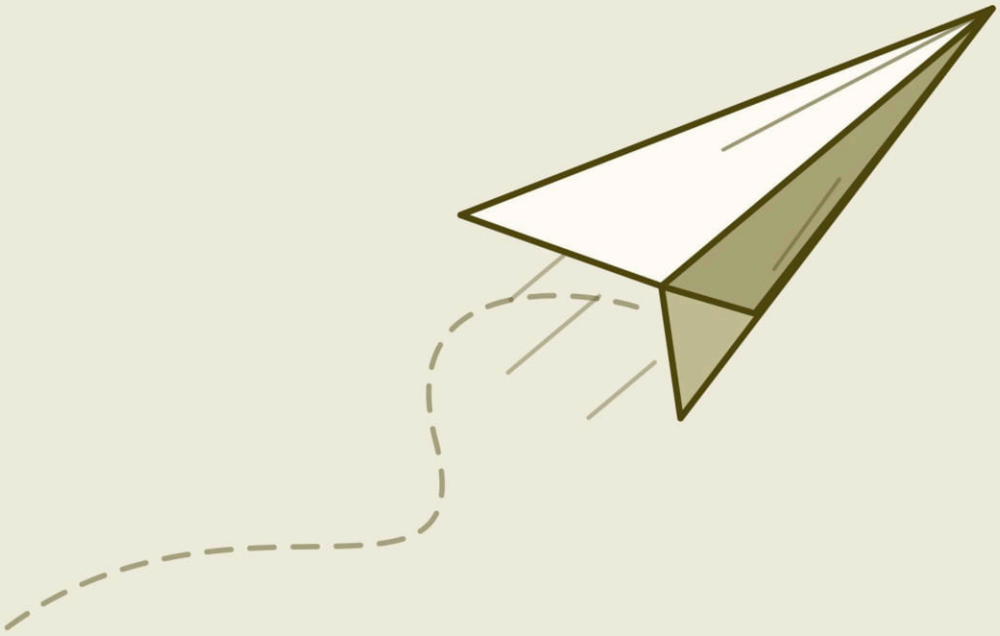
TKA SMK

TEKNIK GEOLOGI PERTAMBANGAN

Materi, Strategi, dan Simulasi



Handaka Lumu
by Next Level Study Indonesia

2026/2027 · SMKTGP

TKA SMK TEKNIK GEOLOGI PERTAMBANGAN

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 Geologi Pertambangan: 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 SMKTGP

© 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-geologi-pertambangan-smk-mak

Kata Pengantar

Kamu yang sedang bersiap,

Terima kasih sudah membuka buku ini. Hampir semua yang ada di sekitarmu pernah berada di dalam bumi: batu pada fondasi rumah, pasir pada jalan, semen pada tembok, logam pada ponsel, dan batubara pada listrik yang menyalakan lampu belajarmu. Sebelum semua itu sampai ke tanganmu, ada orang yang membaca batuan, mengukur lereng, memetakan singkapan, dan menjaga agar tambang tetap aman. Kelak, orang itu bisa jadi kamu.

Buku ini lahir dari kenyataan sederhana. Soal TKA SMK jarang bertanya apa nama sebuah alat. Soalnya bercerita tentang crusher yang berdebu, kompas yang melenceng di dekat ekskavator, peta kontur untuk menentukan letak kolam pengendap, atau mandor yang memintamu mengambil sampel hanya dari bagian yang kaya bijih, lalu kamu diminta memilih tindakan yang paling tepat. Karena itu buku ini menuntun kamu memahami, bukan menghafal.

Setiap sub bab menjelaskan materinya lebih dulu secara utuh, dengan foto, gambar, dan contoh yang dihitung langkah demi langkah, baru kemudian strategi menjawab dan jebakan yang sering dipasang. Di akhir setiap bab ada kuis, dan di akhir buku ada simulasi TKA yang berwaktu seperti ujian sesungguhnya. Buku ini tidak menjanjikan nilai tertentu. Yang bisa saya janjikan hanyalah penjelasan yang jujur dan latihan yang terarah.

Bacalah berurutan. Siapkan pensil, penggaris, dan kertas coretan, karena kamu akan sering membaca peta dan menghitung. Bila skor kuis belum memuaskan, ulangi sub bab yang ditunjuk tabel anjuran. Latihan yang sama ada di LMS NLS lewat kode QR.

Ahli geologi dan teknisi tambang yang baik mencatat apa yang benar-benar ia lihat, bukan apa yang ingin ia lihat. Ia mengukur ulang data yang meragukan, menolak perintah yang melanggar keselamatan, dan jujur walaupun tidak ada yang mengawasi. Belajarlah dengan sikap yang sama, dan berjanjilah untuk tidak berhenti di tengah jalan. Persembahkan kesungguhanmu untuk orang tua yang menunggu kabar baik, untuk guru yang sabar menuntunmu, dan untuk negeri yang kekayaan buminya kelak kamu jaga. 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 5 bab materi (Bagian B), uji kesiapanmu dengan simulasi TKA berwaktu (Bagian C), lalu cocokkan jawaban dan pelajari pembahasannya (Bagian D).

Peta belajar

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

Tanda di dalam buku

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

Kode

SMKTGP-1.2 = sub bab 1.2; SMKTGP-KB1 = kuis akhir bab 1; SMKTGP-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-smktgp

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

Daftar Isi

Kata Pengantar ii
Panduan Memakai Buku iii
Bagian A · Mengenal TKA Teknik Geologi Pertambangan 1
Bagian B · Materi 10
Bab 1 · Wawasan Dunia Kerja Bidang Geologi Pertambangan 10
Sub bab 1.1 · Profil jabatan serta tugas dan peran profesi di bidang pertambangan 11
Sub bab 1.2 · Teknologi Industri 4.0 dan digitalisasi di bidang geologi pertambangan 23
Sub bab 1.3 · Isu perubahan iklim dan praktik pertambangan berkelanjutan 37
Kuis Akhir Bab 1 51
Bab 2 · Kecakapan Kerja Dasar, K3LH, dan Budaya Kerja 65
Sub bab 2.1 · Bahaya fisik, kimia, biologis, dan ergonomis di tempat kerja 66
Sub bab 2.2 · Prosedur darurat kebakaran, gempa, dan kecelakaan 79
Sub bab 2.3 · Penggunaan alat pelindung diri dasar 95
Sub bab 2.4 · Penerapan budaya kerja 5R di laboratorium, gudang alat, dan lapangan 110
Sub bab 2.5 · Etika kerja di lingkungan kerja 123
Kuis Akhir Bab 2 135
Bab 3 · Gambar Teknik 148
Sub bab 3.1 · Proyeksi ortogonal tampak depan, atas, dan samping 149
Sub bab 3.2 · Proyeksi piktorial isometri dan dimetri 163
Sub bab 3.3 · Skala peta numerik dan grafis 177
Sub bab 3.4 · Orientasi arah utara pada peta 191
Sub bab 3.5 · Garis kontur, interval kontur, dan kemiringan lereng 208
Kuis Akhir Bab 3 227
Bab 4 · Dasar-Dasar Geologi 240
Sub bab 4.1 · Pengertian, ruang lingkup, dan cabang ilmu geologi 241
Sub bab 4.2 · Struktur lapisan bumi dan karakteristiknya 255
Sub bab 4.3 · Genesa batuan dan siklus batuan 271
Sub bab 4.4 · Deskripsi fisik dan penentuan jenis batuan 287
Sub bab 4.5 · Gaya endogen dan eksogen serta bentang alam yang dihasilkan 305
Sub bab 4.6 · Jenis dan fungsi peralatan geologi lapangan 322
Sub bab 4.7 · Langkah kerja dan analisis data pengukuran geologi lapangan 337
Kuis Akhir Bab 4 356
Bab 5 · Teknik Dasar Penambangan 370
Sub bab 5.1 · Urutan tahapan penambangan dari prospeksi hingga reklamasi 371
Sub bab 5.2 · Metode penambangan dan contoh komoditasnya 387
Sub bab 5.3 · Faktor pemilihan metode penambangan 404
Sub bab 5.4 · Kegiatan eksplorasi: pemetaan dan pemboran 422
Sub bab 5.5 · Kegiatan eksploitasi bahan galian 439
Sub bab 5.6 · Pengolahan bahan galian: crushing, grinding, dan screening 456
Kuis Akhir Bab 5 472

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

Bagian C · Simulasi TKA 485
Simulasi 1 — Prediksi TKA 2026 486
Simulasi 2 — Prediksi TKA 2026 501
Simulasi 3 — Prediksi TKA 2026 516
Bagian D · Kunci dan Pembahasan 531
Penutup 634
Lampiran 636

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Bagian A · Mengenal TKA Teknik Geologi Pertambangan

Apa itu TKA SMK Teknik Geologi Pertambangan

Tes Kemampuan Akademik (TKA) Teknik Geologi Pertambangan adalah mata pelajaran **pilihan** pada TKA jenjang SMK/MAK, untuk murid program keahlian Teknik Geologi Pertambangan. Kerangka asesmen TKA SMK/MAK dari Pusat Asesmen Pendidikan (Pusmendik) Kemendikdasmen menyusun soal dalam tiga level berpikir (pengetahuan dan pemahaman, aplikasi, penalaran) dan dalam tiga bentuk (pilihan ganda, pilihan ganda kompleks pilih lebih dari satu, dan pilihan ganda kompleks kategori Benar/Salah). Setiap soal berdiri sendiri, tidak berkaitan dengan soal lain.

Yang diuji bukan seberapa banyak nama batuan, alat, atau istilah yang kamu hafal, tetapi apakah kamu mengerti cara bekerja yang benar di laboratorium, gudang inti bor, lapangan, atau tambang, lalu dapat memakainya untuk memutuskan dalam kasus nyata.

> **Catatan jujur tentang acuan buku ini.** Rincian kisi-kisi Teknik Geologi Pertambangan dimuat di situs Pusmendik. Saat buku ini disusun (Oktober 2026), halaman itu tidak dapat dibuka, sehingga lima bab buku ini disusun dari **Peta Topik Bank Soal NLS**, yang dirumuskan dari kisi-kisi resmi tersebut, dan dari paket latihan NLS. Bila kisi-kisi resmi yang kamu baca berbeda, ikuti kisi-kisi resmi, dan edisi berikutnya akan menyesuaikan. Buku ini juga tidak menuliskan "batasan resmi" yang belum terbaca; batasan yang dijaga buku ini dinyatakan sebagai batasan buku.

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

> **Catatan jujur tentang soal asli.** Untuk mapel Teknik Geologi Pertambangan belum ada soal asli TKA yang dapat dimuat. Satu-satunya soal asli TKA SMK 2025 adalah mapel Projek Kreatif dan Kewirausahaan. Soal-soal di buku ini adalah soal latihan yang disusun tim NLS dengan bentuk, panjang, dan tingkat kesulitan yang mengikuti soal asli itu. Karena itu buku ini **tidak** memuat bedah soal asli dan tidak memuat tabel persentase benar nasional: datanya memang belum ada, dan angka tidak dikarang.

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

Apa yang diuji: lima bab

Buku ini membagi muatan menjadi lima bab sesuai Peta Topik Bank Soal NLS. Setiap bab dipecah menjadi sub bab, satu sub bab untuk satu subtopik.

Bab	Isi	Sub bab
1. Wawasan dunia kerja bidang geologi pertambangan	profesi dan perannya, teknologi Industri 4.0 dan digitalisasi, perubahan iklim dan pertambangan berkelanjutan	3
2. Kecakapan kerja dasar, K3LH, dan budaya kerja	bahaya fisik, kimia, biologis, dan ergonomis; prosedur darurat; alat pelindung diri; budaya kerja 5R; etika kerja	5
3. Gambar teknik	proyeksi ortogonal, proyeksi piktorial (isometri dan dimetri), skala peta, arah utara dan azimut, garis kontur dan kemiringan lereng	5
4. Dasar-dasar geologi	ruang lingkup geologi, lapisan bumi, genesa batuan dan siklus batuan, deskripsi batuan, gaya endogen dan eksogen, alat geologi lapangan, pengukuran geologi lapangan	7
5. Teknik dasar penambangan	tahapan penambangan, metode penambangan, faktor pemilihan metode, eksplorasi, eksploitasi, pengolahan bahan galian	6

Dari 150 soal prediksi NLS yang dipakai di buku ini (enam paket berisi 25 soal), sebarannya sebagai berikut.

Bab	Soal prediksi NLS (dari 150)	Porsi
1. Wawasan dunia kerja	17	11 %
2. Kecakapan kerja dasar, K3LH, dan budaya kerja	28	19 %
3. Gambar teknik	29	19 %
4. Dasar-dasar geologi	40	27 %
5. Teknik dasar penambangan	36	24 %

Angka di atas adalah sebaran soal latihan dan simulasi buku ini, bukan jumlah soal TKA yang sebenarnya. Gunakan sebagai petunjuk **ke mana waktu belajar sebaiknya dibagi**: Bab 4 dan Bab 5 pantas mendapat waktu paling banyak, tetapi jangan meremehkan Bab 3. Gambar teknik tampak sedikit soalnya, padahal banyak soalnya memerlukan hitungan dan membaca peta, dan keterampilan itu baru bagi banyak siswa.

Batasan yang dijaga buku ini

Sampai kisi-kisi resmi terbaca, buku ini menjaga batasan berikut agar kedalaman belajar sesuai kompetensi SMK.

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

Bagian	Batasan buku ini	Artinya bagi kamu
Hitungan	aritmetika dan perbandingan sederhana: skala, azimut, kemiringan, volume dan tonase, perolehan inti, nisbah pengupasan	semua hitungan bisa diselesaikan dengan kalkulator sederhana dan tertib langkah
Peledakan	hanya tingkat kewaspadaan dan prosedur, tanpa merancang pola ledak	kamu perlu tahu apa yang boleh dan tidak boleh dilakukan di dekat lokasi peledakan
Geologi	tingkat SMK: batuan, lapisan bumi, bentang alam, pengukuran lapangan dasar	tanpa konsep tingkat kuliah
Dokumen dan izin	prinsip dan alur, tanpa nomor pasal	kamu menalar tahapan dan tanggung jawab, bukan menghafal peraturan

Konteks soal: dunia kerja yang kamu kenal

Soal TKA SMK disajikan dalam konteks dunia kerja. Dalam paket latihan buku ini, hampir setiap soal dimulai dengan sebuah tempat kerja: tambang batubara atau nikel, quarry andesit, unit crusher, gudang inti bor, laboratorium preparasi sampel, atau lintasan pemetaan di sebuah sungai. Tokohnya sering geolog, juru bor, sampler, operator alat berat, atau murid SMK yang sedang praktik kerja lapangan (PKL). Kasusnya berupa keputusan kerja: memilih APD, menentukan langkah pertama saat darurat, membaca data pengukuran, memilih metode penambangan, atau menghitung produksi.

Konteks	Contoh pada paket latihan buku ini
K3LH	dump truck terguling di jalan menurun, sopir mengeluh nyeri punggung, solar menetes: tentukan tindakan pertama
Budaya kerja	gudang inti bor berantakan, kotak berlabel pudar: tentukan langkah 5R yang tepat
Gambar teknik	peta kontur dan lima calon lokasi kolam pengendap, atau kompas yang harus dipakai kembali ke kemah dalam kabut
Dasar geologi	lembah lurus berbatuan hancur, bukit batugamping bercekungan: tentukan tenaga yang membentuknya
Teknik penambangan	empat usulan proyek dengan bentuk endapan berbeda: tentukan metode yang cocok

Cerita pembuka itu biasanya pendek. Sebagian isinya hanya latar (nama kota, tahun), tetapi **angka, satuan, dan syaratnya penting**: "interval kontur 5 m", "pembesaran 200 %", "perolehan inti minimal 90 %", "batas nisbah paling besar 6". Satu kata dapat mengubah tindakan yang benar. Dalam buku ini setiap kasus ditutup dengan keterangan bahwa nama orang, lembaga, dan datanya disusun untuk latihan dan bersifat fiktif.

Tiga tingkat berpikir

Kerangka asesmen TKA SMK/MAK menyusun soal dalam tiga level kognitif.

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

Level	Yang diminta	Contoh dunia geologi pertambangan
1. Pengetahuan dan Pemahaman	memahami dan mengidentifikasi	memahami tahapan penambangan, fungsi alat geologi, lapisan bumi, dan jenis batuan
2. Aplikasi	menerapkan, menggunakan, menghitung	memakai skala dan kontur, menghitung azimut balik atau kemiringan, memilih APD sesuai bahaya, menghitung tonase dan ritase
3. Penalaran	membandingkan dan mengevaluasi	membandingkan metode penambangan, menilai data pengukuran yang meragukan, menilai tindakan yang melanggar SOP

Pada soal Teknik Geologi Pertambangan, level 3 jarang berupa konsep yang sulit. Kesulitannya biasanya terletak pada **memilih tindakan terbaik dari beberapa pilihan yang tampak masuk akal**, pada pilihan yang benar di satu syarat tetapi melanggar syarat lain, atau pada hitungan yang terdiri dari beberapa langkah.

Bentuk soal dan cara menjawabnya

Kerangka asesmen memuat tiga bentuk soal.

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

Pilihan ganda. Pada soal Teknik Geologi Pertambangan, pilihan sering berupa tindakan yang kedengarannya sama-sama baik. Bandingkan setiap pilihan dengan **semua** keadaan di soal. Pilihan yang aman tetapi tidak menghentikan bahaya, atau yang menghentikan bahaya tetapi melupakan keselamatan orang lain, tetap salah.

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

►. Pukul 14.10 (2027), Dimas, siswa PKL di tambang batubara PT Bara Selatan, melihat dump truck terguling di jalan menurun (ramp) menuju pit. Sopir masih sadar di dalam kabin dan mengeluh nyeri hebat di punggung. Tidak terlihat api, tetapi solar menetes dari tangki. Truk lain biasanya melintas di ramp itu setiap 3 menit. Dimas membawa radio genggam yang terhubung ke kanal darurat tambang.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan pertama yang paling tepat dilakukan Dimas adalah ....

A. Menarik sopir keluar dari kabin, lalu membawanya ke pos P3K
B. Memotret truk untuk bahan laporan, lalu memanggil rekan PKL ke lokasi
C. Menyiram tetesan solar dengan air sebelum mendekati kabin truk
D. Berlari ke kantor lapangan untuk melapor langsung ke pengawas
E. Melapor lewat kanal darurat dan meminta truk lain ditahan di ramp

Pembahasan **Kunci: E**

Konsep: Prosedur darurat kecelakaan: amankan lokasi agar tidak ada korban tambahan, laporkan segera melalui jalur darurat agar tim tanggap darurat datang, dan jangan memindahkan korban yang diduga cedera tulang belakang kecuali ada bahaya langsung seperti api.

Langkah:
1. Bahaya tambahan terbesar: truk lain yang datang setiap 3 menit dapat menabrak.
2. Sopir mengeluh nyeri punggung dan tidak ada api → jangan dipindahkan oleh orang tidak terlatih.
3. Tindakan pertama: lapor kanal darurat dan minta lalu lintas ramp dihentikan.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: menolong terasa paling penting, tetapi memindahkan korban nyeri punggung dapat memperparah cedera; tidak ada api yang memaksa pemindahan.
• **B.** ✗ Memotret dan memanggil rekan PKL menunda bantuan dan tidak mencegah tabrakan.
• **C.** ✗ Jebakan: tumpahan solar memang berisiko, tetapi air tidak menghilangkannya, dan langkah ini menunda laporan sementara truk lain terus datang.
• **D.** ✗ Jebakan: melapor memang benar, tetapi berlari ke kantor lebih lambat daripada radio darurat dan ramp dibiarkan terbuka bagi truk lain.
• **E.** ✓ Laporan ke kanal darurat mendatangkan tim terlatih dan penahanan truk mencegah korban bertambah.

Jawaban: E.

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

►. Dinas ESDM sebuah provinsi (2027) membahas empat usulan proyek:
(1) pasir dan kerikil lepas mengandung emas di dasar dan tepi sungai lebar yang dangkal;
(2) bukit batu andesit yang hampir tidak tertutup tanah;
(3) lapisan batubara mendatar dan luas, 20 m di bawah permukaan;
(4) urat (vein) emas setebal 1,5 m yang hampir tegak sampai kedalaman 400 m.

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. Proyek 2 cocok ditambang secara quarry dengan jenjang-jenjang di lereng bukit.

☐ B. Proyek 3 sebaiknya ditambang bawah tanah karena batubara berada 20 m di bawah permukaan.

☐ C. Proyek 4 cocok ditambang terbuka karena kadar emas di urat itu tinggi.

☐ D. Proyek 1 dapat ditambang dengan metode tambang aluvial, misalnya semprot atau kapal keruk.

☐ E. Proyek 3 cocok ditambang secara quarry karena batubara termasuk batuan sedimen yang keras.

Pembahasan **Kunci: A, D**

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

Konsep: Metode penambangan dipilih menurut bentuk, kedalaman, dan sifat endapan: quarry (batuan bangunan/industri di bukit), strip mine/open cut (lapisan mendatar dangkal seperti batubara), open pit (tubuh bijih membulat dekat permukaan), tambang aluvial (endapan lepas di sungai: semprot, kapal keruk), tambang bawah tanah (endapan dalam, tipis, atau tegak).

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Batu andesit di bukit tanpa tanah penutup tebal ditambang dengan quarry berjenjang.

• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: 20 m termasuk dangkal; lapisan mendatar yang luas dan dangkal ditambang terbuka (strip mine/open cut).

• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: urat tipis yang tegak dan dalam membutuhkan pengupasan batuan sangat banyak bila ditambang terbuka; metode yang sesuai adalah tambang bawah tanah.

• **Pernyataan 4** ✓ Endapan lepas di sungai (aluvial/plaser) ditambang dengan semprot atau kapal keruk.

• **Pernyataan 5** ✗ Quarry dipakai untuk batuan bangunan/industri di bukit; batubara berlapis mendatar dan tertutup tanah penutup ditambang dengan strip mine/open cut.

Jawaban: pernyataan 1, 4.

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

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

►. Gudang inti bor (core shed) PT Nikel Timur, Kolaka (2027), berantakan: kotak inti ditumpuk tanpa urutan, beberapa label kotak sudah pudar, tutup kotak hilang, dan kotak kayu yang rusak berserakan di lantai. Ketika tim geologi ingin memeriksa ulang inti lubang bor KT-12, butuh setengah hari untuk menemukannya. Kepala gudang meminta siswa PKL menerapkan 5R (Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin).
(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
Membuang kotak inti beserta isinya yang labelnya pudar agar rak lebih lega termasuk langkah Ringkas yang tepat.	○	○
Menyusun kotak inti menurut nomor lubang bor dan kedalaman, lalu memberi label pada setiap rak, termasuk langkah Rapi.	○	○
Membuat jadwal piket dan daftar periksa mingguan agar keadaan gudang yang sudah tertata tetap terjaga termasuk langkah Rawat.	○	○

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

Konsep: 5R: Ringkas (memisahkan yang diperlukan dari yang tidak), Rapi (menata agar mudah ditemukan), Resik (membersihkan), Rawat (menjaga keadaan dengan aturan dan pemeriksaan rutin), Rajin (membiasakan). Barang yang merupakan data, seperti inti bor, bukan barang yang dibuang.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: Ringkas memang memilah barang yang tidak diperlukan, tetapi inti bor adalah data eksplorasi yang tetap diperlukan; label pudar diperbaiki dengan mencocokkan catatan pemboran, bukan dibuang.
• **Pernyataan 2 → Benar.** Rapi berarti setiap barang punya tempat tetap dan mudah ditemukan; urutan nomor lubang dan kedalaman membuat inti KT-12 cepat ditemukan.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Rawat menjaga agar hasil Ringkas, Rapi, dan Resik bertahan melalui aturan dan pemeriksaan rutin.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

Pola soal: dari kasus ke tindakan, pilihan, atau hitungan

Soal yang berupa kasus biasanya dapat diselesaikan dengan empat langkah.

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

Langkah	Pertanyaan yang kamu ajukan	Contoh (peta berskala 1 : 25.000, jarak lintasan 7,2 cm, kecepatan jalan 3 km/jam)
1. Fakta	Apa yang terjadi? Di mana, kapan, berapa?	jarak di peta 7,2 cm; skala 1 : 25.000; kecepatan 3 km/jam; lintasan datar
2. Aturan	Prinsip, prosedur, atau rumus apa yang berlaku?	jarak sebenarnya = jarak peta × penyebut skala; waktu = jarak ÷ kecepatan
3. Penerapan	Apa hasilnya bila aturan itu diterapkan pada fakta?	7,2 cm × 25.000 = 180.000 cm = 1,8 km; 1,8 ÷ 3 = 0,6 jam = 36 menit
4. Periksa	Apakah satuan benar, hasil masuk akal, dan **semua** fakta terpakai?	cm → km sudah benar; 36 menit untuk 1,8 km pada jalan datar masuk akal

Langkah 4 adalah saringan terakhir. Pengecoh pada soal Teknik Geologi Pertambangan sering berupa **hasil yang hampir benar**: angka yang benar tetapi satuannya salah, rencana yang benar kecuali satu bahaya yang terlupa, atau data yang disimpulkan terlalu jauh. Karena itu ada satu kebiasaan yang perlu kamu latih: **jangan berhenti pada pilihan pertama yang terlihat masuk akal**.

Keterampilan yang dipakai di semua bab

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

Membaca tabel, peta, dan gambar

Banyak soal memberi tabel: data pengukuran, ciri sampel batuan, layar pemantauan armada, hasil ayakan, atau catatan pemboran. Baca **judul kolom dan satuannya** lebih dulu, lalu tandai **syarat** yang ditulis di cerita (misalnya "perolehan inti minimal 90 %", "interval kontur 5 m"). Pada peta dan gambar, baca keterangan, skala, panah utara, dan arah pandang sebelum melihat rinciannya.

Menghitung dengan tertib

Hitungan pada soal Teknik Geologi Pertambangan memakai aritmetika dasar: perkalian, pembagian, persen, dan perbandingan. Soalnya jarang sulit, tetapi mudah salah karena terburu-buru. Tulis setiap langkah di lembar coretan, dan beri tanda pada hal yang sering terlewat: **satuan** (cm, m, atau km; m^3 atau ton), **perbesaran atau perkecilan peta**, **interval kontur**, **panjang miring dan jarak datar**, serta **bagian yang bukan bahan galian**.

Memilih tindakan yang aman, sesuai prosedur, dan menyelesaikan masalah

Hampir setiap kasus meminta kamu memilih tindakan. Tanyakan tiga hal berurutan: **apakah tindakan ini aman bagi pekerja dan orang di sekitar, apakah sesuai SOP atau prosedur kerja yang berlaku, dan apakah benar-benar menyelesaikan masalahnya**. Tindakan yang gagal pada salah satu dari ketiganya hampir selalu pengecoh.

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

Strategi 60 menit

1. **Putaran pertama (±35 menit):** kerjakan soal yang jawabannya langsung terlihat setelah membaca kasusnya, seperti soal APD, 5R, alat lapangan, dan urutan tahapan. Untuk soal hitungan panjang, soal gambar atau peta, dan MCMA yang ragu, tandai dulu lalu lewati.
2. **Putaran kedua (±20 menit):** kerjakan soal yang ditandai dengan empat langkah (fakta → aturan → penerapan → periksa). Coret pilihan yang jelas melanggar keselamatan atau syarat sebelum menghitung.
3. **Lima menit terakhir:** periksa soal Benar/Salah dan MCMA baris demi baris, lalu pastikan tidak ada soal yang terlewat.
4. **Hitung dulu, baru cocokkan.** Pada soal hitungan, hitung jawabanmu sendiri lebih dulu, baru cocokkan dengan pilihan. Angka pengecoh sengaja dibuat dari kesalahan umum: lupa mengubah satuan, memakai jarak miring sebagai jarak datar, atau lupa perbesaran fotokopi.
5. **Waspadai pilihan yang terlalu mutlak atau terlalu luas**, seperti "langsung menambang" atau "data yang berbeda dihapus saja". Namun, jangan memilih hanya karena kata-katanya; tetap periksa dengan fakta di soal.

Cara memakai buku ini untuk Teknik Geologi Pertambangan

- **Ikuti urutan bab.** Bab 1 dan Bab 2 membentuk cara kerja yang dipakai di semua kasus (peran, keselamatan, kerja jujur). Bab 3 memberi keterampilan membaca peta dan gambar yang dipakai di Bab 4 dan Bab 5. Bab 4 menjadi dasar memahami endapan bahan galian di Bab 5.
- **Beri waktu lebih untuk delapan sub bab prioritas**, yaitu isu perubahan iklim dan pertambangan berkelanjutan (1.3), prosedur darurat (2.2), skala peta (3.3), garis kontur dan kemiringan lereng (3.5), deskripsi dan penentuan jenis batuan (4.4), analisis data pengukuran geologi lapangan (4.7), faktor pemilihan metode penambangan (5.3), dan kegiatan eksploitasi (5.5). Sub bab ini punya banyak hitungan atau penalaran.
- **Kerjakan ulang contoh terselesaikan.** Setelah membaca contoh, tutup buku dan kerjakan ulang tanpa melihat jawabannya. Bila kamu bisa mengerjakannya sendiri, kamu bisa menjelaskannya.
- **Gambar dan ukur sendiri.** Saat belajar gambar teknik dan peta, gambarlah sketsa kecil: tiga pandangan sebuah benda, lintasan kompas, penampang dari garis kontur. Sketsa yang kamu buat sendiri lebih mudah diingat daripada gambar yang hanya dilihat.
- **Kenali batuan dengan tanganmu.** Bila ada kesempatan, pegang contoh batuan di laboratorium sekolah dan cocokkan dengan tabel di Bab 4.
- **Kerjakan kuis akhir bab dalam 60 menit**, sama dengan waktu ujian, lalu ikuti tabel anjuran di bawahnya.
- **Simpan Simulasi TKA untuk akhir.** Ketiga simulasi berisi soal yang belum pernah kamu lihat di sub bab mana pun dan menjadi ukuran kesiapanmu yang sebenarnya.

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

Bagian B · Materi

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

Bab 1 · Wawasan Dunia Kerja Bidang Geologi Pertambangan

SMKTGP-B1

Setelah mempelajari bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan tugas dan peran profesi di bidang pertambangan serta memilih profesi yang tepat untuk suatu masalah
- menilai manfaat dan batas teknologi Industri 4.0 dan digitalisasi di bidang geologi pertambangan
- menjelaskan isu perubahan iklim dan menilai praktik pertambangan yang berkelanjutan

Peta bab

Sub bab	Judul
1.1	Profil jabatan serta tugas dan peran profesi di bidang pertambangan
1.2	Teknologi Industri 4.0 dan digitalisasi di bidang geologi pertambangan
1.3	Isu perubahan iklim dan praktik pertambangan berkelanjutan

Bab 1 di LMS

Buka seluruh latihan bab ini di LMS.

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

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

Sub bab 1.1 · Profil jabatan serta tugas dan peran profesi di bidang pertambangan

SMKTGP-1.1

◎ APA YANG DIUJI

Peta Topik NLS **TKA-SMKTGP-01-01** menguji kemampuan kamu mengenali **profil jabatan, tugas, dan peran profesi** di perusahaan pertambangan. Soal tidak bertanya "apa kepanjangan KTT?". Soal menceritakan sebuah tambang atau quarry dengan satu masalah nyata: batuan yang tampak lapuk, lubang ledak yang tidak meledak, patok batas yang hilang, truk yang antre. Lalu kamu diminta memilih **siapa yang paling tepat dipanggil** atau **siapa yang berwenang memutuskan**.

Soal seperti ini hampir selalu berupa pilihan ganda biasa dengan lima nama profesi sebagai pilihan. Semua pilihan terdengar masuk akal karena memang semuanya bekerja di tambang yang sama. Yang membedakan hanya satu hal: **keputusan apa yang sedang dibutuhkan**. Karena itu, di sub bab ini kamu tidak menghafal daftar jabatan, tetapi mengenal tiap profesi lewat pekerjaan sehari-harinya, sehingga kamu bisa mencocokkannya dengan masalah di soal.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menyebutkan urutan kegiatan usaha pertambangan dari penyelidikan umum sampai pascatambang;
- menjelaskan tugas inti geolog, surveyor, juru bor, juru ledak, operator alat berat, dispatcher, teknisi laboratorium, ahli K3, dan ahli lingkungan;
- menjelaskan peran Kepala Teknik Tambang dan hubungannya dengan bagian lain;
- menjelaskan mengapa sebagian pekerjaan hanya boleh dilakukan orang yang bersertifikat;
- memilih profesi yang tepat untuk sebuah masalah di lapangan, dan menolak pilihan yang hanya "terdengar dekat".

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Bayangkan sebuah quarry andesit yang memasok batu untuk jalan tol. Dari luar tampak sederhana: ada alat berat, ada truk, ada mesin pemecah batu. Padahal di balik itu bekerja puluhan orang dengan tugas yang berbeda-beda. Ada yang memastikan batunya memang andesit segar, ada yang memastikan galiannya tidak melewati batas izin, ada yang memastikan lubang ledak meledak semua, ada yang memastikan truk tidak menumpuk di satu tempat, dan ada yang memastikan air hujan dari tambang tidak merusak sungai. Tambang adalah pekerjaan tim. Salah menyerahkan pekerjaan ke orang yang salah bisa

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

berakibat mahal, bahkan berbahaya.

1. Rantai kegiatan usaha pertambangan

Pekerjaan tambang tidak langsung dimulai dengan menggali. Peraturan pertambangan yang berlaku menyebut **usaha pertambangan** terdiri atas tahapan berikut: penyelidikan umum, eksplorasi, studi kelayakan, konstruksi, penambangan, pengolahan dan/atau pemurnian, pengangkutan dan penjualan, serta pascatambang. Gambar 1.1 menunjukkan urutannya beserta profesi yang paling banyak bekerja di tiap tahap.



Gambar 1.1 Rantai kegiatan usaha pertambangan dari penyelidikan umum sampai pascatambang. Reklamasi tidak menunggu tambang selesai, tetapi dilakukan sepanjang tahapan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Setiap tahap menjawab satu pertanyaan.

1. **Penyelidikan umum:** adakah tanda-tanda endapan di wilayah ini? Geolog berjalan menyusuri sungai dan bukit, memeriksa singkapan batuan, dan membuat peta awal.
2. **Eksplorasi:** seberapa luas, tebal, dan bermutu endapan itu? Di sini dilakukan pemetaan rinci, pemboran, dan pengambilan sampel yang dianalisis di laboratorium.
3. **Studi kelayakan:** apakah usaha ini layak? Data eksplorasi dipakai untuk menghitung biaya, pendapatan, dan dampak lingkungan.
4. **Konstruksi:** jalan angkut, saluran air, bengkel, kantor, dan fasilitas lain dibangun lebih dulu sebelum produksi.
5. **Penambangan:** bahan galian digali, dimuat, dan diangkut.
6. **Pengolahan dan/atau pemurnian:** bahan galian dipecah, diayak, dicuci, atau dimurnikan sampai memenuhi syarat pembeli.
7. **Pengangkutan dan penjualan:** produk dikirim dan mutunya diperiksa.
8. **Pascatambang:** kegiatan terencana setelah tambang berakhir untuk memulihkan fungsi

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

lingkungan dan fungsi sosial wilayah itu.

Reklamasi, yaitu kegiatan menata, memulihkan, dan memperbaiki kualitas lingkungan agar dapat berfungsi kembali, dilakukan **sepanjang tahapan**, tidak hanya di akhir. Sub bab 1.3 dan 5.1 membahasnya lebih lanjut.

2. Profesi di tahap eksplorasi dan perencanaan

Geolog eksplorasi adalah orang yang paling awal bekerja. Ia memetakan batuan di lapangan, mencatat singkapan, menentukan lokasi pemboran, dan menyimpulkan di mana endapan kemungkinan berada. Ia bekerja dengan peta, kompas, palu geologi, dan data bor (peralatannya dibahas di sub bab 4.6).

Juru bor mengoperasikan mesin bor sesuai rencana: menyiapkan mesin, menyambung batang bor, mengatur kecepatan putar dan tekanan, dan mencatat kedalaman. Gambar 1.2 memperlihatkan rig pemboran eksplorasi yang bekerja di malam hari. Juru bor dibantu **helper bor** yang menangani batang bor dan mengeluarkan inti dari tabung. Namun, *menilai* batuan apa yang keluar dari lubang bukan pekerjaan juru bor. Itu tugas **geolog pemboran**, yang mendeskripsikan inti, mencatat batas antar-lapisan, dan menyarankan kapan lubang cukup.



Gambar 1.2 Rig pemboran eksplorasi bekerja pada malam hari dengan penerangan menara lampu. Tim pemboran terdiri atas juru bor, helper, geolog, dan mekanik. Sumber: Geomartin, CC BY-SA 3.0, Wikimedia Commons.

Surveyor mengukur dan memetakan posisi: koordinat dan ketinggian lubang bor, batas wilayah izin, jalan, jenjang, dan kemajuan galian. Alat utamanya alat ukur seperti *total station*

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

dan receiver GNSS (dibahas di sub bab 1.2). Surveyor juga menghitung volume galian dan timbunan. Bila ada keraguan apakah penggalian sudah melewati batas izin, yang mengukur dan memetakan adalah surveyor, bukan operator alat berat yang "kira-kira ingat" letak patoknya.

Perencana tambang menggunakan data geologi dan peta untuk merancang bentuk galian, jalan, dan jadwal. **Ahli lingkungan** menyusun dan memantau pengelolaan air, debu, bising, dan reklamasi. **Teknisi laboratorium** dan **petugas preparasi sampel (sampler)** mengeringkan, membagi, menghaluskan, dan menganalisis sampel dari lapangan. Mereka bekerja menurut prosedur baku (SOP) supaya hasil analisis mewakili endapan sebenarnya.

3. Profesi di tahap penambangan

Saat tambang berproduksi, orangnya makin banyak. Ada empat kelompok pekerjaan utama.

Geolog tambang atau pengendali kadar (*grade control*) bekerja di muka kerja. Setiap kali alat gali membuka bagian baru, ia memeriksa batuan atau bijihnya, mengambil contoh, dan menentukan mana yang masuk sebagai **produk** (dikirim ke crusher atau pembeli) dan mana yang **buangan** (*waste*) yang dikirim ke timbunan. Keputusan ini penting karena produk yang tercampur batuan lapuk dapat ditolak pembeli. Kadang ia menandai zona dengan cat atau tali berwarna, lalu memberi tahu dispatcher dan operator.

Juru ledak adalah petugas yang menangani bahan peledak di tambang yang memakai peledakan. Pekerjaan ini sangat berbahaya, sehingga hanya boleh dikerjakan orang yang memiliki kompetensi dan sertifikat sesuai ketentuan. Juru bor yang mengebor lubang ledak, operator ekskavator, atau pengawas **tidak boleh** menangani bahan peledak. Bila ada lubang yang tidak meledak (*misfire*), area dikosongkan dan lubang ditangani juru ledak bersertifikat sesuai prosedur. Buku ini hanya membahas kewaspadaan dan prosedur, bukan perancangan peledakan.

Operator alat berat mengoperasikan ekskavator, *wheel loader*, buldoser, dan dump truck. Mereka menggali, memuat, dan mengangkut sesuai perintah kerja dan aturan jalan tambang. Operator berhak dan wajib menghentikan alat serta melapor bila melihat bahaya atau kondisi yang tidak sesuai rencana, misalnya batuan yang tampak lapuk. Namun menilai mutu batuan atau menangani bahan peledak bukan wewenangnya. **Mekanik** dan **elektrikal** merawat dan memperbaiki alat agar siap pakai.

Dispatcher bekerja di ruang kendali. Ia melihat layar yang memuat posisi truk dan ekskavator serta mengatur ke mana truk pergi dan berapa jumlahnya di tiap ekskavator. Ia mengikuti keputusan mutu dari geolog dan perintah dari pengawas operasional. Ia tidak membuat keputusan tentang mutu material.

4. Profesi di tahap pengolahan dan penunjang

Di unit pengolahan, **operator crusher** menjalankan mesin pemecah batu dan ayakan, sedangkan **teknisi laboratorium** memeriksa mutu produk, misalnya ukuran butir dan kadar. Di seluruh tahap bekerja pula dua profesi penunjang yang sering diujikan.

Ahli K3 (keselamatan dan kesehatan kerja) memeriksa bahaya, memeriksa kelengkapan

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

alat pelindung diri, menilai risiko, memimpin penyelidikan kecelakaan, dan melatih pekerja. Ia berhak menghentikan pekerjaan yang tidak aman. Tugasnya adalah keselamatan, bukan mutu batuan.

Ahli lingkungan memantau air tambang sebelum dilepas, debu, bising, dan kemajuan reklamasi, serta menyusun laporan lingkungan. Gambar 1.3 merangkum tugas inti dan batas tugas tiap profesi.

Siapa dipanggil untuk masalah apa

Profesi	Tugas inti	Bukan tugasnya
Geolog eksplorasi	menyelidiki sebaran, tebal, dan mutu endapan	mengarahkan truk
Geolog tambang (grade control)	menilai mutu material di muka kerja, ambil contoh, tentukan produk atau buangan	mengukur koordinat jenjang
Surveyor	mengukur dan memetakan posisi, elevasi, volume, dan batas izin	menilai jenis batuan
Juru bor	mengoperasikan mesin bor sesuai rencana, mencatat kedalaman	memutuskan lubang berhenti
Juru ledak	menangani bahan peledak dan gagal ledak (bersertifikat)	dikerjakan operator bor/alat
Operator alat berat	menggali, memuat, mengangkut sesuai perintah dan aturan jalan	menilai mutu, menangani misfire
Dispatcher	mengatur tujuan dan jumlah truk dari data layar	memutuskan mutu material
Teknisi lab/preparasi	menyiapkan dan menganalisis sampel sesuai SOP	memilih sampel yang bagus
Ahli K3	memeriksa bahaya, APD, prosedur; berhak menghentikan kerja berbahaya	menentukan kadar atau mutu
Ahli lingkungan	memantau air, debu, bising, dan reklamasi	merancang lereng tambang

Gambar 1.3 Siapa dipanggil untuk masalah apa. Kolom kanan menunjukkan pekerjaan yang sering salah dialamatkan kepada profesi itu. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

5. Kepala Teknik Tambang dan struktur organisasi

Peraturan teknis pertambangan menyebut **Kepala Teknik Tambang (KTT)** sebagai orang yang memiliki posisi tertinggi dalam struktur organisasi lapangan pertambangan. Ia memimpin dan bertanggung jawab atas terlaksananya operasional pertambangan sesuai kaidah teknik pertambangan yang baik. Kaidah itu mencakup antara lain teknis pertambangan, konservasi bahan galian, keselamatan dan kesehatan kerja, serta pengelolaan lingkungan hidup, reklamasi, dan pascatambang. Perusahaan wajib menunjuk KTT sebelum memulai kegiatan, dan penunjukannya harus mendapat pengesahan dari pemerintah (Kepala Inspektur Tambang). Aturan rinci tentang persyaratannya bisa berubah, sehingga yang penting kamu pahami adalah **prinsipnya**: ada satu orang yang berkompeten dan bertanggung jawab atas pekerjaan teknik di lapangan.

Dalam praktik, KTT dibantu pengawas, yaitu **pengawas operasional** (menjaga pekerjaan di area tertentu dilakukan menurut prosedur) dan **pengawas teknik** (menjaga alat, instalasi, dan sarana tetap aman). Gambar 1.4 menunjukkan contoh susunan organisasi tambang fiktif. Nama bagian dan garis tanggung jawab tiap perusahaan berbeda, sehingga di soal kamu tidak perlu mengikuti bagan tertentu. Yang perlu kamu pahami adalah ada pembagian tugas yang jelas dan satu penanggung jawab teknik di lapangan.



Gambar 1.4 Contoh struktur organisasi lapangan sebuah perusahaan fiktif. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

6. Kompetensi dan sertifikat

Pekerjaan berisiko tinggi tidak boleh dikerjakan orang yang hanya "berpengalaman". Pemerintah dan lembaga sertifikasi menetapkan **standar kompetensi** untuk pekerjaan tertentu, misalnya juru ledak, pengawas operasional, juru bor, dan surveyor tambang. Orang yang lulus uji kompetensi mendapat sertifikat. Untuk juru ledak, ketentuannya jelas: hanya orang yang bersertifikat dan diakui yang dapat ditunjuk sebagai juru ledak. Itulah sebabnya dalam soal tentang lubang yang tidak meledak, jawaban yang benar selalu menyerahkannya kepada juru ledak bersertifikat, bukan kepada operator yang "bisa melakukannya".

Satu hal lagi: kompetensi menentukan **siapa berwenang**, bukan siapa yang paling dekat. Operator ekskavator mungkin berada di samping lubang ledak, tetapi dekatnya jarak tidak membuatnya berwenang.

7. Jalur karier lulusan SMK

Lulusan SMK Teknik Geologi Pertambangan dapat memulai sebagai **sampler**, teknisi preparasi sampel, asisten geolog atau surveyor, helper bor, atau petugas pencatat data. Dari sana jalurnya bertahap: menambah pengalaman, mengikuti pelatihan, dan mengambil sertifikasi kompetensi. Pilihan lain adalah melanjutkan kuliah, lalu kembali bekerja sebagai geolog, perencana, atau insinyur. Yang penting dari sudut pandang soal TKA: profesi-profesi yang kamu pelajari di sini bukan nama jabatan yang dihafal, tetapi *pekerjaan nyata* yang bisa kamu temui saat PKL.

