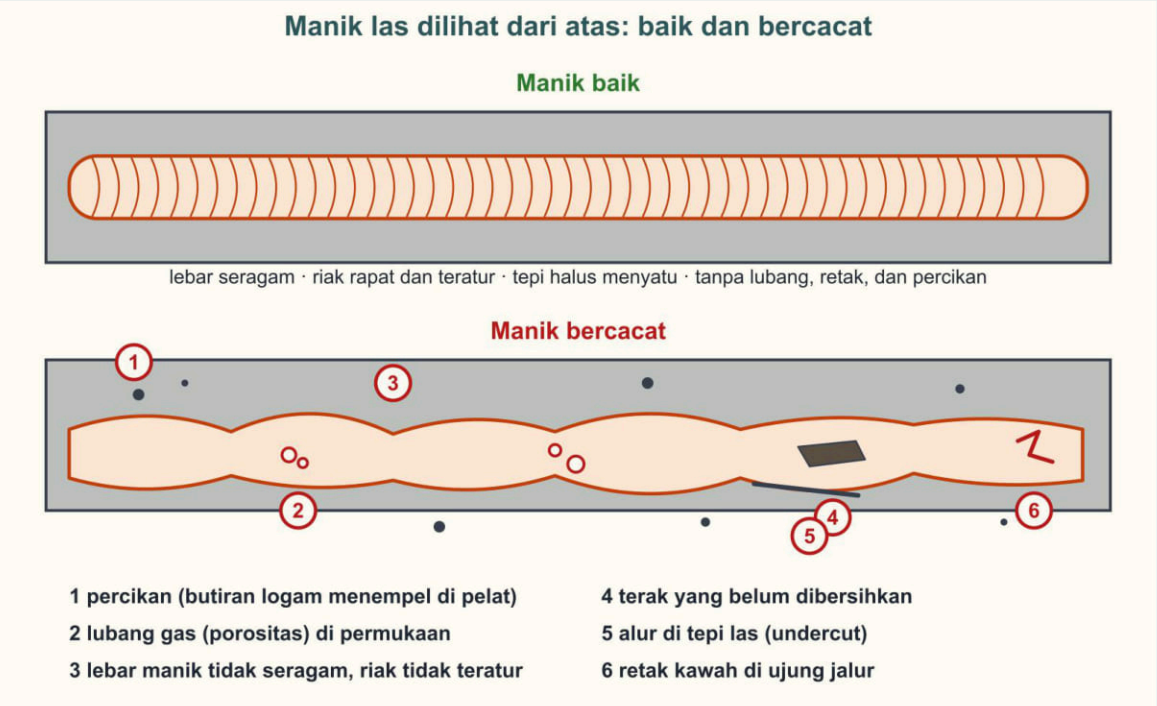
5. Kurang penyatuan dan kurang penetrasi. Dua cacat berbeda yang sering bersama. **Kurang penyatuan** (*lack of fusion*): logam las **tidak menyatu** dengan dinding kampuh atau dengan jalur di bawahnya. **Kurang penetrasi** (*incomplete penetration*): **akar** sambungan tidak terisi atau tidak menyatu, sehingga celah akar masih terlihat. Penyebab: arus terlalu kecil, gerak terlalu cepat, sudut elektroda yang tidak tepat, kampuh terlalu sempit atau celah akar terlalu kecil, muka akar terlalu tebal, elektroda jalur akar terlalu besar, atau permukaan yang kotor. Akibat: bagian yang tidak menyatu mengurangi kekuatan dan menjadi titik awal retak. Pemeriksaan: kurang penetrasi terlihat dari **sisi akar**; kurang penyatuan di dinding sering **tersembunyi** dan hanya terlihat bila muncul di tepi atau pada penampang. Perbaikan: bagian cacat digerinda sampai logam sehat lalu dilas ulang.

6. Percikan. Telah dibahas pada bagian 2: butiran logam yang menempel. Pada banyak kriteria, percikan hanya perlu dibersihkan; tetapi banyaknya percikan adalah **petunjuk** bahwa arus, busur, atau elektroda perlu diperiksa.

7. Terak terperangkap (inklusi terak). Terak yang **terkurung di dalam las**, biasanya di antara dua jalur atau di dasar kampuh. Penyebab: terak tidak dibersihkan antar-jalur, sudut dorong yang membuat terak mendahului kawah, gerak terlalu lambat, atau alur di dinding kampuh yang menjebak terak. Akibat: bagian las yang mestinya logam diisi terak yang rapuh dan lemah. Pemeriksaan: sering tidak terlihat dari permukaan; kadang tampak sebagai garis gelap pada penampang atau pada tepi manik. Perbaikan: dibuang dengan gerinda lalu dilas ulang; penyebabnya (pembersihan dan sudut seret) diperbaiki.

8. Bentuk manik tidak rata. Lebar dan tinggi manik naik-turun, riak tidak teratur, ada cekungan atau kawah yang tidak terisi, atau sambungan antar-batang elektroda yang kasar. Penyebab: tangan tidak stabil, panjang busur dan kecepatan berubah-ubah, posisi tubuh yang tidak nyaman, atau penyetelan yang tidak tepat. Akibat: bagian tipis dapat melanggar ukuran minimum, dan tonjolan serta cekungan menjadi tempat pemusatan tegangan. Perbaikan: bagian yang menonjol digerinda halus, bagian yang kurang diisi, dan teknik dilatih ulang (Gambar 6.26).

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



Gambar 6.26 Manik las yang baik dibandingkan dengan manik bercacat, dilihat dari atas. Skematis. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Ada juga cacat kecil lain, misalnya **bekas busur** (*arc strike*), yaitu bintik leleh pada pelat di luar las akibat elektroda disentuhkan sembarangan. Busur seharusnya dinyalakan hanya di dalam kampuh atau di area yang akan dilas.

4. Kriteria penerimaan

Kriteria penerimaan menyatakan batas cacat yang masih boleh diterima untuk suatu pekerjaan. Kriteria ditentukan oleh spesifikasi, standar, atau pemberi pekerjaan, dan **berbeda-beda** menurut kegunaan sambungan. Pekerjaan yang risikonya tinggi (tangki, perpipaan) memakai kriteria jauh lebih ketat daripada pagar biasa. Tabel berikut adalah **contoh buatan sendiri** (bukan kutipan standar) untuk melatih cara membacanya.

Pemeriksaan	Kriteria (contoh)
Retak	tidak boleh ada
Kurang penyatuan atau kurang penetrasi	tidak boleh ada; akar harus tembus
Overlap	tidak boleh ada
Undercut	kedalaman paling besar 0,8 mm
Porositas permukaan	paling banyak 2 pori per 100 mm las, diameter tiap pori paling besar 1 mm
Terak dan percikan	seluruhnya dibersihkan; tidak ada terak terperangkap yang terlihat
Bentuk manik	lebar seragam, tanpa cekungan atau kawah yang tidak terisi

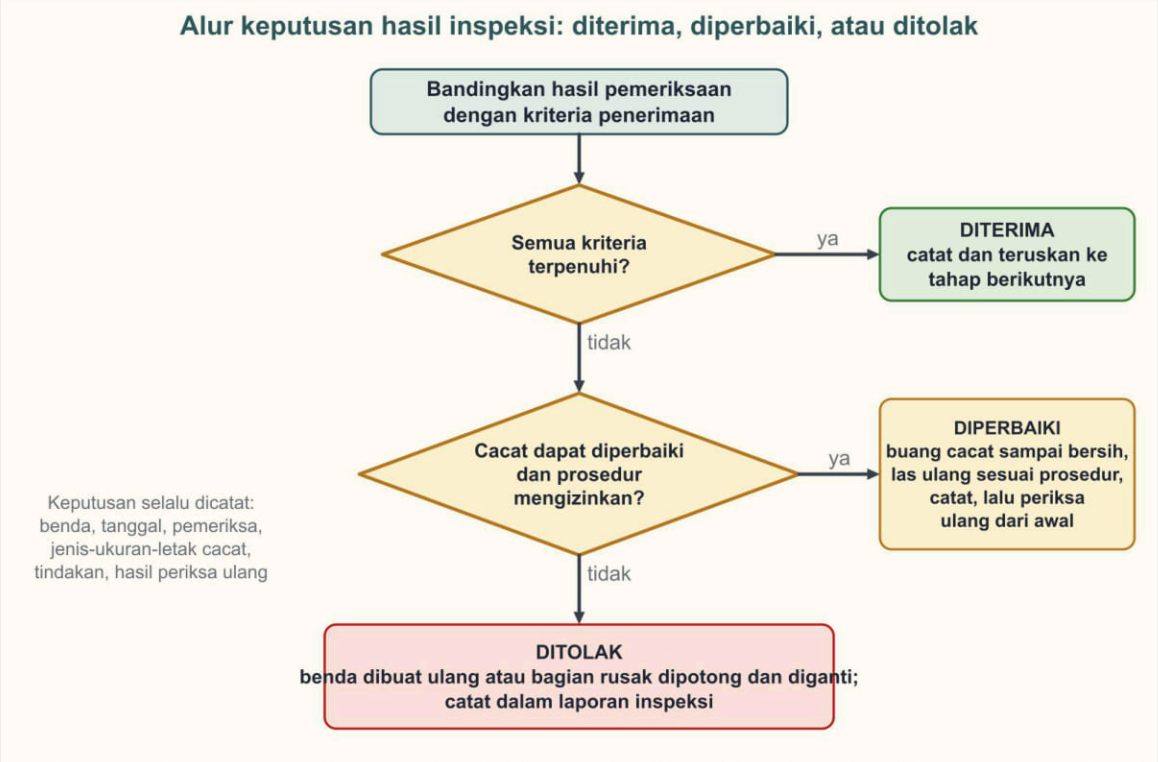
Cara membacanya sama dengan di sub bab 6.3: **setiap baris dinilai sendiri**, dan benda uji

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

diterima **hanya bila semuanya terpenuhi**. Kata "paling besar" berarti nilai itu masih diterima. Baris "tidak boleh ada" berarti satu temuan sudah cukup untuk tidak diterima.

5. Keputusan: diterima, diperbaiki, atau ditolak

Setelah semua pemeriksaan dibandingkan dengan kriteria, pemeriksa memutuskan salah satu dari tiga hal (Gambar 6.27).



Gambar 6.27 Alur keputusan: diterima, diperbaiki, atau ditolak. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Diterima** bila semua kriteria terpenuhi. Hasil dicatat, dan benda diteruskan ke tahap berikutnya (misalnya pengecatan).
- **Diperbaiki** bila ada cacat yang melebihi kriteria tetapi **dapat diperbaiki** dan prosedur mengizinkannya. Cacat dibuang sampai bersih (bukan ditutup), dilas ulang menurut prosedur perbaikan, lalu **diperiksa ulang dari awal** dan dicatat. Spesifikasi sering membatasi berapa kali satu tempat boleh diperbaiki.
- **Ditolak** bila cacat tidak dapat diperbaiki atau perbaikan tidak diizinkan, misalnya retak yang menyebar, kerusakan yang besar, atau batas perbaikan sudah terlewati. Benda dibuat ulang atau bagian yang rusak dipotong dan diganti.

Keputusan dicatat dalam **laporan inspeksi**: identitas benda, tanggal, nama pemeriksa, jenis dan ukuran serta letak cacat, tindakan yang diambil, dan hasil pemeriksaan ulang. Catatan itulah yang membuktikan bahwa sambungan telah diperiksa.

6. Kejujuran inspeksi

Cacat yang ditemukan **tidak boleh disembunyikan**. Kebiasaan buruk yang harus dihindari: menggerinda cacat sampai "tampak rata" tanpa melapor dan mencatat; mengelas ulang diam-

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

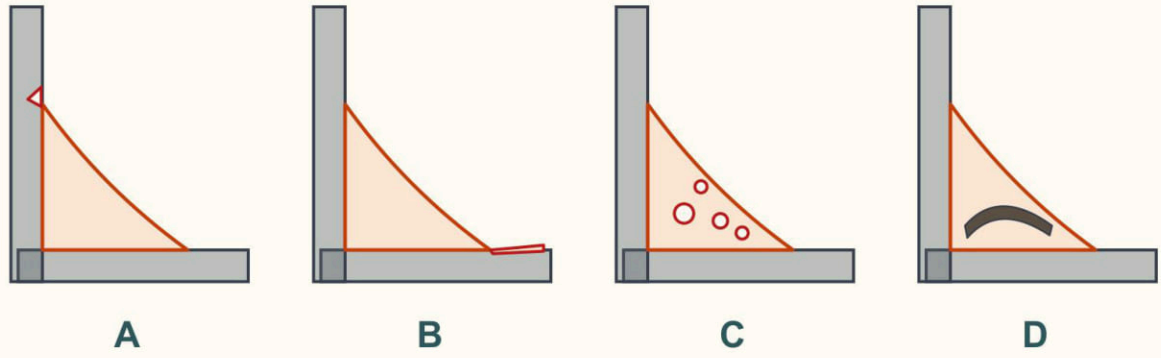
diam; menutup lubang atau alur dengan dempul, cat, atau percikan; atau meminta pemeriksa "memaklumi" karena waktu mendesak. Cacat yang tersembunyi tidak hilang: ia tetap menjadi titik lemah dan baru tampak ketika sambungan gagal, kadang ketika ada orang di bawahnya. Sikap yang benar adalah **melapor, mencatat, dan memperbaiki menurut prosedur**. Juru las yang jujur melaporkan cacatnya sendiri; pemeriksa yang jujur menilai sesuai kriteria, bukan menurut siapa yang membuatnya. Sikap ini bagian dari budaya kerja yang kamu pelajari di Bab 2: keselamatan dan mutu mendahului kecepatan.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Mengidentifikasi cacat dari empat penampang

Pada 2027, empat penampang las sudut hasil latihan dipotong melintang (Gambar 6.28). Penampang A memperlihatkan alur kecil pada pelat tegak tepat di atas ujung las. Penampang B memperlihatkan logam las menumpang di atas pelat datar tanpa menyatu di ujungnya. Penampang C memperlihatkan banyak rongga bulat di dalam logam las. Penampang D memperlihatkan garis gelap di antara dua jalur. Namai cacat tiap penampang dan sebutkan satu penyebab serta satu perbaikan. *(Kasus fiktif.)*

Empat penampang las sudut untuk Contoh 1



Skematis. Cocokkan ciri bentuk dengan nama cacat, lalu telusuri penyebabnya.

Gambar 6.28 Empat penampang las sudut A sampai D untuk Contoh 1. Skematis. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **Pencocokan ciri.** Alur pada **pelat** di ujung las adalah ciri undercut. Logam yang **menumpang** di atas pelat tanpa menyatu adalah ciri overlap. Rongga bulat adalah ciri porositas. Garis gelap di antara jalur adalah ciri terak terperangkap.
2. **Penampang A: undercut.** Penyebab yang mungkin: arus terlalu besar atau elektroda terlalu condong ke pelat tegak. Perbaikan: turunkan arus atau betulkan sudut kerja; bila di luar kriteria, perbaiki menurut prosedur (jalur tipis tambahan) lalu periksa ulang.

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

3. **Penampang B: overlap.** Penyebab: gerak terlalu lambat sehingga genangan besar dan dingin. Perbaikan: percepat gerak; ujung overlap digerinda hingga melandai atau dibuang lalu dilas ulang.
4. **Penampang C: porositas.** Penyebab: elektroda lembap, permukaan kotor, atau busur panjang. Perbaikan: keringkan elektroda dan bersihkan pelat; bagian berpori digerinda dan dilas ulang.
5. **Penampang D: terak terperangkap.** Penyebab: terak tidak dibersihkan antar-jalur. Perbaikan: buang dengan gerinda lalu las ulang; bersihkan terak setelah setiap jalur.
6. **Periksa.** Undercut dan overlap sama-sama di ujung las, tetapi A adalah alur di pelat sedangkan B adalah logam di atas pelat, jadi tidak tertukar.

Jawaban: A undercut, B overlap, C porositas, D terak terperangkap, dengan penyebab dan perbaikan seperti di atas.

Contoh 2 — Memeriksa empat benda uji terhadap kriteria

Pada 2026, empat benda uji las sudut diperiksa dengan kriteria pada tabel bagian 4 (retak tidak boleh ada; undercut paling besar 0,8 mm; pori permukaan paling banyak 2 per 100 mm dengan diameter tiap pori paling besar 1 mm). Hasil: benda 1 undercut 0,6 mm dan satu pori 0,8 mm, tanpa retak. Benda 2 undercut 0,9 mm, tanpa pori, tanpa retak. Benda 3 undercut 0,3 mm, tiga pori 1 mm per 100 mm, tanpa retak. Benda 4 undercut 0,2 mm, tanpa pori, dengan retak kawah 2 mm. Tentukan keputusan tiap benda. *(Kasus fiktif.)*

1. **Benda 1.** Undercut 0,6 mm tidak melebihi 0,8 mm. Satu pori (0,8 mm) memenuhi (paling banyak 2 pori, tiap pori paling besar 1 mm). Tidak ada retak. **Diterima.**
2. **Benda 2.** Undercut 0,9 mm melebihi 0,8 mm. Kriteria lain terpenuhi, tetapi satu yang gagal sudah cukup. **Tidak diterima langsung**; diperbaiki menurut prosedur (jalur tipis) lalu diperiksa ulang.
3. **Benda 3.** Jumlah pori tiga, melebihi batas paling banyak dua, meski diameter tiap pori 1 mm memenuhi. **Tidak diterima langsung**; bagian berpori digerinda dan dilas ulang setelah sumber gas diperiksa.
4. **Benda 4.** Undercut 0,2 mm memenuhi, tetapi retak dilarang sama sekali. **Tidak diterima**; retak dibuang sampai bersih (bukan ditutup) lalu dilas ulang menurut prosedur perbaikan, dan diperiksa ulang. Bila perbaikan tidak diizinkan, benda ditolak.
5. **Periksa.** Hanya benda 1 yang diterima tanpa tindakan.

Jawaban: benda 1 diterima; benda 2 dan 3 diperbaiki lalu diperiksa ulang; benda 4 dibuang retaknya, diperbaiki bila prosedur mengizinkan, atau ditolak.

Contoh 3 — Menelusuri penyebab hasil las kasar berspatter

Pada 2027, Marsha mengelas las sudut dengan E7018 Ø3,2 mm (rentang contoh 100–140 A) pada pelat yang sebagian berkarat. Arusnya 150 A, panjang busur kira-kira dua kali diameter kawat inti, dan elektrodanya dari kotak yang sudah terbuka seminggu. Hasilnya: manik kasar, banyak percikan, riak tidak teratur, dan beberapa lubang kecil di permukaan. Tentukan penyebab, tindakan, dan keputusan awal. *(Kasus fiktif.)*

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

1. **Cocokkan data dengan gejala.** Arus 150 A melebihi rentang 100–140 A: menimbulkan percikan dan manik kasar. Busur dua kali diameter terlalu panjang: percikan dan lubang gas. Elektroda hidrogen rendah dari kotak yang terbuka seminggu kemungkinan lembap: lubang gas. Pelat berkarat: lubang gas.
2. **Hitung selisih arus.** $150 - 140 = 10$ A di atas batas atas.
3. **Penyebab.** Ada lebih dari satu: arus terlalu besar, busur terlalu panjang, elektroda lembap, dan pelat kotor. Gejala porositas bergantung pada tiga penyebab terakhir.
4. **Tindakan.** Turunkan arus ke dalam rentang (misalnya sekitar 115–125 A); pendekkan busur sampai kira-kira satu diameter atau kurang; keringkan elektroda sesuai petunjuk kemasan atau ganti dengan yang kering; bersihkan karat sampai mengilap.
5. **Keputusan awal.** Lubang permukaan melanggar kriteria "tidak boleh ada porositas atau hanya dalam batas". Las **tidak diterima** dalam keadaan ini. Percikan dan terak dibersihkan, bagian berpori digerinda sampai bersih, dilas ulang setelah perbaikan di atas, dan diperiksa ulang serta dicatat.

Jawaban: penyebab arus terlalu besar (10 A di atas rentang), busur terlalu panjang, elektroda lembap, dan pelat berkarat; tindakannya memperbaiki keempatnya; benda diperbaiki lalu diperiksa ulang.

Contoh 4 — Keputusan yang jujur

Pada 2027, Elang menemukan overlap sepanjang 4 cm di ujung sebuah las pada rangka yang sudah hampir diserahkan. Kriteria menyatakan overlap tidak boleh ada. Ia tahu bahwa menggerinda sedikit akan membuatnya tampak rata. Pemeriksa baru datang besok. Apa langkah yang benar? *(Kasus fiktif.)*

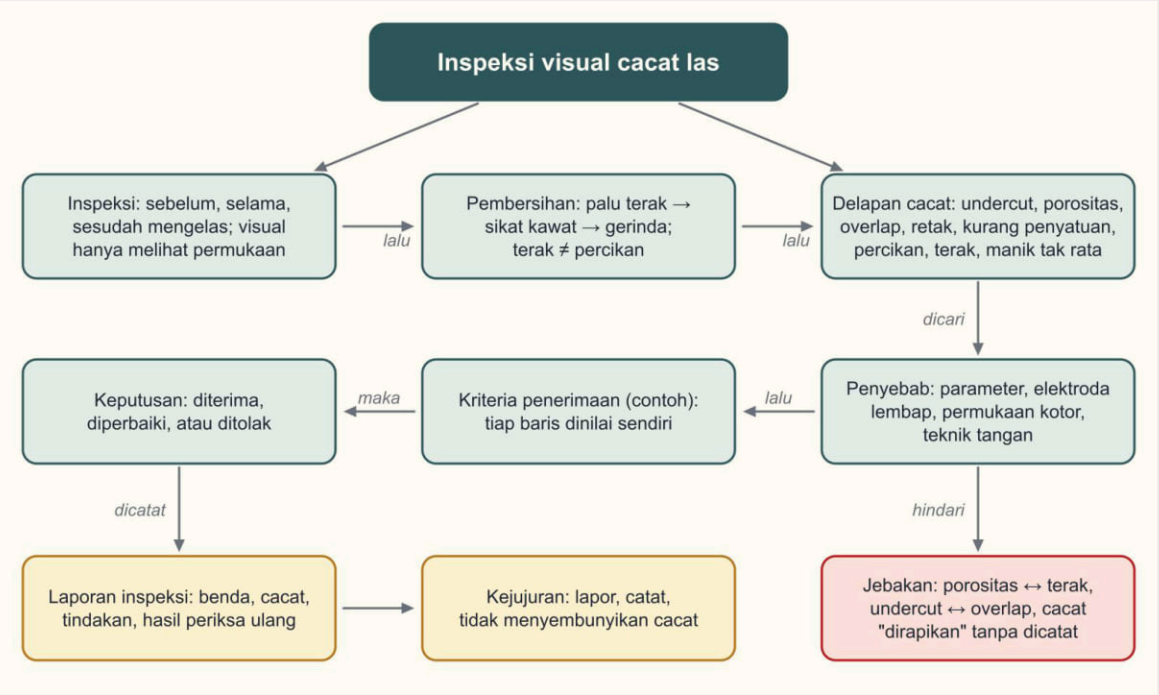
1. **Bandingkan dengan kriteria.** Overlap tidak boleh ada, jadi hasilnya tidak memenuhi.
2. **Pertimbangkan pilihan.** (a) Menggerinda diam-diam sampai rata, lalu diam: cacat dan penyebabnya tidak tercatat, dan bila di bawahnya ada kurang penyatuan, ia tersembunyi. (b) Menutup dengan cat atau percikan: menyembunyikan cacat. (c) **Melapor**, menandai lokasi, menunggu arahan prosedur perbaikan, lalu memperbaiki dan memeriksa ulang.
3. **Pilih yang jujur.** Pilihan (c). Cacat dicatat di laporan inspeksi dengan lokasi dan ukurannya; perbaikan mengikuti prosedur dan diperiksa ulang oleh pemeriksa.
4. **Alasan.** Mutu dan keselamatan bergantung pada catatan yang benar, bukan pada penampilan.

Jawaban: Elang melapor dan memperbaiki menurut prosedur, bukan menyembunyikan overlap.

❖ PETA KONSEP

Gambar 6.29 merangkum inspeksi, cacat, dan keputusan pada sub bab ini.

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



Gambar 6.29 Peta konsep inspeksi visual: tiga tahap inspeksi, pembersihan, delapan cacat, kriteria, keputusan, dan kejujuran. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal inspeksi visual:

1. **Namai cacatnya dari ciri bentuknya:** alur di pelat (undercut), logam menumpang (overlap), lubang bulat (porositas), garis memanjang halus (retak), garis gelap antar-jalur (terak terperangkap), akar tidak tembus (kurang penetrasi).
2. Telusuri **penyebabnya** dengan data di soal (arus, busur, kondisi elektroda, kebersihan, kecepatan, sudut), seperti di sub bab 6.2. Satu cacat dapat punya beberapa penyebab.
3. Untuk tabel hasil, **nilai setiap kriteria sendiri-sendiri**, dengan memperhatikan "paling besar", "tidak boleh ada", dan jumlah.
4. Pilih **tindakan yang membuang cacat dan memperbaiki sumbernya**, bukan yang menutupinya, dan ingat bahwa perbaikan dicatat serta diperiksa ulang.
5. Pada soal sikap, pilih **melapor dan mencatat**.

Jebakan khas:

- **Porositas dikira terak.** Porositas adalah lubang gas (bulat, berongga); terak terperangkap adalah garis atau gumpalan terak di antara jalur.
- **Undercut dan overlap tertukar.** Undercut: alur di pelat. Overlap: logam menumpang di atas pelat.
- **Cacat "dirapikan" dengan gerinda tanpa dicatat.** Itu menyembunyikan cacat, bukan memperbaikinya.

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

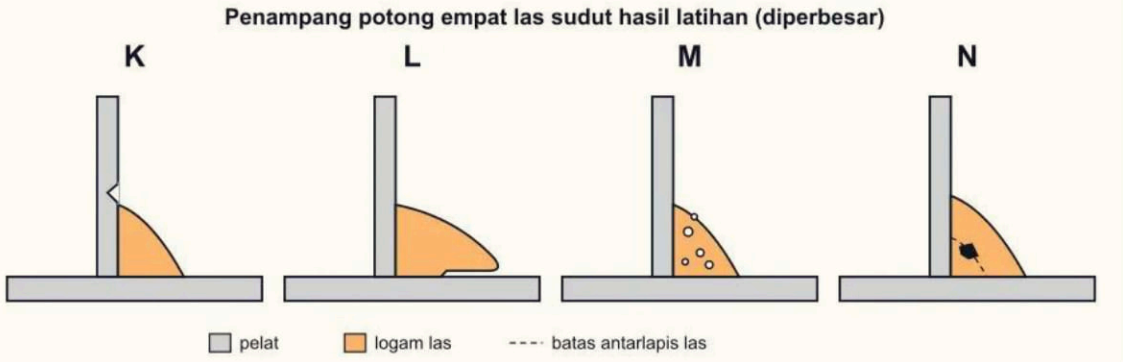
- **Elektroda lembap tidak dicurigai** sebagai penyebab porositas, padahal salah satu penyebab utama.
- **Percikan dianggap tidak berarti.** Banyaknya percikan menunjukkan parameter yang salah; dan terak/percikan yang belum dibersihkan menghalangi pemeriksaan.
- **Retak ditutup dengan las baru.** Retak harus dibuang dulu.

Contoh salah tafsir. Sebuah soal menyebut permukaan las dipenuhi lubang kecil bulat. Siswa menjawab "terak terperangkap karena pembersihan antar-jalur kurang". Itu keliru: lubang bulat di permukaan menunjukkan **porositas**, dan penyebabnya dicari pada elektroda lembap, permukaan kotor, busur panjang, atau angin. Terak terperangkap berbentuk garis atau gumpalan di antara jalur dan jarang terlihat dari luar.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menyajikan gambar empat penampang las sudut, lalu meminta kamu mengenali penampang yang cocok dengan data cara mengelas beserta perbaikannya. Cocokkan ciri bentuk dengan cacatnya, lalu cocokkan penyebab dengan data pada soal.

►. Empat siswa membuat las sudut sambungan T dari pelat baja 8 mm pada latihan 2027, lalu benda latihannya dipotong melintang. Gambar memperlihatkan penampang keempat hasil las. Andi mengelas satu lapis dengan arus jauh di bawah rentang anjuran dan menggerakkan elektroda sangat lambat.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penampang yang paling mungkin milik Andi beserta perbaikannya adalah ....



A. Penampang K; arus diturunkan dan busur diperpendek
B. Penampang M; elektroda dikeringkan dan busur diperpendek
C. Penampang L; arus diturunkan dan gerak elektroda diperlambat
D. Penampang L; arus dinaikkan sesuai anjuran dan gerak dipercepat
E. Penampang N; terak dibersihkan tiap lapis dan arus diturunkan sedikit

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

Pembahasan **Kunci: D**

Konsep: Overlap (logam las meluap menutupi permukaan pelat tanpa melebur) disebabkan arus terlalu rendah dan gerak terlalu lambat. Undercut = alur di tepi las akibat arus/busur berlebih. Porositas = rongga gas bulat. Terak terperangkap = bahan nonlogam di antara lapis las.

Langkah:

1. K: alur pada pelat tegak di tepi las → undercut.
2. L: logam las meluap di atas pelat dasar tanpa melebur → overlap.
3. M: rongga bulat → porositas. N: bercak gelap di antara dua lapis → terak terperangkap.
4. Arus rendah + gerak lambat → overlap (L); perbaikan: arus dinaikkan ke rentang anjuran, gerak dipercepat.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: perbaikannya cocok untuk undercut (K), tetapi undercut timbul karena arus besar, bukan arus rendah seperti pada las Andi.
• **B.** ✗ Porositas berkaitan dengan elektroda lembap atau busur panjang, bukan arus rendah dan gerak lambat.
• **C.** ✗ Jebakan: penampangnya benar, tetapi perbaikannya terbalik; arus lebih rendah dan gerak lebih lambat memperparah overlap.
• **D.** ✓ Cacat dan perbaikannya sesuai penyebab.
• **E.** ✗ Penampang N berlapis dua, sedangkan Andi mengelas satu lapis; menurunkan arus juga memperburuk terak terperangkap.

Jawaban: D.

✎ LATIHAN

Dua soal berikut melatih penelusuran penyebab cacat dari data dan pemeriksaan hasil terhadap kriteria dalam tabel.

1. Pada 2027, Bayu mengelas rangka tandon air di atap gedung yang berangin dengan elektroda E7018 dari kotak yang sudah terbuka dua hari. Arusnya berada di tengah rentang anjuran. Sebagian pelat masih berlapis cat dan sedikit minyak. Hasil las memperlihatkan banyak lubang kecil di permukaan las.
(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. Lubang kecil itu lebih mungkin muncul karena busur terlalu pendek sehingga gas tidak sempat keluar.
☐ B. Angin dapat meniup gas pelindung dari salutan sehingga udara masuk ke kawah las.
☐ C. Elektroda hidrogen rendah yang lembap melepaskan uap air sehingga terbentuk gelembung gas.
☐ D. Cat dan minyak di permukaan pelat harus dibersihkan karena terbakar menjadi gas yang terperangkap.
☐ E. Setelah sumber gas dihilangkan, bagian berpori langsung dilas ulang di atasnya tanpa digerinda.

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

2. Pada 2027, inspektor bengkel memeriksa empat benda uji las sudut secara visual dengan kriteria: kedalaman undercut paling besar 0,5 mm, tidak boleh ada porositas di permukaan, dan tidak boleh ada retak. Hasil pemeriksaan disajikan pada tabel.

Benda uji	Kedalaman undercut (mm)	Porositas permukaan	Retak
1	0,5	tidak ada	tidak ada
2	0,6	tidak ada	tidak ada
3	0,4	1 pori Ø1 mm	tidak ada
4	0,2	tidak ada	retak kawah 3 mm

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Benda uji yang diterima adalah ....

A. Benda uji 1 dan 3
B. Benda uji 1 dan 4
C. Benda uji 1 saja
D. Benda uji 1, 3, dan 4
E. Benda uji 2 dan 4

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

✔ PERIKSA DIRI

1. Apa beda undercut dan overlap dari bentuknya, dan sebutkan satu penyebab untuk masing-masing?
2. Sebuah benda uji lolos semua kriteria kecuali ada retak kawah 2 mm. Apa keputusannya, dan mengapa retak tidak boleh langsung ditutup dengan las baru?

Yang harus kuingat: inspeksi dilakukan sebelum, selama, dan sesudah mengelas, dan inspeksi visual hanya melihat permukaan; terak adalah sisa selaput elektroda dan percikan adalah butiran logam; undercut adalah alur di pelat, overlap adalah logam menumpang, porositas adalah lubang gas, retak harus dibuang dulu; kurang penetrasi terlihat dari sisi akar; setiap kriteria dinilai sendiri dan diterima hanya bila semuanya terpenuhi; keputusan adalah diterima, diperbaiki, atau ditolak; cacat tidak boleh disembunyikan, harus dilapor dan dicatat.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 6.4: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktpfl&node=SMKTPFL-6.4

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

Kuis Akhir Bab 6

SMKTPFL-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-smktpfl&node=SMKTPFL-KB6

1. Regu praktik menyiapkan benda uji kampuh V pelat baja 10 mm untuk posisi 1G pada 2027. WPS yang menjadi acuan menetapkan sudut kampuh 60° (toleransi ±5°), celah akar 2–3 mm, muka akar 1–2 mm, dan ketidaksebarisan pelat paling besar 1 mm. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)* Langkah persiapan yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

- ☐ A. Memeriksa sudut kampuh, celah akar, dan muka akar dengan alat ukur sebelum las titik
- ☐ B. Memakai celah akar 4 mm agar logam las lebih mudah menembus
- ☐ C. Memasang las titik di kedua ujung sambungan agar celah dan kesebarisan tertahan
- ☐ D. Menerima ketidaksebarisan pelat berapa pun karena akan tertutup jalur penutup
- ☐ E. Membersihkan karat, minyak, dan cat dari bidang kampuh dan sekitarnya hingga logam bersih

2. WPS latihan 1G pada 2027 menetapkan: pelat 10 mm, elektroda E7018 Ø3,2 mm, arus 110–130 A, sudut kampuh 60° ± 5°, celah akar 2–3 mm, muka akar 1–2 mm. Pengawas mencatat hasil persiapan empat siswa.

Siswa	Sudut kampuh	Celah akar	Muka akar	Arus yang disetel
Ali	58°	2,5 mm	1,5 mm	140 A
Beta	63°	4 mm	1 mm	120 A
Cici	52°	2 mm	1,5 mm	115 A
Dedi	60°	2,5 mm	3 mm	125 A
Eka	62°	2,5 mm	1,5 mm	120 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.)
Siswa yang persiapannya seluruhnya sesuai WPS adalah ....

A. Ali, karena sudut, celah akar, dan muka akarnya memenuhi WPS semuanya
B. Beta, karena sudut dan arus yang ia pakai sesuai dengan WPS
C. Cici, karena celah akar dan arus yang ia pakai sesuai dengan WPS
D. Dedi, karena sudut, celah akar, dan arus yang ia pakai sesuai WPS
E. Eka, karena seluruh nilainya berada di dalam rentang yang ditetapkan WPS

3. Hasil las sudut posisi 1F milik Gita pada 2027 berupa manik yang sempit, tipis, dan bergaris halus seperti tangga, serta kurang menyatu di dasar sambungan. Arus dan panjang busur sudah sesuai rentang kotak elektroda.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penyebab paling mungkin adalah ....

A. Kecepatan jalan terlalu lambat sehingga logam cair menumpuk di sambungan
B. Arus terlalu tinggi sehingga pelat menjadi cepat tembus dan berlubang
C. Elektroda lembap sehingga banyak gas terperangkap di dalam logam las
D. Kecepatan jalan terlalu cepat sehingga logam las tidak sempat menyatu
E. Sudut jalan terlalu kecil sehingga busur bergerak di luar sambungan

4. Lembar penilaian uji kompetensi SMAW pada 2027 menyebut dua benda uji: pelat disambung dengan las sudut posisi 1F dan pelat disambung dengan las alur (kampuh V) posisi 1G. Siswa diminta menjelaskan arti kedua kode itu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penjelasan yang paling tepat adalah ....

A. 1F berarti las alur posisi tegak dan 1G berarti las sudut posisi atas kepala
B. 1F berarti las alur dan 1G berarti las sudut, keduanya pada posisi datar
C. 1F berarti las sudut (fillet) posisi datar; 1G las alur (groove) posisi datar
D. 1F dan 1G sama-sama berarti pengelasan pada pelat yang tebalnya 1 mm
E. 1F berarti elektroda nomor 1 dan 1G berarti kabel nomor 1 pada mesin

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

5. Pada las sudut posisi 1F pelat 8 mm, Herman mendapati alur di tepi atas manik pada pelat tegak (undercut) dan manik tampak lebar, dengan percikan lebih banyak dari biasanya (2027). Arus yang ia setel mendekati batas atas rentang dan busurnya agak panjang.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan perbaikan yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Menurunkan arus ke bagian tengah rentang pada kotak elektroda
☐ B. Memanjangkan busur agar logam las menyebar lebih luas ke tepi
☐ C. Memendekkan busur hingga sekitar sama dengan diameter inti elektroda
☐ D. Mempercepat jalan sedikit demi sedikit sampai manik hanya setipis garis
☐ E. Berhenti sejenak di tepi pelat tegak dan mengatur sudut kerja agar logam cair mengisi alur

6. Saat berlatih mengelas pelat 6 mm pada 2027, elektroda Ozi sering lengket pada pelat dan manik las yang terbentuk sempit, menggunung, serta tidak menyatu dengan baik di tepinya. Arus yang ia setel jauh di bawah rentang pada kotak elektroda.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penyebab paling mungkin dari gejala itu adalah ....

A. Arus terlalu tinggi sehingga logam cair menjadi terlalu encer dan menyebar
B. Arus terlalu rendah sehingga panas tidak cukup melelehkan pelat dan elektroda
C. Kecepatan jalan terlalu cepat sehingga manik menjadi lebar dan datar
D. Elektroda terlalu besar untuk ketebalan pelat sehingga terjadi tembus
E. Busur terlalu panjang sehingga elektroda tidak dapat menyentuh pelat

7. Rani akan mengelas dua pelat baja 10 mm berkampuh V posisi 1G sesuai WPS dengan tiga jalur: jalur akar, jalur pengisi, dan jalur penutup (2027). Setelah tiap jalur ia menggerinda atau menyikat permukaan seperlunya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Urutan kerja yang paling tepat adalah ....

A. Jalur akar, bersihkan terak, jalur pengisi, bersihkan terak, lalu jalur penutup
B. Jalur penutup, jalur pengisi, lalu jalur akar agar permukaan rapi lebih dahulu
C. Jalur akar, jalur pengisi, jalur penutup, lalu terak dibersihkan sekaligus di akhir
D. Jalur pengisi, jalur akar, bersihkan terak, lalu jalur penutup
E. Ketiga jalur dikerjakan bergantian di sepanjang pelat tanpa membersihkan terak

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

8. Setelah kampuh V dilas penuh pada 2027, kedua pelat uji milik Toni terangkat membentuk sudut di sepanjang sambungan. Guru menjelaskan penyebab dan cara pencegahannya kepada 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
Distorsi sudut terjadi karena logam las menyusut saat mendingin dan menarik pelat ke arah jalur las.	○	○
Menaikkan arus sebesar mungkin akan mengurangi distorsi karena pengelasan selesai lebih cepat.	○	○
Las titik, penjepit, dan pengaturan awal sudut pelat membantu mengurangi distorsi.	○	○

9. Alat ukur las bengkel sekolah (welding gauge dan tang ampere) dipakai bergantian oleh banyak regu pada 2027. Guru ingin alat itu tetap akurat dan aman.
(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. Menyimpan welding gauge di tempat kering dan tidak menjatuhkan atau membengkokkannya
☐ B. Memakai tang ampere AC untuk mengukur arus searah karena rahangnya sama
☐ C. Memeriksa kondisi tang ampere (kabel pengukur, rahang, baterai) sebelum dipakai
☐ D. Mengukur arus dengan tang ampere pada kabel yang isolasinya terkelupas
☐ E. Membersihkan welding gauge dari serbuk logam dan oli setelah dipakai

10. Guru meminta Yoga mengukur arus las yang mengalir saat mesin dipakai mengelas pada 2027. Mesin memiliki kabel holder dan kabel klem massa. Tang ampere yang dipinjam mampu mengukur arus searah.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Cara memasang tang ampere yang benar adalah ....

A. Mengapit kedua kabel (holder dan klem massa) sekaligus di dalam rahang tang
B. Mengapit hanya satu kabel di dalam rahang tang, lalu membaca saat mengelas
C. Menyentuhkan ujung rahang pada selaput elektroda yang sedang menyala
D. Memutus kabel lalu menyambungkan tang ampere seri dengan kabel itu
E. Memasang tang pada kabel listrik masuk 220 V untuk membaca arus las

11. Gambar kerja sebuah braket menetapkan las sudut dengan tebal leher minimal 6 mm (simbol a6) pada 2027. Pemeriksa mengukur dengan welding gauge: kedua kaki las 8 mm dan permukaan las datar. Untuk las sudut berkaki sama dengan permukaan datar, tebal leher a ≈ 0,707 × panjang kaki.

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

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penilaian yang tepat terhadap hasil las itu adalah ....

A. Memenuhi syarat karena kaki 8 mm lebih besar daripada 6 mm
B. Memenuhi syarat karena tebal leher sama dengan kaki 8 mm
C. Tidak memenuhi syarat karena tebal leher sekitar 8 × 2 = 16 mm terlalu besar
D. Tidak memenuhi syarat karena tebal leher sekitar 5,7 mm, kurang dari 6 mm
E. Tidak dapat dinilai karena welding gauge hanya mengukur kaki, bukan leher

12. Setelah pelat uji 1G dilas pada 2027, guru meminta siswa memeriksa bagian dasar sambungan pada sisi belakang pelat untuk melihat apakah logam las menembus sampai ke bawah.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Yang diperiksa guru itu disebut ....

A. Penetrasi akar, yaitu kedalaman logam las menembus dasar sambungan
B. Tinggi penguat, yaitu tonjolan logam las di atas permukaan pelat
C. Kaki las, yaitu panjang sisi las sudut yang menempel pada pelat
D. Undercut, yaitu alur pada logam induk di sepanjang tepi manik las
E. Ketidaksebarisan, yaitu selisih tinggi kedua pelat yang disambung

13. Lina curiga arus las pada mesin bengkel sekolah tidak sama dengan angka pada kenop setelan (2027). Gurunya menyarankan memakai tang ampere.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Fungsi tang ampere dalam pemeriksaan itu adalah ....

A. Mengukur tegangan listrik antara holder dan benda kerja
B. Mengukur ketebalan pelat yang akan dilas dengan teliti
C. Mengukur panjang busur yang terbentuk saat mengelas
D. Menjepit elektroda agar tidak bergeser saat mengelas
E. Mengukur arus yang benar-benar mengalir pada kabel las

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

14. Regu inspeksi bengkel sekolah memakai welding gauge untuk memeriksa hasil las sudut dan las alur pada 2027. Guru meminta siswa menyebutkan cara memakai yang benar. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Cara pemakaian yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

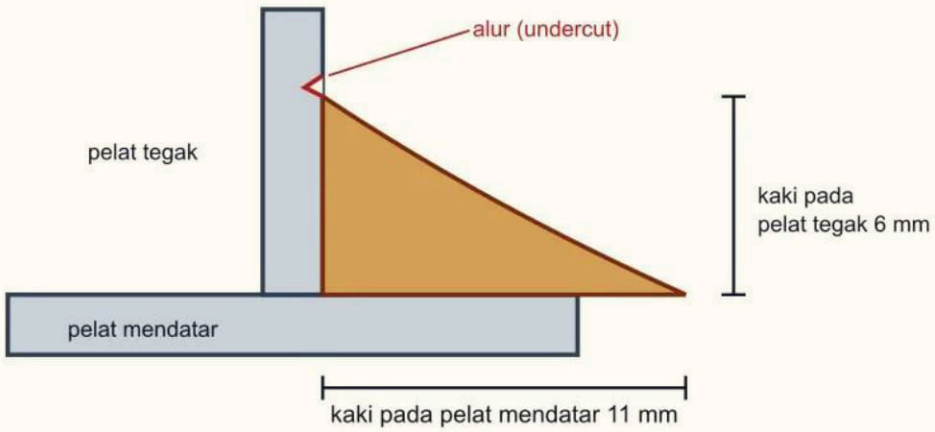
Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Membersihkan terak dan percikan dari permukaan las sebelum mengukur
☐ B. Mengukur hanya di satu titik yang paling tinggi lalu menganggap seluruh sambungan sama
☐ C. Mengukur di beberapa titik sepanjang sambungan, termasuk bagian awal dan akhir jalur
☐ D. Memilih bagian gauge yang sesuai dengan jenis ukuran (kaki, tinggi penguat, atau sudut)
☐ E. Mengukur las yang masih merah membara agar hasilnya langsung terbaca

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

15. Gambar di bawah memperlihatkan penampang las sudut sambungan T hasil Rudi pada 2027: kaki pada pelat mendatar 11 mm, kaki pada pelat tegak 6 mm, dan ada alur (undercut) di pelat tegak. Rudi mengaku elektroda ia pegang dengan sudut sekitar 60° terhadap pelat tegak, sehingga condong ke arah pelat mendatar. Arus dan kecepatan jalannya sesuai petunjuk.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penyebab yang paling mungkin dan tindakan perbaikannya adalah ....



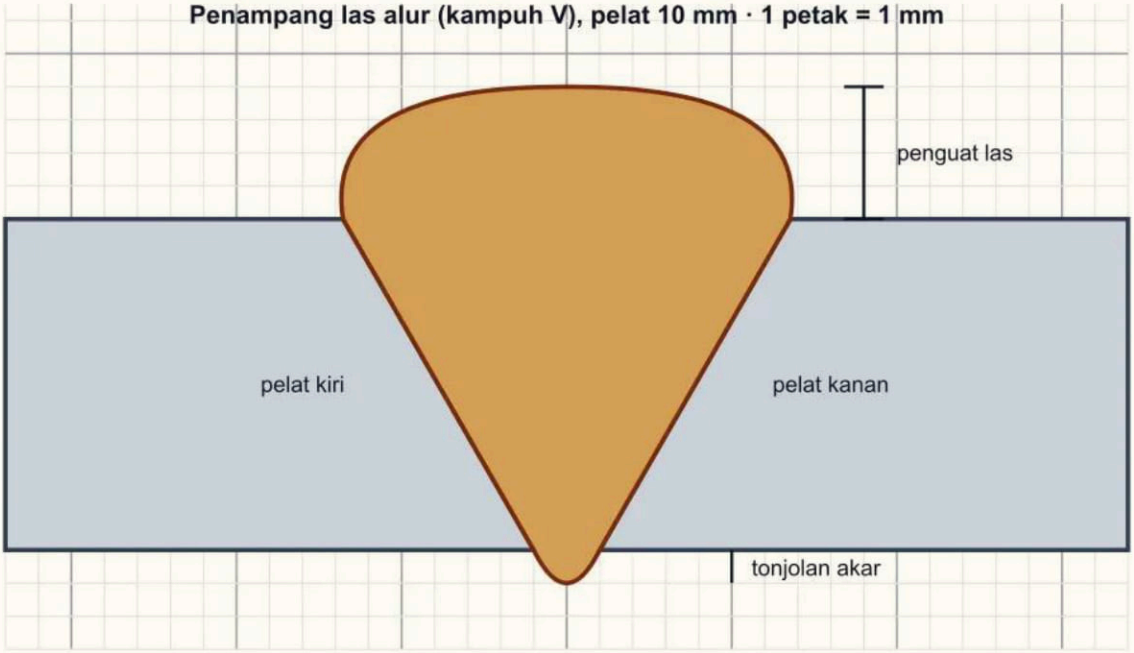
A. Sudut kerja terlalu condong ke pelat mendatar; kembalikan mendekati 45° terhadap kedua pelat
B. Arus terlalu rendah; arus dinaikkan supaya logam las menyebar lebih luas ke pelat tegak
C. Kecepatan jalan terlalu cepat; jalan diperlambat sampai kedua kaki menjadi sama panjang
D. Elektroda lembap; elektroda diganti dengan elektroda lain yang lebih kering dan baru
E. Busur terlalu pendek; busur dipanjangkan agar logam las lebih mudah mengalir ke pelat tegak

16. Hasil las posisi 1G milik Wira pada 2027 menunjukkan banyak lubang kecil di permukaan manik sepanjang sambungan, disertai percikan lebih banyak dari biasanya. Pelat bersih dan arus serta panjang busur sesuai petunjuk. Elektroda E7018 yang ia pakai diambil dari kotak yang sudah terbuka beberapa hari di tempat lembap.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penyebab yang paling mungkin adalah ....

A. Kecepatan jalan terlalu lambat sehingga logam cair menumpuk di sambungan
B. Arus terlalu rendah sehingga elektroda lengket pada pelat dan sulit dilepas
C. Elektroda hidrogen rendah yang menyerap lembap sehingga gas terperangkap
D. Sudut jalan terlalu kecil sehingga busur menyimpang dari arah sambungan
E. Pelat terlalu tebal sehingga panas banyak terbuang ke dalam pelat

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

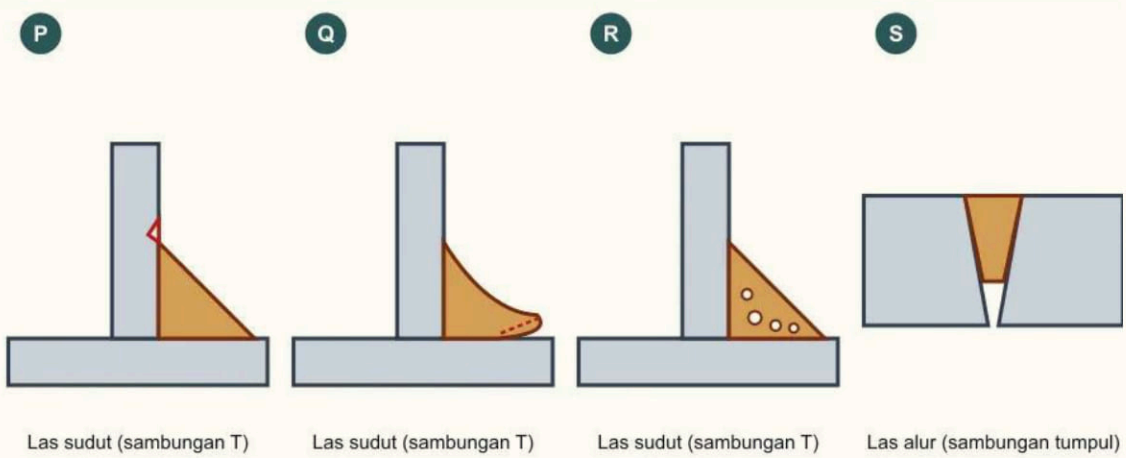
17. Gambar di bawah memperlihatkan penampang melintang las alur hasil Dewi pada 2027, digambar di kertas berpetak dengan 1 petak = 1 mm. Kriteria penerimaan: tinggi penguat 0–3 mm, tonjolan akar 0–3 mm, dan logam las menembus seluruh dasar sambungan. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Penilaian yang tepat terhadap hasil las itu adalah ....



A. Diterima, karena tonjolan akar 1 mm dan logam las menembus seluruh dasar sambungan
B. Tidak memenuhi, karena tinggi penguat sekitar 4 mm melebihi batas 3 mm
C. Diterima, karena penguat las yang tinggi menunjukkan sambungan lebih kuat
D. Ditolak, karena tonjolan akar 1 mm menandakan penetrasi yang berlebihan
E. Tidak dapat dinilai karena penampang tidak memperlihatkan tebal pelat

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

18. Gambar di bawah memperlihatkan empat penampang hasil las yang diperiksa inspektur bengkel pada 2027. Panel P, Q, dan R adalah las sudut pada sambungan T, sedangkan panel S adalah las alur pada sambungan tumpul. Setiap panel memperlihatkan satu cacat.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pasangan panel dan cacat yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)



Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. P menunjukkan undercut (alur pada logam induk di tepi manik)
☐ B. Q menunjukkan porositas karena logam las tampak menggumpal
☐ C. Q menunjukkan overlap (logam las menumpang pada pelat tanpa menyatu)
☐ D. R menunjukkan undercut karena ada lubang pada manik
☐ E. S menunjukkan kurang penetrasi karena dasar sambungan tidak terisi logam las

19. Saat inspeksi visual hasil las rangka pada 2027, inspektur menemukan percikan logam yang banyak menempel di sekitar manik dan sisa terak di beberapa titik antar-jalur. Kelompok siswa membahas arti temuan itu dan cara menanganinya.
(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
Percikan yang banyak menandakan perlunya memeriksa arus, panjang busur, dan kondisi elektroda, selain membersihkan percikannya.	○	○
Terak yang tertinggal di antara jalur tidak masalah karena akan tertutup jalur berikutnya.	○	○
Cacat yang ditemukan dicatat dan ditangani menurut prosedur, bukan ditutup dengan cat atau dempul.	○	○

20. Inspektur bengkel menemukan lubang-lubang bulat kecil di permukaan beberapa manik las rangka pada 2027. Kriteria tidak membolehkan porositas di permukaan. Penyebabnya diduga elektroda lembap dan pelat yang masih berminyak.

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

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

A. Menutup lubang dengan dempul supaya permukaan tampak rata dan rapi sebelum dicat
B. Menggerinda permukaan tipis-tipis hingga lubang tidak tampak lalu dianggap selesai
C. Mengganti seluruh elektroda di bengkel lalu mengelas ulang tanpa melaporkan cacat itu
D. Melaporkan cacat, menyingkirkan penyebab, memperbaiki sesuai prosedur, lalu memeriksa ulang
E. Membiarkan karena lubang kecil biasanya tidak memengaruhi kekuatan sambungan sama sekali

21. Dalam penilaian hasil las alur posisi 1G pada 2027, penilai membahas tinggi penguat, penetrasi akar, dan cara mengukur bersama para siswa.
(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
Penguat las yang terlalu tinggi dapat menimbulkan konsentrasi tegangan di tepi manik.	○	○
Akar yang tidak tembus dapat diterima asalkan permukaan las tampak rata dan rapi.	○	○
Dimensi las diukur di beberapa titik sepanjang sambungan agar hasil ukur mewakili seluruh las.	○	○

22. Kriteria inspeksi visual bengkel pada 2027: kedalaman undercut paling besar 0,5 mm, tidak boleh ada porositas di permukaan, tidak boleh ada retak, dan terak serta percikan harus dibersihkan. Hasil pemeriksaan empat benda uji disajikan pada tabel.

Benda uji	Undercut	Porositas permukaan	Retak	Terak/percikan
1	0,3 mm	tidak ada	tidak ada	masih ada
2	0,8 mm	tidak ada	tidak ada	bersih
3	0,2 mm	ada 2 lubang	tidak ada	bersih
4	0,4 mm	tidak ada	tidak ada	bersih

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

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Benda uji yang langsung memenuhi seluruh kriteria adalah ....

A. Benda uji 1, karena undercutnya paling kecil kedua dan tidak ada cacat lain
B. Benda uji 2, karena tidak ada porositas, retak, maupun terak yang tersisa
C. Benda uji 3, karena undercutnya paling kecil di antara semua benda uji
D. Benda uji 1 dan 4, karena kedua undercutnya berada di bawah batas 0,5 mm
E. Benda uji 4, karena undercutnya 0,4 mm dan semua kriteria lain terpenuhi

23. Benda uji las alur milik Bayu pada 2027 diukur dengan hasil tinggi penguat 5 mm, sedangkan kriteria menyebut paling tinggi 3 mm. Akar tembus dan kesebarisan memenuhi. Bayu menanyakan kepada pengawas apa yang harus dilakukan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindak lanjut yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Mencatat hasil ukur dan melaporkannya sebagai temuan kepada pengawas atau penilai
☐ B. Menggerinda penguat hingga rata lalu menyerahkan benda uji tanpa memberi tahu siapa pun
☐ C. Memperbaiki sesuai prosedur perbaikan yang disetujui, lalu memeriksa ulang dimensinya
☐ D. Menerima hasil karena akar tembus sehingga kekuatan sambungan sudah terjamin
☐ E. Menyatakan bahwa kriteria hanya anjuran sehingga boleh diabaikan untuk benda uji latihan

24. Pengawas bengkel sekolah memeriksa benda uji las alur posisi 1G milik beberapa siswa pada 2027. Pemeriksaan mencakup dimensi (penguat, lebar manik, kesebarisan) dan penetrasi akar.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat tentang pemeriksaan itu adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Sisi akar diperiksa secara visual bila dapat dilihat, dan penampang digunakan bila penetrasi perlu dipastikan
☐ B. Penetrasi akar dapat dinilai dari tinggi penguat di permukaan atas karena keduanya selalu sebanding
☐ C. Ketidaksebarisan kedua pelat diukur dan dibandingkan dengan batas pada WPS atau kriteria
☐ D. Pengukuran dimensi cukup dilakukan pada satu titik di tengah sambungan
☐ E. Hasil pengukuran dicatat dalam laporan dan dibandingkan dengan kriteria penerimaan yang tertulis

25. Pemeriksa melihat alur kecil yang menyusur di sepanjang tepi manik las pada pelat induk di samping manik. Alur itu tampak seperti parit sempit sedalam goresan.