Ringkasan bagian ini. Usaha pertambangan berjalan dari penyelidikan umum sampai pascatambang. Geolog menilai batuan, surveyor mengukur posisi dan volume, juru bor mengoperasikan mesin bor, juru ledak menangani bahan peledak, operator menggali dan mengangkut, dispatcher mengatur truk, teknisi lab menganalisis sampel, ahli K3 menjaga keselamatan, ahli lingkungan menjaga air dan lahan. Kepala Teknik Tambang memimpin dan bertanggung jawab atas operasional teknik di lapangan. Pekerjaan berbahaya membutuhkan sertifikat.

▣ CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Memasangkan sepuluh situasi dengan profesi

Pada Mei 2027, mahasiswa magang di PT Andesit Raya, sebuah quarry fiktif di Bogor, mencatat sepuluh situasi dalam satu minggu. Pasangkan tiap situasi dengan profesi yang paling tepat. *Kasus disusun untuk contoh; tempat dan tokoh fiktif.*

No	Situasi	Profesi yang tepat	Alasan
1	Sebelum dimuat ke crusher, kadar batuan di jenjang 2 harus dicek	Geolog tambang (*grade control*)	menilai mutu material
2	Elevasi dasar jenjang perlu diukur ulang agar sesuai desain	Surveyor	mengukur posisi dan elevasi

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

3	Satu lubang tidak meledak	Juru ledak bersertifikat	hanya yang berwenang menangani bahan peledak
4	Truk menumpuk di satu ekskavator, ekskavator lain kosong	Dispatcher	mengatur pembagian truk
5	Debu di ruang preparasi sampel perlu diukur	Ahli K3	menilai bahaya dan paparan
6	Air kolam pengendap keruh sebelum dilepas	Petugas/ahli lingkungan	memantau mutu air tambang
7	Lumpur bor harus dikeringkan, dibagi, dan dihaluskan	Teknisi preparasi sampel	menyiapkan sampel menurut SOP
8	Lubang bor eksplorasi harus dicapai sampai kedalaman 60 m	Juru bor	mengoperasikan mesin bor
9	Selang hidrolik ekskavator bocor	Mekanik	merawat dan memperbaiki alat
10	Perlu peta sebaran batuan di calon wilayah baru dari singkapan	Geolog eksplorasi	memetakan dan menafsirkan geologi

Cara memeriksa: untuk tiap situasi, tanyakan "*keputusan atau pekerjaan apa yang dibutuhkan?*" lalu cari profesi yang tugas intinya sama di Gambar 1.3. Situasi 1 butuh keputusan mutu, jadi bukan surveyor atau dispatcher. Situasi 3 butuh penanganan bahan peledak, jadi bukan juru bor atau operator.

Contoh 2 — Menyusun urutan tugas satu hari kerja geolog tambang

Bu Rina adalah geolog tambang di quarry andesit PT Andesit Raya. Pada suatu hari di Juli 2027, tugasnya adalah memastikan material dari jenjang 3 sesuai syarat pembeli, yaitu andesit segar untuk agregat. Susun urutan kerja yang benar. *Kasus disusun untuk contoh; tempat dan tokoh fiktif.*

1. **06.30 – Apel dan pembagian tugas.** Ia mengikuti briefing keselamatan dan menerima rencana galian hari itu dari pengawas operasional.
2. **07.00 – Memeriksa lokasi dan izin kerja.** Ia memastikan area jenjang 3 aman dan tidak sedang ada pekerjaan peledakan. Alasannya: keselamatan sebelum pekerjaan.
3. **07.30 – Memeriksa muka jenjang.** Ia melihat warna, kekerasan, dan lapukan batuan, lalu menandai zona andesit segar dan zona lapuk dengan tali atau cat berwarna.
4. **09.00 – Mengambil contoh sesuai SOP** pada titik yang sudah ditetapkan (bukan memilih yang tampak paling bagus) dan melabelinya.
5. **09.30 – Mengirim contoh ke laboratorium** dan meminta hasil uji sesuai prosedur.
6. **10.30 – Melapor.** Ia menyampaikan peta zona kepada pengawas operasional dan dispatcher: zona segar dikirim ke crusher, zona lapuk ke timbunan buangan.
7. **13.00 – Memeriksa pemuatan.** Ia memastikan operator memuat sesuai tanda zona.
8. **15.00 – Menyerahkan data kepada surveyor** supaya batas zona masuk ke peta kemajuan tambang, lalu menulis laporan harian.

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

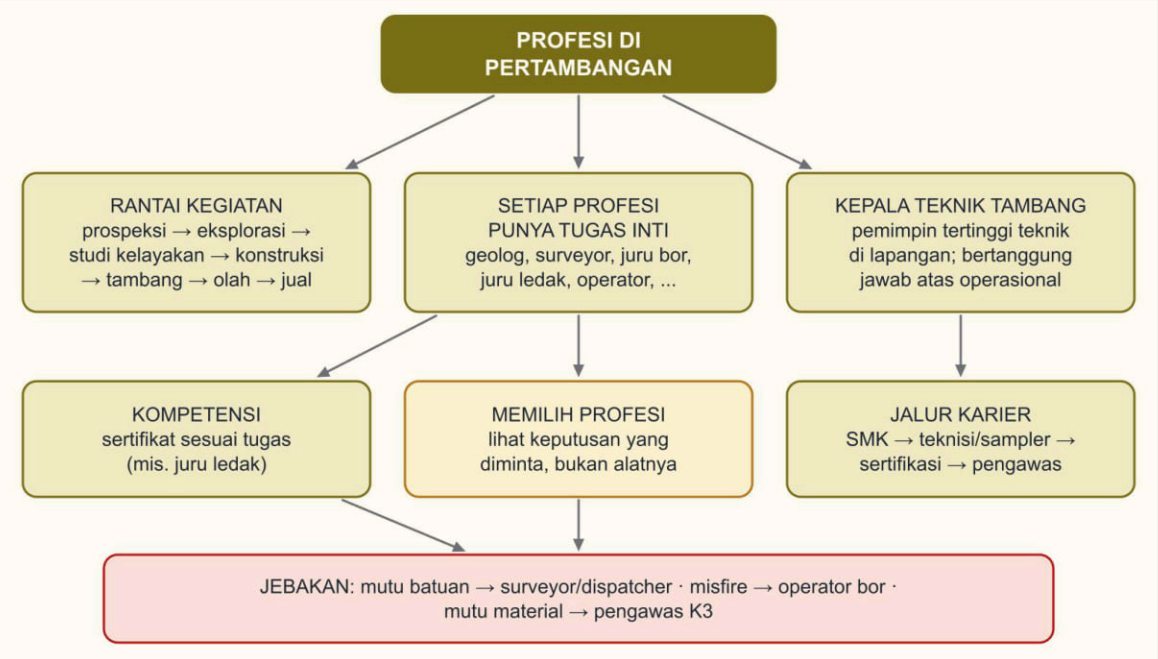
Perhatikan bahwa Bu Rina tidak mengatur truk (itu dispatcher), tidak mengukur koordinat (itu surveyor), dan tidak menangani bahan peledak. Ia memberi **keputusan mutu** dan menyerahkannya lewat jalur yang benar.

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Rantai usaha pertambangan:** penyelidikan umum → eksplorasi → studi kelayakan → konstruksi → penambangan → pengolahan dan/atau pemurnian → pengangkutan dan penjualan → pascatambang; reklamasi berjalan sepanjang tahapan.
- **Geolog** menilai batuan dan mutu (geolog tambang memutuskan produk atau buangan); **surveyor** mengukur posisi, elevasi, volume, batas izin.
- **Juru bor** mengoperasikan mesin bor; **geolog pemboran** menilai inti dan batas lapisan.
- **Juru ledak** (bersertifikat) menangani bahan peledak dan lubang tidak meledak.
- **Operator** menggali, memuat, mengangkut; **dispatcher** mengatur truk; **mekanik** merawat alat.
- **Teknisi lab/sampler** menyiapkan dan menganalisis sampel menurut SOP.
- **Ahli K3** menjaga keselamatan; **ahli lingkungan** menjaga air, debu, bising, reklamasi.
- **Kepala Teknik Tambang** memimpin dan bertanggung jawab atas operasional teknik di lapangan.
- Wewenang ditentukan oleh **kompetensi dan tugas**, bukan oleh jarak.

Gambar 1.5 merangkum hubungannya.



Gambar 1.5 Peta konsep profil jabatan dan peran profesi di pertambangan beserta tiga jebakan yang paling sering muncul. 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 "siapa yang tepat":

1. **Temukan keputusan atau pekerjaan yang diminta** dalam satu frasa: menilai mutu, mengukur posisi, menangani bahan peledak, mengatur truk, memeriksa keselamatan.
2. **Cari profesi yang tugas intinya persis itu** (Gambar 1.3). Abaikan profesi yang hanya "terlibat" dalam kejadian itu.
3. **Perhatikan kata kunci wewenang**, seperti "menentukan", "memutuskan", "bersertifikat".
4. **Periksa pilihan yang tampak dekat** dan tanyakan: apakah ia benar-benar yang membuat keputusan itu, atau hanya menjalankannya?

Jebakan khas:

- **Surveyor atau dispatcher dipilih untuk menilai mutu batuan.** Surveyor mengukur posisi, dispatcher menjalankan keputusan mutu.
- **Lubang tidak meledak diserahkan kepada operator bor atau operator ekskavator.** Hanya juru ledak bersertifikat yang berwenang.
- **Pengawas K3 dipilih untuk menilai mutu material.** Tugas K3 adalah keselamatan.
- **Operator yang paling dekat dianggap paling berwenang**, padahal kedekatan bukan kompetensi.
- **Juru bor dianggap menentukan kapan lubang berhenti**, padahal itu keputusan geolog yang membaca inti.

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut meminta pemilihan petugas untuk menilai material yang tampak lapuk sebelum dimuat. Pakailah bagian 3 (profesi di tahap penambangan) dan Gambar 1.3: tentukan dulu keputusan apa yang dibutuhkan, baru cocokkan dengan profesi, lalu uji tiap pilihan yang tampak dekat.

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

►. Di tambang andesit CV Sinar Gunung, Purwakarta (2027), operator ekskavator melihat batuan di jenjang (bench) 3 tampak lapuk, cokelat, dan mudah hancur, padahal pembeli hanya menerima andesit segar untuk agregat beton. Ia menghentikan penggalian dan melapor. Sebelum material dimuat, perusahaan memerlukan petugas yang memeriksa batuan di muka jenjang, mengambil contoh, lalu memutuskan apakah material dikirim ke crusher atau ke timbunan buangan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Petugas yang paling tepat dipanggil adalah ....

A. Surveyor tambang yang mengukur posisi dan elevasi jenjang
B. Dispatcher yang mengatur tujuan truk dari ruang kendali
C. Geolog tambang (grade control) yang menilai mutu material
D. Juru ledak yang merancang pola lubang ledak jenjang itu
E. Pengawas K3 yang memeriksa APD dan kelayakan operator

Pembahasan **Kunci: C**

Konsep: Di tambang terbuka, penentuan apakah material termasuk bijih/produk atau buangan (waste) adalah tugas geolog tambang bagian grade control. Petugas lain mengurus posisi (surveyor), lalu lintas truk (dispatcher), peledakan (juru ledak), atau keselamatan (pengawas K3).

Langkah:
1. Keputusan yang dibutuhkan: material lapuk itu produk atau buangan.
2. Keputusan mutu material diambil dari pemeriksaan batuan dan contoh → geolog grade control.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Surveyor menentukan posisi dan elevasi, bukan mutu batuan.
• **B.** ✗ Jebakan: dispatcher memang mengarahkan truk ke crusher atau timbunan, tetapi ia menjalankan keputusan mutu dari geolog, bukan membuatnya.
• **C.** ✓ Memeriksa batuan, mengambil contoh, dan menentukan tujuan material adalah tugas grade control.
• **D.** ✗ Juru ledak mengurus peledakan, bukan penilaian mutu material.
• **E.** ✗ Jebakan: pengawas K3 memang dapat menghentikan kegiatan bila tidak aman, tetapi masalah di kasus adalah mutu batuan, bukan keselamatan.

Jawaban: C.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk tiap soal, tulis dulu satu frasa keputusan yang diminta, lalu coret profesi yang tugas intinya berbeda.

1. Setelah peledakan di quarry andesit PT Granit Kencana, Lampung (2027), pengawas peledakan menemukan satu lubang ledak yang tidak meledak (misfire); bahan peledak dan detonatornya masih di dalam lubang. Operator bor menawarkan diri mengebor lubang baru di sampingnya, dan operator ekskavator ingin menggali bagian tumpukan batu yang jauh dari lubang itu agar produksi tidak terlambat.

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

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

A. Mengizinkan operator bor membuat lubang baru di samping lubang gagal
B. Mengosongkan area, lalu lubang ditangani juru ledak bersertifikat
C. Mengizinkan ekskavator menggali bagian yang jauh dari lubang gagal ledak
D. Meminta operator mencabut detonator dengan tangan agar lubang aman digali
E. Menunggu 30 menit, lalu melanjutkan penggalian tumpukan seperti biasa

2. Warga Desa Sukamaju melapor bahwa penggalian tanah urug CV Tanah Abadi, Serang (2027), di tepi wilayah izin usaha pertambangan (IUP) diduga sudah melewati batas dan masuk ke kebun warga. Patok batas di lokasi itu hilang tertimbun. Kepala teknik tambang meminta posisi tepi galian dibandingkan dengan koordinat batas IUP yang tercantum dalam izin, dan hasilnya dipetakan sebagai bukti.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Petugas yang paling tepat ditugaskan adalah ....

A. Geolog grade control yang menilai mutu tanah urug di tepi galian
B. Juru ledak yang mengatur jarak aman di sekitar daerah galian
C. Operator ekskavator yang memperkirakan batas dari bekas patok
D. Pengawas K3 yang memeriksa keamanan lereng di tepi galian
E. Surveyor tambang yang mengukur koordinat tepi galian dan batas

Kunci singkat: 1. B 2. E

✔ PERIKSA DIRI

- Sebuah perusahaan memerlukan peta yang menunjukkan apakah galiannya melewati batas izin. Siapa yang mengerjakannya, dan mengapa operator alat berat tidak boleh memperkirakannya dari letak patok lama?
- Mengapa operator ekskavator yang berada tepat di samping lubang yang tidak meledak tetap tidak boleh menanganinya?
- **Yang harus kuingat:** tentukan dulu keputusan yang dibutuhkan, lalu pilih profesi yang tugas intinya sama; mutu batuan = geolog, posisi dan batas = surveyor, bahan peledak = juru ledak bersertifikat, truk = dispatcher, keselamatan = ahli K3.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 1.1: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

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

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

Sub bab 1.2 · Teknologi Industri 4.0 dan digitalisasi di bidang geologi pertambangan

SMKTGP-1.2

◎ APA YANG DIUJI

Peta Topik NLS **TKA-SMKTGP-01-02** menguji kemampuan kamu memahami **teknologi digital yang dipakai di tambang** dan menilai **manfaat sekaligus batasnya**. Soal biasanya menceritakan sebuah perusahaan yang memasang teknologi baru: drone untuk mengukur timbunan, GPS pada truk, sensor pada lereng, perangkat lunak untuk menghitung cadangan, atau kamera yang memantau kantuk operator. Lalu kamu diminta memilih pernyataan yang benar, membaca tabel dari layar pemantauan, atau menentukan keputusan dari data yang tampil.

Soal jenis ini jarang menanyakan cara kerja alat secara teknis. Yang diuji adalah **cara berpikir**: teknologi membuat pekerjaan lebih cepat, lebih aman, dan lebih banyak datanya, tetapi hasilnya tetap harus **diperiksa dan dikoreksi manusia**. Karena itu pilihan jawaban yang menyatakan "tidak perlu lagi petugas" atau "pasti tepat karena otomatis" hampir selalu keliru, sedangkan pilihan yang menyebut titik kontrol, pemeriksaan data, atau pemeriksaan langsung di lapangan sering benar.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan arti Industri 4.0 dan digitalisasi dalam konteks tambang;
- menjelaskan cara kerja dan kegunaan GNSS/GPS, titik kontrol, drone dan fotogrametri, pemantauan armada, sensor, serta basis data bor;
- membaca layar pemantauan sederhana dan menentukan keputusan dari datanya;
- menjelaskan batas tiap teknologi dan koreksi lapangan yang diperlukan;
- membedakan pernyataan yang tepat dari pernyataan yang berlebihan tentang teknologi.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Tambang abad ini tidak hanya berisi alat berat, tetapi juga **data**. Setiap truk membawa receiver GPS yang mengirim posisinya setiap beberapa detik. Setiap lubang bor punya catatan digital. Lereng dipantau sensor yang bekerja siang dan malam. Foto dari udara diubah komputer menjadi model tiga dimensi. Inilah yang sering disebut **digitalisasi** dan **Industri 4.0**.

1. Dari mesin ke data: apa arti Industri 4.0

Sejarah industri sering dibagi menjadi empat tahap. Tahap pertama adalah **mekanisasi**: tenaga uap dan mesin menggantikan sebagian tenaga manusia. Tahap kedua adalah **produksi massal** dengan tenaga listrik. Tahap ketiga adalah **otomasi** dengan komputer dan

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

pengendali. Tahap keempat, yang disebut **Industri 4.0**, memadukan sensor, jaringan, komputer, dan perangkat lunak sehingga mesin dan data saling terhubung. Istilah yang sering menyertainya adalah *Internet of Things* (IoT), yaitu benda-benda yang dilengkapi sensor dan terhubung ke jaringan, serta kecerdasan buatan (*AI*).

Di pertambangan, peraturan teknis juga menempatkan **pemanfaatan teknologi, kemampuan rekayasa, rancang bangun, dan penerapan teknologi pertambangan** sebagai salah satu aspek kaidah teknik pertambangan yang baik. Artinya, teknologi bukan pelengkap, tetapi bagian dari cara menambang yang baik. Tetapi ingat satu pegangan yang berlaku di seluruh sub bab ini: **teknologi memberi data, manusia membuat keputusan**.

2. GNSS dan GPS: mengetahui letak

GPS adalah sistem satelit navigasi milik Amerika Serikat. **GNSS** adalah istilah umum untuk semua sistem sejenis, termasuk GPS, GLONASS, Galileo, dan BeiDou. Sebuah *receiver* menghitung posisinya dengan menerima sinyal dari beberapa satelit sekaligus. Makin banyak satelit yang terlihat dan makin baik letak satelit di langit, makin baik hitungan posisinya.

Ketelitian bergantung pada alatnya. Receiver genggam atau ponsel biasanya memberi posisi dengan selisih beberapa meter. Dengan **koreksi** dari stasiun acuan di darat, selisih itu dapat turun jauh, dan receiver survei yang memakai koreksi khusus dapat mencapai ketelitian beberapa sentimeter, sesuai spesifikasi alat dan keadaan lapangan. Karena itu surveyor memakai receiver survei untuk pekerjaan yang butuh ketelitian tinggi, misalnya menandai koordinat lubang bor, sedangkan receiver genggam cukup untuk mencatat lokasi perkiraan singkapan.

Di tambang, GNSS dipakai untuk menentukan titik bor, mematok batas wilayah, memandu alat gali, dan melacak kendaraan. **Batasnya:** sinyal terhalang oleh dinding pit yang tinggi, pepohonan lebat, atau bangunan, dan dapat memantul (*multipath*), sehingga posisi bisa meleset. Karena itu penting memeriksa hasilnya dengan titik yang koordinatnya sudah pasti.

3. Titik kontrol: pengikat model ke dunia nyata

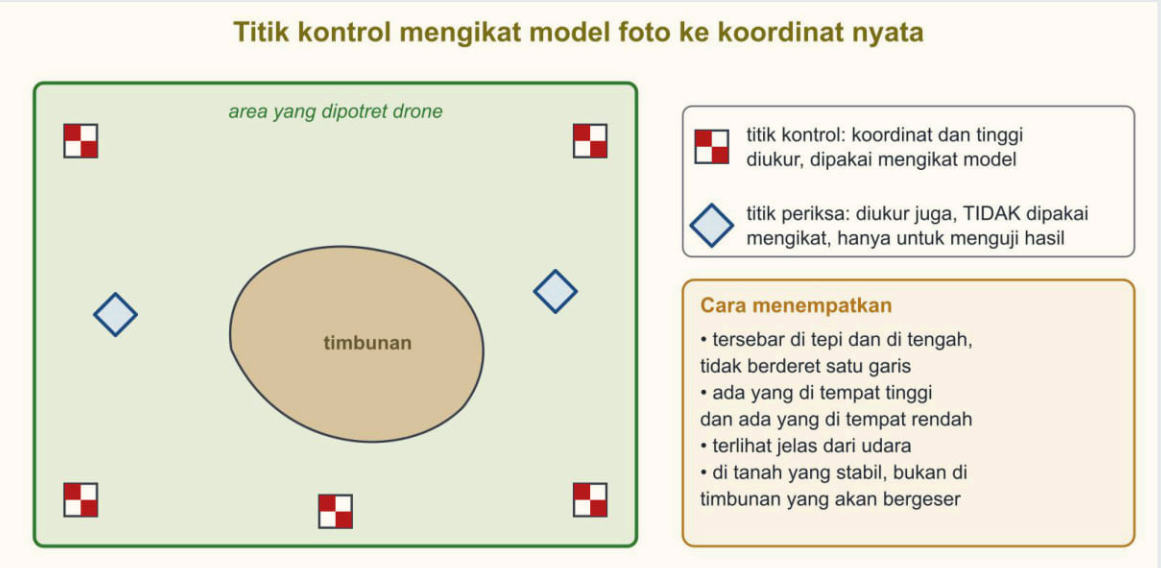
Titik kontrol adalah titik di lapangan yang koordinat dan tingginya diukur dengan teliti, biasanya oleh surveyor dengan receiver survei. Di tanah, titik itu ditandai dengan papan atau tanda yang tampak jelas dari udara. Gambar 1.6 memperlihatkan papan berpola oranye-putih sebagai target titik kontrol di samping stasiun GNSS bertenaga surya.

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



Gambar 1.6 Target titik kontrol berupa papan berpola oranye-putih di tanah (depan) dan stasiun GNSS dengan panel surya (kiri) di Islandia. Sumber: Steinninn, CC BY 4.0, Wikimedia Commons.

Mengapa titik kontrol dibutuhkan? Model dari foto drone dibangun dari kesamaan antar-foto. Model itu bisa tampak sangat bagus dan bentuk timbunannya benar, tetapi **letaknya bisa bergeser** dan **tingginya bisa meleset** terhadap dunia nyata. Titik kontrol mengikat model itu pada koordinat dan ketinggian yang benar. Secara hitungan, paling sedikit diperlukan tiga titik kontrol yang tidak segaris. Dalam praktik dipasang lebih banyak, tersebar merata di tepi dan di tengah area serta di tempat tinggi dan rendah, dan beberapa titik diukur juga tetapi **tidak dipakai mengikat**. Titik ini disebut **titik periksa**: hasil model dibandingkan dengan nilainya untuk menguji ketelitian. Gambar 1.7 menunjukkan penempatannya.

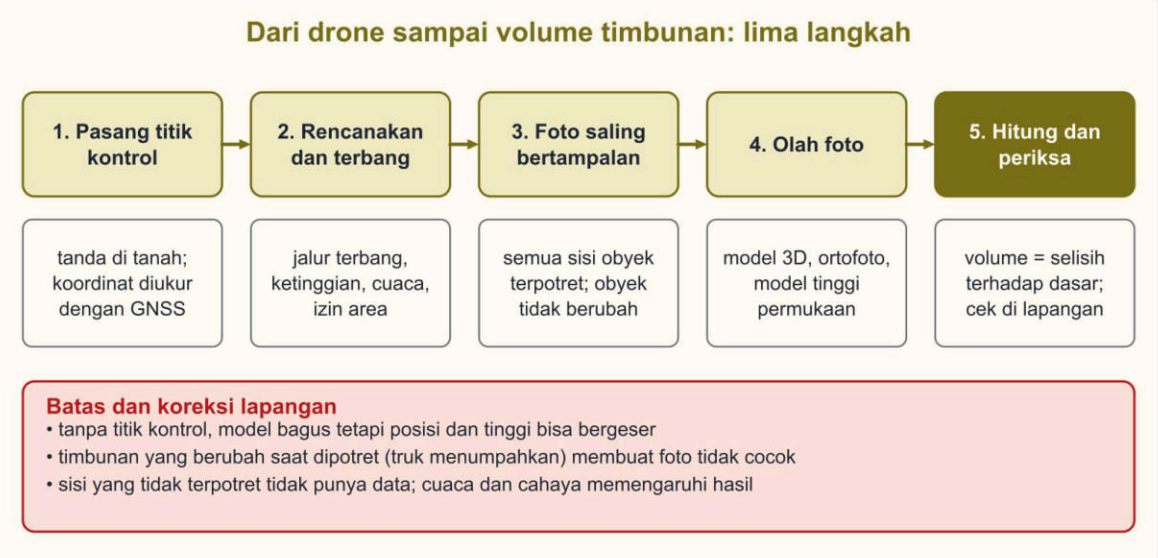


Gambar 1.7 Titik kontrol (kotak merah-putih) tersebar di tepi dan tengah area; titik periksa (belah ketupat biru) hanya dipakai menguji hasil. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

4. Drone dan fotogrametri

Fotogrametri adalah cara mengukur dari foto. Drone terbang menurut jalur yang direncanakan dan memotret area dengan foto yang **saling bertampalan**. Perangkat lunak mencari titik-titik yang tampak sama di beberapa foto, lalu menghitung letaknya dalam tiga dimensi. Hasilnya berupa **ortofoto** (foto udara yang sudah dikoreksi sehingga skalanya seragam), **model tinggi permukaan**, kontur, dan **volume** timbunan atau galian. Gambar 1.8 merangkum alurnya.



Gambar 1.8 Lima langkah dari pemasangan titik kontrol sampai penghitungan dan pemeriksaan volume, beserta batas yang perlu dikoreksi. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gambar 1.9 menunjukkan penggunaan drone di tambang batu marmer: operator drone dan pengawas mengamati dari lantai quarry.

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



Gambar 1.9 Drone (tampak kecil di langit) dioperasikan di tambang batu marmer. Operator dan pengawas bekerja memakai helm dan rompi reflektif. Sumber: Riccardo Salvini, CC BY 4.0, Wikimedia Commons.

Manfaat: pengukuran lebih cepat daripada berjalan mengelilingi timbunan, dan orang tidak perlu memanjat lereng curam atau berada dekat alat yang bergerak. **Batas yang harus kamu ingat:**

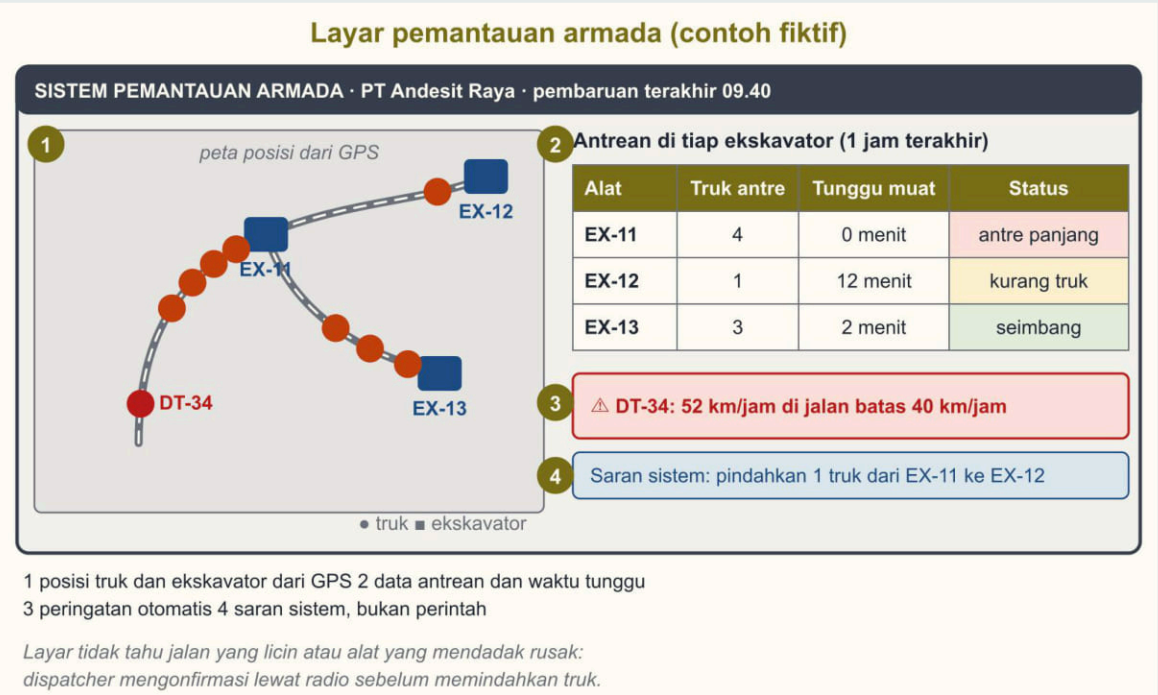
- Foto harus mencakup semua sisi dan saling bertampalan. Bagian yang tidak terpotret tidak punya data.
- Obyek tidak boleh berubah saat dipotret. Truk yang menumpahkan batu di tengah penerbangan membuat foto tidak cocok.
- Pada bagian yang tertutup pohon, model yang terbentuk adalah permukaan puncak pohon, bukan tanah.
- Cuaca (angin, hujan, cahaya) memengaruhi penerbangan dan mutu foto.
- Penerbangan drone diatur dan perlu izin serta operator yang terlatih.
- Tanpa titik kontrol, ketelitian posisi dan tinggi tidak terjamin.

Karena itu surveyor tetap dibutuhkan: ia merencanakan terbang, memasang dan mengukur titik kontrol, menjalankan pemeriksaan, dan menilai apakah hasilnya masuk akal.

5. Pemantauan armada dan *dispatch*

Truk dan ekskavator modern memiliki receiver GNSS yang mengirim posisi dan keadaannya ke ruang kendali melalui jaringan. Perangkat lunak menampilkannya sebagai peta dan tabel di layar **dispatcher**, seperti pada Gambar 1.10.

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



Gambar 1.10 Contoh layar pemantauan armada fiktif: peta posisi, tabel antrean, peringatan, dan saran sistem. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

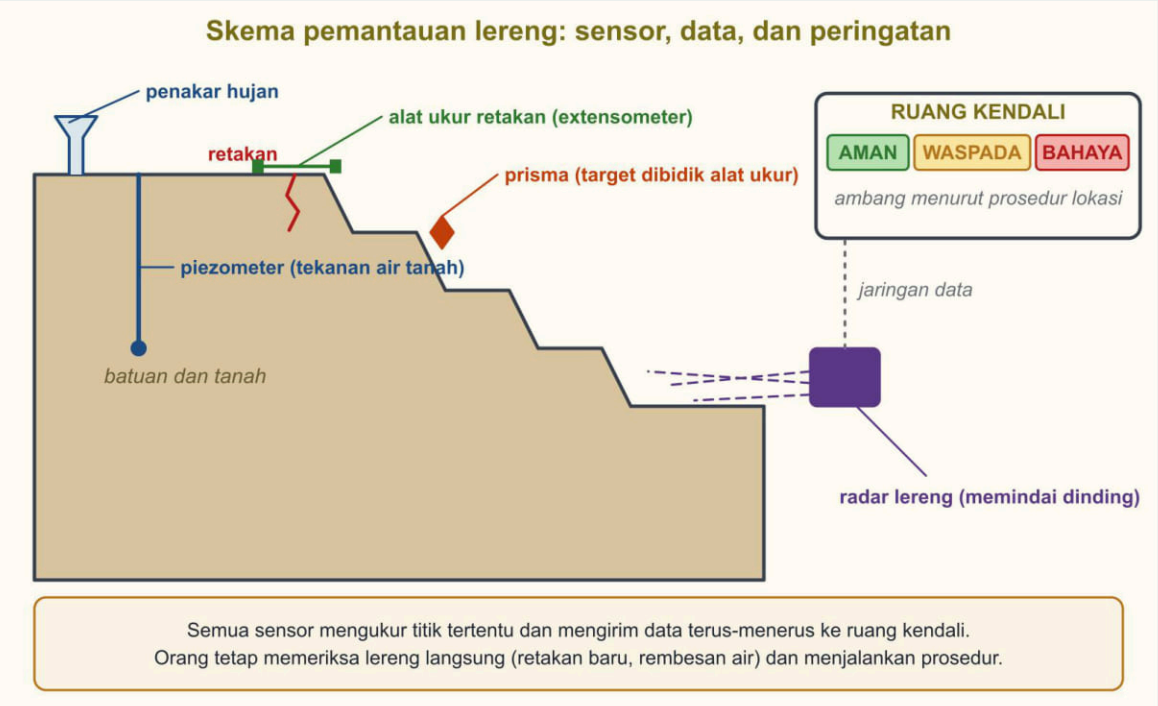
Layar itu menjawab pertanyaan harian: berapa truk yang antre di tiap ekskavator, berapa lama ekskavator menunggu truk, dan apakah ada truk yang melanggar batas kecepatan. Jika satu ekskavator kelebihan truk yang antre dan ekskavator lain menganggur menunggu truk, dispatcher memindahkan sebagian truk supaya kerja seimbang. Tujuannya: ekskavator tidak menganggur dan truk tidak menunggu terlalu lama.

Batasnya: layar hanya menampilkan data yang dikirim alat. Layar tidak tahu jalan licin karena hujan, alat yang tiba-tiba rusak, atau lokasi muat yang sedang dibersihkan. Karena itu dispatcher mengonfirmasi lewat radio, dan keputusan tidak boleh hanya dari satu kolom data. Perhatikan juga bahwa saran sistem adalah saran, bukan perintah mutlak.

6. Sensor dan IoT: pemantauan lereng, air, dan debu

Lereng pit atau jenjang adalah tempat yang berbahaya bila runtuh. Karena itu dipasang berbagai sensor, seperti pada Gambar 1.11: **alat ukur retakan** yang merekam pelebaran retakan, **prisma** yang dibidik alat ukur, **radar lereng** yang memindai dinding, **piezometer** yang mengukur tekanan air di dalam tanah, dan **penakar hujan**. Semua mengirim data ke ruang kendali, dan perangkat lunak menunjukkan status misalnya aman, waspada, atau bahaya berdasarkan **ambang** yang ditetapkan prosedur lokasi.

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



Gambar 1.11 Skema pemantauan lereng tambang: sensor di berbagai posisi mengirim data terus-menerus ke ruang kendali. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Manfaatnya adalah **peringatan dini**: laju pergeseran yang makin naik terlihat lebih awal daripada mata, sehingga orang dapat dijauhkan sebelum lereng runtuh. Hujan deras sering menjadi pemicu karena air menaikkan tekanan di dalam tanah, sehingga data hujan dan piezometer dibaca bersama dengan data pergeseran. Sensor serupa dipakai untuk debu, kebisingan, dan mutu air di titik pantau.

Batasnya: sensor mengukur titik tertentu, bukan seluruh lereng. Sensor bisa rusak, bergeser, atau membuat alarm palsu. Karena itu sensor dikalibrasi dan diperiksa berkala, dan petugas tetap memeriksa lereng langsung untuk mencari retakan baru dan rembesan air. Teknologi serupa seperti kamera pemantau kantuk operator juga bisa keliru, sehingga setiap peringatan diperiksa orang, dan pekerja perlu diberi tahu bagaimana data rekamannya dipakai.

7. Basis data bor dan model digital

Setiap lubang bor menghasilkan data: koordinat, kedalaman, deskripsi tiap lapisan, dan hasil analisis laboratorium. Dahulu catatan ini ada di buku dan lembar kertas. Sekarang data dimasukkan ke **basis data** (*database*) sehingga bisa dicari, diurutkan, dan dipakai oleh perangkat lunak untuk membuat **penampang** dan **model blok tiga dimensi**: ruang di bawah tanah dibagi menjadi blok-blok kecil dan tiap blok diberi perkiraan mutu dan tebal dari lubang bor di sekitarnya. Model ini membantu perencana menentukan bagian mana yang digali lebih dulu.

Pegangan terpenting di sini: **hasil model hanya sebaik data masukannya**. Koordinat yang tertukar, satuan yang salah, atau satu angka yang salah ketik dapat menggeser seluruh model. Karena itu data **divalidasi**: dicocokkan dengan catatan asli (log bor, buku lapangan),

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

dan hasil model yang tidak wajar diperiksa oleh geolog sebelum dipakai. Data eksplorasi juga bernilai dan **rahasia**: hanya boleh dibuka kepada pihak yang berhak.

8. Manfaat dan batas teknologi

Ringkasnya, teknologi memberi empat manfaat: **lebih cepat** (drone), **lebih aman** (orang tidak naik ke lereng, peringatan dini), **lebih lengkap** (data terus-menerus), dan **lebih efisien** (truk dan ekskavator seimbang). Tetapi ada empat batas yang sama pentingnya:

1. **Teknologi tidak menghilangkan petugas, tetapi mengubah pekerjaannya.** Surveyor merencanakan terbang dan memeriksa model. Dispatcher mengambil keputusan dari data. Geolog memvalidasi data bor.
2. **Data harus dikoreksi di lapangan.** Titik kontrol, titik periksa, pemeriksaan retakan langsung, konfirmasi lewat radio.
3. **Satu data tidak cukup.** Keputusan memakai beberapa sumber (layar, radio, pengamatan langsung).
4. **Orang yang datanya direkam perlu tahu.** Kerahasiaan dan penggunaan data harus jelas.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Menghitung volume timbunan dari dua survei

Pada Agustus 2027, surveyor PT Andesit Raya (fiktif) memotret timbunan kerikil dengan drone di awal dan akhir bulan. Perangkat lunak menghitung tinggi rata-rata timbunan di atas dasar pada petak berukuran 10 m × 10 m (luas tiap petak 100 m^2). Tabelnya (dalam meter):

Awal bulan	Kolom 1	Kolom 2	Kolom 3	Kolom 4
Baris 1	2,0	3,5	4,0	3,0
Baris 2	3,0	5,5	6,0	4,0
Baris 3	2,5	5,0	5,5	3,5
Baris 4	1,0	2,5	3,0	2,0

Akhir bulan	Kolom 1	Kolom 2	Kolom 3	Kolom 4
Baris 1	2,0	3,5	4,0	3,0
Baris 2	3,0	5,0	6,5	4,5
Baris 3	2,5	4,5	6,0	4,0
Baris 4	1,0	2,0	3,5	2,5

Hitung volume awal, volume akhir, dan selisihnya. *Kasus disusun untuk contoh; tempat dan tokoh fiktif.*

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

1. **Volume satu petak = luas petak × tinggi.** Karena semua petak berukuran sama (100 m^2), volume total = 100 m^2 × jumlah semua tinggi.
2. **Jumlah tinggi awal bulan:** baris 1 = 12,5 m; baris 2 = 18,5 m; baris 3 = 16,5 m; baris 4 = 8,5 m. Jumlah = 56,0 m.
3. **Volume awal:** 100 × 56,0 = **5.600 m^3**.
4. **Jumlah tinggi akhir bulan:** baris 1 = 12,5 m; baris 2 = 19,0 m; baris 3 = 17,0 m; baris 4 = 9,0 m. Jumlah = 57,5 m.
5. **Volume akhir:** 100 × 57,5 = **5.750 m^3**.
6. **Selisih:** 5.750 − 5.600 = **150 m^3** (bertambah).
7. **Periksa:** dari tabel, selisih tinggi per petak hanya terjadi di kolom 2 sampai 4 pada baris 2 sampai 4, yaitu tiga petak berkurang 0,5 m (kolom 2) dan enam petak bertambah 0,5 m (kolom 3 dan 4): (−3 × 0,5 + 6 × 0,5) × 100 = (−1,5 + 3,0) × 100 = 150 m^3. Hasilnya sama.

Jawaban: volume awal **5.600 m^3**, volume akhir **5.750 m^3**, bertambah **150 m^3**. Catatan: perangkat lunak menghitung dari ratusan ribu titik, tetapi prinsipnya sama dengan hitungan petak ini.

Contoh 2 — Menentukan titik kontrol dan menilai hasil

Pada Oktober 2027, tim PT Andesit Raya akan memotret area timbunan 1.600 m^2 (petak pada Contoh 1) dengan drone. Surveyor memasang lima titik kontrol dan dua titik periksa. Setelah model jadi, selisih tinggi model terhadap tinggi ukuran di tiga titik periksa adalah +0,04 m, −0,06 m, dan +0,03 m. Toleransi perusahaan 0,10 m. *Kasus disusun untuk contoh; tempat dan tokoh fiktif.*

1. **Mengapa lima titik, padahal secara hitungan cukup tiga?** Tiga titik tidak segaris sudah dapat mengikat model, tetapi tidak memberi cadangan bila satu titik rusak atau terukur salah. Lima titik di sudut dan tengah juga membuat kontrol tersebar merata.
2. **Mengapa titik periksa tidak ikut dipakai mengikat?** Bila dipakai mengikat, selisihnya pasti kecil dan tidak lagi membuktikan ketelitian. Titik periksa menjadi "soal ujian" yang tidak diketahui model.
3. **Nilai selisih terbesar:** |−0,06| = 0,06 m. Bandingkan dengan toleransi: 0,06 m < 0,10 m. **Hasil diterima.**
4. **Seberapa besar akibatnya bila ketinggian bergeser?** Misalkan seluruh model meleset 0,05 m terhadap dasar. Volume akan salah sebesar 1.600 m^2 × 0,05 m = **80 m^3**, atau sekitar 1,4 % dari 5.750 m^3. Itulah mengapa titik kontrol penting walaupun tampilan model bagus.

Jawaban: lima titik kontrol dan dua titik periksa dipakai; selisih terbesar 0,06 m masih di bawah toleransi 0,10 m sehingga hasil diterima. Tanpa titik kontrol, pergeseran tinggi 5 cm saja dapat menggeser volume 80 m^3.

Contoh 3 — Membaca layar *dispatch* dan memutuskan

Layar dispatcher quarry fiktif pukul 09.40 menunjukkan seperti Gambar 1.10: EX-11 punya 4 truk antre dan 0 menit tunggu muat, EX-12 punya 1 truk antre dan 12 menit tunggu muat, EX-13 punya 3 truk antre dan 2 menit tunggu muat. Ketiganya memuat ke lokasi buang yang jaraknya

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

hampir sama. Tidak ada truk cadangan. Apa keputusan yang masuk akal? *Kasus disusun untuk contoh; tempat dan tokoh fiktif.*

1. **Baca kolom antre dan tunggu bersama.** EX-11: antre panjang, tidak menunggu, jadi kelebihan truk. EX-12: antre sedikit, menunggu lama, jadi kekurangan truk. EX-13: seimbang.
2. **Pilih tindakan yang memakai truk yang ada.** Pindahkan satu atau dua truk dari antrean EX-11 ke EX-12. EX-13 dibiarkan karena sudah seimbang.
3. **Periksa dengan sumber lain.** Dispatcher menanyakan lewat radio apakah jalan ke EX-12 aman dan EX-12 siap memuat.
4. **Catat** perubahan itu dalam laporan giliran kerja.

Jawaban: pindahkan sebagian truk dari EX-11 ke EX-12 setelah dikonfirmasi lewat radio; EX-13 dibiarkan. Meminta operator EX-11 "memuat lebih cepat" atau mematikan EX-12 untuk menghemat solar tidak mengatasi ketidakseimbangan.

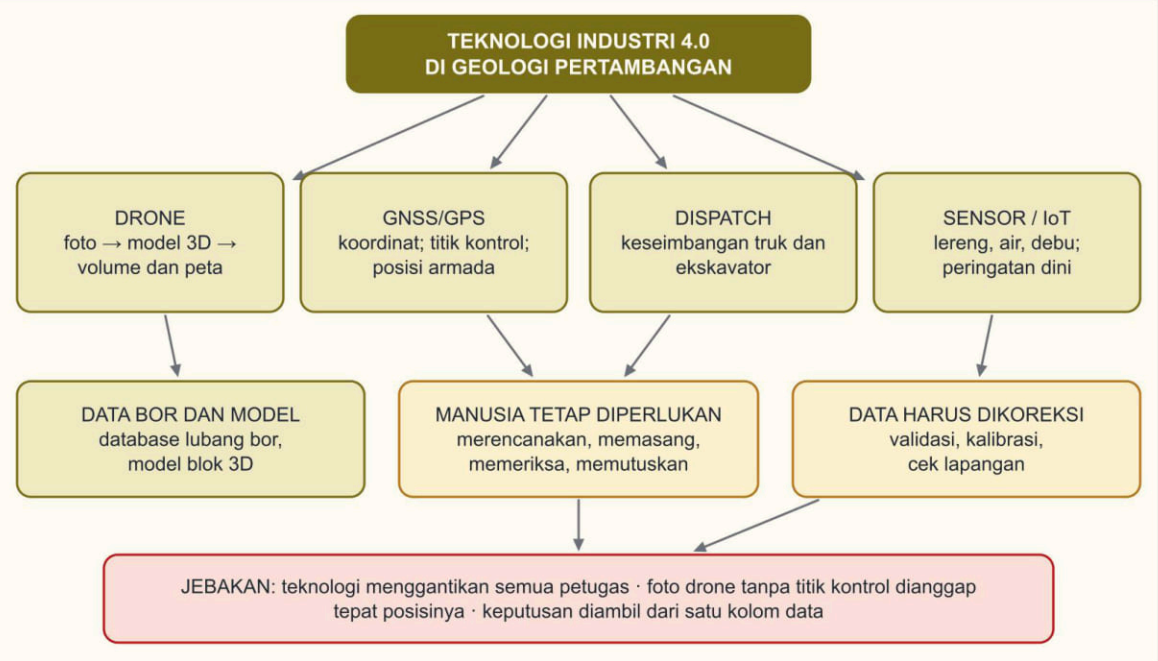
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Industri 4.0** = sensor + jaringan + perangkat lunak; di tambang disebut digitalisasi. **Teknologi memberi data, manusia memutuskan.**
- **GNSS/GPS** memberi posisi; ketelitian bergantung alat dan koreksi; sinyal dapat terhalang.
- **Titik kontrol** mengikat model foto ke koordinat dan tinggi yang benar; **titik periksa** menguji hasil.
- **Drone/fotogrametri:** foto bertampalan → model 3D → volume dan peta; batas: obyek berubah, sisi tak terpotret, cuaca, tanpa titik kontrol.
- **Dispatch:** layar GPS membantu menyeimbangkan truk dan ekskavator; keputusan dikonfirmasi lewat radio.
- **Sensor/IoT:** peringatan dini lereng; ambang menurut prosedur; sensor bisa keliru dan tetap perlu pemeriksaan langsung.
- **Basis data bor dan model blok:** hasil hanya sebaik datanya; data divalidasi dan dirahasiakan.
- **Pekerjaan berubah, bukan hilang.**

Gambar 1.12 merangkum hubungan antarkonsep.