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

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Cacat las yang dimaksud adalah ....

A. Porositas, yaitu lubang-lubang gas pada logam las
B. Overlap, yaitu logam las yang meluber di atas pelat tanpa menyatu
C. Undercut, yaitu alur pada logam induk di tepi manik las
D. Percikan (spatter), yaitu butir-butir logam yang menempel di sekitar las
E. Terak terperangkap, yaitu sisa selaput di dalam logam las

Tabel skor dan anjuran

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 6.1 · Mengelas pelat baja karbon posisi 1F dan 1G sesuai WPS	1, 2, 4, 7, 8	___ / 5	Ulangi hlm. 291
Sub bab 6.2 · Parameter pengelasan: arus, sudut elektroda, kecepatan, dan panjang busur	3, 5, 6, 15, 16	___ / 5	Ulangi hlm. 307
Sub bab 6.3 · Welding gauge, tang ampere, serta pemeriksaan dimensi dan penetrasi	9, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 21, 23, 24	___ / 10	Ulangi hlm. 322
Sub bab 6.4 · Inspeksi visual cacat las	18, 19, 20, 22, 25	___ / 5	Ulangi hlm. 339

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

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

Bagian C · Simulasi TKA

Kerjakan setelah semua bab selesai. Kerjakan tiap simulasi dalam sekali duduk sesuai waktunya, tanpa membuka materi.

Daftar simulasi

Simulasi	Jumlah soal	Waktu	Kode LMS
Simulasi 1 — Prediksi TKA 2026	25 soal	60 menit	SMKTPFL-FIN1
Simulasi 2 — Prediksi TKA 2026	25 soal	60 menit	SMKTPFL-FIN2
Simulasi 3 — Prediksi TKA 2026	25 soal	60 menit	SMKTPFL-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

SMKTPFL-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-smktpfl&node=SMKTPFL-FIN1

1. Unit produksi las sekolah membuat tempat sampah besi dan menjualnya Rp250.000 per unit (2027). Mereka ingin memperoleh laba Rp1.000.000 setiap bulan. Data biaya disajikan pada tabel.

Jenis biaya	Rincian	Jumlah (Rp)
Biaya tetap per bulan	Sewa tempat, listrik dasar, penyusutan mesin	3.000.000
Biaya per unit	Bahan pelat dan besi siku	120.000
Biaya per unit	Elektroda dan cat	30.000

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

Jumlah tempat sampah yang harus terjual setiap bulan adalah ....

A. 16 unit
B. 20 unit
C. 27 unit
D. 30 unit
E. 40 unit

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

2. Pada gambar proyeksi dudukan pompa berskala 1 : 5, ukuran panjang pelat penguat lupa dicantumkan (2027). Drafter mengizinkan Siska mengukur langsung pada pandangan depan, dan panjang pelat penguat di gambar terukur 46 mm. Pelat penguat dipotong dari batang pelat strip sepanjang 1.000 mm, dan setiap potongan memakan lebar potong 2 mm. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Banyak pelat penguat utuh yang dapat dipotong dari satu batang adalah ....

A. 2 buah
B. 4 buah
C. 5 buah
D. 21 buah
E. 22 buah

3. Area pemotongan gas di bengkel sekolah penuh potongan pelat sisa berbagai ukuran, terak potong menumpuk di meja, dan alat penyalaan sering hilang (2027). Kelompok Nanda mengusulkan beberapa kegiatan 5R.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kegiatan yang sesuai prinsip 5R adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Memisahkan potongan pelat yang masih dapat dipakai dari sisa yang menjadi besi tua.
☐ B. Menyimpan potongan pelat yang masih dapat dipakai di rak berlabel ukuran tebalnya.
☐ C. Menumpuk semua potongan pelat di bawah meja potong agar dekat bila sewaktu-waktu diperlukan.
☐ D. Membersihkan terak potong dari meja dan lantai setiap selesai praktik.
☐ E. Menyimpan pemantik dan tabung asetilen kecil cadangan di laci meja potong agar mudah dijangkau.

4. Ayu, siswa kelas XI Pengelasan dan Fabrikasi Logam, akan memilih tempat PKL pada 2027. Ia ingin belajar membentuk pelat menjadi produk melalui penekukan, pengerolan, dan pengepresan dalam jumlah besar, lalu menyambungnya dengan las. Sekolah menawarkan lima tempat PKL.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tempat PKL yang paling sesuai dengan tujuan Ayu adalah ....

A. Galangan kapal yang mengelas blok lambung kapal baja
B. Kontraktor pipa yang mengelas jalur pipa gas di lapangan
C. Pabrik lemari arsip dan rak besi untuk perkantoran
D. Bengkel konstruksi yang merakit kolom dan balok gedung
E. Bengkel perawatan yang memeriksa panel badan pesawat

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

5. Rudi terbiasa membaca simbol las ISO 2553 sistem A, yaitu simbol pada garis penuh berarti sisi panah (2027). Ia menerima gambar dari pelanggan Amerika yang memakai standar AWS: garis referensinya tunggal tanpa garis putus-putus. Segitiga las sudut terletak di atas garis referensi dengan angka 6 di kirinya, tanpa huruf a atau z.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penafsiran yang tepat adalah ....

A. Las sudut di sisi panah dengan panjang kaki 6 mm
B. Las sudut di sisi panah dengan tebal leher 6 mm
C. Las sudut di kedua sisi dengan panjang kaki 6 mm
D. Las sudut di sisi seberang panah, kaki 6 mm
E. Las sudut di sisi seberang panah, leher 6 mm

6. Proyek tangki air pada 2027 mensyaratkan juru las berkualifikasi SMAW posisi 3G untuk pelat tebal 10 mm dengan sertifikat yang masih berlaku. Calon yang tersedia: Budi bersertifikat SMAW 1G pelat 10 mm yang masih berlaku; Cici bersertifikat SMAW 3G pelat 10 mm yang masih berlaku dan aktif mengelas; Dodi bersertifikat GTAW 3G pelat 10 mm yang masih berlaku; Eka pernah lulus SMAW 3G pelat 10 mm, tetapi sertifikatnya sudah habis masa berlaku.
(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. Budi dapat ditugaskan karena posisi 1G sama sulitnya dengan 3G untuk pelat yang sama tebal.
☐ B. Cici memenuhi syarat proses, posisi, tebal, dan masa berlaku yang diminta.
☐ C. Dodi tidak memenuhi syarat karena prosesnya berbeda walaupun posisi dan tebalnya sama.
☐ D. Eka dapat langsung ditugaskan karena pernah lulus uji SMAW 3G pelat 10 mm.
☐ E. Eka perlu menjalani uji kualifikasi ulang atau perpanjangan sebelum ditugaskan.

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

7. Pada 2027, sebuah pabrik rangka sepeda motor mengganti sebagian juru las manualnya dengan robot las untuk produk yang identik dan dibuat ribuan unit per bulan. Beberapa siswa SMK yang berkunjung ke pabrik itu berdiskusi tentang akibat perubahan tersebut. *(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
Robot las menghasilkan mutu las yang lebih seragam untuk produk identik dalam jumlah besar.	○	○
Dengan robot las, pabrik tidak lagi membutuhkan tenaga yang memahami pengelasan.	○	○
Lulusan SMK pengelasan tetap dibutuhkan, misalnya sebagai operator yang menyetel program dan memeriksa hasil robot.	○	○

8. Pada hari bersih-bersih bengkel tahun 2027, kelompok Fikri menemukan oli bekas mesin, kain majun berminyak, puntung elektroda dan potongan besi, serta debu gerinda. Guru menjelaskan bahwa peraturan lingkungan hidup menggolongkan oli bekas, termasuk kain yang terkontaminasi oli, sebagai limbah B3 (bahan berbahaya dan beracun) yang hanya boleh diserahkan kepada pengumpul berizin.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penanganan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Oli bekas ditampung dalam wadah tertutup berlabel, lalu diserahkan kepada pengumpul limbah B3 berizin.
☐ B. Oli bekas dicampurkan ke drum solar bengkel untuk dipakai sebagai bahan bakar pemanas.
☐ C. Kain majun berminyak dibuang bersama sampah rumah tangga asalkan dimasukkan ke kantong tertutup.
☐ D. Puntung elektroda dan potongan besi dikumpulkan terpisah untuk dijual kepada pengepul besi tua.
☐ E. Debu gerinda disiram air sampai hanyut ke selokan agar tidak beterbangan di bengkel.

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

9. Rio memakai helm las otomatis yang memiliki mode "las" (filter menggelap nomor 9–13) dan mode "gerinda" (filter tidak menggelap) (2027). Setelah menggerinda, ia lupa mengganti mode, sehingga saat busur menyala matanya silau sesaat. Ia akan melanjutkan mengelas dengan arus 120 A; panduan bengkel menetapkan filter nomor 11 untuk arus 81–175 A.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan Rio yang paling tepat sebelum melanjutkan adalah ....

A. Mengubah ke mode las, menyetel nomor 11, lalu memeriksa dengan tombol uji helm
B. Tetap di mode gerinda tetapi menyetel kepekaan sensor ke tingkat tertinggi
C. Mengubah ke mode las dan menyetel nomor 9 agar benda kerja lebih jelas terlihat
D. Memakai kacamata gerinda bening di balik helm yang tetap dalam mode gerinda
E. Mengubah ke mode las dan nomor 11, lalu mengelas walau lampu baterai helm berkedip lemah

10. Pada 2027, Gani akan mengelas sekat di dalam tangki penampung baja berdiameter 2 m yang hanya memiliki satu lubang orang (manhole). Setelah beberapa menit mengelas, udara di dalam tangki terasa pengap dan berasap. Di bengkel tersedia blower dengan selang, kipas angin kecil, tabung oksigen las, dan respirator asap las.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang paling tepat adalah ....

A. Mengalirkan oksigen dari tabung las ke dalam tangki agar udaranya terasa lebih segar
B. Memasang blower yang meniupkan udara bersih dan petugas jaga di luar lubang orang
C. Memasang kipas angin kecil di dalam tangki agar asap teraduk dan cepat menipis
D. Membuka lubang orang lebar-lebar lalu mengelas dengan jeda setiap 10 menit
E. Memakai respirator dan blower penyedot asap tanpa petugas jaga di luar tangki

11. Gambar kerja tiang bendera sekolah pada 2027 menunjukkan pipa Ø76 mm yang dilas ke pelat dasar. Simbol las AWS pada sambungan itu: segitiga las sudut di bawah garis referensi dengan angka 6 di kirinya, lingkaran kecil pada pertemuan garis panah dan garis referensi, tanpa bendera, dan ekornya bertuliskan GMAW.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penafsiran yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Las sudut dibuat hanya pada bagian pipa yang ditunjuk ujung panah.
☐ B. Las sudut berukuran kaki 6 mm dibuat mengelilingi pipa.
☐ C. Lingkaran pada pertemuan garis berarti las titik di beberapa tempat sekeliling pipa.
☐ D. Karena tidak ada bendera, pengelasan dikerjakan di bengkel.
☐ E. Tulisan GMAW pada ekor menunjukkan proses las yang dipakai.

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

12. Pada 2027, Ilham memeriksa sambungan tumpul sebelum dan sesudah dilas. Sebelum dilas ia mengukur ketidaksebarisan pelat; sesudah dilas ia mengukur tinggi penguat las. Ia juga mengukur arus dengan tang ampere dan mendapat 98 A, padahal kenop mesin menunjuk 120 A.
(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
Ketidaksebarisan pelat diukur dengan welding gauge pada beberapa titik sepanjang sambungan.	○	○
Hasil tang ampere 98 A menunjukkan tang ampere rusak, sehingga setelan kenop yang dipercaya.	○	○
Tinggi penguat las diukur dari permukaan las sampai dasar kampuh.	○	○

13. Pada 2027, Dian akan memotong pelat baja karbon 12 mm. Pada potongan pertama ia harus mulai dari tengah pelat untuk membuat lubang persegi, sedangkan potongan kedua dimulai dari tepi pelat. Setelah semua selesai, peralatan akan disimpan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Langkah yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Nyala pemanasan disetel dengan bulu asetilen agak panjang agar pelat cepat memerah.
☐ B. Bulu putih panjang di ujung kerucut dalam menandakan nyala kelebihan oksigen.
☐ C. Pada potongan dari tepi, tuas oksigen potong ditekan setelah titik awal memerah.
☐ D. Untuk lubang di tengah pelat, brander dimiringkan saat menembus agar terak tidak menyembur ke nosel.
☐ E. Setelah selesai, katup tabung ditutup lalu sisa gas di selang dibuang sampai manometer menunjuk nol.

14. Mega akan menyambung dua potongan pelat 50 × 30 × 5 mm membentuk sudut 90° untuk braket kecil (2027). Potongan itu terlalu kecil untuk dipegang dengan aman saat dilas. Di mejanya tersedia penyiku magnet, klem C, tang kombinasi, dan mistar siku.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Cara yang paling tepat sebelum las titik adalah ....

A. Memegang potongan dengan tangan bersarung tangan kulit sambil mengelas titik
B. Menahan potongan dengan tang kombinasi dan menyikunya dengan perkiraan mata
C. Menjepit dengan klem C tanpa memeriksa siku, lalu langsung mengelas penuh
D. Menahan dengan penyiku magnet atau klem, memeriksa siku, lalu las titik
E. Menyandarkan potongan ke tepi meja las lalu mengelas titik dari satu sisi

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

15. Pada 2027, Joni harus membuat lubang Ø18 mm pada sayap tegak balok baja WF yang sudah terpasang, memakai mesin bor magnet dengan mata bor inti (annular cutter). Permukaan sayap balok masih bercat tebal dan ada sisa terak las di dekat titik lubang. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Langkah kerja yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Membersihkan cat tebal dan terak di bawah dudukan magnet agar magnet menempel rata.
☐ B. Menyalakan motor bor lebih dulu, baru mengaktifkan magnet agar posisi mesin mudah digeser.
☐ C. Memasang rantai atau tali pengaman karena mesin bekerja pada bidang tegak.
☐ D. Mengalirkan cairan pendingin ke mata bor selama mengebor baja.
☐ E. Menarik tatal panjang yang melilit mata bor dengan tangan bersarung tangan saat mesin berputar.

16. Tiga kotak elektroda yang terbuka, yaitu E6011, E6013, dan E7018, tertinggal semalaman di gudang yang lembap (2027). Oven elektroda bengkel dapat diatur sampai 400 °C. Panduan pabrik elektroda yang dipakai bengkel disajikan pada tabel.

Jenis salutan	Contoh	Perlakuan bila lembap
Selulosa	E6010, E6011	tidak dikeringkan ulang; dipakai dari kotak tertutup
Rutil	E6013	70–100 °C selama 1 jam
Hidrogen rendah	E7016, E7018	300–350 °C selama 1 jam

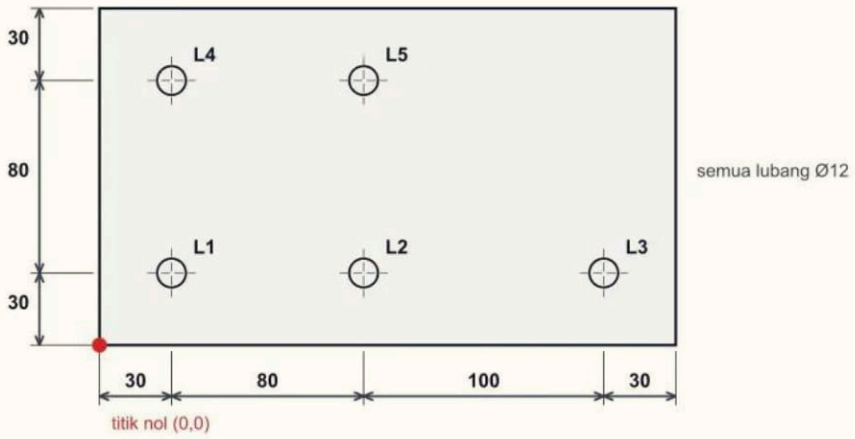
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Perlakuan yang tepat adalah ....

A. Ketiganya dikeringkan pada 350 °C selama 1 jam agar sama-sama kering
B. E6011 dan E7018 dikeringkan pada 350 °C; E6013 pada 100 °C
C. E7018 pada 350 °C, E6013 pada 100 °C, E6011 tidak dikeringkan
D. Hanya E7018 yang dikeringkan; E6013 dan E6011 langsung dipakai
E. E7018 dan E6013 pada 100 °C; E6011 tidak dikeringkan ulang

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

17. Gambar CAD pelat dudukan pada 2027 diberi ukuran berantai seperti pada gambar. Titik nol berada di sudut kiri bawah pelat (X ke kanan, Y ke atas). Operator mesin plasma CNC, Laila, baru selesai memotong lubang L5 dan akan memindahkan obor ke pusat lubang L3 memakai koordinat relatif (@X,Y dari titik terakhir).
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Koordinat relatif yang harus dimasukkan adalah ....

Gambar CAD pelat dudukan (tebal 8 mm) — ukuran dalam mm



A. @100,80
B. @-100,80
C. @210,30
D. @80,-100
E. @100,-80

18. Pada 2027, Sinta memotong pelat baja karbon 5 mm dengan plasma manual. Nosel dan elektroda baru diganti, arus, tekanan udara, dan kecepatan sesuai tabel. Obor ia pegang dengan tangan tanpa pemandu jarak, dan busur tampak lebih panjang dari biasanya. Hasilnya, celah potong lebar dan kedua sisi potongan miring.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penyebab dan perbaikan yang paling tepat adalah ....

A. Arus terlalu besar; arus diturunkan satu tingkat
B. Nosel sudah aus; nosel diganti dengan yang baru
C. Jarak obor terlalu tinggi; dipakai pemandu jarak
D. Kecepatan terlalu lambat; gerak obor dipercepat
E. Tekanan udara terlalu tinggi; tekanan diturunkan

19. Pada 2027, Ratih mengelas benda uji 1G kampuh V pelat 10 mm sesuai WPS: las titik di kedua ujung, lapis akar dengan elektroda Ø2,6 mm, lalu lapis pengisi dan lapis penutup dengan elektroda Ø3,2 mm. Aturan uji melarang pendinginan dengan air.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

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

Pernyataan yang tepat tentang urutan dan cara kerjanya adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Las titik dibuat di dalam kampuh, lalu ujungnya digerinda tipis agar menyatu dengan lapis akar.
☐ B. Terak lapis akar dibersihkan dengan palu terak dan sikat kawat sebelum lapis pengisi.
☐ C. Lapis penutup dibuat lebih dulu agar bentuk kampuh tidak berubah, baru lapis akar dari sisi atas.
☐ D. Lapis pengisi dihentikan sedikit di bawah permukaan pelat agar lapis penutup dapat melebur tepi kampuh.
☐ E. Benda uji dicelup air setelah setiap lapis agar suhu antarlapis cepat turun dan pekerjaan lebih cepat.

20. Saat Lukas mengebor pelat baja 8 mm pada 2027, mata bor Ø10 mm berbunyi mencicit, ujungnya cepat memerah, dan yang keluar berupa serbuk halus, bukan tatal panjang. Putaran mesin sudah sesuai tabel dan pelat dijepit kuat di ragum.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan pemeliharaan yang paling tepat adalah ....

A. Mengasah ulang dengan sudut ujung dan panjang kedua bibir potong yang sama
B. Menekan mata bor lebih kuat dan menaikkan putaran agar cepat menembus
C. Mengasah satu bibir yang tampak paling tumpul saja agar pekerjaan cepat selesai
D. Menurunkan putaran dan memberi pendingin, lalu melanjutkan tanpa mengasah
E. Mengasah ulang dengan sudut ujung jauh lebih runcing agar cepat menembus

21. Pada 2027, Reza mengelas sudut-sudut rangka baja dengan elektroda E6013 memakai mesin inverter yang dapat diatur AC atau DC; saat itu mesin pada DCEP. Di dekat ujung sambungan busur terus menyimpang ke satu arah sehingga las tidak masuk ke akar. Klem massa sudah dipindah ke beberapa tempat dan ujung sambungan sudah diberi las titik yang besar, tetapi busur tetap menyimpang.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan berikutnya yang paling tepat adalah ....

A. Menaikkan arus agar busur lebih kuat menembus ke akar sambungan
B. Membalik polaritas dari DCEP ke DCEN pada mesin yang sama
C. Memperpanjang busur agar logam las dapat menjangkau akar sambungan
D. Mengganti elektroda dengan E7018 yang salutannya lebih tebal
E. Mengubah mesin ke arus AC karena E6013 dapat dipakai dengan AC

22. Pada 2027, guru mengamati kebiasaan siswa di booth las sekolah: holder yang masih berisi elektroda diletakkan di atas meja las saat istirahat, kaca bening pelindung pada helm yang penuh bintik percikan diganti, dan tirai las dibuka lebar selama mengelas.

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
Holder yang masih berisi elektroda boleh diletakkan di atas meja las saat istirahat agar mudah diambil kembali.	○	○
Kaca bening pelindung pada helm yang penuh bintik percikan diganti agar pandangan juru las jelas.	○	○
Tirai las dibuka lebar selama mengelas agar asap cepat keluar dan teman dapat melihat proses mengelas.	○	○

23. WPS las sudut dengan elektroda E6013 Ø3,2 mm pada 2027 menetapkan arus 90–120 A, kecepatan 120–160 mm/menit, dan panjang busur kira-kira 3 mm. Pengawas mencatat parameter lima juru las pada tabel.

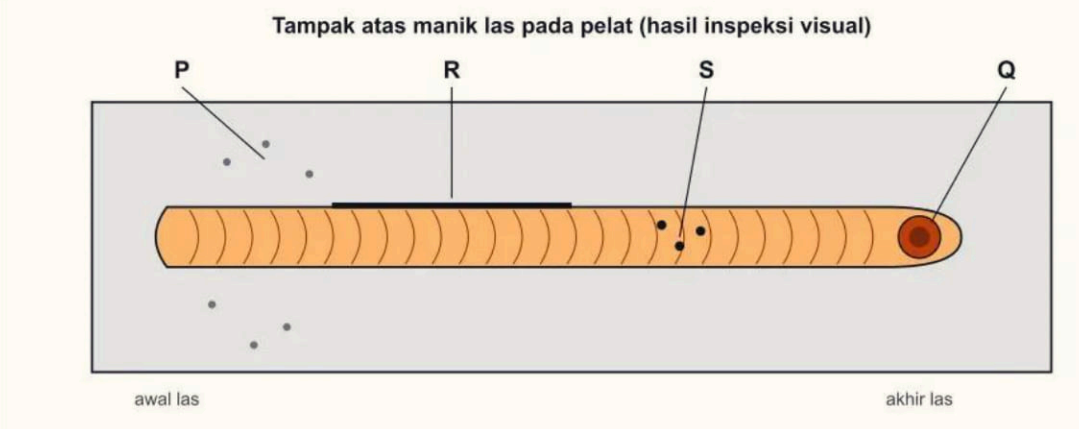
Juru las	Arus (A)	Kecepatan (mm/menit)	Panjang busur (mm)
Ani	105	140	3
Beni	130	190	5
Caca	85	100	3
Dedi	115	150	7
Euis	125	130	3

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Hasil las yang paling mungkin mengalami undercut paling parah adalah milik ....

A. Ani
B. Beni
C. Caca
D. Dedi
E. Euis

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

24. Pada 2027, Ita memeriksa secara visual manik las milik temannya. Gambar memperlihatkan tampak atas manik las dengan empat bagian bertanda P, Q, R, dan S. Temannya mengaku langsung mengangkat elektroda untuk memutus busur begitu sampai di ujung sambungan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Bagian yang disebabkan cara memutus busur tersebut beserta perbaikannya adalah ....



A. Q; mengisi kawah dengan menahan sebentar atau sedikit balik arah
B. R; menurunkan arus dan memperpendek busur sepanjang jalur las
C. Q; mempercepat gerak elektroda di ujung las agar manik tidak menumpuk
D. S; mengeringkan elektroda dan membersihkan permukaan pelat dari kotoran
E. P; menggerinda bintik di sekitar manik lalu memakai cairan antipercik

25. Pada 2027, rangka meja hasil las kelompok Bayu diperiksa terhadap gambar kerja. Data pemeriksaan disajikan pada tabel.

Ukuran	Gambar (mm)	Toleransi (mm)	Hasil ukur (mm)
Panjang	1.200	±2	1.201
Lebar	600	±2	603
Selisih kedua diagonal	0	paling besar 3	2

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

A. Lolos, karena tidak ada selisih yang lebih dari 3 mm
B. Lolos, karena panjang dan diagonal memenuhi toleransi
C. Tidak lolos, karena panjang 1.201 mm melebihi 1.200 mm
D. Tidak lolos, karena lebar 603 mm di luar 598–602 mm
E. Tidak lolos, karena selisih diagonal 2 mm melebihi 0 mm

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, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 15, 19, 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 · Industri pengguna dan perkembangan teknologi pengelasan dan fabrikasi	4, 7	___ / 2	Ulangi hlm. 9
Sub bab 1.2 · Profesi, job profile, dan wirausaha bengkel	1, 6	___ / 2	Ulangi hlm. 25
Sub bab 2.1 · Dasar hukum K3LH dan alat pelindung diri pengelasan	8, 9	___ / 2	Ulangi hlm. 55
Sub bab 2.2 · Bahaya di tempat kerja dan kerja aman sesuai prosedur	10	___ / 1	Ulangi hlm. 71
Sub bab 2.3 · 5R pada pengelasan, kerja bangku, dan pemesinan dasar	3	___ / 1	Ulangi hlm. 85
Sub bab 3.1 · Standar tanda pengerjaan las: AWS dan ISO	5	___ / 1	Ulangi hlm. 112
Sub bab 3.2 · Membaca dan menganalisis gambar tanda pengerjaan las	11	___ / 1	Ulangi hlm. 128
Sub bab 3.3 · Gambar proyeksi konstruksi sederhana	2	___ / 1	Ulangi hlm. 143
Sub bab 3.4 · Gambar CAD 2D dan 3D konstruksi sederhana	17	___ / 1	Ulangi hlm. 159
Sub bab 4.1 · Perkakas tangan: jenis dan penggunaannya	14	___ / 1	Ulangi hlm. 188
Sub bab 4.2 · Perkakas bertenaga dan pemeliharaan perkakas	15, 20	___ / 2	Ulangi hlm. 203
Sub bab 4.3 · Pemotongan logam dengan panas: gas cutting dan plasma cutting	13, 18	___ / 2	Ulangi hlm. 220
Sub bab 5.1 · Mesin las SMAW dan persiapan alat	21, 22	___ / 2	Ulangi hlm. 248
Sub bab 5.2 · Kode dan spesifikasi elektroda SMAW	16	___ / 1	Ulangi hlm. 265
Sub bab 6.1 · Mengelas pelat baja karbon posisi 1F dan 1G sesuai WPS	19	___ / 1	Ulangi hlm. 291
Sub bab 6.2 · Parameter pengelasan: arus, sudut elektroda, kecepatan, dan panjang busur	23	___ / 1	Ulangi hlm. 307
Sub bab 6.3 · Welding gauge, tang ampere, serta pemeriksaan dimensi dan penetrasi	12, 25	___ / 2	Ulangi hlm. 322
Sub bab 6.4 · Inspeksi visual cacat las	24	___ / 1	Ulangi hlm. 339

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

Simulasi 2 — Prediksi TKA 2026

SMKTPFL-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-smktpfl&node=SMKTPFL-FIN2

1. Pada 2027, Ahmad membaca gambar kerja sambungan T antara pelat badan tegak dan pelat sayap mendatar. Simbol AWS-nya berupa simbol kampuh bevel (garis tegak dan garis miring) di bawah garis referensi dengan sudut 45°. Garis panahnya patah (berbelok) dan ujungnya menunjuk ke pelat badan tegak pada sisi kanan sambungan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Persiapan kampuh yang sesuai simbol adalah ....

A. Pelat sayap dibevel 45° pada sisi kanan, pelat badan tegak tetap lurus
B. Pelat badan tegak dibevel 45° pada sisi kanan, pelat sayap tetap lurus
C. Kedua pelat dibevel masing-masing 22,5° sehingga jumlahnya 45°
D. Pelat badan tegak dibevel 45° pada sisi kiri, pelat sayap tetap lurus
E. Pelat badan tegak dibevel 45° di kedua sisi seperti kampuh K

2. Pak Imam, pemilik bengkel las di dekat galangan kapal, ingin mendapat pekerjaan subkontrak pengelasan blok lambung kapal baja pada 2027. Galangan menyatakan bahwa sambungan lambung kapal diawasi badan klasifikasi kapal, sehingga mutu pengelasan harus dapat dibuktikan secara tertulis.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Persiapan yang paling menentukan agar penawaran Pak Imam diterima adalah ....

A. Juru las bersertifikat sesuai syarat galangan dan prosedur las yang disetujui
B. Juru las berpengalaman sepuluh tahun dan mesin lengkap, walau belum bersertifikat
C. Harga 20% lebih murah dengan juru las bersertifikat posisi datar saja
D. Sertifikat sistem manajemen mutu bengkel, tetapi juru lasnya belum diuji
E. Juru las bersertifikat semua posisi, tetapi prosedur lasnya belum disetujui

3. Pada 2027, Tono akan mengelas rangka atap gudang dengan posisi atas kepala selama sehari penuh. Di lokasi juga banyak potongan pelat yang dipindahkan dengan tangan. Ia

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

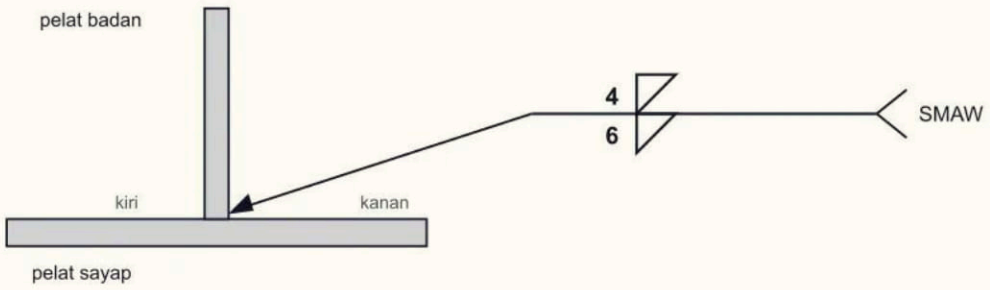
menyiapkan pakaian dan sepatu kerjanya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Sepatu keselamatan berujung baja melindungi kaki dari potongan pelat yang jatuh dan dari percikan.	○	○
Ujung celana panjang dibiarkan menutupi sepatu, tidak dimasukkan ke dalam sepatu, agar percikan tidak masuk.	○	○
Saku baju yang terbuka dan lipatan bawah celana membantu menampung percikan agar tidak mengenai kulit.	○	○

4. Pada 2027, Wisnu menerima gambar kerja dudukan mesin yang memuat sambungan T seperti pada gambar. Ia harus menyiapkan welding gauge untuk memeriksa ukuran kaki las di sisi kiri dan kanan pelat badan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Ukuran kaki las yang harus dibuat adalah ....

Potongan sambungan T dan simbol las AWS



Ukuran dalam mm

A. Sisi kanan 4 mm dan sisi kiri 6 mm
B. Sisi kanan 6 mm dan sisi kiri 6 mm
C. Sisi kanan 5 mm dan sisi kiri 5 mm
D. Sisi kanan 6 mm, sisi kiri tidak dilas
E. Sisi kanan 6 mm dan sisi kiri 4 mm

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

5. Pada 2027, Hasan menyiapkan peralatan las dan potong gas di bengkel yang lantainya terkena sinar matahari siang. Ia baru saja memperbaiki rantai motor dan tangannya masih berminyak. Guru meminta ia meninjau beberapa kebiasaan sebelum menyalakan brander. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Kebiasaan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Katup tabung asetilen dibuka penuh sampai mentok agar aliran gas lancar.
☐ B. Regulator dan sambungan oksigen dijauhkan dari oli dan gemuk, termasuk dari tangan yang berminyak.
☐ C. Penahan nyala balik (flashback arrestor) dipasang pada regulator atau brander.
☐ D. Kebocoran sambungan selang diperiksa dengan air sabun saat katup tabung masih tertutup.
☐ E. Tabung ditempatkan jauh dari sumber panas dan tidak terkena sinar matahari langsung.

6. Doni baru diterima bekerja di bengkel fabrikasi pada 2027 dan pada hari pertama langsung diminta memotong pelat dengan brander potong. Mandor berkata, "Belajar sambil jalan saja." UU No. 1 Tahun 1970 mewajibkan pengurus menunjukkan dan menjelaskan kepada setiap tenaga kerja baru tentang bahaya di tempat kerja, APD yang wajib dipakai, dan cara kerja yang aman. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Tindakan yang sesuai ketentuan tersebut adalah ....

A. Doni menandatangani surat pernyataan siap menanggung risiko, lalu mulai memotong
B. Mandor menjelaskan bahaya dan cara kerja aman setelah Doni bekerja satu minggu
C. Mandor menjelaskan bahaya, APD, dan cara kerja aman sebelum Doni mulai bekerja
D. Doni diberi APD lengkap lalu langsung bekerja; penjelasan menyusul bila ada masalah
E. Doni membeli APD sendiri, lalu belajar memotong sambil diawasi rekan kerjanya

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

7. Pada 2027, SMK tempat Nadia belajar membeli simulator las virtual. Siswa kelas X berlatih menggerakkan elektroda tiruan di depan layar, dan simulator memberi nilai untuk sudut elektroda, kecepatan, dan panjang busur. Guru menimbang cara memakai simulator itu dalam pembelajaran.
(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. Simulator menghemat elektroda dan pelat pada tahap awal latihan.
☐ B. Simulator membantu pemula memperbaiki sudut, kecepatan, dan panjang busur melalui umpan balik langsung.
☐ C. Nilai simulator dapat menggantikan latihan membersihkan terak dan membaca kawah las karena geraknya sudah terlatih.
☐ D. Angka arus yang disetel di simulator dapat langsung dipakai pada mesin nyata tanpa uji coba di pelat sisa.
☐ E. Simulator mengurangi paparan asap dan sinar busur bagi pemula pada tahap awal latihan.

8. Rina sudah tiga tahun bekerja sebagai juru las bersertifikat di sebuah bengkel fabrikasi (2027). Ia ingin beralih menjadi welding inspector yang memeriksa hasil las, membaca WPS, dan membuat laporan pemeriksaan. Atasannya mendukung asalkan Rina memenuhi syarat profesi itu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Langkah yang paling tepat bagi Rina adalah ....

A. Langsung bekerja sebagai inspector karena sudah bersertifikat juru las
B. Berhenti mengelas lalu mengambil kursus menggambar CAD tingkat lanjut
C. Menambah sertifikat juru las untuk sebanyak mungkin posisi dan proses
D. Melamar sebagai juru las pipa di luar negeri untuk menambah penghasilan
E. Menambah pengalaman, lalu ikut pelatihan dan sertifikasi inspektor las

9. Lemari alat di area kerja bangku dan mesin bor penuh barang campur aduk: kunci pas rusak, potongan kabel, mata bor berbagai ukuran, alat yang jarang dipakai, dan beberapa alat yang tidak diketahui pemiliknya (2027). Kelompok Sinta ditugasi memulai 5R dari lemari itu tanpa membuang barang yang ternyata masih diperlukan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Langkah awal yang paling tepat adalah ....

A. Membuang semua barang yang tidak dipakai selama seminggu terakhir
B. Memberi label nama pada setiap barang di lemari tanpa memilahnya lebih dulu
C. Membersihkan lemari lalu mengembalikan semua barang ke tempat semula
D. Membeli lemari tambahan agar seluruh barang muat dan tidak bertumpuk
E. Memberi label merah pada barang yang diragukan, lalu memutuskannya kemudian

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

10. Unit produksi las SMK membuat 20 kursi besi untuk kantin sekolah lain pada 2027. Rekap biaya produksi seluruh pesanan disajikan pada tabel. Sekolah menetapkan harga jual per kursi = harga pokok per kursi ditambah laba 25% dari harga pokok.

Komponen biaya	Jumlah (Rp)
Besi pipa dan pelat	4.000.000
Elektroda dan batu gerinda	400.000
Cat dan tiner	600.000
Upah kerja	2.000.000
Listrik	200.000

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Harga jual per kursi adalah ....

A. Rp325.000
B. Rp360.000
C. Rp437.500
D. Rp450.000
E. Rp480.000

11. Setelah mengebor lubang Ø12 mm dan memotong tepi pelat dengan plasma pada 2027, Yogi menemukan bagian tajam yang bergerigi (beram) di dalam lubang dan di sepanjang tepi lurus pelat. Di laci tersedia kikir pipih, kikir bulat, kikir segitiga, dan kikir bujur sangkar.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pilihan kikir yang paling tepat adalah ....

A. Kikir bulat untuk dalam lubang dan kikir pipih untuk tepi lurus
B. Kikir pipih untuk keduanya karena bentuknya paling serbaguna
C. Kikir segitiga untuk dalam lubang dan kikir pipih untuk tepi lurus
D. Kikir bulat untuk tepi lurus dan kikir pipih untuk dalam lubang
E. Kikir setengah bulat: sisi datar untuk dalam lubang, sisi lengkung untuk tepi

12. Pada 2027, bengkel Bu Sari harus memotong empat jenis bahan: pelat baja karbon 40 mm, aluminium 6 mm, baja karbon 14 mm yang tepinya harus rapi, dan baja tahan karat 3 mm. Peralatan gas potong untuk baja karbon sampai 100 mm tersedia. Spesifikasi mesin plasma bengkel disajikan pada tabel.

Spesifikasi mesin plasma	Nilai
Arus maksimum	45 A
Tebal potong bersih (baja karbon)	12 mm
Tebal potong maksimum, tepi kasar (baja karbon)	16 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.)
Pernyataan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Pelat baja karbon 40 mm dipotong dengan plasma karena plasma lebih cepat daripada gas.
☐ B. Aluminium 6 mm dipotong dengan plasma karena tidak dapat dipotong dengan gas.
☐ C. Baja karbon 14 mm yang harus rapi dipotong plasma karena masih di bawah 16 mm.
☐ D. Baja tahan karat 3 mm dipotong dengan plasma.
☐ E. Baja karbon 40 mm dapat dipotong plasma pada arus maksimum dengan gerak sangat lambat.

13. Pada 2027, Wawan memotong pipa baja Ø60 mm memakai gerinda tangan 4 inci dengan batu potong tipis yang batas putarannya sesuai mesin. Pelindung batu terpasang dan ragum pipa tersedia. Temannya pernah mengalami gerinda memantul keras ke arah tubuh saat batu terjepit di dalam alur potong.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Cara kerja yang paling tepat adalah ....

A. Menjepit pipa di ragum, memegang mesin dua tangan, lalu memuntir batu di akhir potongan
B. Menjepit pipa di ragum, memegang mesin dua tangan, berdiri segaris dengan arah putar batu
C. Menjepit pipa di ragum, memegang mesin dua tangan, menekan sekuat mungkin agar cepat putus
D. Menjepit pipa di ragum, memegang mesin dua tangan, memotong lurus tanpa memuntir batu
E. Menjepit pipa di ragum, memegang mesin satu tangan agar tangan lain menahan ujung pipa

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

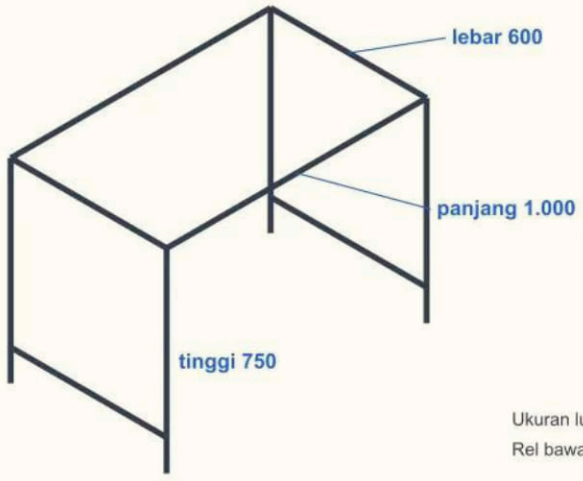
14. Pada 2027, Dita menggambar pelat dudukan simetris dengan empat lubang dan satu alur tersembunyi di program CAD 2D. Gambar itu akan dicetak sebagai gambar kerja dan juga dipakai untuk membuat daftar potong tanpa ukuran.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Garis sumbu lubang digambar dengan garis tipis titik-strip.
☐ B. Alur yang tersembunyi digambar dengan garis tebal kontinu agar terlihat jelas.
☐ C. Ukuran disimpan di layer tersendiri agar dapat disembunyikan saat mencetak daftar potong.
☐ D. Bagian yang simetris dapat dibuat dengan perintah MIRROR tanpa menggambar ulang.
☐ E. Benda digambar dengan skala 1 : 2 di ruang model agar muat di kertas A4, sehingga ukuran tertulis ikut setengahnya.

15. Pada 2027, Fajar harus menyusun daftar potong besi hollow untuk rangka meja bengkel dari gambar isometri. Untuk perkiraan pembelian bahan, panjang setiap batang dihitung dari ukuran luar rangka dan pengurangan di sambungan diabaikan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Panjang total besi hollow yang dibutuhkan adalah ....

Gambar isometri rangka meja dari besi hollow 40 × 40 mm



Ukuran luar dalam mm
Rel bawah setinggi 120 mm

A. 4.400 mm
B. 6.200 mm
C. 7.400 mm
D. 8.200 mm
E. 9.400 mm

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

16. Pada 2027, Rafli akan mengelas sambungan sudut posisi 1F pada pelat 6 mm dengan elektroda E6013. Panduan bengkel untuk posisi datar disajikan pada tabel.

Tebal pelat (mm)	Diameter elektroda (mm)	Arus (A)
2–4	2,6	60–90
5–8	3,2	100–130
9–14	4,0	140–180

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

A. Ø2,6 mm dengan arus 85 A
B. Ø3,2 mm dengan arus 95 A
C. Ø3,2 mm dengan arus 140 A
D. Ø3,2 mm dengan arus 115 A
E. Ø4,0 mm dengan arus 150 A

17. Pada 2027, benda uji las sudut milik Joko dipatahkan dengan cara menekan pelat tegak hingga las patah, sehingga permukaan patahannya dapat diperiksa. Kriteria: logam las harus melebur sampai sudut akar sepanjang sambungan. Permukaan luar las tampak rata tanpa cacat, tetapi pada permukaan patahan terlihat bagian akar sepanjang 30 mm yang tidak melebur.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Karena inspeksi visual sebelumnya lolos, temuan uji patah hanya dicatat sebagai saran tanpa mengubah keputusan.	○	○
Bagian tidak melebur 30 mm dapat diterima karena kurang dari 10% panjang las 400 mm.	○	○
Benda uji tidak lolos karena terdapat bagian akar yang tidak melebur.	○	○

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

18. Pada 2027, Bagas mengelas pelat tebal dengan arus 180 A sesuai WPS (170–190 A). Setelah 7 menit mengelas tanpa henti, mesin berhenti sendiri dan lampu peringatan panas menyala, sedangkan kipas mesin masih berputar. Pelat nama mesin menuliskan siklus kerja 60% pada 180 A untuk periode 10 menit.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang paling tepat adalah ....

A. Mematikan saklar dan mencabut steker agar mesin lebih cepat dingin, lalu lanjut
B. Membiarkan mesin tetap menyala hingga lampu padam, lalu las ≤ 6 menit per 10 menit
C. Menyiram rumah mesin dengan sedikit air agar suhunya cepat turun, lalu melanjutkan
D. Menurunkan arus menjadi 120 A agar mesin tidak cepat panas, lalu langsung melanjutkan
E. Menunggu lampu padam, lalu mengelas 7 menit lagi karena mesin sudah kembali dingin

19. Pada 2027, sebelum uji kompetensi las 1G dengan elektroda E7018, Indah menyusun daftar periksa persiapan di booth-nya. Benda uji sudah dilas titik dan disetel sesuai WPS.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Butir persiapan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Palu terak tidak perlu disiapkan karena terak E7018 mudah lepas sendiri.
☐ B. Mesin, kabel, holder, dan klem massa diperiksa sebelum mesin dinyalakan.
☐ C. Elektroda E7018 diambil dari oven penyimpan sesuai kebutuhan, tidak sekaligus satu kotak.
☐ D. Helm las, sarung tangan kulit, apron, dan sepatu keselamatan disiapkan.
☐ E. Benda uji dijepit tegak pada dudukan agar akar las mudah dilihat selama mengelas.

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

20. Pada 2027, penampang benda uji 1G milik Galih memperlihatkan bagian dinding kampuh yang tidak melebur dengan logam las (kurang peleburan). Galih mengelas lapis pengisi dengan ayunan zig-zag cepat tanpa berhenti di dinding kampuh, memakai arus di batas bawah WPS, dan kadang melanjutkan lapis berikutnya sebelum terak bersih seluruhnya. *(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. Arus di batas bawah dapat membuat panas terlalu lemah untuk melelehkan dinding kampuh.
☐ B. Elektroda yang lembap menjadi penyebab utama dinding kampuh tidak melebur.
☐ C. Ayunan tanpa menahan sebentar di dinding kampuh membuat dinding tidak sempat melebur.
☐ D. Perbaikan terbaik adalah menaikkan arus jauh di atas WPS agar semua dinding dijamin melebur.
☐ E. Terak lapis sebelumnya yang tertinggal di dinding kampuh dapat menghalangi peleburan.

21. WPS benda uji 1G pada 2027 menetapkan: lapis akar E7018 Ø2,6 mm 70–90 A; lapis pengisi dan penutup E7018 Ø3,2 mm 100–130 A; suhu antarlapis paling tinggi 250 °C; terak dibersihkan setiap lapis. Catatan Andi: lapis akar E6013 Ø2,6 mm 85 A; lapis pengisi E7018 Ø3,2 mm 120 A; suhu antarlapis 180 °C; terak dibersihkan setiap lapis; lapis penutup E7018 Ø3,2 mm 140 A.
(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. Lapis akar sesuai WPS karena arusnya 85 A berada dalam rentang 70–90 A.
☐ B. Lapis pengisi sesuai WPS.
☐ C. Suhu antarlapis 180 °C memenuhi batas WPS.
☐ D. Lapis penutup 140 A dapat diterima karena lapis penutup memang membutuhkan panas lebih besar.
☐ E. Andi tidak sepenuhnya mengikuti WPS karena ada jenis elektroda dan arus yang menyimpang.

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

22. Pada 2027, Agung harus menyiapkan dua pelat 12 mm untuk sambungan kampuh V 60° dengan muka akar 2 mm. Tepi kedua pelat akan dibevel dengan brander potong yang dimiringkan, lalu muka akarnya dirapikan dengan gerinda. Sudut kemiringan brander diukur dari garis tegak lurus permukaan pelat.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Sudut kemiringan brander untuk setiap pelat adalah ....

A. 15°
B. 30°
C. 45°
D. 60°
E. 90°

23. Pada 2027, regu piket memeriksa peralatan las gas sekolah. Mereka menemukan manometer regulator oksigen yang jarumnya tidak kembali ke nol walaupun katup tabung tertutup dan gas sudah dibuang, nosel brander yang lubangnya tersumbat percikan, dan cincin karet (O-ring) brander yang retak.
(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
Manometer yang jarumnya tidak kembali ke nol tetap dipakai karena hanya berfungsi sebagai penunjuk.	○	○
Lubang nosel dibersihkan dengan jarum pembersih nosel yang ukurannya sesuai lubang.	○	○
Cincin karet brander yang retak diganti agar tidak terjadi kebocoran gas di sambungan.	○	○

24. Pada 2027, bengkel Pak Rudi memiliki mesin las AC/DC dan menerima tiga pekerjaan: (1) pintu pagar dari pelat tipis 2 mm, (2) balok struktur bangunan yang dilas posisi tegak dengan syarat elektroda hidrogen rendah, dan (3) las sudut datar yang panjang pada rangka di bengkel dan harus cepat selesai. Katalog elektroda bengkel disajikan pada tabel.

Elektroda	Arus	Posisi	Ciri utama
E6010	DCEP	semua	penetrasi dalam, untuk akar pipa
E6013	AC, DC	semua	busur lembut, cocok pelat tipis
E7018	AC, DCEP	semua	hidrogen rendah, untuk struktur
E7024	AC, DC	datar, horizontal	pengisian sangat cepat

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

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pasangan pekerjaan dan elektroda yang tepat adalah ....

A. (1) E6010, (2) E7018, (3) E7024
B. (1) E6013, (2) E7024, (3) E7018
C. (1) E6013, (2) E7018, (3) E7024
D. (1) E6013, (2) E6010, (3) E7024
E. (1) E7018, (2) E7018, (3) E7018

25. Pada 2027, Erna mengukur arus las mesin inverter DC dengan tang ampere yang hanya bertuliskan "AC A". Ia menjepit kabel elektroda saja saat busur menyala normal dan hasil las tampak baik, tetapi layar tang ampere menunjukkan 0 A.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kesimpulan yang paling tepat adalah ....

A. Tang ampere AC tidak dapat mengukur arus searah; pakai tang ampere AC/DC
B. Tang ampere harus dipasang sebelum busur menyala dan dibaca setelah busur padam
C. Tang ampere harus menjepit kedua kabel las sekaligus agar arusnya terbaca
D. Mesin rusak sehingga perlu diservis sebelum dipakai mengelas lagi
E. Tang ampere harus menjepit kabel massa karena arus DC hanya terukur di kabel negatif

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, 5, 7, 12, 14, 17, 19, 20, 21, 23): jawab langsung pada soalnya.

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

Tabel skor dan anjuran

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 1.1 · Industri pengguna dan perkembangan teknologi pengelasan dan fabrikasi	2, 7	___ / 2	Ulangi hlm. 9
Sub bab 1.2 · Profesi, job profile, dan wirausaha bengkel	8, 10	___ / 2	Ulangi hlm. 25
Sub bab 2.1 · Dasar hukum K3LH dan alat pelindung diri pengelasan	3, 6	___ / 2	Ulangi hlm. 55
Sub bab 2.2 · Bahaya di tempat kerja dan kerja aman sesuai prosedur	5	___ / 1	Ulangi hlm. 71
Sub bab 2.3 · 5R pada pengelasan, kerja bangku, dan pemesinan dasar	9	___ / 1	Ulangi hlm. 85
Sub bab 3.1 · Standar tanda pengerjaan las: AWS dan ISO	1	___ / 1	Ulangi hlm. 112
Sub bab 3.2 · Membaca dan menganalisis gambar tanda pengerjaan las	4	___ / 1	Ulangi hlm. 128
Sub bab 3.3 · Gambar proyeksi konstruksi sederhana	15	___ / 1	Ulangi hlm. 143
Sub bab 3.4 · Gambar CAD 2D dan 3D konstruksi sederhana	14	___ / 1	Ulangi hlm. 159
Sub bab 4.1 · Perkakas tangan: jenis dan penggunaannya	11	___ / 1	Ulangi hlm. 188
Sub bab 4.2 · Perkakas bertenaga dan pemeliharaan perkakas	13, 23	___ / 2	Ulangi hlm. 203
Sub bab 4.3 · Pemotongan logam dengan panas: gas cutting dan plasma cutting	12, 22	___ / 2	Ulangi hlm. 220
Sub bab 5.1 · Mesin las SMAW dan persiapan alat	18, 19	___ / 2	Ulangi hlm. 248
Sub bab 5.2 · Kode dan spesifikasi elektroda SMAW	24	___ / 1	Ulangi hlm. 265
Sub bab 6.1 · Mengelas pelat baja karbon posisi 1F dan 1G sesuai WPS	21	___ / 1	Ulangi hlm. 291
Sub bab 6.2 · Parameter pengelasan: arus, sudut elektroda, kecepatan, dan panjang busur	16	___ / 1	Ulangi hlm. 307
Sub bab 6.3 · Welding gauge, tang ampere, serta pemeriksaan dimensi dan penetrasi	17, 25	___ / 2	Ulangi hlm. 322
Sub bab 6.4 · Inspeksi visual cacat las	20	___ / 1	Ulangi hlm. 339

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

Simulasi 3 — Prediksi TKA 2026

SMKTPFL-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-smktpfl&node=SMKTPFL-FIN3

1. Pada 2027, Fikri harus mengelas dudukan talang pada rangka baja setinggi 3 m dari atas perancah berpagar. Di bawahnya adalah jalur lalu lalang pekerja dan tumpukan kardus kemasan. Tersedia sabuk pengaman tubuh penuh, sabuk pinggang biasa, terpal plastik, dan selimut tahan api.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang paling tepat adalah ....

A. Sabuk tubuh penuh ke titik kuat; area bawah dibatasi, kardus ditutup selimut tahan api
B. Sabuk pinggang dikaitkan ke pagar perancah; area bawah ditutup terpal plastik
C. Sabuk tubuh penuh dikaitkan ke kabel las yang kencang; area bawah diberi batas
D. Sabuk tubuh penuh ke titik kuat; area bawah ditutup terpal plastik tanpa pembatas jalan
E. Sabuk tubuh penuh ke titik kuat; kardus dipindahkan, tetapi jalur di bawah tetap dibuka

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

2. Pada 2027, di area fabrikasi bengkel sekolah ada empat orang: Lutfi mengelas SMAW, Dewa membantu memegang benda kerja dan memukul terak, Arif menggerinda rigi las di dekatnya, dan seorang tamu dari industri melihat dari balik tirai las.
(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. Dewa memakai sarung tangan kain tebal agar jarinya leluasa memegang benda kerja di dekat las.
☐ B. Lutfi memakai helm las, sarung tangan kulit, jaket atau apron kulit, dan sepatu keselamatan.
☐ C. Dewa memakai kacamata pengaman di balik pelindung wajah saat memukul terak.
☐ D. Arif memakai pelindung wajah dan pelindung telinga saat menggerinda.
☐ E. Tamu di balik tirai las tidak memerlukan APD apa pun karena tirai sudah menahan sinar busur.

3. Saat kegiatan Resik di akhir praktik 2027, Tika membersihkan mesin bor duduk dan menemukan tetesan oli di bawah kepala mesin serta kabel daya yang isolasinya mulai terkelupas di dekat sakelar. Besok mesin itu akan dipakai kelas lain.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang paling tepat adalah ....

A. Mengelap oli sampai bersih lalu menyimpan mesin tanpa melapor
B. Membungkus kabel dengan selotip, lalu mesin tetap dipakai seperti biasa
C. Memberi tanda "rusak, jangan dipakai" dan melapor ke guru atau teknisi
D. Mengencangkan baut tutup kepala mesin, lalu mesin dipakai kembali
E. Melapor ke guru besok pagi tanpa menandai mesin, karena kelas lain masuk siang

4. Pada 2027, Bayu membaca gambar kerja kotak panel dari pelat 3 mm. Pada sambungan tumpulnya tertera simbol las AWS berupa dua garis tegak sejajar di bawah garis referensi, dengan angka 2 di antara kedua garis 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
Tepi pelat tidak dibevel, karena simbolnya kampuh I.	○	○
Angka 2 menyatakan lebar manik las di permukaan sebesar 2 mm.	○	○
Las dikerjakan pada sisi yang ditunjuk panah.	○	○

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

5. Pada 2027, sebuah bengkel fabrikasi mengerjakan rangka penyangga tangki dengan WPS yang mensyaratkan juru las berkualifikasi. Pak Danu menjadi welding supervisor dan Bu Sinta menjadi petugas QC. Karena pesanan menumpuk, beberapa juru las baru yang belum lulus uji kualifikasi ingin ikut mengelas.
(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
Pak Danu boleh menugaskan juru las yang belum berkualifikasi asalkan ia mengawasinya langsung.	○	○
Bu Sinta memeriksa sertifikat bahan dan kesesuaian elektroda dengan WPS sebelum produksi dimulai.	○	○
Pak Danu memastikan juru las bekerja sesuai WPS dan mencatat setiap penyimpangan.	○	○

6. Pada 2027, gambar kerja rangka konveyor dari pelanggan memakai simbol las AWS. Pada beberapa simbol garis panahnya keluar dari ujung kanan garis referensi, sebagian bendera las lapangan menghadap ke kiri, dan pada ekor tertulis "WPS-07". Satu simbol lain tidak memiliki ekor. Rika, juru las baru, mencatat cara membacanya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Catatan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Tulisan "WPS-07" pada ekor berarti pengelasan harus mengikuti dokumen prosedur WPS-07.

☐ B. Garis panah boleh keluar dari ujung kiri atau kanan garis referensi tanpa mengubah arti simbol.

☐ C. Bendera yang menghadap ke kiri berarti las bengkel, sedangkan yang menghadap ke kanan las lapangan.

☐ D. Simbol tanpa ekor berarti las boleh dikerjakan dengan proses apa saja tanpa mengikuti prosedur.

☐ E. Simbol di bawah garis tetap berarti sisi panah walaupun garis panah keluar dari ujung kanan garis referensi.

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

7. Bengkel las Pak Bowo ditawari memasang rangka atap baja ringan dari profil C berlapis galvalum setebal 0,75 mm pada 2027. Seorang juru las mengusulkan agar semua sambungan dilas SMAW supaya lebih kuat. Pemasok rangka menyatakan sistem rangkanya dirancang dengan sambungan sekrup baja dan lapisan galvalum berfungsi mencegah karat. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Keputusan yang paling tepat adalah ....

A. Mengelas semua sambungan dengan SMAW agar lebih kuat daripada sekrup
B. Mengelas sambungan, lalu mengecat ulang bagian yang terbakar agar terlindung
C. Menolak pekerjaan karena bengkel las hanya cocok untuk baja profil berat
D. Menyambung dengan sekrup sesuai sistem baja ringan, tanpa pengelasan
E. Mengelas dengan elektroda kecil dan arus rendah agar profil tidak berlubang

8. Bengkel las kecil milik Pak Joko menimbang menyewa atau membeli mesin plasma pada 2027. Data disajikan pada tabel; biaya perawatan dan listrik diabaikan.

Keterangan	Nilai
Harga beli mesin plasma	Rp9.000.000
Biaya sewa per hari	Rp150.000
Pemakaian saat ini	4 hari per bulan

(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. Biaya sewa per bulan pada pemakaian saat ini adalah Rp600.000.
☐ B. Dalam 12 bulan, biaya sewa lebih besar daripada harga beli mesin.
☐ C. Pada pemakaian saat ini, harga beli mesin sama dengan biaya sewa selama 15 bulan.
☐ D. Membeli tetap lebih hemat walaupun mesin hanya dibutuhkan selama 6 bulan.
☐ E. Bila pemakaian naik menjadi 10 hari per bulan, harga beli sama dengan biaya sewa selama 6 bulan.

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

9. Pada 2027, bengkel Bu Ani mendapat pesanan 50 panel dekoratif dari pelat baja tahan karat 1,5 mm dengan pola ratusan lubang Ø3 mm dan sudut tajam. Tepi harus bebas terak dan pesanan selesai dalam 10 hari. Mesin plasma CNC bengkel hanya mampu membuat lubang rapi paling kecil Ø6 mm. Jasa pemotongan laser CNC di kota yang sama mampu membuat lubang rapi sampai Ø1 mm dan menyelesaikan pesanan dalam 7 hari.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Keputusan yang paling tepat adalah ....

A. Memotong dengan plasma manual memakai mal agar biaya peralatan kecil
B. Memesan pemotongan laser CNC, lalu bengkel mengerjakan perakitan
C. Memotong dengan plasma CNC bengkel karena hasilnya sudah otomatis
D. Memotong dengan gas CNC agar tepi potong lurus dan tidak bergerigi
E. Membuat lubang dengan bor tangan dan pola dengan gergaji ukir listrik

10. Perusahaan fabrikasi milik Bu Rahma mempekerjakan 60 orang dan memproduksi bejana tekan serta banyak melakukan pekerjaan panas di ruang terbatas (2027). PP No. 50 Tahun 2012 mewajibkan penerapan Sistem Manajemen K3 (SMK3) bagi perusahaan yang mempekerjakan paling sedikit 100 pekerja atau yang mempunyai tingkat potensi bahaya tinggi. Bu Rahma merasa belum wajib karena pekerjanya belum 100 orang.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penilaian yang tepat adalah ....

A. Tidak wajib karena jumlah pekerja kurang dari 100 orang
B. Wajib nanti bila jumlah pekerja sudah mencapai 100 orang
C. Tidak wajib selama belum pernah terjadi kecelakaan kerja berat
D. Wajib, tetapi hanya untuk bagian pengelasan bejana tekan
E. Wajib karena potensi bahayanya tinggi, walau pekerja 60 orang

11. Pada 2027, Sari menggambar flens pipa berlubang baut yang akan dilas ke ujung pipa. Agar bentuk bagian dalamnya jelas, ia menambahkan gambar potongan A-A dengan garis potong melalui pusat flens.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Bagian benda yang terkena bidang potong diberi arsiran.
☐ B. Lubang baut yang terpotong juga diarsir agar letaknya terlihat jelas.
☐ C. Arah panah pada ujung garis potong A-A menunjukkan arah pandang ke bidang potong.
☐ D. Garis potong digambar dengan garis tebal kontinu di sepanjang garisnya.
☐ E. Karena sudah ada potongan, ukuran pada pandangan lain tidak perlu dicantumkan.

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

12. Pada 2027, label kotak elektroda di gudang sekolah sudah pudar dan hanya kode "E7016" yang masih terbaca. Nina harus menentukan apakah elektroda itu dapat dipakai untuk pekerjaan yang mensyaratkan elektroda hidrogen rendah dan pengelasan posisi tegak.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Uraian kode yang tepat adalah ....

A. Kekuatan tarik minimal 70 ksi, semua posisi, salutan hidrogen rendah
B. Kekuatan tarik minimal 70 MPa, semua posisi, salutan hidrogen rendah
C. Kekuatan tarik minimal 70 ksi, posisi datar dan horizontal saja
D. Kekuatan tarik minimal 70 ksi, semua posisi, salutan selulosa natrium
E. Kekuatan luluh minimal 70 ksi, semua posisi, salutan hidrogen rendah

13. Pada 2027, Raka menggambar flens di CAD 2D. Ia membuat satu lubang baut pada lingkaran pusat lubang (PCD) Ø120 mm, lalu memakai perintah ARRAY polar sehingga ada 6 lubang yang tersebar sama rata. Setelah flens dipotong, ia akan memeriksa jarak lurus antara pusat dua lubang yang bersebelahan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Jarak lurus antara pusat dua lubang bersebelahan adalah ....

A. 30 mm
B. 52 mm
C. 60 mm
D. 63 mm
E. 120 mm

14. Pada 2027, Ujang akan mengelas braket baru pada rumah gearbox yang masih terpasang dengan motor listrik di atas rangka meja. Di dalam gearbox terdapat poros dan bantalan (bearing). Guru mengingatkan bahwa arus las yang melewati bantalan dapat merusak permukaannya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Letak klem massa yang paling tepat adalah ....

A. Pada rumah gearbox di dekat braket yang dilas
B. Pada rangka meja tempat gearbox dan motor diletakkan
C. Pada poros keluaran gearbox yang permukaannya bersih
D. Pada kaki motor listrik yang tersambung ke gearbox
E. Pada kopling di poros masukan gearbox yang dekat motor

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

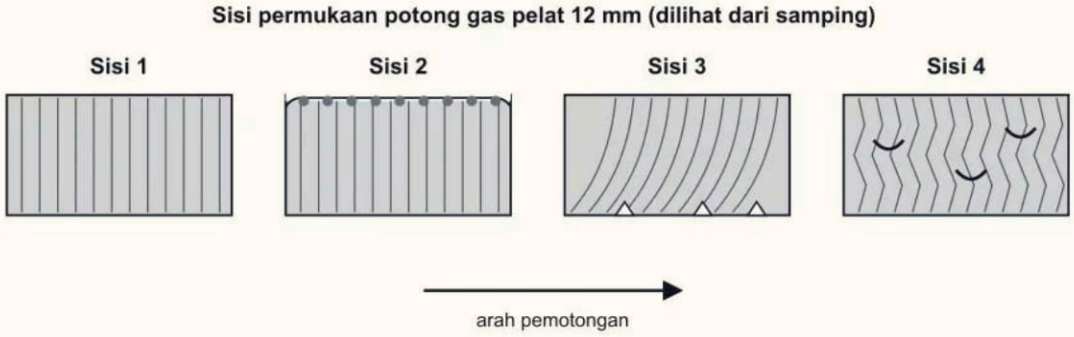
15. Pada 2027, Mira membuat lubang persegi di tengah pelat baja karbon 10 mm memakai plasma. Pada percobaan pertama, logam cair menyembur balik ke nosel sehingga nosel cepat rusak. Tabel setelan dari bengkel disajikan berikut.

Tebal (mm)	Arus (A)	Tinggi obor saat menembus (mm)	Tinggi obor saat memotong (mm)
3	30	3	1,5
6	45	4	1,5
10	45	5	1,5

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

A. Menembus pada tinggi 1,5 mm, lalu memotong pada tinggi 5 mm
B. Menembus dan memotong pada tinggi yang sama, yaitu 1,5 mm
C. Menembus dan memotong pada tinggi yang sama, yaitu 5 mm
D. Menembus pada tinggi 4 mm, lalu turun ke 1,5 mm saat mulai memotong
E. Menembus pada tinggi 5 mm, lalu turun ke 1,5 mm setelah tembus

16. Pada 2027, empat siswa memotong pelat baja karbon 12 mm dengan brander potong; gambar memperlihatkan sisi permukaan potong mereka. Gilang mengaku menggerakkan brander jauh lebih cepat daripada kecepatan pada tabel, sedangkan nosel, nyala pemanasan, dan tekanan oksigennya sudah sesuai.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Sisi potong yang paling mungkin milik Gilang beserta perbaikannya adalah ....



A. Sisi 1; gerak brander diperlambat
B. Sisi 2; nyala pemanasan dikecilkan
C. Sisi 4; gerak brander dipercepat lagi
D. Sisi 3; gerak brander diperlambat
E. Sisi 3; tekanan oksigen diturunkan

17. Pada 2027, teknisi bengkel sekolah merawat gerinda duduk yang batunya sudah aus sehingga jarak ke sandaran benda kerja melebar. Sebuah batu pengganti baru juga akan dipasang di sisi lain mesin.

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
Jarak sandaran benda kerja ke batu dijaga dekat (sekitar 3 mm) dan disetel ulang setelah batu aus.	○	○
Batu baru diketuk ringan sebelum dipasang; bunyi nyaring menandakan batu tidak retak.	○	○
Batu yang bergetar karena permukaannya tidak rata tetap dipakai asalkan operator berdiri di samping mesin.	○	○

18. Pada 2027, bengkel Pak Gani mengerjakan rangka jembatan penyeberangan di desa yang belum terjangkau listrik PLN. Tersedia genset 5 kVA, mesin las inverter 160 A yang membutuhkan 4,5 kVA pada arus maksimum, mesin las trafo AC yang membutuhkan 9 kVA, dan dapat disewa mesin las bermotor diesel. Titik las terjauh berjarak 50 m dari mesin.
(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. Mesin inverter dapat dipakai dengan genset 5 kVA sampai arus 160 A.
☐ B. Mesin trafo 9 kVA dapat dipakai dengan genset 5 kVA pada arus maksimum karena genset menyesuaikan sendiri.
☐ C. Mesin las bermotor diesel tidak memerlukan listrik PLN maupun genset terpisah.
☐ D. Kabel las sepanjang 50 m menurunkan tegangan di ujung holder, sehingga dipakai kabel berpenampang lebih besar.
☐ E. Pada mesin las bermotor diesel, polaritas tidak berpengaruh karena sumber tenaganya mesin diesel.

19. Pada 2027, Hendra harus menandai lingkaran Ø100 mm pada pelat baja 8 mm yang akan dipotong dengan brander. Garis harus tetap terlihat setelah pelat dipanaskan dan diangkat ke meja potong. Di mejanya tersedia spidol, kapur besi, penggores, penitik pusat, palu, mistar baja, dan jangka tusuk.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Cara menandai yang paling tepat adalah ....

A. Menggores lingkaran dengan jangka tusuk dibuka 50 mm tanpa menitik pusat
B. Menitik pusat, lalu menggores lingkaran dengan jangka tusuk dibuka 50 mm
C. Menitik pusat, lalu menggores lingkaran dengan jangka tusuk dibuka 100 mm
D. Menggores titik-titik berjarak 50 mm dari pusat dengan mistar baja
E. Menitik pusat, lalu melukis lingkaran dengan spidol pada jangka dibuka 50 mm

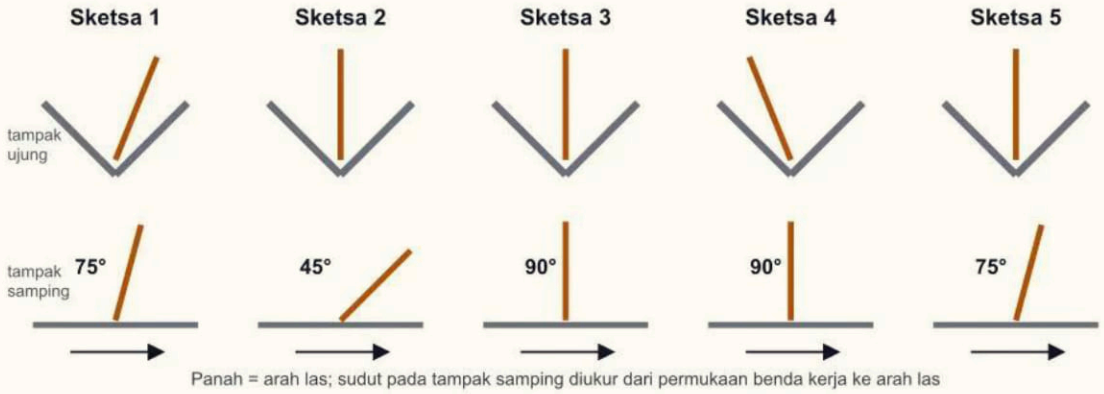
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

20. Pada 2027, kelompok Lina menekuk pelat baja lunak 1,5 mm menjadi siku 90° memakai mesin tekuk manual yang pelat namanya bertuliskan kapasitas 2 mm. Setelah tekukan percobaan, sudutnya kembali sedikit terbuka. Mereka juga mendapat tugas menekuk pelat 3 mm untuk dudukan lain.
(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. Pelat 3 mm tetap ditekuk di mesin itu asalkan dua orang menarik tuas bersama-sama.
☐ B. Pelat dijepit kuat dengan bilah penjepit tepat pada garis tekuk.
☐ C. Tangan menahan pelat tepat di bawah bilah penjepit agar pelat tidak bergeser saat penjepit diturunkan.
☐ D. Pelat ditekuk sedikit melewati 90° agar setelah dilepas sudutnya menjadi 90°.
☐ E. Garis tekuk ditandai pada sisi yang terlihat operator agar mudah disejajarkan dengan bilah.

21. WPS las sudut posisi 1F pada 2027 menetapkan: sudut kerja elektroda membagi dua sama besar sudut antara kedua pelat (45° terhadap masing-masing pelat) dan sudut jalan 70–80°. Gambar memperlihatkan lima sketsa posisi elektroda dari tampak ujung dan tampak samping.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Sketsa yang sesuai WPS adalah ....



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

22. Pada 2027, guru membuat tiga manik las contoh di atas pelat datar dengan elektroda dan diameter yang sama. Manik M1 lebar, tinggi, dan tepinya menggulung di atas pelat. Manik M2 sempit, riaknya memanjang lancip, dan terdapat alur di kedua tepinya. Manik M3 rata dengan lebar dan riak yang seragam.

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 adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. M1 kemungkinan dibuat dengan gerak terlalu lambat atau arus terlalu rendah.
☐ B. M2 kemungkinan dibuat dengan gerak terlalu lambat sehingga riaknya memanjang.
☐ C. M3 menunjukkan arus terlalu tinggi karena maniknya rata dan melebar seragam.
☐ D. M2 menunjukkan gerak terlalu cepat sehingga logam las tidak sempat mengisi tepi.
☐ E. M1 dapat diperbaiki dengan memperlambat gerak elektroda lagi.

23. Pada 2027, inspektor bengkel merekap temuan inspeksi visual las sudut dari 12 juru las baru selama satu bulan seperti pada tabel. Kepala bengkel hanya punya waktu untuk satu materi pelatihan ulang.

Jenis cacat	Jumlah temuan
Undercut	18
Terak terperangkap	5
Porositas	4
Overlap	3

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

A. Penyimpanan dan pengeringan elektroda sebelum dipakai
B. Pembersihan terak antarlapis dengan palu terak dan sikat
C. Menaikkan arus dan memperlambat gerak elektroda
D. Menjaga arus tidak berlebih, busur pendek, dan gerak yang tepat
E. Menaikkan arus dan mempercepat gerak agar manik las menjadi lebih ramping

24. Pada 2027, kriteria las sudut di bengkel adalah kaki minimal 6 mm, selisih kedua kaki paling besar 2 mm, dan kecembungan paling besar 2 mm. Pemeriksa mengukur hasil las Bima dengan welding gauge: kaki 6 mm dan 7 mm, serta kecembungan 3 mm.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Keputusan yang tepat adalah ....

A. Lolos, karena kedua kaki sudah minimal 6 mm
B. Tidak lolos, karena kecembungan 3 mm melebihi 2 mm
C. Tidak lolos, karena kaki 7 mm melebihi ukuran 6 mm
D. Lolos, karena las cembung lebih kuat daripada las rata
E. Tidak lolos, karena kedua kaki las tidak sama panjang

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

25. Pada 2027, tiga balok baja hasil pengelasan diperiksa kelurusannya dengan benang dan mistar. Toleransi lendutan yang dipakai bengkel adalah paling besar L/1000, dengan L = panjang balok. Hasil pemeriksaan disajikan pada tabel.

Balok	Panjang (mm)	Lendutan terukur (mm)
B1	3.000	2
B2	4.000	5
B3	6.000	6

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Balok yang diterima adalah ....

A. B1 saja
B. B1 dan B2
C. B1 dan B3
D. B2 dan B3
E. B1, B2, dan B3

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 2, 4, 5, 6, 8, 11, 17, 18, 20, 22): jawab langsung pada soalnya.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Tabel skor dan anjuran

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 1.1 · Industri pengguna dan perkembangan teknologi pengelasan dan fabrikasi	7, 9	___ / 2	Ulangi hlm. 9
Sub bab 1.2 · Profesi, job profile, dan wirausaha bengkel	5, 8	___ / 2	Ulangi hlm. 25
Sub bab 2.1 · Dasar hukum K3LH dan alat pelindung diri pengelasan	2, 10	___ / 2	Ulangi hlm. 55
Sub bab 2.2 · Bahaya di tempat kerja dan kerja aman sesuai prosedur	1	___ / 1	Ulangi hlm. 71
Sub bab 2.3 · 5R pada pengelasan, kerja bangku, dan pemesinan dasar	3	___ / 1	Ulangi hlm. 85
Sub bab 3.1 · Standar tanda pengerjaan las: AWS dan ISO	6	___ / 1	Ulangi hlm. 112
Sub bab 3.2 · Membaca dan menganalisis gambar tanda pengerjaan las	4	___ / 1	Ulangi hlm. 128
Sub bab 3.3 · Gambar proyeksi konstruksi sederhana	11	___ / 1	Ulangi hlm. 143
Sub bab 3.4 · Gambar CAD 2D dan 3D konstruksi sederhana	13	___ / 1	Ulangi hlm. 159
Sub bab 4.1 · Perkakas tangan: jenis dan penggunaannya	19	___ / 1	Ulangi hlm. 188
Sub bab 4.2 · Perkakas bertenaga dan pemeliharaan perkakas	17, 20	___ / 2	Ulangi hlm. 203
Sub bab 4.3 · Pemotongan logam dengan panas: gas cutting dan plasma cutting	15, 16	___ / 2	Ulangi hlm. 220
Sub bab 5.1 · Mesin las SMAW dan persiapan alat	14, 18	___ / 2	Ulangi hlm. 248
Sub bab 5.2 · Kode dan spesifikasi elektroda SMAW	12	___ / 1	Ulangi hlm. 265
Sub bab 6.1 · Mengelas pelat baja karbon posisi 1F dan 1G sesuai WPS	21	___ / 1	Ulangi hlm. 291
Sub bab 6.2 · Parameter pengelasan: arus, sudut elektroda, kecepatan, dan panjang busur	22	___ / 1	Ulangi hlm. 307
Sub bab 6.3 · Welding gauge, tang ampere, serta pemeriksaan dimensi dan penetrasi	24, 25	___ / 2	Ulangi hlm. 322
Sub bab 6.4 · Inspeksi visual cacat las	23	___ / 1	Ulangi hlm. 339

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

Bagian D · Kunci dan Pembahasan

Urutan sama dengan buku. Setiap pembahasan memuat konsep, langkah, dan alasan tiap pilihan. Baca pembahasan soal yang kamu jawab salah — dan juga yang kamu jawab benar tetapi menebak.

Latihan sub bab 1.1

No. 1 Kunci: A, B, D

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

Konsep: Mesin las inverter lebih ringan, lebih hemat listrik, dan dapat menghasilkan arus DC, tetapi komponen elektroniknya peka debu dan panas. Busur menyimpang (arc blow) lebih mudah terjadi pada arus DC daripada AC.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Bobot 7 kg jauh lebih ringan daripada 80 kg; inilah kelebihan utama untuk pekerjaan di lokasi.

• **Pernyataan 2** ✓ E6010 memerlukan DCEP; mesin trafo AC tidak dapat memakainya dengan baik.

• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: justru komponen elektronik peka terhadap debu logam; inverter perlu dibersihkan rutin dan dijauhkan dari debu gerinda.

• **Pernyataan 4** ✓ Efisiensi inverter lebih tinggi dan arus masuknya lebih kecil daripada trafo untuk arus las yang sama.

• **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: busur menyimpang lebih sering terjadi pada arus searah (DC); arus bolak-balik (AC) justru membantu mengurangi arc blow.

Jawaban: pernyataan 1, 2, 4.

No. 2 Kunci: B, C, E

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

Konsep: Industri pengguna las berbeda kebutuhannya: bejana tekan dan perpipaan menuntut prosedur, kualifikasi, dan pemeriksaan ketat; perkapalan menuntut banyak posisi; fabrikasi ringan (rak, pagar) cukup dengan las pelat/profil; sheet metal pesawat banyak memakai paku keling.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: rak dan pagar adalah fabrikasi ringan dari profil dan pelat; sertifikat pipa 6G adalah syarat industri perpipaan.

• **Pernyataan 2** ✓ Bejana tekan yang bocor atau pecah membahayakan sehingga prosedur dan pemeriksaannya ketat.

• **Pernyataan 3** ✓ Lambung dan sekat kapal dilas dalam banyak posisi.

• **Pernyataan 4** ✗ Panel pesawat dari paduan aluminium tipis umumnya disambung dengan paku keling; SMAW tidak dipakai untuk panel tipis itu.

• **Pernyataan 5** ✓ Sambungan pipa bertekanan menuntut juru las berkualifikasi pipa.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

No. 3 Kunci: D

Konsep: Teknologi pemotongan otomatis (CNC) cocok untuk produksi banyak benda identik dengan toleransi ketat. Keputusan dipilih dengan memeriksa semua syarat: ketelitian, waktu, dan biaya/modal.

Langkah:

1. Toleransi ±0,5 mm → manual (gas/plasma) gugur.

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

2. Tenggat 3 hari → laser (antre 7 hari) gugur.
3. Modal tidak cukup → membeli mesin gugur.
4. Tersisa: menyewa plasma CNC.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Pemotongan gas manual kurang teliti dan lambat untuk 300 benda.
- **B.** ✗ Jebakan: dikerjakan sendiri, tetapi ketelitian ±1,5 mm tidak memenuhi toleransi ±0,5 mm.
- **C.** ✗ Jebakan: paling presisi, tetapi antre 7 hari melewati tenggat 3 hari.
- **D.** ✓ Memenuhi toleransi, tenggat, dan tidak memerlukan modal besar.
- **E.** ✗ Modal bengkel tidak cukup untuk membeli mesin baru.

Jawaban: D.

No. 4 Kunci: B

Konsep: Bejana bertekanan menyimpan energi besar; sambungan yang bocor atau pecah dapat meledak. Karena itu industri bejana tekan menuntut prosedur las tertulis, juru las berkualifikasi, dan pengujian (misalnya uji tekanan) yang paling ketat.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Kegagalan las pagar umumnya hanya menimbulkan kerusakan ringan.
- **B.** ✓ Tangki bertekanan dapat pecah atau meledak bila sambungannya gagal.
- **C.** ✗ Jebakan: rak memang menahan beban, tetapi bebannya ringan dan tidak bertekanan.
- **D.** ✗ Jebakan: kanopi menahan beban atap, tetapi akibat kegagalannya jauh lebih kecil dibanding tangki bertekanan.
- **E.** ✗ Teralis bukan konstruksi penahan tekanan.

Jawaban: B.

No. 5 Kunci: A, C, D

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

Konsep: GMAW (las busur logam gas) memakai kawat yang diumpankan terus dan gas pelindung dari tabung: produktif dan bersih, tetapi peka angin. SMAW memakai elektroda bersalut: lebih lambat, tetapi pelindungnya tahan angin sehingga cocok untuk lapangan.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ Kawat gulungan diumpankan otomatis sehingga waktu busur menyala lebih panjang.
- **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: gas pelindung dari tabung justru mudah tertiup angin sehingga las menjadi berpori.
- **Pernyataan 3** ✓ Salutan yang terbakar menghasilkan gas dan terak pelindung yang lebih tahan angin.
- **Pernyataan 4** ✓ GMAW tidak menghasilkan lapisan terak seperti SMAW.
- **Pernyataan 5** ✗ GMAW memiliki parameter berbeda (kecepatan kawat, tegangan, aliran gas) sehingga memerlukan pelatihan.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 4.

Latihan sub bab 1.2

No. 1 Kunci: E

Konsep: Harga penawaran = total biaya + laba. Bila laba ditetapkan dari seluruh biaya, biaya sekali kirim harus dijumlahkan dulu sebelum dikalikan persentase laba.

Langkah:

1. Biaya satu unit = 620.000 + 85.000 + 95.000 + 300.000 = Rp1.100.000.

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

2. Total biaya = 5 × 1.100.000 + 150.000 = Rp5.650.000.
3. Harga penawaran = 5.650.000 × 120% = Rp6.780.000.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Ini baru total biaya; laba 20% belum ditambahkan.
• **B.** ✗ Jebakan: laba hanya dihitung dari bahan (800.000 × 20% = 160.000 per unit): 5 × 1.260.000 + 150.000 = Rp6.450.000; padahal laba dihitung dari seluruh biaya.
• **C.** ✗ Jebakan: 5 × 1.100.000 × 120% = Rp6.600.000; ongkos angkut lupa dimasukkan.
• **D.** ✗ Jebakan: ongkos angkut ditambahkan setelah laba (6.600.000 + 150.000), padahal laba dihitung dari seluruh biaya termasuk angkut.
• **E.** ✓ Total biaya Rp5.650.000 ditambah laba 20% = Rp6.780.000.

Jawaban: E.

No. 2 Kunci: B

Konsep: Drafter mengubah sketsa/rancangan menjadi gambar kerja (dengan CAD) yang memuat ukuran, simbol las, dan daftar potong. Fitter, juru las, inspector, dan operator memakai gambar itu.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: inspector memang menguasai simbol, tetapi tugasnya memeriksa hasil las berdasarkan gambar kerja, bukan membuatnya.
• **B.** ✓ Hasil kerja yang diminta adalah gambar kerja lengkap → tugas drafter.
• **C.** ✗ Jebakan: fitter memakai dan dapat merinci daftar potong, tetapi tidak menyusun gambar kerja lengkap dengan simbol las.
• **D.** ✗ Supervisor mengatur pekerjaan dan jadwal, bukan menggambar.
• **E.** ✗ Jebakan: operator CNC memrogram potongan dari gambar yang sudah ada.

Jawaban: B.

No. 3 Kunci: A

Konsep: Laba = harga − seluruh biaya (bahan + upah dan listrik). Pesanan dipilih berdasarkan laba, bukan harga tertinggi.

Langkah:
1. Kanopi: 9.000.000 − 5.200.000 − 1.600.000 = Rp2.200.000.
2. Teralis: 7.500.000 − 3.500.000 − 1.800.000 = Rp2.200.000.
3. Pagar: 8.400.000 − 4.500.000 − 1.500.000 = Rp2.400.000 → terbesar.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Laba pagar paling besar.
• **B.** ✗ Jebakan: harga kanopi tertinggi, tetapi labanya Rp2.200.000, lebih kecil dari pagar.
• **C.** ✗ Jebakan: hanya mengurangi bahan (7.500.000 − 3.500.000); upah dan listrik lupa dikurangkan.
• **D.** ✗ Hanya mengurangi bahan dari harga kanopi.
• **E.** ✗ Pesanannya benar, tetapi upah dan listrik lupa dikurangkan.

Jawaban: A.

No. 4 Kunci: E

Konsep: Welding engineer menyusun dan mengembangkan prosedur pengelasan (WPS) berdasarkan bahan dan desain; juru las mengelas benda uji prosedur; welding inspector menyaksikan dan memeriksa; drafter dan fitter memakai hasilnya.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: pengalaman juru las berguna sebagai masukan, tetapi penyusunan WPS adalah tugas rekayasa.
• **B.** ✗ Jebakan: inspector memeriksa kesesuaian dengan WPS, bukan menyusunnya, agar

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

pemeriksaannya tetap independen.

- **C.** ✗ Drafter mencantumkan simbol las dan acuan WPS pada gambar, bukan menyusun WPS.
- **D.** ✗ Fitter menjalankan persiapan sesuai WPS.
- **E.** ✓ Welding engineer menyusun WPS dan membuktikannya melalui benda uji yang dilas juru las.

Jawaban: E.

No. 5 Kunci: C

Konsep: Kebutuhan bahan = panjang las × kebutuhan per meter untuk tiap jenis las. Bila bahan dijual per kemasan, jumlah kemasan dibulatkan ke atas.

Langkah:

1. Las sudut: 24 × 0,25 = 6 kg; kampuh V: 10 × 0,60 = 6 kg; total 12 kg.
2. 12 kg : 5 kg = 2,4 → dibeli 3 kotak.
3. Biaya = 3 × Rp175.000 = Rp525.000.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Menjumlahkan panjang (34 m) lalu memakai 0,25 kg/m saja: 8,5 kg → 2 kotak.
- **B.** ✗ Jebakan: 12 kg × Rp35.000/kg, seolah-olah dapat membeli eceran.
- **C.** ✓ Kebutuhan 12 kg dibulatkan ke 3 kotak.
- **D.** ✗ Kebutuhan per meter tertukar: 24 × 0,60 + 10 × 0,25 = 16,9 kg → 4 kotak.
- **E.** ✗ Memakai 0,60 kg/m untuk seluruh 34 m: 20,4 kg → 5 kotak.

Jawaban: C.

Kuis Akhir Bab 1

No. 1 Kunci: A

Konsep: Harga jual = biaya total + laba. Laba yang ditetapkan sebagai persentase dari biaya dihitung dari jumlah seluruh biaya (bahan, elektroda, listrik, upah, dan lainnya).

Langkah:

1. Jumlahkan seluruh biaya: 100.000 + 20.000 + 10.000 + 70.000 = 200.000.
2. Hitung laba: 20 % × 200.000 = 40.000.
3. Jumlahkan: 200.000 + 40.000 = 240.000.
4. Cek kewajaran: harga jual harus lebih besar daripada biaya total.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Biaya total 100.000 + 20.000 + 10.000 + 70.000 = Rp200.000; laba 20 % × 200.000 = Rp40.000; harga jual = Rp240.000.
- **B.** ✗ Jebakan: ini hanya biaya total tanpa laba.
- **C.** ✗ Jebakan: 200.000 ÷ 0,8 = 250.000 menganggap laba 20 % dari harga jual, padahal soal menyebut 20 % dari biaya.
- **D.** ✗ Jebakan: upah tidak dimasukkan: (100.000 + 20.000 + 10.000) × 1,2 = 156.000.
- **E.** ✗ Jebakan: laba dianggap Rp20.000 (angka biaya elektroda) bukan 20 % dari biaya.

Jawaban: A.

No. 2 Kunci: D

Konsep: Gambar kerja adalah dokumen terkendali: setiap perubahan diberi kode revisi, hanya versi berlaku yang boleh ada di lantai kerja, dan gambar usang ditarik. Bila gambar lama sudah dipakai, hasil kerja yang terdampak harus diperiksa.

Langkah:

1. Kenali masalah: dua versi gambar beredar bersamaan.

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

2. Hentikan sumber kesalahan baru: tarik Rev A, pastikan Rev B yang berlaku.
3. Batasi dampak: periksa rangka yang dirakit dari Rev A dan catat penanganannya.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: menunggu keluhan membiarkan rangka salah terus bertambah dan menunda perbaikan.
• **B.** ✗ Jebakan: mengganti gambar saja tidak menyelesaikan rangka yang sudah dibuat memakai Rev A.
• **C.** ✗ Jebakan: perubahan gambar adalah kewenangan pembuat dan penyetuju gambar; gambar buatan sendiri menambah versi baru.
• **D.** ✓ Gambar usang ditarik dari lantai kerja, versi yang berlaku dipastikan, dan rangka yang dibuat dengan gambar lama diperiksa agar kerugian dibatasi.
• **E.** ✗ Jebakan: tanpa catatan, versi lama dapat dipakai lagi dan sebab masalah tidak terlacak.

Jawaban: D.

No. 3 Kunci: C

Konsep: Fabrikasi logam membentuk bahan menjadi produk lewat urutan tetap: **memotong → membentuk (menekuk) → merakit → menyambung (mengelas) → menyelesaikan permukaan**. Setiap tahap menyiapkan benda untuk tahap berikutnya dan sulit diperbaiki bila urutannya terbalik.

Langkah:

1. Pelat harus dipotong sesuai daftar potong sebelum dibentuk (Q lebih dulu daripada P).
2. Bagian yang sudah ditekuk baru dapat dirakit menjadi kotak; las titik (R) menahan bentuk dan ukuran sebelum las penuh.
3. Las penuh dan penggerindaan (S) dikerjakan setelah bentuk tertahan, dan pengecatan (T) paling akhir setelah permukaan bersih.
4. Urutan: Q – P – R – S – T.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: pelat ditekuk sebelum dipotong; ukuran bagian yang ditekuk tidak lagi dapat dipotong sesuai daftar potong.
• **B.** ✗ Jebakan: bagian dirakit sebelum ditekuk; kotak tidak dapat dibentuk dari pelat datar yang sudah dirakit.
• **C.** ✓ Memotong, menekuk, merakit dengan las titik, mengelas penuh, lalu mengecat.
• **D.** ✗ Jebakan: las penuh sebelum las titik; bagian yang belum tertahan bergeser akibat panas dan kotak menjadi tidak siku.
• **E.** ✗ Jebakan: pengecatan sebelum las penuh; cat terbakar oleh panas las dan harus diulang.

Jawaban: C.

No. 4 Kunci: C

Konsep: Memilih mesin las berarti mencocokkan spesifikasi mesin dengan syarat pekerjaan. Tiga syarat yang sering bertemu: jenis arus (elektroda tertentu memerlukan DC), bobot (bila harus diangkut), dan daya masuk (tidak boleh melampaui listrik yang tersedia).

Langkah:

1. Tulis tiga syarat: arus DC, bobot paling berat 15 kg, daya paling besar 3.500 VA.
2. Periksa setiap mesin terhadap ketiga syarat; coret mesin yang gagal pada satu syarat.
3. P gagal (AC, 75 kg, 8.000 VA), Q gagal (5.500 VA), S gagal (AC, 38 kg); R memenuhi ketiganya.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: arusnya AC dan bobot 75 kg melewati batas; daya masuk 8.000 VA juga melebihi listrik lokasi.
• **B.** ✗ Jebakan: daya masuk 5.500 VA melebihi 3.500 VA yang tersedia; batas listrik tidak dapat "disesuaikan".

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

• **C.** ✓ Hanya mesin R yang memenuhi tiga syarat sekaligus: DC (untuk E6010), 6 kg (di bawah 15 kg), dan 3.200 VA (di bawah 3.500 VA).
• **D.** ✗ Jebakan: bobot S adalah 38 kg, bukan paling ringan, dan arusnya AC sehingga tidak dapat dipakai untuk E6010.
• **E.** ✗ Jebakan: mesin R memenuhi semua syarat; membatalkan tanpa memeriksa seluruh baris tabel adalah kesimpulan keliru.

Jawaban: C.

No. 5 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Wirausaha bengkel dibangun di atas kepercayaan pelanggan dan pencatatan yang rapi. Rincian biaya yang jelas mencegah salah paham, kualitas sesuai kesepakatan menjaga nama baik, dan pencatatan terpisah menunjukkan untung-rugi usaha yang sebenarnya.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Benar.** Kesepakatan tertulis tentang biaya dan waktu menjadi pegangan kedua pihak.
• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: kenaikan harga bahan dibicarakan dengan pelanggan (harga disesuaikan atau bahan tetap sesuai kesepakatan); mengurangi ukuran besi diam-diam melanggar kesepakatan dan membahayakan kekuatan pagar.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Uang bengkel dan uang pribadi yang bercampur membuat laba tidak dapat diketahui.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 6 Kunci: B

Konsep: Mesin potong CNC (computer numerical control) menggerakkan alat potong mengikuti lintasan dari gambar digital. Keuntungannya: bentuk rumit dapat diulang dengan hasil seragam. Mesin tetap memerlukan gambar, program, setelan sesuai bahan dan tebal, serta operator.

Langkah:
1. Cari masalah lama: bentuk berbeda antarpelat karena dipotong mengikuti garis spidol.
2. Cari fitur CNC yang menyelesaikannya: lintasan dari berkas gambar yang dapat diulang.
3. Tolak opsi yang melebih-lebihkan mesin (tanpa gambar, tanpa operator, tanpa setelan).

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: mesin CNC justru memerlukan gambar digital sebagai dasar lintasan potong.
• **B.** ✓ Mesin CNC mengikuti lintasan yang diprogram dari gambar digital, sehingga bentuk yang sama dapat dibuat berulang dengan hasil yang seragam.
• **C.** ✗ Jebakan: arus, kecepatan, dan jarak nosel tetap harus disetel sesuai tebal; tepi tidak otomatis sempurna.
• **D.** ✗ Jebakan: operator tetap menyiapkan pelat, program, dan setelan serta mengawasi proses.
• **E.** ✗ Jebakan: plasma memotong logam penghantar, bukan semua bahan, dan setelan berbeda untuk tiap bahan dan tebal.

Jawaban: B.

No. 7 Kunci: B

Konsep: Job profile menggambarkan kompetensi yang dibutuhkan sebuah pekerjaan. Mencocokkan pelamar berarti memeriksa kesesuaian proses, bahan, rentang tebal, dan posisi pada sertifikat dengan tuntutan pekerjaan; tidak ada kualifikasi yang berlaku otomatis di luar yang tertulis.

Langkah:
1. Tulis tuntutan lowongan: SMAW, baja karbon, tebal 10 mm, posisi 1F dan 1G.
2. Periksa tiap pelamar terhadap keempat unsur itu.
3. Hanya Bima yang memenuhi semuanya.

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

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: sertifikat Alya hanya 1F (las sudut); lowongan menuntut 1F dan 1G (las alur).

• **B.** ✓ Sertifikat Bima memenuhi proses (SMAW), bahan (baja karbon), tebal 10 mm (di dalam 6–12 mm), dan posisi 1F serta 1G.

• **C.** ✗ Jebakan: kualifikasi mengikuti proses, bahan, dan bentuk; GTAW pipa stainless tidak otomatis mencakup SMAW pelat baja karbon.

• **D.** ✗ Jebakan: K3 dan operator gerinda penting, tetapi tidak menunjukkan kompetensi mengelas SMAW pelat.

• **E.** ✗ Jebakan: Bima memiliki kedua posisi pada satu sertifikat; kesimpulan "tidak ada" muncul karena tidak memeriksa seluruh baris.

Jawaban: B.

No. 8 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Sertifikat kompetensi menunjukkan seseorang telah diuji terhadap standar tertentu. Kualifikasi juru las biasanya berlaku untuk proses, jenis bahan, ketebalan, dan posisi yang disebut dalam sertifikatnya; pekerjaan di luar itu dapat menuntut uji ulang.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** Itulah fungsi sertifikat kompetensi: bukti uji terhadap standar, bukan sekadar bukti mengikuti pelatihan.

• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: kualifikasi dibatasi pada proses, bahan, tebal, dan posisi yang tertulis; di luar itu perlu kualifikasi atau uji tambahan.

• **Pernyataan 3 → Benar.** Perusahaan menjaga mutu dengan memastikan kemampuan sesuai pekerjaan yang diberikan.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 9 Kunci: A, B, E

Konsep: Otomatisasi pengelasan menguntungkan bila benda **identik dan jumlahnya besar**, karena gerakan yang sama diulang dengan konsisten. Hasilnya bergantung pada posisi benda yang tetap (jig), program yang benar, dan pemeriksaan oleh manusia.

Langkah: Untuk setiap pertimbangan, tanyakan: apakah ia sesuai dengan sifat robot yang mengulang gerakan terprogram pada benda yang sama?

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Produk identik dalam jumlah besar adalah kondisi terbaik bagi robot; hasilnya tidak lagi bergantung pada kebiasaan tiap juru las.

• **B.** ✓ Robot hanya mengulang lintasan terprogram; bila posisi braket berubah, lasnya meleset. Jig menjaga posisi tetap sama.

• **C.** ✗ Jebakan: robot tidak memahami cacat; manusia tetap diperlukan untuk memprogram, mengawasi, dan memeriksa hasil.

• **D.** ✗ Jebakan: bentuk lain membutuhkan program dan jig baru; robot menghemat tenaga untuk benda yang sama, bukan untuk semua benda tanpa penyetelan.

• **E.** ✓ Pemeriksaan hasil awal dan penyetelan ulang program adalah bagian dari memakai robot.

Jawaban: A, B, dan E.

No. 10 Kunci: A, C, E

Konsep: Mesin tekuk CNC (press brake) menyimpan program sudut dan jarak tekuk sehingga hasil berulang seragam. Manfaatnya terbesar pada produksi banyak dengan bentuk berulang. Pemeriksaan hasil awal tetap perlu karena pelat cenderung membuka kembali sedikit setelah ditekuk.

Langkah:

1. Cari masalah yang ingin diselesaikan: sudut berbeda antarbraket.

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

2. Nilai tiap pernyataan: apakah sesuai dengan cara kerja mesin terprogram dan batasnya?
3. Tolak pernyataan yang menganggap mesin menggantikan gambar, data bahan, atau pemeriksaan.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Program tersimpan membuat setiap tekukan mengulang langkah yang sama, sehingga beda antarbraket mengecil.
• **B.** ✗ Jebakan: tebal, jenis, dan sifat pelat memengaruhi gaya dan hasil tekukan; data itu harus dimasukkan dengan benar.
• **C.** ✓ Waktu menyusun program dibagi jumlah produk; makin banyak produk yang sama, makin kecil beban tiap unit.
• **D.** ✗ Jebakan: program dibuat dari gambar kerja; operator tetap perlu membaca gambar untuk menyiapkan dan memeriksa hasil.
• **E.** ✓ Pelat cenderung sedikit membuka kembali setelah ditekuk (pegas balik), sehingga hasil awal diperiksa dan program disetel.

Jawaban: A, C, dan E.

No. 11 Kunci: A

Konsep: Dokumen kerja punya fungsi masing-masing: gambar kerja (bentuk dan ukuran), daftar potong (bahan, panjang, jumlah), WPS (cara mengelas), laporan inspeksi (hasil periksa), dan surat penawaran (harga untuk pelanggan).

Langkah:

1. Tulis masalahnya: jumlah dan panjang batang salah hitung.
2. Cari dokumen yang menyatukan panjang, jumlah, dan bahan setiap batang.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Daftar potong merangkum bahan, panjang, dan jumlah setiap batang sehingga jumlah potong tidak salah hitung.
• **B.** ✗ Jebakan: WPS mengatur cara mengelas, bukan jumlah dan panjang batang yang dipotong.
• **C.** ✗ Jebakan: laporan inspeksi dibuat sesudah pengelasan dan tidak membantu menghitung kebutuhan potong.
• **D.** ✗ Jebakan: surat penawaran ditujukan kepada pelanggan, bukan untuk panduan memotong.
• **E.** ✗ Jebakan: jadwal piket mengatur kebersihan bengkel, tidak berkaitan dengan jumlah potong.

Jawaban: A.

No. 12 Kunci: E

Konsep: Laba bersih = pendapatan − biaya bahan − biaya tetap. Pendapatan dan biaya bahan dihitung dari **jumlah unit × nilai per unit**; biaya tetap dihitung sekali per bulan dan tidak bergantung jumlah pesanan.

Langkah:

1. Pendapatan: 4 × 2.500.000 + 3 × 3.200.000 + 5 × 800.000 = 10.000.000 + 9.600.000 + 4.000.000 = **Rp23.600.000**.
2. Biaya bahan: 4 × 1.500.000 + 3 × 2.100.000 + 5 × 450.000 = 6.000.000 + 6.300.000 + 2.250.000 = **Rp14.550.000**.
3. Biaya tetap: 1.000.000 + 600.000 + 4.000.000 + 400.000 = **Rp6.000.000**.
4. Laba bersih: 23.600.000 − 14.550.000 − 6.000.000 = **Rp3.050.000**.
5. Cek kewajaran: laba bersih lebih kecil daripada selisih pendapatan dan bahan (Rp9.050.000) karena masih dikurangi biaya tetap.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: hanya menjumlahkan keuntungan per unit (1.000.000 + 1.100.000 + 350.000) tanpa mengalikan jumlah unit dan tanpa mengurangi biaya tetap.

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

- **B.** ✗ Jebakan: ini selisih pendapatan dan biaya bahan; biaya tetap belum dikurangkan.
- **C.** ✗ Jebakan: sewa tempat Rp1.000.000 terlewat sehingga biaya tetap hanya dihitung Rp5.000.000.
- **D.** ✗ Jebakan: penyusutan alat Rp400.000 dianggap bukan biaya karena tidak dibayar tunai bulan itu.
- **E.** ✓ 23.600.000 − 14.550.000 − 6.000.000.

Jawaban: E.

No. 13 Kunci: A, C, E

Konsep: Memulai bengkel menuntut perencanaan: daftar kebutuhan dan modal, lokasi yang aman dan terjangkau, perhitungan biaya sebelum menerima pesanan, serta perlengkapan keselamatan. Membeli alat terbaik lebih dulu tanpa pesanan menguras modal.

Langkah:

1. Tulis tiga kebutuhan dasar usaha kecil: modal terarah, tempat kerja yang aman, dan perhitungan biaya.
2. Nilai tiap pernyataan: apakah mengurangi risiko rugi atau bahaya?
3. Tolak pernyataan yang boros atau mengabaikan hitungan biaya.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Daftar kebutuhan dan modal membuat pembelian terarah dan sesuai dana.
- **B.** ✗ Jebakan: alat mahal tanpa pesanan menghabiskan modal dan belum tentu terpakai.
- **C.** ✓ Daya listrik, ventilasi, dan akses menentukan keamanan dan kelancaran kerja.
- **D.** ✗ Jebakan: menerima pesanan tanpa hitungan biaya berisiko rugi karena harga yang sudah disepakati sulit diubah.
- **E.** ✓ Keselamatan kerja dan penyimpanan bahan yang benar adalah bagian dari usaha bengkel yang bertanggung jawab.

Jawaban: A, C, dan E.

No. 14 Kunci: E

Konsep: Saldo kas = kas awal + seluruh kas masuk − seluruh kas keluar. Uang muka dan pelunasan adalah kas masuk; pembelian bahan, upah, dan listrik adalah kas keluar.

Langkah:

1. Jumlahkan kas masuk: 1.500.000 + 2.000.000 = 3.500.000.
2. Jumlahkan kas keluar: 2.100.000 + 350.000 + 800.000 + 280.000 = 3.530.000.
3. Saldo: 5.000.000 + 3.500.000 − 3.530.000 = 4.970.000.
4. Cek kewajaran: kas keluar sedikit lebih besar daripada kas masuk, jadi saldo sedikit di bawah kas awal.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: hanya pengeluaran yang dikurangkan dari kas awal; uang muka dan pelunasan tidak ditambahkan.
- **B.** ✗ Jebakan: uang muka Rp1.500.000 tidak dihitung sebagai kas masuk.
- **C.** ✗ Jebakan: ini jumlah seluruh kas keluar, bukan saldo akhir.
- **D.** ✗ Jebakan: saldo dianggap tetap sama dengan kas awal karena angkanya terlihat saling menutup.
- **E.** ✓ Kas masuk 1.500.000 + 2.000.000 = 3.500.000; kas keluar 2.100.000 + 350.000 + 800.000 + 280.000 = 3.530.000; saldo = 5.000.000 + 3.500.000 − 3.530.000 = Rp4.970.000.

Jawaban: E.

No. 15 Kunci: D

Konsep: Setiap proses las punya kekuatan masing-masing. SMAW sederhana dan serbaguna tetapi meninggalkan terak; SAW otomatis untuk pelat tebal; las tahanan untuk lembaran bertumpuk; GTAW (TIG) memberi kendali halus dan hasil bersih untuk bahan tipis dan bahan yang menuntut kebersihan.

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

Langkah:

1. Tulis syarat soal: dinding tipis (1,5 mm), rapat, bersih, tanpa terak dan percikan.
2. Cocokkan syarat itu dengan sifat tiap proses: terak (SMAW), pelat tebal (SAW), lembaran bertumpuk (las titik), kendali halus dan bersih (GTAW).
3. Pilih proses yang memenuhi semua syarat sekaligus.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: SAW dipakai untuk pelat tebal dengan sambungan panjang dan lurus pada posisi datar, bukan pipa tipis berdiameter kecil.
• **B.** ✗ Jebakan: SMAW meninggalkan terak dan percikan, dan arus sulit diatur pada dinding setipis 1,5 mm sehingga mudah berlubang.
• **C.** ✗ Jebakan: las titik tahanan menyambung lembaran yang bertumpuk dengan titik-titik setempat, bukan sambungan ujung pipa yang harus rapat sepanjang keliling.
• **D.** ✓ GTAW memakai elektroda tungsten yang tidak ikut meleleh dan gas pelindung, arusnya dapat diatur halus untuk bahan tipis, dan hasilnya bersih tanpa terak.
• **E.** ✗ Jebakan: nyala besar pada dinding tipis membakar dan mengubah bentuk pipa, dan cara ini tidak lazim untuk baja tahan karat bermutu pangan.

Jawaban: D.

No. 16 Kunci: B, C, E

Konsep: Kondisi lokasi ikut menentukan proses las. Proses dengan gas pelindung dari tabung (TIG, MIG/MAG) mudah terganggu angin; SMAW membawa pelindungnya sendiri pada selaput elektroda. Apa pun prosesnya, sumber listrik dan akses peralatan harus dihitung.

Langkah:

1. Catat kondisi lokasi: terbuka, berangin, listrik jauh.
2. Tanyakan untuk tiap proses: dari mana datang gas pelindungnya dan seberapa tahan terhadap angin?
3. Periksa pula faktor praktis: daya listrik dan akses membawa alat.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: SMAW justru lazim dipakai di luar ruangan; yang peka terhadap angin adalah proses dengan gas pelindung dari tabung.
• **B.** ✓ Gas pelindung SMAW datang dari terbakarnya selaput elektroda, jadi hasilnya relatif tahan terhadap hembusan angin.
• **C.** ✓ Bila gas pelindung tertiup, logam cair terkena udara dan terbentuklah porositas; proses ini perlu dilindungi dari angin.
• **D.** ✗ Jebakan: SMAW tetap memerlukan sumber arus listrik, dari jaringan atau generator.
• **E.** ✓ Panjang kabel, daya yang tersedia, dan akses membawa peralatan ke atap menentukan apakah rencana dapat dilaksanakan.

Jawaban: B, C, dan E.

No. 17 Kunci: D

Konsep: Industri tabung dan bejana bertekanan menuntut mutu sambungan paling ketat karena kegagalan membahayakan orang. Syaratnya: juru las dengan kualifikasi yang sesuai, prosedur pengelasan tertulis, serta pemeriksaan dan pengujian yang tercatat.

Langkah:

1. Tanyakan: seberapa berbahaya bila sambungan gagal? Untuk tabung bertekanan, sangat berbahaya.
2. Cari syarat yang harus ada sebelum bekerja: juru las berkualifikasi, prosedur tertulis, pemeriksaan.
3. Pilih sikap yang memenuhi syarat itu, bukan yang hanya memindahkan risiko atau menggantinya dengan uang.

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

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: tampak bagus belum membuktikan sambungan kuat dan rapat; pekerjaan bertekanan menuntut kualifikasi dan pengujian.

• **B.** ✗ Jebakan: harga tidak mengurangi risiko; kegagalan tabung bertekanan membahayakan orang, bukan sekadar menambah biaya.

• **C.** ✗ Jebakan: surat tidak menggantikan kewajiban membuat produk aman, dan tidak menghilangkan bahayanya.

• **D.** ✓ Pekerjaan yang kegagalannya berbahaya menuntut juru las yang kualifikasinya sesuai, prosedur tertulis, dan pemeriksaan atau uji yang tercatat sebelum dikerjakan.

• **E.** ✗ Jebakan: menolak boleh, tetapi alasannya tidak tepat; bengkel kecil boleh mengerjakannya bila syarat kualifikasi dan prosedur dipenuhi.

Jawaban: D.

No. 18 Kunci: E

Konsep: Profesi di bengkel fabrikasi dibedakan oleh hasil kerjanya: drafter (gambar), estimator (biaya), fitter (rakitan awal), juru las (sambungan las), welding inspector (penilaian mutu), dan petugas K3 (keselamatan).

Langkah:

1. Cari hasil kerja Nando: lembar laporan dan keputusan diterima, perbaiki, atau tolak.
2. Cocokkan dengan profesi yang menghasilkannya: welding inspector.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: juru las membuat sambungan, sedangkan Nando menilai hasil yang sudah dibuat.

• **B.** ✗ Fitter bekerja sebelum pengelasan penuh; Nando bekerja setelah las selesai.

• **C.** ✗ Drafter menghasilkan gambar, bukan memeriksa hasil las.

• **D.** ✗ Estimator menghasilkan hitungan biaya, bukan penilaian hasil las.

• **E.** ✓ Memeriksa, mencatat cacat, dan memberi keputusan diterima, diperbaiki, atau ditolak adalah tugas welding inspector.

Jawaban: E.

No. 19 Kunci: A, C, E

Konsep: Mutu sambungan dijaga oleh pembagian peran: juru las mengikuti WPS, welding inspector memeriksa, mencatat, dan merekomendasikan keputusan, dan setiap perubahan atau perbaikan mengikuti prosedur yang disetujui serta didokumentasikan.

Langkah:

1. Cari penyimpangan dalam cerita: elektroda diganti sendiri dari yang tertulis di WPS.
2. Tanyakan siapa berwenang melakukan apa: mengikuti prosedur, memeriksa, memutuskan, memperbaiki.
3. Pilih pernyataan yang menjaga prosedur dan bukti tertulis.

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

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ WPS adalah panduan wajib; mengganti elektroda tanpa persetujuan berarti keluar dari prosedur yang sudah disahkan.

• **B.** ✗ Jebakan: tampilan belum membuktikan kekuatan; mengganti bahan tambah dapat mengubah sifat sambungan.

• **C.** ✓ Mencatat temuan dan merekomendasikan keputusan adalah tugas welding inspector.