Gambar 1.12 Peta konsep teknologi Industri 4.0 dan digitalisasi di geologi pertambangan beserta tiga jebakan yang paling sering muncul. 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 teknologi:

1. **Tandai teknologi dan tujuan perusahaan** (lebih cepat, lebih aman, lebih hemat).
2. **Cari manfaat yang benar-benar dihasilkan**, misalnya lebih cepat atau tidak perlu naik lereng.
3. **Cari batas atau koreksi** yang disebut di soal: titik kontrol, pemeriksaan data, pemeriksaan langsung.
4. **Untuk soal tabel layar:** baca semua kolom bersama sebelum memutuskan, dan pilih tindakan yang memakai sumber daya yang tersedia.
5. **Coret pernyataan yang berlebihan:** kata "tidak perlu lagi", "selalu tepat", "otomatis benar".

Jebakan khas:

- **"Teknologi menggantikan semua petugas."** Peran berubah tetapi tetap ada.
- **Foto drone tanpa titik kontrol dianggap tepat posisinya.**
- **Foto dari satu sisi dianggap cukup** karena "perangkat lunak memperkirakan sisi lainnya".
- **Pemotretan dilakukan saat timbunan sedang berubah.**
- **Keputusan dispatch hanya dari satu kolom data**, atau mengambil truk dari ekskavator yang sudah seimbang.
- **Sensor dianggap membuat pemeriksaan langsung tidak perlu.**
- **Hasil pemodelan langsung dipakai** walaupun angkanya aneh.

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut memuat rencana perusahaan memakai drone untuk mengukur timbunan. Pakailah bagian 3 dan 4 serta Gambar 1.8 dan 1.206: untuk tiap pernyataan, tanyakan apakah itu manfaat yang nyata atau klaim yang berlebihan, dan apakah ada koreksi lapangan yang disebut.

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

►. PT Batu Prima di Tuban (2027) mengukur volume timbunan (stockpile) batu kapur setiap akhir bulan. Selama ini surveyor berjalan mengelilingi dan naik ke atas timbunan setinggi 15 m yang lerengnya curam, dan pekerjaan itu memakan dua hari. Perusahaan berencana memakai drone yang memotret timbunan dari udara; foto diolah perangkat lunak menjadi model 3D untuk menghitung volume.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat tentang rencana tersebut adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Surveyor tidak lagi dibutuhkan karena volume dihitung otomatis oleh perangkat lunak.
☐ B. Pengukuran menjadi lebih cepat dan surveyor tidak perlu naik ke lereng timbunan yang curam.
☐ C. Foto dari satu sisi timbunan sudah memadai karena perangkat lunak dapat memperkirakan bentuk sisi lainnya.
☐ D. Titik kontrol di darat yang koordinatnya diketahui diperlukan agar model 3D sesuai posisi sebenarnya.
☐ E. Pemotretan sebaiknya dilakukan saat truk masih menumpahkan batu agar volume terbaru ikut terekam.

Pembahasan **Kunci: B, D**

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

Konsep: Drone mempercepat dan membuat lebih aman pengukuran permukaan seperti timbunan, tetapi hasilnya hanya teliti bila ada titik kontrol darat, cuaca mendukung, dan obyek tidak berubah selama pemotretan. Manusia tetap merencanakan dan memeriksa hasil.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: perangkat lunak menghitung, tetapi surveyor tetap merencanakan terbang, memasang titik kontrol, dan memeriksa hasil.
• **Pernyataan 2** ✓ Foto udara mencakup seluruh timbunan dalam waktu singkat dan mengurangi bahaya terjatuh di lereng.
• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: model 3D hanya dapat dibuat dari foto yang saling bertampalan dan mencakup seluruh sisi timbunan; sisi yang tidak terpotret tidak dapat dihitung volumenya.
• **Pernyataan 4** ✓ Titik kontrol darat mengikat foto ke koordinat dan elevasi nyata sehingga volume yang dihitung teliti.
• **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: timbunan yang berubah selama pemotretan membuat foto-foto tidak cocok satu sama lain; pemotretan dilakukan saat timbunan tidak sedang diubah.

Jawaban: pernyataan 2, 4.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Pada soal tabel layar, tulis dulu kondisi tiap baris (kelebihan, kekurangan, seimbang), baru pilih tindakan.

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

1. PT Bara Kaltim (2027) memasang sistem pemantauan armada berbasis GPS. Layar dispatcher pukul 10.00 menampilkan:

Ekskavator	Truk sedang antre	Ekskavator menunggu truk (1 jam terakhir)
EX-01	6 truk	0 menit
EX-02	0 truk	25 menit
EX-03	2 truk	5 menit

Ketiga ekskavator memuat batubara ke lokasi buang yang sama dengan jarak angkut hampir sama, dan tidak ada truk cadangan di pool.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Keputusan dispatcher yang paling tepat adalah ....

A. Menunggu truk cadangan dari bengkel agar antrean EX-01 berkurang
B. Meminta operator EX-01 memuat lebih cepat agar antreannya habis
C. Menghentikan EX-02 sementara agar bahan bakarnya lebih hemat
D. Mengalihkan dua sampai tiga truk dari antrean EX-01 ke EX-02
E. Mengalihkan kedua truk EX-03 ke EX-02 karena antreannya sedikit

Kunci singkat: 1. D

✔ PERIKSA DIRI

- Sebuah model 3D timbunan tampak sangat jelas, tetapi tidak ada satu pun titik kontrol yang dipasang. Apa yang tidak bisa dijamin dari model itu, dan apa risikonya untuk volume?
- Mengapa petugas di ruang kendali tetap menghubungi operator lewat radio sebelum memindahkan truk, padahal layar sudah menunjukkan antrean?
- **Yang harus kuingat:** teknologi memberi data dan manusia memutuskan; titik kontrol mengikat model, titik periksa menguji; data divalidasi sebelum dipakai; sensor dan layar dilengkapi pemeriksaan langsung dan konfirmasi radio.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 1.2: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

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

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

Sub bab 1.3 · Isu perubahan iklim dan praktik pertambangan berkelanjutan

SMKTGP-1.3

◎ APA YANG DIUJI

Peta Topik NLS **TKA-SMKTGP-01-03** menguji kemampuan kamu memahami **hubungan antara perubahan iklim dan pertambangan** serta **praktik yang membuat tambang lebih berkelanjutan**. Ini salah satu sub bab prioritas, karena soalnya sering tergolong sulit. Soal menceritakan sebuah tambang di dekat sungai, pantai, atau permukiman. Tambang itu menghadapi hujan lebat yang makin sering, kemarau panjang, air berlumpur, bibit yang mati, atau pemakaian solar yang boros. Kamu diminta memilih langkah yang paling tepat dari lima pilihan yang semuanya tampak baik.

Soal berat karena **semua pilihan terdengar ramah lingkungan**. Pilihan keliru biasanya benar sebagian: pupuk memang membantu tanaman, truk baru memang lebih hemat, pohon memang menyerap karbon, tetapi tidak menyelesaikan penyebab masalah yang disebut soal. Karena itu sub bab ini menjelaskan *mengapa* tiap praktik dilakukan, supaya kamu bisa menilai mana yang mengatasi akar masalah.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan secara ringkas dan benar bagaimana gas rumah kaca menyebabkan perubahan iklim dan apa hubungannya dengan tambang;
- membedakan tanah pucuk dari tanah penutup serta menjelaskan cara mengelolanya;
- menjelaskan fungsi saluran air dan kolam pengendap, serta mengenali masalah air asam tambang dan limbah B3;
- menjelaskan reklamasi bertahap dan pascatambang;
- menghitung kebutuhan sederhana reklamasi dan penghematan energi, lalu menilai usulan perusahaan secara adil, tanpa klaim berlebihan.

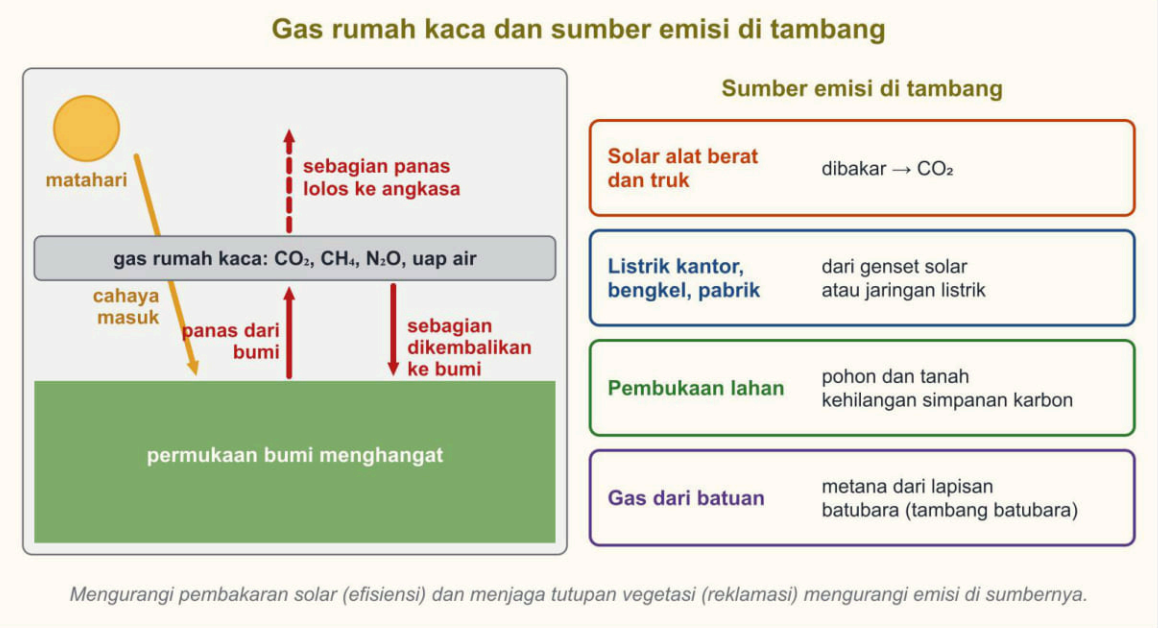
◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Tambang mengubah bentang alam. Pohon ditebang, tanah dikupas, batuan digali, air dialirkan. Perubahan itu tidak berhenti di batas tambang: lumpur bisa terbawa sungai ke laut, debu terbang ke kampung, dan solar yang dibakar menambah gas rumah kaca di udara. Di sisi lain, tambang juga **terkena dampak** perubahan iklim: hujan yang makin deras membuat pit tergenang dan lereng longsor. **Pertambangan berkelanjutan** berarti mengelola tambang sedemikian rupa sehingga dampaknya diminimalkan dan lahannya dipulihkan, sambil tetap menghasilkan bahan galian yang dibutuhkan masyarakat.

1. Perubahan iklim secara ringkas

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

Bumi dihangatkan oleh matahari. Sebagian panas yang dipantulkan permukaan bumi lolos ke angkasa, tetapi sebagian ditahan oleh **gas rumah kaca** di atmosfer, antara lain karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4), dinitrogen oksida (N_2O), dan uap air. Pada kadar yang wajar, efek ini membuat bumi cukup hangat untuk dihuni. Masalah muncul ketika kegiatan manusia menambah gas rumah kaca, terutama dengan **membakar bahan bakar fosil** (batubara, minyak, gas), menebang hutan, dan kegiatan pertanian serta industri. Akibatnya lebih banyak panas tertahan. Gambar 1.13 menunjukkan skema sederhananya dan sumber emisi di tambang.



Gambar 1.13 Gas rumah kaca menahan sebagian panas dari bumi (kiri) dan empat sumber emisi di tambang (kanan). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Laporan penilaian Panel Antarpemerintah tentang Perubahan Iklim (IPCC) menyimpulkan bahwa kegiatan manusia telah menyebabkan pemanasan global, dengan suhu permukaan global pada 2011–2020 sekitar 1,1 °C lebih tinggi daripada 1850–1900. Pemanasan itu juga dikaitkan dengan lebih seringnya kejadian ekstrem di banyak wilayah, seperti hujan sangat lebat dan kekeringan. Bagi Indonesia, ini berarti musim hujan dan kemarau bisa berubah pola: hujan deras yang singkat tetapi lebat, atau kemarau yang lebih panjang dan kering. Prakiraan musim dari BMKG membantu perusahaan menyiapkan diri.

2. Tambang dan perubahan iklim: dua arah

Tambang terkena iklim. Hujan lebat mengisi pit dengan air, membuat jalan angkut licin, menaikkan tekanan air di dalam lereng (sehingga lereng lebih mudah runtuh), dan membawa lumpur dari tanah yang terbuka. Kemarau panjang membuat air untuk pengolahan dan penyiraman jalan sulit didapat dan membuat debu lebih banyak. Karena itu tambang perlu **beradaptasi**: saluran dan kolam dirancang untuk hujan yang lebih deras dan sumber air tidak boleh diambil berlebihan dari tempat yang dipakai warga.

Tambang menyumbang iklim. Sumber emisi di tambang ada empat:

- **Solar** untuk alat berat dan truk, yang bila dibakar menghasilkan CO_2. Di tambang terbuka

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

yang banyak memakai alat berat, ini sering menjadi sumber emisi yang besar.

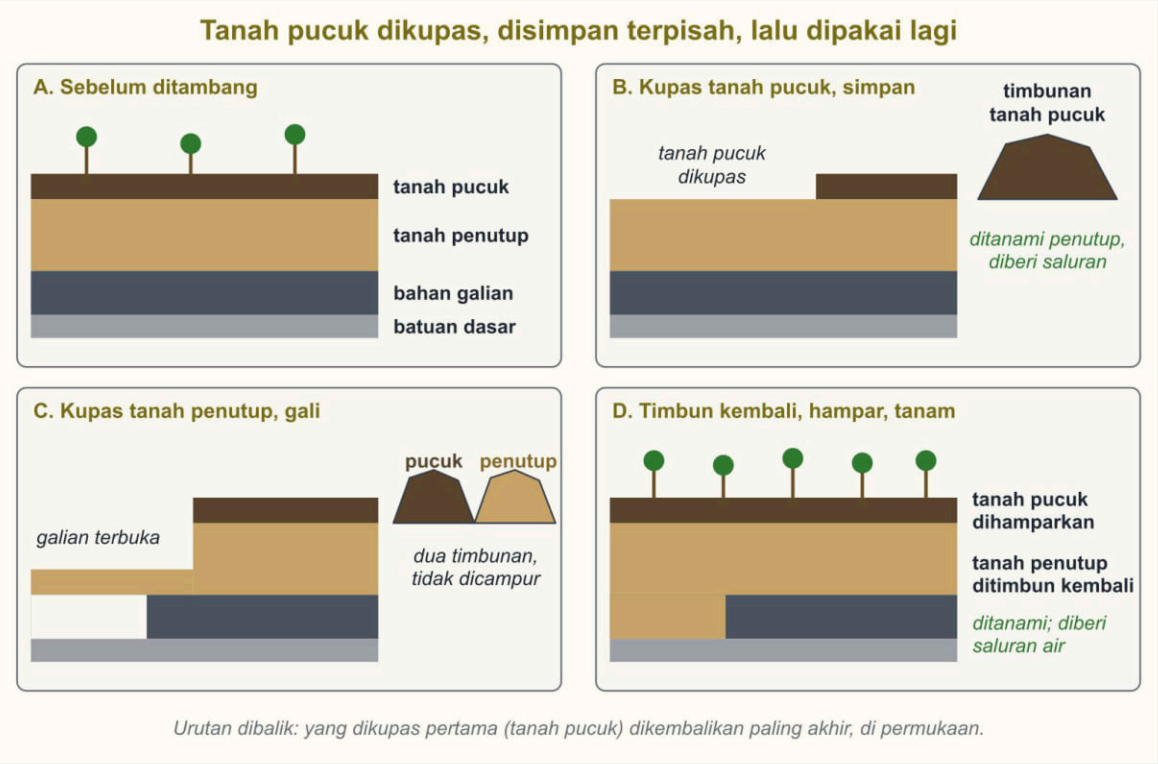
- **Listrik** untuk kantor, bengkel, pompa, dan pabrik, baik dari genset solar maupun jaringan listrik yang pembangkitnya membakar bahan bakar fosil.
- **Pembukaan lahan:** pohon dan tanah yang menyimpan karbon hilang ketika lahan dibuka.
- **Gas dari batuan:** pada tambang batubara, metana yang terkurung di lapisan batubara dapat terlepas.

Akibatnya, tambang yang berkelanjutan mengurangi emisi dari sumbernya (hemat solar) dan menjaga tutupan vegetasi (reklamasi).

3. Tanah pucuk dan tanah penutup

Di atas bahan galian ada lapisan-lapisan tanah. Lapisan paling atas, yang berwarna gelap dan gembur, disebut **tanah pucuk** (*topsoil*). Lapisan ini hanya setebal beberapa puluh sentimeter, tetapi paling berharga: ia kaya bahan organik, unsur hara, dan mikroorganisme yang membuat tanaman tumbuh. Di bawahnya ada lapisan tanah dan batuan lapuk yang miskin hara, yang disebut **tanah penutup** (*overburden*) karena menutupi bahan galian.

Gambar 1.14 memperlihatkan empat langkah pengelolaannya.



Gambar 1.14 Empat tahap pengelolaan tanah pucuk dan tanah penutup. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **Kupas tanah pucuk lebih dulu** dan jangan campur dengan lapisan lain.
2. **Simpan terpisah** di timbunan khusus. Timbunan dibuat tidak terlalu tinggi, diberi saluran air supaya tidak tererosi, dan ditanami tanaman penutup tanah supaya hidup mikroorganismenya terjaga.

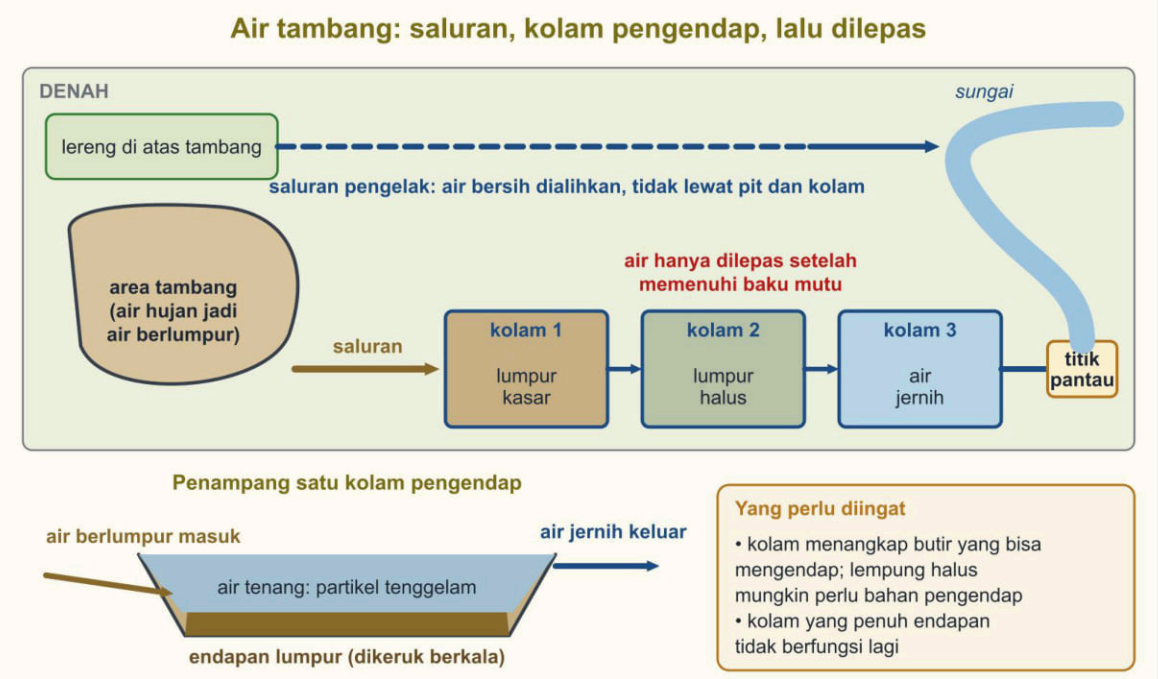
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

3. **Kupas tanah penutup** dan simpan di timbunan lain (atau langsung timbun kembali bila ada ruang bekas galian).
4. **Setelah galian ditimbun kembali dan ditata, hamparkan tanah pucuk paling atas** lalu tanami.

Inilah alasan urutannya dibalik: yang dikupas pertama dikembalikan paling akhir. Jika tanah pucuk dicampur dengan tanah penutup, bahan organik dan mikroorganisme tersebar dan tercampur tanah miskin hara. Bibit yang ditanam akan mati atau tumbuh buruk, dan perusahaan harus membeli tanah subur dari tempat lain, yang berarti merusak lahan di tempat itu juga. Memberi pupuk berlebihan bukan penggantinya, karena pupuk menambah hara tetapi tidak memperbaiki struktur dan kehidupan tanah. Tanah penutup juga tidak boleh dibuang ke lembah sungai: ia menimbun sungai, menyumbat aliran, dan membawa lumpur ke hilir.

4. Air: saluran dan kolam pengendap

Hujan yang jatuh di tanah terbuka mengangkut butiran tanah sebagai lumpur. Bila lumpur ini mengalir ke sungai, air keruh, dasar sungai tertutup, ikan terganggu, dan nelayan di muara rugi. Karena itu air dikelola dengan dua prinsip (Gambar 1.15).



Gambar 1.15 Air bersih dari lereng atas dialihkan lewat saluran pengelak, sedangkan air berlumpur dari area tambang dialirkan ke kolam pengendap bertingkat sebelum dilepas. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Prinsip pertama: jangan campur air bersih dengan air kotor. Saluran pengelak di lereng atas mengalihkan air hujan bersih menuju sungai tanpa melewati pit, sehingga jumlah air yang harus ditangani lebih sedikit.

Prinsip kedua: endapkan sebelum dilepas. Air berlumpur dialirkan lewat saluran ke **kolam pengendap**. Di kolam, aliran melambat dan butiran lumpur tenggelam. Pada kolam bertingkat, kolam pertama menangkap butir kasar, kolam berikutnya butir yang lebih halus.

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

Air jernih di ujung dialirkan ke titik pantau dan baru dilepas setelah mutunya memenuhi baku mutu yang ditetapkan peraturan dan izin lingkungan. Perlu diingat dua hal: kolam terutama menangkap butir yang bisa mengendap, sedangkan lempung yang sangat halus bisa tetap melayang dan perlu bahan pengendap tambahan. Selain itu kolam yang penuh endapan **tidak berfungsi**, sehingga lumpur harus dikeruk berkala. Saluran dan kolam juga harus dirancang untuk hujan lebat, jangan hanya untuk hujan rata-rata.

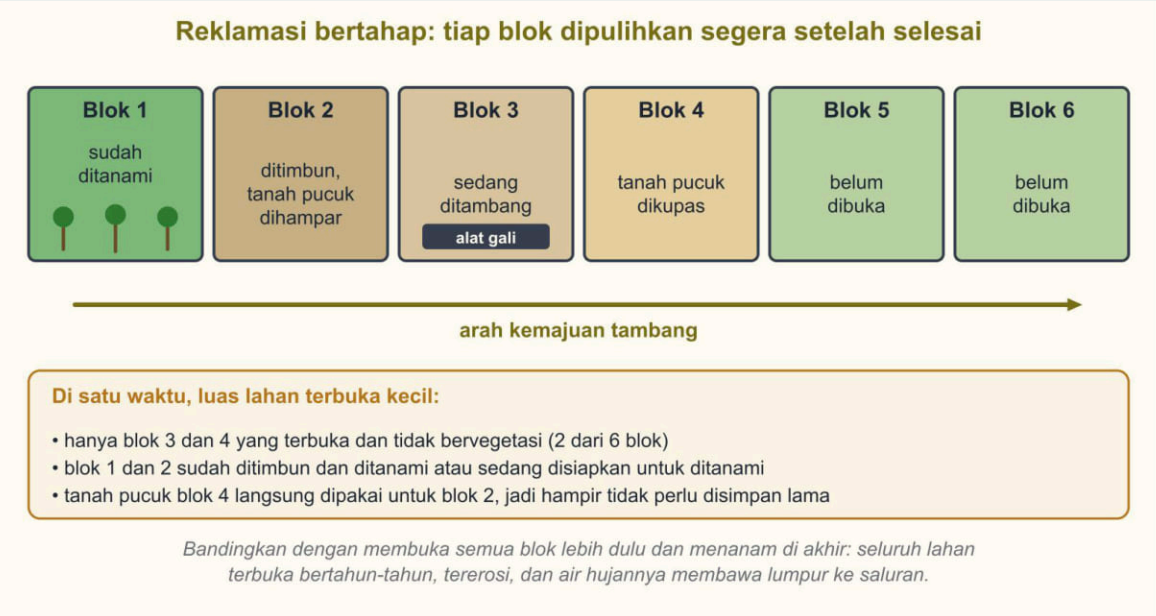
Dua masalah air lain perlu dikenal. **Air asam tambang** terbentuk ketika batuan yang mengandung mineral sulfida, misalnya pirit, tersingkap dan terkena udara dan air. Reaksinya menghasilkan asam, dan air yang asam melarutkan logam dari batuan. Pencegahannya dengan mengurangi kontak batuan berpotensi asam dengan air dan udara, misalnya menimbunnya terpisah dan menutupnya, serta mengalirkan dan menetralkan airnya bila sudah terbentuk. **Limbah B3** (bahan berbahaya dan beracun) seperti oli bekas, aki bekas, dan sisa cat tidak boleh dibuang ke tanah atau saluran. Limbah itu disimpan sementara di tempat beratap, berlantai kedap, dan berlabel, lalu diserahkan kepada pengangkut dan pengolah yang berizin.

5. Reklamasi bertahap dan pascatambang

Peraturan pertambangan mendefinisikan **reklamasi** sebagai kegiatan sepanjang tahapan usaha pertambangan untuk menata, memulihkan, dan memperbaiki kualitas lingkungan dan ekosistem agar dapat berfungsi kembali sesuai peruntukannya. **Pascatambang** adalah kegiatan terencana, sistematis, dan berlanjut setelah sebagian atau seluruh kegiatan usaha pertambangan berakhir, untuk memulihkan fungsi lingkungan alam dan fungsi sosial. Perusahaan wajib menyampaikan rencana reklamasi, menempatkan **jaminan reklamasi** (uang jaminan yang dapat dipakai pemerintah bila perusahaan tidak melaksanakan kewajibannya), melaksanakan, dan melaporkannya. Rinci aturannya dapat berubah, tetapi prinsipnya tetap.

Mengapa reklamasi dilakukan **bertahap**, blok demi blok, dan tidak menunggu semuanya selesai? Gambar 1.16 menunjukkan jawabannya.

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



Gambar 1.16 Tambang maju blok demi blok; blok di belakang segera dipulihkan sehingga lahan terbuka tetap kecil. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Lahan terbuka menjadi kecil.** Hanya blok yang sedang digali yang terbuka, sehingga erosi dan lumpur berkurang.
- **Tanah pucuk tidak perlu disimpan lama.** Tanah pucuk dari blok depan dapat langsung dihamparkan di blok belakang, sehingga mutunya terjaga.
- **Kesalahan ketahuan lebih awal.** Bila bibit mati di blok pertama, perusahaan memperbaiki caranya untuk blok berikutnya.
- **Masyarakat melihat hasilnya** dan biaya tidak menumpuk di akhir.

Langkah reklamasi satu blok: (1) **penataan lahan**: timbun kembali dan ratakan, atur kemiringan supaya stabil, buat saluran air; (2) **hamparan tanah pucuk**; (3) **pengendalian erosi** dengan tanaman penutup tanah; (4) **penanaman** tanaman sesuai peruntukan lahan; (5) **pemeliharaan dan pemantauan** sampai tumbuh baik. Gambar 1.17 memperlihatkan lahan bekas tambang yang direklamasi dan ditanami.

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



Gambar 1.17 Lahan bekas tambang batubara (tumpukan) yang telah ditata, ditumbuhi rumput, dan ditanami pohon muda dengan penyangga. Sumber: Chris Morgan, CC BY-SA 2.0, Wikimedia Commons.

Pada akhir umur tambang, lubang bekas galian tidak ditinggalkan begitu saja. Rencana **pascatambang** dibuat sejak sebelum tambang ditutup: lereng dilandaikan dan ditanami, kolam yang terbentuk dipagari bila berbahaya dan mutunya diuji sebelum dimanfaatkan, serta penggunaan lahan sesudahnya (hutan, kebun, perikanan, wisata) disepakati dengan pemerintah daerah dan warga.

6. Energi dan efisiensi

Mengurangi emisi dimulai dari **menghemat solar**. Penyebab boros yang umum di tambang adalah jalan angkut yang rusak atau bergelombang, tanjakan yang terlalu curam, jarak angkut yang tidak perlu panjang, antrean dengan mesin tetap menyala, dan alat tua yang tidak terawat. Perbaikan jalan, perencanaan rute, dan pengaturan antrean sering lebih murah dan lebih cepat hasilnya daripada mengganti seluruh armada. Prinsip memilih program: **atasi penyebab terbesar dulu**.

Setelah hemat, perusahaan dapat memakai **energi terbarukan** untuk sebagian kebutuhan, misalnya panel surya untuk kantor, bengkel, atau pompa kecil. Ini mengurangi pembakaran solar di genset. Tetapi jangan menganggapnya pengganti segalanya: panel surya bekerja di siang hari dan bergantung cuaca, sehingga biasanya melengkapi, bukan menggantikan seluruh genset.

Cara menghitung emisi dari solar sederhana. Membakar 1 liter solar menghasilkan kira-kira **2,7 kg CO_2** (angka pembulatan dari faktor emisi bahan bakar diesel yang lazim dipakai). Jadi emisi (kg) = jumlah solar (liter) × 2,7. Menghemat 1.000 liter solar berarti mencegah sekitar 2.700 kg atau 2,7 ton CO_2.

7. Debu, bising, dan masyarakat sekitar

Dampak tambang paling dirasakan warga di sekitarnya: debu dari jalan angkut, bising dari

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

alat, lumpur ke sawah dan sungai, serta lalu lintas truk. Pengendaliannya mengikuti hierarki pengendalian (sub bab 2.1): menyiram jalan, memasang penutup, mengatur jam kerja dan rute truk, dan memantau hasilnya. Peraturan pertambangan juga menyebut **pengembangan dan pemberdayaan masyarakat setempat** sebagai bagian tata kelola usaha pertambangan. Dalam praktik, perusahaan menyampaikan informasi terbuka, menampung keluhan, dan melibatkan warga, misalnya dalam penyediaan air bersih atau pelatihan kerja. Tanggung jawab sosial bukan hadiah, tetapi bagian dari kewajiban menambang dengan baik.

8. Tambang dan transisi energi

Teknologi energi bersih seperti baterai, kendaraan listrik, dan jaringan listrik membutuhkan mineral tertentu, antara lain nikel, tembaga, litium, dan kobalt. Lembaga Energi Internasional (IEA) memperkirakan kebutuhan mineral untuk teknologi energi bersih akan meningkat tajam hingga 2040. Artinya, tambang akan tetap dibutuhkan. Tetapi dua pernyataan keliru perlu dihindari. Pertama, "karena hasilnya dipakai untuk energi bersih, penambangannya otomatis ramah lingkungan". Penambangannya tetap membuka lahan, memakai solar, dan menghasilkan air dan limbah, sehingga tetap harus dikelola dengan praktik yang baik. Kedua, "tambang sebaiknya dihentikan seluruhnya": mineral dibutuhkan dan yang bisa dituntut adalah **cara menambang** yang bertanggung jawab. Pegangan yang aman: kebutuhan mineral meningkat, dan dampak penambangannya wajib dikelola dengan baik.

Ringkasan bagian ini. Gas rumah kaca dari pembakaran bahan bakar fosil dan pembukaan lahan memanaskan bumi dan memperbesar peluang hujan sangat lebat dan kekeringan. Tambang menyumbang emisi dari solar, listrik, pembukaan lahan, dan gas batubara, serta terkena dampak hujan ekstrem. Praktik berkelanjutan: kupas dan simpan tanah pucuk terpisah, alihkan air bersih, endapkan air berlumpur di kolam, kelola air asam tambang dan limbah B3, reklamasi bertahap sepanjang tahapan, hemat solar dengan mengatasi penyebab terbesar, dan libatkan masyarakat.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Merencanakan reklamasi satu blok seluas 0,8 ha

Pada Maret 2027, PT Bukit Hijau Kencana (fiktif), tambang bauksit di Kalimantan Barat, selesai menambang satu blok seluas 0,8 ha. Tanah pucuk disimpan terpisah dan akan dihamparkan setebal 25 cm. Tanah diangkut dump truck berkapasitas 8 m^3 per rit. Pohon penutup ditanam berjarak 4 m × 3 m, dan perusahaan menambah 15 % bibit untuk menyulam tanaman yang mati. Susun rencana dan hitung kebutuhannya. *Kasus disusun untuk contoh; tempat dan tokoh fiktif.*

1. **Urutan kerja:** (1) timbun kembali dan ratakan, atur kemiringan dan saluran; (2) hamparkan tanah pucuk; (3) tanam tanaman penutup tanah untuk menahan erosi; (4) tanam pohon; (5) pelihara dan pantau.
2. **Luas blok:** 0,8 ha × 10.000 m^2/ha = **8.000 m^2**.
3. **Volume tanah pucuk:** luas × tebal = 8.000 m^2 × 0,25 m = **2.000 m^3**.

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

4. **Jumlah rit:** 2.000 m^3 ÷ 8 m^3/rit = **250 rit**.
5. **Luas per pohon:** 4 m × 3 m = 12 m^2. **Jumlah pohon:** 8.000 ÷ 12 = 666,7, dibulatkan ke atas menjadi **667 pohon**.
6. **Bibit dengan cadangan 15 %:** 667 × 1,15 = 767,05, dibulatkan ke atas menjadi **768 bibit**.
7. **Periksa:** 250 rit × 8 m^3 = 2.000 m^3 (cocok); 768 bibit > 667 pohon (ada cadangan 101 bibit).

Jawaban: tanah pucuk **2.000 m^3 (250 rit)** dan bibit **768 batang**. Catatan: tanah gembur di truk lebih besar volumenya daripada tanah terhampar, jadi perusahaan sungguhan menambah faktor pengembangan dan rit sebenarnya lebih banyak.

Contoh 2 — Menghitung penghematan solar dari panel surya

PT Bukit Hijau Kencana (fiktif) memakai genset solar untuk kantor dan bengkel. Genset menyala 10 jam per hari selama 30 hari per bulan dan memakai 4 liter solar per jam. Perusahaan memasang panel surya dan baterai yang mengambil alih 40 % beban. Harga solar dianggap Rp15.000 per liter (angka fiktif) dan investasi panel Rp240.000.000. Faktor emisi 2,7 kg CO_2 per liter solar. Hitung penghematan solar, emisi, dan biaya per tahun. *Kasus disusun untuk contoh; tempat dan tokoh fiktif.*

1. **Pemakaian solar per bulan:** 10 jam × 30 hari × 4 L/jam = **1.200 L**.
2. **Solar yang dihemat per bulan:** 40 % × 1.200 L = **480 L**.
3. **Per tahun:** 480 L × 12 = **5.760 L**.
4. **Emisi yang dicegah:** 5.760 L × 2,7 kg/L = 15.552 kg = **15,6 ton CO_2** per tahun (dibulatkan).
5. **Uang yang dihemat:** 5.760 L × Rp15.000/L = **Rp86.400.000** per tahun.
6. **Waktu balik modal sederhana:** Rp240.000.000 ÷ Rp86.400.000 = 2,78 tahun, kira-kira **2 tahun 9 bulan** (belum menghitung perawatan dan penggantian baterai).
7. **Periksa satuan:** liter × kg/liter = kg; liter × rupiah/liter = rupiah.

Jawaban: hemat **5.760 L solar**, mencegah sekitar **15,6 ton CO_2**, dan menghemat **Rp86,4 juta** per tahun. Hitungan ini menunjukkan manfaat nyata tetapi juga batasnya: 40 % beban satu genset kecil, dibandingkan solar alat berat yang jauh lebih besar, hanya sebagian kecil dari seluruh emisi tambang.

Contoh 3 — Menilai lima usulan perusahaan

Tambang bauksit PT Bukit Hijau Kencana (fiktif) berada di perbukitan di hulu sungai kecil yang dipakai warga untuk mandi dan mengairi sawah. Dalam beberapa tahun hujan lebat makin sering. Manajemen mengajukan lima usulan. Nilai tiap usulan. *Kasus disusun untuk contoh; tempat dan tokoh fiktif.*

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

Usulan	Penilaian	Alasan
(a) Membuat saluran pengelak di atas pit dan kolam pengendap bertingkat yang dirancang untuk hujan lebat	**Tepat**	mengurangi lumpur dan menyesuaikan dengan hujan yang makin deras
(b) Membuka seluruh area izin sekaligus agar penambangan selesai lebih cepat	**Keliru**	lahan terbuka sangat luas menambah erosi dan lumpur; berlawanan dengan reklamasi bertahap
(c) Menimbun tanah pucuk bersama tanah penutup di lembah sungai kecil agar jarak angkut dekat	**Keliru**	mencampur tanah pucuk dan menimbun sungai; air warga terganggu
(d) Memasang panel surya untuk sebagian listrik kantor dan bengkel	**Tepat, tetapi terbatas**	mengurangi solar genset; bukan satu-satunya langkah
(e) Menanam pohon di sekitar kantor lalu menyebut perusahaan "bebas dampak"	**Keliru**	menanam pohon baik, tetapi tidak mengatasi lumpur, air, dan solar; klaim berlebihan

Jawaban: usulan **(a)** dan **(d)** layak dilaksanakan, dengan catatan (d) hanya pelengkap; **(b), (c), dan (e)** perlu ditolak. Prinsipnya: nilai usulan dari apakah ia mengatasi **penyebab** masalah yang disebut, bukan dari apakah kedengarannya hijau.

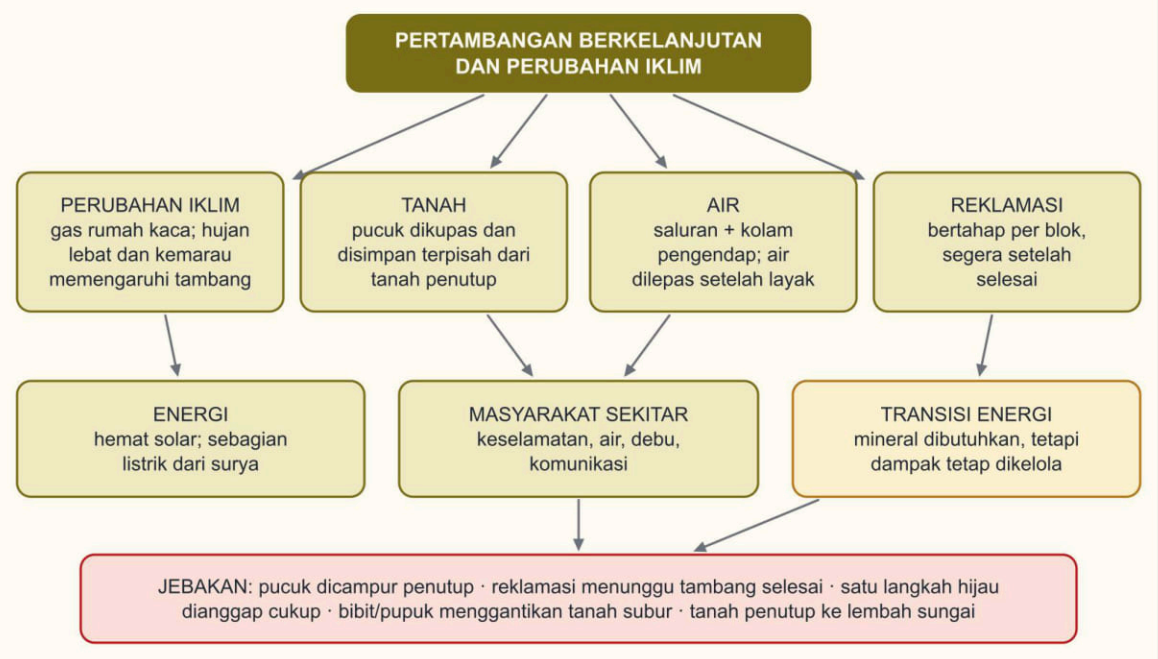
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Gas rumah kaca** (CO_2, CH_4, N_2O, uap air) menahan panas; pembakaran bahan bakar fosil dan pembukaan lahan menambahnya; akibatnya hujan sangat lebat dan kekeringan lebih sering.
- **Sumber emisi tambang:** solar, listrik, pembukaan lahan, gas dari batubara. Emisi solar ≈ liter × 2,7 kg CO_2.
- **Tanah pucuk:** dikupas lebih dulu, disimpan terpisah dari tanah penutup, dihamparkan paling akhir di atas.
- **Air:** saluran pengelak untuk air bersih; kolam pengendap bertingkat untuk air berlumpur; dilepas setelah memenuhi baku mutu; air asam tambang dan limbah B3 dikelola khusus.
- **Reklamasi** bertahap sepanjang tahapan, blok demi blok; **pascatambang** direncanakan sebelum tambang ditutup.
- **Hemat energi:** atasi penyebab pemborosan terbesar dulu; energi terbarukan melengkapi.
- **Masyarakat sekitar:** informasi terbuka, debu, bising, air, keselamatan.
- **Transisi energi:** mineral dibutuhkan, dampak tambang tetap dikelola.

Gambar 1.18 merangkum hubungannya.



Gambar 1.18 Peta konsep pertambangan berkelanjutan dan perubahan iklim beserta jebakan yang sering muncul. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal tambang berkelanjutan:

1. **Cari masalah inti** yang disebut soal: tanah mati, lumpur, solar boros, lahan terbuka.
2. **Cari penyebab terbesar atau paling dekat** dari masalah itu.
3. **Pilih langkah yang mengatasi penyebab tersebut**, bukan yang hanya terdengar ramah lingkungan.
4. **Periksa syarat dalam soal:** biaya rendah, tidak merusak lahan lain, segera ditanami, anggaran satu program.
5. **Coret langkah yang memindahkan masalah ke tempat lain** (menimbun sungai, mengambil tanah desa lain).

Jebakan khas:

- **Tanah pucuk dicampur tanah penutup** agar timbunan lebih sedikit.
- **Reklamasi ditunda sampai tambang selesai**, atau dikerjakan sekali untuk semua blok.
- **Satu langkah hijau dianggap cukup** (pohon di kantor, satu panel surya).
- **Bibit atau pupuk menggantikan tanah subur.**
- **Tanah penutup dibuang ke lembah sungai** karena hemat solar.
- **Program termurah dipilih padahal hanya mengatasi penyebab kecil**, atau program termahal padahal bukan penyebab terbesar.
- **Air tambang dilepas tanpa pengendapan** atau sumber air warga ikut diambil.

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menggabungkan tanah yang mengering, bibit yang mati, permintaan pemerintah daerah, dan syarat biaya rendah. Pakailah bagian 3 dan 5 serta Gambar 1.14 dan 1.303: temukan penyebab bibit mati, catat semua syarat dalam soal, lalu periksa tiap pilihan terhadap syarat itu.

►. Tambang pasir urug milik KUD Maju di Lumajang (2027) menambang per blok seluas 1 ha. Di blok pertama, lapisan tanah pucuk (topsoil) setebal 30 cm ikut digali dan dicampur dengan tanah penutup di timbunan karena lebih praktis. Saat blok itu ditanami, sebagian besar bibit sengon mati. Pemerintah daerah meminta setiap blok ditanami kembali segera setelah selesai ditambang, dan KUD ingin biaya reklamasi rendah tanpa merusak lahan di tempat lain.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Cara kerja yang paling tepat untuk blok berikutnya adalah ....

A. Tanah pucuk dikupas terpisah, disimpan, lalu dihamparkan kembali
B. Bibit diberi pupuk kimia dua kali lipat agar tumbuh di tanah penutup
C. Tanah pucuk ditimbun bersama tanah penutup agar timbunan lebih sedikit
D. Penanaman ditunda sampai semua blok selesai agar dikerjakan sekali jalan
E. Tanah subur dibeli dari desa lain setiap kali blok selesai ditambang

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

Pembahasan **Kunci: A**

Konsep: Tanah pucuk mengandung bahan organik, unsur hara, dan bibit mikroorganisme yang dibutuhkan tanaman. Dalam reklamasi, tanah pucuk dikupas terpisah, disimpan di timbunan khusus, lalu dihamparkan kembali di atas lahan bekas tambang yang sudah ditata.