• **D.** ✗ Jebakan: laporan tertulis menjadi bukti dan dasar perbaikan; lisan saja mudah terlupa atau diperdebatkan.

• **E.** ✓ Perbaikan yang sembarangan dapat menimbulkan cacat baru; prosedur disetujui dan hasilnya diperiksa ulang.

Jawaban: A, C, dan E.

No. 20 Kunci: A, B, E

Konsep: Pilihan teknologi bergantung pada jumlah dan keseragaman produksi. Biaya jig dan pemrograman bersifat tetap; dibagi ke banyak produk identik, beban per unit kecil. Untuk pesanan sedikit, alat sederhana lebih masuk akal.

Langkah:

1. Bandingkan jumlah produksi kedua pesanan: 5 dan 500, serta kesamaan bentuknya.
2. Tanyakan: apakah biaya alat bantu dapat tertutup oleh jumlah produknya?
3. Pilih pernyataan yang menghubungkan jumlah produksi dengan beban biaya dan konsistensi hasil.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Investasi besar tidak sebanding dengan jumlah lima rangka; jig sederhana sudah membantu kesamaan ukuran.

• **B.** ✓ Posisi benda dan lintasan las yang sama tiap kali membuat hasil lebih seragam dan lebih cepat.

• **C.** ✗ Jebakan: menyetel ulang tiap rangka justru menambah waktu dan beda ukuran; jig dibuat untuk mengatasinya.

• **D.** ✗ Jebakan: biaya alat harus dibagi jumlah produk; pada pesanan kecil beban per unit justru besar.

• **E.** ✓ Biaya tetap yang dibagi ke lebih banyak unit memperkecil biaya per unit.

Jawaban: A, B, dan E.

No. 21 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Pengelasan adalah cara menyambung logam dengan pencairan atau penekanan; fabrikasi lebih luas dan mencakup memotong, membentuk, merakit, lalu menyambung. Menyambung logam tidak harus dengan las: paku keling dan baut juga dipakai.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** Fabrikasi adalah rangkaian pekerjaan membuat produk dari bahan logam; pengelasan menjadi satu tahap penyambungan di dalamnya.

• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: menekuk adalah pembentukan (fabrikasi) tanpa menyambung atau mencairkan logam, jadi bukan pengelasan.

• **Pernyataan 3 → Benar.** Paku keling dan baut lazim dipakai, antara lain pada lembaran logam di industri pesawat udara dan manufaktur.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 22 Kunci: A

Konsep: Profesi di bengkel fabrikasi dibedakan oleh hasil kerja utamanya. Estimator menghasilkan perhitungan kebutuhan bahan dan biaya yang menjadi dasar penawaran harga.

Langkah:

1. Cari hasil akhir pekerjaan Wulan: rincian biaya untuk surat penawaran.

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

2. Membaca gambar dan menghitung bahan adalah cara menyusun rincian itu, bukan pekerjaan fisik di bengkel.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Menghitung bahan dan biaya untuk penawaran adalah pekerjaan estimator.
• **B.** ✗ Jebakan: *welding inspector* juga membaca gambar, tetapi untuk menilai mutu hasil las, bukan menghitung biaya.
• **C.** ✗ Fitter menyusun dan menahan bagian di bengkel, bukan menyusun penawaran.
• **D.** ✗ Operator mesin tekuk mengerjakan pembentukan pelat; ia tidak menghitung biaya.
• **E.** ✗ Petugas K3 memeriksa keselamatan kerja, bukan kebutuhan bahan.

Jawaban: A.

No. 23 Kunci: C

Konsep: Diskon mengurangi harga jual, sehingga mengurangi laba sebesar nilai diskon. Laba setelah diskon = (harga jual − diskon) − biaya total.

Langkah:

1. Hitung diskon: 10 % × 1.600.000 = 160.000.
2. Harga setelah diskon: 1.600.000 − 160.000 = 1.440.000.
3. Laba: 1.440.000 − 1.250.000 = 190.000.
4. Cek: laba awal 350.000 berkurang 160.000 menjadi 190.000.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: diskon diberikan pada harga jual, bukan pada laba.
• **B.** ✗ Jebakan: Rp160.000 adalah besar diskon, bukan laba yang tersisa.
• **C.** ✓ Diskon = 10 % × 1.600.000 = 160.000; harga akhir = 1.440.000; laba = 1.440.000 − 1.250.000 = Rp190.000.
• **D.** ✗ Jebakan: ini laba sebelum diskon.
• **E.** ✗ Jebakan: ini harga setelah diskon (pendapatan), bukan laba.

Jawaban: C.

No. 24 Kunci: B

Konsep: Industri pengguna pengelasan dikenali dari produk yang dihasilkannya: konstruksi baja (rangka bangunan, jembatan), perpipaan (jaringan pipa), perkapalan (badan kapal), tabung bertekanan (tangki dan bejana), lembaran logam pesawat, dan pembentukan logam di manufaktur.

Langkah:

1. Cari produk akhir yang sedang dikerjakan Dimas: badan kapal ikan.
2. Cocokkan bagian yang disambung (pelat lambung dan gading-gading) dengan industri yang membuat produk itu.
3. Tolak opsi yang hanya cocok pada sebagian ciri (kedap air atau pelat dibentuk) tetapi bukan produk yang diceritakan.

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

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: konstruksi baja juga banyak mengelas pelat dan profil, tetapi hasilnya rangka bangunan, bukan lambung kapal.

• **B.** ✓ Lambung, gading-gading, dan dek kapal baja adalah pekerjaan galangan, yaitu industri perkapalan.

• **C.** ✗ Jebakan: perpipaan menyambung pipa dan sambungan pipa, bukan pelat lambung.

• **D.** ✗ Jebakan: kapal memang harus kedap air, tetapi bejana atau tabung bertekanan adalah produk yang berbeda.

• **E.** ✗ Jebakan: pelat lambung memang dibentuk, tetapi pekerjaan yang diceritakan adalah menyambung pelat dan gading, dan hasil akhirnya produk kapal.

Jawaban: B.

No. 25 Kunci: A, B, E

Konsep: Prefabrikasi (pembuatan per blok atau modul) memindahkan banyak pekerjaan ke bengkel: posisi mengelas lebih nyaman, terlindung dari cuaca, dan beberapa kelompok dapat bekerja bersamaan. Ketelitian ukuran antarblok dan pemeriksaan hasil tetap diperlukan.

Langkah:

1. Bandingkan lokasi kerja kedua cara: bengkel beratap dan tempat peluncuran terbuka.
2. Nilai tiap pernyataan: apakah benar akibat langsung dari memindahkan pekerjaan ke bengkel?
3. Tolak pernyataan yang menganggap prefabrikasi menghapus kebutuhan pemeriksaan dan ketelitian ukuran.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Mengelas di bengkel beratap memungkinkan posisi datar yang nyaman dan perlindungan dari cuaca, sehingga mutu lebih terjaga.

• **B.** ✓ Blok yang sudah selesai tinggal disambung, sehingga pekerjaan di tempat terbuka berkurang.

• **C.** ✗ Jebakan: bengkel yang baik memudahkan pemeriksaan, tetapi pemeriksaan hasil las tetap diperlukan.

• **D.** ✗ Jebakan: blok yang ukurannya tidak cocok sulit disambung; ketelitian ukuran justru makin penting pada pembuatan per blok.

• **E.** ✓ Blok yang berbeda dapat dikerjakan bersamaan oleh beberapa kelompok, sehingga waktu pembuatan lebih singkat.

Jawaban: A, B, dan E.

Latihan sub bab 2.1

No. 1 Kunci: 1B 2S 3S

Konsep: Nomor kaca filter dipilih sesuai besar arus: makin besar arus, makin terang busur, makin tinggi nomor kaca. Pekerja di sekitar las (pembersih terak, pembantu) juga memerlukan pelindung mata dari terak dan sinar busur.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** 110 A berada pada rentang 81–175 A → nomor 11.

• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: terak yang dipukul dapat terpental ke mata, dan sinar busur di dekatnya tetap memapar; Andi perlu kacamata pengaman (dan tabir/pelindung dari sinar busur).

• **Pernyataan 3 → Salah.** Jebakan: 180 A masuk rentang 176–300 A → minimal nomor 12; panduan memakai batas rentang, bukan perkiraan.

Jawaban: Benar, Salah, Salah.

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

No. 2 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: Permenakertrans No. 8 Tahun 2010: pengusaha wajib menyediakan APD sesuai standar secara cuma-cuma; pekerja wajib memakainya. Kewajiban dasar keselamatan berlaku di setiap tempat kerja, berapa pun jumlah pekerjanya.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** APD disediakan tanpa biaya bagi pekerja.

• **Pernyataan 2 → Benar.** Kewajiban memakai APD ada pada pekerja; rasa panas diatasi dengan memilih APD yang sesuai, bukan tidak memakainya.

• **Pernyataan 3 → Salah.** Jebakan: kewajiban memakai APD tidak dapat dihapus dengan surat pernyataan; keluhan rasa panas diselesaikan dengan memilih APD yang lebih nyaman.

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

No. 3 Kunci: C

Konsep: APD dipilih dari bahaya pekerjaan: sinar busur → helm las berkaca filter; percikan dari atas → jaket kulit lengan panjang dan sarung tangan kulit; asap seng dari pipa galvanis → respirator untuk asap las (asap seng dapat menimbulkan demam uap logam).

Langkah:

1. Busur → helm las.
2. Percikan ke bahu/lengan → jaket kulit lengan panjang, sarung tangan kulit.
3. Asap seng → respirator asap las.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: pelindung percikan sudah lengkap, tetapi masker kain biasa tidak menyaring asap seng.

• **B.** ✗ Jebakan: respirator sudah tepat, tetapi apron hanya melindungi bagian depan tubuh, tidak bahu dan lengan yang terkena percikan dari atas.

• **C.** ✓ Melindungi dari sinar busur, percikan dari atas, dan asap seng.

• **D.** ✗ Jebakan: kacamata gerinda tidak memiliki kaca filter sehingga mata tidak terlindung dari sinar busur.

• **E.** ✗ Jebakan: sarung tangan karet dapat meleleh terkena percikan dan panas.

Jawaban: C.

No. 4 Kunci: A

Konsep: Setiap kecelakaan kerja wajib dilaporkan pengurus dalam batas waktu yang ditetapkan, siapa pun penyebabnya, lalu diselidiki agar tidak terulang (misalnya pengawasan pemakaian APD).

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Sesuai kewajiban melapor dan pencegahan berulangnya kecelakaan.

• **B.** ✗ Jebakan: kelalaian pekerja tidak menghapus kewajiban pengurus melapor.

• **C.** ✗ Tiga hari perawatan melewati batas 2 × 24 jam.

• **D.** ✗ Pencatatan internal tidak menggantikan laporan ke dinas.

• **E.** ✗ Jebakan: pelaporannya benar, tetapi pemotongan upah bukan bagian dari penanganan kecelakaan dan tidak mencegah kejadian berulang.

Jawaban: A.

No. 5 Kunci: B, D, E

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

Konsep: APD dipilih dari bahaya tiap kegiatan: nyala dan percikan (kacamata las gas, sarung tangan dan pakaian tahan panas), serpihan dan bising gerinda (pelindung mata/wajah, pelindung telinga). Bahan sintetis dan karet tidak tahan percikan.

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

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: kain sintetis mudah meleleh dan menempel di kulit bila terkena percikan; pakaian kerja dari katun tebal atau kulit lebih aman.

• **Pernyataan 2** ✓ Nyala potong terang dan memercikkan logam cair; kacamata las gas menahan keduanya.

• **Pernyataan 3** ✗ Lapisan karet mudah meleleh terkena percikan dan panas; dipakai sarung tangan kulit.

• **Pernyataan 4** ✓ Paparan bising yang lama merusak pendengaran.

• **Pernyataan 5** ✓ Serpihan gerinda tertahan dan benda kerja terlihat jelas.

Jawaban: pernyataan 2, 4, 5.

Latihan sub bab 2.2

No. 1 Kunci: E

Konsep: Sengatan listrik terjadi bila tubuh menjadi jalur arus antara elektroda/holder dan benda kerja atau tanah. Air menurunkan hambatan kulit dan alas. Pengendalian: sarung tangan kering dan alas berdiri yang kering serta bersifat isolator.

Langkah:

1. Sumber bahaya: tangan lembap dan tanah basah.
2. Putus jalur arus: sarung tangan kering + alas kayu kering.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Tegangan busur terbuka mesin las tetap dapat menyengat, terutama pada kulit dan alas basah.

• **B.** ✗ Jebakan: pelat baja menghantarkan listrik, dan sarung tangan masih lembap.

• **C.** ✗ Jebakan: tangan sudah kering, tetapi kaki berdiri di tanah basah sehingga tubuh tetap terhubung ke tanah.

• **D.** ✗ Jebakan: tangan sudah kering, tetapi lutut menyentuh tanah basah sehingga tubuh tetap terhubung ke tanah.

• **E.** ✓ Tangan kering dan tubuh terisolasi dari tanah basah.

Jawaban: E.

No. 2 Kunci: D

Konsep: Tabung gas dipindahkan dengan katup tertutup dan tutup pelindung katup terpasang (regulator dilepas), disimpan tegak dan diikat, serta tabung oksigen dipisahkan dari tabung gas bakar dengan jarak atau sekat tahan api. Tabung asetilen harus tegak karena berisi pelarut aseton.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Membuang gas dan menggulingkan tabung dengan katup terbuka sangat berbahaya.

• **B.** ✗ Jebakan: praktis, tetapi oksigen harus dipisahkan dari gas bakar.

• **C.** ✗ Jebakan: tabung rebah memang tidak jatuh, tetapi asetilen harus tegak agar aseton tidak ikut keluar.

• **D.** ✓ Katup tertutup, regulator dilepas, tutup katup terpasang, disimpan tegak dan terpisah.

• **E.** ✗ Regulator yang terpasang mudah patah bila tabung tersenggol; regulator dilepas sebelum disimpan.

Jawaban: D.

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

Latihan sub bab 2.3

No. 1 Kunci: A, C, E

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

Konsep: Rapi (penataan) berarti menetapkan tempat setiap barang dan menandainya (papan bayangan, label, garis batas) sehingga mudah ditemukan dan dikembalikan.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Papan bayangan menunjukkan tempat tiap alat sehingga mudah diambil dan dikembalikan.

• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: ini kegiatan membersihkan (Resik); bermanfaat, tetapi tidak menetapkan tempat alat.

• **Pernyataan 3** ✓ Label mempercepat menemukan elektroda yang tepat.

• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: membuat ruangan nyaman, tetapi tidak menetapkan tempat alat sehingga tidak mempercepat pencarian.

• **Pernyataan 5** ✓ Setiap jenis elektroda punya tempat tetap di dekat juru las.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 5.

No. 2 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: 5R: Ringkas memilah barang tak layak; Rapi menetapkan tempat tiap alat; Resik membersihkan dengan cara aman; Rawat dan Rajin menjaga kebiasaan itu.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** Membersihkan (Resik) dengan alat yang aman, bukan tangan, saat mesin diam.

• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: kikir yang bertumpuk saling menumpulkan gigi dan sulit dicari; setiap alat perlu tempat sendiri (Rapi).

• **Pernyataan 3 → Benar.** Memilah barang rusak dari yang layak pakai (Ringkas).

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

Kuis Akhir Bab 2

No. 1 Kunci: A, B, D

Konsep: K3 adalah tanggung jawab bersama. Pemberi kerja menyediakan lingkungan kerja yang aman, APD, dan pembinaan; pekerja memakai APD, mematuhi prosedur, dan melaporkan bahaya. Aturan tidak boleh membebankan kewajiban pemberi kerja kepada pekerja.

Langkah:

1. Bagi tiap pernyataan menjadi kewajiban pemberi kerja atau pekerja.
2. Tolak yang membebankan biaya APD kepada pekerja atau membolehkan melepas APD karena "sebentar".
3. Pilih yang menyediakan APD, membina pekerja baru, dan mewajibkan kepatuhan.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Penyediaan APD adalah kewajiban pemberi kerja, bukan beban pekerja.

• **B.** ✓ Pekerja berhak memperoleh pembinaan keselamatan, terutama yang belum berpengalaman.

• **C.** ✗ Jebakan: bahaya tidak bergantung lama pekerjaan; kecelakaan dapat terjadi dalam sekejap.

• **D.** ✓ Kepatuhan pekerja terhadap APD dan prosedur adalah bagian dari kewajiban pekerja.

• **E.** ✗ Jebakan: perawatan dan penggantian APD yang diwajibkan menjadi tanggung jawab penyedia, bukan dipotong dari upah.

Jawaban: A, B, dan D.

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

No. 2 Kunci: D

Konsep: Pekerja berhak menolak pekerjaan yang syarat keselamatannya belum dipenuhi, dan pemberi kerja wajib menyediakan kondisi kerja yang aman. Penolakan disampaikan dengan alasan sehingga bahayanya dapat diperbaiki.

Langkah:

1. Cari syarat keselamatan yang belum terpenuhi: pagar perancah dan titik kait pengaman.
2. Pilih tindakan yang menunda pekerjaan sampai syarat dipenuhi, bukan menyiasatinya.
3. Pastikan ada laporan kepada pengawas.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: hati-hati tidak menggantikan pagar dan pengaman; risiko jatuh tetap ada.
- **B.** ✗ Jebakan: memegangi tidak aman dan menambah satu orang yang terancam.
- **C.** ✗ Jebakan: titik kait harus kuat dan disetujui; memasang sembarangan memberi rasa aman palsu.
- **D.** ✓ Pekerja berhak menolak pekerjaan yang syarat keselamatannya belum dipenuhi, disertai laporan agar pemberi kerja memperbaikinya.
- **E.** ✗ Jebakan: menolak tanpa melapor tidak memperbaiki bahaya; alasannya perlu disampaikan.

Jawaban: D.

No. 3 Kunci: B

Konsep: Hukum keselamatan kerja di Indonesia memberi tanggung jawab kepada pemberi kerja dan pekerja. Pekerja wajib mematuhi prosedur, memakai APD, dan melaporkan kondisi yang membahayakan; pemberi kerja wajib menyediakan tempat dan peralatan yang aman serta APD.

Langkah:

1. Kenali bahayanya: kabel terkelupas berisiko sengatan listrik.
2. Ingat kewajiban pekerja: tidak memakai peralatan rusak dan melaporkannya.
3. Pilih tindakan yang menghentikan bahaya dan memberi tahu pihak yang berwenang.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: balutan seadanya tidak menjamin aman; kabel rusak sebaiknya tidak dipakai sebelum diperbaiki atau diganti secara benar.
- **B.** ✓ Pekerja wajib melaporkan kondisi yang membahayakan; kabel yang rusak tidak dipakai dan diberi tanda agar tidak dipakai orang lain.
- **C.** ✗ Jebakan: sarung tangan tidak menggantikan kabel yang rusak; bahaya sengatan dan hubungan arus pendek tetap ada.
- **D.** ✗ Jebakan: tanpa laporan, kabel rusak dapat terambil dan dipakai orang lain.
- **E.** ✗ Jebakan: mengalihkan bahaya kepada orang lain adalah kesalahan yang lebih berat.

Jawaban: B.

No. 4 Kunci: A, C, E

Konsep: Bila tercium gas dari sambungan, hentikan aliran (tutup katup tabung), singkirkan sumber api, sirkulasikan udara, laporkan, dan jangan memakai peralatan sebelum diperiksa. Pemeriksaan kebocoran memakai cairan sabun, bukan nyala api.

Langkah:

1. Hentikan sumber: tutup katup tabung.
2. Cegah penyalaan: singkirkan api dan percikan.
3. Kendalikan akibat: sirkulasi udara, lalu lapor.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Menutup katup menghentikan aliran gas, dan menjauhkan sumber nyala mencegah gas yang sudah keluar menyala.
- **B.** ✗ Jebakan: nyala korek dapat menyulut gas yang bocor dan menimbulkan kebakaran atau ledakan.

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

• **C.** ✓ Sirkulasi udara mengencerkan gas yang bocor sehingga bahayanya berkurang.
• **D.** ✗ Jebakan: bau gas adalah tanda bahaya dan tidak boleh diabaikan.
• **E.** ✓ Kebocoran harus dilaporkan dan diperiksa oleh orang berwenang sebelum peralatan dipakai lagi.

Jawaban: A, C, dan E.

No. 5 Kunci: A

Konsep: APD diperiksa sebelum dipakai: lensa filter yang retak, sarung tangan yang jahitannya terbuka, atau pelindung yang berlubang tidak boleh dipakai karena perlindungannya turun. APD yang masih utuh dan berfungsi tidak perlu diganti hanya karena tampak lama.

Langkah:
1. Nilai tiap APD menurut fungsinya: apakah masih melindungi dari bahaya yang dituju?
2. Lensa retak dan sarung tangan terbuka tidak lagi melindungi; apron utuh dan sepatu utuh masih.
3. Pilih perlakuan yang tepat untuk tiap APD, bukan semua dipakai atau semua dibuang.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Lensa retak dan jahitan terbuka mengurangi perlindungan; apron utuh dan sepatu yang masih utuh tetap berfungsi.
• **B.** ✗ Jebakan: lensa retak dan jahitan terbuka sudah mengurangi perlindungan walau belum rusak total.
• **C.** ✗ Jebakan: apron utuh dan sepatu yang masih baik tidak perlu dibuang; penggantian dipilih menurut fungsi.
• **D.** ✗ Jebakan: lakban pada lensa mengganggu penglihatan dan tidak menjamin kekuatannya; perbaikan darurat bukan pengganti.
• **E.** ✗ Jebakan: APD rusak tidak dipakai untuk pekerjaan apa pun yang memerlukannya.

Jawaban: A.

No. 6 Kunci: D

Konsep: Pekerjaan panas (mengelas, memotong, menggerinda) di dekat bahan mudah terbakar memerlukan izin kerja panas tertulis, area yang dibersihkan atau dilindungi, alat pemadam yang siap, dan pengawas api yang bertugas selama dan sesudah pekerjaan.

Langkah:
1. Kenali risiko: percikan dekat gudang cat dan pelarut.
2. Susun pengendalian lengkap: izin tertulis, penyingkiran atau perlindungan bahan, APAR, pengawas api.
3. Tolak jawaban yang hanya sebagian atau tidak resmi.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: pekerjaan singkat tidak mengurangi bahaya api di dekat bahan mudah terbakar.
• **B.** ✗ Jebakan: izin kerja panas bersifat resmi dan tertulis dari pihak yang berwenang, bukan persetujuan lisan satpam.
• **C.** ✗ Jebakan: pintu tertutup tidak mencegah uap atau percikan; area harus diperiksa dan dibersihkan dari bahan mudah terbakar.
• **D.** ✓ Izin tertulis, area yang dibersihkan atau dilindungi, alat pemadam siap, dan pengawas api adalah paket pengendalian yang lengkap.
• **E.** ✗ Jebakan: penghentian satu pabrik tidak selalu perlu; izin kerja panas dan pengendalian setempat cukup bila dijalankan dengan benar.

Jawaban: D.

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

No. 7 Kunci: B

Konsep: Keselamatan listrik: matikan mesin sebelum memindahkan, cabut steker dengan memegang badan steker (bukan menarik kabel), rapikan kabel agar tidak tersandung, dan periksa kondisi kabel dan steker.

Langkah:
1. Matikan mesin.
2. Cabut steker dengan memegang badannya.
3. Gulung kabel, baru angkat atau dorong mesin.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: menarik kabel merusak steker dan kabel serta dapat menyebabkan hubungan arus pendek.
• **B.** ✓ Mesin dimatikan lebih dulu, steker dicabut dengan memegang badannya, dan kabel dirapikan sebelum mesin diangkat.
• **C.** ✗ Jebakan: mesin menyala bertegangan dan berbahaya saat digerakkan.
• **D.** ✗ Jebakan: menarik kabel merusak sambungan, dan kabel terjuntai dapat tersandung.
• **E.** ✗ Jebakan: kabel holder bertegangan saat mesin menyala; memegangnya berbahaya.

Jawaban: B.

No. 8 Kunci: A, C, D

Konsep: Menggerinda memerlukan perlindungan wajah dan mata dari serpihan, perlindungan telinga dari bising, sarung tangan yang pas, dan pakaian tertutup yang tahan percik. Lensa filter gelap kedok las bukan pengganti pelindung wajah.

Langkah:
1. Tulis bahaya: serpihan, bunga api, debu, bising.
2. Cocokkan APD tiap bahaya.
3. Tolak APD yang salah fungsi (kedok las) atau melepas perlindungan demi kenyamanan.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Serpihan dan bunga api terlempar ke arah wajah dan mata; keduanya diperlukan.
• **B.** ✗ Jebakan: lensa filter gelap membuat pekerjaan sulit terlihat dan tidak untuk serpihan; gerinda memerlukan pelindung wajah bening.
• **C.** ✓ Bising gerinda berulang merusak pendengaran, sehingga penutup telinga termasuk APD yang tepat.
• **D.** ✓ Sarung tangan kulit melindungi dari panas dan tepi tajam; yang longgar dapat tersangkut bagian berputar.
• **E.** ✗ Jebakan: kulit terbuka mudah terkena bunga api dan serpihan; lengan sebaiknya tertutup dan pas.

Jawaban: A, C, dan D.

No. 9 Kunci: A, C, E

Konsep: Tindak lanjut audit 5R diurutkan menurut risiko keselamatan, lalu mutu, lalu kerapian. Tiap temuan ditangani dengan cara yang aman dan menjaga standar.

Langkah:
1. Beri nilai risiko tiap temuan: keselamatan, mutu, kerapian.
2. Tangani yang paling berbahaya dahulu.
3. Pilih cara kerja yang aman untuk tiap temuan (sikat dan wadah, wadah tertutup).

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Tabung bertekanan yang bisa roboh dan menghalangi jalur keluar adalah bahaya paling mendesak.

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

• **B.** ✗ Jebakan: label pudar penting tetapi tidak mengancam keselamatan; urutannya menurut risiko, bukan kemudahan.
• **C.** ✓ Elektroda terbuka menyerap lembap dan merusak mutu las; wadah tertutup menjaganya.
• **D.** ✗ Jebakan: tatal yang menumpuk dapat melukai kaki dan menyulitkan pemeriksaan mesin; dibersihkan rutin.
• **E.** ✓ Tatal tajam; sikat dan wadah mencegah luka dan mengumpulkannya dengan rapi.

Jawaban: A, C, dan E.

No. 10 Kunci: E

Konsep: Sepatu pengaman melindungi kaki dari benda berat atau tajam yang jatuh, tusukan dari bawah, dan percikan panas. Alas kaki terbuka tidak memberi perlindungan itu.

Langkah:
1. Kenali bahaya bagi kaki: pelat berat, benda tajam, percikan.
2. Cari alasan yang berkaitan dengan cedera, bukan kenyamanan atau seragam.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: soal seragam bukan alasan keselamatan.
• **B.** ✗ Jebakan: kerusakan sandal bukan alasan utama; bahayanya adalah cedera pada kaki.
• **C.** ✗ Jebakan: kecepatan bukan alasan keselamatan yang dimaksud.
• **D.** ✗ Jebakan: kelelahan mungkin terjadi, tetapi bukan bahaya utama pelat baja yang jatuh.
• **E.** ✓ Sepatu pengaman bersol kuat dan berpelindung ujung melindungi kaki dari benda berat, tajam, dan percikan panas.

Jawaban: E.

No. 11 Kunci: E

Konsep: K3LH mencakup lingkungan hidup: kegiatan bengkel tidak boleh mencemari atau mengganggu lingkungan sekitarnya. Pengendalian terbaik dilakukan di sumbernya (ruang tertutup, penghisap asap, pengaturan waktu), bukan memindahkan beban kepada orang lain.

Langkah:
1. Catat gangguan: asap, percikan, dan bising di halaman terbuka.
2. Cari pengendalian di sumber yang juga melindungi pekerja.
3. Tolak langkah yang hanya memindahkan beban kepada tetangga atau hanya melindungi pekerja.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: memindahkan beban kepada tetangga, sedangkan sumber asap tetap ada.
• **B.** ✗ Jebakan: masker melindungi pekerja, tetapi asap, percikan, dan bising untuk tetangga tidak berkurang.
• **C.** ✗ Jebakan: mengurangi pekerjaan tanpa mengubah cara kerja tidak memperbaiki pengelolaan asap dan menurunkan pendapatan.
• **D.** ✗ Jebakan: kebisingan di pagi buta justru mengganggu waktu istirahat tetangga.
• **E.** ✓ Pengendalian di sumber (ruang tertutup, penghisap asap, pengaturan jam kerja) mengurangi gangguan lingkungan dan paparan pekerja sekaligus.

Jawaban: E.

No. 12 Kunci: A, D, E

Konsep: Budaya kerja industri menekankan disiplin, tanggung jawab, kejujuran melaporkan kesalahan, komunikasi, dan kerja sama tim. Kesalahan dilaporkan sedini mungkin, ditangani bersama, dan dijadikan bahan perbaikan proses.

Langkah:
1. Tentukan nilai budaya kerja yang diuji: kejujuran, tanggung jawab, kerja sama.

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

2. Nilai tiap sikap: apakah mencegah kerugian dan menjaga kepercayaan?
3. Tolak menyembunyikan atau menyalahkan pihak lain.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Melaporkan kesalahan sendiri sejak dini mencegah kerugian lebih besar dan menunjukkan tanggung jawab.
• **B.** ✗ Jebakan: menyembunyikan kesalahan merusak kepercayaan dan dapat melemahkan rangka.
• **C.** ✗ Jebakan: daftar mungkin memang membingungkan, tetapi menyalahkan tanpa membahas tidak memperbaiki kesalahan atau prosesnya.
• **D.** ✓ Perbaikan proses (cara menandai dan memeriksa daftar) mengurangi kesalahan serupa.
• **E.** ✓ Kerja sama tim menyelesaikan akibat kesalahan secepat dan serapi mungkin.

Jawaban: A, D, dan E.

No. 13 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Pengendalian risiko disusun dari yang paling efektif: eliminasi (menghilangkan bahaya), substitusi (mengganti dengan yang kurang berbahaya), rekayasa teknik (misalnya ventilasi), administrasi (prosedur, jadwal), lalu APD sebagai pertahanan terakhir.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** Eliminasi menghilangkan sumber bahaya, sedangkan masker hanya melindungi penggunanya dan berada di urutan terakhir.
• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: APD tidak menggantikan pengendalian yang lebih tinggi; uap tetap menumpuk di ruangan bila ventilasi buruk.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Substitusi berarti mengganti bahan atau cara yang berbahaya dengan yang lebih aman.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 14 Kunci: A, C, E

Konsep: Pemotongan plasma menimbulkan cahaya busur, percikan, asap, dan bising. APD yang sesuai: pelindung mata berlensa filter, sarung tangan dan pakaian tahan percik, sepatu pengaman, penutup telinga bila bising, dan pelindung napas bila ventilasi tidak memadai.

Langkah:

1. Daftar bahaya: cahaya, percikan, panas, bising.
2. Cocokkan APD tiap bahaya.
3. Tolak APD yang tidak sesuai standar atau tidak melindungi bagian yang terancam.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Busur plasma menyilaukan dan memancarkan sinar yang merusak mata; lensa filter sesuai diperlukan.
• **B.** ✗ Jebakan: busur plasma sangat terang dan tidak aman dilihat dengan kacamata bening.
• **C.** ✓ Percikan logam cair dapat membakar kulit; sarung tangan kulit dan pakaian tertutup melindunginya.
• **D.** ✗ Jebakan: percikan dan pelat panas dapat jatuh ke kaki; sepatu pengaman diperlukan.
• **E.** ✓ Bising yang berulang merusak pendengaran; penutup telinga termasuk APD yang sesuai.

Jawaban: A, C, dan E.

No. 15 Kunci: A, C, E

Konsep: Membersihkan area mesin dilakukan setelah mesin mati total, memakai alat bantu (sikat, kuas, wadah), tanpa udara tekan ke arah orang, serta mengelap oli yang tumpah agar lantai tidak licin dan kain berminyak disimpan dengan aman.

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

Langkah:

1. Pastikan mesin mati dan semua bagian berputar sudah berhenti.
2. Kumpulkan tatal dengan alat bantu.
3. Bersihkan oli dan simpan kain berminyak pada wadah yang aman.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Membersihkan sambil mesin berputar atau menyala berbahaya; mesin dimatikan dan mata bor berhenti dahulu.
• **B.** ✗ Jebakan: tatal sangat tajam dan panas; gunakan sikat atau kuas dan wadah.
• **C.** ✓ Sikat dan wadah mengumpulkan tatal tajam tanpa melukai tangan.
• **D.** ✗ Jebakan: udara tekan menerbangkan tatal tajam ke mata dan kulit orang lain; dilarang.
• **E.** ✓ Oli di lantai menyebabkan terpeleset; kain berminyak ditaruh di wadah tertutup agar tidak menimbulkan kebakaran.

Jawaban: A, C, dan E.

No. 16 Kunci: C

Konsep: Asap las adalah campuran partikel dan gas yang berbahaya bila dihirup. Pengendalian yang paling efektif ada di sumbernya: penghisap asap setempat dan ventilasi yang baik. APD pernapasan menjadi pelengkap, bukan pengganti.

Langkah:

1. Tentukan sumber bahaya: asap menumpuk di booth tanpa penghisap.
2. Pilih pengendalian pada sumbernya.
3. Tolak jawaban yang hanya mengubah perilaku siswa atau memakai masker yang tidak sesuai.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: mempercepat pengelasan merusak mutu dan tidak menghilangkan asap.
• **B.** ✗ Jebakan: masker kain tidak menyaring asap las dengan baik dan hanya melindungi pemakainya.
• **C.** ✓ Penghisap asap di dekat sumber membuang asap sebelum terhirup; ini pengendalian teknik yang lebih efektif daripada APD.
• **D.** ✗ Jebakan: menahan napas tidak praktis dan tidak aman.
• **E.** ✗ Jebakan: mengurangi kesempatan belajar tanpa memperbaiki penyebabnya.

Jawaban: C.

No. 17 Kunci: D

Konsep: Percikan las dapat menyala pada bahan mudah terbakar di sekitarnya. Pengendalian pertama adalah menyingkirkan bahan itu atau melindunginya dengan penyekat tahan api, baru kemudian menyiapkan alat pemadam.

Langkah:

1. Kenali bahaya: percikan dapat menyalakan kardus dan kertas.
2. Terapkan pengendalian utama: singkirkan atau lindungi.
3. Alat pemadam adalah cadangan, bukan pengganti pencegahan.

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

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: percikan dapat terpental jauh dan menyala tanpa terlihat.

• **B.** ✗ Jebakan: kardus basah tetap rusak dan dapat mengering; bahan mudah terbakar sebaiknya dipindahkan.

• **C.** ✗ Jebakan: kain bekas sendiri dapat terbakar dan menimbulkan bahaya baru.

• **D.** ✓ Bahan mudah terbakar disingkirkan dari jangkauan percikan atau dilindungi dengan penyekat tahan api.

• **E.** ✗ Jebakan: air minum bukan alat pemadam yang memadai; pencegahan lebih utama daripada pemadaman.

Jawaban: D.

No. 18 Kunci: E

Konsep: Rajin adalah unsur 5R yang menyangkut sikap: terbiasa mengikuti aturan dan merapikan tanpa diawasi. Unsur ini yang membuat empat R lainnya bertahan.

Langkah:

1. Perhatikan kata kunci perilaku: tetap melakukan walau tidak diawasi.
2. Cocokkan dengan unsur yang menyangkut disiplin dan kebiasaan: Rajin.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: Sinta tidak digambarkan membuang atau memilah barang.

• **B.** ✗ Jebakan: Sinta merawat barang miliknya, bukan menata seluruh bengkel; yang ditonjolkan adalah kebiasaannya.

• **C.** ✗ Jebakan: kegiatannya mengembalikan dan menutup, bukan membersihkan kotoran.

• **D.** ✗ Jebakan: Rawat menetapkan standar dan jadwal; soal tidak menyebut Sinta membuatnya.

• **E.** ✓ Rajin (shitsuke) adalah kebiasaan disiplin menjalankan aturan tanpa harus diperintah atau diawasi.

Jawaban: E.

No. 19 Kunci: A

Konsep: 5R: Ringkas (memilah yang perlu dan tidak perlu), Rapi (menata dengan tempat tetap), Resik (membersihkan), Rawat (menetapkan standar dan jadwal agar tiga R sebelumnya bertahan), Rajin (membiasakan disiplin).

Langkah:

1. Tulis kegiatan: membuat jadwal piket, check sheet, dan aturan tempat alat.
2. Cocokkan dengan unsur yang bertugas menjaga standar: Rawat.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Rawat (seiketsu) menetapkan standar dan jadwal supaya keadaan baik terus terjaga.

• **B.** ✗ Jebakan: Ringkas adalah tahap memilah barang di awal, bukan membuat jadwal pemeliharaan.

• **C.** ✗ Jebakan: Rapi menata barang; jadwal dan check sheet adalah standar pemeliharaan.

• **D.** ✗ Jebakan: Resik adalah kegiatan membersihkan; ketua membuat sistem agar kebersihan bertahan.

• **E.** ✗ Jebakan: Rajin adalah sikap disiplin tiap orang; jadwal dan check sheet adalah alat standar.

Jawaban: A.

No. 20 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: Logam yang baru dilas tetap panas lama setelah busur padam. Luka bakar ringan didinginkan dengan air mengalir dan dibersihkan; bahan seperti mentega, pasta gigi, atau minyak tidak dioleskan karena dapat memerangkap panas dan memicu infeksi.

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

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** Panas bertahan lama pada logam; tanda dan sarung tangan mencegah luka bakar.

• **Pernyataan 2 → Benar.** Air mengalir menurunkan suhu kulit dan mengurangi kerusakan jaringan.

• **Pernyataan 3 → Salah.** Jebakan: olesan semacam itu memerangkap panas dan dapat menyebabkan infeksi; luka tidak boleh diolesi bahan rumah tangga.

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

No. 21 Kunci: B

Konsep: APD dipilih menurut bahaya tiap pekerjaan: mengelas (sinar busur, percikan), menggerinda (bunga api, serpihan, bising), memotong pelat (tepi tajam), dan memukul terak (serpihan panas ke mata). Pakaian yang menutup tubuh melindungi dari percikan.

Langkah:

1. Tulis bahaya utama tiap pekerjaan.
2. Periksa APD tiap pekerja terhadap bahayanya.
3. Gerinda: lengan pendek dan wajah tanpa pelindung wajah tidak sesuai bahaya percikan.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: APD Ani sudah sesuai untuk mengelas SMAW; masker bergantung pada ventilasi dan jenis bahan, dan tidak disebut perlu.

• **B.** ✓ Gerinda memercikkan bunga api dan serpihan; lengan perlu tertutup bahan tahan percik dan wajah perlu pelindung wajah selain kacamata.

• **C.** ✗ Jebakan: pada pelat tajam sarung tangan kulit membantu; yang berbahaya adalah tangan di dekat mata pisau, bukan sarung tangannya.

• **D.** ✗ Jebakan: memukul terak memerlukan kacamata pengaman; kedok las tidak diperlukan saat busur tidak menyala.

• **E.** ✗ Jebakan: tabel menunjukkan satu ketidaksesuaian, yaitu pakaian dan pelindung wajah untuk menggerinda.

Jawaban: B.

No. 22 Kunci: C

Konsep: Busur las memancarkan cahaya sangat terang beserta sinar ultraviolet dan inframerah yang merusak mata dan kulit. Mata dilindungi oleh kedok atau helm las berlensa filter yang sesuai, dan kacamata pengaman melindungi dari percikan dan serpihan.

Langkah:

1. Kenali bahayanya: sinar busur dan percikan.
2. Cari APD yang dirancang untuk keduanya: kedok/helm berlensa filter dan kacamata pengaman.
3. Tolak alat yang hanya terlihat seperti pelindung (kacamata baca atau kacamata hitam).

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: kacamata baca tidak dirancang menahan percikan atau menyaring sinar busur.

• **B.** ✗ Jebakan: sinar busur tetap dapat melukai mata dari jarak tertentu dan dari pantulan.

• **C.** ✓ Sinar busur harus disaring oleh lensa filter khusus pada kedok atau helm las, dan kacamata pengaman melindungi dari percikan.

• **D.** ✗ Jebakan: kacamata hitam biasa tidak menyaring sinar ultraviolet dan inframerah busur dengan benar.

• **E.** ✗ Jebakan: orang di sekitar booth pun terpapar sinar dan percikan sehingga perlu perlindungan atau penyekat.

Jawaban: C.

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

No. 23 Kunci: A

Konsep: Menelusuri akar penyebab berarti bertanya mengapa kejadian itu terjadi di tingkat sistem: siapa yang menindaklanjuti laporan, kapan, dan bagaimana pemeriksaannya. Perbaikan yang efektif mengubah sistem, bukan hanya menyalahkan individu atau menambah APD.

Langkah:
1. Tentukan akar masalah: laporan bahaya tidak ditindaklanjuti.
2. Cari perbaikan yang membuat laporan selalu ditindaklanjuti (penanggung jawab, batas waktu, pemeriksaan).
3. Tolak jawaban yang menyalahkan individu atau hanya mengganti satu kabel.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Akar masalahnya laporan tidak ditindaklanjuti; sistem dengan penanggung jawab dan batas waktu mencegahnya terulang.
• **B.** ✗ Jebakan: menyalahkan individu tidak menyelesaikan penyebab yang berupa laporan terabaikan.
• **C.** ✗ Jebakan: sarung tangan membantu, tetapi kabel rusak tetap dibiarkan; ini hanya APD tanpa pengendalian sumber.
• **D.** ✗ Jebakan: kabel baru menyelesaikan satu kasus, tetapi laporan berikutnya dapat terabaikan lagi.
• **E.** ✗ Jebakan: melarang laporan menyembunyikan bahaya dan membuat kecelakaan serius lebih mungkin.

Jawaban: A.

No. 24 Kunci: C

Konsep: Dalam audit 5R dan K3, temuan diurutkan menurut risiko. Jalur dan pintu keluar darurat yang terhalang paling mendesak karena mengancam keselamatan semua orang saat darurat, sedangkan temuan mutu dan kebersihan ditangani berikutnya.

Langkah:
1. Baca denah: letak jalur evakuasi (garis kuning) dan tiap temuan.
2. Tentukan temuan yang menghalangi pintu atau jalur keluar: P.
3. Urutkan temuan lain menurut risiko: tabung tanpa rantai, kabel, oli, lalu mutu elektroda.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: tabung tanpa rantai memang berbahaya dan harus diikat, tetapi tidak menghalangi jalur keluar; temuan P menghambat evakuasi seluruh orang.
• **B.** ✗ Jebakan: kabel melintang berbahaya, tetapi dapat diatasi cepat dan tidak menutup pintu keluar.
• **C.** ✓ Pintu keluar darurat harus bebas hambatan; tumpukan pelat di pintu membahayakan seluruh orang saat terjadi kebakaran.
• **D.** ✗ Jebakan: terkait mutu, tetapi bukan ancaman keselamatan langsung seperti jalur keluar yang terhalang.
• **E.** ✗ Jebakan: berbahaya dan perlu dibersihkan, tetapi dapat ditangani setelah jalur evakuasi dibebaskan.

Jawaban: C.

No. 25 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Ringkas bukan berarti membuang semuanya: barang jarang dipakai tetapi masih baik dipisahkan, diberi label, dan disimpan di tempat tertentu. Bahan yang mudah rusak oleh lembap, seperti elektroda hidrogen rendah, disimpan di tempat kering dan tertutup sesuai petunjuk.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Benar.** Ringkas memilah menurut kebutuhan; barang yang masih berguna disimpan di tempat tersendiri.
• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: tumpukan tanpa label menyulitkan pencarian dan dapat

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

membahayakan; Rapi berarti ditata dengan tempat tetap dan terlihat.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Elektroda ini mudah menyerap lembap; penyimpanan kering menjaga mutunya.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

Latihan sub bab 3.1

No. 1 Kunci: A, C, D

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

Konsep: Simbol AWS: simbol di bawah garis = sisi panah, di atas = sisi seberang, keduanya = dua sisi. Bendera = las lapangan; lingkaran = las keliling; ekor = keterangan tambahan. Tanpa ukuran panjang, las dibuat menerus.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✓ Simbol di atas dan di bawah garis referensi = las di sisi seberang dan sisi panah.
• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: las keliling ditandai lingkaran kecil; bendera berarti las lapangan.
• **Pernyataan 3** ✓ Bendera = las lapangan.
• **Pernyataan 4** ✓ Ekor memuat keterangan proses, elektroda, atau acuan lain.
• **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: tanpa angka panjang, las dibuat menerus sepanjang sambungan.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 4.

No. 2 Kunci: B

Konsep: Simbol kontur AWS: garis lurus = rata (flush/flat), busur cembung = cembung, busur cekung = cekung. Huruf penyelesaian: G = gerinda, C = pahat (chipping), M = pemesinan.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Bertentangan dengan simbol kontur rata.
• **B.** ✓ Garis lurus = kontur rata; G = digerinda.
• **C.** ✗ Jebakan: huruf G pada simbol kontur menyatakan cara penyelesaian, bukan proses las; proses ditulis di ekor.
• **D.** ✗ Simbol cekung berupa busur, bukan garis lurus.
• **E.** ✗ Jebakan: konturnya benar, tetapi penyelesaian dengan pahat ditandai huruf C.

Jawaban: B.

Latihan sub bab 3.2

No. 1 Kunci: B

Konsep: Pada sambungan tumpul, sisi yang disentuh panah adalah sisi panah. Simbol AWS di bawah garis = sisi panah, di atas garis = sisi seberang. Pada simbol kampuh, angka di dalam simbol = celah akar, sudut di luar simbol = sudut kampuh total.

Langkah:
1. Panah menyentuh sisi bawah sambungan → sisi panah = bawah.
2. Simbol V di atas garis → sisi seberang = sisi atas pelat.
3. 60° = sudut kampuh total (tiap pelat 30°); angka 2 di dalam simbol = celah akar 2 mm.

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

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: sisi bawah adalah sisi panah, padahal simbol V digambar di atas garis (sisi seberang).
- **B.** ✓ Sisi, sudut, dan celah akar sesuai simbol.
- **C.** ✗ Jebakan: 60° adalah sudut kampuh total; bila tiap pelat 60°, sudut kampuh menjadi 120°.
- **D.** ✗ Angka 2 di dalam simbol menunjukkan celah akar, jadi pelat tidak dirapatkan.
- **E.** ✗ Kampuh dua sisi digambar dengan simbol V di atas dan di bawah garis (kampuh X).

Jawaban: B.

No. 2 Kunci: A, B, C, E

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

Konsep: Las sudut berselang dua sisi: segitiga segaris di kedua sisi garis = segmen berhadapan (rantai); segitiga bergeser = segmen berselang-seling. Angka kiri = ukuran kaki, angka kanan = panjang segmen - jarak antarpusat.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ Simbol di atas dan di bawah garis = dua sisi.
- **Pernyataan 2** ✓ Angka di kiri simbol las sudut = ukuran kaki.
- **Pernyataan 3** ✓ Angka panjang-jarak di kanan simbol.
- **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: las berhadapan (rantai) digambar dengan segitiga segaris; segitiga yang bergeser berarti berselang-seling.
- **Pernyataan 5** ✓ Itulah las sudut berselang-seling (staggered).

Jawaban: pernyataan 1, 2, 3, 5.

Latihan sub bab 3.3

No. 1 Kunci: A, B, D

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

Konsep: Membaca proyeksi berarti menghubungkan bagian yang sama di beberapa pandangan. Garis tebal = tepi terlihat, garis putus-putus = tepi tersembunyi. Bentuk asli suatu bidang tampak pada pandangan yang tegak lurus bidang itu.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ Dua lingkaran pada pandangan atas berada pada pelat dasar.
- **Pernyataan 2** ✓ Lubang tegak pada pelat dasar tersembunyi dari depan sehingga digambar putus-putus.
- **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: pada pandangan depan penguat hanya tampak sebagai jalur selebar tebalnya; bentuk segitiga tampak pada pandangan samping.
- **Pernyataan 4** ✓ Terbaca dari ukuran pada pandangan depan.
- **Pernyataan 5** ✗ Pandangan depan memperlihatkan dua lingkaran pada pelat tegak.

Jawaban: pernyataan 1, 2, 4.

No. 2 Kunci: A

Konsep: Pandangan atas yang berupa lingkaran sepusat menunjukkan pipa yang berdiri tegak. Garis putus-putus pada pandangan depan/samping adalah dinding dalam yang tersembunyi. Tebal dinding = (diameter luar − diameter dalam) : 2.

Langkah:

1. Pandangan atas lingkaran sepusat → pipa tegak.
2. Tebal dinding = (60 − 52) : 2 = 4 mm.
3. Tinggi = 200 mm dari pandangan depan.

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

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Bentuk, tebal, dan tinggi sesuai.
- **B.** ✗ Jebakan: 60 − 52 = 8 mm adalah selisih diameter, tebal dinding setengahnya.
- **C.** ✗ Batang pejal tidak memiliki lingkaran dalam dan garis tersembunyi.
- **D.** ✗ Pipa mendatar tampak sebagai lingkaran pada pandangan depan atau samping, bukan pandangan atas.
- **E.** ✗ Pipa persegi tampak sebagai persegi pada pandangan atas.

Jawaban: A.

Latihan sub bab 3.4

No. 1 Kunci: A

Konsep: Koordinat polar relatif @L<θ: titik baru berjarak L dari titik terakhir dengan arah θ terhadap sumbu X positif. Komponen mendatar = L cos θ, komponen tegak = L sin θ.

Langkah:

1. Beda tinggi = 250 × sin 30°.
2. = 250 × 0,5 = 125 mm.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ 250 × sin 30° = 125 mm.
- **B.** ✗ Memakai tan 30° (≈ 0,577) × 250.
- **C.** ✗ Jebakan: 250 × cos 30° ≈ 217 mm adalah jarak mendatar, bukan beda tinggi.
- **D.** ✗ Panjang batang, bukan beda tinggi.
- **E.** ✗ Membagi 250 dengan tan 30° (250 : 0,577 ≈ 433), rumus yang keliru.

Jawaban: A.

No. 2 Kunci: A, B, D

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

Konsep: EXTRUDE menarik profil 2D tertutup sejauh nilai tertentu menjadi benda 3D. Untuk batang profil, jarak ekstrusi = panjang batang, dan volume = luas profil × panjang.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ Ekstrusi benda pejal memerlukan profil tertutup (polyline tertutup atau region).
- **Pernyataan 2** ✓ Profil dipecah menjadi persegi 50 × 5 dan 45 × 5 yang tidak bertumpuk.
- **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: bagian sudut 5 × 5 mm terhitung dua kali.
- **Pernyataan 4** ✓ Volume = luas profil × panjang ekstrusi.
- **Pernyataan 5** ✗ Tinggi ekstrusi = panjang batang 600 mm; lebar kaki sudah ada pada profil.

Jawaban: pernyataan 1, 2, 4.

Kuis Akhir Bab 3

No. 1 Kunci: B

Konsep: Simbol las AWS terdiri atas garis referensi (memuat simbol dan ukuran), panah (menunjuk sambungan), dan ekor (keterangan tambahan). Panah menunjukkan sambungan sekaligus menentukan sisi panah dan sisi lain.

Langkah:

1. Ingat tiga bagian utama: garis referensi, panah, ekor.
2. Pilih bagian yang menunjuk sambungan: kepala panah.

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

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: ekor memuat keterangan tambahan seperti proses atau catatan, bukan penunjuk letak sambungan.

• **B.** ✓ Panah menghubungkan garis referensi dengan sambungan; ujung panahnya menunjukkan sambungan yang dilas.

• **C.** ✗ Jebakan: garis referensi memuat simbol dan ukuran; letaknya bebas dan bukan penunjuk sambungan.

• **D.** ✗ Jebakan: angka di kiri menyatakan ukuran las, bukan letak sambungan.

• **E.** ✗ Jebakan: simbol dasar menyatakan jenis las, bukan letak sambungan.

Jawaban: B.

No. 2 Kunci: D

Konsep: Pada AWS, simbol di BAWAH garis referensi berarti las di sisi panah; di ATAS garis berarti sisi lain. Sisi panah adalah sisi sambungan yang disentuh kepala panah. Angka di kiri simbol menyatakan ukuran kaki.

Langkah:

1. Tentukan sisi panah: sudut kanan, karena panahnya menyentuh sudut kanan.
2. Baca letak simbol: di bawah garis → sisi panah.
3. Baca ukuran: angka 6 di kiri simbol → kaki 6 mm.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: simbol di bawah garis berarti sisi panah, yaitu sudut yang disentuh panah (kanan), bukan sudut kiri.

• **B.** ✗ Jebakan: las di kedua sisi memerlukan simbol di atas dan di bawah garis; di sini hanya ada di bawah.

• **C.** ✗ Jebakan: simbol menetapkan las di sisi panah saja; sudut kiri tidak diminta.

• **D.** ✓ Simbol di bawah garis referensi berarti las di sisi panah; panah menyentuh sudut kanan, jadi hanya sudut kanan yang dilas dengan kaki 6 mm.

• **E.** ✗ Jebakan: segitiga adalah simbol las sudut (fillet), bukan las alur.

Jawaban: D.

No. 3 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Las alur (kampuh V, X, U) umum dipakai pada sambungan tumpul pelat tebal agar logam las menembus sampai akar. Las sudut (fillet) umum dipakai pada sambungan T, sudut, dan tumpang.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** Kampuh V membuka sambungan agar logam las menjangkau dasar.

• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: sambungan T justru paling lazim dilas dengan las sudut (fillet).

• **Pernyataan 3 → Benar.** Las sudut menyambung tepi pelat yang bertumpuk pada sambungan tumpang.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 4 Kunci: E

Konsep: Membaca simbol AWS: tentukan sisi panah, baca simbol dasar (segitiga = las sudut), lalu ukuran di kiri (kaki) dan panjang di kanan.

Langkah:

1. Sisi panah: sudut kiri (panahnya menyentuh sudut kiri).
2. Simbol di bawah garis → las pada sisi panah.
3. Angka kiri 6 = kaki 6 mm; angka kanan 80 = panjang 80 mm.

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

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: angka tertukar dan sisi salah; angka kiri adalah kaki, kanan adalah panjang, dan sisi panah adalah kiri.
• **B.** ✗ Jebakan: ukuran benar, tetapi sisi panah adalah sudut kiri, bukan kanan.
• **C.** ✗ Jebakan: simbol hanya di bawah garis sehingga hanya satu sisi (sisi panah).
• **D.** ✗ Jebakan: segitiga adalah simbol las sudut, bukan las alur.
• **E.** ✓ Segitiga di bawah garis → sisi panah (sudut kiri); angka kiri 6 = kaki; angka kanan 80 = panjang las.

Jawaban: E.

No. 5 Kunci: A, C, D

Konsep: AWS A2.4: simbol di bawah garis = sisi panah, di atas = sisi lain; ukuran di kiri simbol, panjang dan jarak sumbu di kanan; lingkaran = las keliling; bendera = las lapangan.

Langkah:

1. Nilai tiap pernyataan satu per satu terhadap aturan.
2. Waspadai penukaran: atas–bawah, lingkaran–bendera.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Itu aturan dasar AWS: bawah = sisi panah.
• **B.** ✗ Jebakan: lingkaran berarti las keliling (seluruh sekeliling sambungan); las lapangan ditandai bendera.
• **C.** ✓ Ukuran penampang di sisi kiri, ukuran memanjang di sisi kanan.
• **D.** ✓ Bendera pada pertemuan panah dengan garis referensi adalah penanda las lapangan.
• **E.** ✗ Jebakan: di atas garis berarti sisi lain, kebalikan dari sisi panah.

Jawaban: A, C, dan D.

No. 6 Kunci: A, B, E

Konsep: ISO 2553 Sistem A: garis referensi ganda; simbol pada garis penuh = sisi panah, pada garis putus-putus = sisi lain; ukuran las sudut berhuruf a (tebal leher) atau z (panjang kaki). AWS: satu garis; bawah = sisi panah; ukuran kaki tanpa huruf. Jangan mencampur keduanya.