Langkah:

1. Penyebab bibit mati: tanah pucuk tercampur dan hilang di timbunan tanah penutup.
2. Syarat kasus: blok segera ditanami, biaya rendah, tidak merusak lahan lain.
3. Memisahkan dan memakai ulang tanah pucuk sendiri memenuhi ketiga syarat.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Tanah pucuk dari blok itu sendiri dipakai ulang sehingga tanaman tumbuh baik dengan biaya rendah.
• **B.** ✗ Jebakan: pupuk membantu hara, tetapi tanah penutup tetap miskin bahan organik dan mikroorganisme, serta biayanya bertambah setiap blok.
• **C.** ✗ Ini mengulang kesalahan di blok pertama.
• **D.** ✗ Melanggar permintaan pemerintah daerah agar setiap blok segera ditanami (reklamasi bertahap).
• **E.** ✗ Jebakan: tanaman memang dapat tumbuh, tetapi lahan desa lain rusak dan biayanya tinggi, melanggar syarat KUD.

Jawaban: A.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk soal PG kompleks, nilai tiap pernyataan satu per satu dan tulis alasannya.

1. Tambang nikel PT Hijau Morowali (2027) berada di perbukitan dekat pantai. Dalam beberapa tahun terakhir, hujan lebat makin sering, dan air berlumpur dari area tambang beberapa kali meluap ke laut sehingga nelayan mengeluh. Listrik kantor dan bengkel tambang masih dari genset solar. Perusahaan menyusun rencana tambang berkelanjutan. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Langkah yang sesuai dengan rencana tersebut adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Memperbesar saluran air dan kolam pengendap agar hujan lebat tidak membuat air berlumpur meluap ke laut.
☐ B. Membuka seluruh lahan konsesi sekaligus agar penambangan selesai lebih cepat sebelum musim hujan berikutnya.
☐ C. Menanami kembali setiap blok bekas tambang segera setelah selesai sehingga tanah tidak lama terbuka.
☐ D. Mengganti sebagian genset solar dengan panel surya untuk mengurangi emisi gas rumah kaca.
☐ E. Membuang tanah penutup ke lembah sungai terdekat agar jarak angkut pendek dan solar lebih hemat.

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

2. Quarry batugamping PT Semen Rakyat di Rembang (2027) akan berakhir. Lubang bekas tambang sedalam 25 m mulai terisi air hujan dan membentuk kolam dengan tepi yang curam. Warga ingin memanfaatkan kolam itu untuk budidaya ikan dan tempat wisata. Perusahaan menyusun rencana penataan lubang bekas tambang tersebut.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Rencana yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

- ☐ A. Memasang pagar dan papan peringatan di sekeliling kolam karena tepinya curam dan airnya dalam.
- ☐ B. Menyalurkan air kolam langsung untuk air minum warga karena berasal dari air hujan yang bersih.
- ☐ C. Melandaikan lereng di sekeliling kolam, lalu menanaminya agar tidak longsor dan tererosi.
- ☐ D. Memakai tanah pucuk simpanan untuk menimbun dasar kolam yang dalam agar cepat dangkal.
- ☐ E. Menyusun rencana pemanfaatan kolam setelah perusahaan meninggalkan lokasi tambang.

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

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa tanah pucuk dihamparkan paling akhir walaupun dikupas paling awal, dan mengapa pupuk tidak dapat menggantikannya?
- Sebuah tambang menanam banyak pohon di sekitar kantor tetapi lumpur dari pit tetap mengalir ke sungai. Mengapa langkah itu tidak cukup, dan langkah apa yang mengatasi penyebabnya?
- **Yang harus kuingat:** pucuk dikupas dan disimpan terpisah, dihampar terakhir; air bersih dialihkan, air berlumpur diendapkan; reklamasi bertahap sepanjang tahapan; atasi penyebab terbesar; tambang mendukung transisi energi tetapi dampaknya tetap dikelola.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 1.3: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

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

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

Kuis Akhir Bab 1

SMKTGP-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-smktgp&node=SMKTGP-KB1

1. Setelah hujan lebat pada Februari 2027, air di kolam pengendap tambang pasir PT Kali Mas di Banjarbaru tampak lebih keruh, dan ikan di saluran pembuangan menepi. Perusahaan wajib mengambil contoh air di titik keluar kolam, mengukur pH dan kekeruhannya, lalu melaporkan hasilnya sesuai ketentuan lingkungan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Petugas yang paling tepat melakukan pekerjaan itu adalah ....

A. Ahli K3 yang memastikan pekerja memakai APD yang sesuai
B. Dispatcher yang mengatur arah truk dari ruang kendali
C. Ahli lingkungan yang memantau dan melaporkan mutu air
D. Pengawas operasional yang memimpin pemuatan di pit
E. Geolog tambang yang memetakan sebaran bahan galian

2. Tim eksplorasi PT Batu Tirta di Konawe (2027) mengirim 18 kantong sampel inti batubara ke laboratorium tambang. Sebelum kadar air dan kadar abunya dianalisis, sampel harus dikeringkan, dihancurkan, dibagi menurut prosedur, dan diberi kode yang sama dengan label kantongnya. Kekeliruan kode membuat hasil analisis tertukar antarlubang bor.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Petugas yang bertugas menyiapkan sampel tersebut adalah ....

A. Juru bor yang mengambil inti dan mengisi kantong sampel
B. Teknisi preparasi sampel yang menyiapkan contoh analisis
C. Surveyor yang mengukur koordinat setiap lubang bor
D. Ahli lingkungan yang memantau mutu air di sekitar tambang
E. Geolog eksplorasi yang menafsirkan hasil analisis sampel

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

3. Dispatcher PT Batu Cakrawala di Pangkep (2027) melihat layar pemantauan armada pukul 14.20. Operator ekskavator EX-02 sedang menunggu truk berikutnya, sedangkan EX-01 baru saja dilayani dua truk.

Truk	Status di sistem	Posisi GPS	Kecepatan
T-11	Mengangkut	Jalan angkut km 2,0	28 km/jam
T-12	Memuat	Di samping EX-02	0 km/jam
T-13	Memuat	Jalan angkut km 3,5, jauh dari semua ekskavator	0 km/jam selama 20 menit
T-14	Kembali kosong	Jalan angkut km 1,2	31 km/jam

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

A. Membiarkan T-13 karena status memuat berarti truk bekerja normal di ekskavator
B. Menghubungi pengemudi T-13 lewat radio untuk memastikan keadaannya lebih dulu
C. Mengubah status T-13 menjadi kembali kosong agar sistem menugaskannya ke EX-02
D. Menghentikan seluruh truk sampai pemasok sistem selesai memperbaiki layar
E. Menugaskan T-12 ke EX-01 karena T-13 dianggap rusak sehingga EX-02 tidak butuh truk

4. Sensor tinggi muka air di kolam pengendap PT Bumi Karya di Muara Enim (2027) mengirim data tiap 15 menit ke layar ruang kendali. Selama 30 jam terakhir angka tertera 1,20 m dan tidak berubah sedikit pun, padahal hujan lebat turun sejak kemarin malam dan pengawas melihat air kolam hampir meluap. Alarm batas 2,00 m tidak berbunyi.
(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. Angka tetap 1,20 m menunjukkan bahwa kolam masih aman karena belum mencapai batas alarm 2,00 m.
☐ B. Angka yang tidak berubah selama 30 jam di tengah hujan lebat patut dicurigai sebagai gangguan sensor.
☐ C. Alarm yang tidak berbunyi membuktikan sistem bekerja baik sehingga pemeriksaan lapangan dapat ditunda.
☐ D. Tinggi air diperiksa langsung di kolam, misalnya dengan mistar ukur, sambil sensor dan jaringannya diperiksa.
☐ E. Sensor sebaiknya ditiadakan dan diganti pengamatan manual saja karena data otomatis tidak dapat dipercaya.

5. Pada suatu pagi di quarry granit PT Karang Utama, Sumedang (2027), terjadi lima kejadian. Siswa PKL, Tiara, diminta menilai apakah penanganan tiap kejadian sesuai dengan tugas

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

profesi petugasnya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penanganan yang sesuai dengan tugas profesinya adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Hasil ukur volume galian tidak cocok dengan catatan truk; surveyor mengulang pengukuran dan memeriksa titik kontrolnya.
☐ B. Suhu oli ekskavator naik dan terdengar bunyi aneh; operator tetap bekerja sampai waktu istirahat agar produksi tidak turun.
☐ C. Debu di jalan angkut meningkat; ahli lingkungan mengukur kadar debu dan menyarankan penyiraman lebih sering kepada pengawas.
☐ D. Batuan di jenjang baru tampak berbeda warna; juru bor memutuskan sendiri bahwa batuan itu tidak layak dikirim ke crusher.
☐ E. Longsor kecil terjadi di jenjang bawah; pengawas operasional menghentikan pemuatan di bawahnya dan melapor kepada kepala teknik tambang.

6. Rani, lulusan SMK Teknik Geologi Pertambangan, bekerja sebagai tenaga lapangan di PT Dwipa Mineral, Kendari (2027). Ia bercita-cita menjadi pengendali kadar (grade control) di tambang nikel. Atasannya menjelaskan bahwa perusahaan menilai kemampuan nyata dan sertifikat kompetensi, sedangkan jabatan itu menuntut ketelitian membaca log bor, mengambil sampel sesuai prosedur, dan memahami hubungan kadar dengan keputusan penambangan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Langkah yang paling tepat bagi Rani adalah ....

A. Mengikuti uji kompetensi dan meminta penugasan mendampingi geolog mengambil sampel
B. Menunggu ditawari jabatan itu setelah beberapa tahun tanpa mengubah tugas hariannya
C. Pindah ke bagian peledakan karena dianggap jalur tercepat menjadi pengendali kadar
D. Mengikuti pelatihan K3 berulang kali karena K3 dianggap satu-satunya syarat naik jabatan
E. Menguasai satu alat berat dengan sangat baik karena kemahiran alat menentukan promosi

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

7. Tim eksplorasi PT Intan Hulu di Barito Selatan (2027) mengganti buku lapangan dengan aplikasi tablet untuk mencatat log inti bor. Data langsung masuk basis data perusahaan, dan jenis batuan dipilih dari daftar pilihan. Seorang geolog senior mengingatkan bahwa teknologi baru ini punya manfaat sekaligus batas.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat tentang pencatatan digital tersebut adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Pencatatan langsung di tablet mengurangi salah salin, tetapi tidak menjamin bahwa angka yang dicatat benar.
☐ B. Foto kotak inti tidak perlu diambil lagi setelah log tersimpan di basis data karena deskripsinya sudah ada.
☐ C. Salinan cadangan tidak perlu dibuat karena data sudah tersimpan di tablet yang dilindungi kata sandi.
☐ D. Daftar pilihan jenis batuan membantu penamaan seragam, tetapi geolog tetap memeriksa kecocokannya dengan inti.
☐ E. Kode lubang bor dan label kotak inti di lapangan tetap harus sama persis dengan kode di basis data.

8. Setelah hujan semalam, operator dump truck PT Karya Rimba di Kutai Barat (2027) melihat retakan memanjang di badan jalan angkut tepi jurang dan melapor lewat radio. Pengawas operasional sedang berada di pit lain. Dispatcher masih mengarahkan truk lewat jalan itu karena target pengiriman hari itu belum tercapai. Kepala teknik tambang kemudian dihubungi.
(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
Dispatcher boleh terus mengarahkan truk lewat jalan itu karena target pengiriman menjadi wewenangnya, bukan wewenang pengawas.	○	○
Operator berhak menghentikan truknya dan tidak melewati jalan itu sebelum jalan diperiksa, tanpa menunggu pengawas datang.	○	○
Keputusan resmi menutup jalan dan memeriksa penyebab retakan termasuk tanggung jawab teknik dan keselamatan operasi yang dipikul kepala teknik tambang.	○	○

9. Pembeli PT Arang Selatan di Tanah Bumbu (2027) menerima muatan batubara dengan kadar abu rata-rata paling tinggi 10 %. Pengendali kadar menyusun rencana muat 1.000 ton hari ini dari tiga bukaan tambang. Kadar abu dan stok: bukaan A 6 % (600 ton), bukaan B 16 % (500 ton), bukaan C 12 % (600 ton). Bukaan B wajib ikut dimuat 300 ton karena menghalangi jalan masuk ke lapisan di bawahnya.

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

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Rencana muat yang memenuhi semua ketentuan adalah ....

A. 700 ton dari A, 300 ton dari B, 0 ton dari C
B. 500 ton dari A, 300 ton dari B, 200 ton dari C
C. 400 ton dari A, 300 ton dari B, 300 ton dari C
D. 600 ton dari A, 300 ton dari B, 100 ton dari C
E. 300 ton dari A, 300 ton dari B, 400 ton dari C

10. Model blok PT Laterit Tengah di Halmahera (2027) memperkirakan kadar bijih blok 12 sebesar 1,6 % Ni, tetapi sampel produksi harian blok itu hanya 1,3 %. Kepala teknik tambang meminta penelusuran sebelum kontrak penjualan ditandatangani.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Langkah penelusuran yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

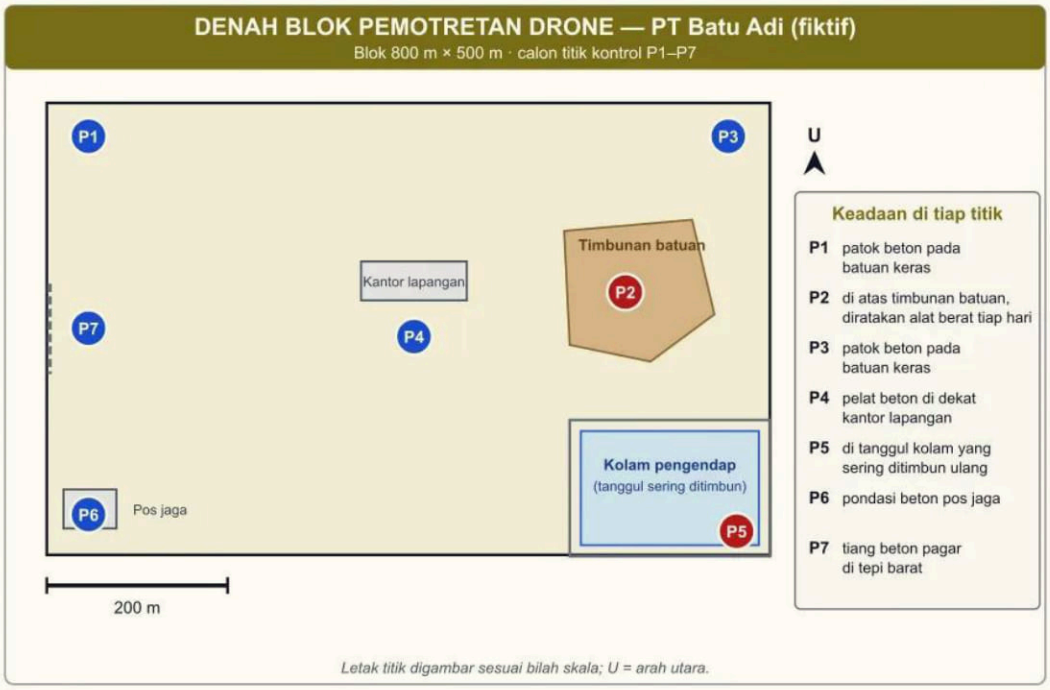
Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Surveyor mengukur ulang batas galian blok 12 untuk memastikan material yang dimuat benar berasal dari blok itu.
☐ B. Teknisi preparasi sampel memeriksa catatan pengeringan, pembagian, dan pelabelan sampel produksi harian blok 12.
☐ C. Dispatcher mengubah tujuan truk pada data muat agar hasil laboratorium tampak sesuai dengan perkiraan model.
☐ D. Geolog tambang membandingkan log bor sekitar blok 12 dengan hasil sampel produksi untuk menilai perlunya model diperbarui.
☐ E. Juru bor mengganti hasil analisis laboratorium dengan angka model karena laboratorium dianggap tidak mengenal blok itu.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

11. Gambar menunjukkan denah blok pemotretan drone PT Batu Adi di Pangkep (2027) beserta tujuh calon titik kontrol (P1–P7) dan keadaan tanah di tiap titik. Model 3D hasil drone akan dikoreksi dengan empat titik kontrol berkoordinat tetap. Syaratnya: titik tidak boleh bergeser selama survei, titik-titik tersebar mengelilingi blok, dan ada satu titik di bagian tengah.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kombinasi empat titik yang paling tepat adalah ....



A. P1, P4, P6, dan P7
B. P1, P3, P4, dan P6
C. P2, P3, P4, dan P6
D. P1, P3, P5, dan P6
E. P2, P4, P5, dan P7

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

12. Surveyor PT Tambang Selaras di Kolaka (2027) mengukur tepi pit dengan GNSS. Pagi hari, alat dicek pada titik kontrol K2 yang koordinat sahnya diketahui. Prosedur perusahaan: bila selisih timur (E) atau utara (N) melampaui 4 cm, atau selisih tinggi melampaui 8 cm, pengukuran dihentikan dan alat diperiksa. Hasil pengecekan pagi: selisih E 3 cm, N 4 cm, dan tinggi 9 cm.
(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
Pengukuran dapat dilanjutkan karena selisih E dan N, yaitu 3 cm dan 4 cm, tidak melampaui batas 4 cm.	○	○
Pengukuran dihentikan dan alat diperiksa karena selisih tinggi 9 cm melampaui batas 8 cm.	○	○
Karena pengecekan pagi sudah dilakukan, pengecekan ulang pada titik kontrol di tengah atau akhir pengukuran tidak diperlukan.	○	○

13. PT Kali Gunung di Batulicin (2027) memetakan timbunan bijih dengan drone setiap awal dan akhir bulan. Volume awal Juli 41.200 m^3 dan akhir Juli 36.700 m^3. Catatan truk menunjukkan 280 rit keluar dari timbunan dengan muatan 18 m^3 per rit, dan tidak ada bijih baru yang masuk. Selisih yang dapat diterima paling tinggi 5 % dari penurunan volume hasil survei.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kesimpulan dan tindakan yang paling tepat adalah ....

A. Selisih 540 m^3 atau 1,3 % dari volume awal, di bawah batas 5 %, sehingga kedua data diterima saja
B. Selisih 900 m^3 atau 20 % dari penurunan volume, di atas batas 5 %, sehingga survei diulang
C. Selisih 540 m^3 atau 12 % dari penurunan volume, di atas batas 5 %, sehingga angka truk dijadikan resmi
D. Selisih 540 m^3 atau 10,7 % dari volume truk, di atas batas 5 %, sehingga survei drone diulang
E. Selisih 540 m^3 atau 12 % dari penurunan volume, di atas batas 5 %, sehingga kedua data diperiksa

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

14. Pengawas operasional PT Laterit Biru di Kolaka (2027) harus menunjuk satu operator ekskavator 20 ton untuk shift malam 24 Mei sampai 20 Juni 2027. Syaratnya: memegang izin operator untuk unit yang sama, izin itu berlaku sampai seluruh periode berakhir, dan pengalaman pada izin tersebut minimal 500 jam.

Calon	Izin operator unit	Berlaku sampai	Pengalaman pada izin itu
Anto	Ekskavator 20 ton	12 Juni 2027	1.350 jam
Bimo	Ekskavator 20 ton	30 Juli 2027	380 jam
Cipto	Dump truck 30 ton	31 Desember 2027	2.100 jam
Dani	Ekskavator 20 ton	19 Juni 2027	900 jam
Edo	Ekskavator 20 ton	22 Juni 2027	520 jam

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

A. Anto, karena pengalamannya pada ekskavator itu paling banyak
B. Bimo, karena izinnya berlaku paling lama untuk ekskavator itu
C. Cipto, karena izin dan pengalamannya paling panjang dari semua
D. Dani, karena izinnya hampir mencukupi dan pengalamannya banyak
E. Edo, karena unit, masa berlaku, dan pengalamannya memenuhi syarat

15. Surveyor PT Bukit Barat di Sanggau (2027) akan menandai lima titik bor eksplorasi pada peta rencana. Posisi titik harus tepat dalam hitungan sentimeter agar lubang berada di garis penampang yang sudah dirancang geolog. Surveyor menimbang beberapa cara menentukan posisi titik di lapangan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Cara yang paling tepat adalah ....

A. GNSS geodetik dengan koreksi dari titik kontrol berkoordinat tetap
B. GPS ponsel yang dibaca di tiap titik lalu dirata-ratakan lima kali
C. Kompas dan pita ukur dari pos jaga dengan arah dan jarak hitungan
D. Peta kontur lama yang diperbesar lalu ditandai memakai penggaris
E. Citra satelit terbuka yang dicetak lalu titiknya digeser mengikuti jalan

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

16. Pos jaga dan kantor lapangan PT Intan Borneo di Barito Utara (2027) memakai genset solar yang menghasilkan 96 kWh per hari dengan pemakaian solar 0,3 liter per kWh. Perusahaan memasang panel surya yang menghasilkan 40 kWh per hari, seluruhnya dipakai menggantikan sebagian kerja genset. Harga solar Rp14.000 per liter dan satu bulan dihitung 30 hari.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penghematan biaya solar per bulan adalah ....

A. Rp168.000
B. Rp7.056.000
C. Rp5.040.000
D. Rp12.096.000
E. Rp504.000

17. Inventaris emisi bulanan PT Bukit Anggrek di Berau (2027) memuat empat sumber. Perusahaan hanya mampu menjalankan satu program pada tahun ini dan ingin menurunkan emisi bulanan sebanyak mungkin.

Sumber	Pemakaian per bulan	Emisi per satuan
Solar dump truck	90.000 liter	2,7 kg CO_2 per liter
Solar genset kantor dan bengkel	24.000 liter	2,7 kg CO_2 per liter
Listrik jaringan untuk crusher	150.000 kWh	0,8 kg CO_2 per kWh
Listrik jaringan untuk penerangan dan pompa	40.000 kWh	0,8 kg CO_2 per kWh

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Program yang menurunkan emisi bulanan paling besar adalah ....

A. Menurunkan pemakaian solar dump truck sebesar 10 %
B. Memindahkan separuh beban genset ke panel surya
C. Menurunkan pemakaian listrik crusher sebesar 20 %
D. Menurunkan listrik penerangan dan pompa sebesar 50 %
E. Menurunkan pemakaian solar dump truck sebesar 15 %

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

18. Rencana reklamasi PT Cakra Pasir di Kapuas (2027) untuk blok seluas 2,4 ha: tanah pucuk dikupas setebal 25 cm, ditimbun terpisah setinggi paling tinggi 2 m, lalu dihamparkan kembali setebal 20 cm setelah blok selesai ditambang. Satu ha sama dengan 10.000 m^2. Truk yang dipakai memuat 12 m^3 per rit.
(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. Volume tanah pucuk yang dikupas dari blok itu sebesar 6.000 m^3, dihitung dari luas dan tebal kupasan.
☐ B. Mengangkut seluruh tanah pucuk yang dikupas ke tempat penimbunan memerlukan 600 rit truk 12 m^3.
☐ C. Dengan tinggi timbunan 2 m, luas dasar timbunan minimal 3.000 m^2 bila bentuknya dianggap balok.
☐ D. Tanah pucuk simpanan sebaiknya ditanami tanaman penutup agar tidak tererosi dan tetap subur selama disimpan.
☐ E. Sisa tanah pucuk setelah penghamparan boleh dicampur dengan tanah penutup karena tidak akan terpakai lagi.

19. Jalan angkut quarry PT Dwi Karang di Cirebon (2027) melewati permukiman. Pada musim kemarau, debu mengepul setiap truk lewat dan warga mengeluh batuk. Perusahaan ingin tindakan yang paling cepat menurunkan debu langsung di sumbernya tanpa menghentikan pengiriman batu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang paling tepat adalah ....

A. Membagikan masker kain kepada warga di sepanjang jalan angkut yang dilewati truk
B. Menanam deretan pohon di tepi jalan angkut sebagai penahan debu permukiman
C. Memindahkan jadwal truk ke tengah malam tanpa mengubah kondisi permukaan jalan
D. Menyiram jalan secara teratur dan membatasi kecepatan truk dekat permukiman
E. Menutup jalan angkut sementara sampai musim hujan tiba dan debu berkurang

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

20. PT Karang Mulia di Rembang (2027) menambang batugamping di perbukitan dengan sungai kecil di sisi baratnya. Manajer lingkungan menerima lima usulan untuk menurunkan dampak tambang.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Usulan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Membuka lahan seluruh blok tahun ini agar penambangan lima tahun ke depan tidak terhenti oleh cuaca.
☐ B. Menata dan menanami blok yang sudah selesai ditambang tanpa menunggu seluruh tambang berakhir.
☐ C. Mengalirkan semua air limpasan langsung ke sungai di sisi barat agar tidak perlu membuat kolam pengendap.
☐ D. Menyiram jalan angkut secara teratur dan memeriksa kolam pengendap sebelum musim hujan datang.
☐ E. Mengganti lampu penerangan tambang dengan lampu LED hemat daya untuk menurunkan pemakaian listrik.

21. Setelah satu musim hujan, air di kolam pengendap tambang batubara PT Rimba Arang di Barito Selatan (2027) berpH 3,5 dan berwarna jingga. Geolog menemukan bahwa timbunan tanah penutup terbaru memuat lapisan serpih berpirit yang tersingkap, terkena udara dan hujan. Aturan perusahaan: air dilepas ke sungai hanya bila pH-nya 6 sampai 9.
(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. Air berpH 3,5 dapat dilepas ke sungai setelah diencerkan dengan air hujan dari kolam lain di tambang.
☐ B. Air perlu dinetralkan, misalnya dengan kapur, dan pH-nya diukur ulang sebelum air dilepas ke sungai.
☐ C. Penyebab perlu ditangani di timbunan dengan menutup dan memadatkan lapisan berpirit agar sedikit terkena udara.
☐ D. Air hujan yang jatuh ke timbunan itu bersih, sehingga timbunan itu tidak mungkin menjadi sumber air asam.
☐ E. Penimbunan berikutnya memisahkan material berpirit dan menaruhnya di dalam timbunan yang tertutup.

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

22. Timbunan tanah penutup baru PT Karya Tambang di Sarolangun (2027) berlereng gundul setinggi 10 m. Setelah hujan lebat, alur erosi muncul di lereng, dan lumpurnya mengalir lewat saluran ke kolam pengendap sehingga kolam cepat penuh. Perusahaan ingin menurunkan erosi lereng itu dengan cara yang murah.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang paling tepat adalah ....

A. Menanam tanaman penutup tanah cepat tumbuh dan membuat saluran air di tepi lereng
B. Mengeruk kolam pengendap lebih sering agar kapasitasnya selalu tersedia untuk lumpur
C. Menunggu musim kemarau agar lereng mengering dan tidak lagi tererosi oleh hujan
D. Menambah tinggi timbunan agar air hujan lebih lama tertahan di atas lereng
E. Meratakan alur erosi dengan alat berat lalu membiarkan permukaan tanpa penutup

23. PT Harapan Nikel di Halmahera Timur (2027) menjual bijih nikel yang diolah pabrik hilir menjadi bahan baterai kendaraan listrik. Dalam rapat tahunan, direktur menyatakan bahwa tambang itu kini mendukung transisi energi. Ketua kelompok warga bertanya apa artinya bagi pengelolaan lingkungan tambang.
(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
Kebutuhan nikel untuk baterai menambah alasan menambang, tetapi dampak tambang tetap harus dikelola oleh perusahaan.	○	○
Karena bijihnya untuk teknologi bersih, kewajiban reklamasi dan pengelolaan air limpasan boleh dikurangi.	○	○
Penambangan yang memakai alat dan listrik dari solar tidak menghasilkan gas rumah kaca selama produk akhirnya dipakai untuk baterai.	○	○

24. Data GPS armada PT Bukit Sagu di Kutai Timur (2027) menunjukkan waktu siklus rata-rata satu dump truck 20 ton seperti pada tabel. Waktu kerja efektif truk 420 menit per shift, dan rit hanya dihitung bila satu siklus penuh selesai dalam shift. Dispatcher mengatur ulang penugasan sehingga antre muat turun dari 9 menit menjadi 4 menit, sedangkan kegiatan lain tidak berubah.

Kegiatan	Waktu rata-rata
Antre muat	9 menit
Memuat	5 menit
Angkut isi	14 menit
Membongkar	3 menit
Kembali kosong	11 menit

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

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tambahan muatan per truk per shift setelah perubahan adalah ....

A. Tidak bertambah, karena 5 menit lebih singkat dari satu siklus penuh
B. Bertambah 27 ton, karena 11,35 rit dihitung beserta pecahannya
C. Bertambah 20 ton, karena jumlah rit utuh naik dari 10 menjadi 11
D. Bertambah 40 ton, karena 11,35 rit dibulatkan ke atas menjadi 12
E. Bertambah 24 ton, karena siklus lebih cepat 11,9 % dari 200 ton

25. Kebijakan reklamasi bertahap PT Bumi Lestari di Sorong (2027): setiap blok harus selesai ditata dan ditanami paling lambat 3 bulan setelah penambangan blok itu selesai. Kondisi tiap blok pada 31 Desember 2027 tercantum pada tabel.

Blok	Luas	Selesai ditambang	Status tanam
A	2,0 ha	10 Februari 2027	sudah ditanami
B	3,5 ha	5 Mei 2027	belum ditanami
C	1,5 ha	20 Agustus 2027	belum ditanami
D	2,5 ha	15 November 2027	belum ditanami
E	4,0 ha	10 Desember 2027	belum ditanami

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Blok yang melanggar kebijakan pada 31 Desember 2027 adalah ....

A. Keempat blok, yaitu B, C, D, E (11,5 ha)
B. Ketiga blok, yaitu B, C, dan D (7,5 ha)
C. Satu blok saja, yaitu blok B (3,5 ha)
D. Dua blok, yaitu blok B dan C (5,0 ha)
E. Dua blok, yaitu blok C dan D (4,0 ha)

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 · Profil jabatan serta tugas dan peran profesi di bidang pertambangan	1, 2, 5, 6, 8, 9, 10, 14	___ / 8	Ulangi hlm. 11
Sub bab 1.2 · Teknologi Industri 4.0 dan digitalisasi di bidang geologi pertambangan	3, 4, 7, 11, 12, 13, 15, 24	___ / 8	Ulangi hlm. 23
Sub bab 1.3 · Isu perubahan iklim dan praktik pertambangan berkelanjutan	16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25	___ / 9	Ulangi hlm. 37

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

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Bab 2 · Kecakapan Kerja Dasar, K3LH, dan Budaya Kerja

SMKTGP-B2

Setelah mempelajari bab ini, kamu dapat:

- mengelompokkan bahaya fisik, kimia, biologis, dan ergonomis serta memilih pengendaliannya menurut hierarki
- menerapkan prosedur darurat kebakaran, gempa, dan kecelakaan di tempat kerja
- memilih alat pelindung diri dasar sesuai bahaya
- menerapkan budaya kerja 5R di laboratorium, gudang alat, dan lapangan
- menerapkan etika kerja di lingkungan kerja

Peta bab

Sub bab	Judul
2.1	Bahaya fisik, kimia, biologis, dan ergonomis di tempat kerja
2.2	Prosedur darurat kebakaran, gempa, dan kecelakaan
2.3	Penggunaan alat pelindung diri dasar
2.4	Penerapan budaya kerja 5R di laboratorium, gudang alat, dan lapangan
2.5	Etika kerja di lingkungan kerja

Bab 2 di LMS

Buka seluruh latihan bab ini di LMS.

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

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

Sub bab 2.1 · Bahaya fisik, kimia, biologis, dan ergonomis di tempat kerja

SMKTGP-2.1

◎ APA YANG DIUJI

Peta Topik NLS **TKA-SMKTGP-02-01** menguji kemampuan kamu **mengelompokkan bahaya di tempat kerja** dan **memilih pengendalian yang tepat**. Soalnya hampir selalu berupa cerita tentang satu tempat kerja: crusher batu, laboratorium preparasi, tambang emas rakyat, kemah pemetaan di hutan, atau cabin dump truck. Dalam cerita itu ada beberapa pengamatan, misalnya "bising", "debu halus", "nyamuk", "mengangkat karung 40 kg". Kamu diminta menentukan pasangan bahaya dan pengendalian yang tepat, atau memilih pengendalian yang paling efektif.

Ada dua kemampuan yang diuji bersamaan. Pertama, **golongan**: bising, panas, dan getaran termasuk bahaya fisik; debu silika, gas, dan bahan kimia termasuk bahaya kimia; nyamuk, ular, dan jamur termasuk bahaya biologis; angkat beban dan posisi kerja termasuk bahaya ergonomis. Kedua, **tingkat pengendalian**: tidak semua cara sama kuatnya. Soal sengaja menyodorkan APD (alat pelindung diri) di antara pilihan, padahal ada pengendalian yang lebih tinggi di hierarki.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- membedakan bahaya dari risiko;
- mengelompokkan bahaya ke dalam fisik, kimia, biologis, atau ergonomis berdasarkan *sumber*nya;
- menilai risiko sederhana dengan matriks kemungkinan × akibat;
- menyebut lima tingkat hierarki pengendalian dengan contoh di tambang dan laboratorium;
- memilih pengendalian setinggi mungkin untuk sebuah bahaya, dan menjelaskan mengapa APD bukan pengendali pertama.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Seorang juru bor yang berdiri di dekat mesin bor terpapar debu, bising, getaran, dan panas sekaligus, sambil mengangkat batang bor dengan punggung membungkuk. Satu orang, satu pekerjaan, banyak bahaya. Cara paling aman untuk memikirkannya adalah memisahkan bahaya itu satu per satu, lalu bertanya: dari mana datangnya, siapa yang terkena, dan bagaimana mengendalikannya.

1. Bahaya dan risiko

Bahaya adalah sesuatu yang berpotensi menimbulkan cedera atau penyakit. Lereng yang retak

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

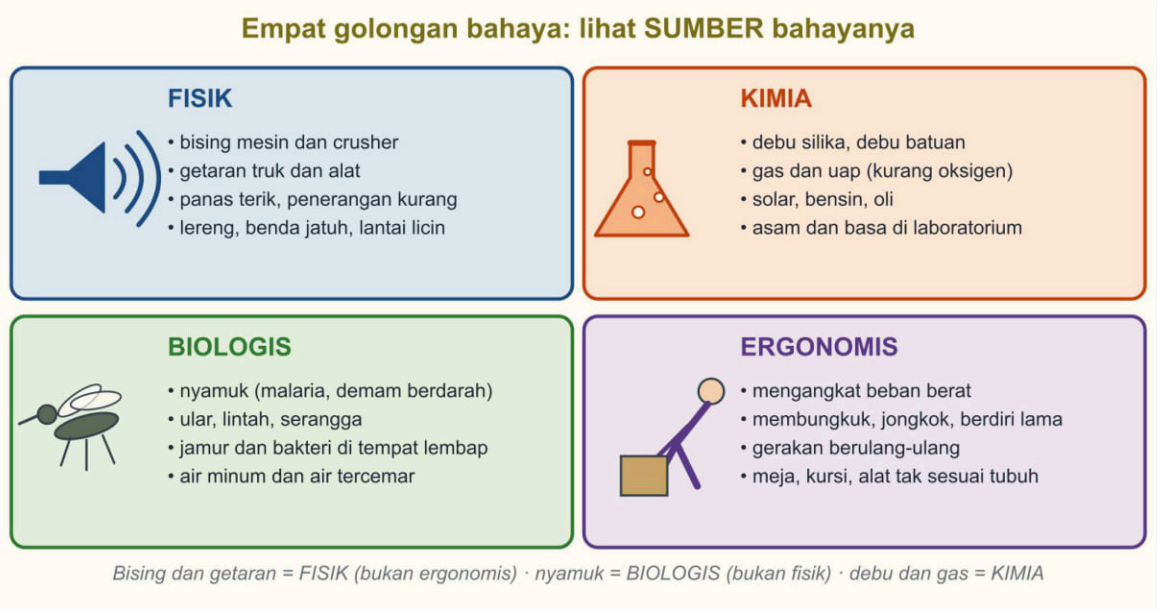
adalah bahaya. Debu silika adalah bahaya. Lantai yang licin adalah bahaya. Bahaya ada di tempat kerja baik ada orang maupun tidak. **Risiko** adalah ukuran seberapa mungkin bahaya itu benar-benar menimbulkan kerugian dan seberapa parah akibatnya. Dalam bentuk sederhana:

risiko = kemungkinan terjadi × akibat (keparahan).

Perbedaan ini penting. Lereng yang retak jauh dari jalan, yang jarang dilewati orang, memiliki bahaya yang sama dengan lereng retak di atas jalan angkut, tetapi risikonya lebih rendah karena kemungkinan ada orang di bawahnya kecil. Prioritas penanganan mengikuti risiko, bukan hanya bahaya: risiko yang paling tinggi ditangani lebih dulu.

2. Empat golongan bahaya

Bahaya dikelompokkan berdasarkan **sumbernya**, seperti pada Gambar 2.1. Ingat: yang menentukan golongan adalah *apa penyebabnya*, bukan di mana bahaya itu terjadi dan bukan bagaimana orang terkena.



Gambar 2.1 Empat golongan bahaya: fisik, kimia, biologis, dan ergonomis, lengkap dengan contoh di tambang dan laboratorium. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Bahaya fisik berasal dari energi atau keadaan fisik lingkungan kerja.

- **Bising** dari mesin dan crusher. Paparan yang terlalu lama merusak pendengaran secara permanen. Ambang batas yang lazim dipakai di tempat kerja adalah sekitar 85 dB(A) untuk 8 jam kerja sehari. Di atas itu perlu pengendalian dan perlindungan telinga.
- **Getaran** dari alat dan truk, misalnya getaran seluruh tubuh pada kursi operator di jalan bergelombang, atau getaran tangan-lengan dari bor tangan.
- **Panas** dari terik matahari dan alat, yang menyebabkan kelelahan panas dan dehidrasi.
- **Penerangan** yang kurang, **lereng** dan **benda jatuh**, serta **lantai licin**.

Bahaya kimia berasal dari zat kimia, baik padat, cair, maupun gas.

- **Debu** batuan, terutama debu silika yang sangat halus dan dapat terhirup sampai ke paru-paru. Paparan jangka panjang menyebabkan silikosis, penyakit paru yang tidak dapat

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

disembuhkan.

- **Gas dan uap**, misalnya gas beracun atau udara yang kekurangan oksigen di terowongan atau sumur yang sempit dan tertutup.
- **Solar, bensin, dan oli**, yang mudah terbakar dan uapnya berbahaya.
- **Asam, basa, dan reagen** di laboratorium, misalnya asam klorida encer untuk menguji batuan karbonat.

Bahaya biologis berasal dari makhluk hidup atau yang dihasilkannya.

- **Nyamuk** pembawa penyakit seperti malaria dan demam berdarah.
- **Ular, lintah, dan serangga** di lokasi eksplorasi di hutan.
- **Jamur dan bakteri** di tempat yang lembap, misalnya gudang inti bor dan base camp.
- **Air minum atau air yang tercemar.**

Bahaya ergonomis berasal dari ketidakcocokan antara pekerjaan dan tubuh pekerja.

- **Mengangkat dan memikul beban berat**, misalnya karung sampel atau kotak inti.
- **Posisi kerja yang buruk**: membungkuk, jongkok, atau berdiri lama.
- **Gerakan berulang-ulang**, misalnya memecah batu dengan palu berjam-jam.
- **Meja, kursi, dan alat** yang ukurannya tidak sesuai tubuh.

Sering ada satu pengamatan yang dapat menjebak. **Nyamuk** ada di luar ruangan, tetapi bukan bahaya fisik karena sumbernya makhluk hidup, jadi biologis. **Bising** berasal dari mesin dan sering dikira ergonomis, padahal sumbernya energi suara, jadi fisik. **Getaran** juga fisik. **Bensin** di tenda adalah bahan kimia, bukan biologis. Ada sistem lain yang menambahkan golongan bahaya psikososial atau bahaya keselamatan (mekanis, listrik), tetapi untuk TKA gunakan empat golongan di atas.

3. Menilai risiko sederhana

Untuk memutuskan apa yang ditangani lebih dulu, bahaya dinilai dengan **matriks risiko**. Kemungkinan diberi nilai (misalnya jarang = 1, kadang = 2, sering = 3), akibat juga diberi nilai (ringan = 1, sedang = 2, berat = 3), lalu keduanya dikalikan, seperti pada Gambar 2.2.

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



Gambar 2.2 Matriks risiko 3 × 3. Nilai 1–2 rendah, 3–4 sedang, 6–9 tinggi (contoh pembagian; perusahaan dapat memakai batas lain). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Contohnya, tangga licin yang sering membuat orang tergelincir tetapi hanya menimbulkan lecet bernilai 3 × 1 = 3 (sedang). Lereng retak di atas jalan yang kadang-kadang dilewati dan dapat membunuh bernilai 2 × 3 = 6 (tinggi). Risiko tinggi ditangani lebih dulu. Perhatikan bahwa akibat yang berat dapat membuat risiko tinggi walaupun kemungkinannya hanya "kadang".

4. Hierarki pengendalian

Setelah bahaya dikenali dan risikonya dinilai, kita **mengendalikannya**. Ada lima tingkat pengendalian, disusun dari yang paling kuat ke yang paling lemah (Gambar 2.3). Lembaga keselamatan kerja seperti NIOSH menyebutnya hierarki pengendalian.



Gambar 2.3 Hierarki pengendalian bahaya dengan contoh di tambang dan laboratorium. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

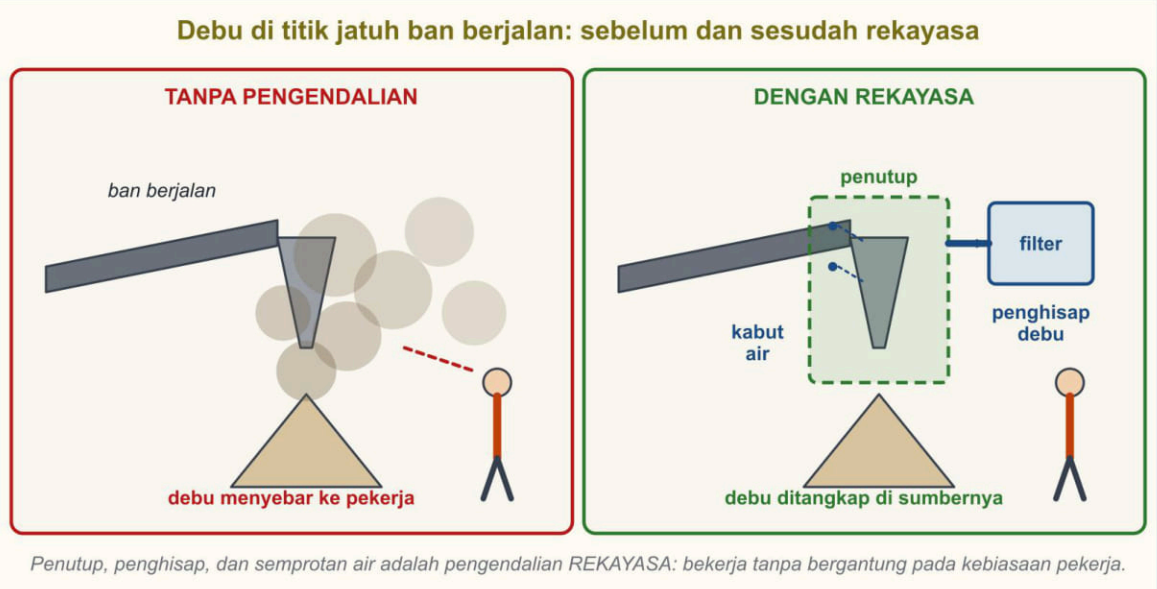
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

1. **Eliminasi:** menghilangkan bahayanya sama sekali. Contoh: mengukur lereng dengan drone sehingga tidak ada orang yang naik ke tebing; memindahkan pekerjaan dari ketinggian ke permukaan tanah.
2. **Substitusi:** mengganti dengan yang lebih aman. Contoh: mengganti bahan kimia yang sangat berbahaya dengan yang lebih ringan bila hasil uji sama.
3. **Pengendalian rekayasa (teknik):** mengubah alat atau tempat kerja sehingga orang terpisah dari bahaya. Contoh: penutup dan penghisap debu pada alat penggerus; ventilasi dan blower di terowongan; tanggul pengaman di tepi jalan; peredam suara pada mesin; memperbaiki jalan angkut agar getaran truk berkurang.
4. **Pengendalian administratif:** mengubah cara kerja. Contoh: prosedur kerja (SOP), rotasi pekerja, jadwal istirahat, pembatasan jam kerja di area bising, rambu, pelatihan, izin kerja.
5. **APD (alat pelindung diri):** melindungi tubuh pekerja ketika bahaya masih ada. Contoh: respirator, pelindung telinga, kacamata, sarung tangan, helm.

Mengapa APD di urutan terakhir? Eliminasi, substitusi, dan rekayasa bekerja **tanpa bergantung pada kebiasaan pekerja**. Penutup debu melindungi semua orang walaupun ada yang lupa. Administratif dan APD bergantung pada orang: aturan harus dipatuhi, masker harus dipakai dengan benar, dan harus sesuai ukuran wajah. APD juga hanya melindungi pemakainya, sedangkan bahaya tetap ada untuk orang di sekitarnya. Karena itu aturannya: **pilih tingkat setinggi yang mungkin**. APD tetap dipakai bila bahaya masih tersisa, tetapi bukan pengendali pertama dan bukan pengganti pengendalian yang lebih tinggi. Di sub bab 2.3 kamu akan mempelajari APD secara rinci.

5. Contoh penerapan: debu di titik jatuh ban berjalan

Gambar 2.4 menunjukkan bahaya kimia berupa debu di titik jatuh ban berjalan, dengan dan tanpa pengendalian rekayasa.



Gambar 2.4 Titik jatuh ban berjalan tanpa pengendalian (kiri) dan dengan penutup, semprotan kabut air, dan penghisap debu berfilter (kanan). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Material harus tetap diangkut, sehingga **eliminasi tidak mungkin** dan tidak ada pengganti material. Tingkat tertinggi yang masih mungkin adalah **rekayasa**: penutup di sekitar titik jatuh, semprotan kabut air untuk menahan debu di sumbernya, dan penghisap yang menyalurkan udara berdebu ke filter. Setelah itu masih dapat ditambahkan pengendalian administratif (membatasi orang yang berada di area, memberi rambu) dan APD (respirator) untuk pekerjaan yang masih menghasilkan paparan, misalnya pembersihan. Perhatikan bahwa **membuka jendela atau pintu bukan menghilangkan debu**: debu hanya pindah ke tempat lain dan mengenai orang lain.

6. Pasangan bahaya dan pengendalian yang cocok

Pengendalian harus **cocok dengan bahayanya**. Alat yang melindungi dari satu jenis bahaya sering tidak berguna untuk jenis lain. Tabel berikut menunjukkan contoh pasangan yang tepat dan godaan yang sering muncul.

Bahaya	Golongan	Pengendalian yang tepat	Godaan yang keliru
Bising crusher	Fisik	peredam suara pada mesin (rekayasa); pelindung telinga dan batas waktu paparan sebagai lapisan lanjutan	masker (tidak melindungi telinga)
Getaran kursi dump truck karena jalan rusak	Fisik	memperbaiki jalan (menghilangkan sumbernya); kursi peredam sebagai tambahan	sumbat telinga (itu untuk bising)
Panas terik di lantai pit	Fisik	tempat berteduh, air minum, jadwal istirahat	helm saja
Debu silika di titik jatuh	Kimia	penutup, kabut air, penghisap debu	membuka jendela
Udara pengap di ruang sempit tertutup	Kimia	ventilasi dan pengukuran kadar gas sebelum masuk	masker biasa (tidak menambah oksigen)
Asam di gudang	Kimia	wadah asli berlabel, tempat sejuk berventilasi, terpisah dari bahan yang bereaksi	menaruh bersama sembarang bahan di satu rak
Nyamuk di kemah	Biologis	kelambu, baju lengan panjang, losion antinyamuk, pengelolaan genangan	helm
Ular dan lintah di semak	Biologis	sepatu bot tinggi, celana panjang, berjalan hati-hati	pengeras suara
Karung sampel 40 kg	Ergonomis	troli, beban dibagi, bantuan dua orang	menunggu pekerja yang kuat
Memecah batu berjam-jam	Ergonomis	rotasi tugas, istirahat, alat yang sesuai	memberi bonus agar kuat

Tiga pelajaran dari tabel: (1) satu bahaya dapat dikendalikan di beberapa tingkat sekaligus, dan lapisan lanjutan memperkuat tetapi tidak menggantikan yang lebih tinggi; (2) pengendalian

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

yang "kuat" untuk bahaya lain tidak otomatis cocok (helm tidak menolak gigitan nyamuk); (3) menghilangkan **sumber** selalu lebih baik daripada mengurangi **akibat**, seperti memperbaiki jalan dibandingkan sekadar mengganti kursi.

7. Peran pekerja dan informasi bahaya

Pengendalian tidak berhasil tanpa peran pekerja. Pekerja wajib **melaporkan bahaya** yang ditemukan, mengikuti SOP, dan memakai APD sesuai petunjuk. Untuk bahan kimia, setiap wadah diberi **label** yang memuat nama dan bahayanya, dan perusahaan menyediakan **lembar data keselamatan bahan** (*safety data sheet*) yang menjelaskan sifat bahan, cara menyimpan, dan tindakan bila terpapar. Bahan kimia disimpan sesuai labelnya: wadah asli, tempat sejuk dan berventilasi, dan terpisah dari bahan yang dapat bereaksi dengannya. Bahaya yang tidak dilaporkan tidak dapat dikendalikan.

Ringkasan bagian ini. Bahaya adalah sumber cedera; risiko = kemungkinan × akibat. Empat golongan menurut sumber: fisik (bising, getaran, panas, lereng), kimia (debu, gas, bahan kimia, solar), biologis (nyamuk, ular, jamur, air tercemar), ergonomis (angkat beban, posisi, gerakan berulang). Prioritas mengikuti risiko tertinggi. Pengendalian: eliminasi → substitusi → rekayasa → administratif → APD; pilih setinggi mungkin.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Mengelompokkan bahaya di gudang inti bor

Pada September 2027, tim K3 PT Andesit Raya (fiktif) memeriksa gudang inti bor dan menulis delapan pengamatan. Kelompokkan tiap pengamatan. *Kasus disusun untuk contoh; tempat dan tokoh fiktif.*

No	Pengamatan	Golongan	Alasan
1	Debu halus dari inti yang dibelah	Kimia	debu batuan, terhirup
2	Petugas mengangkat kotak inti 20 kg dari rak bawah ke atas meja tanpa bantuan	Ergonomis	beban dan posisi angkat
3	Rak besi tinggi bergoyang karena tidak dipaku ke dinding	Fisik	benda jatuh
4	Dinding gudang berjamur dan berbau apak	Biologis	jamur di tempat lembap
5	Lampu ruang logging redup sehingga label sulit terbaca	Fisik	penerangan kurang
6	Botol asam klorida encer untuk uji batuan diletakkan di rak terbuka	Kimia	bahan kimia
7	Tikus dan kecoa ditemukan di sudut gudang	Biologis	makhluk hidup
8	Petugas jongkok dua jam mencatat label di rak paling bawah	Ergonomis	posisi kerja lama

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

Cara memeriksa: untuk tiap baris tanyakan "*apa sumber bahayanya?*": energi atau keadaan fisik (fisik), zat (kimia), makhluk hidup (biologis), atau cara dan beban kerja terhadap tubuh (ergonomis).

Contoh 2 — Memilih pengendalian tertinggi untuk debu di titik jatuh ban berjalan

Pada unit pengayakan PT Andesit Raya (fiktif), debu batuan halus beterbangan di titik jatuh ban berjalan dan terhirup operator. Material harus tetap diangkut dan tidak ada bahan pengganti. Empat usulan diajukan: (A) memasang penutup dan semprotan kabut air di titik jatuh, (B) mewajibkan operator memakai respirator, (C) merotasi operator tiap dua jam, (D) memasang poster bahaya debu. Pilih yang paling tepat. *Kasus disusun untuk contoh; tempat dan tokoh fiktif.*

1. **Tentukan golongan bahaya:** debu batuan = **kimia**.
2. **Periksa eliminasi dan substitusi:** material harus diangkut dan tidak ada pengganti, jadi tidak mungkin.
3. **Golongkan tiap usulan:** (A) penutup dan kabut air = rekayasa; (B) respirator = APD; (C) rotasi = administratif; (D) poster = administratif.
4. **Pilih tingkat tertinggi yang mungkin:** rekayasa, yaitu **usulan A**.
5. **Periksa:** (A) mengurangi debu di sumbernya untuk semua orang, sedangkan (B) hanya melindungi pemakai dan bergantung pada ketaatannya, (C) hanya membagi paparan, (D) tidak mengurangi debu.

Jawaban: **usulan A**. Usulan B, C, dan D tetap dapat ditambahkan sebagai lapisan lanjutan, tetapi bukan pengganti rekayasa.

Contoh 3 — Menilai risiko dari kemungkinan × akibat

Tim K3 menemukan empat bahaya: (a) tangga laboratorium licin; (b) lereng retak di atas jalan angkut; (c) kebisingan crusher tanpa pelindung telinga; (d) tumpahan kecil asam encer di lantai laboratorium. Berikan nilai dan urutkan prioritasnya. Nilai kemungkinan: jarang 1, kadang 2, sering 3. Nilai akibat: ringan 1, sedang 2, berat 3. *Kasus disusun untuk contoh; tempat dan tokoh fiktif.*

Bahaya	Kemungkinan	Akibat	Nilai = K × A	Tingkat
(a) tangga licin	sering (3)	ringan (1)	3	sedang
(b) lereng retak di atas jalan	kadang (2)	berat (3)	6	tinggi
(c) bising crusher	sering (3)	sedang (2)	6	tinggi
(d) tumpahan asam kecil	kadang (2)	sedang (2)	4	sedang

Urutan prioritas: **(b) dan (c)** bernilai 6 (tinggi), didahulukan, dengan (b) lebih dulu karena akibatnya berat dan tidak dapat dipulihkan; lalu **(d)** bernilai 4, kemudian **(a)** bernilai 3. Walaupun (a) paling sering terjadi, akibatnya ringan sehingga risikonya paling rendah. Tentu semuanya tetap harus ditangani; yang dihitung hanya urutannya.

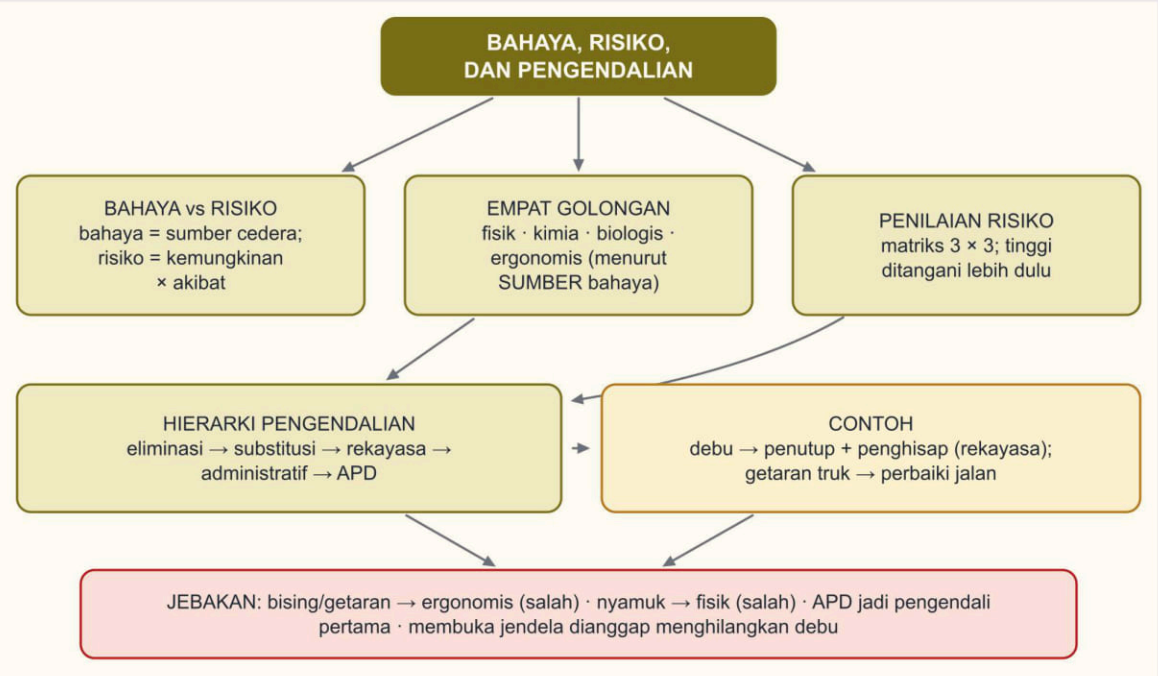
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Bahaya** = sumber cedera atau penyakit; **risiko** = kemungkinan × akibat.
- **Fisik:** bising, getaran, panas, penerangan, lereng, benda jatuh, lantai licin.
- **Kimia:** debu (silika), gas dan uap, solar dan oli, asam dan basa.
- **Biologis:** nyamuk, ular, lintah, jamur, bakteri, air tercemar.
- **Ergonomis:** angkat beban, posisi kerja, gerakan berulang, alat tak sesuai tubuh.
- Golongan ditentukan oleh **sumber** bahaya, bukan tempatnya.
- **Hierarki:** eliminasi → substitusi → rekayasa → administratif → APD; pilih setinggi mungkin.
- **Penutup dan penghisap debu = rekayasa;** respirator = APD; membuka jendela bukan pengendalian yang menghilangkan debu.
- Risiko tinggi ditangani lebih dulu.

Gambar 2.5 merangkum hubungannya.



Gambar 2.5 Peta konsep bahaya, risiko, dan pengendalian beserta jebakan yang sering muncul. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal bahaya dan pengendalian:

1. **Daftar pengamatan satu per satu** dan tentukan golongan menurut sumbernya.
2. **Jika diminta pasangan bahaya dan pengendalian**, periksa dua hal: golongannya benar dan pengendaliannya cocok dengan bahaya itu (helm tidak melindungi dari nyamuk, pelindung telinga tidak mengurangi getaran).
3. **Jika diminta pengendalian paling efektif**, tulis hierarkinya dan periksa apakah eliminasi atau substitusi mungkin. Bila tidak, pilih rekayasa; baru administratif; baru APD.
4. **Perhatikan kata kunci kasus** seperti "tidak ada cara lain", "harus tetap dilakukan", yang menutup pilihan eliminasi dan substitusi.
5. **Cek sumber bahaya:** pengendalian yang efektif menghilangkan atau mengurangi di sumbernya.

Jebakan khas:

- **Bising atau getaran dikira ergonomis**, nyamuk atau ular dikira fisik, bensin dikira biologis.
- **APD dipilih sebagai pengendali pertama** padahal rekayasa lebih tinggi (masker dipilih padahal penutup dan penghisap tersedia).
- **Poster, rambu, dan pembatasan jam kerja** (administratif) dianggap lebih kuat daripada rekayasa.
- **Membuka jendela dianggap menghilangkan debu.**
- **Pengendalian dipasangkan dengan bahaya yang salah** (helm untuk gigitan nyamuk, sumbat telinga untuk getaran).
- **Mengganti kursi tetapi membiarkan jalan rusak:** mengurangi akibat tetapi tidak menghilangkan sumber getaran.

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut memuat lima pengamatan dari sebuah unit crusher dan lima pasangan bahaya-pengendalian yang harus diperiksa satu per satu. Pakailah bagian 2 dan 4 serta Gambar 2.1 dan 2.103: tentukan golongan tiap pengamatan dan periksa apakah pengendaliannya cocok.

►. Siswa PKL ditempatkan di unit crusher batu split PT Andesit Raya, Bogor (2027). Pengawas memintanya menyusun daftar bahaya dan pengendalian. Hasil pengamatan: crusher berbunyi keras, debu halus beterbangan di sekitar ayakan, pekerja mengangkat karung contoh batu seberat 40 kg berulang kali dengan punggung membungkuk, banyak nyamuk di dekat kolam pengendap, dan pekerjaan di lantai tambang berlangsung di bawah terik matahari.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

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

Pasangan bahaya dan pengendalian yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Debu halus ayakan adalah bahaya kimia yang terhirup; dikendalikan dengan penyemprotan air dan masker partikulat.

☐ B. Bunyi keras crusher adalah bahaya ergonomis karena berasal dari cara kerja mesin; dikendalikan dengan rotasi kerja.

☐ C. Mengangkat karung 40 kg sambil membungkuk adalah bahaya ergonomis; dikendalikan dengan troli dan beban yang dibagi.

☐ D. Nyamuk di kolam pengendap adalah bahaya fisik karena berada di luar ruangan; dikendalikan dengan memakai helm.

☐ E. Terik matahari di lantai tambang adalah bahaya fisik; dikendalikan dengan tempat berteduh, air minum, dan jadwal istirahat.

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

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

Konsep: Bahaya di tempat kerja dikelompokkan menurut sumbernya: fisik (bising, panas, getaran), kimia (debu, gas, cairan kimia), biologis (makhluk hidup pembawa penyakit), dan ergonomis (posisi kerja, beban angkat, gerakan berulang). Pengendalian dipilih sesuai jenis bahayanya.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Debu batuan masuk lewat pernapasan; semprotan air mengurangi debu di sumber dan masker melindungi pekerja.

• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: kebisingan termasuk bahaya fisik, bukan ergonomis; pengendaliannya peredam dan pelindung telinga.

• **Pernyataan 3** ✓ Posisi dan beban angkat yang salah menyebabkan cedera punggung; alat bantu angkat dan beban lebih ringan mengurangi risikonya.

• **Pernyataan 4** ✗ Nyamuk pembawa penyakit termasuk bahaya biologis; helm tidak melindungi dari gigitan nyamuk.

• **Pernyataan 5** ✓ Panas berlebih adalah bahaya fisik; istirahat di tempat teduh dan minum air yang memadai mencegah kelelahan panas.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 5.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Pada soal pengendalian paling efektif, tulis dulu hierarkinya dan coret tingkat yang tidak mungkin.

1. Di laboratorium preparasi sampel PT Geo Lab Nusantara, Bandung (2027), alat penggerus (pulverizer) menghasilkan debu batuan halus yang menyebar sampai ke ruang timbang. Pekerja hanya memakai masker kain. Penggerusan sampel harus tetap dilakukan dan tidak ada cara lain untuk menghaluskan sampel. Kepala laboratorium meminta pengendalian yang paling efektif menurut hierarki pengendalian bahaya.

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

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

A. Memasang penutup dan penghisap debu pada alat penggerus
B. Mengganti masker kain dengan masker respirator berfilter
C. Memasang poster bahaya debu di dinding ruang preparasi
D. Membuka jendela lebar-lebar agar debu keluar ke halaman
E. Membatasi kerja di ruang preparasi menjadi 4 jam sehari

2. Tim pemetaan geologi PT Borneo Mineral (2027) akan berkemah dua minggu di hutan Kalimantan Tengah. Daerahnya rawan malaria, banyak lintah dan ular, jalurnya naik-turun bukit sambil memikul ransel berisi sampel batuan hingga 20 kg, dan sungai yang harus diseberangi berdasar batu licin. Bensin untuk genset kemah disimpan dalam jeriken di tenda logistik.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pasangan bahaya dan pengendalian yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Lintah dan ular di jalur pemetaan adalah bahaya fisik, sehingga dikendalikan dengan memakai helm proyek.
☐ B. Nyamuk malaria adalah bahaya biologis; dikendalikan dengan losion antinyamuk, baju lengan panjang, dan kelambu.
☐ C. Memikul ransel 20 kg berjam-jam naik-turun bukit adalah bahaya ergonomis; dikendalikan dengan membagi beban dan istirahat.
☐ D. Uap bensin di tenda logistik adalah bahaya biologis karena dapat terhirup oleh anggota tim saat tidur.
☐ E. Batu licin di dasar sungai adalah bahaya fisik; dikendalikan dengan sepatu bersol kasar dan menyeberang perlahan.

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

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

✔ PERIKSA DIRI

- Seorang pekerja berkata, "Bising di sini ergonomis karena menyakitkan telinga saya saat bekerja." Apa golongan yang benar dan mengapa?
- Debu halus keluar dari sebuah alat yang harus tetap dipakai. Mengapa respirator bukan jawaban pertama, dan pengendalian apa yang lebih tinggi?
- **Yang harus kuingat:** golongan menurut sumber (fisik, kimia, biologis, ergonomis); risiko = kemungkinan × akibat; hierarki eliminasi → substitusi → rekayasa → administratif → APD, pilih setinggi mungkin.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 2.1: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

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

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

Sub bab 2.2 · Prosedur darurat kebakaran, gempa, dan kecelakaan

SMKTGP-2.2

◎ APA YANG DIUJI

Peta Topik NLS **TKA-SMKTGP-02-02** menguji kemampuan kamu **mengambil tindakan pertama yang benar** saat keadaan darurat di tempat kerja: kebakaran, gempa, kecelakaan alat, atau kejadian lain yang mengancam nyawa. Ini sub bab prioritas karena soalnya sering tergolong sulit. Soal menceritakan situasi genting dengan beberapa tekanan sekaligus: korban merintih, solar menetes, truk lain terus melintas, waktu terbatas. Lalu kamu diminta memilih **tindakan pertama yang paling tepat** atau menyusun **urutan yang benar**.

Soal ini sulit karena **naluri menolong sering salah**. Menarik korban keluar terasa paling baik, padahal bisa memperparah cedera tulang belakang. Menyiram api dengan air terasa wajar, padahal pada api solar justru menyebarkan api. Berlindung di dinding saat gempa terasa aman, padahal di tambang terbuka itulah tempat batu jatuh. Berlari ke kantor untuk melapor terasa bertanggung jawab, padahal radio darurat lebih cepat dan jalur lalu lintas dibiarkan terbuka. Karena itu sub bab ini menjelaskan *alasan* di balik tiap tindakan, bukan sekadar urutan hafalan.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menyebutkan urutan umum tindakan darurat dan alasannya;
- menjelaskan segitiga api, kelas kebakaran, dan memilih APAR yang tepat;
- menjelaskan pemakaian APAR dan kapan harus berhenti memadamkan lalu mengevakuasi diri;
- menjelaskan tindakan saat gempa di dalam pit atau jenjang;
- menjelaskan tindakan pada kecelakaan alat, termasuk kapan korban boleh dipindahkan;
- menjelaskan pentingnya kanal darurat, rantai komando, titik kumpul, dan simulasi.

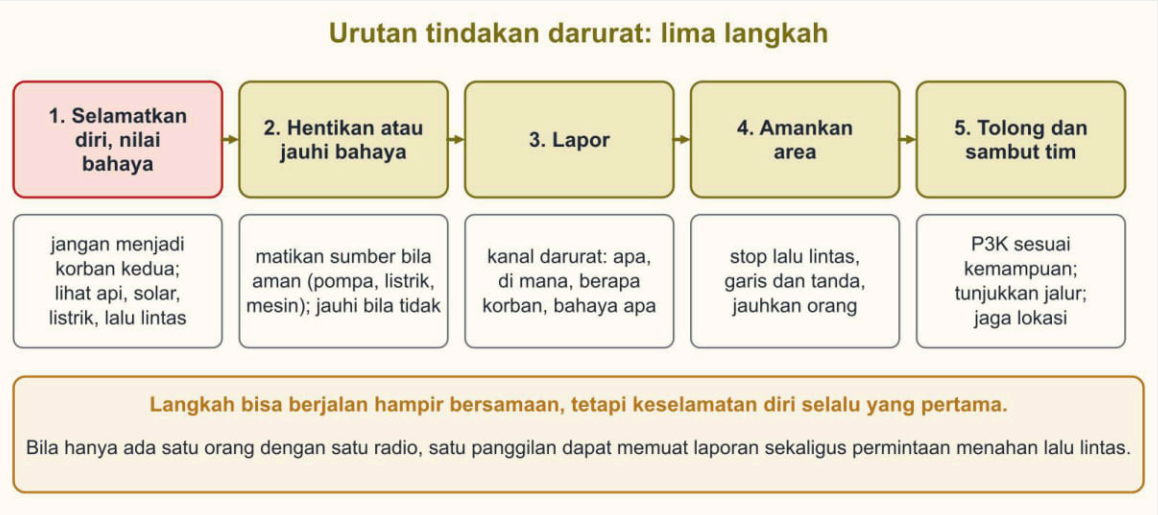
◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Keadaan darurat jarang memberi waktu berpikir panjang. Karena itu perusahaan menyusun prosedur dan melatihnya berulang-ulang, supaya tindakan yang benar menjadi kebiasaan. Seorang siswa PKL mungkin tidak pernah mengalami kebakaran, tetapi ia harus tahu apa yang dilakukan dalam sepuluh detik pertama. Di bagian ini kita mulai dari prinsip umum, lalu masuk ke tiga situasi yang paling sering diujikan.

1. Urutan umum tindakan darurat

Dalam hampir semua keadaan darurat, urutan berpikirnya sama (Gambar 2.6).

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



Gambar 2.6 Lima langkah umum tindakan darurat. Langkah dapat berjalan hampir bersamaan, tetapi keselamatan diri selalu yang pertama. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **Selamatkan diri dan nilai bahaya.** Penolong yang menjadi korban kedua tidak menolong siapa pun, bahkan menambah beban tim penyelamat. Sebelum mendekat, lihat dulu: apakah ada api, bahan bakar yang tumpah, kabel listrik putus, lereng yang akan runtuh, atau kendaraan lain yang masih melintas?
2. **Hentikan atau jauhi bahaya.** Bila aman, putuskan sumbernya: matikan pompa solar, matikan mesin, atau matikan listrik (yang terakhir ini oleh petugas yang berwenang). Bila tidak aman, jauhi.
3. **Lapor.** Hubungi kanal darurat (radio darurat, telepon ke ruang kendali, atau nomor darurat perusahaan) agar tim tanggap darurat dan petugas medis datang. Laporan yang baik memuat **di mana, apa yang terjadi, berapa korban dan bagaimana keadaannya, dan bahaya apa yang masih ada**.
4. **Amankan area.** Hentikan lalu lintas, beri tanda, dan jauhkan orang yang tidak perlu, supaya korban tidak bertambah.
5. **Tolong dan sambut tim.** Berikan pertolongan pertama sesuai kemampuan, lalu tunjukkan jalur kepada tim penolong dan jaga agar lokasi tidak berubah.

Urutan ini bukan kaku. Pada kecelakaan di jalan tambang, misalnya, langkah 3 dan 4 dapat dijadikan satu: dalam satu panggilan radio kamu melaporkan kejadian *dan* meminta lalu lintas di jalan itu ditahan. Yang tidak boleh adalah melompati langkah 1.

2. Kebakaran: segitiga api dan kelas kebakaran

Api membutuhkan tiga hal sekaligus: **panas**, **bahan bakar**, dan **oksigen**. Itulah **segitiga api** pada Gambar 2.7. Bila salah satu sisi dihilangkan, api padam. Menurunkan panas (menyiram air) memadamkan api bahan padat. Menyingkirkan bahan bakar (mematikan pompa, menutup katup) menghentikan api yang terus diberi makan. Mengurangi oksigen (busa, gas CO_2, selimut api) memadamkan api dengan menutupnya.

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



Kelas	Bahan yang terbakar	Pemadam yang dianjurkan	Yang dilarang
A	benda padat biasa: kayu, kertas, kain, plastik	air, busa, serbuk kimia kering, CO_2, pasir	tidak ada khusus
B	cairan/gas mudah terbakar: solar, bensin, oli, LPG	busa, serbuk kimia kering; pasir atau tanah (api kecil)	**AIR (api menyebar)**
C	instalasi listrik bertegangan: panel, kabel, ruang server	CO_2, serbuk kimia kering; matikan listrik lebih dulu	**AIR (menghantar listrik)**
D	logam mudah terbakar: magnesium, kalium, aluminium	serbuk khusus untuk logam	air dan pemadam biasa

Di Indonesia pembagian kelas A–D mengikuti peraturan keselamatan kerja; sebagian sistem menambah kelas K untuk minyak goreng di dapur.

Gambar 2.7 Segitiga api dan tiga cara memadamkan (atas), serta kelas kebakaran A–D beserta pemadam yang dianjurkan dan yang dilarang (bawah). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Karena bahan yang terbakar berbeda-beda, kebakaran dibagi menjadi beberapa **kelas**. Di Indonesia, pembagian kelas A sampai D mengikuti peraturan keselamatan kerja, sedangkan sebagian sistem lain menambah kelas K untuk minyak goreng di dapur.

- **Kelas A:** bahan padat biasa seperti kayu, kertas, kain, dan plastik. Air, busa, serbuk kimia kering, atau CO_2 dapat dipakai.
- **Kelas B:** cairan dan gas mudah terbakar seperti solar, bensin, oli, dan LPG. Pakai busa atau serbuk kimia kering, atau pasir untuk api kecil. **Jangan pakai air**: minyak lebih ringan daripada air, mengapung, dan terbawa menyebar sehingga api meluas.
- **Kelas C:** instalasi listrik bertegangan seperti panel dan kabel. Pakai CO_2 atau serbuk kimia kering. **Jangan pakai air** karena menghantarkan listrik dan dapat menyetrum penolong. Bila memungkinkan dan aman, matikan listrik lebih dulu. Setelah listrik padam, api itu berubah menjadi kelas A atau B menurut bahan yang masih terbakar.
- **Kelas D:** logam yang mudah terbakar seperti magnesium dan kalium. Hanya serbuk khusus yang cocok. Air dan pemadam biasa dapat membuatnya bereaksi hebat.

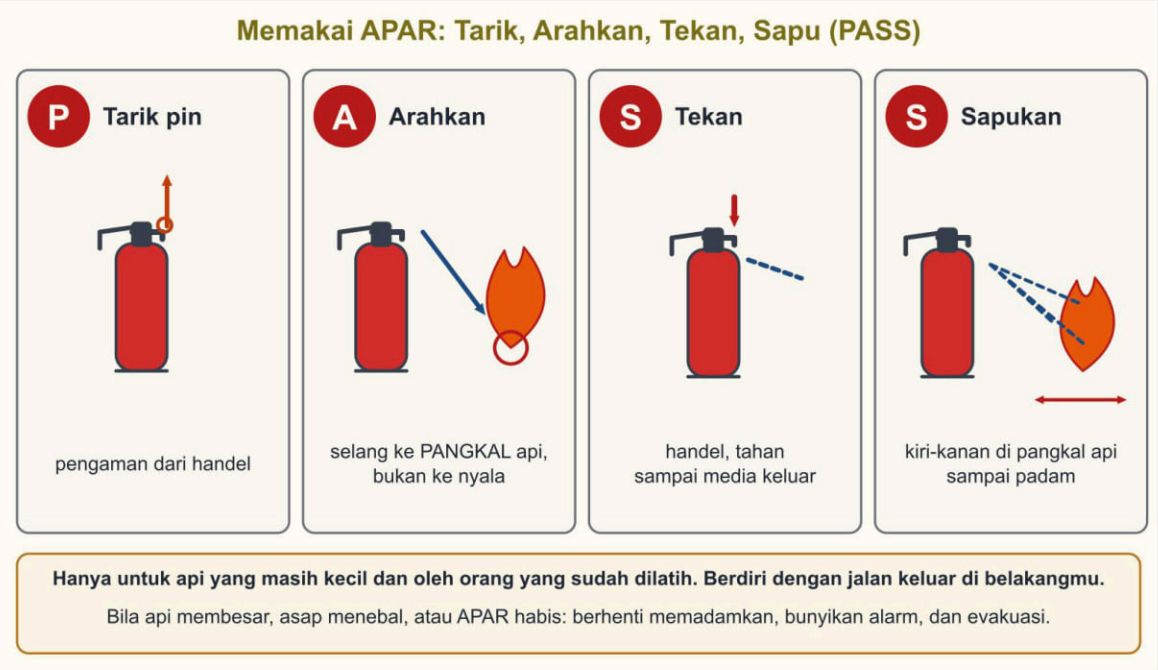
Di tambang, kebakaran paling sering terjadi pada tempat pengisian dan penyimpanan solar (kelas B), ruang panel dan genset (kelas C), bengkel dan gudang (kelas A dan B), serta kendaraan dan alat berat yang memiliki ketiga jenis bahan sekaligus. Di tambang batubara, timbunan batubara juga dapat memanas dan terbakar sendiri bila dibiarkan lama.

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

3. Alat pemadam api ringan (APAR) dan pemakaiannya

APAR adalah tabung pemadam yang dapat dibawa dan dipakai satu orang. Jenisnya diberi nama menurut isinya: serbuk kimia kering (sering bertanda ABC, cocok untuk kelas A, B, dan C), CO_2, busa, dan air. Pilih jenis menurut kelas apinya. APAR diletakkan di tempat yang mudah terlihat dan terjangkau, diperiksa berkala (tekanan, pin, segel, selang), dan petugas dilatih memakainya.

Urutan pemakaiannya mudah diingat dengan kata **PASS** (Gambar 2.8): **P**ull (Tarik pin pengaman), **A**im (Arahkan selang ke **pangkal** api, bukan ke nyala), **S**queeze (Tekan handel), dan **S**weep (Sapukan ke kiri dan kanan di pangkal api sampai padam).



Gambar 2.8 Empat langkah memakai APAR (PASS). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Ada dua aturan penting yang sering diujikan. Pertama, **APAR hanya untuk api yang masih kecil** dan oleh orang yang sudah dilatih; berdirilah dengan jalan keluar di belakangmu. Kedua, **sumber bahan bakar diputus lebih dulu** bila aman (misalnya pompa solar dimatikan), sebab memadamkan api yang terus diberi bahan bakar sia-sia. Bila api membesar, asap menebal, atau APAR habis, **berhenti memadamkan** dan evakuasi.

4. Evakuasi kebakaran

Saat alarm berbunyi atau api tidak dapat dipadamkan, semua orang **mengevakuasi diri**. Prinsipnya:

- **Pilih jalur keluar yang tidak melewati api dan asap**, walaupun lebih jauh. Pintu terdekat bukan selalu pintu terbaik.
- **Jangan memakai lift** di gedung; pakai tangga darurat. Lift dapat berhenti saat listrik padam.
- **Rendahkan tubuh** bila asap tebal, karena udara di dekat lantai lebih bersih.
- **Jangan kembali** mengambil barang atau alat.

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

- **Menuju titik kumpul** yang sudah ditetapkan, yang berada jauh dari bangunan dan tidak berada di arah angin yang membawa asap, lalu **melapor agar jumlah orang dihitung**. Orang yang tidak ada dalam hitungan segera dilaporkan kepada tim penolong, bukan dicari sendiri. Titik kumpul ditandai rambu seperti pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Rambu titik kumpul (Sammelpunkt/assembly point): latar hijau dengan empat anak panah menuju kelompok orang. Rambu hijau menunjukkan jalur dan tempat penyelamatan. Sumber: Ibrahim Husain Meraj, CC BY-SA 4.0, Wikimedia Commons (dipangkas).

Warna hijau pada rambu menunjukkan **jalur dan tempat penyelamatan** (jalur evakuasi, pintu darurat, titik kumpul). Rambu merah menunjukkan peralatan pemadam kebakaran. Kenali rambu ini sebelum keadaan darurat, bukan saat panik.

5. Gempa bumi di dalam pit dan jenjang

Panduan BNPB dan BMKG untuk gempa di dalam bangunan adalah melindungi kepala dan tubuh, berlindung di bawah meja yang kuat, serta menjauhi kaca, lemari, dan benda yang dapat jatuh. Di luar bangunan, menjauhlah dari gedung, tiang, dan pohon, serta hindari daerah yang rawan longsor. Prinsip yang sama berlaku di tambang, tetapi **bahayanya berbeda**: di pit, bahaya utamanya adalah **dinding jenjang yang runtuh dan batu yang jatuh** (Gambar 2.10).

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



Gambar 2.10 Saat gempa di pit: jauhi kaki dinding jenjang, merunduk dan lindungi kepala di bagian terbuka, lalu keluar lewat jalan tambang setelah guncangan berhenti. 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

Karena itu tindakan di pit berbeda dari tindakan di dalam gedung:

1. **Menjauh dari kaki dinding jenjang** ke bagian lantai pit yang terbuka. Kaki dinding adalah tempat batu jatuh. **Jangan berlindung di kaki dinding** (kebiasaan "merapat ke dinding" hanya cocok di gedung berstruktur kuat) dan jangan berlindung di bawah alat yang dapat bergeser.
2. **Selama guncangan, merunduk dan lindungi kepala**, lalu tunggu sampai berhenti.
3. **Setelah berhenti, keluar dari pit melalui jalan tambang yang aman** menuju titik kumpul. Gempa susulan dapat terjadi, dan retakan baru dapat melemahkan dinding. Jangan kembali untuk mengambil peralatan: peralatan dapat diganti, nyawa tidak.
4. **Lapor dan hitung orang.** Pengawas memeriksa pergerakan dinding, retakan, dan jalan sebelum pekerjaan dilanjutkan. Pekerjaan di pit **tidak dilanjutkan** sebelum lokasi dinyatakan aman oleh pihak yang berwenang.

Di daerah pantai, bila ada peringatan tsunami dari BMKG atau guncangan sangat kuat dan lama, pindah ke tempat tinggi sesuai rencana evakuasi, bukan menunggu air datang.

6. Kecelakaan alat

Kecelakaan alat di tambang dapat berupa dump truck terguling, alat berat menabrak orang atau bangunan, pekerja terjepit, atau tersengat listrik dari kabel yang putus. Dalam situasi ini pikiran biasanya langsung tertuju pada korban, padahal urutan yang benar dimulai dari bahaya di sekitarnya (Gambar 2.11).

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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



Gambar 2.11 Alur tindakan kecelakaan alat, termasuk keputusan memindahkan atau tidak memindahkan korban. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Nilai bahaya dulu. Apakah ada api atau tumpahan bahan bakar, kabel bertegangan, lereng yang masih bergerak, atau kendaraan lain yang masih melintas? Kendaraan lain sering menjadi ancaman terbesar: di jalan tambang yang dilewati truk setiap beberapa menit, truk berikutnya dapat menabrak lokasi kecelakaan.

Korban jangan dipindahkan dengan gegabah. Orang yang mengeluh nyeri leher atau punggung mungkin mengalami cedera tulang belakang. Menarik atau memutar tubuhnya oleh orang yang tidak terlatih dapat membuat cedera menjadi kelumpuhan. Pedoman pertolongan pertama menyatakan: bila dicurigai ada cedera kepala, leher, atau tulang belakang, **jangan pindahkan korban, minta ia tetap diam**, dan berikan pertolongan sebanyak mungkin tanpa menggerakkan kepala dan leher. **Pengecualian** hanya bila ada bahaya langsung yang lebih besar bagi korban, misalnya api yang mendekat atau runtuhan yang akan jatuh. Dalam kasus itu korban dipindahkan secepat dan sehati-hati mungkin, dan hanya bila aman bagi penolong.

Lapor dan amankan. Gunakan radio atau kanal darurat, jangan berlari ke kantor: berlari memakan waktu, meninggalkan korban dan lokasi tanpa penjagaan, dan membiarkan jalan tetap terbuka. Sampaikan lokasi, kejadian, jumlah dan keadaan korban, serta bahaya yang ada, dan minta lalu lintas ditahan.

Tolong dan sambut tim. Berikan pertolongan pertama sesuai kemampuan dan pelatihan.

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

Setelah tim tiba, tunjukkan jalur dan informasikan apa yang terlihat. **Jangan mengubah posisi alat** atau barang di lokasi kecuali demi keselamatan, karena posisi itu menjadi bahan penyelidikan sebab kecelakaan.

Beberapa catatan khusus:

- **Memotret atau menunggu tim tidak boleh menggantikan laporan.** Foto boleh diambil setelah korban aman dan laporan sudah dibuat.
- **Tersengat listrik:** jangan sentuh korban atau alat yang bersentuhan dengan kabel sebelum listrik dimatikan oleh petugas yang berwenang.
- **Pingsan di ruang tertutup atau sumur sempit:** penyebabnya sering kekurangan oksigen atau gas berbahaya. Penolong yang turun tanpa alat bantu napas dapat ikut pingsan. Alirkan udara segar, panggil tim terlatih, dan jangan masuk tanpa alat.
- **Alat yang akan terguling:** pengemudi tidak boleh melompat keluar; sabuk pengaman tetap dipakai, karena melompat justru sering berakhir tertimpa alat.

7. Pertolongan pertama (P3K) dasar

Pertolongan pertama adalah bantuan awal yang diberikan sebelum tenaga medis tiba. Pegangannya: **jangan menambah cedera**. Beberapa hal dasar:

- **Periksa kesadaran dan napas** korban. Bila tidak sadar dan tidak bernapas, lakukan resusitasi jantung paru hanya bila kamu sudah dilatih, sambil menunggu bantuan.
- **Perdarahan:** tekan langsung pada luka dengan kain bersih.
- **Luka bakar ringan:** aliri air mengalir yang sejuk. Jangan pecahkan lepuhan.
- **Patah tulang:** jangan diluruskan; bagian yang cedera dijaga agar tidak bergerak.
- **Cedera leher atau punggung:** jangan dipindahkan (lihat bagian 6).

Kotak P3K harus tersedia di lokasi kerja, isinya diperiksa berkala, dan beberapa pekerja dilatih sebagai petugas P3K.

8. Komunikasi, rantai komando, dan latihan

Keadaan darurat butuh **satu komando**. Perusahaan menunjuk koordinator tanggap darurat (biasanya pengawas atau petugas yang ditunjuk) dan tim tanggap darurat yang terlatih. Pekerja lain mengikuti arahan, bukan bertindak sendiri-sendiri. Komunikasi memakai **kanal darurat** (radio atau telepon) yang selalu dibiarkan bebas dari percakapan lain. Laporan disampaikan singkat dan jelas, memakai pola: **siapa saya, di mana, apa yang terjadi, berapa korban, bahaya apa**.

Prosedur yang tidak pernah dilatih akan terlupa saat dibutuhkan. Karena itu perusahaan mengadakan **simulasi** berkala: latihan kebakaran, evakuasi, dan gempa. Setelah simulasi dilakukan evaluasi: berapa lama semua orang tiba di titik kumpul, apa yang membingungkan, dan apa yang diperbaiki.

Perbedaan antara tempat kerja **tertutup** (gedung, laboratorium, terowongan) dan **terbuka** (pit, quarry) menentukan detail tindakan. Di tempat tertutup, jalur dan pintu darurat, tangga, dan ventilasi menjadi kunci. Di tempat terbuka, bahaya utama berasal dari lereng, alat

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

bergerak, dan cuaca (hujan lebat dapat memenuhi pit dengan air dan melemahkan dinding), sehingga jalur keluar dari pit dan jauhnya jarak dari kaki lereng menjadi kunci.

Ringkasan bagian ini. Urutan umum: selamatkan diri dan nilai bahaya, hentikan atau jauhi bahaya, lapor, amankan area, tolong dan sambut tim. Kebakaran: segitiga api, kelas A–D (air dilarang untuk B dan C), APAR dipakai hanya pada api kecil dengan PASS, lalu evakuasi lewat jalur bebas asap ke titik kumpul. Gempa di pit: jauhi kaki dinding, merunduk, keluar setelah berhenti, lapor dan hitung orang. Kecelakaan alat: nilai bahaya, jangan pindahkan korban nyeri tulang belakang kecuali ada bahaya langsung, lapor dan tahan lalu lintas, P3K, sambut tim.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Menyusun urutan tindakan untuk tiang ban berjalan yang roboh

Pada Juni 2027, sebuah *wheel loader* mundur dan menabrak tiang penyangga ban berjalan di unit crusher PT Andesit Raya (fiktif). Tiang roboh dan menjepit kaki seorang pekerja. Sebuah kabel listrik ikut putus dan menjuntai dekat tubuh pekerja itu sambil mengeluarkan percikan api. Pekerja itu sadar dan berteriak kesakitan. Kamu berada 20 m dari lokasi dan membawa radio yang terhubung ke kanal darurat. Susun urutan tindakanmu. *Kasus disusun untuk contoh; tempat dan tokoh fiktif.*

1. **Berhenti dan nilai bahaya (bagian 1 dan 6).** Kabel putus berpercikan berarti ada **listrik bertegangan** yang dapat menyetrum siapa pun yang menyentuh korban atau tiang besi. Kamu tidak mendekat. Mesin loader dimatikan oleh operatornya.
2. **Hentikan bahaya.** Kamu meminta petugas listrik atau ruang kendali mematikan aliran listrik ke unit crusher. Hanya petugas yang berwenang memutus listrik, dan kamu tidak mendekati kabel.
3. **Lapor lewat radio darurat:** "Unit crusher, tiang ban berjalan nomor 3 roboh, satu korban terjepit kaki dan sadar, kabel listrik putus berpercikan. Mohon tim tanggap darurat dan ambulans, matikan listrik unit crusher."
4. **Amankan area.** Ban berjalan dan crusher dihentikan, dan orang dijauhkan dari area kabel.
5. **Tolong setelah listrik dipastikan padam.** Korban dijaga tetap tenang. Tiang tidak ditarik sembarangan, karena kaki terjepit dan tarikan bisa menambah cedera. Penolong terlatih memeriksa perdarahan dan menunggu alat angkat atau tim penyelamat.
6. **Sambut tim:** tunjukkan jalur dan sampaikan keadaan terakhir. Posisi alat dan tiang tidak diubah kecuali demi keselamatan korban.

Jawaban: urutannya **nilai bahaya listrik → matikan listrik oleh yang berwenang → lapor → amankan area → pertolongan setelah aman → sambut tim**. Kesalahan yang sering terjadi: langsung berlari menolong tanpa memeriksa kabel (menjadi korban kedua), atau langsung menarik tiang.