Langkah:

1. Tentukan standar dari bentuk garis referensi: ganda = ISO Sistem A.
2. Terapkan aturan sisi dan huruf ukuran sesuai standar itu.
3. Tolak pernyataan yang memindahkan aturan AWS ke ISO.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Itu ciri Sistem A.
• **B.** ✓ Pada ISO Sistem A, garis penuh = sisi panah, garis putus-putus = sisi lain.
• **C.** ✗ Jebakan: pada ISO yang menentukan sisi adalah garis penuh atau putus-putus, bukan atas atau bawah.
• **D.** ✗ Jebakan: huruf a menyatakan tebal leher; panjang kaki ditulis dengan huruf z.
• **E.** ✓ ISO mewajibkan huruf pada ukuran las sudut, berbeda dengan AWS yang menulis angka kaki saja.

Jawaban: A, B, dan E.

No. 7 Kunci: A

Konsep: Pada ISO, a = tebal leher dan z = panjang kaki. Untuk las sudut sama kaki: $a \approx 0{,}707 \times z$, $z \approx 1{,}414 \times a$. Syarat dalam huruf a harus diterjemahkan ke kaki bila yang diukur adalah kaki.

Langkah:

1. Baca huruf: a berarti leher 5 mm.

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

2. Ubah ke kaki: z = 1,414 × 5 ≈ 7,1 mm.
3. Cek kewajaran: kaki selalu lebih panjang daripada leher.

Analisis setiap opsi:
- **A.** ✓ a5 berarti tebal leher 5 mm; kaki z ≈ 1,414 × 5 ≈ 7,1 mm.
- **B.** ✗ Jebakan: pada ISO huruf a berarti leher, bukan kaki; kaki 5 mm memberi leher sekitar 3,5 mm.
- **C.** ✗ Jebakan: faktor 0,707 mengubah kaki menjadi leher, bukan sebaliknya.
- **D.** ✗ Jebakan: faktor 2 tidak benar; kaki = 1,414 × leher.
- **E.** ✗ Jebakan: kemudahan tidak menentukan ukuran; hitungan menghasilkan sekitar 7,1 mm.

Jawaban: A.

No. 8 Kunci: A, C, E

Konsep: Simbol di bawah dan di atas garis berarti las di kedua sisi. Ukuran dan panjang yang sama pada kedua simbol berlaku untuk masing-masing sisi; panjang total = jumlah kedua sisi.

Langkah:
1. Lihat simbol di bawah dan atas garis → dua sisi.
2. Baca ukuran: 6 mm kaki; panjang 80 mm per sisi.
3. Hitung total: 2 × 80 = 160 mm.

Analisis setiap opsi:
- **A.** ✓ Simbol di bawah (sisi panah) dan di atas (sisi lain) garis berarti kedua sisi dilas.
- **B.** ✗ Jebakan: simbol di atas garis menambahkan las pada sisi lain.
- **C.** ✓ Angka 6 di kiri tiap simbol adalah panjang kaki.
- **D.** ✗ Jebakan: angka 80 berlaku untuk tiap sisi; total las dua sisi 160 mm.
- **E.** ✓ Dua sisi masing-masing 80 mm menghasilkan 2 × 80 = 160 mm.

Jawaban: A, C, dan E.

No. 9 Kunci: C

Konsep: Pada AWS, angka di kanan simbol ditulis panjang–jarak sumbu (pitch). Jumlah segmen dihitung dari titik awal: n = (panjang sambungan − panjang segmen) ÷ jarak sumbu + 1 bila segmen pertama dan terakhir berada di kedua ujung. Panjang las seluruhnya = n × panjang segmen.

Langkah:
1. Baca angka kanan: panjang 50, jarak sumbu 150.
2. Hitung n = (650 − 50) ÷ 150 + 1 = 5.
3. Hitung total las: 5 × 50 = 250 mm.
4. Cek kewajaran: las lebih pendek daripada sambungan (250 mm dari 650 mm).

Analisis setiap opsi:
- **A.** ✗ Jebakan: 150 mm adalah jarak sumbu, bukan panjang segmen; panjang segmen 50 mm.
- **B.** ✗ Jebakan: segmen pertama di ujung kiri sehingga ada satu segmen tambahan.
- **C.** ✓ Segmen dimulai pada 0, 150, 300, 450, dan 600 mm; segmen terakhir (600–650) tepat di ujung; 5 × 50 = 250 mm.
- **D.** ✗ Jebakan: pembagi 100 tidak ada pada simbol; jarak sumbu 150 mm.
- **E.** ✗ Jebakan: angka di kanan simbol menyatakan las putus-putus, bukan menerus.

Jawaban: C.

No. 10 Kunci: D

Konsep: Proyeksi Eropa (kuadran I): pandangan atas di bawah pandangan depan, pandangan dari kiri di sebelah kanan pandangan depan. Proyeksi Amerika (kuadran III): kebalikannya. Simbol di kepala gambar menunjukkan sistem yang dipakai.

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

Langkah:

1. Baca sistem: proyeksi Eropa.
2. Terapkan aturan: pandangan dari kiri berada di sisi kanan pandangan depan.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: itu aturan proyeksi Amerika; pada proyeksi Eropa letaknya berlawanan.
- **B.** ✗ Jebakan: letak di atas pandangan depan adalah pandangan bawah pada proyeksi Eropa, bukan pandangan samping.
- **C.** ✗ Jebakan: di bawah pandangan depan digambar pandangan atas pada proyeksi Eropa.
- **D.** ✓ Pada proyeksi Eropa pandangan dari kiri digambar di sebelah kanan pandangan depan, dan pandangan atas di bawahnya.
- **E.** ✗ Jebakan: letak pandangan diatur dalam standar proyeksi; tidak boleh sembarang.

Jawaban: D.

No. 11 Kunci: A, B, D

Konsep: Garis tebal menerus = tepi tampak; putus-putus (gores) = tepi tersembunyi; titik-gores tipis = sumbu atau simetri; tipis menerus = garis ukur dan garis bantu. Salah baca jenis garis menyebabkan salah membaca bentuk benda.

Langkah:

1. Daftar jenis garis dan artinya.
2. Cocokkan tiap pernyataan.
3. Tolak yang menukar garis sumbu dengan garis ukur atau tepi tersembunyi dengan garis tipis.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Garis tebal menerus adalah garis tepi tampak.
- **B.** ✓ Garis gores adalah garis tersembunyi.
- **C.** ✗ Jebakan: garis titik-gores tipis adalah garis sumbu atau simetri; garis ukur adalah garis tipis menerus.
- **D.** ✓ Itu fungsi garis titik-gores tipis, misalnya pada pusat lubang.
- **E.** ✗ Jebakan: tepi tersembunyi digambar putus-putus; garis tipis menerus untuk garis ukur dan garis bantu.

Jawaban: A, B, dan D.

No. 12 Kunci: B

Konsep: Lingkaran pada pertemuan panah dan garis referensi = las keliling (sekeliling sambungan). Bendera = las lapangan (dikerjakan di lokasi, bukan di bengkel). Segitiga dengan angka di kiri = las sudut dengan kaki sebesar angka itu; tanpa angka di kanan las menerus.

Langkah:

1. Baca simbol dasar: segitiga → las sudut; angka 8 → kaki 8 mm.
2. Baca penanda: lingkaran → keliling; bendera → lapangan.
3. Tidak ada angka kanan → menerus.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: lingkaran berarti sekeliling sambungan, dan bendera berarti dikerjakan di lapangan.
- **B.** ✓ Lingkaran = las keliling (seluruh sekeliling sambungan); bendera = las lapangan; segitiga berukuran 8 = las sudut kaki 8 mm.
- **C.** ✗ Jebakan: segitiga adalah las sudut dan bendera menunjukkan las lapangan, bukan bengkel.
- **D.** ✗ Jebakan: lingkaran dan bendera bukan jumlah tempat, melainkan arti keliling dan lapangan.
- **E.** ✗ Jebakan: angka 8 di kiri adalah kaki; tidak ada angka panjang di kanan sehingga las menerus.

Jawaban: B.

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

No. 13 Kunci: E

Konsep: Pada AWS, sudut kampuh yang tertulis adalah sudut gabungan (included angle) kedua tepi. Kampuh V simetris dibentuk dengan memiringkan masing-masing tepi separuhnya. Celah akar dijaga sesuai simbol.

Langkah:

1. Baca sudut kampuh sebagai sudut gabungan: 60°.
2. Bagi dua untuk tiap tepi: 30°.
3. Pertahankan celah akar 2 mm antara kedua pelat.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: kampuh V simetris memiringkan kedua tepi; satu tepi 60° membuat sudut gabungan tidak sesuai.
- **B.** ✗ Jebakan: sudut kampuh pada simbol adalah sudut gabungan; tiap tepi hanya separuhnya.
- **C.** ✗ Jebakan: 15° per tepi menghasilkan kampuh 30°, bukan 60°.
- **D.** ✗ Jebakan: simbol meminta kampuh V dan celah akar 2 mm, bukan celah lebar tanpa kampuh.
- **E.** ✓ Sudut gabungan 60° berarti 30° pada tiap tepi (2 × 30°), dengan celah akar 2 mm.

Jawaban: E.

No. 14 Kunci: A

Konsep: Kebutuhan elektroda dihitung dari panjang las seluruhnya (jumlah sisi × panjang tiap sisi) dibagi panjang las per batang, lalu dibulatkan ke atas karena elektroda dibeli utuh.

Langkah:

1. Hitung panjang total: 2 × 400 = 800 mm.
2. Bagi dengan hasil tiap batang: 800 ÷ 250 = 3,2.
3. Bulatkan ke atas: 4 batang.
4. Cek: 4 × 250 = 1.000 mm ≥ 800 mm; 3 × 250 = 750 mm kurang.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Dua sisi × 400 mm = 800 mm; 800 ÷ 250 = 3,2 sehingga dibutuhkan 4 batang utuh.
- **B.** ✗ Jebakan: simbol meminta kedua sisi; panjang seluruhnya 800 mm.
- **C.** ✗ Jebakan: elektroda dibeli utuh; 3 batang hanya cukup untuk 750 mm, masih kurang 50 mm.
- **D.** ✗ Jebakan: 1.000 mm tidak berasal dari data; panjang total 2 × 400 = 800 mm.
- **E.** ✗ Jebakan: 4 batang adalah kebutuhan total, bukan kebutuhan per sisi.

Jawaban: A.

No. 15 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Hasil las diperiksa terhadap setiap keterangan pada simbol: sisi, jenis, ukuran, dan panjang. Satu keterangan yang tidak dipenuhi membuat hasil tidak sesuai gambar.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 → Benar.** Simbol di atas dan di bawah garis berarti kedua sisi dilas.
- **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: ukuran kaki dan panjang adalah dua keterangan terpisah; kaki 4 mm kurang dari 6 mm.
- **Pernyataan 3 → Benar.** Semua keterangan terpenuhi: kedua sisi, kaki 6 mm, dan panjang 300 mm tiap sisi.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 16 Kunci: C

Konsep: Bentuk benda dibangun dari tiga pandangan sekaligus: pandangan depan memberi profil, pandangan atas memberi kedalaman dan pergantian tinggi, pandangan dari kiri memberi tinggi dan kedalaman. Garis tegak pada pandangan atas menandai pergantian ketinggian.

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

Langkah:

1. Ambil profil dari pandangan depan: huruf L dengan tiang di kiri.
2. Ambil kedalaman 40 mm dari pandangan atas dan pandangan kiri.
3. Cocokkan dengan pernyataan yang konsisten untuk ketiganya.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: pandangan depan berbentuk L, bukan persegi; benda bukan balok utuh.
• **B.** ✗ Jebakan: pada pandangan depan tiang tegak ada di sisi kiri, bukan kanan.
• **C.** ✓ Pandangan depan memberi bentuk L; pandangan atas (garis tegak di 20 mm) memberi pergantian tinggi; pandangan kiri persegi polos 40 × 60 sesuai tiang sedalam penuh.
• **D.** ✗ Jebakan: pandangan dari kiri berupa persegi polos 40 × 60; tiang yang lebih dangkal akan menghasilkan garis tersembunyi atau bentuk berbeda.
• **E.** ✗ Jebakan: tidak ada lingkaran atau garis tersembunyi pada ketiga pandangan.

Jawaban: C.

No. 17 Kunci: E

Konsep: Garis putus-putus menunjukkan tepi yang tersembunyi di balik permukaan. Lingkaran pada satu pandangan dan sepasang garis putus-putus sejajar pada pandangan lain menandai lubang tembus; jarak antargaris sama dengan diameter lubang.

Langkah:

1. Baca pandangan depan: lingkaran → ada bentuk bulat.
2. Baca garis putus-putus: tepi tersembunyi sejarak diameter lingkaran.
3. Simpulkan: lubang tembus Ø20 mm.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: tonjolan akan tampak dengan garis tebal menerus, bukan garis putus-putus, dan akan terlihat pada pandangan depan.
• **B.** ✗ Jebakan: pandangan depan tidak memperlihatkan alur; lingkaran di depan menunjukkan sesuatu yang bulat.
• **C.** ✗ Jebakan: tekukan akan mengubah bentuk pandangan samping, bukan sekadar garis putus-putus sejajar.
• **D.** ✗ Jebakan: lapisan tidak memerlukan lingkaran pada pandangan depan; yang tampak adalah bentuk bulat.
• **E.** ✓ Lingkaran pada pandangan depan adalah lubang tembus; dari atas dan samping tepi lubang tersembunyi sehingga digambar putus-putus sejarak diameternya.

Jawaban: E.

No. 18 Kunci: A, C, D

Konsep: OFFSET: sejajar pada jarak tertentu. TRIM: memotong yang berlebih. EXTEND: memperpanjang sampai batas. FILLET: pembulatan sudut (radius 0 = sudut tajam). CHAMFER: potongan miring pada sudut. MIRROR: bayangan terhadap garis simetri.

Langkah:

1. Tulis fungsi tiap perintah.
2. Tolak pasangan yang menukar TRIM–EXTEND atau FILLET–CHAMFER.

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

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Itu fungsi OFFSET.
- **B.** ✗ Jebakan: itu fungsi EXTEND; TRIM memotong bagian yang berlebih.
- **C.** ✓ FILLET radius 0 memotong atau memperpanjang dua garis sehingga bertemu di sudut tajam.
- **D.** ✓ Itu fungsi MIRROR.
- **E.** ✗ Jebakan: pembulatan dilakukan FILLET; CHAMFER membuat potongan miring pada sudut.

Jawaban: A, C, dan D.

No. 19 Kunci: C

Konsep: Massa = volume × massa jenis. Volume model hasil extrude dikurangi volume lubang tembus ($\pi \times r^2 \times$ tebal untuk tiap lubang). Samakan satuan: mm^3 dengan kg/mm^3, dan gunakan jari-jari (setengah diameter).

Langkah:

1. Volume pelat utuh: $200 \times 100 \times 10 = 200.000\ mm^3$.
2. Volume empat lubang: $4 \times 3{,}14 \times 10^2 \times 10 = 12.560\ mm^3$.
3. Volume sisa: $187.440\ mm^3$.
4. Massa: $187.440 \times 0{,}00000785 \approx 1{,}47$ kg.
5. Cek kewajaran: sedikit di bawah massa pelat utuh 1,57 kg.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: $200 \times 100 \times 10\ mm^3 \times 0{,}00000785 = 1{,}57$ kg adalah pelat utuh, belum dikurangi lubang.
- **B.** ✗ Jebakan: soal menyebut empat lubang; dua lubang menyisakan terlalu banyak volume.
- **C.** ✓ Volume = $200.000 - 4 \times 3{,}14 \times 10^2 \times 10 \approx 187.440\ mm^3$; massa $\approx 187.440 \times 0{,}00000785 \approx 1{,}47$ kg.
- **D.** ✗ Jebakan: diameter 20 mm berarti jari-jari 10 mm; memakai 20 mm sebagai jari-jari mengurangi terlalu banyak.
- **E.** ✗ Jebakan: kesalahan satuan menggeser koma; massa pelat sebesar itu tidak masuk akal untuk $200 \times 100 \times 10$ mm.

Jawaban: C.

No. 20 Kunci: A, C, E

Konsep: Praktik CAD yang baik: gambar skala 1 : 1 dengan satuan jelas, layer terpisah untuk jenis garis dan keterangan, ukuran diambil otomatis dari objek (bukan diketik manual), serta penyimpanan dan cadangan berkala.

Langkah:

1. Nilai tiap kebiasaan: menjaga ketepatan, kerapian, dan keamanan pekerjaan?
2. Tolak yang membuka peluang salah ukuran atau kehilangan data.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Gambar skala 1 : 1 memudahkan pengukuran dan kesalahan skala dihindari; skala diatur pada tata letak cetak.
- **B.** ✗ Jebakan: menggambar kecil membuka peluang salah hitung; skala diatur saat mencetak.
- **C.** ✓ Layer terpisah memudahkan pengelolaan, penyuntingan, dan pengiriman gambar.
- **D.** ✗ Jebakan: angka manual tidak ikut berubah bila ukuran berubah; ukuran sebaiknya diambil otomatis dari objek.
- **E.** ✓ Kebiasaan ini mencegah hilangnya pekerjaan karena gangguan listrik atau komputer.

Jawaban: A, C, dan E.

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

No. 21 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Angka ukur yang tertulis menjadi acuan pembuatan, bukan hasil mengukur gambar dengan mistar. Bila tidak ada keterangan lain, ukuran dalam milimeter. Toleransi umum pada kepala gambar berlaku untuk ukuran tanpa toleransi khusus.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** Gambar mekanik dan konstruksi baja lazim memakai milimeter bila tidak disebut lain.

• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: gambar tidak selalu digambar skala tepat atau dapat tercetak mengecil; yang berlaku adalah angka ukur tertulis.

• **Pernyataan 3 → Benar.** Toleransi umum menetapkan penyimpangan yang diizinkan bagi semua ukuran tanpa toleransi khusus.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 22 Kunci: A, C, E

Konsep: Gambar untuk pemotongan CNC harus berupa profil tertutup dengan satu garis tiap tepi, hanya memuat lintasan potong (dimensi, teks, dan garis bantu dipisahkan), digambar skala 1 : 1 dengan satuan milimeter.

Langkah:

1. Periksa kerapian profil: celah dan garis ganda.
2. Pisahkan lintasan potong dari keterangan gambar.
3. Pastikan skala dan satuan.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Profil yang tidak tertutup membuat lintasan potong tidak menentu atau gagal dibaca.

• **B.** ✗ Jebakan: garis ganda membuat mesin memotong dua kali sehingga memperlebar kerf dan boros waktu.

• **C.** ✓ Setiap tepi cukup satu garis agar lintasan potong tunggal.

• **D.** ✗ Jebakan: garis ukur dan teks bukan lintasan potong; dipisahkan pada layer lain atau dihapus.

• **E.** ✓ Mesin membaca ukuran sesuai skala nyata; skala dan satuan yang salah menghasilkan potongan salah ukuran.

Jawaban: A, C, dan E.

No. 23 Kunci: B

Konsep: Di CAD, koordinat mutlak ditulis x,y dari titik asal; koordinat relatif ditulis @Δx,Δy dan dihitung dari titik terakhir yang dimasukkan. Nilai positif y berarti ke atas, positif x ke kanan.

Langkah:

1. Titik terakhir: (100,0).
2. Terapkan @0,40: x tetap 100, y menjadi 0 + 40 = 40.
3. Hasil (100,40).

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: tanda @ berarti koordinat relatif terhadap titik terakhir, bukan koordinat mutlak.

• **B.** ✓ @0,40 berarti perpindahan relatif: Δx = 0 dan Δy = 40 dari titik terakhir (100,0).

• **C.** ✗ Jebakan: 40 adalah perpindahan pada arah y, bukan x.

• **D.** ✗ Jebakan: nilai positif pada y berarti ke atas.

• **E.** ✗ Jebakan: @ tidak kembali ke titik awal; perpindahan dihitung dari titik terakhir.

Jawaban: B.

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

No. 24 Kunci: A

Konsep: Skala 1 : n berarti 1 satuan pada gambar mewakili n satuan pada benda. Ukuran sebenarnya = ukuran gambar × n. Skala 1 : 1 berarti ukuran gambar sama dengan benda.

Langkah:

1. Baca skala: 1 : 5 → faktor 5.
2. Hitung: 38 × 5 = 190 mm.
3. Cek kewajaran: benda lebih besar daripada gambarnya karena gambar diperkecil.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Skala 1 : 5 berarti ukuran sebenarnya lima kali ukuran gambar: 38 × 5 = 190 mm.
- **B.** ✗ Jebakan: pembagian itu mengubah ukuran sebenarnya menjadi gambar, kebalikan dari yang diminta.
- **C.** ✗ Jebakan: skala selain 1 : 1 mengubah ukuran gambar terhadap benda.
- **D.** ✗ Jebakan: faktor 10 tidak ada pada skala 1 : 5.
- **E.** ✗ Jebakan: faktor 2,5 tidak ada pada skala 1 : 5.

Jawaban: A.

No. 25 Kunci: D

Konsep: Koordinat polar relatif @jarak<sudut menggeser titik sejauh jarak pada arah sudut (0° ke kanan, 90° ke atas). Koordinat relatif @Δx,Δy menggeser pada sumbu. Titik akhir diperoleh dengan menjumlahkan semua perpindahan pada titik awal.

Langkah:

1. Awal (20,10).
2. Langkah 1: @50<0 → x + 50 → (70,10).
3. Langkah 2: @0,30 → y + 30 → (70,40).
4. Langkah 3: @-50,0 → x − 50 → (20,40).
5. Cek kewajaran: jumlah perpindahan x = 50 − 50 = 0, sehingga x kembali ke 20.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: langkah ketiga (@-50,0) menggeser titik ke kiri 50; titik (70,40) adalah sebelum langkah itu.
- **B.** ✗ Jebakan: tanda @ berarti relatif; nilai −50 menggeser titik terakhir, bukan menjadi koordinat x.
- **C.** ✗ Jebakan: 30 hanya ditambahkan satu kali pada y; tidak ada penambahan kedua.
- **D.** ✓ (20,10) → @50<0 → (70,10) → @0,30 → (70,40) → @-50,0 → (20,40).
- **E.** ✗ Jebakan: jarak 50 pada sudut 0° menggeser x sebesar 50; sudut 0° menunjuk ke kanan.

Jawaban: D.

Latihan sub bab 4.1

No. 1 Kunci: B, D

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

Konsep: Pelat tipis dipotong dengan gunting pelat (lurus atau lengkung), ditekuk dengan palu lunak di atas landasan, dan tepinya dihaluskan dengan kikir halus.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: gunting pelat lurus tidak dapat mengikuti lengkungan kecil; potongan menjadi bergerigi dan pelat terlipat.
- **Pernyataan 2** ✓ Gunting pelat lengkung dirancang untuk mengikuti garis lengkung.
- **Pernyataan 3** ✗ Palu baja meninggalkan penyok dan merusak lapisan galvanis.
- **Pernyataan 4** ✓ Palu lunak tidak meninggalkan bekas pukulan.

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

• **Pernyataan 5 ✗** Jebakan: kikir kasar cepat membuang bahan tetapi hasilnya kasar dan dapat menggetarkan pelat tipis; tepi dihaluskan dengan kikir halus.

Jawaban: pernyataan 2, 4.

No. 2 Kunci: E

Konsep: Kesikuan rangka persegi panjang diperiksa dengan membandingkan kedua diagonal. Bila tidak sama, ujung-ujung diagonal yang lebih panjang ditekan saling mendekat (diagonal itu memendek dan diagonal lain memanjang) sampai sama, baru las penuh.

Langkah:

1. Diagonal 728 mm ≠ 714 mm → rangka tidak siku.
2. Perbaikan: memendekkan diagonal 728 mm dengan menekan kedua ujungnya.
3. Ukur ulang sampai keduanya ±721 mm, lalu las penuh.

Analisis setiap opsi:

• **A. ✗** Jebakan: yang dibatasi gambar adalah selisih kedua diagonal (728 − 714 = 14 mm), jauh di atas 3 mm.
• **B. ✗** Satu sudut yang tampak siku tidak menjamin seluruh rangka siku; data diagonal sudah menunjukkan rangka miring.
• **C. ✗** Setelah las penuh, rangka sulit disetel dan dapat terjadi tegangan atau retak.
• **D. ✗** Jebakan: menekan ujung diagonal pendek membuatnya makin pendek sehingga rangka makin miring.
• **E. ✓** Menyamakan diagonal dengan arah yang benar sebelum las penuh.

Jawaban: E.

Latihan sub bab 4.2

No. 1 Kunci: 1S 2B 3B

Konsep: Pemeliharaan peralatan las: kabel dengan isolasi rusak tidak dipakai, kebocoran gas diuji dengan air sabun, dan bagian penghantar arus (holder, klem massa) dijaga kontaknya agar tidak panas.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: bagian kabel yang terbuka tetap dapat tersentuh dan menimbulkan sengatan atau busur liar; kabel diperbaiki dengan isolasi yang sesuai atau diganti sebelum dipakai.
• **Pernyataan 2 → Benar.** Gelembung sabun menunjukkan kebocoran dengan aman; nyala api dapat memicu kebakaran.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Kontak buruk memperbesar hambatan sehingga holder panas dan busur tidak stabil.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

No. 2 Kunci: E

Konsep: Pada mesin gerinda potong: benda dijepit kuat di ragum, piringan dibiarkan mencapai putaran penuh sebelum menyentuh benda, operator berdiri di samping garis putar piringan (bukan segaris), dan tangan tidak menahan potongan yang akan lepas.

Analisis setiap opsi:

• **A. ✗** Benda yang dipegang tangan dapat terlempar atau menjepit piringan.
• **B. ✗** Jebakan: penjepitan benar, tetapi berdiri segaris piringan membuat tubuh berada di jalur pecahan bila piringan pecah.
• **C. ✗** Menekan sebelum putaran penuh membebani piringan dan dapat memecahkannya.
• **D. ✗** Jebakan: tangan yang menahan potongan pendek dekat piringan berisiko terluka, dan potongan

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

yang terjepit dapat terlempar.
• **E.** ✓ Penjepitan, putaran, dan posisi tubuh semuanya benar.

Jawaban: E.

No. 3 Kunci: 1S 2B 3S

Konsep: Pemeliharaan perkakas memulihkan fungsi dan keamanan alat: kikir dibersihkan dengan sikat kikir, sikat karbon yang aus diganti, selang gas yang rusak diganti, bukan ditambal.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: percikan besar menandakan sikat karbon hampir habis; komutator motor dapat rusak dan percikan dapat menyalakan debu, jadi sikat diganti sebelum dipakai lagi.
• **Pernyataan 2 → Benar.** Sikat kikir membersihkan gigi tanpa merusaknya.
• **Pernyataan 3 → Salah.** Jebakan: pemeriksaan air sabun memang benar, tetapi lilitan selotip tidak tahan tekanan dan mudah lepas; selang yang retak diganti.

Jawaban: Salah, Benar, Salah.

No. 4 Kunci: 1S 2B 3B

Konsep: Kapasitas mesin potong pelat bergantung pada bahan: bahan yang lebih kuat (baja tahan karat) memiliki batas tebal lebih kecil. Pemotongan di luar kapasitas merusak mesin. Tangan dijauhkan dari penjepit dan pisau.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: 5 mm melebihi kapasitas 4 mm; pisau tajam tidak menambah kapasitas mesin dan mesin dapat rusak.
• **Pernyataan 2 → Benar.** Kapasitas baja tahan karat hanya 2,5 mm karena bahannya lebih kuat.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Tebal dan panjangnya dalam kapasitas; tangan tidak boleh masuk ke daerah penjepit dan pisau.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

No. 5 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: Pemeliharaan rutin: membersihkan debu dan tatal, melumasi bagian bergerak, dan meratakan batu gerinda yang aus, semuanya dalam keadaan mesin mati.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Benar.** Debu logam mengganggu pendinginan dan komponen elektronik; pembersihan dilakukan saat mesin tidak bertegangan.
• **Pernyataan 2 → Benar.** Mencegah karat dan menjaga gerakan tetap lancar.
• **Pernyataan 3 → Salah.** Jebakan: batu yang tidak rata bergetar dan berbahaya; permukaannya diratakan dengan alat pengasah batu (dresser).

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

Latihan sub bab 4.3

No. 1 Kunci: A

Konsep: Terak kecepatan rendah: bergumpal besar di sisi bawah, mudah dilepas, tepi atas dapat membulat. Terak kecepatan tinggi: butiran kecil keras yang melekat, garis potong melengkung ke belakang.

Langkah:
1. Nosel/elektroda baru, arus sesuai tabel, jarak obor dijaga → tiga penyebab itu tersingkir.
2. Ciri terak bergumpal, mudah lepas, garis tegak, tepi atas membulat → kecepatan terlalu lambat.
3. Perbaikan: menaikkan kecepatan potong.

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

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Ciri terak sesuai kecepatan terlalu lambat.

• **B.** ✗ Jebakan: kecepatan memang penyebabnya, tetapi gerak terlalu cepat menghasilkan butiran kecil yang keras dan garis potong melengkung.

• **C.** ✗ Kasus menyatakan arus sudah sesuai tabel.

• **D.** ✗ Nosel baru diganti pagi itu.

• **E.** ✗ Jarak obor dijaga pemandu jarak, jadi bukan penyebabnya.

Jawaban: A.

No. 2 Kunci: C

Konsep: Letupan balik (backfire) dapat terjadi bila nosel terlalu panas, tersumbat, atau menyentuh benda kerja. Penanganan: tutup katup brander, dinginkan nosel, bersihkan lubang dengan jarum pembersih yang sesuai, periksa tekanan, lalu nyalakan ulang. Tekanan asetilen tidak boleh lebih dari sekitar 1 bar.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Penyebab (nosel panas dan tersumbat) belum dihilangkan sehingga letupan dapat berulang.

• **B.** ✗ Jebakan: ukuran nosel dipilih menurut tebal pelat, bukan untuk mencegah sumbatan; penyebab letupan (nosel panas dan kotor) tetap ada.

• **C.** ✓ Menghentikan gas, menghilangkan penyebab, lalu menyiapkan nyala ulang.

• **D.** ✗ Jebakan: menutup katup sudah benar, tetapi nosel yang masih panas dan tersumbat akan meletup lagi.

• **E.** ✗ Nyala sudah padam dan nosel tersumbat; mengangkat nosel tidak memperbaikinya.

Jawaban: C.

No. 3 Kunci: D

Konsep: Pemotongan gas hanya efektif untuk baja karbon karena memerlukan logam yang terbakar dan oksidanya meleleh lebih rendah dari logamnya; baja tahan karat dan aluminium dipotong dengan plasma. Setelan plasma dipilih sesuai bahan dan tebal.

Langkah:

1. Baja tahan karat → tidak dapat dipotong gas dengan baik → plasma.
2. Baris: baja tahan karat, 6 mm → 45 A, 600 mm/menit.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: pemanasan lebih lama tidak membantu; lapisan oksida krom baja tahan karat menghalangi proses pembakaran pada pemotongan gas.

• **B.** ✗ Jebakan: tebalnya sama, tetapi baris itu untuk baja karbon; baja tahan karat dipotong lebih lambat.

• **C.** ✗ Jebakan: panas memang lebih kecil, tetapi setelan baris 3 mm tidak sanggup menembus pelat 6 mm.

• **D.** ✓ Sesuai bahan dan tebal.

• **E.** ✗ Jebakan: kecepatan 900 mm/menit milik baris aluminium; pada baja tahan karat 6 mm potongan tidak tembus dan terak menempel.

Jawaban: D.

No. 4 Kunci: C

Konsep: Tepi atas yang membulat dan berbutir leleh menunjukkan panas berlebih di permukaan atas, umumnya karena nyala pemanasan terlalu besar (atau nosel terlalu dekat). Kecepatan atau tekanan oksigen yang salah tampak pada garis seret dan tepi bawah.

Langkah:

1. Jarak nosel dijaga roda pemandu → bukan jarak.

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

2. Nosel bersih, tekanan dan kecepatan sesuai → garis seret dan tepi bawah baik.
3. Tersisa: panas berlebih di permukaan atas → nyala pemanasan terlalu besar.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Kecepatan terlalu tinggi menghasilkan garis seret melengkung ke belakang dan potongan tidak tembus.
• **B.** ✗ Tekanan kurang menyebabkan terak menempel di tepi bawah.
• **C.** ✓ Sesuai ciri tepi atas dan semua penyebab lain sudah dikendalikan.
• **D.** ✗ Jebakan: nosel terlalu dekat juga membulatkan tepi atas, tetapi jarak dijaga roda pemandu.
• **E.** ✗ Nosel baru dibersihkan; nosel kotor membuat nyala tidak beraturan dan permukaan potong kasar.

Jawaban: C.

No. 5 Kunci: A, B, E

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

Konsep: Pemotongan plasma memerlukan udara tekan yang bersih dan kering, tekanan sesuai anjuran, klem massa pada logam bersih, dan nosel/elektroda yang belum aus.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Uap air merusak busur plasma dan mempercepat keausan bahan habis pakai.
• **Pernyataan 2** ✓ Cat menghambat arus sehingga busur sulit berpindah ke benda kerja.
• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: tekanan berlebih membuat busur tidak stabil dan sulit menyala; air dikeluarkan dengan penyaring dan pengurasan, bukan tekanan.
• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: elektroda dan nosel aus bersamaan; elektroda yang sudah berlubang dalam merusak nosel baru, jadi keduanya diperiksa.
• **Pernyataan 5** ✓ Mengurangi air yang terbawa ke selang dan obor.

Jawaban: pernyataan 1, 2, 5.

Kuis Akhir Bab 4

No. 1 Kunci: A, C, E

Konsep: Perkakas tangan dipakai sesuai fungsinya: benda kerja dijepit, kikir diberi gagang, gergaji menekan saat maju, dan gagang diperiksa sebelum dipakai. Memakai perkakas untuk fungsi lain merusak alat dan melukai pemakainya.

Langkah:

1. Nilai tiap cara: apakah sesuai fungsi perkakas?
2. Tolak cara yang menggantikan perkakas atau menghilangkan pengaman (gagang).
3. Pilih cara yang menjaga benda kerja dan tangan tetap aman.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Benda kerja yang terjepit tidak bergeser sehingga potongan lurus dan tangan aman.
• **B.** ✗ Jebakan: tangkai kikir yang runcing dapat menusuk telapak tangan; kikir selalu dipasangi gagang.
• **C.** ✓ Gigi gergaji besi memotong pada langkah maju; menekan saat mundur menumpulkan gigi.
• **D.** ✗ Jebakan: kunci pas dapat rusak atau terlepas dari tangan; setiap perkakas dipakai sesuai fungsinya.
• **E.** ✓ Kepala palu yang lepas karena gagang retak dapat melukai orang di sekitar.

Jawaban: A, C, dan E.

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

No. 2 Kunci: C

Konsep: Pelindung cakram gerinda dipasang menutup bagian cakram yang menghadap operator, sedangkan bagian yang bekerja pada benda tetap terbuka. Bila cakram pecah, serpihan tertahan oleh pelindung. Pelindung tidak boleh dilepas.

Langkah:

1. Tentukan posisi operator dari gambar: bagian bawah.
2. Cari pelindung yang berada di antara cakram dan operator: Q.
3. Tolak gambar yang tanpa pelindung atau pelindungnya menutup sisi yang salah.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: pada P pelindung menutup bagian yang jauh dari operator; serpihan dari cakram yang pecah mengarah ke operator.
- **B.** ✗ Jebakan: pelindung tidak boleh dilepas; melihat cakram jelas tidak sebanding dengan bahaya serpihan.
- **C.** ✓ Pelindung harus berada di antara cakram dan operator sehingga serpihan bila cakram pecah tertahan.
- **D.** ✗ Jebakan: pelindung di samping tidak melindungi operator yang berada di depan cakram.
- **E.** ✗ Jebakan: sisi yang ditutup menentukan; hanya yang menghadap operator melindungi.

Jawaban: C.

No. 3 Kunci: A

Konsep: Siku baja dipakai memeriksa sudut 90°: kedua sisi siku harus menempel rapat sepanjang tepi rangka. Celah cahaya menunjukkan penyimpangan. Sudut diperbaiki sebelum dilas karena las menahan bentuk yang sudah terjadi.

Langkah:

1. Baca pengamatan: celah cahaya antara siku dan rangka.
2. Hubungkan dengan sifat siku: celah berarti tidak siku.
3. Tentukan tindakan: diperbaiki sebelum dilas.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Celah yang tidak merata menunjukkan sisi tidak rapat pada siku; sudut tidak 90°.
- **B.** ✗ Jebakan: menempel di sebagian tepi belum cukup; seluruh panjang harus rapat tanpa celah.
- **C.** ✗ Jebakan: kesimpulan tanpa memeriksa alat; rangka memang dapat tidak siku, dan siku baja diuji dahulu pada benda yang pasti siku.
- **D.** ✗ Jebakan: karat tidak membuat celah melebar ke luar; celah menunjukkan penyimpangan sudut.
- **E.** ✗ Jebakan: las tidak memperbaiki sudut; rangka tetap miring dan sambungan lemah.

Jawaban: A.

No. 4 Kunci: D

Konsep: Kecepatan putar mata bor (rpm) dipilih menurut diameter dan bahan: diameter besar memakai putaran lebih rendah, diameter kecil putaran lebih tinggi, supaya kecepatan keliling ujung mata bor sesuai dan mata bor tidak cepat panas atau tumpul.

Langkah:

1. Kaitkan putaran dengan diameter: makin besar diameter, makin rendah putaran.
2. Pasangkan: Ø4 mm putaran tinggi, Ø16 mm putaran rendah.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: kecepatan keliling ujung mata bor bergantung diameter; satu putaran untuk semua ukuran tidak tepat.
- **B.** ✗ Jebakan: kebalikannya; mata bor besar memiliki kecepatan keliling lebih tinggi pada putaran yang sama.

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

• **C.** ✗ Jebakan: putaran terlalu tinggi memanaskan dan merusak mata bor besar.
• **D.** ✓ Semakin besar diameter, semakin rendah putaran yang dipakai agar kecepatan keliling ujung mata bor tetap sesuai bahan.
• **E.** ✗ Jebakan: tebal pelat memengaruhi umpan, tetapi kecepatan putar terutama ditentukan diameter dan bahan.

Jawaban: D.

No. 5 Kunci: E

Konsep: Kerja bangku mengikuti urutan: menggores letak, menitik pusat, mengerjakan (mengebor atau memotong), lalu menghaluskan (menghilangkan gerigi). Tiap tahap menyiapkan tahap berikutnya.

Langkah:
1. Tentukan apa yang harus ada sebelum mengebor: tanda dan titik.
2. Tentukan apa yang timbul sesudah mengebor: gerigi.
3. Urutkan: gores, titik, bor, haluskan.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: menitik tanpa tanda gores membuat letak lubang tidak sesuai gambar.
• **B.** ✗ Jebakan: titik harus ada sebelum mengebor agar mata bor tidak bergeser.
• **C.** ✗ Jebakan: tanda harus ada sebelum lubang dibuat, bukan sesudahnya.
• **D.** ✗ Jebakan: gerigi tajam timbul akibat mengebor, jadi dibersihkan sesudahnya.
• **E.** ✓ Tanda digores sesuai gambar, dititik, dibor, lalu gerigi tajam dihaluskan agar aman dan rapi.

Jawaban: E.

No. 6 Kunci: C

Konsep: Kerja bangku dimulai dari menandai dengan penggores, lalu menitik pusat lubang dengan penitik agar mata bor tidak tergelincir. Setiap perkakas tangan punya fungsi yang jelas.

Langkah:
1. Kenali masalah: mata bor tergelincir dari titik pusat.
2. Cari perkakas yang membuat cekungan awal: penitik.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: kikir menghaluskan permukaan, tidak membuat cekungan awal untuk mata bor.
• **B.** ✗ Jebakan: pengukuran sudah benar; masalahnya mata bor tidak punya cekungan awal.
• **C.** ✓ Penitik membuat cekungan sehingga ujung mata bor tertahan dan tidak tergelincir.
• **D.** ✗ Jebakan: garis yang jelas tidak mencegah mata bor tergelincir.
• **E.** ✗ Jebakan: gergaji memotong lurus, bukan membuat cekungan untuk mata bor.

Jawaban: C.

No. 7 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Perkakas dipilih menurut fungsi: kunci pas atau kunci ring untuk baut berkepala segi enam, gunting pelat untuk lembaran tipis, dan perkakas yang rusak diganti sebelum dipakai.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Benar.** Kunci pas memegang sisi kepala baut dengan rapat; tang tergelincir dan merusak sisinya.
• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: gagang retak dapat patah dan kepala palu terlempar kapan saja; palu diganti atau diperbaiki.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Gunting pelat dirancang untuk lembaran tipis; pelat tebal memerlukan mesin atau cara pemotongan lain.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

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

No. 8 Kunci: B

Konsep: Kecepatan putar n = 1.000 × Vc ÷ (π × d). Hasil hitungan dicocokkan dengan tingkat putaran mesin yang tersedia; dipilih tingkat terdekat (bila ragu, pilih yang lebih rendah agar aman bagi mata bor).

Langkah:

1. Masukkan angka: n = 1.000 × 28 ÷ (3,14 × 14) = 28.000 ÷ 43,96 ≈ 637 rpm.
2. Bandingkan dengan tingkat 400, 650, 1.000, 1.450: terdekat 650 rpm.
3. Cek kewajaran: mata bor besar memakai putaran rendah (di bawah 1.000 rpm).

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: terlalu rendah dibandingkan hasil hitungan sekitar 637 rpm; pengeboran menjadi lambat.
- **B.** ✓ n = 1.000 × 28 ÷ (3,14 × 14) ≈ 637 rpm; tingkat terdekat adalah 650 rpm.
- **C.** ✗ Jebakan: hasil ini muncul bila jari-jari (7 mm) dipakai sebagai diameter, sehingga n ≈ 1.273 rpm.
- **D.** ✗ Jebakan: terlalu tinggi; mata bor Ø14 mm cepat panas dan tumpul pada putaran ini.
- **E.** ✗ Jebakan: bor duduk tidak menyesuaikan sendiri; operator memilih tingkat putaran.

Jawaban: B.

No. 9 Kunci: E

Konsep: Sebelum membersihkan, memeriksa, atau memperbaiki mesin, sumber energinya diputus: saklar dimatikan dan steker dicabut. Ini pengendalian yang lebih kuat daripada kehati-hatian.

Langkah:

1. Kenali bahaya: mesin dapat menyala.
2. Hilangkan sumber energinya: matikan dan cabut steker.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: mesin yang masih tersambung dapat berputar bila saklar tersentuh.
- **B.** ✗ Jebakan: kehati-hatian tidak menggantikan memutus aliran listrik.
- **C.** ✗ Jebakan: berjaga tidak menghilangkan risiko; sumber listrik harus diputus.
- **D.** ✗ Jebakan: sarung tangan di dekat bagian berputar justru dapat tersangkut.
- **E.** ✓ Memutus sumber listrik mencegah mesin menyala tiba-tiba selama pembersihan.

Jawaban: E.

No. 10 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Pemotongan gas bekerja dengan membakar logam memakai oksigen murni dan meniup hasilnya keluar. Cara ini cocok untuk baja karbon; baja tahan karat dan aluminium membentuk oksida yang titik lelehnya lebih tinggi sehingga tidak dapat dipotong dengan cara biasa.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 → Benar.** Itulah prinsip pemotongan gas: oksidasi (pembakaran) logam panas dan peniupan terak.
- **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: oksida pada kedua logam itu menghalangi pembakaran; keduanya dipotong dengan plasma atau cara lain.
- **Pernyataan 3 → Benar.** Aliran oksigen membuang terak; setelan yang tidak sesuai meninggalkannya menempel sebagai dross.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 11 Kunci: E

Konsep: Hasil potong gas dibaca sebagai gejala: tepi atas membulat dan celah lebar menandakan panas berlebih (nyala terlalu besar, nosel terlalu dekat, atau terlalu lambat); potongan tidak tembus

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

menandakan terlalu cepat atau oksigen kurang; terak menempel menandakan tekanan atau kecepatan tidak sesuai.

Langkah:

1. Tulis gejalanya: tepi atas meleleh membulat dan celah lebar, tetapi tembus.
2. Hubungkan dengan panas berlebih.
3. Pilih penyebab yang menambah panas pada tepi atas.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: kecepatan terlalu tinggi menyebabkan potongan tidak tembus atau garis tarik miring, bukan tepi atas membulat.
• **B.** ✗ Jebakan: tekanan rendah menimbulkan terak menempel di bawah dan potongan tidak bersih; soal menyebut setelan sesuai tabel.
• **C.** ✗ Jebakan: nosel yang terlalu jauh membuat pemanasan kurang dan potongan kasar, bukan tepi atas meleleh.
• **D.** ✗ Jebakan: tekanan tidak stabil akan terlihat pada ketidakrataan seluruh potongan; soal menyebut tekanan sesuai tabel.
• **E.** ✓ Panas berlebih pada tepi atas melelehkan dan membulatkan tepi serta melebarkan celah potong.

Jawaban: E.

No. 12 Kunci: A, C, E

Konsep: Pengeboran aman dan tepat: benda kerja dijepit, lubang besar dikerjakan bertahap dari lubang awal, putaran sesuai diameter, dan pendingin diberikan. Memegang benda kerja dengan tangan adalah penyebab umum kecelakaan bor duduk.

Langkah:

1. Tentukan bahaya: pelat tipis ikut berputar.
2. Tentukan cara menjaga mutu: lubang awal, putaran rendah, pendingin.
3. Tolak jalan pintas yang membahayakan tangan atau merusak mata bor.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Pelat yang dipegang tangan dapat berputar mengikuti mata bor dan melukai tangan; dijepit ragum atau klem.
• **B.** ✗ Jebakan: pelat tipis justru mudah tersangkut dan berputar; tangan tidak boleh memegangnya.
• **C.** ✓ Lubang awal mengurangi beban pada mata bor besar dan menjaga ketepatan letak lubang.
• **D.** ✗ Jebakan: mata bor besar pada putaran tinggi cepat panas dan dapat macet.
• **E.** ✓ Pendingin menjaga mata bor tetap tajam dan tekanan stabil mencegah macet atau pecah.

Jawaban: A, C, dan E.

No. 13 Kunci: A, B, D

Konsep: Keselamatan potong gas: penahan nyala balik terpasang, perlengkapan oksigen bebas oli dan gemuk, tabung tegak dan terikat jauh dari panas, penyalaan dengan pemantik gesek, dan katup asetilen dibuka secukupnya sesuai petunjuk.

Langkah:

1. Nilai tiap ketentuan: mencegah api balik, kebakaran, atau roboh?
2. Tolak yang membuka peluang nyala tidak terkendali (korek gas, katup terbuka penuh).
3. Pilih yang sesuai prosedur pabrik dan sekolah.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Penahan nyala balik mencegah nyala merambat kembali ke selang dan tabung.
• **B.** ✓ Oksigen bertekanan bereaksi hebat dengan minyak dan dapat menimbulkan api atau ledakan.
• **C.** ✗ Jebakan: korek gas membuat tangan dekat nyala; dipakai pemantik gesek khusus.

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

• **D.** ✓ Tabung tegak dan terikat tidak roboh, dan menjauh dari panas mencegah tekanan naik.
• **E.** ✗ Jebakan: katup asetilen hanya dibuka sebagian kecil agar dapat ditutup cepat bila darurat.

Jawaban: A, B, dan D.

No. 14 Kunci: C

Konsep: Setelan potong gas dibaca dari tabel manual menurut tebal pelat: ukuran nosel, tekanan oksigen potong, dan kecepatan. Waktu potong = panjang ÷ kecepatan. Tabel ini hanya contoh; tabel alat yang dipakai selalu dipatuhi.

Langkah:
1. Tentukan baris tabel: 15 mm masuk 10–20 mm.
2. Baca nosel dan tekanan pada baris itu: no. 2 dan 2,5 bar.
3. Hitung waktu: 700 ÷ 350 = 2 menit.
4. Cek kewajaran: pelat lebih tebal dari 10 mm perlu nosel dan tekanan lebih besar daripada baris pertama.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: baris 5–10 mm terpakai untuk pelat 15 mm sehingga nosel terlalu kecil dan potongan tidak tembus.
• **B.** ✗ Jebakan: baris 20–40 mm dibaca untuk pelat 15 mm; nosel terlalu besar dan tekanan berlebih.
• **C.** ✓ Pelat 15 mm masuk baris 10–20 mm: nosel no. 2, 2,5 bar, 350 mm/menit; waktu 700 ÷ 350 = 2 menit.
• **D.** ✗ Jebakan: setelan benar tetapi waktu dihitung salah (700 ÷ 250 = 2,8 memakai kecepatan baris lain).
• **E.** ✗ Jebakan: nosel benar tetapi tekanan diambil dari baris lain; tekanan 2,0 bar terlalu rendah untuk 15 mm.

Jawaban: C.

No. 15 Kunci: D

Konsep: Pemeliharaan diprioritaskan menurut risiko: kerusakan yang dapat menyebabkan cedera berat seketika (cakram retak, kabel terkelupas, pelindung hilang) menghentikan pemakaian, sedangkan temuan mutu atau kenyamanan (kikir tersumbat, ulir seret) dirawat terjadwal.

Langkah:
1. Tanyakan untuk tiap temuan: akibat terburuk bila tetap dipakai?
2. Cakram retak: dapat pecah dan melukai berat.
3. Tatal, kikir tersumbat, dan ulir seret: perlu dirawat tetapi tidak mengancam seketika.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: tatal perlu dibersihkan, tetapi dapat dikerjakan dengan mesin dimatikan dan tidak sama bahayanya dengan cakram yang dapat pecah.
• **B.** ✗ Jebakan: kikir tersumbat hanya mengurangi efektivitas dan dibersihkan dengan sikat khusus; tidak berisiko meledak atau pecah.
• **C.** ✗ Jebakan: ulir seret dilumasi; benda kerja masih dapat dijepit, dan risikonya jauh lebih kecil.
• **D.** ✓ Cakram retak dapat pecah saat berputar cepat dan serpihannya berbahaya; cakram diganti sebelum gerinda dipakai.
• **E.** ✗ Jebakan: risiko berbeda; prioritas ditentukan menurut akibat paling berat.

Jawaban: D.

No. 16 Kunci: B

Konsep: Metode dipilih menurut bahan (gas hanya untuk baja karbon; plasma untuk logam penghantar), tebal (gas unggul pada pelat sangat tebal), dan kondisi lokasi (plasma memerlukan listrik dan udara tekan).

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

Langkah:

1. Pekerjaan 1: baja karbon, tebal, tanpa listrik → gas.
2. Pekerjaan 2: aluminium → plasma.
3. Pekerjaan 3: baja tahan karat → plasma.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: terbalik; plasma memerlukan listrik, dan gas tidak dapat memotong aluminium maupun baja tahan karat dengan baik.
• **B.** ✓ Pelat baja karbon tebal di lokasi tanpa listrik cocok dengan gas; aluminium dan baja tahan karat hanya dapat dipotong dengan plasma.
• **C.** ✗ Jebakan: aluminium tidak terpotong oleh oksigen seperti baja karbon; pekerjaan 2 perlu plasma.
• **D.** ✗ Jebakan: pekerjaan 1 tanpa listrik dan 3 baja tahan karat tidak cocok dengan pilihan ini.
• **E.** ✗ Jebakan: modern tidak berarti cocok; pekerjaan 1 tanpa listrik dan sangat tebal.

Jawaban: B.

No. 17 Kunci: A, C, E

Konsep: Mutu potong plasma dipengaruhi arus, kecepatan, jarak nosel, kualitas udara tekan, dan kondisi nosel serta elektroda. Setiap faktor disetel menurut petunjuk pabrik dan diperiksa bila hasil menurun.

Langkah:

1. Daftar faktor yang memengaruhi: arus, kecepatan, jarak, udara, komponen habis pakai.
2. Nilai tiap tindakan menurut petunjuk pabrik.
3. Tolak anggapan satu setelan berlaku untuk semua tebal atau kualitas udara tidak penting.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Arus yang tidak sesuai tebal menghasilkan potongan tidak tembus atau tepi kasar.
• **B.** ✗ Jebakan: kecepatan potong bergantung tebal; satu kecepatan tidak cocok untuk semua.
• **C.** ✓ Jarak yang tidak sesuai membuat busur melebar atau potongan miring.
• **D.** ✗ Jebakan: udara lembap atau berminyak mempercepat keausan dan merusak mutu potong.
• **E.** ✓ Komponen habis pakai yang aus membuat busur tidak fokus dan hasil potong buruk.

Jawaban: A, C, dan E.

No. 18 Kunci: A, C, E

Konsep: Sebelum memakai gerinda tangan: periksa pelindung terpasang kuat, cakram utuh dan sesuai (batas putaran tidak lebih rendah daripada putaran mesin), kabel dan steker utuh, lalu uji putar tanpa beban sambil berdiri di luar garis putar.

Langkah:

1. Periksa tiap komponen: pelindung, cakram, kabel.
2. Perbaiki atau laporkan yang tidak sesuai.
3. Uji putar tanpa beban dari posisi aman sebelum dipakai.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Pelindung yang longgar tidak menahan serpihan dengan baik; dikencangkan atau dilaporkan bila tidak dapat dikencangkan.
• **B.** ✗ Jebakan: cakram dapat menyerap lembap atau retak halus; diperiksa dan diuji putar tanpa beban.
• **C.** ✓ Uji putar tanpa beban memperlihatkan cakram yang tidak seimbang atau retak, dan berdiri di luar garis putar mengurangi risiko.
• **D.** ✗ Jebakan: pelindung tidak boleh dilepas; justru dipasang dengan benar sebelum dipakai.
• **E.** ✓ Cakram dengan batas putaran lebih rendah daripada mesin dapat pecah.

Jawaban: A, C, dan E.

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

No. 19 Kunci: B, C

Konsep: Gejala potong plasma dihubungkan dengan penyebabnya: nosel aus → lubang melebar dan potongan miring; kecepatan terlalu tinggi → tidak tembus atau terak menggantung; udara lembap atau berminyak → komponen cepat aus; jarak nosel dan arus yang tidak sesuai → mutu tepi menurun.

Langkah:

1. Pasangkan tiap gejala dengan penyebab yang masuk akal.
2. Tolak jawaban yang menganggap satu tindakan memperbaiki semua gejala.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: busur pilot dibangkitkan di dalam obor dan tidak bergantung pada kecepatan potong; kecepatan baru berperan setelah busur berpindah ke pelat.
- **B.** ✓ Kecepatan terlalu tinggi membuat busur tertinggal sehingga potongan tidak tembus atau terak menggantung.
- **C.** ✓ Udara yang tidak kering dan bersih mempercepat keausan komponen habis pakai.
- **D.** ✗ Jebakan: arus yang tidak sesuai menimbulkan cacat baru; tiap gejala punya penyebab sendiri.
- **E.** ✗ Jebakan: jarak berlebih melebarkan busur dan membuat potongan miring.

Jawaban: B, dan C.

No. 20 Kunci: A, C, E

Konsep: Pemeliharaan harian perkakas bertenaga meliputi pemeriksaan kabel, steker, dan pelindung; pembersihan tatal dan debu; pelumasan sesuai petunjuk saat mesin mati; dan penyimpanan cakram dan mata bor di tempat kering dan tertata.

Langkah:

1. Pisahkan pekerjaan menurut kondisi mesin (mati atau menyala).
2. Nilai tiap kegiatan: menjaga mutu dan keselamatan?
3. Tolak kegiatan yang dilakukan pada mesin menyala atau merusak peralatan.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Kabel dan steker yang rusak berbahaya; pemeriksaan rutin dan laporan mencegah kecelakaan listrik.
- **B.** ✗ Jebakan: bagian berputar tidak boleh disentuh saat mesin menyala; pelumasan dilakukan saat mesin mati.
- **C.** ✓ Tatal dan debu menyumbat lubang pendingin dan mempercepat keausan.
- **D.** ✗ Jebakan: cakram disimpan di tempat kering dan datar; lembap melemahkan cakram.
- **E.** ✓ Penyimpanan kering dan tertata menjaga mutu serta memudahkan pemeriksaan.

Jawaban: A, C, dan E.

No. 21 Kunci: A

Konsep: Pemotongan plasma memakai busur listrik dan gas bertekanan yang melelehkan dan meniup logam, sehingga dapat dipakai pada logam penghantar listrik (baja karbon, baja tahan karat, aluminium). Pemotongan gas terbatas pada baja karbon.

Langkah:

1. Cek bahan pesanan: aluminium.
2. Cocokkan dengan kemampuan alat: plasma untuk logam penghantar; gas untuk baja karbon.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Plasma memotong dengan busur listrik dan gas bertekanan sehingga dapat memotong logam penghantar seperti aluminium.
- **B.** ✗ Jebakan: aluminium membentuk oksida berlelehan tinggi sehingga tidak terpotong oleh oksigen seperti baja karbon.
- **C.** ✗ Jebakan: kelunakan tidak menentukan; yang menentukan adalah sifat oksidanya.

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

• **D.** ✗ Jebakan: bentuk lengkung rumit sulit dengan gerinda dan tepi aluminium cepat menyumbat cakram; bukan alat yang tepat untuk pesanan ini.
• **E.** ✗ Jebakan: keduanya tidak sama; sifat bahan menentukan alat.

Jawaban: A.

No. 22 Kunci: B

Konsep: Pemotongan gas pada baja karbon: nyala pemanas (campuran oksigen dan gas bakar) memanaskan baja sampai menyala; lalu semburan oksigen pemotong membakar logam itu dan meniup hasil pembakaran (terak) keluar sehingga terbentuk celah potong (kerf).

Langkah:
1. Pahami urutan: panaskan dahulu, lalu buka oksigen pemotong.
2. Kenali tujuan pemanasan: mencapai suhu menyala agar oksigen dapat membakar baja.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: pemotongan terjadi karena logam terbakar oleh oksigen, bukan karena seluruh pelat dilelehkan oleh nyala.
• **B.** ✓ Baja karbon yang cukup panas bereaksi (terbakar) dengan oksigen murni; reaksi itulah yang memotong.
• **C.** ✗ Jebakan: pembersihan sebaiknya dikerjakan sebelumnya; bukan tujuan utama pemanasan awal.
• **D.** ✗ Jebakan: nyala justru memanaskan nosel; nosel tidak didinginkan oleh nyala.
• **E.** ✗ Jebakan: pemanasan awal tidak mengatur tekanan oksigen; tekanan diatur pada regulator.

Jawaban: B.

No. 23 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Kikir yang tersumbat dibersihkan dengan sikat kawat khusus kikir; mata gergaji yang tumpul diganti karena sulit diasah; ulir ragum diberi pelumas tipis dan perkakas disimpan di tempat kering.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Benar.** Sikat khusus mengeluarkan serbuk dari alur gigi tanpa merusaknya.
• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: mata gergaji tumpul memotong miring dan lambat serta mudah patah; diganti begitu tumpul.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Pelumasan menjaga putaran ulir ringan, dan tempat kering mencegah karat.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 24 Kunci: D

Konsep: Busur plasma harus berpindah (transfer) ke benda kerja agar memotong. Syaratnya jalur listrik: klem massa pada logam bersih, jarak nosel sesuai, dan arus sesuai. Cat dan karat pada titik jepit klem mengganggu jalur itu.

Langkah:
1. Cari penyebab pada jalur listrik: klem massa pada bagian bercat.
2. Perbaiki kontak: bersihkan titik jepit atau pindahkan klem.
3. Tolak jawaban yang hanya menambah arus atau mengubah gas.

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

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: arus tinggi tidak memperbaiki kontak listrik yang buruk dan menambah keausan.
• **B.** ✗ Jebakan: menempelkan nosel merusak nosel; masalahnya ada pada sambungan listrik klem massa.
• **C.** ✗ Jebakan: jenis gas bukan penyebab bila kontak klem buruk.
• **D.** ✓ Busur plasma memerlukan jalur listrik ke benda kerja; kontak klem harus pada logam bersih agar busur berpindah.
• **E.** ✗ Jebakan: karat justru menghambat arus; tidak ada alasan menunda untuk menambah karat.

Jawaban: D.

No. 25 Kunci: A

Konsep: Kapasitas mesin gunting ditetapkan per jenis bahan (baja tahan karat lebih keras sehingga kapasitasnya lebih kecil) dan per panjang potong. Pekerjaan harus memenuhi SEMUA batas pada pelat nama; melampaui satu batas saja sudah membahayakan mesin dan pekerja.

Langkah:

1. Tulis batas: baja lunak 3 mm, baja tahan karat 2 mm, panjang 1.000 mm.
2. Periksa tiap pekerjaan terhadap tebal DAN panjang.
3. Hanya pekerjaan 3 yang memenuhi keduanya.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Baja lunak 3 mm tepat pada batas 3 mm dan panjang 950 mm di bawah 1.000 mm.
• **B.** ✗ Jebakan: tebal memenuhi, tetapi panjang 1.200 mm melebihi batas 1.000 mm.
• **C.** ✗ Jebakan: panjang memenuhi, tetapi tebal 2,5 mm melebihi kapasitas baja tahan karat 2 mm.
• **D.** ✗ Jebakan: tebal memenuhi, tetapi panjang 1.100 mm melebihi batas 1.000 mm.
• **E.** ✗ Jebakan: kapasitas adalah batas konstruksi mesin; memperlambat tidak menambah kapasitas.

Jawaban: A.

Latihan sub bab 5.1

No. 1 Kunci: A, C, D

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

Konsep: Persiapan pengelasan SMAW mencakup elektroda kering (terutama hidrogen rendah), klem massa pada permukaan bersih dekat sambungan, kabel rapi dan aman, serta uji setelan arus pada pelat sisa.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ E7018 berhidrogen rendah; lapisan yang menyerap uap air menyebabkan porositas dan retak.
• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: arus tinggi tidak menghilangkan uap air dalam salutan; porositas tetap terjadi dan undercut bertambah.
• **Pernyataan 3** ✓ Kontak bersih dan jalur pendek membuat arus stabil.
• **Pernyataan 4** ✓ Uji coba memastikan arus dan busur sesuai sebelum benda uji dikerjakan.
• **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: panas matahari jauh di bawah suhu pengeringan ulang elektroda hidrogen rendah (ratusan °C), sehingga uap air tidak hilang.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 4.

No. 2 Kunci: A

Konsep: DCEP (elektroda positif) berarti kabel holder ke terminal positif dan kabel massa ke terminal negatif. E6010 (selulosa natrium) dirancang untuk DCEP. Elektroda selulosa memerlukan sedikit kadar air dalam salutannya, sehingga tidak dikeringkan seperti elektroda hidrogen rendah.

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

Langkah:
1. Sambungan sekarang: holder −, massa + → DCEN.
2. WPS: DCEP → holder +, massa −.
3. Tukar kedua kabel.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Mengubah sambungan menjadi DCEP sesuai WPS dan elektroda.
• **B.** ✗ Arus di atas anjuran tidak memperbaiki polaritas yang salah dan menambah percikan.
• **C.** ✗ Jebakan: pengeringan seperti itu untuk elektroda hidrogen rendah; salutan selulosa justru rusak bila dikeringkan berlebihan, dan polaritasnya tetap salah.
• **D.** ✗ Teknik tangan tidak mengatasi polaritas yang tidak sesuai.
• **E.** ✗ Jebakan: E6013 dapat dipakai pada DCEN, tetapi WPS menetapkan E6010 untuk lapis akar.

Jawaban: A.

No. 3 Kunci: 1S 2S 3B

Konsep: Persiapan alat bantu meliputi tang penjepit untuk benda panas, elektroda kering, palu terak dan sikat kawat, serta sambungan kabel yang kencang dan aman.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: baja yang tidak lagi merah masih bersuhu ratusan derajat dan dapat membakar melalui sarung tangan; pakai tang penjepit.
• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: air sudah meresap ke salutan dan tidak hilang dengan penjemuran singkat; elektroda basah menimbulkan porositas dan salutannya dapat rontok.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Sambungan longgar menjadi panas dan membuat arus tidak stabil.

Jawaban: Salah, Salah, Benar.

No. 4 Kunci: D

Konsep: Mesin las dipilih dari arus yang dibutuhkan, siklus kerja pada arus itu (6 menit dari 10 menit = 60%), dan daya listrik yang tersedia.

Langkah:
1. Siklus kerja dibutuhkan 6/10 = 60% pada 140 A → P, S, T.
2. Daya ≤ 2.200 VA → S (2.100 VA).

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: siklus kerjanya paling baik, tetapi dayanya 5.500 VA melebihi 2.200 VA.
• **B.** ✗ Siklus kerja 35% berarti hanya 3,5 menit tiap 10 menit.
• **C.** ✗ Arus maksimumnya pas 140 A, tetapi siklus kerjanya hanya 20%.
• **D.** ✓ Memenuhi arus, siklus kerja 60%, dan daya 2.100 VA.
• **E.** ✗ Jebakan: arus dan siklus kerja sesuai, tetapi dayanya 3.200 VA melebihi daya bengkel.

Jawaban: D.

No. 5 Kunci: A

Konsep: Persiapan mesin las: sambungan kabel dipasang dan diperiksa saat mesin mati, mesin dinyalakan, arus disetel, baru elektroda dipasang sesaat sebelum mengelas.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Urutan aman: semua sambungan saat mesin mati, elektroda terakhir.
• **B.** ✗ Memasang klem massa saat holder berisi elektroda dan mesin menyala dapat memicu busur tak sengaja.
• **C.** ✗ Arus disetel sesuai elektroda sebelum mengelas, bukan diturunkan sambil mengelas.
• **D.** ✗ Meraba kabel yang mungkin terkelupas saat mesin menyala berisiko tersengat.

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

• **E.** ✗ Jebakan: urutannya terbalik; elektroda terpasang saat sambungan belum lengkap dapat menyentuh benda dan memicu busur.

Jawaban: A.

Latihan sub bab 5.2

No. 1 Kunci: E

Konsep: Elektroda dipilih dengan menyaring syarat: kekuatan tarik (dua angka pertama), posisi, jenis arus, dan produktivitas. E7024 berserbuk besi tinggi sehingga laju pengisiannya sangat tinggi, tetapi hanya untuk posisi datar dan horizontal.

Langkah:
1. 70 ksi → E7016, E7018, E7024.
2. Mesin AC → ketiganya bisa.
3. Posisi datar → ketiganya bisa.
4. Paling cepat → E7024 (sangat tinggi).

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Kekuatannya 60 ksi dan hanya DCEP.
• **B.** ✗ Kekuatannya 60 ksi.
• **C.** ✗ Memenuhi kekuatan, tetapi laju pengisiannya sedang.
• **D.** ✗ Jebakan: memenuhi semua syarat wajib dan cepat, tetapi E7024 lebih cepat; keunggulan hidrogen rendah tidak dibutuhkan.
• **E.** ✓ Memenuhi kekuatan, arus, posisi datar, dan laju pengisian tertinggi.

Jawaban: E.

No. 2 Kunci: A, C

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

Konsep: Kotak elektroda memuat klasifikasi, jenis arus dan polaritas, posisi yang diizinkan, rentang arus, dan cara pengeringan ulang. Setiap tindakan pengelasan harus sesuai keterangan itu.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✓ Jenis arus mencantumkan AC.
• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: posisi tegak yang tercantum hanya tegak naik.
• **Pernyataan 3** ✓ Sesuai keterangan pengeringan ulang.
• **Pernyataan 4** ✗ DC+ berarti elektroda positif: kabel holder ke terminal positif.
• **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: 150 A di atas rentang anjuran 90–130 A.

Jawaban: pernyataan 1, 3.

Kuis Akhir Bab 5

No. 1 Kunci: A

Konsep: Urutan aman: APD → periksa peralatan → sambung kabel saat mesin mati → pasang elektroda → hidupkan mesin dan setel arus → uji nyala. Tiap langkah menyiapkan langkah berikutnya dan memutus bahaya lebih dahulu.

Langkah:
1. APD pertama karena melindungi seluruh langkah berikutnya.
2. Periksa sebelum menyambung agar kabel rusak tidak terpasang.
3. Hidupkan mesin hanya setelah semua terpasang, lalu setel arus dan uji nyala.

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

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ APD lebih dahulu, periksa peralatan, sambung kabel saat mesin mati, pasang elektroda, hidupkan dan setel, lalu uji nyala.
• **B.** ✗ Jebakan: mesin dihidupkan sebelum kabel disambung dan sebelum elektroda terpasang.
• **C.** ✗ Jebakan: kabel disambung sebelum diperiksa; kerusakan baru ketahuan setelah terpasang.
• **D.** ✗ Jebakan: uji nyala dilakukan sebelum arus disetel, sehingga ujian tidak bermakna.
• **E.** ✗ Jebakan: mesin dihidupkan paling awal sebelum APD dan pemeriksaan.

Jawaban: A.

No. 2 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Elektroda disimpan kering, tertutup, dan diberi label jenisnya; elektroda berselaput retak atau terkelupas tidak dipakai. Elektroda hidrogen rendah memerlukan perlakuan khusus sesuai petunjuk pabrik.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** Lembap merusak selaput, dan label mencegah salah ambil jenis elektroda.
• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: selaput menghasilkan gas pelindung dan terak; selaput rusak membuat hasil las cacat.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Elektroda ini menyerap lembap; pengeringan atau penggantian sesuai petunjuk menjaga mutu las.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 3 Kunci: B

Konsep: Uji nyala dilakukan pada pelat percobaan sejenis untuk memastikan busur stabil, arus sesuai, dan sambungan listrik baik. Busur tidak boleh dinyalakan sembarangan pada benda kerja karena meninggalkan cacat.

Langkah:

1. Pastikan semua persiapan selesai (kabel, elektroda, arus).
2. Uji pada pelat percobaan, bukan benda kerja.
3. Baru mengelas bila busur stabil dan setelan sesuai.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: setelan tabel masih perlu diuji; salah setelan merusak benda kerja yang jumlahnya terbatas.
• **B.** ✓ Uji nyala pada pelat percobaan memperlihatkan kestabilan busur dan setelan sebelum mengelas benda kerja.
• **C.** ✗ Jebakan: menyalakan busur di benda kerja meninggalkan cacat busur (arc strike) yang sulit dihapus.
• **D.** ✗ Jebakan: arus maksimum membakar elektroda dan merusak pelat.
• **E.** ✗ Jebakan: mengalihkan uji ke benda kerja dan orang lain tidak menyelesaikan masalah.

Jawaban: B.

No. 4 Kunci: E

Konsep: Klasifikasi elektroda AWS dibaca per bagian: huruf E (elektroda), dua digit (kekuatan tarik minimal), digit ketiga (posisi pengelasan), dan digit keempat (jenis selaput dan jenis arus).

Langkah:

1. Baca kode dari kiri: E, dua digit, digit ketiga, digit keempat.
2. Huruf E adalah penanda elektroda busur.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: jenis arus ditunjukkan oleh digit terakhir, bukan huruf E.

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

- **B.** ✗ Jebakan: diameter tertera terpisah pada kotak, bukan pada huruf E.
- **C.** ✗ Jebakan: tebal selaput tidak ditunjukkan oleh huruf E.
- **D.** ✗ Jebakan: kode elektroda tidak memuat asal negara.
- **E.** ✓ Huruf E pada klasifikasi AWS berarti elektroda untuk pengelasan busur.

Jawaban: E.

No. 5 Kunci: D

Konsep: Busur tidak terbentuk biasanya karena rangkaian tidak tertutup baik: klem massa pada logam berkarat atau bercat, kabel atau holder bermasalah, atau ujung elektroda tertutup selaput. Perbaikan dilakukan pada kontak setelah mesin dimatikan.

Langkah:

1. Periksa rangkaian: mesin, kabel, holder, elektroda, klem massa, benda kerja.
2. Kenali dua masalah kontak: klem pada karat dan ujung elektroda tertutup selaput.
3. Perbaiki dengan mesin mati.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: arus lebih besar tidak mengatasi hambatan kontak dan dapat merusak elektroda.
- **B.** ✗ Jebakan: penyebab utama ada pada rangkaian (klem massa), bukan jenis elektroda.
- **C.** ✗ Jebakan: tidak berkaitan dengan kontak yang buruk pada klem massa.
- **D.** ✓ Kontak klem pada logam berkarat dan ujung elektroda tertutup selaput menghambat rangkaian; keduanya diperbaiki dengan mesin mati.
- **E.** ✗ Jebakan: menyiram air berbahaya dan tidak memperbaiki kontak.

Jawaban: D.

No. 6 Kunci: E

Konsep: Klem massa menutup rangkaian arus lewat benda kerja. Ia dipasang erat pada logam bersih di benda kerja atau meja las yang menyatu dengannya, dekat area las, bukan pada bagian berkarat, bercat, atau berminyak.

Langkah:

1. Ingat fungsi: menutup rangkaian arus lewat benda kerja.
2. Pilih titik kontak logam bersih dan erat, dekat area las.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: karat tebal menghambat arus sehingga busur tidak stabil dan klem panas.
- **B.** ✗ Jebakan: cat menyekat listrik; kontak harus logam dengan logam.
- **C.** ✗ Jebakan: kontak longgar menimbulkan percikan dan busur tidak stabil.
- **D.** ✗ Jebakan: klem massa harus pada benda kerja atau meja las, bukan pada kabel holder.
- **E.** ✓ Kontak logam bersih dan erat membuat arus mengalir lancar dan busur stabil.

Jawaban: E.

No. 7 Kunci: C

Konsep: Persiapan mesin: pakai APD, periksa mesin dan kabel, matikan saklar dan cabut steker sebelum menyambung kabel, sambungkan holder dan klem massa dengan erat, lalu hidupkan mesin dan setel arus.

Langkah:

1. Kenali bahaya: tegangan pada kabel keluaran saat mesin hidup.
2. Putus sumber: matikan dan cabut steker.
3. Baru sambung kabel.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: mesin yang hidup sudah memiliki tegangan tanpa beban pada kabel keluaran.

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

• **B.** ✗ Jebakan: sarung tangan tidak menggantikan memutus sumber listrik.
• **C.** ✓ Kabel disambung saat mesin mati dan tidak terhubung listrik agar tidak ada tegangan.
• **D.** ✗ Jebakan: menahan saklar tidak menjamin; steker dicabut untuk memutus sumber.
• **E.** ✗ Jebakan: urutannya terbalik; mesin dimatikan sebelum menyambung.

Jawaban: C.

No. 8 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: DCEP: elektroda positif, benda kerja negatif. DCEN: kebalikannya. Arus bolak-balik (AC) berganti arah sehingga tidak punya polaritas tetap. Elektroda tertentu hanya dirancang untuk arus tertentu.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Benar.** Itulah definisi DCEP (elektroda positif).
• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: arus AC berganti arah terus-menerus sehingga tidak memiliki polaritas tetap.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Elektroda semacam itu memerlukan arus searah dengan elektroda positif agar busurnya stabil.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 9 Kunci: E

Konsep: Mesin dipilih bila arus maksimumnya mencukupi dan duty cycle pada arus kerja minimal sama dengan persentase waktu las yang direncanakan. Pada arus lebih rendah daripada arus maksimum, duty cycle yang diizinkan umumnya lebih tinggi.

Langkah:
1. Tulis kebutuhan: arus 190 A dan 60 % waktu las.
2. Periksa tiap mesin: arus maksimum ≥ 190 A dan duty cycle ≥ 60 %.
3. Hanya M2 yang memenuhi keduanya.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: arus maksimumnya 160 A, di bawah 190 A yang dibutuhkan, dan 35 % di bawah 60 %.
• **B.** ✗ Jebakan: duty cycle 30 % hanya mengizinkan 3 menit las per 10 menit pada 200 A, kurang dari 6 menit yang dibutuhkan.
• **C.** ✗ Jebakan: harga tidak boleh mengalahkan syarat teknis; keduanya tidak memenuhi syarat.
• **D.** ✗ Jebakan: M2 memenuhi syarat arus dan duty cycle; mendekati batas bukan berarti tidak memenuhi.
• **E.** ✓ Arus 200 A di atas 190 A, dan 60 % pada 200 A setara 6 menit las per 10 menit; pada 190 A duty cycle tidak lebih rendah.

Jawaban: E.

No. 10 Kunci: A, C, E

Konsep: Kabel, sambungan, dan holder diperiksa kerusakan isolasi, kekuatan sambungan, dan kondisi rahang holder. Peralatan rusak diperbaiki atau diganti sebelum dipakai, bukan dipakai "sementara".

Langkah:
1. Periksa kabel, sambungan, dan holder satu per satu.
2. Tentukan yang aman dipakai dan yang harus dilaporkan atau diperbaiki.
3. Tolak penggunaan sementara dan penggulungan yang menimbulkan panas.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Kabel terkelupas berisiko sengatan dan hubungan arus pendek.
• **B.** ✗ Jebakan: rahang longgar menimbulkan hambatan panas; holder diperbaiki atau diganti.
• **C.** ✓ Sambungan longgar menimbulkan panas dan busur tidak stabil.

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

• **D.** ✗ Jebakan: kabel digulung rapat saat dipakai menimbulkan panas; kabel dibentangkan atau digulung longgar.
• **E.** ✓ Isolasi yang utuh mencegah kontak listrik yang tidak disengaja.

Jawaban: A, C, dan E.

No. 11 Kunci: B

Konsep: Mesin inverter memakai komponen elektronik untuk mengubah arus sehingga transformatornya kecil dan ringan serta hemat daya; keluarannya lazim DC. Mesin trafo memakai inti besi dan kumparan sehingga berat.

Langkah:
1. Hubungkan ciri fisik (kecil dan ringan) dengan teknologi inverter.
2. Cocokkan dengan sifat: ringan, hemat daya, keluaran DC.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: kumparan besar justru ciri mesin trafo.
• **B.** ✓ Inverter mengubah frekuensi arus dengan komponen elektronik sehingga transformatornya kecil dan ringan.
• **C.** ✗ Jebakan: mesin inverter justru lazim menghasilkan arus searah (DC).
• **D.** ✗ Jebakan: mesin inverter tetap memerlukan sumber listrik.
• **E.** ✗ Jebakan: harga bergantung merek dan fitur; tidak selalu lebih murah.

Jawaban: B.

No. 12 Kunci: A, B, D

Konsep: Persiapan SMAW mencakup alat utama (mesin, kabel, holder, klem massa, elektroda), alat bantu (palu terak, sikat kawat, tang jepit, penjepit benda kerja, alat ukur), dan APD lengkap (helm las, kacamata pengaman, sarung tangan kulit, pakaian pelindung, sepatu).

Langkah:
1. Kelompokkan kebutuhan: utama, bantu, APD.
2. Periksa kesesuaian tiap item dengan bahaya dan pekerjaan.
3. Tolak item yang tidak melindungi atau menimbulkan bahaya baru.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Terak dan kotoran dibersihkan antar-jalur dan sebelum mengelas; keduanya alat bantu yang pokok.
• **B.** ✓ Benda kerja yang tertahan menjaga celah dan bentuk sambungan.
• **C.** ✗ Jebakan: katun tipis tidak tahan percikan dan panas; sarung tangan kulit lengan panjang diperlukan.
• **D.** ✓ Melindungi mata dari sinar busur dan percikan.
• **E.** ✗ Jebakan: menyiram benda panas menimbulkan uap dan dapat merusak logam; dibiarkan dingin dan diberi tanda.

Jawaban: A, B, dan D.

No. 13 Kunci: D

Konsep: Elektroda dipilih menurut kekuatan tarik yang disyaratkan, posisi pengelasan (digit ketiga: 1 semua posisi, 2 datar dan horizontal), jenis selaput (hidrogen rendah untuk sambungan penting), dan jenis arus yang tersedia.

Langkah:
1. Tulis syarat: 70 ksi, posisi tegak dan atas kepala, hidrogen rendah, DC.
2. Cocokkan dengan kode: dua digit 70, digit ketiga 1, selaput hidrogen rendah → E7018.
3. Tolak yang kekuatannya 60 ksi atau hanya posisi datar dan horizontal.

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

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: E6013 berkekuatan 60 ksi dan bukan hidrogen rendah; tidak memenuhi syarat.
• **B.** ✗ Jebakan: E6010 berkekuatan 60 ksi dan bukan hidrogen rendah; tidak memenuhi syarat.
• **C.** ✗ Jebakan: syarat meliputi posisi tegak dan atas kepala; E7024 tidak cocok untuk posisi itu.
• **D.** ✓ E7018 memenuhi syarat: 70 ksi, hidrogen rendah, digit ketiga 1 (semua posisi), dan dapat dipakai pada DCEP.
• **E.** ✗ Jebakan: jenis elektroda ditentukan oleh syarat sambungan, bukan oleh setelan arus.

Jawaban: D.

No. 14 Kunci: A, C, E

Konsep: Mesin inverter (DC) ringan, hemat daya, dan dapat memilih polaritas, tetapi komponen elektroniknya peka debu dan panas. Mesin trafo AC berat dan tangguh, tetapi tidak cocok untuk elektroda yang memerlukan arus searah.

Langkah:

1. Daftarkan syarat pekerjaan: mudah dibawa, listrik terbatas, perlu DC.
2. Cocokkan dengan sifat mesin: inverter ringan, hemat, DC.
3. Tolak pernyataan yang menyamaratakan kemampuan trafo AC atau mengabaikan perawatan inverter.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Inverter umumnya jauh lebih ringan dan lebih hemat daya daripada trafo untuk arus yang sama.
• **B.** ✗ Jebakan: tidak semua elektroda dapat dipakai pada arus bolak-balik; elektroda tertentu memerlukan arus searah.
• **C.** ✓ Inverter bersifat DC (dapat memilih polaritas) sehingga cocok untuk elektroda yang memerlukan DC.
• **D.** ✗ Jebakan: trafo besar dan berat karena inti besi dan kumparannya.
• **E.** ✓ Debu logam dan panas dapat merusak komponen elektronik inverter, sehingga perawatan berkala diperlukan.

Jawaban: A, C, dan E.

No. 15 Kunci: D

Konsep: Pada mesin las DC, polaritas ditentukan oleh sambungan kabel: DCEP (elektroda positif) memasang holder pada kutub positif dan klem massa pada kutub negatif; DCEN (elektroda negatif) sebaliknya. Mesin AC tidak memiliki kutub tetap.

Langkah:

1. Ingat arti singkatan: DC Electrode Positive → elektroda (holder) positif.
2. Sambungkan holder ke positif dan klem massa ke negatif.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: itu DCEN (elektroda negatif), kebalikan dari DCEP.
• **B.** ✗ Jebakan: kedua kabel tidak boleh pada kutub yang sama; rangkaian memerlukan dua kutub berbeda.
• **C.** ✗ Jebakan: sama seperti sebelumnya, kedua kabel pada satu kutub tidak membentuk rangkaian yang benar.
• **D.** ✓ DCEP berarti elektroda (di holder) positif dan benda kerja (klem massa) negatif.
• **E.** ✗ Jebakan: polaritas ditentukan oleh kutub mesin tempat holder dan klem massa disambungkan.

Jawaban: D.

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

No. 16 Kunci: A, C, E

Konsep: Pelat nama memuat rentang arus, tegangan masuk, duty cycle pada arus tertentu, serta jenis arus dan polaritas. Duty cycle hanya berlaku pada arus yang disebutkan; pada arus lebih rendah batas waktunya lebih longgar.

Langkah:

1. Baca satu per satu: rentang arus, duty cycle, jenis arus.
2. Hitung waktu las dari duty cycle: 40 % × 10 menit = 4 menit pada 160 A.
3. Tolak penafsiran yang melampaui apa yang tertulis.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Rentang arus las menunjukkan batas setelan arus yang dapat dipakai.
- **B.** ✗ Jebakan: pada 160 A duty cycle hanya 40 %; tanpa batas waktu hanya berlaku pada arus yang jauh lebih rendah.
- **C.** ✓ 40 % dari 10 menit = 4 menit.
- **D.** ✗ Jebakan: DC berarti arus searah; elektroda yang hanya cocok untuk AC tidak sesuai.
- **E.** ✓ Pelat nama menyebut DCEP dan DCEN, sehingga polaritas dapat dipilih pada mesin DC.

Jawaban: A, C, dan E.

No. 17 Kunci: C

Konsep: Makin kecil arus yang dipakai, makin besar duty cycle yang diizinkan. Setiap rencana dinilai dengan membandingkan persentase waktu las dalam periode 10 menit dengan duty cycle pada arus yang dipakai.

Langkah:

1. Hitung persentase tiap rencana: menit las ÷ 10.
2. Bandingkan dengan duty cycle pada arus yang sama: 180 A → 40 %, 150 A → 60 %, 120 A → 100 %.
3. Hanya 7 dari 10 menit pada 150 A (70 %) melampaui 60 %.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: 4 menit dari 10 menit = 40 %, tepat pada batas; tidak melampaui.
- **B.** ✗ Jebakan: 6 menit dari 10 menit = 60 %, tepat pada batas; tidak melampaui.
- **C.** ✓ 7 menit dari 10 menit = 70 %, melebihi duty cycle 60 % pada 150 A.
- **D.** ✗ Jebakan: duty cycle 100 % pada 120 A berarti boleh dipakai terus pada arus itu.
- **E.** ✗ Jebakan: 3 menit dari 10 menit = 30 %, di bawah batas 40 %.

Jawaban: C.

No. 18 Kunci: A

Konsep: Duty cycle adalah persentase dari periode 10 menit di mana mesin boleh menyuplai arus tertentu tanpa kelebihan panas. Pada duty cycle 35 % dan arus 200 A, waktu las 3,5 menit dan istirahat 6,5 menit per 10 menit.

Langkah:

1. Hitung waktu las: 35 % × 10 menit = 3,5 menit.
2. Hitung istirahat: 10 − 3,5 = 6,5 menit.
3. Cek: waktu las lebih pendek daripada istirahat karena duty cycle di bawah 50 %.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ 35 % dari 10 menit = 3,5 menit las, sisanya 6,5 menit istirahat.
- **B.** ✗ Jebakan: angka terbalik; 6,5 menit adalah 65 %, melebihi duty cycle.
- **C.** ✗ Jebakan: periode tetap 10 menit; istirahat tidak sama dengan waktu las kecuali duty cycle 50 %.
- **D.** ✗ Jebakan: persentasenya benar tetapi periode penilaian 10 menit; 35 menit las berturut-turut akan memanaskan mesin berlebihan.

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

• **E.** ✗ Jebakan: semua mesin las punya duty cycle; melampauinya membuat pelindung panas bekerja atau mesin rusak.

Jawaban: A.

No. 19 Kunci: A

Konsep: Dua digit pertama klasifikasi AWS menyatakan kekuatan tarik minimal logam las dalam ksi (60 ≈ 414 MPa; 70 ≈ 483 MPa). Elektroda dipilih agar kekuatan logam las memenuhi syarat sambungan.

Langkah:

1. Cocokkan syarat 70 ksi dengan dua digit pertama.
2. E7018 → 70; E6010 dan E6013 → 60.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Dua digit pertama pada kode AWS menunjukkan kekuatan tarik minimal dalam ksi; 70 berarti 70 ksi.
• **B.** ✗ Jebakan: 60 berarti 60 ksi, lebih rendah daripada 70 ksi.
• **C.** ✗ Jebakan: 60 ksi tidak sama dengan 70 ksi; tidak boleh disamakan.
• **D.** ✗ Jebakan: kekuatan logam las ditentukan elektrodanya dan harus memenuhi syarat sambungan.
• **E.** ✗ Jebakan: kekuatan tarik ditunjukkan oleh dua digit pertama, bukan dua digit terakhir.

Jawaban: A.

No. 20 Kunci: C

Konsep: Tabel pada kemasan elektroda memberi rentang arus menurut diameter dan posisi pengelasan serta polaritas yang dianjurkan. Setelan dibaca dari baris diameter yang tepat dan kolom posisi yang tepat, lalu dicocokkan dengan polaritas yang disebut.

Langkah:

1. Pilih baris: Ø3,2 mm.
2. Pilih kolom: Tegak → 100–135 A.
3. Cocokkan polaritas: AC atau DCEP; mesin DC → DCEP.
4. Pilih setelan yang memenuhi keduanya: 120 A dengan DCEP.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: 150 A adalah batas atas posisi bawah tangan; pada posisi tegak rentangnya 100–135 A.
• **B.** ✗ Jebakan: arus sesuai, tetapi kotak menyebut polaritas AC atau DCEP, bukan DCEN.
• **C.** ✓ Pada posisi tegak Ø3,2 mm rentang 100–135 A, dan polaritas DCEP termasuk yang disebut kotak.
• **D.** ✗ Jebakan: polaritas sesuai, tetapi 95 A di bawah batas bawah rentang posisi tegak.
• **E.** ✗ Jebakan: arus melebihi rentang Ø3,2 mm dan polaritas tidak sesuai kotak.

Jawaban: C.

No. 21 Kunci: B

Konsep: Pilih diameter yang sesuai tebal pelat dan posisi, lalu arus dari rentang pada posisi yang tepat; posisi atas kepala dan tegak memakai arus lebih rendah daripada bawah tangan agar logam cair terkendali. Arus tidak boleh melebihi kemampuan mesin.

Langkah:

1. Pilih kolom posisi: atas kepala.
2. Pilih diameter yang sesuai pelat 5 mm dan kendali posisi: Ø3,2 mm.
3. Pilih arus di dalam 80–115 A dan ≤ 120 A mesin: sekitar 100 A.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: 125 A di bawah batas atas atas kepala Ø4,0 mm (115–160 A), tetapi diameter besar pada posisi atas kepala dan pelat 5 mm sulit dikendalikan dan melampaui kemampuan mesin untuk arus yang lebih tepat.

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

• **B.** ✓ Rentang Ø3,2 mm atas kepala 80–115 A; 100 A berada di dalamnya dan tidak melebihi 120 A mesin.
• **C.** ✗ Jebakan: 125 A di atas rentang atas kepala (80–115 A) dan melebihi batas mesin 120 A.
• **D.** ✗ Jebakan: 100 A melebihi rentang Ø2,6 mm pada atas kepala (55–80 A).
• **E.** ✗ Jebakan: rentang bawah tangan dipakai untuk posisi atas kepala; rentangnya lebih rendah.

Jawaban: B.

No. 22 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: Digit pertama dan kedua: kekuatan tarik minimal (ksi). Digit ketiga: posisi (1 = semua posisi; 2 = datar dan horizontal). Digit keempat: jenis selaput dan jenis arus yang sesuai.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Benar.** Dua digit pertama adalah kekuatan tarik minimal dalam ksi.
• **Pernyataan 2 → Benar.** Digit 2 berarti posisi datar dan horizontal; digit 1 berarti semua posisi.
• **Pernyataan 3 → Salah.** Jebakan: E6010 memerlukan arus searah dengan elektroda positif (DCEP).

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

No. 23 Kunci: A, B, D

Konsep: E6010: selulosa, DCEP, penetrasi dalam, lazim untuk lapis akar. E6013: rutil, mudah dinyalakan, halus, untuk pekerjaan ringan. E7018: hidrogen rendah, 70 ksi, mutu tinggi, harus disimpan kering.

Langkah:
1. Hafalkan hubungan jenis selaput dengan sifat utamanya (selulosa–dalam, rutil–halus, hidrogen rendah–mutu tinggi dan sensitif lembap).
2. Nilai tiap pernyataan.
3. Tolak yang membalik hubungan kekuatan atau sifat lembap.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Selaput rutil memberi busur lembut dan penampilan manik halus.
• **B.** ✓ E6010 berselaput selulosa, memerlukan DCEP, dan menembus dalam sehingga lazim untuk lapis akar.
• **C.** ✗ Jebakan: hidrogen rendah berarti selaputnya sangat mudah menyerap lembap dan perlu disimpan kering.
• **D.** ✓ Itu ciri utama E7018.
• **E.** ✗ Jebakan: 60 ksi lebih rendah daripada 70 ksi; E7018 lebih kuat.

Jawaban: A, B, dan D.

No. 24 Kunci: A, B, D

Konsep: Elektroda dipilih menurut tebal bahan, beban sambungan, dan tuntutan penetrasi: rutil untuk pekerjaan ringan, hidrogen rendah untuk sambungan penahan beban (disimpan kering), selulosa untuk lapis akar yang menembus dalam.

Langkah:
1. Tulis tuntutan tiap pekerjaan: ringan, menahan beban, penetrasi dalam.
2. Cocokkan dengan sifat elektroda.
3. Tolak yang menyeragamkan jenis atau mengorbankan mutu.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Pekerjaan ringan pada pelat tipis cocok dengan elektroda rutil (jenis E6013) yang busurnya lembut.
• **B.** ✓ Sambungan penahan beban memerlukan logam las bermutu tinggi dan bebas cacat akibat lembap.

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

• **C.** ✗ Jebakan: kemudahan tidak sama dengan mutu; beban besar memerlukan kekuatan dan hidrogen rendah.
• **D.** ✓ Elektroda selulosa menembus dalam dan lazim dipakai untuk lapis akar dengan DCEP.
• **E.** ✗ Jebakan: pekerjaan berbeda menuntut sifat elektroda berbeda; menyeragamkan mengorbankan mutu.

Jawaban: A, B, dan D.

No. 25 Kunci: A, C, D

Konsep: Elektroda dipakai sesuai label, dalam keadaan utuh dan kering, dan dikelola agar jenisnya tidak tertukar. Elektroda yang rusak atau lembap diperlakukan sesuai petunjuk pabrik, bukan disiasati.

Langkah:
1. Periksa kondisi selaput dan label tiap kotak.
2. Tentukan penanganan sesuai petunjuk.
3. Tolak penyiasatan yang mengubah jenis atau mutu.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Selaput yang rusak tidak lagi melindungi logam cair dengan baik.
• **B.** ✗ Jebakan: pengeringan sesuai petunjuk pabrik; sinar matahari tidak cukup dan tidak merata.
• **C.** ✓ Banyak elektroda tampak sama, tetapi jenis dan polaritasnya berbeda; label menentukan.
• **D.** ✓ Pencampuran dapat membuat salah ambil jenis elektroda; sisa pendek dikumpulkan sebagai limbah.
• **E.** ✗ Jebakan: jenis elektroda ditetapkan prosedur; penggantian tanpa catatan mengubah sifat sambungan.

Jawaban: A, C, dan D.

Latihan sub bab 6.1

No. 1 Kunci: B, C, E

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

Konsep: Pada las sudut posisi 1F, kedua pelat diletakkan miring sehingga sudut kerja 45° membagi panas rata. Kaki las tidak sama biasanya karena sudut kerja elektroda condong ke salah satu pelat. Perbaikan harus tetap mengikuti WPS.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: WPS menetapkan satu jalur dengan kaki 6 mm; menambah jalur melanggar WPS dan membuat las terlalu besar.
• **Pernyataan 2** ✓ Kaki tidak sama karena busur lebih banyak mengarah ke satu pelat.
• **Pernyataan 3** ✓ Arus 120 A sudah sesuai WPS sehingga tidak perlu diubah.
• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: 130 A memang masih dalam WPS, tetapi penyebab kaki tidak sama adalah sudut kerja; arus yang lebih tinggi justru menambah cairan ke arah busur (pelat A).
• **Pernyataan 5** ✓ Itulah posisi 1F; posisi yang benar membantu logam las mengalir rata.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

No. 2 Kunci: B

Konsep: WPS menetapkan batas persiapan sambungan. Persiapan baru sesuai bila semua besaran (sudut, celah, muka akar, ketidaksebarisan) berada dalam batas.

Langkah:
1. Batas: sudut 55°–65°, celah 2–3 mm, muka akar 1–2 mm, tidak sebaris ≤ 1 mm (batas termasuk).
2. Hanya pilihan B yang keempat besarannya dalam batas, walaupun semuanya tepat di batas atas.

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

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: muka akar 2,5 mm melebihi 2 mm sehingga akar sulit tembus.
- **B.** ✓ Semua besaran dalam batas; nilai yang sama dengan batas atas masih diterima.
- **C.** ✗ Jebakan: sudut 66° sedikit di luar 55°–65°.
- **D.** ✗ Celah 3,5 mm melebihi 3 mm.
- **E.** ✗ Jebakan: hanya ketidaksebarisan yang keluar batas (1,2 mm > 1 mm).

Jawaban: B.

Latihan sub bab 6.2

No. 1 Kunci: B

Konsep: Arus las dipilih sesuai diameter elektroda dan posisi. Posisi tegak memakai arus lebih rendah daripada posisi datar agar logam las tidak meleleh turun.

Langkah:

1. Ø4,0 tidak dianjurkan untuk posisi tegak → diameter terbesar yang dianjurkan Ø3,2.
2. Rentang tegak Ø3,2: 80–110 A → 95 A memenuhi.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Ø4,0 tidak dianjurkan untuk posisi tegak.
- **B.** ✓ Diameter terbesar yang dianjurkan dan arus dalam rentang posisi tegak.
- **C.** ✗ Jebakan: 125 A berada pada rentang posisi datar, terlalu tinggi untuk posisi tegak.
- **D.** ✗ Jebakan: 85 A di atas rentang tegak Ø2,6 (50–75 A), dan diameternya bukan yang terbesar.
- **E.** ✗ Di bawah rentang anjuran Ø2,6 mm.

Jawaban: B.

No. 2 Kunci: E

Konsep: Pada SMAW, elektroda umumnya dimiringkan dengan sudut tarik (tarik/drag) sekitar 10–20° agar terak tertinggal di belakang kawah. Bila terak mengalir mendahului kawah, terak mudah terperangkap. Terak setiap lapis harus dibersihkan tuntas sebelum lapis berikutnya.

Langkah:

1. Penyebab: sudut dorong membuat terak mendahului kawah + pembersihan tidak tuntas.
2. Arus dan panjang busur sudah sesuai.
3. Perbaikan: sudut tarik 10–20° dan pembersihan terak setiap lapis.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Melanggar WPS dan menimbulkan cacat lain (undercut, percikan).
- **B.** ✗ Busur panjang menambah porositas dan percikan.
- **C.** ✗ Jebakan: gerak cepat dengan sudut yang sama tetap membuat terak mendahului kawah.
- **D.** ✗ Sudut kerja miring ke satu dinding menyebabkan peleburan tidak merata.
- **E.** ✓ Menghilangkan kedua penyebab yang ada di kasus.

Jawaban: E.

Latihan sub bab 6.3

No. 1 Kunci: B, D, E

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

Konsep: Pemeriksaan dimensi membandingkan setiap hasil ukur dengan batas kriteria. Benda uji lolos hanya bila semua kriteria terpenuhi.

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

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: semua kriteria harus terpenuhi; ketidaksebarisan juga kriteria penerimaan.
- **Pernyataan 2** ✓ 2 mm berada dalam rentang 0–3 mm.
- **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: kriteria yang berlaku menetapkan paling besar 1 mm, bukan persentase tebal pelat.
- **Pernyataan 4** ✓ 2 mm > 1 mm.
- **Pernyataan 5** ✓ 2 mm dalam rentang 0–3 mm dan tembus merata.

Jawaban: pernyataan 2, 4, 5.

No. 2 Kunci: D

Konsep: Tebal leher las sudut sama kaki rata ≈ 0,7 × kaki. Pada las cekung, leher lebih kecil dari hitungan itu, sehingga keputusan memakai hasil ukur leher langsung dengan welding gauge.

Langkah:

1. Syarat: leher ≥ 5 mm.
2. Terukur 4 mm < 5 mm → tidak lolos.
3. Hitungan 0,7 × 8 = 5,6 mm hanya berlaku bila permukaan las rata.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: kaki besar tidak menjamin leher cukup bila permukaan cekung.
- **B.** ✗ Jebakan: rumus 0,7 × kaki hanya untuk las rata; leher yang terukur langsung 4 mm.
- **C.** ✗ Angka "a5" menyatakan tebal leher, bukan kaki.
- **D.** ✓ Leher terukur kurang dari syarat.
- **E.** ✗ Kaki yang besar bukan alasan penolakan menurut syarat gambar.

Jawaban: D.

No. 3 Kunci: C

Konsep: Penetrasi akar diperiksa dari sisi belakang. Bila kriteria menuntut tembus sepanjang sambungan, satu bagian yang tidak tembus sudah membuat benda uji tidak lolos.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: bagiannya kecil, tetapi kriteria tidak membolehkan bagian tidak tembus sepanjang apa pun.
- **B.** ✗ Jebakan: penguat di sisi depan tidak mengisi celah akar di sisi belakang; kekurangan tembus tetap ada.
- **C.** ✓ Ada bagian tidak tembus, bertentangan dengan kriteria.
- **D.** ✗ Penguat 2 mm sudah dalam rentang 0–3 mm; batas atas bukan nilai yang wajib dicapai.
- **E.** ✗ Kriteria berlaku sepanjang sambungan; bagian yang baik tidak menutupi bagian yang gagal.

Jawaban: C.

No. 4 Kunci: D

Konsep: Kaki las sudut diukur dari sudut sambungan (akar) sampai ujung las pada masing-masing pelat. Benda uji lolos bila semua kriteria terpenuhi.

Langkah:

1. Kaki pada pelat tegak: 9 petak = 9 mm.
2. Kaki pada pelat datar: 6 petak = 6 mm.
3. Kedua kaki ≥ 6 mm, tetapi selisih 9 − 6 = 3 mm > 2 mm → tidak lolos.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: kriteria pertama terpenuhi, tetapi kriteria selisih kaki dilanggar.
- **B.** ✗ Rata-rata tidak dipakai dalam kriteria.
- **C.** ✗ Salah menghitung petak kaki tegak (9 dibaca 8).

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

- **D.** ✓ Pembacaan dan keputusan sesuai kedua kriteria.
- **E.** ✗ Kriteria minimal 6 mm, bukan 7 mm.

Jawaban: D.

No. 5 Kunci: B, C, E

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

Konsep: Tinggi penguat diukur dari permukaan pelat sampai puncak las; penetrasi akar diukur dari permukaan bawah pelat sampai ujung las di sisi akar. Benda uji lolos bila semua kriteria terpenuhi.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: penguat berlebih bukan menambah mutu; tepinya membentuk takik yang memusatkan tegangan, dan kriteria membatasi 3 mm.
- **Pernyataan 2** ✓ Puncak las 4 petak di atas permukaan atas pelat.
- **Pernyataan 3** ✓ Ujung bawah las 1 petak di bawah permukaan bawah pelat.
- **Pernyataan 4** ✗ Rentangnya 0–3 mm; 1 mm berada di dalamnya.
- **Pernyataan 5** ✓ Satu kriteria gagal sudah membuat benda uji tidak lolos.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

Latihan sub bab 6.4

No. 1 Kunci: B, C, D

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

Konsep: Porositas terjadi karena gas terperangkap dalam logam las: elektroda lembap, permukaan kotor (cat, minyak, karat), angin yang meniup gas pelindung, atau busur terlalu panjang. Perbaikan: hilangkan sumber gas lalu las ulang bagian yang cacat.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: justru busur yang terlalu panjang memudahkan udara masuk dan menimbulkan porositas.
- **Pernyataan 2** ✓ Gas pelindung yang tertiup membuat nitrogen dan oksigen udara masuk sehingga terbentuk pori.
- **Pernyataan 3** ✓ Salutan E7018 menyerap uap air bila dibiarkan terbuka.
- **Pernyataan 4** ✓ Kotoran organik terurai menjadi gas di kawah las.
- **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: pori di bawahnya tetap terperangkap; bagian berpori digerinda sampai bersih dulu, baru dilas ulang.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 4.

No. 2 Kunci: C

Konsep: Kriteria penerimaan inspeksi visual diterapkan satu per satu; benda uji diterima hanya bila semua kriteria terpenuhi.

Langkah:

1. 1: undercut 0,5 mm tepat sama dengan batas (paling besar 0,5) → diterima.
2. 2: undercut 0,6 > 0,5 → ditolak.
3. 3: ada pori → ditolak.
4. 4: ada retak kawah → ditolak.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: menganggap satu pori kecil masih dapat diterima, padahal kriteria tidak membolehkan porositas.
- **B.** ✗ Jebakan: retak kawah yang pendek tetap retak dan tidak dibolehkan.
- **C.** ✓ Hanya benda uji 1 yang memenuhi semua kriteria.

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

• **D.** ✗ Mengabaikan pori dan retak kawah.
• **E.** ✗ Jebakan: menganggap undercut 0,6 mm masih dekat batas; benda uji 2 melebihi batas dan benda uji 4 retak.

Jawaban: C.

Kuis Akhir Bab 6

No. 1 Kunci: A, C, E

Konsep: Persiapan benda uji meliputi pembentukan kampuh sesuai WPS (sudut, celah akar, muka akar), pembersihan bidang sambungan, penjajaran pelat, dan las titik untuk menahan posisi. Semuanya diperiksa sebelum pengelasan jalur akar.

Langkah:
1. Cocokkan tiap tindakan dengan nilai pada WPS.
2. Tolak tindakan yang melampaui toleransi atau menunda perbaikan ke jalur berikutnya.
3. Pilih tindakan yang memeriksa, menahan posisi, dan membersihkan.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Pengukuran sebelum las titik memastikan persiapan sesuai WPS dan dapat diperbaiki sebelum bentuk terkunci.
• **B.** ✗ Jebakan: 4 mm melampaui batas 2–3 mm; celah terlalu lebar menyulitkan jalur akar dan menambah distorsi.
• **C.** ✓ Las titik menahan celah dan posisi pelat selama pengelasan.
• **D.** ✗ Jebakan: ketidaksebarisan dibatasi 1 mm; jalur penutup tidak memperbaikinya dan menghasilkan sambungan lemah.
• **E.** ✓ Kotoran pada bidang sambungan menimbulkan cacat seperti porositas dan kurang penyatuan.

Jawaban: A, C, dan E.

No. 2 Kunci: E

Konsep: Kesesuaian dengan WPS diperiksa nilai demi nilai terhadap rentang yang ditetapkan. Satu nilai di luar rentang sudah membuat persiapan tidak sesuai, walaupun nilai lainnya baik.

Langkah:
1. Tulis rentang WPS: sudut 55–65°, celah 2–3 mm, muka akar 1–2 mm, arus 110–130 A.
2. Periksa tiap siswa nilai demi nilai.
3. Hanya Eka yang memenuhi semuanya.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: persiapan Ali sesuai, tetapi arus 140 A melebihi batas atas 130 A.
• **B.** ✗ Jebakan: celah akar 4 mm melebihi batas 3 mm.
• **C.** ✗ Jebakan: sudut 52° di bawah batas bawah 55°.
• **D.** ✗ Jebakan: muka akar 3 mm melebihi batas 2 mm.
• **E.** ✓ Sudut 62° (55–65°), celah 2,5 mm (2–3), muka akar 1,5 mm (1–2), dan arus 120 A (110–130) semuanya sesuai.

Jawaban: E.

No. 3 Kunci: D

Konsep: Kecepatan jalan terlalu cepat: manik sempit dan tipis, penyatuan dan penetrasi kurang. Terlalu lambat: manik lebar dan tebal, risiko overlap, panas berlebih, dan distorsi.

Langkah:
1. Baca gejala: sempit, tipis, kurang menyatu.
2. Arus dan busur sudah sesuai, sehingga yang tersisa adalah kecepatan: terlalu cepat.

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

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: terlalu lambat menghasilkan manik lebar dan tebal, bahkan overlap.
• **B.** ✗ Jebakan: soal menyebut arus sesuai rentang; arus tinggi menimbulkan manik lebar dan percikan.
• **C.** ✗ Jebakan: elektroda lembap menimbulkan porositas dan percikan, bukan manik tipis bergaris tangga.
• **D.** ✓ Gerakan terlalu cepat meninggalkan manik tipis dan sempit dengan penyatuan dan pengisian yang kurang.
• **E.** ✗ Jebakan: sudut jalan memengaruhi arah dorongan busur, bukan menyebabkan manik tipis bergaris tangga.

Jawaban: D.

No. 4 Kunci: C

Konsep: Kode posisi pengelasan terdiri atas angka dan huruf: angka 1 = posisi datar (bawah tangan), 2 = horizontal, 3 = tegak, 4 = atas kepala; huruf F = fillet (las sudut), G = groove (las alur).

Langkah:

1. Pisahkan kode menjadi angka dan huruf.
2. Angka 1 = datar; F = las sudut; G = las alur.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: angka 1 berarti posisi datar (bawah tangan), bukan tegak atau atas kepala.
• **B.** ✗ Jebakan: huruf tertukar; F adalah fillet (sudut) dan G adalah groove (alur).
• **C.** ✓ Angka 1 menunjukkan posisi datar; F untuk fillet (las sudut) dan G untuk groove (las alur).
• **D.** ✗ Jebakan: angka 1 bukan ketebalan, tetapi posisi pengelasan.
• **E.** ✗ Jebakan: kode posisi tidak berhubungan dengan nomor elektroda atau kabel.

Jawaban: C.

No. 5 Kunci: A, C, E

Konsep: Undercut disebabkan arus terlalu tinggi, busur terlalu panjang, sudut kerja yang salah, atau gerakan yang tidak berhenti di tepi. Perbaikan menyesuaikan parameter satu per satu menuju nilai yang dianjurkan.

Langkah:

1. Hubungkan gejala (undercut, manik lebar, percikan) dengan arus tinggi dan busur panjang.
2. Pilih perubahan yang menurunkan panas, memendekkan busur, dan memperbaiki gerak di tepi.
3. Tolak perubahan yang memperburuk gejala (busur lebih panjang) atau menciptakan cacat baru (terlalu cepat).

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Arus tinggi melelehkan tepi pelat terlalu banyak dan menimbulkan alur; menurunkannya mengurangi undercut dan percikan.
• **B.** ✗ Jebakan: busur panjang menambah percikan dan undercut; busur sebaiknya sependek mungkin yang masih stabil.
• **C.** ✓ Busur yang lebih pendek memusatkan panas dan mengurangi percikan serta pelelehan tepi berlebih.
• **D.** ✗ Jebakan: terlalu cepat menimbulkan manik tipis dan kurang menyatu; yang dicari kecepatan yang seimbang.
• **E.** ✓ Jeda kecil di tepi dan sudut kerja yang tepat membantu logam cair mengisi bagian yang cenderung beralur.

Jawaban: A, C, dan E.

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

No. 6 Kunci: B

Konsep: Arus terlalu rendah: elektroda lengket, busur sulit dipertahankan, manik sempit menggunung, penyatuan di tepi kurang. Arus terlalu tinggi: percikan banyak, undercut, manik lebar, elektroda memanas.

Langkah:
1. Kenali gejala: lengket, manik sempit menggunung, tidak menyatu.
2. Hubungkan dengan panas yang kurang: arus rendah.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: arus terlalu tinggi menimbulkan percikan, undercut, dan manik lebar, bukan manik menggunung dan elektroda lengket.
• **B.** ✓ Panas yang kurang membuat elektroda lengket dan logam las menumpuk tanpa menyatu di tepi.
• **C.** ✗ Jebakan: kecepatan terlalu cepat membuat manik sempit dan tipis; manik lebar dan datar tidak sesuai.
• **D.** ✗ Jebakan: tembus terjadi akibat arus berlebih, bukan manik menggunung.
• **E.** ✗ Jebakan: busur panjang membuat busur putus-putus dan percikan, bukan elektroda lengket.

Jawaban: B.

No. 7 Kunci: A

Konsep: Kampuh V diisi bertahap: jalur akar menyatukan dasar sambungan, jalur pengisi mengisi alur, jalur penutup menyelesaikan permukaan. Terak dibersihkan setelah setiap jalur sebelum jalur berikutnya.

Langkah:
1. Urutkan dari dasar ke permukaan: akar, pengisi, penutup.
2. Sisipkan pembersihan terak setelah tiap jalur.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Setiap jalur diikuti pembersihan terak agar tidak terjebak di bawah jalur berikutnya; jalur akar dahulu, penutup terakhir.
• **B.** ✗ Jebakan: urutan terbalik; jalur penutup tidak dapat dikerjakan sebelum alur terisi.
• **C.** ✗ Jebakan: terak antar-jalur terperangkap bila tidak dibersihkan sebelum jalur berikutnya.
• **D.** ✗ Jebakan: jalur pengisi tidak dapat mendahului jalur akar yang menyatukan dasar sambungan.
• **E.** ✗ Jebakan: tanpa urutan dan pembersihan, sambungan tidak merata dan terak terperangkap.

Jawaban: A.

No. 8 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Logam las menyusut saat mendingin dan menarik pelat sehingga terjadi distorsi sudut. Pencegahannya: las titik dan penjepit, urutan pengelasan yang seimbang, serta pengaturan awal sudut pelat (pre-set) yang berlawanan arah dengan distorsi.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Benar.** Penyusutan logam las adalah sumber utama distorsi.
• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: arus lebih tinggi menambah panas masuk dan distorsi; yang dilakukan adalah mengendalikan panas dan urutan.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Ketiganya menahan atau mengimbangi gerak pelat akibat penyusutan.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 9 Kunci: A, C, E

Konsep: Alat ukur las dijaga agar akurat dan aman: disimpan kering dan tidak dibengkokkan, dibersihkan setelah dipakai, diperiksa sebelum dipakai, dan jenis alat disesuaikan dengan jenis arus.