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

Contoh 2 — Memilih posisi aman di pit saat gempa

Pada Agustus 2027, lima pekerja PT Andesit Raya (fiktif) berada di lantai pit saat gempa kuat. Dinding timur setinggi 12 m dengan tiga jenjang berada di sisi timur, ramp keluar di sisi barat, dan titik kumpul di lapangan terbuka di luar pit. Posisi mereka: **A** berdiri 4 m dari kaki dinding timur, **B** berada di tengah lantai pit, 40 m dari dinding mana pun, **C** berlindung di bawah ekskavator yang diparkir dekat kaki dinding, **D** berada di tepi ramp dekat dinding selatan yang kemarin tampak retak, dan **E** berada di dalam kabin dump truck yang diparkir di kaki dinding timur. Siapa yang berada di posisi paling aman, dan apa yang dilakukan sesudah guncangan? *Kasus disusun untuk contoh; tempat dan tokoh fiktif.*

1. **Bahaya utama:** dinding jenjang runtuh dan batu jatuh (bagian 5). Makin dekat kaki dinding, makin berbahaya.
2. **Periksa tiap posisi.** A hanya 4 m dari kaki dinding timur, jadi berbahaya. C dan E berada di dekat kaki dinding, dan alat atau kabin tidak menjamin aman dari batu yang jatuh atau alat yang bergeser. D dekat dinding yang sudah retak, jadi berbahaya.
3. **B berada di bagian terbuka**, jauh dari semua dinding. Ia merunduk dan melindungi kepala selama guncangan.
4. **Setelah berhenti**, semua keluar lewat ramp yang aman menuju titik kumpul. Jalur yang melewati dinding selatan yang retak dihindari bila ada jalur lain, dan tidak ada yang kembali mengambil alat. Mereka melapor dan dihitung, dan pengawas memeriksa dinding sebelum pekerjaan dilanjutkan.

Jawaban: **B** di posisi paling aman. A, C, D, dan E harus segera menjauh dari kaki dinding ke bagian terbuka. Alat dan kabin tidak boleh dianggap pelindung terhadap batu jatuh.

Contoh 3 — Memilih APAR untuk tiga jenis api

Tim K3 PT Andesit Raya (fiktif) menyiapkan simulasi dengan tiga skenario kebakaran. Tentukan kelas kebakaran, pemadam yang tepat, dan tindakan pendukungnya. *Kasus disusun untuk contoh; tempat dan tokoh fiktif.*

Skenario	Kelas	Pemadam yang tepat	Tindakan pendukung	Yang dilarang
(a) Oli bekas di bak penampung bengkel menyala	B	serbuk kimia kering atau busa	matikan sumber (hentikan pengisian, tutup keran) bila aman	air
(b) Panel listrik ruang genset berpercikan dan terbakar	C	CO_2 atau serbuk kimia kering	matikan listrik lebih dulu bila aman dan berwenang	air
(c) Tumpukan palet kayu dan kardus di gudang menyala	A	air, busa, atau serbuk kimia kering	jauhkan bahan di dekatnya, alarm	tidak ada larangan khusus

Langkah memilih: (1) tanyakan *apa yang terbakar*; (2) tentukan kelasnya; (3) periksa larangan air; (4) cek apakah ada sumber bahan bakar atau listrik yang dapat diputus; (5) pakai APAR

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

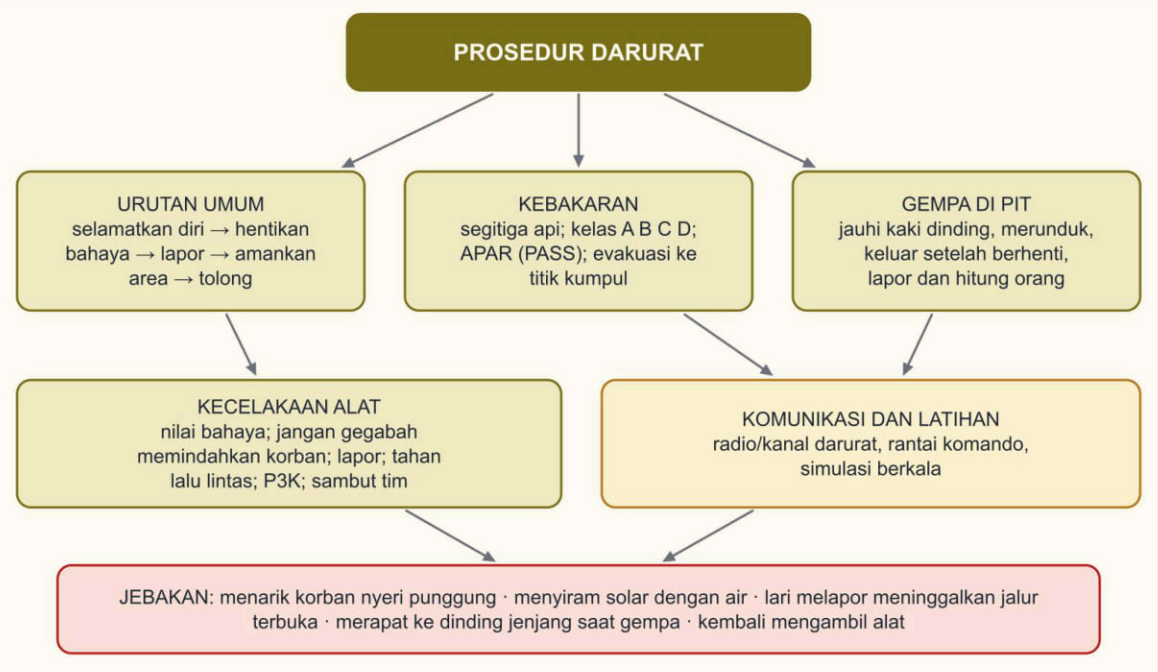
hanya bila api masih kecil, dan evakuasi bila api membesar. Untuk api campuran, misalnya mesin truk yang terbakar (ada bahan padat, solar, dan listrik), dipilih serbuk kimia kering bertanda ABC, dan api yang tidak terkendali ditinggalkan ke titik kumpul.

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Urutan umum:** selamatkan diri dan nilai bahaya → hentikan atau jauhi bahaya → lapor → amankan area → tolong dan sambut tim.
- **Segitiga api:** panas, bahan bakar, oksigen; putus satu sisi, api padam.
- **Kelas kebakaran:** A padat, B cair/gas, C listrik, D logam; **air dilarang untuk B dan C.**
- **APAR:** PASS; hanya api kecil, oleh orang terlatih, jalan keluar di belakang; putus sumber bahan bakar; bila membesar, evakuasi.
- **Evakuasi kebakaran:** jalur bebas api dan asap, tanpa lift, rendahkan tubuh, titik kumpul, hitung orang.
- **Gempa di pit:** jauhi kaki dinding jenjang, merunduk dan lindungi kepala, keluar setelah berhenti, lapor, jangan kembali mengambil alat, periksa dinding sebelum kerja lagi.
- **Kecelakaan alat:** nilai bahaya (termasuk lalu lintas), jangan pindahkan korban nyeri tulang belakang kecuali ada bahaya langsung, lapor lewat kanal darurat, tahan lalu lintas, P3K, sambut tim.
- **Komando:** satu koordinator, kanal darurat, simulasi berkala.

Gambar 2.12 merangkum hubungannya.



Gambar 2.12 Peta konsep prosedur darurat beserta jebakan yang sering muncul. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal tindakan darurat:

1. **Tandai bahaya yang masih ada** dalam cerita: api, solar tumpah, truk yang melintas, dinding, kabel.
2. **Tentukan bahaya yang paling mengancam bila tidak dihentikan** (misalnya truk yang datang tiap beberapa menit).
3. **Cari tindakan yang menghentikan atau mencegah bahaya itu** dan sekaligus tidak menambah bahaya baru.
4. **Periksa alat yang tersedia** (radio, APAR, hidran) dan pilih yang paling cepat dan sesuai.
5. **Uji tiap pilihan:** apakah menambah bahaya (menarik korban, menyiram air pada solar), menunda laporan, atau meninggalkan korban dan jalur terbuka?

Jebakan khas:

- **Menarik atau memindahkan korban yang mengeluh nyeri punggung** padahal tidak ada api atau bahaya langsung.
- **Menyiram air pada api solar, bensin, atau oli,** atau pada api listrik.
- **Berlari ke kantor untuk melapor** padahal radio darurat tersedia, sambil membiarkan jalan terbuka bagi kendaraan lain.
- **Memotret atau memanggil rekan** menggantikan laporan dan pengamanan.
- **Merapat ke dinding jenjang saat gempa** karena kebiasaan berlindung di gedung.
- **Kembali mengambil alat** setelah guncangan atau saat alarm berbunyi.
- **Memadamkan api yang sudah besar** dengan APAR kecil, atau meninggalkan api kecil yang masih dapat dipadamkan oleh orang terlatih sehingga merembet ke bahan bakar lain.
- **Memilih jalur evakuasi terdekat** yang melewati api atau asap.

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menggambarkan kecelakaan di jalan tambang dengan banyak godaan: korban yang mengeluh sakit, solar yang menetes, dan truk lain yang terus melintas. Pakailah bagian 1 dan 6 serta Gambar 2.6 dan 2.206: tentukan bahaya yang masih mengancam, lalu uji tiap pilihan terhadap tiga hal (menambah bahaya, menunda laporan, meninggalkan jalur terbuka).

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

►. Pukul 14.10 (2027), Dimas, siswa PKL di tambang batubara PT Bara Selatan, melihat dump truck terguling di jalan menurun (ramp) menuju pit. Sopir masih sadar di dalam kabin dan mengeluh nyeri hebat di punggung. Tidak terlihat api, tetapi solar menetes dari tangki. Truk lain biasanya melintas di ramp itu setiap 3 menit. Dimas membawa radio genggam yang terhubung ke kanal darurat tambang.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan pertama yang paling tepat dilakukan Dimas adalah ....

A. Menarik sopir keluar dari kabin, lalu membawanya ke pos P3K
B. Memotret truk untuk bahan laporan, lalu memanggil rekan PKL ke lokasi
C. Menyiram tetesan solar dengan air sebelum mendekati kabin truk
D. Berlari ke kantor lapangan untuk melapor langsung ke pengawas
E. Melapor lewat kanal darurat dan meminta truk lain ditahan di ramp

Pembahasan **Kunci: E**

Konsep: Prosedur darurat kecelakaan: amankan lokasi agar tidak ada korban tambahan, laporkan segera melalui jalur darurat agar tim tanggap darurat datang, dan jangan memindahkan korban yang diduga cedera tulang belakang kecuali ada bahaya langsung seperti api.

Langkah:
1. Bahaya tambahan terbesar: truk lain yang datang setiap 3 menit dapat menabrak.
2. Sopir mengeluh nyeri punggung dan tidak ada api → jangan dipindahkan oleh orang tidak terlatih.
3. Tindakan pertama: lapor kanal darurat dan minta lalu lintas ramp dihentikan.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: menolong terasa paling penting, tetapi memindahkan korban nyeri punggung dapat memperparah cedera; tidak ada api yang memaksa pemindahan.
• **B.** ✗ Memotret dan memanggil rekan PKL menunda bantuan dan tidak mencegah tabrakan.
• **C.** ✗ Jebakan: tumpahan solar memang berisiko, tetapi air tidak menghilangkannya, dan langkah ini menunda laporan sementara truk lain terus datang.
• **D.** ✗ Jebakan: melapor memang benar, tetapi berlari ke kantor lebih lambat daripada radio darurat dan ramp dibiarkan terbuka bagi truk lain.
• **E.** ✓ Laporan ke kanal darurat mendatangkan tim terlatih dan penahanan truk mencegah korban bertambah.

Jawaban: E.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk soal gempa, gambarkan dulu posisi dinding dan lantai pit. Untuk soal api, tulis dulu kelas apinya.

1. Tim sampling PT Emas Lembah, Sumbawa (2027) sedang bekerja di lantai pit, sekitar 3 m dari kaki dinding jenjang setinggi 10 m, ketika gempa kuat terasa. Lantai pit di bagian tengah luas dan terbuka. Titik kumpul darurat berada di lapangan terbuka di luar pit, dicapai melalui jalan tambang. Peralatan sampling masih tergeletak di dekat dinding.

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 sesuai prosedur darurat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Merapat dan berlindung di kaki dinding jenjang agar terlindung dari guncangan.
☐ B. Menjauh dari kaki dinding jenjang ke bagian tengah lantai pit yang terbuka selama guncangan.
☐ C. Kembali ke dekat dinding setelah guncangan berhenti untuk mengambil peralatan sampling.
☐ D. Setelah guncangan berhenti, keluar dari pit melalui jalan tambang ke titik kumpul dan melapor.
☐ E. Tidak bekerja lagi di dalam pit sebelum dinding jenjang diperiksa dan dinyatakan aman oleh pengawas.

2. Di tempat pengisian solar tambang PT Andesit Nusantara (2027), api kecil setinggi lutut muncul di genangan solar dekat nozzle dispenser. Pompa listrik dispenser masih menyala sehingga solar terus menetes. Di dekatnya tersedia APAR serbuk kimia kering (untuk kebakaran kelas A, B, C) dan hidran air. Joko, operator yang sudah dilatih memakai APAR, berada 5 m dari lokasi, dan truk tangki solar parkir 10 m dari dispenser.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan Joko yang paling tepat adalah ....

A. Menyemprotkan air hidran ke arah genangan solar yang terbakar
B. Memindahkan truk tangki lebih dulu, baru memadamkan api
C. Mematikan pompa dispenser, lalu memadamkan dengan APAR serbuk
D. Menutup api dengan karung, lalu melanjutkan pengisian solar
E. Lari ke titik kumpul tanpa memadamkan api agar tidak terluka

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

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

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa air tidak boleh dipakai pada api solar maupun pada panel listrik bertegangan, dan apa yang dipakai sebagai gantinya?
- Mengapa saat gempa di dalam pit kamu menjauh dari kaki dinding jenjang, padahal di dalam gedung orang justru berlindung di bawah meja yang kokoh dan jauh dari kaca?
- **Yang harus kuingat:** selamatkan diri dan nilai bahaya dulu; hentikan atau jauhi bahaya; lapor lewat kanal darurat dan amankan area; air dilarang pada api B dan C; jangan pindahkan korban nyeri tulang belakang kecuali ada bahaya langsung; di pit, jauhi kaki dinding dan jangan kembali mengambil alat.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 2.2: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

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

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

Sub bab 2.3 · Penggunaan alat pelindung diri dasar

SMKTGP-2.3

◎ APA YANG DIUJI

Subtopik Peta Topik NLS TKA-SMKTGP-02-03 menguji kemampuan **memilih dan menggunakan alat pelindung diri (APD) dasar** di tempat kerja bidang geologi pertambangan. Soalnya hampir selalu berupa cerita pekerjaan: seorang sampler berdiri di dekat peremuk batu, seorang geolog bekerja di tepi jenjang, seorang analis menuang asam di laboratorium, atau siswa praktik membantu juru bor. Ceritanya memuat beberapa bahaya sekaligus (bising, debu, serpihan, benda jatuh, percikan cairan, lantai licin, ketinggian), lalu kamu diminta **memilih rangkaian APD yang tepat** atau **menilai rencana APD** yang disusun orang lain.

Bentuk soalnya bisa pilihan ganda biasa, pilihan ganda kompleks (lebih dari satu jawaban benar), atau pernyataan Benar/Salah. Pengecohnya hampir selalu pasangan yang "terdengar benar tetapi salah fungsi", misalnya masker kain untuk debu halus, kacamata hitam sebagai kacamata pelindung, atau bot karet untuk bongkah jatuh. Karena itu kamu perlu tahu **apa fungsi tiap APD dan batasnya**, bukan sekadar nama-namanya.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan mengapa APD disebut garis pertahanan terakhir dan bukan pengganti pengendalian bahaya yang lain;
- memasangkan bahaya (benda jatuh, serpihan, bising, debu halus, uap, tepi tajam, licin, lalu lintas alat berat, jatuh dari ketinggian) dengan APD yang tepat;
- memilih sumbat telinga, earmuff, atau keduanya menurut tingkat bising;
- membedakan masker kain dari respirator partikulat dan sepatu safety dari bot karet;
- menjelaskan fungsi *full body harness*, tali, dan titik tambat, serta syaratnya;
- memeriksa, memakai, dan merawat APD dengan benar.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Bayangkan seorang pekerja di tambang. Di kepalanya mungkin ada batu kecil yang jatuh dari atas, di matanya ada serpihan yang terlontar saat batu dipecah, di telinganya ada suara mesin, di paru-parunya ada debu yang tidak tampak, dan di kakinya ada bongkah batu yang bisa menggelinding. **Alat pelindung diri** adalah perlengkapan yang dipakai pekerja untuk memisahkan sebagian atau seluruh tubuhnya dari bahaya itu. Peraturan keselamatan kerja di Indonesia menyebut APD sebagai alat yang mampu melindungi seseorang dengan cara mengisolasi sebagian atau seluruh tubuh dari potensi bahaya di tempat kerja. Bagian ini menjelaskan APD satu per satu, dari prinsip dasarnya sampai cara merawatnya.

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

1. APD adalah garis pertahanan terakhir

Di sub bab 2.1 kamu sudah mengenal hierarki pengendalian: **eliminasi** (menghilangkan bahaya), **substitusi** (menggantinya dengan yang lebih aman), **rekayasa** (memasang pelindung, ventilasi, peredam), **administratif** (aturan, rambu, jadwal, pelatihan), dan terakhir **APD**. Urutan itu sengaja menaruh APD paling bawah. Alasannya sederhana: APD hanya melindungi **satu orang yang memakainya dengan benar**, sedangkan bahaya tetap ada di tempatnya. Penyiram air pada jalan angkut mengurangi debu untuk semua orang; masker hanya membantu orang yang memakainya. Pagar di tepi jenjang melindungi siapa saja yang lewat; harness hanya melindungi pemakainya, dan hanya bila tali dan titik tambatnya benar.

Karena itu pemakaian APD bukan alasan untuk membiarkan bahaya. Pekerja yang sudah memakai helm, kacamata, dan sumbat telinga tetap berhak meminta bising dikurangi atau debu disiram. Sebaliknya, pengendalian yang sudah ada belum tentu cukup, dan di situlah APD dipakai sebagai lapisan terakhir.

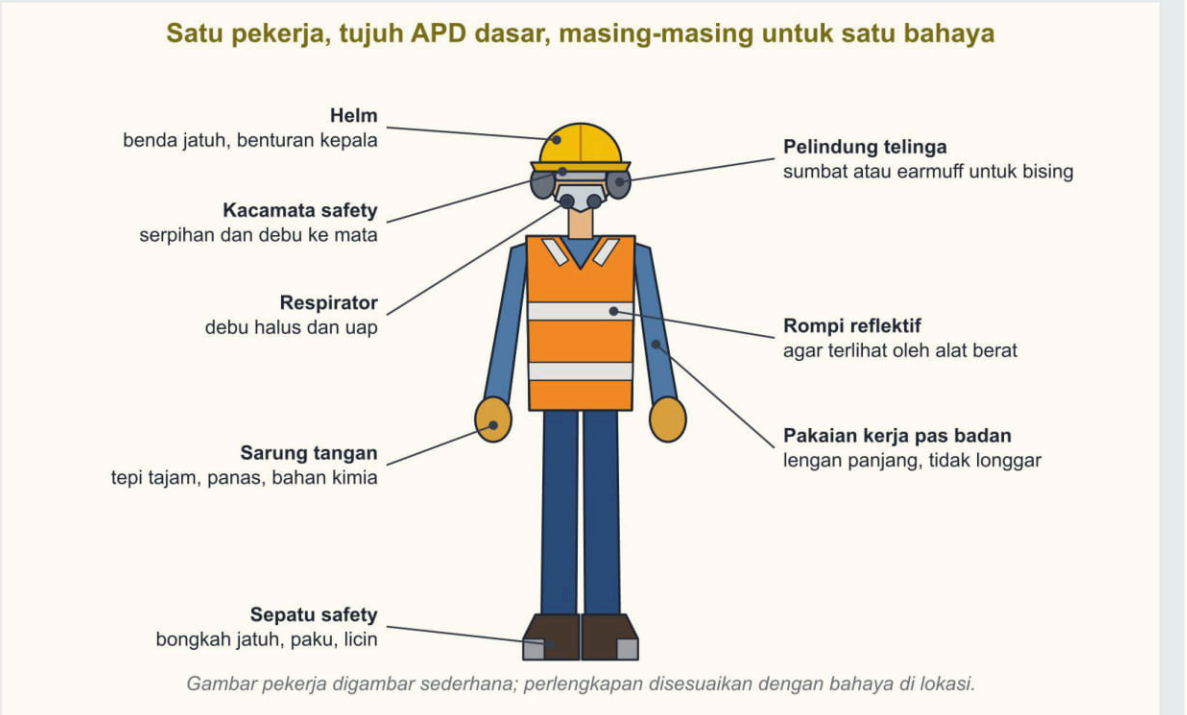
Ketentuan umumnya juga perlu kamu kenal. Pengurus atau pengusaha wajib menyediakan APD yang diwajibkan **secara cuma-cuma**, dan tenaga kerja wajib memakainya sesuai bahaya. APD yang disediakan harus memenuhi standar yang berlaku, di Indonesia misalnya SNI. Pekerja juga berhak menyatakan keberatan bila APD atau syarat keselamatan untuk suatu pekerjaan diragukan (UU Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja, dan Permenakertrans Nomor 8 Tahun 2010 tentang APD).

2. Dari bahaya ke APD

Cara paling aman memilih APD ialah **mulai dari bahaya, bukan dari kebiasaan**. Tanyakan tiga hal: bahaya apa yang ada di lokasi, bagian tubuh mana yang terancam, dan APD apa yang dirancang untuk bahaya itu. Gambar 2.13 menunjukkan satu pekerja dengan tujuh APD dasar, dan Gambar 2.14 merangkumnya dalam tabel.

Educational Institutions

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



Gambar 2.13 Satu pekerja dengan tujuh perlengkapan dasar: helm, kacamata safety, pelindung telinga, respirator, sarung tangan, rompi reflektif, dan sepatu safety, ditambah pakaian kerja yang pas badan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Dari bahaya ke APD: pilih menurut bahaya, bukan menurut kebiasaan

Bahaya di lokasi	Bagian tubuh	APD yang tepat	Yang sering keliru
Benda jatuh, benturan	kepala	helm yang bersertifikat standar	topi kain, topi lapangan
Serpihan batu, percikan	mata, wajah	kacamata safety; pelindung wajah bila banyak serpihan atau percikan	kacamata hitam
Bising terus-menerus	telinga	sumbat telinga atau earmuff sesuai tingkat bising	kapas, tangan menutup
Debu halus, uap	pernapasan	respirator partikulat (debu) atau respirator berfilter gas (uap)	masker kain, masker bedah
Tepi tajam, panas, bahan kimia	tangan	sarung tangan sesuai bahan (kulit, nitril, tahan panas)	sarung kain tipis untuk asam
Bongkah jatuh, paku, lantai licin	kaki	sepatu safety: ujung pengaman, sol antiselip	sandal, sepatu kanvas
Lalu lintas alat berat, gelap	seluruh tubuh	rompi atau pakaian reflektif	kaus warna gelap
Jatuh dari tepi ketinggian	seluruh tubuh	full body harness, lanyard, titik tambat yang kuat	sabuk pinggang, tali biasa

APD adalah garis pertahanan TERAKHIR: bahaya sebaiknya lebih dulu dikurangi dengan pengendalian lain.

Gambar 2.14 Dari bahaya ke APD yang tepat, beserta pasangan yang sering keliru. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Perhatikan kolom paling kanan pada Gambar 2.14. Kekeliruan yang tercantum di sana adalah pengecoh yang paling sering dipasang pada soal, karena benda-benda itu *tampak mirip* dengan APD yang benar: topi lapangan mirip helm, kacamata hitam mirip kacamata safety,

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

masker kain mirip respirator, sepatu kanvas mirip sepatu safety.

3. Kepala, mata, dan wajah

Helm melindungi kepala dari benda yang jatuh dan dari benturan. Di tambang bawah tanah, helm juga menjadi tempat lampu kepala. Helm memiliki cangkang keras dan rangka dalam yang meredam benturan, sehingga helm yang sudah retak atau pernah terkena benturan keras sebaiknya diganti. Topi kain atau topi lapangan tidak memiliki sifat itu; ia hanya melindungi dari terik.

Kacamata safety dirancang menahan serpihan batu, logam, dan debu yang terlontar. Kacamata yang baik memiliki lensa tahan benturan dan pelindung di samping. **Kacamata hitam biasa** hanya mengurangi silau; lensanya tidak dirancang menahan benturan dan di tempat gelap, misalnya terowongan, justru mengurangi penglihatan. Bila ada percikan cairan atau debu sangat halus yang bisa masuk dari samping, dipakai **goggle**, yaitu kacamata rapat yang menutup mata seluruhnya. Dalam pekerjaan yang banyak melontarkan serpihan atau percikan, misalnya memotong atau menggerinda, ditambahkan **pelindung wajah** (*face shield*). Pelindung wajah melindungi seluruh wajah tetapi **tidak menggantikan** kacamata safety; keduanya dipakai bersama.

4. Telinga: bising dan pelindung telinga

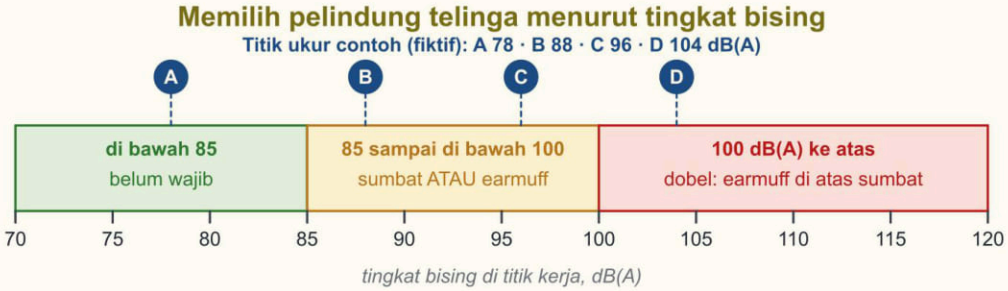
Bising yang keras dan berlangsung lama merusak pendengaran secara perlahan dan tidak dapat pulih. Peraturan K3 lingkungan kerja di Indonesia menetapkan nilai ambang batas bising **85 dB(A) untuk 8 jam kerja per hari**. Tingkat bising diukur dengan alat ukur suara; satuan dB(A) berarti desibel dengan pembobotan A yang menyerupai kepekaan telinga manusia. Makin tinggi bising, makin singkat waktu aman.

Dua jenis pelindung telinga yang dipakai di tambang dan laboratorium ialah:

- **Sumbat telinga** (*earplug*), dimasukkan ke saluran telinga. Ukurannya kecil, ringan, dan nyaman di tempat panas. Kekurangannya, sumbat lebih sulit dipasang dengan benar; sumbat busa harus digulung, telinga ditarik ke atas dan belakang, lalu sumbat ditahan sampai mengembang. Tangan harus bersih, dan sumbat busa kurang cocok untuk tempat yang sangat kotor.
- **Earmuff** (penutup telinga), dua bantalan yang menutup seluruh daun telinga dan dihubungkan pita. Earmuff lebih mudah dipasang pas dan mudah dilihat pengawas, tetapi lebih berat, terasa panas, dan bisa bersinggungan dengan helm atau tangkai kacamata sehingga bantalannya tidak rapat.

Gambar 2.15 menunjukkan cara memilih menurut tingkat bising.

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



	Sumbat telinga	Earmuff (penutup telinga)
Kelebihan	kecil, ringan, nyaman di tempat panas	mudah dipasang pas, mudah dilihat pengawas
Kekurangan	sulit dipasang benar; tangan harus bersih	berat dan panas; bersinggungan dengan helm atau kacamata
Cara memastikan pas	sumbat busa: gulung, tarik telinga, tahan sampai mengembang	bantalan menempel rapat, tidak terganjal rambut atau tangkai kacamata

Batas 85 dB(A) selama 8 jam kerja per hari mengikuti aturan K3 lingkungan kerja; bising lebih tinggi memperpendek waktu aman. Acuan 100 dB(A) untuk pelindung ganda: panduan NIOSH, bukan angka wajib di setiap perusahaan.

Gambar 2.15 Di bawah 85 dB(A) pelindung telinga belum diwajibkan; mulai 85 dB(A) dipakai sumbat atau earmuff; pada 100 dB(A) ke atas dipakai keduanya sekaligus. Titik ukur A sampai D adalah contoh fiktif. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia; acuan 85 dB(A) dari aturan K3 lingkungan kerja dan acuan 100 dB(A) dari panduan NIOSH.

Panduan lembaga keselamatan kerja Amerika Serikat (NIOSH) menyarankan **perlindungan ganda**, yaitu earmuff dipakai di atas sumbat telinga, bila bising mencapai 100 dB(A) atau lebih, atau bila bunyinya berupa dentuman. Angka itu panduan, bukan angka tunggal di semua perusahaan, dan perusahaan boleh menetapkan batas yang lebih ketat. Dua hal lain perlu diingat. **Pertama, kepasan** menentukan perlindungan: sumbat yang tidak tertutup rapat hampir tidak melindungi. Cara cepat memeriksanya ialah menghitung dengan suara keras sambil menutup dan membuka telinga dengan telapak tangan; bila suaramu terdengar sama, kepasannya baik. **Kedua, jangan berlebihan.** Pelindung yang meredam terlalu banyak membuat pekerja tidak mendengar klakson mundur dan alarm, dan pekerja jadi tergoda melepasnya. Pilih yang cukup menurunkan bising ke bawah batas aman.

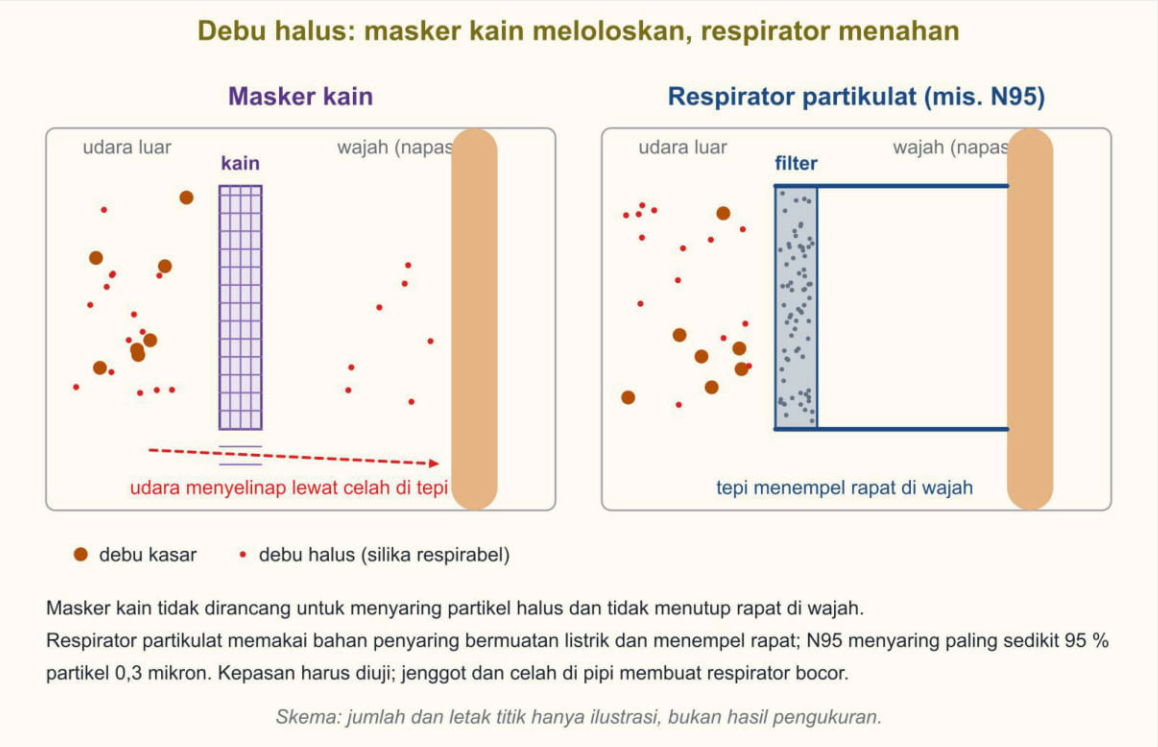
5. Pernapasan: debu, uap, dan pilihan masker

Pekerjaan memecah, mengebor, menggerus, dan mengayak batuan melepaskan debu. Debu kasar tertahan di hidung dan tenggorokan, tetapi **debu sangat halus** dapat sampai ke bagian terdalam paru-paru. Batuan yang mengandung kuarsa melepaskan **debu silika kristalin**, yang bila terhirup bertahun-tahun menyebabkan silikosis, yaitu pengerasan jaringan paru-paru yang tidak dapat disembuhkan. Debu itu tidak berwarna dan tidak berbau, sehingga pekerja sering tidak menyadarinya.

Di sinilah perbedaan **masker kain** dan **respirator** menjadi penting. Menurut lembaga NIOSH, respirator pernapasan dirancang menempel rapat ke wajah dan memakai bahan penyaring yang memiliki muatan listrik, sedangkan masker kain, masker bedah, dan penutup

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

sejenisnya tidak dirancang menempel rapat dan tidak memiliki bahan penyaring untuk menangkap partikel halus. Respirator berkelas N95 menyaring paling sedikit 95 persen partikel berukuran 0,3 mikron. Gambar 2.16 memberi gambaran sederhananya.



Gambar 2.16 Masker kain meloloskan debu halus dan membiarkan udara masuk lewat celah tepi; respirator partikulat menahan partikel halus dan menempel rapat di wajah. Jumlah dan letak titik hanya ilustrasi. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia; keterangan berdasarkan panduan NIOSH.

Ada dua syarat lagi supaya respirator bekerja. **Pertama, kepasan.** Respirator yang tidak rapat meloloskan udara lewat celah, sehingga pemakaiannya perlu diuji dan jenggot yang menghalangi segel harus dicukur. **Kedua, jenis filter harus cocok dengan bahayanya.** Respirator untuk debu (partikulat) tidak menyaring **uap atau gas**, misalnya uap asam di laboratorium. Untuk uap asam dipakai respirator dengan kartrid penyaring gas yang sesuai. Selain itu, kartrid dan filter punya masa pakai dan harus diganti ketika napas terasa berat atau bau mulai tercium.

6. Tangan, kaki, dan tubuh

Sarung tangan dipilih menurut bahaya pada tangan. Sarung tangan kulit tahan gesekan dan tepi tajam saat memegang batu; sarung tangan khusus tahan panas dipakai untuk benda panas; **sarung tangan nitril atau karet** tahan banyak bahan kimia di laboratorium, sedangkan sarung tangan kain menyerap cairan dan lateks tipis cepat rusak oleh asam pekat. Sarung tangan harus pas. Di dekat bagian mesin yang berputar, sarung tangan atau pakaian yang longgar bisa terlilit, jadi ikuti SOP tempat itu.

Sepatu safety memiliki ujung pengaman (dari baja atau bahan komposit) yang menahan jari kaki dari bongkah atau alat berat yang jatuh, sol yang menahan tusukan paku, dan sol antiselip. **Bot karet** punya fungsi lain: menahan air dan lumpur. Bot karet biasa tidak melindungi kaki dari benda jatuh; yang melindungi ialah **bot karet berujung pengaman**,

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

yang dipakai di tempat basah seperti terowongan dan kolam pengendap. Sepatu kanvas atau sandal tidak layak dipakai di area kerja.

Rompi reflektif (atau pakaian berwarna terang dengan pita pemantul) membuat pekerja terlihat oleh operator alat berat dan sopir truk, terutama pagi hari, malam hari, atau saat berdebu. Rompi tidak melindungi dari benda jatuh. **Pakaian kerja** harus menutup kulit (lengan dan celana panjang) tetapi pas badan, terutama di dekat mesin berputar seperti mesin bor.

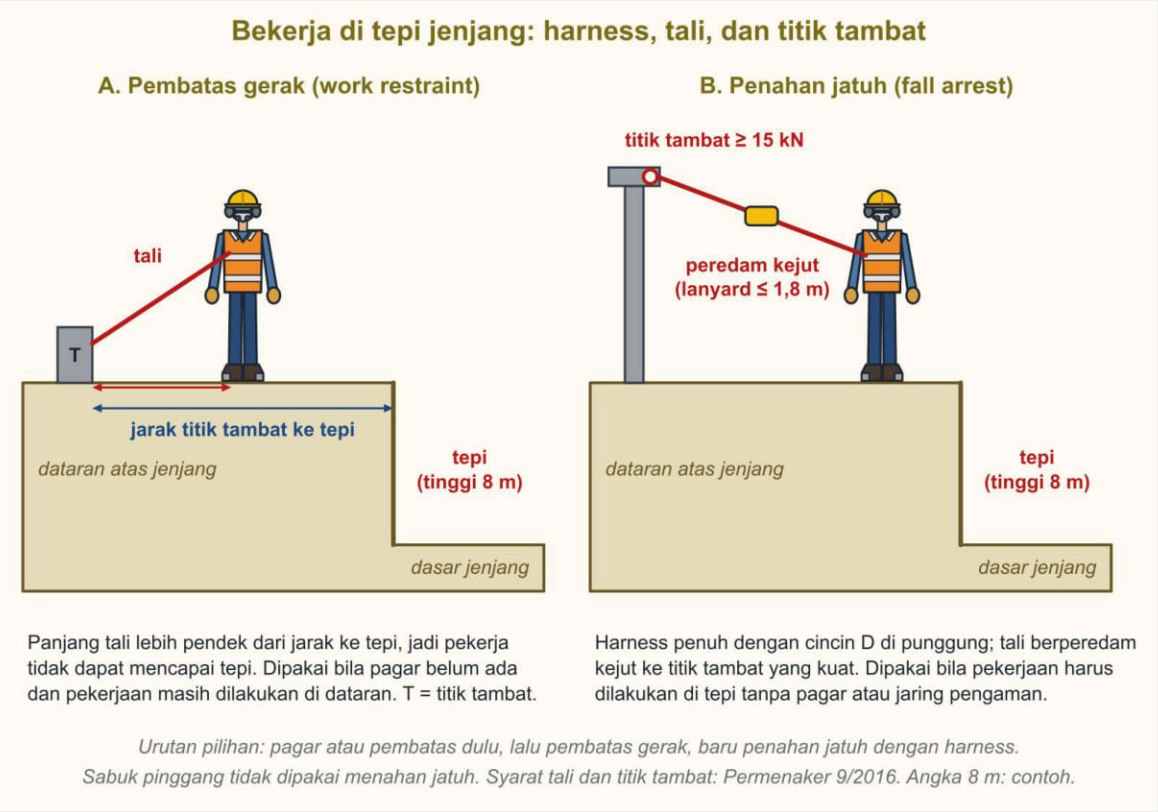
7. Bekerja di ketinggian

Geolog dan juru ukur sering bekerja di tepi jenjang, tebing, atau dinding galian. Peraturan keselamatan kerja pada ketinggian di Indonesia (Permenaker Nomor 9 Tahun 2016) menyebut pekerjaan pada ketinggian sebagai pekerjaan di tempat yang terdapat perbedaan ketinggian dengan potensi jatuh yang dapat menyebabkan cedera atau kematian. Aturan itu mengurutkan perlindungannya dengan jelas, dan urutan itulah yang perlu kamu ingat (Gambar 2.17):

1. **Pencegahan kolektif lebih dulu**: pagar atau tembok pembatas dengan tinggi minimal 950 milimeter, atau jaring pengaman.
2. **Pembatas gerak perorangan** (*work restraint*) bila pagar belum ada: pekerja memakai *full body harness* dan tali pembatas gerak yang **panjangnya tidak melebihi jarak dari titik tambat ke tepi**, sehingga pekerja tidak mungkin mencapai tepi.
3. **Penahan jatuh perorangan** (*fall arrest*) bila pekerja memang harus berada di tepi: *full body harness* dengan tali berperedam kejut yang panjangnya maksimal 1,8 meter, dikaitkan ke titik tambat.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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



Gambar 2.17 Dua cara perlindungan perorangan di tepi jenjang: pembatas gerak (kiri) dan penahan jatuh (kanan). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia; syarat tali dan titik tambat berdasarkan Permenaker Nomor 9 Tahun 2016.

Full body harness adalah sabuk yang melingkari bahu, dada, dan paha dengan cincin D di punggung, sehingga gaya tarikan saat jatuh tersebar ke tubuh yang kuat. **Sabuk pinggang saja tidak boleh dipakai untuk menahan jatuh**, karena gaya tarikannya terpusat di perut. **Titik tambat** (*anchor*) adalah tempat tali dikaitkan. Menurut aturan itu, titik tambat harus mampu menahan beban minimal 15 kilonewton, atau kira-kira setara berat 1.530 kilogram yang menarik ke bawah. Batang pohon kecil, pagar kawat, atau pipa sembarang jelas bukan titik tambat. Titik tambat permanen juga diperiksa dan diuji berkala paling sedikit sekali dalam dua tahun.

8. Memeriksa, memakai, dan merawat

APD yang rusak sama berbahayanya dengan tidak memakai APD, sebab pekerja merasa aman padahal tidak. Karena itu ada kebiasaan yang perlu dijaga:

- **Periksa sebelum pakai**: helm tidak retak, tali pengikat helm utuh, lensa kacamata tidak tergores dalam, bantalan earmuff tidak sobek, filter respirator tidak basah atau tersumbat, jahitan harness tidak terurai.
- **Pakai dengan benar**: ukuran pas, tali dikencangkan, sumbat dimasukkan dengan teknik yang benar, respirator diuji kepasannya.
- **Padukan dengan serasi**: earmuff dan kacamata tidak boleh saling mengganggu kepasan; helm dengan pelindung wajah harus cocok.
- **Rawat dan simpan**: dibersihkan setelah dipakai, disimpan kering dan teduh, jauh dari

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

bahan kimia dan sinar matahari langsung, dan **diganti** menurut petunjuk pabrik atau bila rusak, bukan menunggu sampai tidak berfungsi.

- **Ikuti pelatihan**: tiap APD punya cara pakai sendiri, dan pengusaha wajib melatih pekerjanya.

Ringkasan bagian ini. APD adalah lapisan terakhir sesudah eliminasi, substitusi, rekayasa, dan administratif. Pilih APD dari bahaya: helm untuk benda jatuh; kacamata safety (dan pelindung wajah) untuk serpihan dan percikan; sumbat atau earmuff untuk bising, dobel pada bising sangat tinggi; respirator untuk debu halus dan uap, bukan masker kain; sarung tangan menurut bahan bahayanya; sepatu safety berujung pengaman untuk benda jatuh; rompi reflektif agar terlihat; harness penuh, tali, dan titik tambat kuat untuk ketinggian. Periksa, pakai dengan pas, rawat, dan ganti.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Merangkai APD untuk empat pekerjaan

Pada Mei 2027, PT Andesit Raya (fiktif) mempunyai empat pekerjaan yang berlangsung hari itu: (A) juru ukur memasang patok di bahu jalan angkut quarry yang dilalui dump truck dan berdebu tebal saat truk lewat; (B) teknisi preparasi memotong inti bor dengan gergaji berlian di ruangan tertutup, dengan bising terukur 94 dB(A), percikan air, dan serpihan batu; (C) sampler mengambil contoh dari timbunan batubara dengan alat berat yang bergerak di sekitarnya dan debu hitam yang halus; (D) dua pekerja memasang pagar sementara di tepi jenjang setinggi 12 m. Tentukan APD tiap pekerjaan. *Kasus disusun untuk contoh; nama dan tempat fiktif.*

1. **Tulis bahaya tiap pekerjaan.** A: lalu lintas truk, debu, terik, bahu jalan gembur. B: bising 94 dB(A), percikan, serpihan, lantai basah, bagian berputar. C: alat berat, debu halus, benda jatuh dari timbunan. D: jatuh dari ketinggian, benda jatuh.
2. **Pasangkan bahaya dengan APD** memakai Gambar 2.14, lalu periksa tingkat bising dengan Gambar 2.15: 94 dB(A) berada pada rentang 85 sampai di bawah 100, jadi cukup sumbat atau earmuff, tidak perlu dobel.
3. **Susun hasilnya** dalam tabel.

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

Pekerjaan	APD yang tepat	Alasan
A. Juru ukur di jalan angkut	helm, rompi reflektif, kacamata safety, respirator partikulat bila debu tebal, sepatu safety	truk yang lewat harus melihatnya; debu dan kerikil terlontar
B. Memotong inti bor	kacamata safety atau pelindung wajah, sumbat atau earmuff, apron tahan air, sepatu safety antiselip	bising 94 dB(A), percikan dan serpihan, lantai basah; sarung tangan hanya bila SOP mengizinkan dan harus pas karena ada bagian berputar
C. Sampler di timbunan batubara	helm, kacamata safety, respirator partikulat, rompi reflektif, sepatu safety, sarung tangan kulit	alat berat, debu batubara yang halus, tepi tajam
D. Pagar di tepi jenjang 12 m	helm, harness penuh, tali dan titik tambat kuat, sarung tangan, sepatu safety	risiko jatuh dan benda jatuh

1. **Periksa dengan pertanyaan terbalik.** Adakah bahaya tanpa APD? Pada B, debu silika dari batu: karena dipotong basah, debu rendah, tetapi bila SOP mengizinkan pemotongan kering, respirator ditambahkan. Adakah APD tanpa bahaya? Tidak ada.

Jawaban: tabel di atas. Perhatikan bahwa **tidak ada satu rangkaian untuk semua pekerjaan**: pelindung telinga diperlukan pada B tetapi tidak pada A, dan harness hanya pada D.

Contoh 2 — Menilai rencana APD tim di tepi jenjang

Dua pekerja PT Tambang Nusantara Jaya (fiktif) menyusun rencana memasang pagar sementara di tepi jenjang setinggi 12 m pada Agustus 2027. Rencananya: (1) memakai sabuk pinggang yang dikaitkan ke batang pohon sebesar lengan di dekat tepi; (2) memakai tali kerja sepanjang 3 m tanpa peredam kejut; (3) bila nanti diganti ke tali pembatas gerak, titik tambat berada 6,0 m dari tepi dan tali pembatas gerak yang tersedia 4,5 m; (4) memakai helm, sarung tangan, dan sepatu safety; (5) memeriksa harness sebelum dipakai. Nilailah tiap butir. *Kasus disusun untuk contoh; nama dan tempat fiktif.*

1. **Butir 1: salah.** Sabuk pinggang tidak boleh menahan jatuh; harus *full body harness*. Batang pohon sebesar lengan juga bukan titik tambat yang kekuatannya terbukti minimal 15 kilonewton.
2. **Butir 2: salah.** Untuk penahan jatuh, tali berperedam kejut panjangnya maksimal 1,8 m; tali 3 m tanpa peredam kejut membuat jarak jatuh dan gaya hentakan terlalu besar.
3. **Butir 3: benar.** Syarat pembatas gerak: panjang tali tidak boleh melebihi jarak titik tambat ke tepi. Jarak titik tambat 6,0 m, tali 4,5 m, jadi 6,0 − 4,5 = 1,5 m. Pekerja tidak dapat mencapai tepi; paling dekat ia berada 1,5 m dari tepi, bila tali terentang lurus.
4. **Butir 4 dan 5: benar.** Helm, sarung tangan, sepatu safety, dan pemeriksaan harness sebelum pakai sesuai prinsip.

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

5. **Perbaikan rencana:** pakai harness penuh; gunakan titik tambat yang ditetapkan dan terbukti kuat; bila butir 3 tidak cukup karena pekerjaan harus tepat di tepi, pakai penahan jatuh dengan tali berperedam kejut maksimal 1,8 m; pasang pagar secepatnya.

Jawaban: butir 1 dan 2 salah, butir 3, 4, dan 5 benar. Periksa angka 3: 6,0 − 4,5 = 1,5 m, dan syarat tali < jarak terpenuhi (4,5 < 6,0).

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

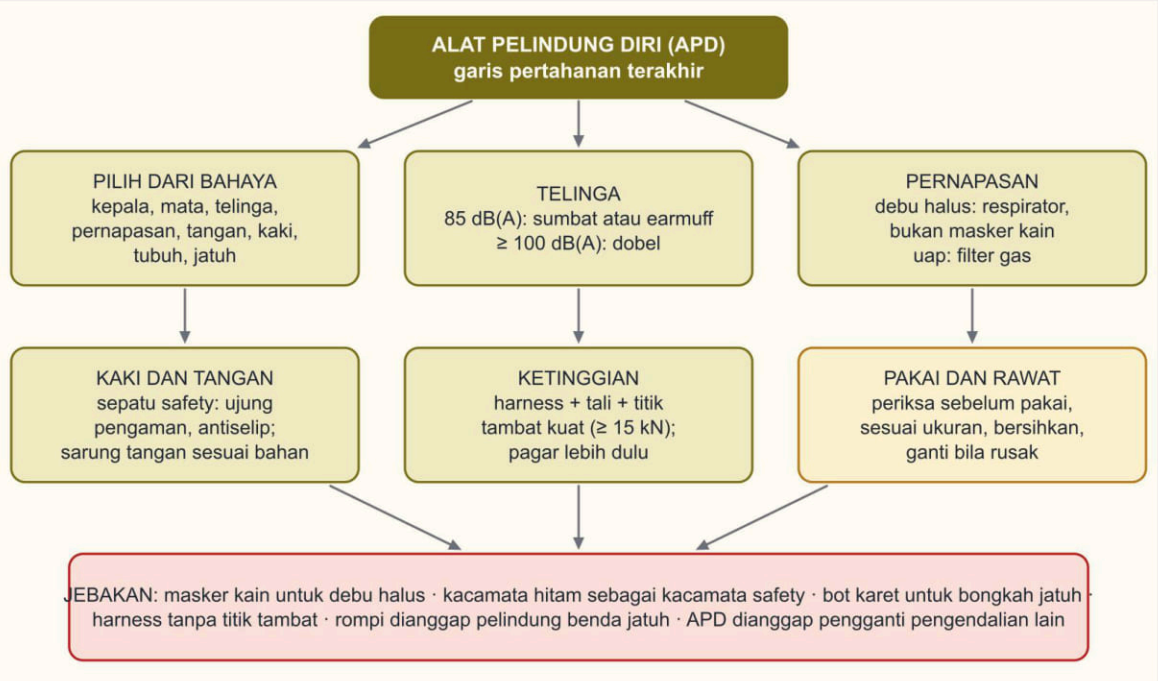
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **APD = lapisan terakhir** sesudah eliminasi, substitusi, rekayasa, dan administratif; pengusaha wajib menyediakan cuma-cuma, pekerja wajib memakai.
- **Pilih dari bahaya:** helm (benda jatuh), kacamata safety dan pelindung wajah (serpihan, percikan), pelindung telinga (bising), respirator (debu halus dan uap), sarung tangan (menurut bahan), sepatu safety (benda jatuh, paku, licin), rompi reflektif (agar terlihat).
- **Telinga:** 85 dB(A) per 8 jam sebagai batas; sumbat atau earmuff pada rentang 85 sampai di bawah 100; dobel pada 100 dB(A) ke atas menurut panduan NIOSH; kepasan menentukan.
- **Pernapasan:** masker kain bukan respirator; respirator debu tidak menyaring uap; filter harus cocok dengan bahaya; kepasan diuji.
- **Kaki:** bot karet biasa bukan pelindung benda jatuh; sepatu safety berujung pengaman.
- **Ketinggian:** pagar dulu, lalu pembatas gerak, lalu penahan jatuh; harness penuh, tali berperedam kejut maksimal 1,8 m, titik tambat minimal 15 kN; sabuk pinggang tidak boleh.
- **Rawat:** periksa sebelum pakai, pakai dengan pas, simpan kering, ganti bila rusak.

Gambar 2.18 merangkum alurnya.



Gambar 2.18 Peta konsep penggunaan APD dasar: pilihan menurut bahaya, kaki dan tangan, telinga, pernapasan, ketinggian, dan perawatan. 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 APD:

1. **Garis bawahi semua bahaya dalam cerita** (bising, debu halus, serpihan, benda jatuh, percikan, licin, jatuh dari tepi, lalu lintas).
2. **Pasangkan satu per satu** dengan APD memakai Gambar 2.14. Opsi yang benar biasanya memuat SEMUA pasangan, tidak ada yang tertinggal.
3. **Cek angka**, misalnya tingkat bising dengan Gambar 2.15 untuk menentukan sumbat, earmuff, atau dobel.
4. **Coret opsi yang memuat satu pasangan keliru**, walaupun bagian lainnya benar.
5. **Pada soal pilihan ganda kompleks**, nilai tiap pernyataan sendiri-sendiri.

Jebakan khas:

- **Masker kain untuk debu halus** atau untuk uap asam.
- **Kacamata hitam** sebagai kacamata safety.
- **Bot karet** sebagai pelindung kaki dari bongkah jatuh.
- **Harness tanpa titik tambat**, atau tali sembarang pada batang pohon atau pagar.
- **Rompi reflektif** dianggap pelindung benda jatuh.
- **Kompromi setengah-setengah**, misalnya respirator debu untuk uap asam, atau sarung tangan kain untuk asam pekat.
- **"Hanya sebentar"** dianggap alasan tidak memakai pelindung telinga.
- **APD dianggap pengganti pengendalian lain**.

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menyajikan seorang pekerja di unit peremuk batu yang terpapar beberapa bahaya sekaligus, lalu meminta rangkaian APD yang paling tepat. Pakailah langkah 1 sampai 4 pada bagian Strategi dan Gambar 2.14. Pasangkan bahaya satu per satu, lalu periksa pilihan mana yang memuat semua pasangan yang benar tanpa satu pun yang keliru.

►. Rani, sampler di unit crusher PT Batu Hijau, Karawang (2027), akan mengambil contoh batu split dari ujung conveyor setiap jam. Hasil pengukuran di titik itu: tingkat bising 95 dB. Di sana juga ada debu batu yang sangat halus, serpihan batu kecil yang sesekali terlontar, dan bongkah batu yang dapat jatuh dari conveyor ke lantai.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Rangkaian APD yang paling tepat untuk Rani adalah ....

A. Helm, kacamata, masker respirator, sumbat telinga, sepatu safety
B. Helm, kacamata, masker kain, sumbat telinga, sepatu bot karet
C. Helm, sarung tangan, masker kain, earmuff, sepatu bot karet
D. Helm, pelindung wajah, masker kain, earmuff, sepatu safety
E. Helm, kacamata, masker respirator, rompi reflektif, sepatu safety

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

Pembahasan **Kunci: A**

Konsep: APD dipilih untuk setiap bahaya: bising tinggi → pelindung telinga; debu sangat halus → masker respirator (masker kain tidak menyaring partikel halus); serpihan terlontar → kacamata/pelindung wajah; benda jatuh → helm dan sepatu safety berujung baja.

Langkah:
1. Bising 95 dB → sumbat telinga/earmuff.
2. Debu sangat halus → masker respirator.
3. Serpihan terlontar → kacamata.
4. Bongkah jatuh → helm dan sepatu safety.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Semua bahaya terlindungi: telinga, pernapasan, mata, kepala, dan kaki.
• **B.** ✗ Jebakan: masker kain tidak menyaring debu halus, dan sepatu bot karet tidak melindungi kaki dari bongkah jatuh.
• **C.** ✗ Tidak ada pelindung mata dari serpihan, dan masker kain tidak menyaring debu halus.
• **D.** ✗ Jebakan: pelindung wajah dan earmuff sudah tepat, tetapi masker kain tidak menyaring debu batu yang sangat halus.
• **E.** ✗ Jebakan: rompi reflektif berguna di jalan tambang, tetapi tidak ada pelindung telinga untuk bising 95 dB.

Jawaban: A.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk setiap soal, tulis dulu daftar bahaya, lalu pasangannya, lalu cocokkan dengan opsi.

1. Geolog PT Batu Andalas, Padang (2027) akan mengamati dan mengambil sampel batuan di tepi atas jenjang setinggi 8 m. Tanah di tepi jenjang gembur, sampel diambil dengan memukul batuan memakai palu geologi, dan jalan angkut yang ramai truk berada 15 m dari lokasi.
(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
Full body harness yang dikaitkan ke titik tambat yang kuat diperlukan karena geolog bekerja di tepi jenjang setinggi 8 m.	○	○
Kacamata hitam biasa dapat menggantikan kacamata safety karena keduanya sama-sama melindungi mata.	○	○
Rompi reflektif dipakai agar geolog mudah terlihat oleh sopir truk yang melintas di jalan angkut dekat lokasi.	○	○

2. Siti, analis di laboratorium PT Kapur Indah, Padalarang (2027), setiap hari menuang asam klorida (HCl) pekat untuk menguji kadar kalsium karbonat sampel batugamping. Asam itu

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

dapat memercik ke mata dan kulit, dan uapnya tajam menusuk hidung. Kepala laboratorium meminta Siti memakai APD yang sesuai untuk pekerjaan ini.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Rangkaian APD yang paling tepat adalah ....

A. Jas lab, goggle, sarung tangan nitril, dan masker kain biasa
B. Jas lab, goggle, sarung tangan nitril, dan respirator uap asam
C. Jas lab, kacamata terbuka, sarung tangan nitril, respirator debu
D. Apron karet, goggle, sarung tangan kain tebal, respirator uap asam
E. Jas lab, goggle, sarung tangan lateks tipis, dan respirator debu

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

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa seorang pekerja yang sudah memakai helm, kacamata, dan sumbat telinga tetap berhak meminta debu disiram dan mesin diredam?
- Seorang teman memakai masker kain untuk memotong batu di ruang tertutup dan berkata "yang penting menutup hidung". Apa yang kamu jelaskan kepadanya dan APD apa yang kamu sarankan?
- **Yang harus kuingat:** APD adalah garis terakhir; pilih dari bahaya, bukan dari kebiasaan; masker kain bukan respirator, bot karet bukan sepatu safety, sabuk pinggang bukan harness; di ketinggian pagar dulu, harness dengan titik tambat kuat sesudahnya.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 2.3: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

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

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

Sub bab 2.4 · Penerapan budaya kerja 5R di laboratorium, gudang alat, dan lapangan

SMKTGP-2.4

◎ APA YANG DIUJI

Subtopik Peta Topik NLS TKA-SMKTGP-02-04 menguji kemampuan **menerapkan budaya kerja 5R** (Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin) di tempat kerja bidang geologi pertambangan. Soal tidak bertanya "apa kepanjangan 5R?". Soal akan menceritakan sebuah gudang inti bor yang berantakan, gudang alat yang kehilangan palu geologi, laboratorium preparasi yang sampelnya tercampur, atau base camp lapangan tempat kantong sampel basah dan labelnya luntur. Kamu diminta **memilih langkah perbaikan yang paling tepat**, atau **menilai pernyataan** tentang tindakan mana yang termasuk prinsip mana.

Bentuk soalnya sering pilihan ganda kompleks atau pernyataan Benar/Salah, karena satu cerita bisa memuat beberapa tindakan, ada yang benar dan ada yang menyesatkan. Inti jebakannya: **tindakan yang tampak rajin tetapi tidak menyelesaikan akar masalah**, misalnya membeli alat cadangan, membersihkan saja, atau membuang barang berlabel pudar yang sebenarnya adalah data berharga.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan lima prinsip 5R beserta padanannya dalam 5S;
- memasangkan sebuah tindakan dengan prinsip 5R yang tepat;
- menerapkan 5R di gudang inti bor, gudang alat geologi, laboratorium preparasi, dan base camp lapangan;
- menjelaskan mengapa inti bor, sampel arsip, dan buku lapangan bukan barang yang dibuang;
- menyusun sistem sederhana (label, papan alat, daftar periksa, jadwal piket) yang menjaga hasil 5R tetap bertahan.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Bayangkan sebuah gudang inti bor tempat tim geologi harus memeriksa ulang inti dari sebuah lubang bor. Kotak-kotak ditumpuk tanpa urutan, beberapa label sudah pudar, dan tutupnya hilang. Mencari satu kotak memerlukan setengah hari, padahal keputusan pemboran berikutnya menunggu hasil pemeriksaan itu. Keadaan seperti ini bukan sekadar "tidak enak dipandang". Waktu terbuang, data hampir hilang, dan orang bisa tersandung kotak yang berserakan. **5R** adalah cara sederhana dan bertahap untuk mencegah keadaan itu. Bagian ini menjelaskan setiap R, penerapannya di empat tempat kerja, dan sebab 5R sering tidak bertahan.

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

1. Apa itu 5R dan dari mana asalnya

5R adalah kegiatan menata dan menjaga tempat kerja secara terus-menerus, dimulai dari memilah barang sampai membiasakan diri menjaganya. Lima R-nya ialah **Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, dan Rajin**. Dalam penjelasan akademik di Indonesia, 5R sering disebut sebagai budaya cara seseorang memperlakukan tempat kerjanya dengan benar, dengan tujuan tempat kerja yang tertib dan bersih memudahkan pekerjaan serta mendukung efisiensi, produktivitas, mutu, dan keselamatan dan kesehatan kerja.

Gagasan ini berasal dari Jepang, dan di sana disebut **5S** (*seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke*). Banyak sumber mengaitkannya dengan sistem produksi industri Jepang, termasuk Toyota. Padanannya: **Ringkas = seiri** (memilah), **Rapi = seiton** (menata), **Resik = seiso** (membersihkan), **Rawat = seiketsu** (menjaga standar), dan **Rajin = shitsuke** (membiasakan disiplin). Dalam buku ini dipakai istilah 5R, sesuai Peta Topik dan soal; bila kamu menemukan istilah 5S di buku lain, artinya sama.

Gambar 2.19 menunjukkan kelima prinsip sebagai tangga: tiap anak tangga baru berarti bila anak tangga di bawahnya sudah dilalui.



Gambar 2.19 Lima prinsip 5R berurutan, dengan padanan 5S dan contoh di gudang inti bor. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

2. Ringkas: memilah yang diperlukan dari yang tidak

Ringkas berarti memisahkan barang yang **diperlukan** dari yang **tidak diperlukan**, lalu menyingkirkan yang tidak diperlukan menurut aturan. Caranya sederhana: kumpulkan semua barang di satu tempat, lalu tanyakan untuk tiap barang, "dipakai sering, jarang, atau tidak pernah?" Yang sering dipakai disimpan dekat. Yang jarang dipakai disimpan lebih jauh. Yang tidak pernah dipakai dan tidak bernilai diberi tanda (misalnya kartu merah) lalu diputuskan nasibnya oleh penanggung jawab.

Di bidang geologi pertambangan ada satu kehati-hatian penting: **tidak semua yang tampak seperti sampah adalah sampah**. Inti bor, sampel arsip, dan buku lapangan adalah **data** eksplorasi. Kotak inti yang labelnya pudar bukan barang yang dibuang, melainkan barang yang labelnya **diperbaiki dengan mencocokkan catatan pemboran**. Sampel duplikat yang sudah dianalisis juga disimpan sesuai aturan masa simpan, dan baru dibuang bila ada izin dan catatan. Bahan kimia yang kedaluwarsa tidak dibuang ke tempat sampah biasa, tetapi dikelola sebagai limbah sesuai aturan perusahaan. Jadi Ringkas berarti **memilah dengan aturan**, bukan membuang untuk melapangkan rak.

3. Rapi: setiap barang punya tempat yang tetap

Rapi berarti menata barang yang diperlukan sehingga **mudah ditemukan, diambil, dan dikembalikan**. Tiga kata kuncinya: tempat tetap, label, dan urutan.

- **Tempat tetap**: palu geologi selalu di gantungan palu, kompas selalu di laci kompas. Barang yang punya tempat tetap yang hilang langsung terlihat.
- **Label**: rak, kotak, dan laci diberi nama yang jelas dan tahan lama. Di lapangan, label harus tahan air.
- **Urutan**: barang disusun menurut alur kerja atau urutan alami. Kotak inti disusun menurut nomor lubang bor dan kedalaman; sampel menurut kode dan tanggal.

Alat bantu yang paling terkenal ialah **papan alat bergambar** (*shadow board*): papan dengan bentuk (siluet) setiap alat sehingga alat yang hilang meninggalkan "lubang" yang terlihat dari jauh. Gambar 2.20 memperlihatkan contohnya.

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



Gambar 2.20 Papan alat bergambar di gudang alat geologi: siluet menunjukkan tempat tiap alat, dan alat yang belum kembali meninggalkan petunjuk siapa yang membawa. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Perhatikan kebalikannya: **"satu peti besar untuk semua"** bukan rapi. Barang bercampur, tidak ada tempat tetap, dan tidak tahu siapa membawa apa. Alat cadangan juga bukan pengganti penataan; membeli ulang tanpa memperbaiki sistem hanya menunda masalah.

4. Resik: membersihkan sambil memeriksa

Resik berarti membersihkan tempat kerja, alat, dan barang, dan **menjadikan pembersihan sebagai kesempatan memeriksa**. Alat yang dibersihkan kelihatan retaknya, mesin yang dibersihkan kelihatan bocornya, lantai yang bersih memperlihatkan tumpahan yang bisa membuat orang terpeleset. Resik juga mencari **sumber kotornya** supaya dikurangi, bukan hanya membersihkan hasilnya.

Di laboratorium preparasi, Resik langsung berpengaruh pada **mutu data**. Alat penggerus yang dipakai bergantian untuk sampel berkadar tinggi dan rendah harus dibersihkan setiap pergantian sampel, sebab serbuk yang tertinggal mencemari sampel berikutnya (kontaminasi silang). Satu sampel yang tercemar dapat mengubah hasil analisis dan keputusan di belakangnya. Satu catatan keselamatan: **menyapu debu batuan secara kering** menerbangkan debu halus ke udara. Debu dibasahi atau dihisap dengan penyedot debu yang sesuai, sejalan dengan prinsip pengendalian debu di sub bab 2.3.

5. Rawat: menjaga agar tiga R pertama bertahan

Tiga R pertama adalah **kegiatan**: memilah, menata, membersihkan. **Rawat** adalah **keadaan yang dijaga**, yaitu mempertahankan hasil tiga R itu lewat **standar dan pemeriksaan rutin**. Tanpa Rawat, gudang yang dirapikan hari ini berantakan lagi dalam sebulan. Bentuk Rawat yang umum:

- **standar tertulis dan bergambar**: foto "keadaan yang benar" ditempel di dinding;
- **daftar periksa** harian atau mingguan;

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

- **jadwal piket** dan penanggung jawab per area;
- **pemeriksaan berkala** (audit kecil) oleh pengawas atau rekan dari area lain.

6. Rajin: membiasakan sampai tanpa disuruh

Rajin berarti menjadikan 5R **kebiasaan**: dikerjakan tanpa disuruh, oleh semua orang, termasuk pimpinan. Kebiasaan tumbuh dari tiga hal: teladan (pengawas yang menaruh alatnya kembali), pelatihan singkat bagi anggota baru, dan pengakuan atas yang berhasil. Rajin berbeda dari "kerja bakti sekali setahun". Kerja bakti sekali memang membersihkan, tetapi tidak mengubah kebiasaan.

7. 5R di empat tempat kerja

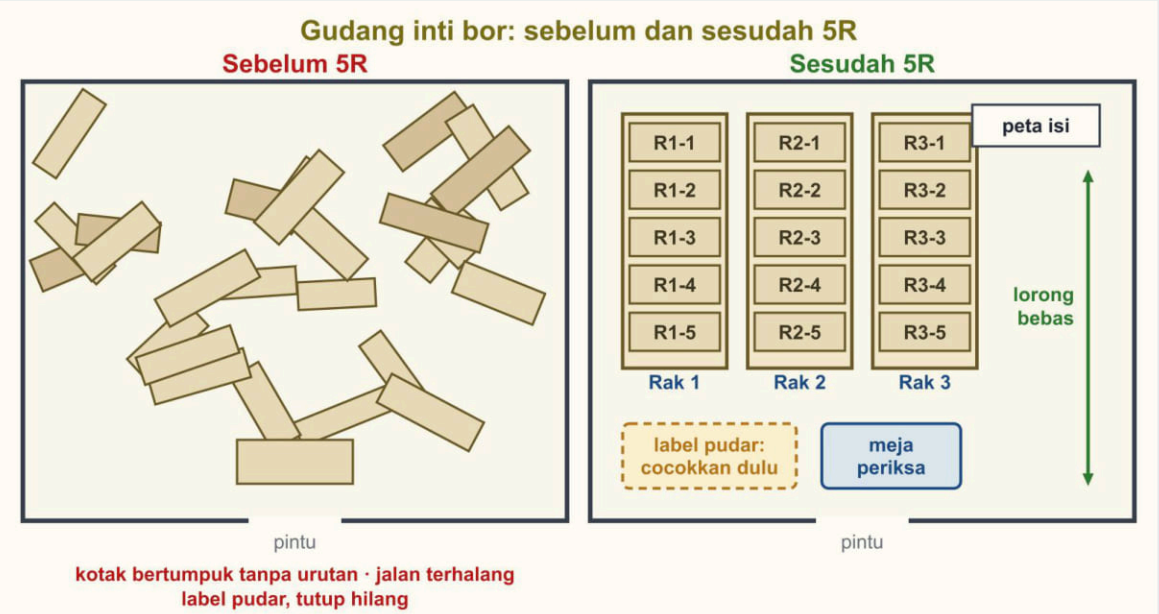
Gudang inti bor (*core shed*). Ringkas: pisahkan kotak inti yang masih diperlukan dari kotak kayu rusak; kotak rusak diganti dan isinya dipindahkan, bukan dibuang. Rapi: rak diberi nomor, kotak disusun menurut nomor lubang bor dan kedalaman, dan setiap kotak berlabel tahan lama. Resik: lantai bebas serpihan, kotak bebas debu dan lumpur. Rawat: daftar periksa mingguan dan peta isi gudang di pintu. Rajin: setiap orang yang mengambil kotak mengembalikannya ke tempat tetap.

Gudang alat geologi. Rapi lewat papan alat bergambar; Rawat lewat **daftar periksa pergi-pulang** (alat dicatat saat dibawa dan saat kembali); Resik lewat membersihkan palu, kompas, dan loupe setelah praktik; Rajin lewat piket kelompok.

Laboratorium preparasi. Alur sampel dibuat satu arah (masuk, pengeringan, penghancuran, pembagian, penggerusan) dengan area dan rak berlabel tiap tahap. Alat penggerus dibersihkan antar-sampel. Sisa sampel yang sudah dianalisis disimpan berlabel sesuai aturan masa simpan, tidak dibuang sembarangan.

Base camp dan lapangan. Kantong sampel punya **tempat khusus terpisah** dari logistik (beras, jeriken, alat masak), diberi label **tahan air** dan ditutup agar tidak basah. Alat tulis tahan air dan kantong ganda menjaga identitas sampel. Gambar 2.21 membandingkan sebuah gudang inti sebelum dan sesudah 5R.

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



Gambar 2.21 Denah gudang inti bor sebelum 5R (kotak bertumpuk, jalan terhalang) dan sesudah 5R (rak berlabel, lorong, area label pudar yang menunggu dicocokkan). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

8. Urutan menerapkan dan mengapa 5R tidak bertahan

Urutan menerapkan mengikuti urutan R: **Ringkas dulu, baru Rapi**. Menata barang yang tidak diperlukan hanya memindahkan sampah ke rak. Setelah Rapi baru Resik; setelah bersih dan teratur, dibuat standar (Rawat), lalu dibiasakan (Rajin). Gambar 2.22 memperlihatkan dua alat bantu yang dipakai pada tahap Rapi dan Rawat.



Gambar 2.22 Contoh label sampel tahan air dan daftar periksa pergi-pulang alat praktik (dokumen fiktif). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Mengapa 5R sering gagal? Alasan yang paling sering ialah: dilakukan sekali sebagai kerja bakti; tidak ada standar yang bisa dilihat siapa saja; tidak ada penanggung jawab per area; pengawas tidak memberi teladan; dan **masalah dijawab dengan barang, bukan sistem**, misalnya membeli palu cadangan padahal yang rusak adalah cara menyimpan dan

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

mencatatnya.

Ringkasan bagian ini. 5R = Ringkas (seiri, memilah dengan aturan), Rapi (seiton, tempat tetap, label, urutan), Resik (seiso, bersih sambil memeriksa), Rawat (seiketsu, standar dan daftar periksa), Rajin (shitsuke, kebiasaan). Urutannya Ringkas dahulu. Inti bor, sampel arsip, dan buku lapangan adalah data, bukan sampah. Alat bantu: papan alat bergambar, label tahan air, daftar periksa pergi-pulang, jadwal piket.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Memasangkan delapan tindakan dengan prinsip 5R

Pada Juli 2027, Pak Darma, kepala gudang di PT Mineral Citra (fiktif), mencatat delapan tindakan yang dilakukan timnya setelah gudang alat dan laboratorium dinilai berantakan. Pasangkan tiap tindakan dengan prinsip 5R yang paling tepat. *Kasus disusun untuk contoh; nama dan tempat fiktif.*

1. Mengumpulkan semua kantong sampel kosong dan kotak rusak lalu memilah yang masih layak.
2. Menggambar siluet alat pada papan dan menempel nama setiap rak.
3. Menyikat alat penggerus dan mengepel lantai sambil mencatat baut yang longgar.
4. Menempel foto "keadaan yang benar" dan membuat daftar periksa mingguan.
5. Mengembalikan alat ke tempatnya setiap selesai dipakai tanpa diingatkan.
6. Menandai kotak inti berlabel pudar dengan kartu "cocokkan dengan catatan pemboran".
7. Menyusun kotak inti menurut nomor lubang bor dan kedalaman.
8. Membuat jadwal piket kelompok dan penanggung jawab tiap area.

Langkah penyelesaian: tanyakan untuk tiap tindakan, "apa pekerjaan utamanya: memilah, menata, membersihkan, menjaga standar, atau membiasakan?"

No.	Pekerjaan utama	Prinsip
1	memilah yang diperlukan dari yang tidak	Ringkas
2	memberi tempat tetap dan nama	Rapi
3	membersihkan sambil memeriksa	Resik
4	standar dan pemeriksaan rutin	Rawat
5	kebiasaan tanpa disuruh	Rajin
6	memilah dengan aturan: label diperbaiki, bukan dibuang	Ringkas
7	menata menurut urutan	Rapi
8	jadwal dan penanggung jawab menjaga keadaan	Rawat

Jawaban: Ringkas: 1 dan 6; Rapi: 2 dan 7; Resik: 3; Rawat: 4 dan 8; Rajin: 5. Pemeriksaan: lima prinsip semuanya terpakai dan delapan tindakan semuanya terjawab. Jebakan pada nomor 6:

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

menandai dan mencocokkan label termasuk Ringkas karena inti bor tidak dibuang; menata ulang kotak sesudahnya baru Rapi.

Contoh 2 — Menyusun sistem pergi-pulang alat praktik

Pada September 2027, ketua jurusan SMK Nusa Pertambangan (fiktif) mendapati 6 kelompok praktik lapangan masing-masing membawa 7 jenis alat, tetapi tiap bulan beberapa alat tidak kembali. Susun sistem murah yang menjamin alat kembali. *Kasus disusun untuk contoh; nama dan tempat fiktif.*

1. **Hitung kebutuhan:** 6 kelompok × 7 jenis alat = 42 alat yang beredar pada satu praktik. Papan alat harus punya 42 tempat siluet, atau 7 tempat per kelompok dengan nomor kelompok.
2. **Rapi:** buat papan alat bergambar dengan siluet dan nomor tempat tiap alat, serta label nama kelompok.
3. **Rawat:** buat daftar periksa pergi-pulang berisi 42 baris: nama alat, kondisi saat dibawa, paraf pengambil, kondisi saat kembali, paraf penerima.
4. **Rajin:** tunjuk satu petugas piket per kelompok yang memeriksa daftar sebelum meninggalkan gudang.
5. **Resik:** alat dibersihkan setelah praktik dan diperiksa sebelum dikembalikan ke papan.
6. **Periksa hasil:** alat yang belum kembali terlihat dari siluet kosong dan dari baris daftar tanpa paraf kembali. Biaya hanya papan, cat, dan kertas.

Jawaban: papan alat bergambar + daftar periksa pergi-pulang + piket. Bandingkan dengan jawaban yang keliru: membeli alat cadangan (menunda masalah), melarang membawa alat ke lapangan (menggagalkan praktik), atau menaruh semua alat dalam satu peti (tidak ada tempat tetap, tidak ada catatan pembawa).

Contoh 3 — Merapikan alur sampel di laboratorium preparasi

Pada Oktober 2027, laboratorium preparasi PT Bumi Cendana (fiktif) menerima 24 kantong sampel pada satu pagi. Kantong disimpan di satu meja bersama alat penggerus, kotak sisa sampel lama, dan alat tulis; dua sampel dari lubang bor berbeda pernah tertukar karena kantongnya mirip. Susun penerapan 5R yang menjawab masalah ini dan hitung berapa tempat sementara yang diperlukan bila tiap kantong memerlukan satu tempat berlabel pada setiap tahap (pengeringan, penghancuran, pembagian, penggerusan). *Kasus disusun untuk contoh; nama dan tempat fiktif.*

1. **Ringkas:** pisahkan sisa sampel lama dari sampel baru; sisa sampel yang sudah melewati masa simpan dipilah sesuai daftar, dicatat, dan dibuang hanya dengan izin penanggung jawab. Alat tulis dan kotak kosong dipindahkan dari meja kerja.
2. **Rapi:** buat alur satu arah dengan empat area berlabel (pengeringan, penghancuran, pembagian, penggerusan), masing-masing dengan rak bernomor. Kantong diberi kode lubang bor dan kedalaman yang ditulis dengan tinta tahan air.
3. **Hitung tempat:** 24 kantong × 4 tahap = 96 tempat berlabel bila setiap kantong berada di satu tempat pada setiap tahap. Karena kantong hanya satu tahap pada satu saat, kebutuhan

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

sebenarnya per area adalah 24 tempat, jadi 4 area × 24 tempat = 96 tempat bila semuanya disiapkan sekaligus.

4. **Resik:** alat penggerus disikat dan dihisap debunya setiap pergantian sampel, bukan setiap hari.
5. **Rawat:** daftar periksa alur di dinding dan pemeriksaan di akhir shift.
6. **Rajin:** petugas tiap shift memeriksa area sebelum pulang.

Jawaban: alur berlabel empat area dengan 96 tempat bila disiapkan sekaligus (24 per area), pembersihan antar-sampel, dan daftar periksa. Pemeriksaan: 24 × 4 = 96. Perhatikan bahwa jawaban memadukan lima prinsip dan menjawab akar masalah (kantong tertukar dan tercemar), bukan hanya menyapu lantai.

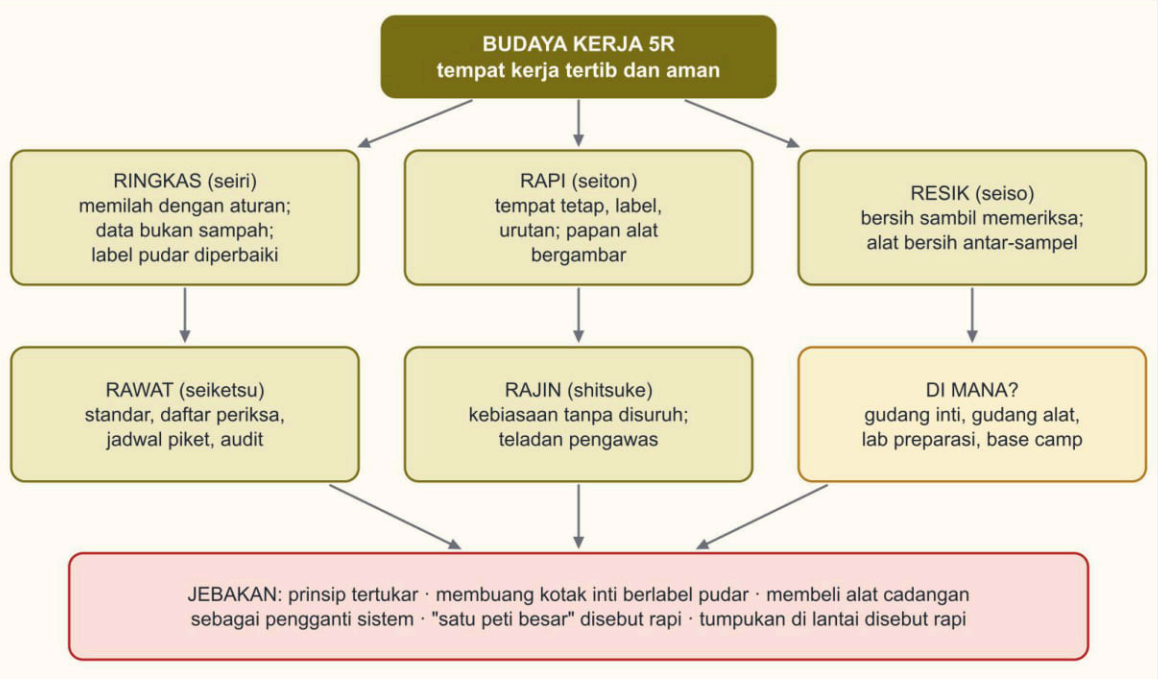
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **5R** = Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin; padanan 5S: seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke.
- **Ringkas:** memilah yang diperlukan dari yang tidak, dengan aturan; **data (inti bor, sampel arsip, buku lapangan) bukan sampah**; label pudar diperbaiki.
- **Rapi:** tempat tetap, label, urutan; papan alat bergambar; satu peti besar bukan rapi.
- **Resik:** bersih sambil memeriksa; bersihkan alat antar-sampel; hindari menyapu debu kering.
- **Rawat:** standar tertulis, daftar periksa, jadwal piket, audit.
- **Rajin:** kebiasaan tanpa disuruh; teladan pengawas.
- **Urutan:** Ringkas dulu, baru Rapi, dan seterusnya; masalah sistem dijawab dengan sistem, bukan dengan alat cadangan.

Gambar 2.23 merangkum hubungan antarprinsip dan jebakannya.



Gambar 2.23 Peta konsep 5R: lima prinsip, alat bantunya, dan jebakan yang sering muncul. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal 5R:

1. **Tentukan masalah akarnya** dari cerita: barang tercampur, tidak ada tempat tetap, kotor, tidak ada pencatatan, atau kebiasaan.
2. **Pilih prinsip 5R yang menjawab akar itu**: tercampur dan tak perlu (Ringkas), sulit ditemukan (Rapi), kotor atau tercemar (Resik), balik berantakan (Rawat), tidak ada kebiasaan (Rajin).
3. **Pilih opsi yang menjawab akar dengan sistem murah dan bertahan**, bukan yang hanya menambah barang atau melarang.
4. **Waspadai barang yang merupakan data** (inti bor, sampel, buku lapangan): jangan dibuang.
5. **Pada pernyataan Benar/Salah**, tanyakan "apakah tindakan itu benar-benar termasuk prinsip yang disebut?"

Jebakan khas:

- **Prinsip tertukar**, misalnya membersihkan dianggap Rapi, atau memilah dianggap Rawat.
- **Membuang kotak inti berlabel pudar** atau sampel arsip demi rak yang lega.
- **Membeli alat cadangan** sebagai pengganti sistem.
- **"Satu peti besar"** disebut rapi.
- **Tumpukan di lantai "agar mudah dijangkau"** disebut rapi.
- **Sampel kaya dan miskin digerus tanpa membersihkan alat**, lalu hanya "dikepel lantainya".

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menyajikan sebuah gudang inti bor yang berantakan lengkap dengan label pudar dan kotak rusak, lalu meminta kamu menilai tiga tindakan berdasarkan prinsip 5R. Pakailah lima langkah pada bagian Strategi dan perhatikan kehati-hatian pada barang yang merupakan data. Nilai setiap pernyataan sendiri-sendiri.

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

►. Gudang inti bor (core shed) PT Nikel Timur, Kolaka (2027), berantakan: kotak inti ditumpuk tanpa urutan, beberapa label kotak sudah pudar, tutup kotak hilang, dan kotak kayu yang rusak berserakan di lantai. Ketika tim geologi ingin memeriksa ulang inti lubang bor KT-12, butuh setengah hari untuk menemukannya. Kepala gudang meminta siswa PKL menerapkan 5R (Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin).
(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
Membuang kotak inti beserta isinya yang labelnya pudar agar rak lebih lega termasuk langkah Ringkas yang tepat.	○	○
Menyusun kotak inti menurut nomor lubang bor dan kedalaman, lalu memberi label pada setiap rak, termasuk langkah Rapi.	○	○
Membuat jadwal piket dan daftar periksa mingguan agar keadaan gudang yang sudah tertata tetap terjaga termasuk langkah Rawat.	○	○

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

Konsep: 5R: Ringkas (memisahkan yang diperlukan dari yang tidak), Rapi (menata agar mudah ditemukan), Resik (membersihkan), Rawat (menjaga keadaan dengan aturan dan pemeriksaan rutin), Rajin (membiasakan). Barang yang merupakan data, seperti inti bor, bukan barang yang dibuang.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: Ringkas memang memilah barang yang tidak diperlukan, tetapi inti bor adalah data eksplorasi yang tetap diperlukan; label pudar diperbaiki dengan mencocokkan catatan pemboran, bukan dibuang.
• **Pernyataan 2 → Benar.** Rapi berarti setiap barang punya tempat tetap dan mudah ditemukan; urutan nomor lubang dan kedalaman membuat inti KT-12 cepat ditemukan.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Rawat menjaga agar hasil Ringkas, Rapi, dan Resik bertahan melalui aturan dan pemeriksaan rutin.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk setiap soal, tulis dulu akar masalahnya, lalu prinsip 5R yang menjawabnya.

1. Di gudang alat jurusan Geologi Pertambangan SMK Nusa Tambang (2027), palu geologi, kompas, dan GPS sering tidak kembali setelah praktik lapangan. Alat disimpan bercampur di rak, dan tidak ada catatan siapa yang membawa alat. Akibatnya, tiga kelompok gagal praktik karena alatnya tidak ditemukan. Ketua jurusan meminta penyelesaian yang murah dan bertahan lama.

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 adalah ....

A. Membeli alat cadangan agar alat yang hilang dapat segera diganti
B. Melarang siswa membawa alat ke lapangan kecuali palu geologi
C. Membersihkan semua alat setiap akhir bulan sebelum disimpan
D. Menyimpan semua alat dalam satu peti besar agar tidak tercecer
E. Membuat papan alat bergambar dan daftar periksa pergi-pulang

2. Laboratorium preparasi PT Emas Sejahtera (2027) menggerus sampel bijih emas berkadar tinggi dan sampel berkadar rendah dengan alat penggerus yang sama. Hasil uji menunjukkan beberapa sampel berkadar rendah tiba-tiba berkadar tinggi setelah digerus sesudah sampel kaya. Di ruangan itu, kantong sampel menumpuk di lantai dan sisa sampel yang sudah dianalisis disimpan bercampur.
(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
Membersihkan alat penggerus dengan sikat dan udara tekan setiap berganti sampel adalah langkah Resik yang mencegah kontaminasi silang.	○	○
Menumpuk semua kantong sampel yang belum diproses di lantai dekat alat agar mudah dijangkau termasuk langkah Rapi.	○	○
Membuang sisa sampel yang sudah dianalisis tanpa mencatat dan tanpa izin penanggung jawab termasuk langkah Ringkas yang tepat.	○	○

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

✔ PERIKSA DIRI

- Sebuah laboratorium menumpuk kantong sampel di lantai dekat alat "agar mudah dijangkau". Prinsip mana yang dilanggar dan apa perbaikannya?
- Mengapa gudang yang dirapikan lewat kerja bakti sehari bisa berantakan lagi sebulan kemudian, dan prinsip mana yang menjaganya?
- **Yang harus kuingat:** Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin (seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke); Ringkas dulu; data bukan sampah; sistem (label, papan alat, daftar periksa, piket) mengalahkan alat cadangan.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 2.4: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

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

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

Sub bab 2.5 · Etika kerja di lingkungan kerja

SMKTGP-2.5

◎ APA YANG DIUJI

Subtopik Peta Topik NLS TKA-SMKTGP-02-05 menguji kemampuan **menerapkan etika kerja** di lingkungan kerja bidang geologi pertambangan. Soalnya berupa dilema yang nyata: mandor meminta sampel hanya diambil dari bagian yang tampak kaya, pembeli menyodorkan amplop sebelum pengambilan sampel, siswa praktik menyadari bahwa ia salah menempel label, tiga titik singkapan tidak sempat diamati karena hujan, atau sekolah meminta contoh data yang oleh perusahaan dilarang disebarkan. Kamu diminta **memilih sikap yang paling tepat**.

Soal etika sering tampak seperti "pilih yang baik hati", padahal ada pola yang bisa dipelajari. Jawaban yang benar hampir selalu **menjaga kejujuran data, mengikuti SOP dan aturan keselamatan, dan melapor lewat jalur yang benar**. Pengecohnya adalah kompromi setengah-setengah, tindakan diam-diam, atau tindakan jujur tetapi tidak dilaporkan.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan mengapa integritas data adalah inti etika kerja di bidang eksplorasi dan pertambangan;
- membedakan perintah yang sah dari perintah yang melanggar SOP atau keselamatan, serta menjelaskan mengapa "saya yang tanggung jawab" tidak membebaskan pelaksana;
- menolak perintah yang melanggar SOP dengan santun dan melapor lewat jalur yang benar;
- menangani kesalahan sendiri, data yang tidak lengkap, dan pemberian dari pihak berkepentingan dengan jujur;
- menjaga kerahasiaan data perusahaan sambil tetap memenuhi tugas sekolah atau tugas lain dengan izin yang benar.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Bayangkan sebuah laporan kadar bijih dari satu blok tambang. Dari laporan itu, perusahaan memutuskan berapa banyak ton yang ditambang, pembeli menentukan harga, dan perencana menentukan lokasi pemboran berikutnya. Semua keputusan itu hanya sebaik angka di laporan. Bila angkanya dibuat lebih tinggi supaya terlihat bagus, kerugiannya berantai: pembeli membayar terlalu mahal, tambang dibuka di tempat yang salah, dan nama perusahaan rusak. Karena itulah di bidang geologi pertambangan **kejujuran bukan sekadar sopan santun, melainkan syarat kerja**. Bagian ini menjelaskan etika kerja langkah demi langkah dengan contoh nyata di lapangan dan laboratorium.