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

Langkah:

1. Daftarkan syarat akurasi dan keselamatan: kering, bersih, diperiksa, sesuai jenis arus.
2. Tolak tindakan yang merusak alat atau membahayakan pemakai.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Alat yang bengkok atau berkarat memberikan pengukuran yang menyimpang.
- **B.** ✗ Jebakan: tang untuk AC tidak membaca arus DC dengan benar; jenis tang harus sesuai jenis arus.
- **C.** ✓ Kerusakan rahang atau baterai lemah menghasilkan bacaan salah atau membahayakan pemakai.
- **D.** ✗ Jebakan: kabel yang rusak berbahaya dan tidak boleh disentuh atau dipakai.
- **E.** ✓ Serbuk dan oli membuat bagian ukur kotor dan mengganggu pembacaan.

Jawaban: A, C, dan E.

No. 10 Kunci: B

Konsep: Tang ampere dipasang dengan mengapit SATU kabel; bila kedua kabel diapit, arus yang berlawanan saling meniadakan. Pembacaan dilakukan saat arus mengalir, dan jenis tang (AC atau DC) harus sesuai jenis arus.

Langkah:

1. Pilih satu kabel pada rangkaian las.
2. Apit dengan rahang, lalu baca saat mengelas.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: pada kedua kabel arus berlawanan arah dan saling meniadakan, sehingga bacaan hampir nol.
- **B.** ✓ Rahang tang melingkari satu penghantar sehingga menangkap arus yang mengalir pada kabel itu.
- **C.** ✗ Jebakan: berbahaya dan tidak benar; tang dipasang pada kabel, bukan pada elektroda.
- **D.** ✗ Jebakan: tang ampere tidak perlu memutus kabel; memutus rangkaian arus tinggi berbahaya.
- **E.** ✗ Jebakan: kabel masuk membawa arus listrik jala-jala yang berbeda dari arus las.

Jawaban: B.

No. 11 Kunci: D

Konsep: Pada las sudut berkaki sama dengan permukaan datar, tebal leher a ≈ 0,707 × panjang kaki z (z ≈ 1,414 × a). Syarat pada gambar kerja harus dibandingkan dengan ukuran yang sejenis: leher dengan leher, kaki dengan kaki.

Langkah:

1. Ubah syarat dan hasil ke ukuran yang sama: leher.
2. Hitung leher hasil: 0,707 × 8 = 5,66 mm.
3. Bandingkan dengan syarat 6 mm: kurang, sehingga tidak memenuhi.
4. Cek: kaki setara syarat a6 adalah 6 ÷ 0,707 ≈ 8,5 mm, lebih besar dari 8 mm.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: syarat diberikan sebagai tebal leher, bukan panjang kaki; keduanya tidak sama.
- **B.** ✗ Jebakan: tebal leher lebih kecil daripada kaki, sekitar 0,707 kali kaki.
- **C.** ✗ Jebakan: kaki dikalikan 2 tidak benar; leher dihitung 0,707 × kaki.
- **D.** ✓ a ≈ 0,707 × 8 = 5,66 mm, kurang dari 6 mm; las perlu ditambah agar leher mencapai 6 mm atau lebih.
- **E.** ✗ Jebakan: leher dapat dihitung dari kaki atau diukur dengan welding gauge yang memiliki skala leher.

Jawaban: D.

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

No. 12 Kunci: A

Konsep: Pada las alur, penetrasi akar menunjukkan apakah logam las menembus dasar kampuh dan menyatu. Penetrasi yang kurang adalah cacat serius karena sambungan tidak menyatu di dasar.

Langkah:

1. Tempatkan bagian yang diperiksa: dasar sambungan dari sisi belakang.
2. Hubungkan dengan istilah: penetrasi akar.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Penetrasi akar menunjukkan apakah logam las menembus dan menyatu pada dasar kampuh.
- **B.** ✗ Jebakan: tinggi penguat dilihat di permukaan atas, bukan di dasar sambungan.
- **C.** ✗ Jebakan: kaki las berlaku untuk las sudut, bukan kampuh V.
- **D.** ✗ Jebakan: undercut di tepi manik, bukan di dasar sambungan.
- **E.** ✗ Jebakan: ketidaksebarisan menyangkut kerataan pelat, bukan tembusnya logam las.

Jawaban: A.

No. 13 Kunci: E

Konsep: Tang ampere (clamp meter) mengukur arus listrik yang mengalir pada sebuah kabel tanpa memutus rangkaian, sehingga dapat dipakai memeriksa arus las yang sebenarnya.

Langkah:

1. Ingat satuan: ampere = arus.
2. Fungsi tang ampere: mengukur arus yang mengalir pada kabel.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: tegangan diukur dengan voltmeter; tang ampere mengukur arus.
- **B.** ✗ Jebakan: tebal pelat diukur dengan jangka sorong atau mistar.
- **C.** ✗ Jebakan: panjang busur diperkirakan dari jarak elektroda, bukan dengan tang ampere.
- **D.** ✗ Jebakan: itu fungsi holder atau tang penjepit biasa.
- **E.** ✓ Tang ampere dikaitkan pada satu kabel sehingga menunjukkan arus las sebenarnya tanpa memutus rangkaian.

Jawaban: E.

No. 14 Kunci: A, C, D

Konsep: Welding gauge dipakai pada permukaan yang bersih dan dingin, dengan bagian gauge yang sesuai, dan pada beberapa titik sepanjang sambungan agar mewakili seluruh hasil las.

Langkah:

1. Siapkan permukaan: bersih dan dingin.
2. Pilih bagian gauge yang tepat.
3. Ukur di beberapa titik.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Terak dan percikan menutupi bentuk sebenarnya dan membuat pengukuran tidak tepat.
- **B.** ✗ Jebakan: ukuran las dapat berubah sepanjang sambungan; diukur di beberapa titik.
- **C.** ✓ Awal dan akhir jalur sering berbeda ukuran; beberapa titik memberi gambaran yang mewakili.
- **D.** ✓ Tiap bagian gauge dirancang untuk ukuran tertentu; salah memilih memberi bacaan yang salah.
- **E.** ✗ Jebakan: las panas berbahaya dan ukuran gauge dapat terpengaruh; tunggu dingin dan beri tanda.

Jawaban: A, C, dan D.

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

No. 15 Kunci: A

Konsep: Pada las sudut sambungan T, sudut kerja elektroda menentukan ke pelat mana panas dan logam cair diarahkan. Sudut ±45° terhadap kedua pelat menghasilkan kaki sama; condong ke pelat mendatar menghasilkan kaki bawah lebih panjang dan alur di pelat tegak.

Langkah:

1. Baca gambar: kaki mendatar 11 mm lebih panjang daripada kaki tegak 6 mm, dengan undercut di pelat tegak.
2. Hubungkan dengan arah elektroda: condong ke pelat mendatar.
3. Perbaiki sudut kerja mendekati 45°; arus dan kecepatan sudah sesuai.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Elektroda yang condong ke pelat mendatar mengalirkan lebih banyak logam cair ke sana dan meninggalkan alur di pelat tegak; sudut kerja ±45° menyeimbangkan kedua kaki.
- **B.** ✗ Jebakan: arus disebut sesuai; menaikkannya menambah undercut, bukan menyeimbangkan kaki.
- **C.** ✗ Jebakan: kecepatan disebut sesuai; ketidaksamaan kaki akibat arah elektroda, bukan kecepatan.
- **D.** ✗ Jebakan: elektroda lembap menimbulkan porositas dan percikan, bukan ketidaksamaan kaki.
- **E.** ✗ Jebakan: busur panjang menambah percikan dan undercut, tidak menyeimbangkan kaki.

Jawaban: A.

No. 16 Kunci: C

Konsep: Porositas adalah lubang gas pada logam las. Penyebab umum: elektroda lembap (terutama hidrogen rendah), permukaan kotor, busur terlalu panjang, dan gas pelindung terganggu angin. Petunjuk dalam soal (kondisi elektroda) menentukan penyebabnya.

Langkah:

1. Catat gejala: lubang kecil sepanjang manik dan percikan banyak.
2. Singkirkan penyebab yang disebut sudah sesuai (pelat bersih, arus dan busur sesuai).
3. Penyebab yang tersisa: elektroda lembap.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: terlalu lambat menimbulkan manik lebar dan tebal, bukan lubang-lubang kecil.
- **B.** ✗ Jebakan: soal menyebut arus sesuai; arus rendah menimbulkan elektroda lengket, bukan lubang kecil.
- **C.** ✓ Selaput elektroda lembap melepaskan uap dan gas yang terperangkap dalam logam las sebagai porositas, dengan percikan lebih banyak.
- **D.** ✗ Jebakan: sudut jalan tidak menimbulkan lubang kecil sepanjang manik.
- **E.** ✗ Jebakan: pelat tebal menyebabkan kurang penyatuan, bukan lubang gas.

Jawaban: C.

No. 17 Kunci: B

Konsep: Penampang berpetak dibaca dengan menghitung petak: tinggi penguat = jarak puncak manik ke permukaan pelat; tonjolan akar = jarak bagian bawah las ke permukaan bawah pelat. Setiap ukuran dibandingkan dengan kriteria penerimaan masing-masing.

Langkah:

1. Hitung tinggi penguat: dari permukaan pelat ke puncak manik ≈ 4 petak = 4 mm.
2. Hitung tonjolan akar ≈ 1 mm dan periksa tembus: ya.
3. Bandingkan: penguat 4 mm melebihi 3 mm; akar memenuhi. Keputusan: tidak memenuhi.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: bagian akar memenuhi, tetapi tinggi penguat 4 mm melebihi batas 3 mm.
- **B.** ✓ Penguat terbaca 4 petak di atas permukaan pelat, melebihi batas 3 mm; akar tembus dengan tonjolan 1 mm memenuhi.

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

• **C.** ✗ Jebakan: penguat berlebih tidak menambah kekuatan berarti dan menimbulkan konsentrasi tegangan di tepi manik.
• **D.** ✗ Jebakan: tonjolan akar 1 mm berada dalam kriteria 0–3 mm; bukan alasan penolakan.
• **E.** ✗ Jebakan: tebal pelat dapat dibaca dari petak (10 petak) dan dimensi lain terbaca jelas.

Jawaban: B.

No. 18 Kunci: A, C, E

Konsep: Undercut: alur pada logam induk di tepi manik. Overlap: logam las menumpang pada logam induk tanpa menyatu. Porositas: rongga gas bulat pada logam las. Kurang penetrasi: dasar sambungan tidak terisi dan tidak menyatu.

Langkah:
1. Periksa letak cacat pada tiap panel: tepi manik, permukaan pelat, dalam logam las, dasar sambungan.
2. Cocokkan dengan nama cacat.
3. Tolak pasangan yang menukar overlap dan porositas atau undercut dan porositas.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Alur putih pada pelat tegak di tepi atas manik adalah undercut.
• **B.** ✗ Jebakan: Q memperlihatkan logam las menumpang di pelat mendatar tanpa menyatu (overlap), bukan rongga gas.
• **C.** ✓ Logam las meluber ke pelat mendatar dengan garis tepi yang tidak menyatu: overlap.
• **D.** ✗ Jebakan: lubang bulat di dalam logam las adalah porositas, bukan alur di logam induk.
• **E.** ✓ Celah akar yang masih terbuka di bawah logam las menunjukkan penetrasi akar kurang.

Jawaban: A, C, dan E.

No. 19 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Percikan (spatter) adalah butiran logam yang terlempar saat mengelas; jumlah yang banyak biasanya menandakan arus terlalu tinggi, busur terlalu panjang, atau elektroda lembap. Terak adalah sisa selaput; bila terperangkap di bawah jalur berikutnya menjadi cacat. Cacat tidak boleh disembunyikan.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Benar.** Percikan yang banyak adalah gejala parameter atau elektroda yang tidak sesuai.
• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: terak yang tertutup menjadi terak terperangkap di dalam las, yaitu cacat; terak dibersihkan antar-jalur.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Menutup cacat menyembunyikan masalah; pencatatan dan prosedur perbaikan menjaga mutu dan kejujuran.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 20 Kunci: D

Konsep: Cacat yang melewati kriteria ditangani dengan: mencatat dan melaporkan, menyingkirkan penyebab (agar tidak berulang), memperbaiki menurut prosedur, lalu memeriksa ulang. Menyembunyikan cacat dilarang.

Langkah:
1. Kenali cacat dan kriteria: porositas permukaan tidak diizinkan.
2. Tentukan penyebab dan singkirkan.
3. Perbaiki sesuai prosedur dan periksa ulang.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: dempul menyembunyikan cacat; sambungan tetap lemah.
• **B.** ✗ Jebakan: lubang yang lebih dalam tetap ada; menggerinda tanpa menelusuri cacat dan melapor

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

menyesatkan.
• **C.** ✗ Jebakan: tindakan tanpa pencatatan dan pelaporan menghilangkan bukti; penyebabnya tidak dianalisis dan temuan tidak sampai ke penilai.
• **D.** ✓ Cacat dilaporkan, penyebabnya dihilangkan agar tidak terulang, perbaikan mengikuti prosedur, dan hasil diperiksa ulang.
• **E.** ✗ Jebakan: kriteria melarang porositas permukaan; lubang kecil dapat menjadi awal retak dan tanda masalah lebih dalam.

Jawaban: D.

No. 21 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Penguat yang terlalu tinggi membentuk sudut tajam di tepi manik dan menimbulkan konsentrasi tegangan. Akar yang tidak tembus adalah cacat meskipun permukaan tampak rata. Dimensi diukur di beberapa titik.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Benar.** Sudut tajam di tepi penguat memusatkan tegangan dan memicu retak lelah.
• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: tampilan permukaan tidak menunjukkan keadaan di dasar sambungan; akar tidak tembus tetap cacat.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Ukuran bervariasi sepanjang sambungan, sehingga satu titik tidak mewakili.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 22 Kunci: E

Konsep: Hasil inspeksi dibandingkan dengan SEMUA kriteria sekaligus. Satu kriteria yang tidak terpenuhi (undercut berlebih, porositas permukaan, retak, atau terak dan percikan yang belum dibersihkan) membuat benda uji belum memenuhi.

Langkah:
1. Tulis kriteria: undercut ≤ 0,5 mm; tanpa porositas; tanpa retak; bersih.
2. Periksa tiap benda uji pada semua kolom.
3. Hanya benda uji 4 yang memenuhi semuanya.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: terak dan percikan masih ada; harus dibersihkan sebelum dinilai memenuhi.
• **B.** ✗ Jebakan: undercut 0,8 mm melebihi batas 0,5 mm.
• **C.** ✗ Jebakan: ada porositas permukaan yang tidak diizinkan.
• **D.** ✗ Jebakan: benda uji 1 masih ada terak dan percikan; syarat harus dipenuhi seluruhnya.
• **E.** ✓ Undercut 0,4 mm ≤ 0,5 mm, tanpa porositas dan retak, serta bersih dari terak dan percikan.

Jawaban: E.

No. 23 Kunci: A, C

Konsep: Hasil yang melewati kriteria dicatat dan dilaporkan; perbaikan dilakukan menurut prosedur yang disetujui, kemudian diperiksa ulang. Mengubah hasil tanpa melapor atau mengabaikan kriteria bertentangan dengan kejujuran inspeksi.

Langkah:
1. Kenali penyimpangan: penguat 5 mm lebih dari 3 mm.
2. Pilih tindakan yang melapor dan memperbaiki sesuai prosedur.
3. Tolak menyembunyikan atau mengabaikan.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Temuan dicatat dan dilaporkan agar keputusan diambil oleh pihak yang berwenang.
• **B.** ✗ Jebakan: mengubah hasil tanpa melapor menyembunyikan temuan; keputusan perbaikan ada pada penilai.

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

• **C.** ✓ Perbaikan mengikuti prosedur dan hasilnya diperiksa kembali agar memenuhi kriteria.
• **D.** ✗ Jebakan: tiap kriteria harus dipenuhi; akar yang baik tidak menghapus penguat yang berlebih.
• **E.** ✗ Jebakan: kriteria adalah syarat penerimaan; mengabaikannya melemahkan pembelajaran dan mutu.

Jawaban: A, dan C.

No. 24 Kunci: A, C, E

Konsep: Pemeriksaan dimensi dan penetrasi dilakukan terhadap kriteria tertulis: ukur penguat, lebar, dan kesebarisan di beberapa titik; nilai penetrasi akar dari sisi akar atau penampang; catat hasilnya.

Langkah:
1. Pisahkan pemeriksaan dimensi dan pemeriksaan penetrasi.
2. Tolak jalan pintas yang menyimpulkan satu hal dari yang lain atau memakai satu titik.
3. Pilih pernyataan yang melibatkan pengukuran terhadap kriteria tertulis dan pencatatan.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Penetrasi akar dinilai dari sisi akar atau dari penampang melintang bila perlu kepastian.
• **B.** ✗ Jebakan: penguat tinggi tidak menjamin akar tembus; keduanya diperiksa terpisah.
• **C.** ✓ Ketidaksebarisan yang melewati batas mengurangi kekuatan sambungan.
• **D.** ✗ Jebakan: ukuran dapat berubah sepanjang sambungan; diukur di beberapa titik.
• **E.** ✓ Pencatatan menjadi dasar keputusan diterima, diperbaiki, atau ditolak.

Jawaban: A, C, dan E.

No. 25 Kunci: C

Konsep: Undercut: alur pada logam induk di tepi manik, akibat arus terlalu tinggi, busur terlalu panjang, atau sudut kerja yang salah. Overlap: kelebihan logam las yang menumpang di permukaan pelat tanpa menyatu. Keduanya berlawanan bentuk.

Langkah:
1. Deskripsikan bentuk: alur menyusur tepi manik pada pelat induk.
2. Cocokkan dengan nama: undercut.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: porositas berupa lubang bulat kecil di dalam atau permukaan manik, bukan alur menyusur tepi.
• **B.** ✗ Jebakan: overlap adalah kelebihan logam las yang menumpang di pelat, kebalikan dari alur.
• **C.** ✓ Undercut adalah alur pada logam induk di sepanjang tepi manik akibat pelelehan tepi tanpa terisi logam las.
• **D.** ✗ Jebakan: percikan berupa butiran, bukan alur.
• **E.** ✗ Jebakan: terak terperangkap berada di dalam las, tidak tampak sebagai alur di tepi.

Jawaban: C.

Simulasi 1 — Prediksi TKA 2026

No. 1 Kunci: E

Konsep: Setiap unit yang terjual menyumbang (harga − biaya per unit) untuk menutup biaya tetap dan menghasilkan laba. Jumlah unit = (biaya tetap + target laba) : (harga − biaya per unit).

Langkah:
1. Sumbangan per unit = 250.000 − (120.000 + 30.000) = Rp100.000.
2. Jumlah unit = (3.000.000 + 1.000.000) : 100.000 = 40 unit.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Membagi 4.000.000 dengan harga jual 250.000; biaya per unit tidak dikurangkan.

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

- **B.** ✗ Membagi biaya tetap 3.000.000 dengan biaya per unit 150.000.
- **C.** ✗ Membagi 4.000.000 dengan biaya per unit 150.000.
- **D.** ✗ Jebakan: 30 unit hanya menutup biaya tetap (titik impas); target laba belum tercapai.
- **E.** ✓ (3.000.000 + 1.000.000) : 100.000 = 40 unit.

Jawaban: E.

No. 2 Kunci: B

Konsep: Skala gambar = ukuran gambar : ukuran sebenarnya. Pada skala 1 : 5, ukuran sebenarnya = 5 × ukuran gambar.

Langkah:

1. Panjang sebenarnya = 46 × 5 = 230 mm.
2. 4 potong: 4 × 230 + 3 × 2 = 926 mm ≤ 1.000 mm; 5 potong: 5 × 230 + 4 × 2 = 1.158 mm > 1.000 mm → 4 buah.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Mengalikan ukuran gambar dengan 10 (460 mm) → 2 buah.
- **B.** ✓ Panjang sebenarnya 230 mm → 4 buah utuh.
- **C.** ✗ Jebakan: 1.000 : 230 ≈ 4,3 dibulatkan ke atas; potongan kelima tidak utuh.
- **D.** ✗ Jebakan: skala diabaikan, 1.000 : 46 ≈ 21.
- **E.** ✗ Skala diabaikan dan dibulatkan ke atas.

Jawaban: B.

No. 3 Kunci: A, B, D

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

Konsep: 5R: Ringkas (memilah), Rapi (menata dan memberi label), Resik (membersihkan), Rawat (menetapkan standar), Rajin (membiasakan dan memeriksa).

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ Ringkas: memilah yang diperlukan dan tidak.
- **Pernyataan 2** ✓ Rapi: setiap barang punya tempat dan label.
- **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: menumpuk tanpa pemilahan dan tempat yang jelas justru menyulitkan dan membahayakan.
- **Pernyataan 4** ✓ Resik: membersihkan tempat kerja.
- **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: tampak rapi dan dekat, tetapi tabung gas tidak boleh disimpan di laci dekat area potong yang panas.

Jawaban: pernyataan 1, 2, 4.

No. 4 Kunci: C

Konsep: Industri metal forming membentuk pelat dengan penekukan, pengerolan, dan pengepresan untuk produk massal (lemari, rak, panel, tabung), lalu menyambungnya dengan las. Industri lain lebih banyak mengelas profil, pelat tebal, atau pipa.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: galangan kapal memang mengerol sebagian pelat, tetapi pekerjaannya proyek besar, bukan produksi massal produk pelat.
- **B.** ✗ Perpipaan berfokus pada pengelasan pipa di lapangan.
- **C.** ✓ Lemari dan rak besi dibuat dari pelat yang ditekuk, dirol, dan dipres secara massal.
- **D.** ✗ Konstruksi baja merakit profil jadi, bukan membentuk pelat secara massal.
- **E.** ✗ Perawatan pesawat memeriksa dan memperbaiki, bukan memproduksi.

Jawaban: C.

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

No. 5 Kunci: D

Konsep: AWS: simbol di bawah garis referensi = sisi panah, di atas = sisi seberang; ukuran di kiri simbol las sudut = panjang kaki. ISO 2553 sistem A memakai garis penuh dan putus-putus untuk menentukan sisi, dan huruf a/z untuk leher/kaki.

Langkah:
1. Garis tunggal → standar AWS.
2. Simbol di atas garis → sisi seberang panah.
3. Angka 6 tanpa huruf → kaki 6 mm.

Analisis setiap opsi:
- **A.** ✗ Jebakan: kebiasaan ISO; pada AWS letak di atas garis berarti sisi seberang.
- **B.** ✗ Sisi dan ukurannya keliru.
- **C.** ✗ Dua sisi digambar dengan simbol di atas dan di bawah garis.
- **D.** ✓ Sesuai aturan AWS.
- **E.** ✗ Jebakan: sisinya benar, tetapi ukuran AWS untuk las sudut menyatakan kaki, bukan leher.

Jawaban: D.

No. 6 Kunci: B, C, E

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

Konsep: Profil juru las ditentukan oleh sertifikat kualifikasi yang berlaku untuk proses, posisi, dan rentang tebal tertentu. Sertifikat yang sudah habis masa berlakunya harus diperpanjang atau diuji ulang.

Analisis setiap pernyataan:
- **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: kualifikasi berlaku untuk posisi yang diuji; posisi tegak (3G) lebih sulit dan tidak diwakili 1G.
- **Pernyataan 2** ✓ SMAW 3G pelat 10 mm yang masih berlaku.
- **Pernyataan 3** ✓ Kualifikasi GTAW tidak berlaku untuk SMAW.
- **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: sertifikat yang habis masa berlaku tidak lagi membuktikan kemampuan terkini.
- **Pernyataan 5** ✓ Kualifikasi harus diperbarui agar sah.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

No. 7 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Otomasi (robot las) meningkatkan keseragaman dan produktivitas untuk produk massal, tetapi menggeser kebutuhan tenaga kerja ke operator, pemrogram, pemeriksa mutu, dan teknisi perawatan yang memahami pengelasan.

Analisis setiap pernyataan:
- **Pernyataan 1 → Benar.** Robot mengulang parameter dan lintasan yang sama setiap kali.
- **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: robot tetap memerlukan orang yang menyetel program dan parameter las, memeriksa hasil, dan merawat peralatan.
- **Pernyataan 3 → Benar.** Pemahaman parameter dan cacat las dibutuhkan untuk mengoperasikan robot.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 8 Kunci: A, D

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

Konsep: K3LH mencakup perlindungan lingkungan: limbah B3 (oli bekas dan bahan yang terkontaminasinya) disimpan dalam wadah tertutup berlabel dan diserahkan kepada pengumpul berizin; logam sisa didaur ulang; limbah tidak dibuang ke tanah, saluran, atau dibakar terbuka.

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

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Sesuai ketentuan limbah B3.

• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: tampak hemat, tetapi oli bekas adalah limbah B3 yang wajib diserahkan kepada pengumpul berizin, dan pembakarannya mencemari udara.

• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: kantong tertutup tidak mengubah golongannya; kain yang terkontaminasi oli ditangani seperti limbah B3.

• **Pernyataan 4** ✓ Logam sisa dapat didaur ulang.

• **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: debu memang tidak beterbangan, tetapi serbuk logam mengendap dan mencemari saluran; debu dikumpulkan dengan disapu atau disedot.

Jawaban: pernyataan 1, 4.

No. 9 Kunci: A

Konsep: Helm las otomatis harus berada pada mode las dengan nomor filter sesuai arus. Fungsi penggelapan diperiksa (misalnya dengan tombol uji) sebelum mengelas.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Mode, nomor filter, dan pemeriksaan fungsi sudah tepat.

• **B.** ✗ Jebakan: pada mode gerinda filter tidak menggelap berapa pun kepekaan sensornya.

• **C.** ✗ Jebakan: lebih terang memang lebih jelas, tetapi nomor 9 di bawah panduan untuk 120 A.

• **D.** ✗ Kacamata bening tidak menyaring sinar busur.

• **E.** ✗ Jebakan: mode dan nomor sudah tepat, tetapi baterai lemah dapat membuat filter gagal menggelap; fungsi helm harus diperiksa dulu.

Jawaban: A.

No. 10 Kunci: B

Konsep: Di ruang terbatas, asap las dikendalikan dengan ventilasi mekanis (udara bersih dialirkan masuk dan asap dibuang) dan ada petugas jaga di luar. Oksigen murni tidak boleh dipakai untuk ventilasi karena udara kaya oksigen membuat pakaian dan bahan lain mudah terbakar hebat.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: oksigen murni membuat pakaian mudah menyala dan terbakar hebat bila terkena percikan.

• **B.** ✓ Ventilasi mekanis dan pengawasan dari luar.

• **C.** ✗ Kipas di dalam hanya mengaduk asap, tidak mengganti udara.

• **D.** ✗ Satu lubang orang tidak menghasilkan aliran udara yang cukup; jeda tidak membuang asap.

• **E.** ✗ Jebakan: ventilasi dan pelindung napas sudah ada, tetapi di ruang terbatas harus ada petugas jaga di luar untuk keadaan darurat.

Jawaban: B.

No. 11 Kunci: B, D, E

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

Konsep: Simbol tambahan AWS: lingkaran pada pertemuan garis panah dan garis referensi = las keliling; bendera = las lapangan (tanpa bendera = las bengkel); ekor = keterangan proses atau acuan.

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

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: lingkaran pada pertemuan garis berarti las mengelilingi seluruh sambungan.

• **Pernyataan 2** ✓ Segitiga + 6 + lingkaran keliling.

• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: simbol las titik berupa lingkaran yang diletakkan pada garis referensi, bukan pada pertemuan garis panah.

• **Pernyataan 4** ✓ Tanpa bendera las lapangan berarti las bengkel.

• **Pernyataan 5** ✓ Ekor memuat keterangan proses.

Jawaban: pernyataan 2, 4, 5.

No. 12 Kunci: 1B 2S 3S

Konsep: Welding gauge mengukur ketidaksebarisan, tinggi penguat (dari permukaan pelat), dan ukuran las sudut. Tang ampere mengukur arus las sebenarnya untuk mengoreksi setelan mesin.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** Ketidaksebarisan dapat berbeda sepanjang sambungan.

• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: kenop mesin sering tidak tepat; arus disesuaikan sampai tang ampere yang baik menunjukkan nilai yang dibutuhkan.

• **Pernyataan 3 → Salah.** Tinggi penguat diukur dari permukaan pelat sampai puncak las.

Jawaban: Benar, Salah, Salah.

No. 13 Kunci: C, D, E

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

Konsep: Pemotongan gas: nyala pemanasan netral, oksigen potong dialirkan setelah baja mencapai suhu nyala (merah), penembusan di tengah pelat dengan brander dimiringkan, dan setelah selesai katup tabung ditutup serta gas di selang dibuang.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: nyala karburasi (kelebihan asetilen) tidak mempercepat pemanasan dan mengotori permukaan; nyala pemanasan disetel netral.

• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: bulu putih panjang menandakan kelebihan asetilen (karburasi); kelebihan oksigen membuat kerucut dalam pendek dan runcing.

• **Pernyataan 3** ✓ Baja harus mencapai suhu nyala sebelum dialiri oksigen potong.

• **Pernyataan 4** ✓ Menembus dengan brander miring melindungi nosel dari semburan terak.

• **Pernyataan 5** ✓ Selang tidak menyimpan gas bertekanan selama disimpan.

Jawaban: pernyataan 3, 4, 5.

No. 14 Kunci: D

Konsep: Benda kecil ditahan dengan alat bantu (penyiku magnet, klem) agar tangan jauh dari busur dan posisi tidak bergeser; sudut diperiksa dengan mistar siku sebelum las titik.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Tangan terlalu dekat dengan busur dan panas.

• **B.** ✗ Tang kombinasi mudah tergelincir dan sudut hanya diperkirakan.

• **C.** ✗ Jebakan: penjepitan benar, tetapi siku tidak diperiksa dan las titik dilewati.

• **D.** ✓ Benda tertahan, siku diperiksa, lalu las titik.

• **E.** ✗ Benda mudah bergeser dan sudutnya tidak terjamin.

Jawaban: D.

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

No. 15 Kunci: A, C, D

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

Konsep: Mesin bor magnet memerlukan permukaan bersih dan rata untuk dudukan magnet, magnet aktif sebelum motor berputar, pengaman jatuh untuk bidang tegak atau atas kepala, pendingin, dan penanganan tatal saat mesin berhenti.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ Celah oleh cat/terak melemahkan daya tempel magnet.
- **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: magnet diaktifkan dan posisi dipastikan sebelum motor berputar; mesin yang belum menempel dapat berputar dan melukai.
- **Pernyataan 3** ✓ Bila magnet lepas, mesin tidak jatuh.
- **Pernyataan 4** ✓ Mendinginkan dan memperpanjang umur mata bor.
- **Pernyataan 5** ✗ Tatal panjang dapat menarik tangan ke mata bor; mesin dihentikan dulu.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 4.

No. 16 Kunci: C

Konsep: Perlakuan elektroda lembap bergantung pada salutannya: selulosa memerlukan kadar air tertentu sehingga tidak dikeringkan ulang; rutil dikeringkan pada suhu rendah; hidrogen rendah dikeringkan pada suhu tinggi.

Langkah:

1. E6011 → selulosa → tidak dikeringkan.
2. E6013 → rutil → 70–100 °C.
3. E7018 → hidrogen rendah → 300–350 °C.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Suhu 350 °C merusak salutan selulosa dan rutil.
- **B.** ✗ Jebakan: E6011 adalah selulosa, bukan hidrogen rendah.
- **C.** ✓ Setiap elektroda diperlakukan sesuai barisnya.
- **D.** ✗ Jebakan: E6013 yang lembap tetap perlu dikeringkan pada suhu rendah.
- **E.** ✗ Suhu 100 °C belum menghilangkan lembap dari salutan hidrogen rendah.

Jawaban: C.

No. 17 Kunci: E

Konsep: Ukuran berantai menyatakan jarak antartitik berurutan; koordinat absolut diperoleh dengan menjumlahkannya dari titik nol. Koordinat relatif @X,Y = koordinat tujuan − koordinat asal.

Langkah:

1. L5 = (30 + 80, 30 + 80) = (110, 110).
2. L3 = (30 + 80 + 100, 30) = (210, 30).
3. Relatif = (210 − 110, 30 − 110) = @100,-80.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: besarnya benar, tetapi L3 lebih rendah dari L5 sehingga Y harus negatif.
- **B.** ✗ Arah X dan Y keduanya terbalik (dari L3 ke L5).
- **C.** ✗ Jebakan: itu koordinat absolut L3, bukan perpindahan dari L5.
- **D.** ✗ Nilai X dan Y tertukar.
- **E.** ✓ Perpindahan 100 mm ke kanan dan 80 mm ke bawah.

Jawaban: E.

No. 18 Kunci: C

Konsep: Jarak obor (standoff) yang terlalu tinggi membuat busur memanjang dan melebar sehingga celah potong lebar dan sisi potongan miring. Pemandu jarak menjaga jarak tetap.

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

Langkah:

1. Nosel baru, arus, tekanan, dan kecepatan sesuai → penyebab lain tersingkir.
2. Obor dipegang tanpa pemandu dan busur panjang → jarak terlalu tinggi.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Arus sudah sesuai tabel.
- **B.** ✗ Jebakan: nosel aus juga membuat celah lebar dan miring, tetapi nosel baru diganti.
- **C.** ✓ Sesuai petunjuk busur panjang tanpa pemandu jarak.
- **D.** ✗ Kecepatan sesuai tabel; gerak lambat menimbulkan terak bergumpal, bukan sisi miring.
- **E.** ✗ Tekanan udara sesuai tabel.

Jawaban: C.

No. 19 Kunci: A, B, D

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

Konsep: Pengelasan kampuh V: las titik di dalam kampuh, lapis akar, pembersihan terak setiap lapis, lapis pengisi sampai sedikit di bawah permukaan, lalu lapis penutup. Pendinginan cepat dengan air tidak dibolehkan.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ Ujung las titik yang tipis mudah dilebur lapis akar.
- **Pernyataan 2** ✓ Mencegah terak terperangkap.
- **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: urutan terbalik; lapis akar dibuat pertama untuk menyatukan dasar kampuh.
- **Pernyataan 4** ✓ Ruang tersisa memungkinkan lapis penutup melebar sampai tepi kampuh.
- **Pernyataan 5** ✗ Dilarang aturan uji dan dapat menimbulkan retak.

Jawaban: pernyataan 1, 2, 4.

No. 20 Kunci: A

Konsep: Mata bor tumpul ditandai bunyi mencicit, panas berlebih, dan serbuk halus. Mata bor diasah ulang dengan sudut ujung dan panjang kedua bibir yang sama agar kedua bibir memotong seimbang.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Mengembalikan ketajaman dan keseimbangan kedua bibir.
- **B.** ✗ Tekanan dan putaran lebih tinggi menambah panas dan dapat mematahkan mata bor.
- **C.** ✗ Jebakan: bibir yang tidak sama panjang membuat lubang membesar dan mata bor cepat rusak.
- **D.** ✗ Jebakan: putaran rendah dan pendingin memang mengurangi panas, tetapi mata bor tetap tumpul dan menghasilkan serbuk.
- **E.** ✗ Sudut ujung yang terlalu runcing membuat ujung lemah dan cepat rusak pada baja; sudut ujung dikembalikan ke bentuk semula.

Jawaban: A.

No. 21 Kunci: E

Konsep: Busur menyimpang (arc blow) disebabkan medan magnet di sekitar arus searah. Arus bolak-balik (AC) mengurangi gejala ini karena arah medannya terus berbalik. E6013 dapat dipakai dengan AC maupun DC.

Langkah:

1. Cara memindah klem massa dan las titik besar sudah dicoba.
2. Arc blow terkait arus DC → ganti ke AC.
3. E6013 cocok dengan AC.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Arus lebih besar memperkuat medan magnet sehingga penyimpangan bertambah.

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

• **B.** ✗ Jebakan: DCEN tetap arus searah sehingga medan magnetnya tetap menyimpangkan busur.
• **C.** ✗ Busur panjang lebih mudah menyimpang dan menambah percikan.
• **D.** ✗ Salutan lebih tebal tidak menghilangkan pengaruh medan magnet arus DC.
• **E.** ✓ Arus AC mengurangi busur menyimpang dan sesuai untuk E6013.

Jawaban: E.

No. 22 Kunci: 1S 2B 3S

Konsep: Kebiasaan aman di booth las: elektroda dilepas saat holder tidak dipakai, kaca pelindung helm dijaga bersih, dan tirai las ditutup untuk melindungi orang lain dari sinar busur.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: elektroda dapat menyentuh meja yang tersambung klem massa sehingga busur menyala tak sengaja; elektroda dilepas dan holder digantung pada tempatnya.
• **Pernyataan 2 → Benar.** Pandangan buruk membuat juru las mendekatkan wajah dan hasil las tidak terkendali.
• **Pernyataan 3 → Salah.** Tirai melindungi orang di sekitar dari sinar busur; asap dikeluarkan dengan ventilasi.

Jawaban: Salah, Benar, Salah.

No. 23 Kunci: B

Konsep: Undercut (alur di tepi las) terjadi bila tepi logam induk meleleh tetapi tidak terisi: arus terlalu besar, gerak terlalu cepat, dan busur terlalu panjang. Arus rendah dan gerak lambat cenderung menimbulkan overlap.

Langkah:
1. Beni: arus 130 (di atas), kecepatan 190 (di atas), busur 5 mm (panjang) → tiga pemicu undercut.
2. Euis hanya arusnya sedikit di atas; Dedi hanya busurnya panjang.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Semua parameter sesuai WPS.
• **B.** ✓ Tiga parameter sekaligus mengarah ke undercut.
• **C.** ✗ Arus rendah dan gerak lambat → overlap, bukan undercut.
• **D.** ✗ Jebakan: busur 7 mm memang memicu undercut dan porositas, tetapi arus dan kecepatannya sesuai.
• **E.** ✗ Jebakan: arus 125 A sedikit di atas WPS, tetapi kecepatan dan busurnya sesuai.

Jawaban: B.

No. 24 Kunci: A

Konsep: Kawah las (crater) adalah cekungan di akhir manik akibat busur diputus tiba-tiba sebelum kawah terisi; kawah dapat retak. Pencegahan: menahan sebentar atau bergerak sedikit balik arah untuk mengisi kawah sebelum memutus busur.

Langkah:
1. P: bintik di luar manik → percikan.
2. Q: cekungan di ujung akhir manik → kawah las.
3. R: alur sepanjang tepi → undercut. S: lubang kecil → porositas.
4. Memutus busur tiba-tiba → kawah (Q).

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Bagian dan perbaikannya tepat.
• **B.** ✗ Undercut tidak disebabkan cara memutus busur.
• **C.** ✗ Jebakan: bagiannya benar, tetapi gerak cepat di ujung justru memperbesar kawah yang tidak terisi.

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

- **D.** ✗ Porositas berasal dari elektroda lembap atau kotoran.
- **E.** ✗ Percikan tidak berkaitan dengan cara memutus busur.

Jawaban: A.

No. 25 Kunci: D

Konsep: Toleransi ±2 mm berarti ukuran boleh berada di antara ukuran gambar − 2 dan + 2. Rangka lolos hanya bila semua ukuran memenuhi toleransinya masing-masing.

Langkah:

1. Panjang: 1.198–1.202 → 1.201 memenuhi.
2. Lebar: 598–602 → 603 tidak memenuhi.
3. Diagonal: ≤ 3 → 2 memenuhi.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: batas 3 mm hanya untuk diagonal; lebar memakai ±2 mm.
- **B.** ✗ Lebar tidak memenuhi, jadi rangka tidak lolos.
- **C.** ✗ 1.201 mm masih dalam 1.198–1.202 mm.
- **D.** ✓ Lebar 603 mm di luar toleransi.
- **E.** ✗ Selisih diagonal boleh sampai 3 mm.

Jawaban: D.

Simulasi 2 — Prediksi TKA 2026

No. 1 Kunci: B

Konsep: Simbol kampuh bevel hanya membevel satu pelat. Garis panah yang dipatahkan menunjuk ke pelat yang dibevel. Simbol di bawah garis referensi = sisi panah.

Langkah:

1. Garis panah patah menunjuk pelat badan tegak → pelat itulah yang dibevel.
2. Simbol di bawah garis → sisi panah (kanan).
3. Sudut 45° pada pelat itu; pelat sayap lurus.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: pelat sayap tidak ditunjuk oleh patahan garis panah.
- **B.** ✓ Sesuai arah patahan panah, sisi panah, dan sudut.
- **C.** ✗ Simbol bevel hanya membevel satu pelat.
- **D.** ✗ Simbol di bawah garis menunjukkan sisi panah, bukan sisi seberang.
- **E.** ✗ Kampuh K digambar dengan simbol bevel di atas dan di bawah garis.

Jawaban: B.

No. 2 Kunci: A

Konsep: Industri perkapalan (dan industri lain yang diawasi badan klasifikasi) mensyaratkan juru las berkualifikasi dan prosedur las (WPS) yang disetujui sebagai bukti mutu sambungan.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Sesuai syarat bukti tertulis mutu pengelasan.
- **B.** ✗ Jebakan: pengalaman berharga, tetapi tanpa sertifikat mutu tidak dapat dibuktikan secara tertulis.
- **C.** ✗ Jebakan: lambung kapal dilas di banyak posisi; sertifikat posisi datar saja tidak memenuhi.
- **D.** ✗ Sistem manajemen mutu tidak menggantikan kualifikasi juru las.
- **E.** ✗ Jebakan: juru lasnya memenuhi, tetapi prosedur las yang disetujui juga menjadi bukti mutu yang disyaratkan.

Jawaban: A.

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

No. 3 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: Pakaian pelindung las: sepatu keselamatan, celana tanpa lipatan yang menutupi sepatu, saku tertutup, dan bahan tahan percikan, terutama untuk posisi atas kepala.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** Ujung baja menahan benda jatuh; kulit sepatu menahan percikan.

• **Pernyataan 2 → Benar.** Celana yang dimasukkan ke sepatu membuat percikan mudah jatuh ke dalam sepatu.

• **Pernyataan 3 → Salah.** Jebakan: percikan yang tertampung di saku atau lipatan dapat membakar kain; saku ditutup dan celana tanpa lipatan.

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

No. 4 Kunci: E

Konsep: AWS: simbol di bawah garis referensi berlaku untuk sisi panah, simbol di atas garis untuk sisi seberang. Ukuran di kiri setiap simbol las sudut berlaku untuk sisi itu sendiri.

Langkah:

1. Panah menyentuh sambungan di sisi kanan pelat badan → sisi panah = kanan.
2. Bawah garis (6) → sisi kanan 6 mm.
3. Atas garis (4) → sisi kiri 4 mm.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: ukuran tertukar karena menganggap simbol atas sebagai sisi panah.

• **B.** ✗ Ukuran simbol atas (4) diabaikan.

• **C.** ✗ Merata-ratakan ukuran, padahal tiap sisi punya ukuran sendiri.

• **D.** ✗ Simbol di atas garis menunjukkan sisi kiri juga dilas.

• **E.** ✓ Sisi panah (kanan) 6 mm, sisi seberang (kiri) 4 mm.

Jawaban: E.

No. 5 Kunci: B, C, E

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

Konsep: Kerja aman dengan gas: katup tabung asetilen dibuka secukupnya agar dapat ditutup cepat, peralatan oksigen bebas oli/gemuk, penahan nyala balik terpasang, kebocoran diperiksa dengan air sabun, dan tabung dijauhkan dari panas.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: katup asetilen dibuka secukupnya (sekitar satu putaran) agar dapat ditutup cepat saat darurat.

• **Pernyataan 2** ✓ Oksigen bertekanan dapat membuat oli dan gemuk terbakar spontan.

• **Pernyataan 3** ✓ Mencegah nyala merambat balik ke selang dan tabung.

• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: air sabun memang benar, tetapi tanpa tekanan gas di sambungan kebocoran tidak akan terlihat; katup dibuka dan regulator disetel dulu.

• **Pernyataan 5** ✓ Panas menaikkan tekanan gas dalam tabung.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

No. 6 Kunci: C

Konsep: UU No. 1 Tahun 1970 mewajibkan pengurus menunjukkan dan menjelaskan kondisi dan bahaya tempat kerja, APD, serta cara kerja aman kepada setiap tenaga kerja baru sebelum ia bekerja; APD disediakan pengurus.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Surat pernyataan tidak menghapus kewajiban pengurus.

• **B.** ✗ Jebakan: penjelasannya ada, tetapi harus diberikan sebelum pekerja baru mulai bekerja.

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

• **C.** ✓ Sesuai kewajiban pengurus terhadap tenaga kerja baru.
• **D.** ✗ Jebakan: APD sudah disediakan, tetapi penjelasan bahaya dan cara kerja aman tetap wajib sebelum bekerja.
• **E.** ✗ Jebakan: diawasi rekan memang membantu, tetapi APD wajib disediakan pengurus dan penjelasan bahaya tetap diperlukan.

Jawaban: C.

No. 7 Kunci: A, B, E

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

Konsep: Simulator las virtual adalah perkembangan teknologi pelatihan: menghemat bahan, aman, dan memberi umpan balik parameter, tetapi tidak menggantikan praktik busur nyata dan tidak mengubah kewajiban APD.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✓ Latihan gerak tidak menghabiskan bahan habis pakai.
• **Pernyataan 2** ✓ Nilai dari simulator menunjukkan parameter yang perlu diperbaiki.
• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: simulator melatih gerak, tetapi terak, kawah las, dan panas nyata tidak ditiru; latihan itu tetap memerlukan busur nyata.
• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: mesin, elektroda, dan benda kerja nyata berbeda; setelan tetap diuji pada pelat sisa.
• **Pernyataan 5** ✓ Pemula belajar gerak dasar tanpa busur nyata.

Jawaban: pernyataan 1, 2, 5.

No. 8 Kunci: E

Konsep: Welding inspector memerlukan pengalaman praktik pengelasan serta pelatihan dan sertifikasi khusus inspeksi (membaca WPS, inspeksi visual, pelaporan).

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Sertifikat juru las membuktikan kemampuan mengelas, bukan kemampuan memeriksa.
• **B.** ✗ CAD adalah kompetensi drafter.
• **C.** ✗ Jebakan: menambah sertifikat juru las memperdalam keterampilan mengelas, tetapi bukan syarat menjadi inspector.
• **D.** ✗ Tidak menuju profesi inspector.
• **E.** ✓ Sesuai jalur pengembangan profesi inspector.

Jawaban: E.

No. 9 Kunci: E

Konsep: Ringkas (memilah) adalah langkah awal 5R: barang yang jelas tidak diperlukan disingkirkan, barang yang diragukan diberi label merah dan dikumpulkan sementara, lalu diputuskan dalam waktu tertentu (dibuang, dipindah, atau disimpan).

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: memilah memang tujuan Ringkas, tetapi membuang tanpa menilai dapat membuang alat yang masih diperlukan.
• **B.** ✗ Memberi label (Rapi) sebelum memilah hanya menata barang yang seharusnya disingkirkan.
• **C.** ✗ Membersihkan (Resik) tanpa memilah tidak mengurangi barang.
• **D.** ✗ Menambah lemari memindahkan masalah, bukan memilah.
• **E.** ✓ Memilah dengan hati-hati tanpa membuang barang yang masih diperlukan.

Jawaban: E.

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

No. 10 Kunci: D

Konsep: Harga pokok produksi per unit = total biaya produksi : jumlah unit. Harga jual dengan laba x% dari harga pokok = harga pokok × (100% + x%).

Langkah:

1. Total biaya = 4.000.000 + 400.000 + 600.000 + 2.000.000 + 200.000 = Rp7.200.000.
2. Harga pokok per kursi = 7.200.000 : 20 = Rp360.000.
3. Harga jual = 360.000 × 125% = Rp450.000.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Upah tidak dimasukkan biaya: 5.200.000 : 20 × 125% = Rp325.000.
- **B.** ✗ Ini harga pokok; laba belum ditambahkan.
- **C.** ✗ Listrik lupa dimasukkan: 7.000.000 : 20 × 125% = Rp437.500.
- **D.** ✓ Harga pokok Rp360.000 + laba 25%.
- **E.** ✗ Jebakan: laba dihitung 25% dari harga jual (360.000 : 0,75), bukan dari harga pokok.

Jawaban: D.

No. 11 Kunci: A

Konsep: Bentuk penampang kikir dipilih sesuai bentuk permukaan: kikir bulat untuk lubang dan lengkungan cekung, kikir pipih untuk permukaan dan tepi lurus, kikir segitiga untuk sudut lancip.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Bentuk kikir sesuai bentuk permukaan.
- **B.** ✗ Kikir pipih tidak dapat mengikuti lengkung dalam lubang kecil.
- **C.** ✗ Jebakan: kikir segitiga dapat masuk lubang, tetapi sudutnya menggores dinding lubang tidak merata.
- **D.** ✗ Bentuk kikir tertukar.
- **E.** ✗ Jebakan: kikir setengah bulat memang serbaguna, tetapi sisinya terbalik; sisi lengkung untuk lubang, sisi datar untuk tepi lurus.

Jawaban: A.

No. 12 Kunci: B, D

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

Konsep: Plasma memotong semua logam penghantar listrik sampai batas kapasitasnya; tebal potong bersih lebih kecil dari tebal maksimum (tepi kasar). Pemotongan gas efektif untuk baja karbon, termasuk yang tebal, tetapi tidak untuk aluminium dan baja tahan karat.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✗ Jauh melebihi kapasitas plasma 16 mm; dipotong dengan gas.
- **Pernyataan 2** ✓ Aluminium tidak dapat dipotong dengan proses pembakaran gas.
- **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: 14 mm melebihi tebal potong bersih 12 mm; tepi akan kasar, jadi lebih tepat dipotong gas.
- **Pernyataan 4** ✓ Baja tahan karat tidak dapat dipotong gas; tebal 3 mm dalam kapasitas plasma.
- **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: memperlambat gerak tidak melampaui batas kapasitas mesin.

Jawaban: pernyataan 2, 4.

No. 13 Kunci: D

Konsep: Pantulan balik (kickback) terjadi bila batu terjepit atau terpuntir di dalam alur. Cara aman: benda dijepit kuat, mesin dipegang dua tangan, tubuh di samping jalur putar batu, batu digerakkan lurus tanpa dipuntir dan tanpa tekanan berlebih.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: memuntir batu di dalam alur membuat batu terjepit dan dapat pecah atau memantul.

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

• **B.** ✗ Jebakan: bila memantul atau pecah, mesin dan serpihan mengarah ke tubuh yang segaris.
• **C.** ✗ Tekanan berlebih membuat batu terjepit dan memanas.
• **D.** ✓ Penjepitan, pegangan, dan gerak batu benar.
• **E.** ✗ Jebakan: pipa sudah dijepit, tetapi mesin satu tangan sulit dikendalikan saat memantul, dan tangan lain dekat jalur batu.

Jawaban: D.

No. 14 Kunci: A, C, D

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

Konsep: Gambar CAD mengikuti konvensi gambar teknik (garis tebal untuk tepi tampak, putus-putus untuk tersembunyi, titik-strip untuk sumbu) dan memanfaatkan fitur CAD seperti layer, MIRROR, serta penggambaran 1 : 1 di ruang model.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✓ Garis sumbu = garis tipis titik-strip (dash-dot).
• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: tepi tersembunyi digambar garis putus-putus; garis tebal kontinu untuk tepi yang tampak.
• **Pernyataan 3** ✓ Layer memudahkan menampilkan atau menyembunyikan kelompok objek.
• **Pernyataan 4** ✓ MIRROR mencerminkan objek terhadap garis sumbu.
• **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: di ruang model benda digambar 1 : 1 agar ukuran tertulis sesuai benda; skala diatur saat mencetak.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 4.

No. 15 Kunci: C

Konsep: Gambar isometri memperlihatkan bentuk tiga dimensi beserta semua batangnya. Kebutuhan bahan = jumlah (banyak batang × panjang) untuk setiap jenis batang.

Langkah:
1. Kaki: 4 × 750 = 3.000 mm.
2. Rel atas: 2 × 1.000 + 2 × 600 = 3.200 mm.
3. Rel bawah (hanya sisi pendek): 2 × 600 = 1.200 mm.
4. Total = 3.000 + 3.200 + 1.200 = 7.400 mm.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Kaki tidak dihitung.
• **B.** ✗ Jebakan: rel bawah terlewat.
• **C.** ✓ Semua batang yang tampak terhitung.
• **D.** ✗ Rel bawah dianggap sepanjang 1.000 mm.
• **E.** ✗ Jebakan: rel bawah dianggap ada di keempat sisi, padahal gambar hanya memperlihatkan dua rel bawah di sisi pendek.

Jawaban: C.

No. 16 Kunci: D

Konsep: Diameter elektroda dan arus dipilih sesuai tebal pelat: pelat lebih tebal memerlukan elektroda lebih besar dan arus lebih tinggi.

Langkah:
1. Tebal 6 mm → baris 5–8 mm.
2. Ø3,2 mm, arus 100–130 A → 115 A.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Baris pelat 2–4 mm; terlalu kecil untuk 6 mm.
• **B.** ✗ Jebakan: diameternya benar, tetapi 95 A di bawah rentang 100–130 A.

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

• **C.** ✗ Jebakan: diameternya benar, tetapi 140 A di atas rentang.
• **D.** ✓ Diameter dan arus sesuai baris 5–8 mm.
• **E.** ✗ Baris pelat 9–14 mm.

Jawaban: D.

No. 17 Kunci: 1S 2S 3B

Konsep: Uji patah las sudut memperlihatkan penetrasi dan peleburan di akar serta cacat di dalam las. Hasil luar yang baik tidak menjamin bagian dalam memenuhi kriteria.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: uji patah memeriksa bagian dalam yang tidak tampak; temuannya menentukan keputusan.
• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: kriteria yang berlaku menuntut peleburan sepanjang sambungan, bukan batas persentase.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Melanggar kriteria peleburan sampai akar.

Jawaban: Salah, Salah, Benar.

No. 18 Kunci: B

Konsep: Pelindung panas (thermal) menghentikan mesin yang dipakai melebihi siklus kerjanya. Mesin dibiarkan menyala agar kipas mendinginkannya, lalu pemakaian disesuaikan dengan siklus kerja (60% → maksimal 6 menit las tiap 10 menit).

Langkah:
1. 7 menit dari 10 menit = 70% > 60% → pelindung panas bekerja.
2. Kipas masih berputar → biarkan mesin menyala agar cepat dingin.
3. Setelah itu maksimal 6 menit las tiap 10 menit, arus tetap sesuai WPS.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: mencabut steker mematikan kipas sehingga pendinginan justru lebih lambat.
• **B.** ✓ Mendinginkan dengan kipas dan mematuhi siklus kerja.
• **C.** ✗ Air pada mesin listrik berbahaya dan merusak.
• **D.** ✗ Jebakan: arus 120 A melanggar WPS 170–190 A.
• **E.** ✗ Mengulang pola 7 menit akan melewati siklus kerja lagi.

Jawaban: B.

No. 19 Kunci: B, C, D

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

Konsep: Persiapan uji las: pemeriksaan mesin dan kabel, elektroda kering, APD lengkap, alat bantu (palu terak, sikat kawat, tang), dan benda uji pada posisi sesuai.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: terak tetap harus dibersihkan setiap lapis dengan palu terak dan sikat kawat.
• **Pernyataan 2** ✓ Mencegah sengatan dan arus tidak stabil.
• **Pernyataan 3** ✓ Elektroda hidrogen rendah dijaga tetap kering.
• **Pernyataan 4** ✓ APD lengkap.
• **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: posisi 1G adalah posisi datar; benda uji tegak mengubah posisi uji.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 4.

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

No. 20 Kunci: A, C, E

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

Konsep: Kurang peleburan (lack of fusion) terjadi bila dinding kampuh atau lapis sebelumnya tidak meleleh: arus terlalu rendah, teknik ayun tidak menahan di dinding, sudut elektroda salah, atau terak tertinggal. Perbaikan tetap dalam batas WPS.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ Arus rendah mengurangi panas di dinding kampuh.
- **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: elektroda lembap terutama menimbulkan porositas, bukan kurang peleburan dinding.
- **Pernyataan 3** ✓ Teknik ayun yang benar menahan sejenak di kedua dinding.
- **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: arus di atas WPS melanggar prosedur dan menimbulkan undercut serta percikan.
- **Pernyataan 5** ✓ Terak menjadi penghalang antara busur dan logam induk.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 5.

No. 21 Kunci: B, C, E

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

Konsep: WPS menetapkan setiap besaran untuk setiap lapis (jenis dan diameter elektroda, arus, suhu antarlapis, pembersihan). Pengelasan sesuai WPS bila semua besaran berada dalam batas.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: arusnya sesuai, tetapi jenis elektrodanya E6013, bukan E7018.
- **Pernyataan 2** ✓ E7018 Ø3,2 mm 120 A sesuai.
- **Pernyataan 3** ✓ 180 °C < 250 °C.
- **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: WPS membatasi lapis penutup 100–130 A.
- **Pernyataan 5** ✓ Lapis akar dan lapis penutup menyimpang.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

No. 22 Kunci: B

Konsep: Kampuh V dibentuk oleh dua pelat yang masing-masing dibevel setengah dari sudut kampuh. Sudut kampuh 60° → bevel tiap pelat 30°.

Langkah:

1. Sudut kampuh total 60°.
2. Bevel tiap pelat = 60° : 2 = 30°.
3. Muka akar 2 mm tidak memengaruhi sudut bevel.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Membagi 30° lagi dengan dua.
- **B.** ✓ Setengah dari sudut kampuh 60°.
- **C.** ✗ Sudut umum pada braket, bukan dari soal.
- **D.** ✗ Jebakan: 60° adalah sudut kampuh total; bila tiap pelat 60°, sudutnya menjadi 120°.
- **E.** ✗ Brander tegak lurus membuat tepi lurus tanpa bevel.

Jawaban: B.

No. 23 Kunci: 1S 2B 3B

Konsep: Pemeliharaan peralatan las gas: manometer yang rusak diperbaiki/diganti, nosel dibersihkan dengan jarum yang sesuai, dan perapat (O-ring) yang rusak diganti.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: manometer rusak memberi tekanan yang salah sehingga setelan gas tidak dapat dipercaya; regulator diperbaiki atau diganti.

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

• **Pernyataan 2 → Benar.** Jarum yang sesuai membersihkan tanpa memperbesar lubang.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Kebocoran gas di brander dapat terbakar.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

No. 24 Kunci: C

Konsep: Elektroda dipilih menurut kebutuhan: pelat tipis memerlukan busur lembut (E6013), struktur dengan syarat hidrogen rendah memerlukan E7018, las datar/horizontal yang cepat memakai E7024.

Langkah:
1. (1) Pelat tipis → E6013.
2. (2) Tegak + hidrogen rendah → E7018 (E7024 tidak untuk posisi tegak).
3. (3) Las sudut datar cepat → E7024.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Penetrasi dalam E6010 mudah membuat pelat 2 mm berlubang.
• **B.** ✗ Jebakan: E7024 tidak dapat dipakai pada posisi tegak dan bukan hidrogen rendah.
• **C.** ✓ Setiap pekerjaan mendapat elektroda yang sesuai.
• **D.** ✗ E6010 bukan elektroda hidrogen rendah.
• **E.** ✗ Jebakan: E7018 dapat dipakai, tetapi kurang cocok untuk pelat tipis dan lebih lambat dari E7024 untuk las datar.

Jawaban: C.

No. 25 Kunci: A

Konsep: Tang ampere AC bekerja dengan medan magnet yang berubah-ubah sehingga tidak dapat membaca arus searah (DC). Untuk mesin DC dipakai tang ampere AC/DC.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Jenis alat ukur tidak sesuai jenis arus.
• **B.** ✗ Setelah busur padam arus las tidak mengalir, sehingga pembacaan tetap 0 A.
• **C.** ✗ Menjepit dua kabel justru membuat medan saling meniadakan.
• **D.** ✗ Jebakan: hasil las baik menunjukkan mesin bekerja; masalahnya pada alat ukur.
• **E.** ✗ Jebakan: arus di kabel elektroda dan kabel massa sama besar; masalahnya jenis tang ampere.

Jawaban: A.

Simulasi 3 — Prediksi TKA 2026

No. 1 Kunci: A

Konsep: Kerja di ketinggian memakai sabuk pengaman tubuh penuh yang dikaitkan ke titik kuat. Pengelasan di atas juga harus mengendalikan percikan yang jatuh: area bawah dibatasi dan bahan mudah terbakar ditutup bahan tahan api.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Mengendalikan bahaya jatuh dan percikan.
• **B.** ✗ Jebakan: sabuk pinggang kurang aman untuk menahan jatuh, dan terpal plastik mudah terbakar terkena percikan.
• **C.** ✗ Kabel las bukan titik kait yang kuat dan dapat rusak.
• **D.** ✗ Jebakan: bahaya jatuh terkendali, tetapi terpal plastik mudah terbakar dan orang tetap lalu lalang di bawah.
• **E.** ✗ Jebakan: bahaya jatuh dan kardus sudah dikendalikan, tetapi percikan dapat mengenai orang yang lewat di bawah.

Jawaban: A.

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

No. 2 Kunci: B, C, D

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

Konsep: APD dipilih sesuai bahaya yang dihadapi setiap orang, termasuk pembantu dan tamu: juru las (busur, percikan), pembantu (terak, panas), operator gerinda (serpihan, bising), tamu (serpihan, benda jatuh).

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: kain tebal tidak tahan percikan dan benda panas; pemegang benda memerlukan sarung tangan kulit.
• **Pernyataan 2** ✓ APD lengkap juru las.
• **Pernyataan 3** ✓ Terak yang terpental dapat mengenai mata.
• **Pernyataan 4** ✓ Serpihan dan bising gerinda.
• **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: tirai menahan sinar busur, tetapi serpihan gerinda dan benda jatuh tetap ada; tamu memakai kacamata pengaman dan sepatu tertutup.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 4.

No. 3 Kunci: C

Konsep: Resik bukan hanya membersihkan, tetapi juga memeriksa. Kelainan (kebocoran oli, kabel rusak) ditandai agar alat tidak dipakai dan dilaporkan untuk diperbaiki.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Kebocoran dan kabel rusak tetap ada.
• **B.** ✗ Jebakan: selotip bukan perbaikan isolasi yang aman.
• **C.** ✓ Mencegah pemakaian berbahaya dan memicu perbaikan.
• **D.** ✗ Jebakan: kebocoran mungkin berkurang, tetapi kabel yang terkelupas belum ditangani dan kelainan tidak dilaporkan.
• **E.** ✗ Jebakan: melapor sudah benar, tetapi tanpa tanda mesin dapat dipakai siapa pun sebelum laporan diterima.

Jawaban: C.

No. 4 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Simbol kampuh I (dua garis tegak sejajar) berarti tepi pelat tidak dibevel; angka di dalam simbol = celah akar; letak di bawah garis = sisi panah.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** Dua garis sejajar = kampuh I (square groove).
• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: angka di antara dua garis simbol kampuh I adalah celah akar, bukan lebar manik.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Simbol di bawah garis = sisi panah.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 5 Kunci: 1S 2B 3B

Konsep: Welding supervisor mengatur dan mengawasi pelaksanaan pengelasan sesuai WPS dengan juru las berkualifikasi; QC memeriksa kesesuaian bahan, bahan habis pakai, dan hasil terhadap persyaratan.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: pengawasan tidak menggantikan kualifikasi yang disyaratkan WPS.
• **Pernyataan 2 → Benar.** Pemeriksaan bahan dan bahan habis pakai adalah tugas QC.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Supervisor mengendalikan pelaksanaan pengelasan.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

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

No. 6 Kunci: A, B, E

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

Konsep: Aturan baku AWS: simbol di bawah garis = sisi panah, di atas = sisi seberang, tidak bergantung pada ujung mana garis panah keluar. Bendera = las lapangan (tidak ada bendera khusus untuk las bengkel). Ekor memuat keterangan tambahan (proses, WPS).

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ Ekor memuat acuan prosedur atau proses.
- **Pernyataan 2** ✓ Arti sisi ditentukan letak simbol di atas/bawah garis.
- **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: bendera adalah tanda las lapangan; arah bendera tidak mengubahnya menjadi tanda las bengkel.
- **Pernyataan 4** ✗ Tanpa ekor berarti tidak ada keterangan tambahan pada simbol itu; ketentuan umum gambar dan prosedur tetap berlaku.
- **Pernyataan 5** ✓ Letak simbol terhadap garis menentukan sisi.

Jawaban: pernyataan 1, 2, 5.

No. 7 Kunci: D

Konsep: Industri rangka atap baja ringan memakai profil tipis berlapis (galvalum) yang disambung dengan sekrup sesuai sistemnya. Pengelasan merusak lapisan pelindung dan mudah melubangi profil tipis.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Pengelasan melubangi profil 0,75 mm dan merusak lapisan galvalum.
- **B.** ✗ Jebakan: cat tidak memulihkan lapisan galvalum dan tidak mengubah rancangan sambungan sekrup.
- **C.** ✗ Pekerjaan dapat dikerjakan dengan cara yang sesuai sistemnya.
- **D.** ✓ Sesuai rancangan sistem dan praktik industri baja ringan.
- **E.** ✗ Jebakan: arus rendah mengurangi lubang, tetapi tetap merusak lapisan dan menyimpang dari sistem sambungan.

Jawaban: D.

No. 8 Kunci: A, C, E

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

Konsep: Keputusan sewa atau beli membandingkan total biaya sewa selama masa pakai dengan harga beli. Makin sering alat dipakai, makin cepat harga beli tertutup.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ 4 × 150.000 = Rp600.000.
- **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: 12 × 600.000 = Rp7.200.000, masih lebih kecil dari Rp9.000.000.
- **Pernyataan 3** ✓ 9.000.000 : 600.000 = 15 bulan.
- **Pernyataan 4** ✗ Sewa 6 bulan = Rp3.600.000, jauh lebih murah dari harga beli.
- **Pernyataan 5** ✓ 10 × 150.000 = Rp1.500.000/bulan; 9.000.000 : 1.500.000 = 6 bulan.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 5.

No. 9 Kunci: B

Konsep: Teknologi pemotongan dipilih sesuai syarat: pemotongan laser menghasilkan celah potong sangat kecil dan tepi rapi untuk detail halus pada pelat tipis, sedangkan plasma terbatas pada ukuran lubang yang lebih besar.

Langkah:

1. Lubang Ø3 mm < Ø6 mm → plasma CNC bengkel gugur.
2. Baja tahan karat → gas gugur.

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

3. Ratusan lubang × 50 panel dalam 10 hari → cara manual gugur.
4. Laser CNC: Ø1 mm, 7 hari → memenuhi.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Plasma manual tidak mampu membuat lubang Ø3 mm yang rapi.
• **B.** ✓ Memenuhi ukuran lubang, mutu tepi, dan waktu.
• **C.** ✗ Jebakan: otomatis, tetapi lubang terkecil yang rapi Ø6 mm.
• **D.** ✗ Baja tahan karat tidak dapat dipotong dengan gas.
• **E.** ✗ Jebakan: dapat membuat lubang kecil, tetapi puluhan ribu lubang dan pola rumit tidak selesai rapi dalam 10 hari.

Jawaban: B.

No. 10 Kunci: E

Konsep: PP No. 50 Tahun 2012: SMK3 wajib bagi perusahaan dengan paling sedikit 100 pekerja ATAU dengan tingkat potensi bahaya tinggi. Salah satu syarat terpenuhi sudah mewajibkan, dan SMK3 diterapkan untuk perusahaan secara menyeluruh.

Langkah:
1. Syarat 1 (≥100 pekerja): tidak terpenuhi.
2. Syarat 2 (potensi bahaya tinggi): bejana tekan dan pekerjaan panas di ruang terbatas → terpenuhi.
3. "Atau" → wajib.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: hanya memakai syarat jumlah pekerja dan mengabaikan kata "atau".
• **B.** ✗ Syarat potensi bahaya tinggi sudah terpenuhi sekarang.
• **C.** ✗ Kewajiban tidak menunggu terjadinya kecelakaan.
• **D.** ✗ Jebakan: kewajibannya benar, tetapi SMK3 adalah sistem manajemen perusahaan, bukan untuk satu bagian saja.
• **E.** ✓ Syarat potensi bahaya tinggi terpenuhi.

Jawaban: E.

No. 11 Kunci: A, C

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

Konsep: Gambar potongan memperlihatkan bagian dalam benda: bidang terpotong diarsir (rongga tidak), arah panah garis potong menunjukkan arah pandang, garis potong berupa garis titik-strip yang ditebalkan di ujung, dan ukuran tetap dicantumkan.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✓ Arsiran menunjukkan bidang yang terpotong.
• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: lubang adalah rongga; rongga tidak diarsir.
• **Pernyataan 3** ✓ Panah menunjukkan arah melihat potongan.
• **Pernyataan 4** ✗ Garis potong berupa garis tipis titik-strip yang ditebalkan di ujung dan belokannya.
• **Pernyataan 5** ✗ Gambar potongan melengkapi, bukan menggantikan pencantuman ukuran.

Jawaban: pernyataan 1, 3.

No. 12 Kunci: A

Konsep: E7016: E = elektroda; 70 = kekuatan tarik minimum 70 ksi (±480 MPa); 1 = semua posisi; 6 (bersama 1) = salutan hidrogen rendah kalium, AC atau DCEP.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Sesuai arti setiap angka.
• **B.** ✗ Jebakan: satuannya ksi (ribu psi), bukan MPa; 70 MPa terlalu rendah untuk baja.
• **C.** ✗ Angka ketiga 1 berarti semua posisi; posisi datar dan horizontal saja ditandai angka 2.

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

- **D.** ✗ Salutan selulosa natrium ditandai angka akhir 0 (E6010).
- **E.** ✗ Jebakan: angka itu menyatakan kekuatan tarik, bukan kekuatan luluh.

Jawaban: A.

No. 13 Kunci: C

Konsep: ARRAY polar menyebar objek sama rata pada lingkaran: 6 lubang → sudut antarlubang 360° : 6 = 60°. Pusat-pusat lubang membentuk segi enam beraturan yang sisinya sama dengan jari-jari lingkaran.

Langkah:
1. Jari-jari PCD = 120 : 2 = 60 mm.
2. Sudut antarlubang = 60° → segitiga sama sisi → jarak = 60 mm.

Analisis setiap opsi:
- **A.** ✗ Membagi jari-jari dengan dua.
- **B.** ✗ Memakai 60 × sin 60° (≈ 52 mm), rumus yang keliru.
- **C.** ✓ Sisi segi enam = jari-jari = 60 mm.
- **D.** ✗ Jebakan: 63 mm adalah panjang busur (π × 120 : 6), bukan jarak lurus.
- **E.** ✗ Itu diameter PCD.

Jawaban: C.

No. 14 Kunci: A

Konsep: Klem massa dipasang sedekat mungkin dengan titik las pada benda yang sama, sehingga jalur arus pendek dan tidak melewati bantalan, poros, atau peralatan lain.

Analisis setiap opsi:
- **A.** ✓ Jalur arus pendek dan tidak melewati bantalan.
- **B.** ✗ Jebakan: arus dapat mengalir melalui kaki gearbox atau motor dan bantalannya.
- **C.** ✗ Arus mengalir dari rumah melalui bantalan ke poros.
- **D.** ✗ Arus melewati sambungan motor–gearbox dan bantalan motor.
- **E.** ✗ Jebakan: dekat dengan gearbox, tetapi arus mengalir dari rumah gearbox melalui bantalan ke poros.

Jawaban: A.

No. 15 Kunci: E

Konsep: Saat menembus di tengah pelat, obor diangkat lebih tinggi agar semburan logam cair tidak mengenai nosel; setelah tembus, obor diturunkan ke tinggi potong agar celah potong sempit dan tegak.

Langkah:
1. Tebal 10 mm → baris 10.
2. Tembus pada 5 mm → setelah tembus turun ke 1,5 mm.

Analisis setiap opsi:
- **A.** ✗ Urutannya terbalik.
- **B.** ✗ Jebakan: tinggi 1,5 mm tepat untuk memotong, tetapi saat menembus semburan logam cair mengenai nosel.
- **C.** ✗ Tinggi 5 mm saat memotong membuat busur panjang dan potongan miring.
- **D.** ✗ Jebakan: urutannya benar, tetapi 4 mm adalah baris pelat 6 mm.
- **E.** ✓ Sesuai baris pelat 10 mm.

Jawaban: E.

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

No. 16 Kunci: D

Konsep: Pada pemotongan gas, gerak terlalu cepat membuat garis seret melengkung tertinggal ke belakang dan bagian bawah tidak terpotong sempurna (takik). Tepi atas meleleh berbutir menandakan nyala pemanasan berlebih; garis bergelombang dan cerukan menandakan gerak tidak stabil.

Langkah:

1. Sisi 1: garis tegak lurus → hasil baik.
2. Sisi 2: tepi atas membulat berbutir → nyala pemanasan berlebih.
3. Sisi 3: garis melengkung tertinggal + takik di bawah → terlalu cepat.
4. Sisi 4: bergelombang dan berceruk → gerak tidak stabil.
5. Gilang terlalu cepat → Sisi 3, perbaikan: memperlambat gerak.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Sisi 1 adalah hasil yang baik.
- **B.** ✗ Ciri sisi 2 berasal dari nyala pemanasan berlebih, bukan kecepatan.
- **C.** ✗ Ciri sisi 4 bukan dari gerak terlalu cepat, dan mempercepat lagi memperburuk.
- **D.** ✓ Sisi dan perbaikannya sesuai.
- **E.** ✗ Jebakan: sisinya benar, tetapi tekanan oksigen sudah sesuai; penyebabnya kecepatan.

Jawaban: D.

No. 17 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: Pemeliharaan gerinda duduk: menyetel jarak sandaran sekitar 3 mm, memeriksa batu baru dengan uji bunyi, dan meratakan atau mengganti batu yang tidak rata.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 → Benar.** Celah lebar dapat menjepit benda kerja di antara sandaran dan batu.
- **Pernyataan 2 → Benar.** Uji bunyi untuk memeriksa retak.
- **Pernyataan 3 → Salah.** Jebakan: berdiri di samping mengurangi akibat bila batu pecah, tetapi batu yang bergetar harus diratakan (dressing) atau diganti.

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

No. 18 Kunci: A, C, D

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

Konsep: Pemilihan mesin las memperhatikan sumber listrik: daya mesin harus di bawah kapasitas genset; mesin las bermotor diesel mandiri. Kabel las yang panjang perlu penampang lebih besar. Polaritas DC tetap berlaku untuk semua sumber arus searah.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ Kebutuhan 4,5 kVA masih di bawah 5 kVA.
- **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: genset tidak dapat memberi daya melebihi kapasitasnya; tegangan turun dan mesin tidak bekerja baik.
- **Pernyataan 3** ✓ Motor diesel langsung menggerakkan generator lasnya.
- **Pernyataan 4** ✓ Kabel panjang berhambatan lebih besar; penampang besar mengurangi turunnya tegangan.
- **Pernyataan 5** ✗ Mesin las diesel DC tetap memiliki polaritas yang harus sesuai elektroda.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 4.

No. 19 Kunci: B

Konsep: Lingkaran pada pelat logam digores dengan jangka tusuk yang dibuka sebesar jari-jari, berpusat pada titik penitik agar kaki jangka tidak bergeser. Goresan tetap terlihat setelah pemanasan.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: bukaan jangka benar, tetapi tanpa titikan kaki jangka mudah tergelincir sehingga

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

lingkaran tidak tepat.

- **B.** ✓ Pusat tetap, jari-jari 50 mm, goresan tahan panas.
- **C.** ✗ Jebakan: jangka dibuka sebesar diameter sehingga lingkaran menjadi Ø200 mm.
- **D.** ✗ Titik-titik terpisah tidak membentuk lingkaran utuh yang tepat.
- **E.** ✗ Jebakan: pusat dan jari-jari benar, tetapi garis spidol hilang saat pelat dipanaskan.

Jawaban: B.

No. 20 Kunci: B, D, E

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

Konsep: Mesin tekuk manual dipakai dalam batas kapasitasnya, pelat dijepit tepat pada garis tekuk, jari dijauhkan dari bilah, dan sudut dilebihkan sedikit untuk mengimbangi pegas balik.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: tenaga tambahan tidak menambah kapasitas mesin; pelat 3 mm melebihi kapasitas 2 mm.
- **Pernyataan 2** ✓ Garis tekuk harus segaris dengan tepi bilah agar ukuran tepat.
- **Pernyataan 3** ✗ Jari dapat terjepit; pelat ditahan di bagian yang jauh dari bilah.
- **Pernyataan 4** ✓ Mengimbangi pegas balik.
- **Pernyataan 5** ✓ Penandaan yang terlihat memudahkan penyetelan.

Jawaban: pernyataan 2, 4, 5.

No. 21 Kunci: E

Konsep: Posisi 1F: sambungan sudut diletakkan sehingga kedua pelat miring 45° dan alur las menghadap ke atas. Sudut kerja yang membagi dua sudut sambungan menghasilkan kaki las sama; sudut jalan 70–80° menjaga busur dan terak terkendali.

Langkah:

1. Tampak ujung: elektroda harus tegak (membagi dua alur V) → sketsa 2, 3, 5.
2. Tampak samping: sudut 70–80° → hanya sketsa 5 (75°).

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: sudut jalan 75° sudah benar, tetapi elektroda condong ke salah satu pelat sehingga kaki las tidak sama.
- **B.** ✗ Sudut kerja benar, tetapi sudut jalan 45° terlalu landai.
- **C.** ✗ Jebakan: sudut kerja benar, tetapi elektroda tegak 90° tidak sesuai sudut jalan 70–80°.
- **D.** ✗ Sudut kerja dan sudut jalan keduanya tidak sesuai.
- **E.** ✓ Sudut kerja membagi dua dan sudut jalan 75°.

Jawaban: E.

No. 22 Kunci: A, D

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

Konsep: Bentuk manik mencerminkan parameter: gerak lambat atau arus rendah → manik lebar, tinggi, menumpuk (overlap); gerak cepat → manik sempit, riak lancip, undercut; parameter tepat → manik rata dan seragam.

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

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ Logam las menumpuk dan tidak melebur ke tepi → overlap.
- **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: gerak lambat membuat manik lebar, bukan sempit dengan riak lancip.
- **Pernyataan 3** ✗ Manik rata dan seragam menunjukkan parameter yang tepat.
- **Pernyataan 4** ✓ Riak lancip memanjang dan undercut adalah ciri gerak terlalu cepat.
- **Pernyataan 5** ✗ Memperlambat justru menambah tumpukan; gerak dipercepat atau arus dinaikkan ke rentang anjuran.

Jawaban: pernyataan 1, 4.

No. 23 Kunci: D

Konsep: Pelatihan difokuskan pada cacat paling sering. Undercut (18 dari 30 temuan, 60%) disebabkan arus berlebih, busur terlalu panjang, gerak terlalu cepat, atau sudut elektroda yang salah.

Langkah:

1. Total temuan = 18 + 5 + 4 + 3 = 30.
2. Undercut = 18/30 = 60% → paling sering.
3. Pelatihan: pengendalian arus, panjang busur, dan kecepatan.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Mengatasi porositas (4 temuan), bukan cacat terbanyak.
- **B.** ✗ Jebakan: terak terperangkap adalah cacat terbanyak kedua, bukan pertama.
- **C.** ✗ Ini perbaikan overlap; menaikkan arus memperparah undercut.
- **D.** ✓ Mengatasi penyebab undercut.
- **E.** ✗ Menaikkan arus dan mempercepat gerak justru menambah undercut.

Jawaban: D.

No. 24 Kunci: B

Konsep: Pemeriksaan dimensi las sudut dengan welding gauge mencakup ukuran kaki, selisih kaki, dan kecembungan. Kecembungan berlebih membentuk takik di ujung las yang memusatkan tegangan.

Langkah:

1. Kaki 6 dan 7 mm ≥ 6 mm → memenuhi.
2. Selisih 1 mm ≤ 2 mm → memenuhi.
3. Kecembungan 3 mm > 2 mm → tidak memenuhi → tidak lolos.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: kriteria kaki terpenuhi, tetapi kecembungan melebihi batas.
- **B.** ✓ Kecembungan melanggar kriteria.
- **C.** ✗ Ukuran kaki ditetapkan minimal, jadi 7 mm diperbolehkan.
- **D.** ✗ Kecembungan berlebih bukan menambah mutu; kriteria membatasinya.
- **E.** ✗ Jebakan: kaki memang tidak sama, tetapi selisih 1 mm masih dalam batas 2 mm.

Jawaban: B.

No. 25 Kunci: C

Konsep: Toleransi yang bergantung pada panjang (L/1000) dihitung untuk setiap balok. "Paling besar" berarti nilai yang sama dengan batas masih diterima.

Langkah:

1. B1: batas 3 mm; 2 mm → diterima.
2. B2: batas 4 mm; 5 mm → ditolak.
3. B3: batas 6 mm; 6 mm → diterima (sama dengan batas).

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: memakai batas tetap 3 mm untuk semua balok, atau menolak B3 yang tepat sama

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

dengan batas.

- **B.** ✗ B2 melebihi batas 4 mm.
- **C.** ✓ B1 dan B3 dalam batas masing-masing.
- **D.** ✗ B2 ditolak.
- **E.** ✗ B2 ditolak.

Jawaban: C.

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: bukti bahwa kamu mampu menepati janji belajarmu.

Lima strategi yang paling penting untuk TKA Teknik Pengelasan dan Fabrikasi Logam:

1. **Baca pertanyaannya dulu, baru ceritanya.** Kalimat pertanyaan memberi tahu angka, kondisi, atau bagian gambar mana yang perlu kamu cari di dalam cerita.
2. **Tulis rantai gejala, penyebab, dan tindakan.** Pada soal pengelasan, perbaiki penyebabnya, bukan hanya gejalanya: arus, sudut, kecepatan, panjang busur, atau elektroda yang lembap.
3. **Baca tabel dan gambar dengan teliti.** Judul kolom, satuan, sisi panah pada simbol las, kaki las atau tebal leher: satu angka atau satu garis yang tertukar mengubah jawaban.
4. **Utamakan keselamatan.** Tindakan yang menghilangkan atau mengurangi bahaya lebih tepat daripada sekadar menambah alat pelindung; ikuti prosedur, izin kerja, dan petunjuk alat.
5. **Jujur pada hasil kerja.** Cacat dilaporkan dan diperbaiki, bukan disembunyikan; ukuran dan bahan sesuai kesepakatan; catatan biaya dan hasil periksa dibuat apa adanya.

Sepekan sebelum ujian:

- Kerjakan satu Simulasi TKA pada jam yang sama dengan jadwal ujianmu, lengkap dengan batas waktunya.
- Ulangi soal yang pernah kamu jawab salah, lalu baca lagi "Strategi dan jebakan" di sub babnya.
- Hitung ulang contoh penting tanpa melihat buku: harga jual dan laba, duty cycle, panjang las menurut simbol, dan tebal leher las.
- Jangan memaksakan materi baru pada malam terakhir; siapkan perlengkapan ujian sehari sebelumnya dan beristirahatlah dengan cukup. Teruslah belajar lewat LMS Next Level Study melalui kode QR di setiap bab.

Sambungan yang kuat lahir dari persiapan yang rapi dan tangan yang tenang, bahkan pada bagian yang kelak tertutup cat dan tidak dilihat siapa pun. Ilmu yang kamu kumpulkan hari ini adalah bekal yang kelak kamu persembahkan dengan sepenuh jiwa dan raga untuk keluargamu, untuk orang-orang yang akan memakai pagar, tangga, dan rangka yang kamu kerjakan, dan untuk negeri ini. Apa pun hasil ujianmu nanti, kesungguhan yang kamu bangun selama belajar akan tetap menjadi milikmu.

Selamat berjuang.

Handaka Lumu

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

Lampiran

Lampiran 1 · Glosarium

Istilah	Arti singkat	Dibahas di
Pengelasan (*welding*)	menyambung logam dengan pencairan atau penekanan	1.1
Fabrikasi logam	rangkaian memotong, membentuk, merakit, dan menyambung logam menjadi produk	1.1
Konstruksi baja	pembuatan rangka dan struktur baja untuk bangunan, jembatan, dan sejenisnya	1.1
Perpipaan	pekerjaan membuat dan menyambung pipa beserta perlengkapannya	1.1
Perkapalan	industri pembuatan dan perbaikan kapal	1.1
Tabung bertekanan	tangki atau bejana yang menyimpan fluida bertekanan	1.1
Sheet metal	lembaran logam tipis yang dipotong, ditekuk, dan dibentuk	1.1
Metal forming	pembentukan logam tanpa pemotongan, misalnya menekuk dan menekan	1.1
Inverter	mesin las bertransformator kecil berelektronik; ringan dan hemat daya	1.1, 5.1
CNC	mesin yang bergerak mengikuti program dari komputer	1.1, 3.4
Fitter	pekerja yang menyusun dan menahan bagian sesuai gambar kerja	1.2
Juru las (*welder*)	pekerja yang mengelas sesuai prosedur	1.2
Welding inspector	pemeriksa mutu sambungan las	1.2, 6.4
Estimator	penghitung kebutuhan bahan dan biaya pekerjaan	1.2
Daftar potong (*cutting list*)	rincian bahan, panjang, dan jumlah potongan	1.2
Sertifikat kompetensi	bukti seseorang diuji terhadap standar kompetensi tertentu	1.2
Laba	selisih harga jual dengan biaya	1.2
K3LH	keselamatan, kesehatan kerja, dan lingkungan hidup	2.1
APD	alat pelindung diri	2.1
Kedok las / helm las	pelindung wajah dan mata berlensa filter untuk cahaya busur	2.1
Lensa filter (*shade*)	kaca penyaring cahaya busur; makin gelap makin kuat	2.1
Bahaya dan risiko	sumber potensi celaka dan kemungkinan serta akibatnya	2.2
Hierarki pengendalian	urutan pengendalian risiko dari eliminasi sampai APD	2.1, 2.2

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

Izin kerja panas	izin tertulis untuk pekerjaan yang menimbulkan api dan percikan	2.2
Pengawas api	orang yang bertugas mengawasi api selama dan sesudah kerja panas	2.2
Flashback (nyala balik)	nyala yang merambat balik ke selang dan perlengkapan gas	2.2, 4.3
Ruang terbatas	ruang sempit dengan jalan masuk terbatas dan udara mudah menumpuk	2.2
5R	Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin	2.3
Check sheet	lembar periksa untuk audit atau piket	2.3
Sambungan tumpul, T, sudut, tumpang, tepi	lima jenis sambungan dasar dua bagian logam	3.1
Las alur (*groove*)	las yang mengisi kampuh di antara dua bagian	3.1
Las sudut (*fillet*)	las berpenampang segitiga pada sudut sambungan	3.1
Garis referensi	garis mendatar pada simbol las yang memuat simbol dan ukuran	3.1
Sisi panah / sisi lain	sisi sambungan yang disentuh panah / sisi seberangnya	3.1
AWS A2.4	standar simbol las dari Amerika	3.1
ISO 2553	standar internasional simbol las; Sistem A memakai garis ganda	3.1
Tebal leher (a)	jarak terpendek dari sudut dalam ke permukaan las sudut	3.1, 6.3
Panjang kaki (z)	panjang sisi las sudut pada pelat	3.1, 6.3
Jarak sumbu (*pitch*)	jarak pusat ke pusat dua segmen las putus-putus	3.2
Las keliling	las yang mengelilingi seluruh sambungan	3.2
Las lapangan	las yang dikerjakan di lokasi pemasangan	3.2
Sudut kampuh	sudut gabungan kedua tepi miring pada las alur	3.2
Celah akar	jarak antara dua tepi di dasar kampuh	3.2, 6.1
Proyeksi Eropa / Amerika	dua sistem letak pandangan pada gambar; berlawanan	3.3
Garis tersembunyi	garis putus-putus untuk tepi yang tidak terlihat	3.3
Skala	perbandingan ukuran gambar dengan benda	3.3
Toleransi	penyimpangan ukuran yang masih diizinkan	3.3
Koordinat mutlak / relatif / polar	cara menyebut titik pada CAD	3.4
Extrude	menarik profil 2D menjadi benda 3D	3.4
Layer	lapisan gambar untuk memisahkan jenis garis dan keterangan	3.4
Penitik (*center punch*)	perkakas pembuat cekungan untuk mata bor	4.1
Ragum	alat penjepit benda kerja	4.1
Kikir	perkakas penghalus dan pembentuk permukaan logam	4.1

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

Gerinda tangan	perkakas bertenaga berputar untuk memotong atau meratakan	4.2
Cakram gerinda	cakram abrasif; punya batas putaran	4.2
Pelindung cakram	penutup yang menahan serpihan bila cakram pecah	4.2
Bor duduk	mesin bor berpenyangga di meja atau lantai	4.2
Kecepatan potong (Vc)	kecepatan keliling ujung mata bor	4.2
Mesin gunting (*shearing*)	mesin pemotong lembaran logam	4.2
Pemeliharaan	perawatan agar alat tetap aman dan akurat	4.2
Thermal cutting	pemotongan dengan panas	4.3
Gas cutting	pemotongan baja karbon dengan nyala pemanas dan oksigen	4.3
Brander potong	alat pembawa nyala dan oksigen pemotong	4.3
Kerf	celah yang terbentuk akibat pemotongan	4.3
Dross	terak potong yang menempel di sisi bawah	4.3
Plasma cutting	pemotongan logam penghantar dengan busur dan gas bertekanan	4.3
SMAW	las busur elektroda terbungkus	5.1
Elektroda terbungkus	kawat inti berselaput pelindung	5.2
Polaritas (DCEP / DCEN)	hubungan kutub: elektroda positif / negatif	5.1
Duty cycle	persentase periode 10 menit mesin boleh menyuplai arus tertentu	5.1
Klem massa	penjepit kabel ke benda kerja yang menutup rangkaian	5.1
Holder	pemegang elektroda	5.1
Palu terak, sikat kawat	perkakas pembersih terak dan kotoran las	5.1
Klasifikasi elektroda (E6010, E6013, E7018)	kode AWS: kekuatan tarik, posisi, selaput, arus	5.2
Hidrogen rendah	jenis selaput yang sangat peka lembap	5.2
ksi	ribu pon per inci persegi, satuan kekuatan tarik pada kode AWS	5.2
WPS	prosedur pengelasan tertulis	6.1
Posisi 1F / 1G	las sudut / las alur pada posisi datar	6.1
Las titik (*tack weld*)	las pendek penahan posisi sebelum las penuh	6.1
Jalur akar, pengisi, penutup	tahapan pengisian kampuh	6.1
Distorsi	perubahan bentuk akibat penyusutan las	6.1
Sudut kerja / sudut jalan	arah elektroda terhadap pelat / terhadap arah jalan	6.2
Panjang busur	jarak ujung elektroda ke logam cair	6.2

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

Tang ampere	alat pengukur arus pada kabel	6.3
Welding gauge	alat ukur dimensi las	6.3
Penguat las	tonjolan logam las di atas permukaan pelat	6.3
Penetrasi akar	kedalaman logam las menembus dasar sambungan	6.3
Undercut	alur pada logam induk di tepi manik	6.4
Porositas	rongga gas pada logam las	6.4
Overlap	logam las menumpang pada logam induk tanpa menyatu	6.4
Slag (terak)	sisa selaput elektroda yang menutupi manik	6.4
Spatter (percikan)	butiran logam yang terlempar saat mengelas	6.4
Kriteria penerimaan	batas hasil yang masih dinyatakan diterima	6.3, 6.4

Lampiran 2 · Daftar sumber

Buku ini tidak memuat data statistik. Semua tokoh, bengkel, usaha, dan angka dalam soal dan contoh adalah rekaan untuk latihan dan diberi keterangan di soalnya; angka setelan (arus, tekanan, kecepatan, kriteria) hanyalah contoh, dan yang berlaku adalah manual alat, WPS, dan arahan guru. Rujukan resmi dan acuan teknis buku ini:

Sumber	Dipakai untuk
Pusat Asesmen Pendidikan Kemendikdasmen, halaman kisi-kisi TKA SMK Teknik Pengelasan dan Fabrikasi Logam (diakses 18 Oktober 2026)	definisi, muatan, kompetensi, matriks asesmen, contoh soal resmi
Keputusan Kepala BSKAP Nomor 046/H/KR/2025 (Capaian Pembelajaran)	dasar muatan kisi-kisi
Soal asli TKA SMK 2025 Projek Kreatif dan Kewirausahaan	acuan bentuk dan tingkat kesulitan soal (bukan isi)
AWS A2.4 (simbol las), AWS A5.1 dan A5.5 (klasifikasi elektroda)	aturan simbol dan kode elektroda, dijelaskan dengan kalimat sendiri; teks standar tidak dibuka langsung, sehingga rincian ditandai "contoh" atau diminta dibaca dari manual
ISO 2553 (simbol las), ISO 128 (garis gambar)	aturan simbol dan garis, dijelaskan dengan kalimat sendiri
Undang-Undang Nomor 1 Tahun 1970 (Keselamatan Kerja); Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2003 (Ketenagakerjaan); Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 (Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup); Peraturan Menteri Tenaga Kerja PER.08/MEN/VII/2010 (APD)	dasar hukum K3LH pada sub bab 2.1; rujukan dari ringkasan sumber hukum dan wajib diperiksa pada teks terbaru

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

Foto alat dan hasil las diambil dari Wikimedia Commons dengan lisensi terbuka dan diberi keterangan sumber; gambar lain digambar sendiri oleh Tim Next Level Study Indonesia. Daftar lengkapnya ada pada "Daftar sumber gambar".

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. Belum ada soal asli TKA Teknik Pengelasan dan Fabrikasi Logam; bentuk soal mengikuti soal asli TKA SMK 2025 Projek Kreatif dan Kewirausahaan dan contoh resmi Pusmendik. 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 fabrikasi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.2	Enam industri pengguna	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 1.3	Konstruksi baja pada jembatan rangka	Higad Rail Fan	CC BY-SA 4.0; diubah: dipotong, diberi label Indonesia	commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=90966154
Gambar 1.4	Mesin las trafo AC dan inverter DC	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.5	Peta konsep industri dan teknologi pengelasan–fabrikasi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.6	Alur pesanan dan penanggung jawab	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.7	Contoh gambar kerja dan daftar potong	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.8	Bengkel las kecil	SATELIT BM9	CC0; diubah: dipotong, diberi label Indonesia	commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=132269012
Gambar 1.9	Komponen biaya dan harga jual	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.10	Peta konsep profesi, dokumen, dan wirausaha bengkel	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.1	Kewajiban dan hak pengurus dan pekerja	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.2	Perlengkapan pelindung juru las	Borderlands Roomba	CC BY-SA 4.0; diubah: dipotong, diberi label Indonesia	commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=131758069
Gambar 2.3	Helm las dan nomor shade	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.4	APD untuk tiap pekerjaan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.5	Daftar periksa perawatan APD	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.6	Peta konsep dasar hukum K3LH dan APD pengelasan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.7	Bahaya di sekitar titik pengelasan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.8	Matriks risiko 3 × 3	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.9	Hierarki pengendalian	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.10	Alur izin kerja panas	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.11	Penyimpanan tabung oksigen dan asetilen	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 2.12	Peta konsep bahaya dan kerja aman	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.13	Lima unsur 5R	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.14	Denah bengkel dengan garis pembatas	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.15	Rak elektroda	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.16	Contoh lembar periksa 5R	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.17	Peta konsep 5R dan budaya kerja	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.1	Lima jenis sambungan las	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.2	Jenis las dan simbol dasar AWS	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.3	Anatomi simbol AWS untuk las sudut	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.4	Anatomi simbol AWS untuk las alur V	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.5	Sisi panah dan sisi lain pada simbol AWS	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.6	Simbol pelengkap AWS	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.7	Simbol las ISO 2553 Sistem A	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.8	AWS dan ISO berdampingan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.9	Peta konsep standar tanda pengerjaan las	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.10	Lima langkah membaca simbol las AWS	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.11	Las putus-putus	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.12	Rangka penopang dengan lima simbol berbeda	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.13	Dari simbol ke persiapan kampuh	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.14	Diagram Contoh 1	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.15	Peta konsep membaca dan menganalisis tanda pengerjaan las	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.16	Proyeksi Eropa dan proyeksi Amerika	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.17	Satu benda dan tiga pandangannya	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 3.18	Jenis garis pada gambar konstruksi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.19	Dari komponen tertekuk ke pola datar	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.20	Blok bertangga dalam tiga pandangan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.21	Rangka meja dari pipa persegi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.22	Peta konsep gambar proyeksi konstruksi sederhana	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.23	Koordinat absolut, relatif, dan polar	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.24	Perintah menggambar	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.25	Perintah mengubah gambar	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.26	Dimensi, arsir, dan layer	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.27	Model 3D dasar	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.28	Profil tertutup dan kesalahan umum	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.29	Profil pelat dudukan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.30	Peta konsep gambar CAD 2D dan 3D konstruksi sederhana	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.1	Perkakas tangan yang umum di bengkel las dan fabrikasi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.2	Menandai pusat lubang pada pelat	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.3	Posisi kerja gergaji dan kikir	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.4	Memeriksa siku rangka dengan diagonal	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.5	Peta konsep perkakas tangan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.6	Gerinda tangan dan jenis cakram	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.7	Membaca label cakram dan tanda cakram yang harus diganti	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.8	Memotong hollow dengan gerinda potong duduk	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 4.9	Kecepatan putar bor menurut diameter	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.10	Contoh jadwal pemeliharaan perkakas bertenaga	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.11	Peta konsep perkakas bertenaga dan pemeliharaan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.12	Prinsip pemotongan gas	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.13	Brander potong dan nosel	Palagiri	CC BY-SA 3.0; diubah: dipotong, diberi label Indonesia	commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=26697780
Gambar 4.14	Membaca hasil potong	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.15	Prinsip pemotongan plasma	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.16	Mesin plasma dan jalur udara tekan	ich selber (Benutzer:Thomas S.)	Public domain; diubah: dipotong, diberi label Indonesia	commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=28110768
Gambar 4.17	Peta konsep pemotongan logam dengan panas	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.1	Prinsip las SMAW	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.2	Rangkaian mesin las SMAW	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.3	Jenis mesin las SMAW	Klaudio (Claudio Nardi)	CC BY-SA 3.0; diubah: dipotong, diberi label Indonesia	commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1302978
Gambar 5.4	Polaritas DCEP, DCEN, dan AC	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.5	Pelat nama dan duty cycle	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.6	Peta konsep mesin las SMAW dan persiapan alat	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.7	Elektroda terbungkus dan bagian-bagiannya	tidak disebut	Public domain; diubah: dipotong, diberi label Indonesia	commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1706462
Gambar 5.8	Anatomi kode elektroda E7018	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.9	Perbandingan elektroda baja karbon yang umum	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—

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

Gambar	Judul	Pembuat	Lisensi	Sumber
Gambar 5.10	Contoh keterangan pada kemasan elektroda	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.11	Menyimpan dan mengeringkan elektroda	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.12	Peta konsep kode dan spesifikasi elektroda	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.1	Contoh lembar WPS sederhana	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.2	Posisi 1G dan 1F	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.3	Geometri kampuh V	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.4	Urutan jalur pada kampuh V	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.5	Distorsi sudut dan cara mencegahnya	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.6	Aliran logam cair pada las sudut	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.7	Peta konsep mengelas pelat 1F dan 1G sesuai WPS	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.8	Parameter pengelasan SMAW dan pengaturnya	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.9	Pengaruh arus pada bentuk manik las	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.10	Panjang busur: terlalu pendek, tepat, terlalu panjang	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.11	Pengaruh kecepatan jalan pada manik las	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.12	Sudut kerja dan sudut jalan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.13	Pola ayunan dan jeda di tepi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.14	Tabel gejala, penyebab, dan tindakan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.15	Peta konsep parameter pengelasan SMAW	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.16	Tang ampere dan cara memasangnya	No machine-readable author provided. Redecke~commonswiki assumed (based on copyright claims).	Public domain; diubah: dipotong, diberi label Indonesia	commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=737336
Gambar 6.17	Jenis welding gauge	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.18	Kaki dan tebal leher las sudut	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 6.19	Ukuran las alur	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.20	Penampang las pada kertas berpetak	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.21	Peta konsep alat ukur dan pemeriksaan dimensi las	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.22	Inspeksi sebelum, selama, dan sesudah mengelas	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.23	Terak, percikan, dan alat pembersihnya	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.24	Delapan cacat las	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.25	Undercut dan overlap	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.26	Hasil las baik dan hasil las bercacat	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.27	Alur keputusan hasil inspeksi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.28	Empat penampang las sudut untuk Contoh 1	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.29	Peta konsep inspeksi visual cacat las	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—

Tabel silang sub bab dan soal

Sub bab	Soal
1.1 · Industri pengguna dan perkembangan teknologi pengelasan dan fabrikasi	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; Latihan 1.1 no. 5; Kuis Bab 1 no. 3; Kuis Bab 1 no. 4; Kuis Bab 1 no. 6; Kuis Bab 1 no. 9; Kuis Bab 1 no. 10; Kuis Bab 1 no. 15; Kuis Bab 1 no. 16; Kuis Bab 1 no. 17; Kuis Bab 1 no. 20; Kuis Bab 1 no. 21; Kuis Bab 1 no. 24; Kuis Bab 1 no. 25; Simulasi 1 no. 4; Simulasi 1 no. 7; Simulasi 2 no. 2; Simulasi 2 no. 7; Simulasi 3 no. 7; Simulasi 3 no. 9
1.2 · Profesi, job profile, dan wirausaha bengkel	Bedah Prediksi 07 no. 5; Latihan 1.2 no. 1; Latihan 1.2 no. 2; Latihan 1.2 no. 3; Latihan 1.2 no. 4; Latihan 1.2 no. 5; Kuis Bab 1 no. 1; Kuis Bab 1 no. 2; Kuis Bab 1 no. 5; Kuis Bab 1 no. 7; Kuis Bab 1 no. 8; Kuis Bab 1 no. 11; Kuis Bab 1 no. 12; Kuis Bab 1 no. 13; Kuis Bab 1 no. 14; Kuis Bab 1 no. 18; Kuis Bab 1 no. 19; Kuis Bab 1 no. 22; Kuis Bab 1 no. 23; Simulasi 1 no. 1; Simulasi 1 no. 6; Simulasi 2 no. 8; Simulasi 2 no. 10; Simulasi 3 no. 5; Simulasi 3 no. 8
2.1 · Dasar hukum K3LH dan alat pelindung diri pengelasan	Bedah Prediksi 07 no. 3; Latihan 2.1 no. 1; Latihan 2.1 no. 2; Latihan 2.1 no. 3; Latihan 2.1 no. 4; Latihan 2.1 no. 5; Kuis Bab 2 no. 1; Kuis Bab 2 no. 2; Kuis Bab 2 no. 3; Kuis Bab 2 no. 5; Kuis Bab 2 no. 8; Kuis Bab 2 no. 10; Kuis Bab 2 no. 11; Kuis Bab 2 no. 13; Kuis Bab 2 no. 14; Kuis Bab 2 no. 21; Kuis Bab 2 no. 22; Kuis Bab 2 no. 23; Simulasi 1 no. 8; Simulasi 1 no. 9; Simulasi 2 no. 3; Simulasi 2 no. 6; Simulasi 3 no. 2; Simulasi 3 no. 10

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

Sub bab	Soal
2.2 · Bahaya di tempat kerja dan kerja aman sesuai prosedur	Bedah Prediksi 07 no. 6; Latihan 2.2 no. 1; Latihan 2.2 no. 2; Kuis Bab 2 no. 4; Kuis Bab 2 no. 6; Kuis Bab 2 no. 7; Kuis Bab 2 no. 16; Kuis Bab 2 no. 17; Kuis Bab 2 no. 20; Simulasi 1 no. 10; Simulasi 2 no. 5; Simulasi 3 no. 1
2.3 · 5R pada pengelasan, kerja bangku, dan pemesinan dasar	Bedah Prediksi 07 no. 8; Latihan 2.3 no. 1; Latihan 2.3 no. 2; Kuis Bab 2 no. 9; Kuis Bab 2 no. 12; Kuis Bab 2 no. 15; Kuis Bab 2 no. 18; Kuis Bab 2 no. 19; Kuis Bab 2 no. 24; Kuis Bab 2 no. 25; Simulasi 1 no. 3; Simulasi 2 no. 9; Simulasi 3 no. 3
3.1 · Standar tanda pengerjaan las: AWS dan ISO	Bedah Prediksi 07 no. 4; Latihan 3.1 no. 1; Latihan 3.1 no. 2; Kuis Bab 3 no. 1; Kuis Bab 3 no. 2; Kuis Bab 3 no. 3; Kuis Bab 3 no. 5; Kuis Bab 3 no. 6; Kuis Bab 3 no. 7; Simulasi 1 no. 5; Simulasi 2 no. 1; Simulasi 3 no. 6
3.2 · Membaca dan menganalisis gambar tanda pengerjaan las	Bedah Prediksi 07 no. 12; Latihan 3.2 no. 1; Latihan 3.2 no. 2; Kuis Bab 3 no. 4; Kuis Bab 3 no. 8; Kuis Bab 3 no. 9; Kuis Bab 3 no. 12; Kuis Bab 3 no. 13; Kuis Bab 3 no. 14; Kuis Bab 3 no. 15; Simulasi 1 no. 11; Simulasi 2 no. 4; Simulasi 3 no. 4
3.3 · Gambar proyeksi konstruksi sederhana	Bedah Prediksi 07 no. 14; Latihan 3.3 no. 1; Latihan 3.3 no. 2; Kuis Bab 3 no. 10; Kuis Bab 3 no. 11; Kuis Bab 3 no. 16; Kuis Bab 3 no. 17; Kuis Bab 3 no. 21; Kuis Bab 3 no. 24; Simulasi 1 no. 2; Simulasi 2 no. 15; Simulasi 3 no. 11
3.4 · Gambar CAD 2D dan 3D konstruksi sederhana	Bedah Prediksi 07 no. 17; Latihan 3.4 no. 1; Latihan 3.4 no. 2; Kuis Bab 3 no. 18; Kuis Bab 3 no. 19; Kuis Bab 3 no. 20; Kuis Bab 3 no. 22; Kuis Bab 3 no. 23; Kuis Bab 3 no. 25; Simulasi 1 no. 17; Simulasi 2 no. 14; Simulasi 3 no. 13
4.1 · Perkakas tangan: jenis dan penggunaannya	Bedah Prediksi 07 no. 10; Latihan 4.1 no. 1; Latihan 4.1 no. 2; Kuis Bab 4 no. 1; Kuis Bab 4 no. 3; Kuis Bab 4 no. 5; Kuis Bab 4 no. 6; Kuis Bab 4 no. 7; Simulasi 1 no. 14; Simulasi 2 no. 11; Simulasi 3 no. 19
4.2 · Perkakas bertenaga dan pemeliharaan perkakas	Bedah Prediksi 07 no. 21; Latihan 4.2 no. 1; Latihan 4.2 no. 2; Latihan 4.2 no. 3; Latihan 4.2 no. 4; Latihan 4.2 no. 5; Kuis Bab 4 no. 2; Kuis Bab 4 no. 4; Kuis Bab 4 no. 8; Kuis Bab 4 no. 9; Kuis Bab 4 no. 12; Kuis Bab 4 no. 15; Kuis Bab 4 no. 18; Kuis Bab 4 no. 20; Kuis Bab 4 no. 23; Kuis Bab 4 no. 25; Simulasi 1 no. 15; Simulasi 1 no. 20; Simulasi 2 no. 13; Simulasi 2 no. 23; Simulasi 3 no. 17; Simulasi 3 no. 20
4.3 · Pemotongan logam dengan panas: gas cutting dan plasma cutting	Bedah Prediksi 07 no. 11; Latihan 4.3 no. 1; Latihan 4.3 no. 2; Latihan 4.3 no. 3; Latihan 4.3 no. 4; Latihan 4.3 no. 5; Kuis Bab 4 no. 10; Kuis Bab 4 no. 11; Kuis Bab 4 no. 13; Kuis Bab 4 no. 14; Kuis Bab 4 no. 16; Kuis Bab 4 no. 17; Kuis Bab 4 no. 19; Kuis Bab 4 no. 21; Kuis Bab 4 no. 22; Kuis Bab 4 no. 24; Simulasi 1 no. 13; Simulasi 1 no. 18; Simulasi 2 no. 12; Simulasi 2 no. 22; Simulasi 3 no. 15; Simulasi 3 no. 16

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

Sub bab	Soal
5.1 · Mesin las SMAW dan persiapan alat	Bedah Prediksi 07 no. 15; Latihan 5.1 no. 1; Latihan 5.1 no. 2; Latihan 5.1 no. 3; Latihan 5.1 no. 4; Latihan 5.1 no. 5; Kuis Bab 5 no. 1; Kuis Bab 5 no. 2; Kuis Bab 5 no. 3; Kuis Bab 5 no. 5; Kuis Bab 5 no. 6; Kuis Bab 5 no. 7; Kuis Bab 5 no. 8; Kuis Bab 5 no. 9; Kuis Bab 5 no. 10; Kuis Bab 5 no. 11; Kuis Bab 5 no. 12; Kuis Bab 5 no. 14; Kuis Bab 5 no. 15; Kuis Bab 5 no. 16; Kuis Bab 5 no. 17; Kuis Bab 5 no. 18; Simulasi 1 no. 21; Simulasi 1 no. 22; Simulasi 2 no. 18; Simulasi 2 no. 19; Simulasi 3 no. 14; Simulasi 3 no. 18
5.2 · Kode dan spesifikasi elektroda SMAW	Bedah Prediksi 07 no. 13; Latihan 5.2 no. 1; Latihan 5.2 no. 2; Kuis Bab 5 no. 4; Kuis Bab 5 no. 13; Kuis Bab 5 no. 19; Kuis Bab 5 no. 20; Kuis Bab 5 no. 21; Kuis Bab 5 no. 22; Kuis Bab 5 no. 23; Kuis Bab 5 no. 24; Kuis Bab 5 no. 25; Simulasi 1 no. 16; Simulasi 2 no. 24; Simulasi 3 no. 12
6.1 · Mengelas pelat baja karbon posisi 1F dan 1G sesuai WPS	Bedah Prediksi 07 no. 22; Latihan 6.1 no. 1; Latihan 6.1 no. 2; Kuis Bab 6 no. 1; Kuis Bab 6 no. 2; Kuis Bab 6 no. 4; Kuis Bab 6 no. 7; Kuis Bab 6 no. 8; Simulasi 1 no. 19; Simulasi 2 no. 21; Simulasi 3 no. 21
6.2 · Parameter pengelasan: arus, sudut elektroda, kecepatan, dan panjang busur	Bedah Prediksi 07 no. 18; Latihan 6.2 no. 1; Latihan 6.2 no. 2; Kuis Bab 6 no. 3; Kuis Bab 6 no. 5; Kuis Bab 6 no. 6; Kuis Bab 6 no. 15; Kuis Bab 6 no. 16; Simulasi 1 no. 23; Simulasi 2 no. 16; Simulasi 3 no. 22
6.3 · Welding gauge, tang ampere, serta pemeriksaan dimensi dan penetrasi	Bedah Prediksi 07 no. 19; Latihan 6.3 no. 1; Latihan 6.3 no. 2; Latihan 6.3 no. 3; Latihan 6.3 no. 4; Latihan 6.3 no. 5; Kuis Bab 6 no. 9; Kuis Bab 6 no. 10; Kuis Bab 6 no. 11; Kuis Bab 6 no. 12; Kuis Bab 6 no. 13; Kuis Bab 6 no. 14; Kuis Bab 6 no. 17; Kuis Bab 6 no. 21; Kuis Bab 6 no. 23; Kuis Bab 6 no. 24; Simulasi 1 no. 12; Simulasi 1 no. 25; Simulasi 2 no. 17; Simulasi 2 no. 25; Simulasi 3 no. 24; Simulasi 3 no. 25
6.4 · Inspeksi visual cacat las	Bedah Prediksi 07 no. 24; Latihan 6.4 no. 1; Latihan 6.4 no. 2; Kuis Bab 6 no. 18; Kuis Bab 6 no. 19; Kuis Bab 6 no. 20; Kuis Bab 6 no. 22; Kuis Bab 6 no. 25; Simulasi 1 no. 24; Simulasi 2 no. 20; Simulasi 3 no. 23

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

NEXT LEVEL STUDY INDONESIA

Era Baru Pendidikan

TKA SMK TPFL

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 Pengelasan dan Fabrikasi Logam: 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-smktpfl

GRATIS · TIDAK UNTUK DIPERJUALBELIKAN

SMKTPFL · Edisi 1 · Gratis untuk pelajar Indonesia · 2026/2027