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

1. Mengapa etika penting di bidang ini

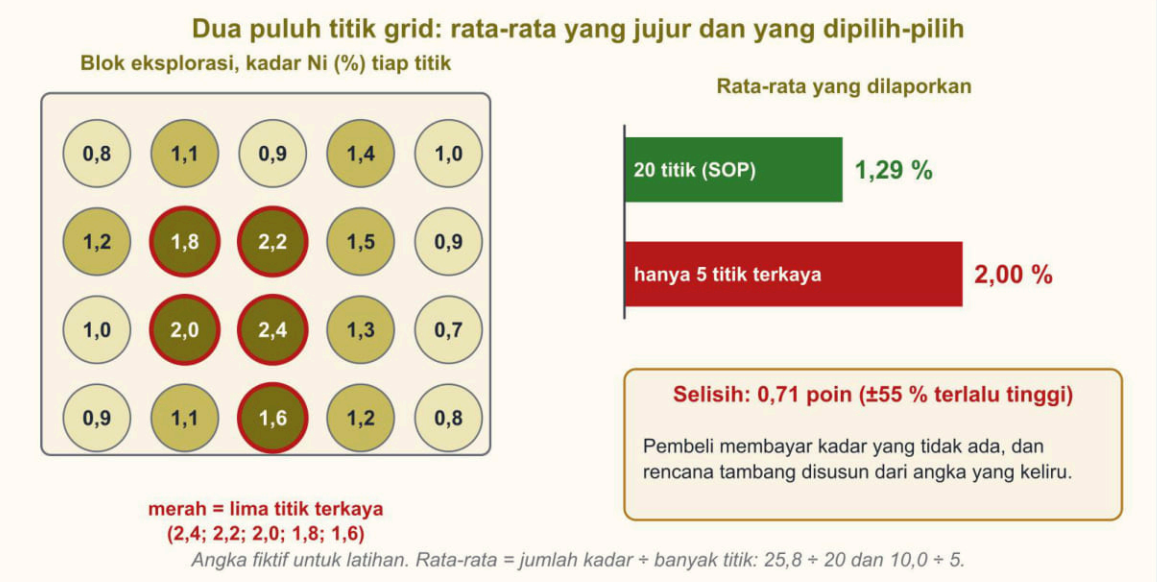
Pekerjaan geologi dan eksplorasi menghasilkan **data**: kadar, ketebalan, koordinat, nomor lubang bor, hasil analisis. Pengambil keputusan jarang melihat sendiri batuannya; mereka mempercayai orang yang mengambil sampel dan mencatat. Kepercayaan itu rapuh. Satu orang yang memanipulasi data dapat membuat seluruh basis data dicurigai. Selain itu, pekerjaan tambang berisiko tinggi; keputusan yang melanggar prosedur keselamatan dapat melukai orang.

Etika kerja di sini bertumpu pada empat nilai yang saling menguatkan: **kejujuran** (apa adanya), **tanggung jawab** (mengerjakan dan mengakui hasilnya), **disiplin** (mengikuti SOP dan waktu), dan **kerahasiaan** (menjaga data yang bukan milikmu). Bagian berikut menguraikan penerapannya.

2. Integritas data: mencatat dan mengambil sampel apa adanya

Integritas data berarti data yang tercatat benar-benar sama dengan yang diamati atau diukur, dan cara memperolehnya sesuai prosedur. Ada tiga bentuk pelanggarannya.

Pertama, memilih-milih sampel. SOP pengambilan sampel mewajibkan sampel diambil **merata**, misalnya pada titik-titik berpola kotak (grid) di seluruh blok, supaya hasilnya mewakili keseluruhan blok. Bila sampel hanya diambil dari bagian yang tampak paling kaya, rata-rata kadar yang dilaporkan menjadi **bias**, yaitu menyimpang ke satu arah dari keadaan sebenarnya. Gambar 2.24 memperlihatkan perbandingan memilih sampel yang mewakili dan memilih yang terbaik saja.



Gambar 2.24 Dua puluh titik sampel pada pola grid menghasilkan kadar rata-rata 1,29 %; mengambil hanya lima titik terkaya melaporkan 2,00 %, atau 55 % lebih tinggi daripada keadaan sebenarnya. Angka fiktif untuk latihan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Kedua, mengarang atau mengisi data yang tidak diamati. Bila tiga titik singkapan tidak dapat dicapai karena hujan, yang jujur ialah mencatatnya sebagai **tidak diamati** dengan alasannya, lalu menjadwalkan ulang. Mengisinya dengan perkiraan dari titik di sebelahnya, atau menyalin data kelompok lain tanpa menyebut sumber, adalah pemalsuan. Tanda bintang kecil

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

tanpa penjelasan tetap menyesatkan pembaca.

Ketiga, mengubah atau menghapus catatan secara diam-diam. Buku lapangan dan lembar catatan adalah dokumen. Kesalahan tulis dikoreksi dengan cara yang tetap memperlihatkan catatan lama: **coret dengan satu garis, tulis angka yang benar di sebelahnya, beri paraf, tanggal, dan alasan singkat**. Cairan koreksi, penghapus, dan lembar yang disobek menghilangkan jejak, sehingga data tidak bisa ditelusuri. Gambar 2.25 membandingkan dua halaman buku lapangan.



Gambar 2.25 Halaman buku lapangan yang jujur (koreksi dicoret satu garis, titik yang tidak diamati dicatat) dan halaman yang dimanipulasi (data diisi karangan, angka dihapus). Dokumen fiktif. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Hal yang sama berlaku untuk **kesalahan sendiri**. Seorang siswa yang menyadari telah menempelkan label pada kantong yang salah harus **segera melapor** kepada pembimbing, sebab sampel yang tertukar akan menghasilkan data yang tertukar, dan data itu mungkin dipakai menentukan lokasi pemboran. Mengakui kesalahan lebih cepat membuatnya bisa diperbaiki secara resmi dan tercatat, sedangkan menunggu atau memperbaikinya diam-diam menambah kerusakan. Sampel pengganti yang dikirim dengan kode lama tanpa pemberitahuan adalah pemalsuan data.

3. Perintah, SOP, dan batas kepatuhan

Di tempat kerja ada **hierarki**: pelaksana, pengawas, mandor atau kepala regu, hingga pimpinan. Perintah atasan pada dasarnya dipatuhi, sebab pekerjaan tambang membutuhkan koordinasi. Tetapi kepatuhan punya batas. Aturan dasarnya sederhana:

> Perintah yang sah adalah perintah yang sesuai SOP, peraturan, dan keselamatan.

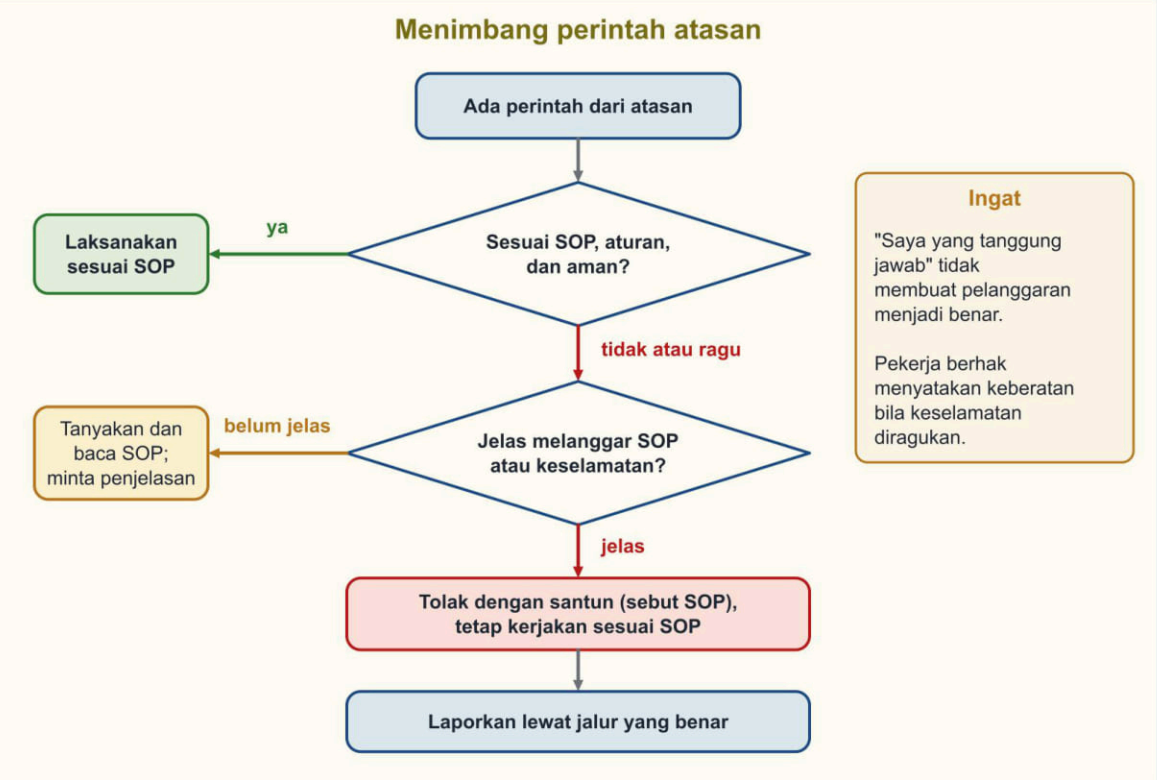
SOP (prosedur operasi standar) adalah langkah baku tertulis untuk satu pekerjaan, dibuat dengan mempertimbangkan keselamatan dan mutu data. Perintah yang bertentangan dengan

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

SOP, misalnya mengambil sampel sembarangan atau melepas pengaman mesin agar lebih cepat, bukan perintah yang sah.

Banyak orang terjebak ucapan **"Ini perintah, saya yang tanggung jawab"**. Ucapan itu tidak membuat pelanggaran menjadi benar. Pertama, yang melakukan pekerjaan adalah kamu; tanganmu yang mencatat dan menempelkan label. Kedua, tanggung jawab pimpinan tidak membatalkan akibatnya: data yang tidak jujur tetap menyesatkan pembeli, dan mesin tanpa pengaman tetap melukai orang. Ketiga, undang-undang keselamatan kerja memberi pekerja **hak menyatakan keberatan** untuk bekerja pada pekerjaan yang syarat keselamatan dan alat pelindung dirinya diragukan (UU Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja, Pasal 12). Menolak perintah semacam itu bukan pembangkangan.

Cara menolak juga bagian dari etika. Menolak bukan berarti marah atau pergi. Sampaikan dengan **santun dan tepat**: sebutkan SOP atau aturan yang akan dilanggar, tawarkan cara yang benar, dan tetap jalankan pekerjaan sesuai SOP. Setelah itu **laporkan** (bagian 4). Gambar 2.26 merangkum cara menimbang sebuah perintah.



Gambar 2.26 Pohon keputusan: perintah yang sesuai SOP dan aman dilaksanakan; yang meragukan ditanyakan; yang jelas melanggar ditolak dengan santun lalu dilaporkan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Tiga jawaban yang **tidak tepat** pada dilema seperti ini: (1) **menurut saja** karena atasan siap bertanggung jawab; (2) **kompromi setengah-setengah**, misalnya mengambil sebagian sampel sesuai SOP dan sebagian dari bagian kaya, sebab kadar rata-rata tetap menyimpang; (3) **mencatat diam-diam di buku pribadi** atau menulis "sampel pilihan" di label, sebab laporan palsu tetap sampai kepada pembeli dan pelanggaran tidak dilaporkan.

4. Melapor lewat jalur yang benar

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

Melapor adalah cara membuat masalah **ditangani oleh orang yang berwenang**. Jalurnya umumnya berjenjang: **atasan langsung**, lalu **pengawas operasional atau penanggung jawab lain** yang ditunjuk (misalnya ahli K3, Kepala Teknik Tambang untuk masalah teknik dan keselamatan tambang), dan bila atasan langsung sendiri yang terlibat, **naik ke tingkat yang lebih tinggi atau melalui saluran pengaduan** yang disediakan perusahaan. Siswa praktik melapor kepada **pembimbing industri**, dan bila perlu kepada pembimbing sekolah.

Laporan yang baik berisi **fakta yang jelas**: apa yang diminta atau terjadi, kapan dan di mana, SOP atau aturan mana yang bersangkutan, apa yang sudah kamu lakukan, dan apa yang kamu minta. Laporan disampaikan secara tertulis atau dicatat, supaya ada jejak. **Hindari** menyebarkannya lewat grup obrolan atau media sosial, karena itu bukan jalur resmi dan bisa membocorkan data. Gambar 2.27 memperlihatkan alur pelaporan.



Gambar 2.27 Alur pelaporan: dokumentasikan, laporkan ke atasan langsung, naik ke pengawas atau saluran pengaduan bila atasan terlibat, dan catat tindak lanjutnya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

5. Menolak pemberian, disiplin, dan kerja sama

Pihak yang berkepentingan dengan hasil kerjamu, misalnya pembeli yang membayar berdasarkan mutu sampel, dapat menawarkan "tanda terima kasih" dalam bentuk uang atau barang. Banyak perusahaan menetapkan kebijakan **melarang pegawai menerima pemberian** dari pihak semacam itu, karena pemberian dapat memengaruhi, atau menimbulkan kecurigaan memengaruhi, hasil kerja. Sikap yang tepat: **menolak dengan sopan dan melaporkannya** kepada atasan supaya perusahaan tahu. Besar kecilnya pemberian tidak mengubah ini, dan menerimanya lalu "menyerahkannya nanti" tetap melanggar karena pemberian sudah diterima.

Disiplin waktu juga etika. Terlambat membuat regu menunggu, sampel yang terlambat dikirim dapat rusak atau kedaluwarsa, dan laporan yang terlambat menunda keputusan. Bila terhambat (misalnya hujan), kabari lebih dulu dan minta jadwal baru. **Kerja sama** berarti berbagi informasi keselamatan, membantu rekan, dan tidak menyalahkan orang lain untuk menutupi kesalahan sendiri.

6. Kerahasiaan data eksplorasi

Data eksplorasi (peta kadar, hasil pemboran, koordinat prospek) adalah **aset perusahaan**. Bila bocor, pesaing dapat memanfaatkannya untuk keuntungan sendiri. Karena itu perusahaan biasanya melarang data dibawa atau disebarkan. Aturan sehari-harinya:

- jangan menyalin data ke flashdisk pribadi, ponsel, atau akun pribadi tanpa izin;
- jangan memotret layar, peta, atau dokumen dan membagikannya ke grup;
- jangan membicarakan angka kadar atau lokasi prospek di tempat umum.

Bagaimana bila sekolah meminta laporan PKL yang berisi contoh data? Jalan yang benar: **minta izin kepada pembimbing industri** (pihak yang berhak, sebab data milik perusahaan, bukan milik siswa atau guru), lalu **menyamarkan** bagian yang rahasia, misalnya mengganti nama lokasi dengan kode, menghapus koordinat, atau memakai contoh yang diizinkan. Penyamaran ini boleh mengaburkan identitas, tetapi **tidak boleh mengubah isi angka sehingga menyesatkan**. Laporan yang hanya berupa teori tanpa contoh tidak memenuhi permintaan sekolah, dan menyalin data diam-diam melanggar aturan perusahaan. Jalan tengahnya adalah izin dan penyamaran.

7. Hormat pada masyarakat sekitar dan komunikasi di lapangan

Kegiatan eksplorasi dan tambang berlangsung di wilayah yang dihuni dan digunakan masyarakat. Etika kerja mencakup **meminta izin** sebelum memasuki lahan, tidak merusak tanaman dan pagar, menjaga kebersihan dan kesopanan, serta menjawab pertanyaan warga dengan sopan atau mengarahkannya kepada petugas hubungan masyarakat. Di dalam tim, komunikasi di lapangan (lisan atau radio) harus **jelas dan diulang**: sebut lokasi, keadaan, dan kebutuhan, lalu minta penerima mengulang pesan penting supaya tidak salah dengar.

Ringkasan bagian ini. Etika kerja = kejujuran, tanggung jawab, disiplin, kerahasiaan. Data dicatat apa adanya dan sampel diambil sesuai SOP; koreksi dengan satu garis dan paraf; data yang tidak diamati dicatat "tidak diamati". Perintah yang melanggar SOP atau keselamatan ditolak dengan santun, pekerjaan tetap dijalankan sesuai SOP, dan pelanggaran dilaporkan lewat

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

jalur yang benar. "Saya yang tanggung jawab" tidak membebaskan pelaksana. Pemberian dari pihak berkepentingan ditolak dan dilaporkan. Data perusahaan dirahasiakan; izin dan penyamaran untuk keperluan lain.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Menghitung akibat memilih-milih sampel

Pada Oktober 2027, tim PT Nikel Lembah Raya (fiktif) mengambil 20 sampel pada pola grid di satu blok. Kadar nikel (persen) di tiap titik: 0,8; 1,1; 0,9; 1,4; 1,0; 1,2; 1,8; 2,2; 1,5; 0,9; 1,0; 2,0; 2,4; 1,3; 0,7; 0,9; 1,1; 1,6; 1,2; 0,8. Seorang mandor meminta laporan memakai hanya lima titik dengan kadar tertinggi. Hitung kadar rata-rata yang benar dan yang dilaporkan, lalu nilai permintaan itu. *Kasus disusun untuk contoh; nama dan angka fiktif.*

1. **Jumlah 20 kadar:** 0,8 + 1,1 + 0,9 + 1,4 + 1,0 + 1,2 + 1,8 + 2,2 + 1,5 + 0,9 + 1,0 + 2,0 + 2,4 + 1,3 + 0,7 + 0,9 + 1,1 + 1,6 + 1,2 + 0,8 = 25,8.
2. **Rata-rata benar:** 25,8 ÷ 20 = **1,29 %** (Gambar 2.24).
3. **Lima titik tertinggi:** 2,4; 2,2; 2,0; 1,8; 1,6. Jumlahnya 10,0 dan rata-ratanya 10,0 ÷ 5 = **2,00 %**.
4. **Selisih:** 2,00 − 1,29 = 0,71 poin persen. Dibanding keadaan sebenarnya: 0,71 ÷ 1,29 ≈ 0,55, atau laporan **55 % lebih tinggi**.
5. **Penilaian:** laporan 2,00 % tidak mewakili blok. Sampel yang dipilih bukan dari seluruh titik grid (melanggar SOP), pembeli akan membayar atas kadar yang tidak ada, dan keputusan penambangan menjadi keliru.

Jawaban: kadar benar 1,29 %, laporan hasil memilih-milih 2,00 % (55 % terlalu tinggi); permintaan mandor ditolak dan dilaporkan. Periksa: 20 × 1,29 = 25,8 dan 5 × 2,00 = 10,0, cocok dengan jumlah.

Contoh 2 — Menilai lima tindakan siswa PKL

Pada November 2027, lima siswa PKL di sebuah perusahaan eksplorasi (fiktif) melakukan tindakan berikut. Nilai tiap tindakan, benar atau salah, dan beri alasannya. *Kasus disusun untuk contoh; nama dan tempat fiktif.*

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

No.	Tindakan	Penilaian	Alasan
1	Memotret layar peta sebaran kadar dan mengirimnya ke grup teman	Salah	data eksplorasi rahasia dan milik perusahaan
2	Mencatat tiga titik singkapan "tidak diamati (hujan)" dan meminta jadwal ulang	Benar	data jujur dan kendala dilaporkan
3	Menghapus angka yang salah dengan cairan koreksi lalu menulis angka baru	Salah	jejak hilang; koreksi harus satu garis, paraf, dan alasan
4	Menolak dengan sopan uang dari sopir pembeli yang minta sampelnya didahulukan, lalu melapor ke atasan	Benar	menolak pemberian dan melapor menjaga kejujuran
5	Memperbaiki urutan dua kantong sampel yang tertukar tanpa memberi tahu siapa pun	Salah	koreksi diam-diam tidak tercatat; harus segera melapor

Jawaban: nomor 2 dan 4 benar; nomor 1, 3, dan 5 salah. Pola umumnya: tindakan benar **jujur dan terlapor**; tindakan salah **menyembunyikan, memalsukan, atau membocorkan**.

Contoh 3 — Menyusun laporan penolakan perintah yang melanggar SOP

Pada Desember 2027, pengawas lapangan menyuruh Rini, sampler di PT Bijih Ragam (fiktif), membuka penutup pengaman sabuk berjalan di unit preparasi supaya sampel lebih cepat dibersihkan, sementara sabuk masih berputar. SOP menyatakan pembersihan hanya boleh dilakukan setelah mesin mati dan dikunci. Susun sikap dan laporan Rini. *Kasus disusun untuk contoh; nama dan tempat fiktif.*

1. **Nilai perintah:** melanggar SOP dan membahayakan keselamatan, jadi tidak sah.
2. **Tolak dengan santun saat itu juga:** "Maaf Pak, SOP mengharuskan sabuk dimatikan dan dikunci dulu. Saya akan bersihkan setelah mesin berhenti."
3. **Tawarkan cara yang benar dan lanjutkan pekerjaan lain** yang sesuai SOP sambil menunggu mesin dimatikan.
4. **Catat fakta:** tanggal, jam, lokasi, siapa meminta, SOP yang bersangkutan, apa yang kamu lakukan.
5. **Laporkan** kepada atasan pengawas atau ahli K3, sesuai jalur Gambar 2.27, secara tertulis: "Pada hari ini pukul 10.15 di unit preparasi, saya diminta membuka pengaman sabuk yang masih berputar. Saya menolak karena bertentangan dengan SOP pembersihan. Saya mohon arahan dan pemeriksaan agar kejadian tidak terulang."
6. **Jangan** menyebarkannya di media sosial dan jangan mengabaikan masalahnya.

Jawaban: tolak santun, tetap bekerja sesuai SOP, lapor tertulis lewat jalur resmi. Periksa laporan: berisi apa, kapan, di mana, aturan, tindakan, dan permintaan.

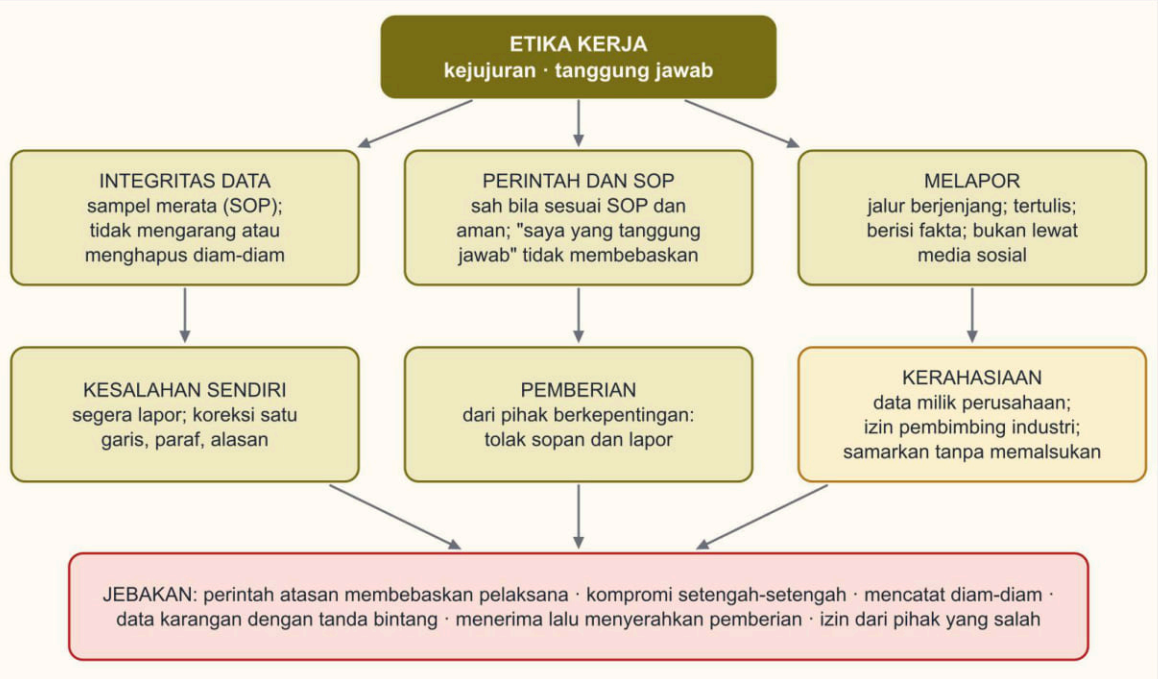
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Empat nilai:** kejujuran, tanggung jawab, disiplin, kerahasiaan.
- **Integritas data:** sampel diambil merata menurut SOP; data tidak dikarang atau dihapus diam-diam; koreksi satu garis + paraf + alasan; "tidak diamati" dicatat apa adanya; kesalahan sendiri segera dilapor.
- **Perintah:** sah bila sesuai SOP dan aman; "saya yang tanggung jawab" tidak membebaskan pelaksana; pekerja berhak menyatakan keberatan atas pekerjaan yang keselamatannya diragukan.
- **Menolak:** santun, sebut SOP, tetap bekerja sesuai SOP, lalu lapor.
- **Melapor:** atasan langsung, naik bila terlibat, tertulis dan berisi fakta; bukan lewat media sosial.
- **Pemberian dari pihak berkepentingan:** tolak dengan sopan dan lapor.
- **Kerahasiaan:** data perusahaan; izin pembimbing industri; samarkan tanpa memalsukan.

Gambar 2.28 merangkum hubungan antarbagian.



Gambar 2.28 Peta konsep etika kerja: nilai dasar, integritas data, perintah dan SOP, pelaporan, kerahasiaan, dan jebakan. 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 etika:

1. **Tentukan inti dilemanya**: ada data yang tidak jujur? perintah yang melanggar SOP? pemberian? kerahasiaan? kesalahan sendiri?
2. **Cari opsi yang menjaga empat hal sekaligus**: data tetap jujur, SOP dipatuhi, masalah dilaporkan, pekerjaan tetap berjalan.
3. **Coret opsi yang diam-diam**: mencatat sendiri, memperbaiki sendiri, atau mengirim ulang tanpa kabar.
4. **Coret opsi setengah-setengah dan "hanya sekali"**.
5. **Bila ada dua opsi jujur**, pilih yang **juga melapor** dan yang **sopan**.

Jebakan khas:

- **"Perintah atasan, saya yang tanggung jawab"** dianggap membebaskan pelaksana.
- **Kompromi setengah-setengah** (separuh sesuai SOP, separuh curang).
- **Mencatat diam-diam** tanpa melapor, atau menulis "sampel pilihan" di label.
- **Menolak pemberian tetapi tidak melapor**, atau menerimanya lalu menyerahkan ke atasan.
- **Data karangan dengan tanda bintang** tanpa penjelasan.
- **Mengunggah atau menyalin data perusahaan** karena merasa itu "hasil kerjaku sendiri".
- **Meminta izin kepada pihak yang salah**, misalnya guru sekolah untuk data milik perusahaan.

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menyajikan seorang sampler yang diminta mandornya mengambil sampel hanya dari bagian yang tampak kaya, sambil berkata bahwa mandor yang bertanggung jawab. Pakailah lima langkah pada bagian Strategi, dan nilai satu per satu: apakah pilihan itu menjaga data tetap jujur, mengikuti SOP, dan melapor.

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

►. Andi bekerja sebagai sampler di tambang bauksit PT Bumi Kalbar (2027). SOP perusahaan mewajibkan sampel diambil merata pada titik-titik pola grid. Menjelang kedatangan pembeli, mandor meminta Andi mengambil sampel hanya dari bagian yang tampak paling kaya bijih agar kadar rata-rata dalam laporan terlihat tinggi. Mandor berkata, "Ini perintah, nanti saya yang tanggung jawab."
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan Andi yang paling tepat adalah ....

A. Mengikuti perintah mandor karena mandor menyatakan siap bertanggung jawab
B. Mengambil sampel sesuai SOP grid dan melaporkan permintaan itu ke atasan
C. Mengambil sampel separuh dari bagian kaya dan separuh sesuai pola grid
D. Mengikuti mandor, tetapi mencatat kejadian itu diam-diam di buku pribadi
E. Mengikuti mandor, lalu menulis "sampel pilihan" pada label kantongnya

Pembahasan **Kunci: B**

Konsep: Etika kerja menuntut kejujuran data. Sampel yang dipilih-pilih (bias) membuat laporan kadar menyesatkan dan merugikan pembeli serta perusahaan. Perintah yang melanggar SOP ditolak secara santun dan dilaporkan melalui jalur yang benar.

Langkah:
1. Permintaan mandor membuat data kadar tidak jujur dan melanggar SOP.
2. Pekerjaan tetap dijalankan sesuai SOP, dan pelanggaran dilaporkan ke atasan mandor.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Pertanggungjawaban mandor tidak membuat data yang dimanipulasi menjadi jujur.
• **B.** ✓ Data tetap jujur sesuai SOP, pekerjaan berjalan, dan masalahnya ditangani atasan.
• **C.** ✗ Jebakan: kompromi setengah-setengah tetap membuat kadar rata-rata menyimpang dari keadaan sebenarnya.
• **D.** ✗ Jebakan: catatan pribadi tidak mencegah laporan palsu sampai ke pembeli.
• **E.** ✗ Jebakan: catatan di label tidak mengubah laporan kadar yang tetap menyesatkan pembeli, dan pelanggaran SOP tidak dilaporkan.

Jawaban: B.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk setiap soal, tulis dulu inti dilemanya, lalu periksa apakah pilihanmu jujur, sesuai aturan, dan terlapor.

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

1. Bima, siswa PKL di PT Tembaga Timur (2027), ikut menyusun peta sebaran kadar tembaga dan data hasil pemboran. Perusahaan melarang data eksplorasi disebarkan ke luar karena dapat dimanfaatkan pesaing. Di sisi lain, sekolah meminta laporan PKL dilengkapi contoh data dan peta hasil kerja siswa. Bima ingin laporannya lengkap tanpa melanggar aturan. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Tindakan Bima yang paling tepat adalah ....

A. Meminta izin pembimbing dan menyamarkan data rahasia di laporannya
B. Mengunggah foto peta kadar karena peta itu hasil kerjanya sendiri
C. Menyalin semua data ke flashdisk pribadi agar laporan sekolah lengkap
D. Menulis laporan hanya dari teori buku tanpa contoh data apa pun
E. Meminta izin guru sekolah saja, lalu memakai data asli di laporannya

Kunci singkat: 1. A

✔ PERIKSA DIRI

- Seorang teman menukar urutan dua kantong sampel yang tertukar tanpa memberi tahu siapa pun, dan berkata "yang penting hasilnya benar". Apa yang salah dan apa yang seharusnya ia lakukan?
- Mengapa "saya yang tanggung jawab" dari atasan tidak membuat pelaksana bebas dari akibat bila ia mengikuti perintah yang melanggar SOP?
- **Yang harus kuingat:** data jujur, SOP dipatuhi, lapor lewat jalur yang benar; tolak dengan santun; pemberian ditolak dan dilaporkan; data perusahaan dirahasiakan, dan izin datang dari pemiliknya.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 2.5: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktgp&node=SMKTGP-2.5

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

Kuis Akhir Bab 2

SMKTGP-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-smktgp&node=SMKTGP-KB2

1. Tim K3 PT Pasir Gemilang, Bangka (2027), menilai risiko lima pekerjaan di tambang pasir kuarsa. Skor risiko = kemungkinan × akibat; keduanya dinilai 1 sampai 3 (3 = paling tinggi). Pekerjaan dengan skor risiko tertinggi ditangani lebih dulu.

Pekerjaan	Kemungkinan	Akibat
Menyeberang jalan angkut tanpa rambu	3	2
Bekerja di bawah dinding galian yang gembur	1	3
Mengangkat karung sampel sambil membungkuk	3	1
Menyetel panel listrik yang lembap	2	2
Berjalan di lantai gudang yang licin	2	1

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

Pekerjaan yang ditangani lebih dulu adalah ....

A. Bekerja di bawah dinding galian gembur, karena akibatnya paling berat
B. Mengangkat karung sampel membungkuk, karena paling sering terjadi
C. Menyetel panel listrik yang lembap, karena skornya cukup tinggi
D. Menyeberang jalan angkut tanpa rambu, karena skornya tertinggi
E. Berjalan di lantai gudang yang licin, karena paling mudah diperbaiki

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

2. Di pabrik batu split PT Karang Mas, Cirebon (2027), pekerja yang berdiri di tepi jenjang untuk membaca patok ukur sering hampir terpeleset, dan debu halus dari ayakan terhirup oleh operator. Tim K3 menyusun lima usulan dan mengelompokkannya menurut hierarki pengendalian bahaya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pengelompokan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Survei dengan drone sehingga tidak ada pekerja yang perlu berdiri di tepi jenjang termasuk eliminasi.
☐ B. Memasang rambu "Awas debu" dan mengatur giliran rotasi operator ayakan termasuk rekayasa teknik.
☐ C. Memasang penutup pada ayakan yang dilengkapi alat penghisap debu dari sumbernya termasuk rekayasa teknik.
☐ D. Membagikan respirator kepada operator ayakan termasuk eliminasi karena debu tak terhirup lagi.
☐ E. Mewajibkan izin kerja dan pelatihan bagi pekerja di sekitar ayakan termasuk pengendalian administratif.

3. Risiko menuang solar dari drum ke tangki genset di PT Dasar Tambang, Muara Enim (2027), bernilai 9 (kemungkinan 3 × akibat 3). Perusahaan hanya menerima risiko paling tinggi 4. Usulan 1: pompa tangan bernozel berhenti otomatis, kemungkinan menjadi 1. Usulan 2: rambu dilarang merokok di tempat pengisian, kemungkinan menjadi 2. Usulan 3: baki penampung tumpahan dan pasir, akibat menjadi 2. Nilai yang tidak disebut tetap 3. Usulan boleh digabung, dan perubahan keduanya 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. Usulan 1 saja menurunkan risiko menjadi 3 sehingga sudah memenuhi batas diterima.
☐ B. Usulan 2 saja menurunkan risiko menjadi 4 sehingga sudah memenuhi batas diterima.
☐ C. Usulan 3 saja menurunkan risiko menjadi 3 sehingga sudah memenuhi batas diterima.
☐ D. Gabungan usulan 2 dan 3 menghasilkan risiko 4 sehingga memenuhi batas diterima.
☐ E. Usulan 1 adalah rekayasa teknik, sedangkan usulan 2 adalah pengendalian administratif.

4. Bengkel PT Tambang Sakti, Muara Enim (2027), mencuci suku cadang pompa dengan bensin di ember terbuka. Uapnya mudah menyala dan tercium sampai ruang sebelah. Pekerjaan mencuci suku cadang tidak dapat ditiadakan. Tersedia cairan pembersih berbahan air yang tidak mudah menyala dan, menurut uji bengkel, membersihkan setara

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

dengan bensin.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pengendalian yang paling tinggi menurut hierarki dan dapat dilakukan adalah ....

A. Memasang kipas penghisap uap di dinding tempat mencuci suku cadang
B. Mengatur giliran mencuci agar tiap pekerja terpapar uap lebih singkat
C. Memasang rambu dilarang merokok dan menyalakan api di ruang bengkel
D. Membagikan respirator uap organik dan sarung tangan kepada pekerja
E. Mengganti bensin dengan cairan pembersih berbahan air yang aman

5. Di laboratorium preparasi PT Lintang Mineral, Medan (2027), seorang teknisi memindahkan 40 kantong sampel seberat 15 kg dari lantai ke meja setinggi dada setiap jam, dengan badan membungkuk dan memutar. Setelah dua minggu ia mengeluh nyeri pinggang. Pengawas ingin menggolongkan bahaya yang menyebabkan keluhan itu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Golongan bahaya yang paling tepat adalah ....

A. Bahaya fisik, karena sumbernya benda berat yang harus diangkat
B. Bahaya kimia, karena debu sampel terhirup ketika kantong diangkat
C. Bahaya ergonomis, karena posisi tubuh dan beban kerja berulang
D. Bahaya biologis, karena kantong sampel dapat membawa mikroba
E. Bukan bahaya, karena nyeri pinggang hanyalah kelelahan biasa

6. Di bengkel PT Bumi Raya, Palembang (2027), seorang teknisi tersengat listrik ketika menyentuh bodi pompa yang kabelnya terkelupas dan basah. Ia masih menempel pada pompa dan tidak bergerak. Sakelar utama pompa berada di dinding, 3 m dari korban, dan dapat dijangkau dengan aman. Rekan korban membawa radio darurat.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan pertama yang paling tepat adalah ....

A. Menarik tangan korban dari pompa dengan memakai tangan kosong
B. Mematikan sakelar utama pompa, lalu memanggil bantuan lewat radio
C. Menyiram korban dengan air agar arus listriknya cepat berkurang
D. Memanggil bantuan lewat radio lebih dulu sebelum mendekati korban
E. Mendorong korban dengan gagang kayu kering sebelum mematikan sakelar

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

7. Pukul 09.20 (2027), gempa kuat mengguncang ruang praktik geologi SMK Tambang Nusa di lantai satu. Lampu bergoyang, rak sampel batuan bergetar, dan kaca jendela berderak. Guru meminta siswa bertindak sesuai prosedur selama guncangan berlangsung. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Tindakan yang tepat selama guncangan adalah ....

A. Berlindung di bawah meja kokoh sambil melindungi kepala
B. Berlari ke tangga dan keluar gedung sebelum rak jatuh
C. Berdiri di dekat jendela agar mudah melompat ke luar
D. Berlindung di samping rak sampel yang menempel pada dinding
E. Menunggu di tengah ruangan sambil memegang sampel batuan

8. Pada Maret 2027, empat pekerja PT Kerta Bumi, Banyuwangi, bekerja serentak di quarry. Tabel menunjukkan tugas dan APD yang dipakai tiap pekerja.

Pekerja	Tugas	APD yang dipakai
Bayu	Memasang patok di tepi jenjang setinggi 8 m dekat jalan angkut ramai	Helm, sepatu safety, rompi reflektif, full body harness yang dikaitkan ke titik tambat kokoh
Cinta	Memecah batu contoh dengan palu; serpihan sering terlontar dan debu halus	Helm, kacamata hitam, sarung tangan, respirator partikulat
Dewa	Mengoperasikan ayakan di ruang berbising 98 dB dan berdebu	Helm, kacamata safety, respirator partikulat, sepatu safety
Eni	Mengambil contoh air kolam pengendap dari tepi licin; kolam dalam 3 m	Helm, bot karet, sarung tangan karet, kacamata safety

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pekerja yang APD-nya sudah sesuai dengan bahaya tugasnya adalah ....

A. Bayu, karena ketinggian, lalu lintas, dan benda jatuh sudah tertutup
B. Cinta, karena tangan dan pernapasannya sudah terlindung dengan baik
C. Dewa, karena debu dan serpihan sudah tertahan kacamata dan respirator
D. Eni, karena tangan dan kakinya sudah terlindung dari air kolam itu
E. Tidak ada, karena semua pekerja masih kekurangan satu APD penting

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

9. Alarm kebakaran berbunyi di kantor lapangan PT Karya Lintang, Morowali (2027). Empat belas orang di gedung keluar dan berkumpul di titik kumpul. Ketua regu evakuasi memeriksa daftar hadir dan mendapati 13 orang; Agus belum terlihat. Seorang rekan mengatakan Agus tadi ke toilet di ujung koridor. Asap mulai keluar dari pintu depan, dan petugas pemadam belum tiba.
(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. Rekan terdekat segera masuk ke gedung untuk mencari Agus karena setiap detik sangat berharga bagi korban.

☐ B. Ketua regu melapor kepada koordinator darurat bahwa satu orang belum ditemukan dan tempat terakhirnya.

☐ C. Ketua regu menandai Agus hadir di daftar karena kemungkinan besar ia sudah di luar, supaya jumlahnya lengkap.

☐ D. Seluruh orang tetap di titik kumpul dan tidak kembali ke gedung sampai dinyatakan aman oleh pemimpin darurat.

☐ E. Petugas pemadam yang tiba diberi tahu nama orang yang belum ditemukan dan letak toilet di ujung koridor.

10. Wahyu, teknisi sampling di quarry PT Gunung Pasir, Tasikmalaya (2027), tertimpa pecahan batu kecil dari jenjang atas. Ia tidak terluka, tetapi helmnya retak rambut sepanjang 4 cm di bagian atas, dan helm itu masih menutup kepalanya dengan baik. Shift berikutnya dimulai satu jam lagi.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang paling tepat adalah ....

A. Menutup retakan dengan lakban kuat lalu tetap memakai helm itu

B. Mengencangkan tali dagu supaya helm yang retak itu lebih kuat

C. Mengganti dengan helm baru dan menyerahkan yang retak ke petugas

D. Memakai topi kain yang tebal sebagai lapisan di bawah helm retak

E. Memakai helm itu dahulu sampai akhir bulan baru menggantinya

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

11. Sebelum shift pagi di PT Mineral Wanua, Gorontalo (2027), siswa PKL Laras memeriksa APD timnya. Respirator Pak Darmo menutup hidung dan mulut, tetapi bagian pipinya tidak rapat karena janggut lebat. Tali harness Bu Sinta sobek di satu sisi. Sarung tangan Dito robek di ujung jari. Bantalan earmuff Eko retak sehingga tidak menutup rapat. Kacamata safety Rina bergores halus di tepi lensa, sedangkan pandangannya tidak terganggu. *(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. Respirator Pak Darmo tetap dipakai karena menutup hidung dan mulut.
☐ B. Harness Bu Sinta diganti sebelum dipakai bekerja di tepi jenjang.
☐ C. Sarung tangan Dito diganti karena robek tidak lagi melindungi jari.
☐ D. Kacamata Rina wajib dibuang karena bergores walau sedikit pun.
☐ E. Bantalan earmuff Eko diganti karena retak dan tidak menutup rapat.

12. Petugas K3 PT Kapur Sentosa, Tuban (2027), mengukur bising di empat pos. Batas bising yang aman di telinga selama satu shift adalah 85 dB. Menurut label, sumbat telinga busa menurunkan bising 20 dB dan earmuff menurunkan 27 dB; bising di telinga = bising di pos − penurunan label. Pelindung yang dipilih adalah yang paling sederhana dan masih memenuhi batas.

Pos kerja	Bising di pos (dB)
Ruang preparasi sampel	88
Gudang genset	98
Ruang crusher	108
Pos pemuatan	80

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

A. Ruang preparasi: tanpa pelindung, karena hanya 3 dB di atas batas
B. Gudang genset: earmuff, karena 98 dB terlalu tinggi untuk sumbat
C. Ruang crusher: sumbat busa, karena lebih ringan dan nyaman dipakai
D. Pos pemuatan: sumbat busa, karena 80 dB tetap perlu diturunkan
E. Ruang crusher: earmuff, karena sumbat hanya menurunkan ke 88 dB

13. Api muncul pada tangki solar PT Cahaya Bumi di Kutai Kartanegara (2027), dan Anda berada di ruang kontrol seperti pada denah. Aturan darurat: (1) jalur evakuasi dan titik kumpul harus berjarak paling sedikit 100 m dari tangki; (2) titik kumpul harus berada di sisi tempat angin datang, bukan di sisi yang dituju angin. Garis kisi pada denah berjarak 50 m.

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 ....

Denah area tangki solar PT Cahaya Bumi (2027)



A. Lewat Jalan Utara menuju T3, karena jalannya paling pendek
B. Lewat Jalan Barat-Dekat menuju T2, karena lurus tanpa memutar
C. Lewat Jalan Selatan menuju T2, karena memenuhi kedua aturan
D. Lewat Jalan Barat-Dekat menuju T1, karena berada di sisi barat
E. Tetap di ruang kontrol dengan pintu tertutup sampai api padam

14. Gudang alat jurusan Geologi Pertambangan SMK Nusa Karya (2027) menyimpan 12 kompas, tiga di antaranya rusak tetapi dapat diperbaiki, dan setumpuk peta lama yang sudah diganti revisi terbaru. Semuanya bercampur dengan alat yang dipakai setiap hari di satu rak, sehingga siswa sering salah ambil dan lama mencari.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Langkah Ringkas yang paling tepat adalah ....

A. Membuang tiga kompas rusak dan peta lama agar rak menjadi lebih lega
B. Menyusun semua kompas dan peta menurut ukuran pada rak yang sama
C. Memisahkan kompas rusak untuk diperbaiki dan peta lama dari alat pakai
D. Membeli rak baru supaya kompas rusak dan peta lama punya tempat sendiri
E. Membersihkan seluruh alat dan peta lalu mengembalikannya ke rak semula

15. Malam hari di jalan angkut PT Tirta Bumi, Kutai Timur (2027), sebuah dump truck menabrak tiang listrik penerangan. Kabel bertegangan putus dan menempel pada bodi truk; sempat terlihat percikan tetapi tidak ada api. Sopir sadar dan masih berada di dalam kabin. Edi, pengawas yang tiba lebih dulu, membawa radio dan berhenti beberapa meter dari truk.

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 Edi yang paling tepat adalah ....

A. Membuka pintu kabin lalu menarik sopir turun ke tanah agar segera selamat
B. Menyuruh sopir tetap di kabin, menjauhkan orang, dan meminta listrik dimatikan
C. Memindahkan kabel dari bodi truk memakai ranting kayu yang masih kering
D. Menyiram percikan pada kabel itu dengan air dari jeriken yang terdekat
E. Menunggu di samping truk sambil terus memantau keadaan sopir dari dekat

16. Ruang pemotong inti PT Batu Selatan, Tuban (2027), berantakan: potongan inti berlabel bercampur serpihan limbah, lumpur pemotong menggenang di lantai, dan alat tidak punya tempat tetap. Kepala ruangan meminta siswa PKL menerapkan 5R (Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin) dan menilai tindakan yang diusulkan.
(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
Menempel daftar periksa pembersihan harian dan jadwal piket di dinding ruang termasuk langkah Resik.	○	○
Memilah potongan inti berlabel dari serpihan limbah sebelum membersihkan lantai termasuk langkah Ringkas.	○	○
Petugas yang menjalankan daftar periksa tiap hari tanpa menunggu perintah menunjukkan penerapan Rajin.	○	○

17. Mekanik bengkel PT Tambang Selatan, Banjarmasin (2027), akan memotong baut berkarat dengan gerinda tangan di bengkel yang terbuka. Percikan api, serpihan logam, bunyi nyaring, dan tepi logam yang panas menyertai pekerjaan itu. Pengawas menilai rencana pengamanan dari mekanik dan siswa PKL.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Rencana yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Guard gerinda boleh dilepas karena pekerja sudah memakai pelindung wajah penuh.
☐ B. Pelindung wajah penuh dipakai di atas kacamata safety karena percikan mengarah ke wajah.
☐ C. Kaus sintetis tipis dipakai karena sejuk dan cepat kering saat bekerja di bengkel terbuka.
☐ D. Sarung tangan kulit dipakai untuk melindungi tangan dari percikan dan tepi logam panas.
☐ E. Sumbat telinga dipakai karena bunyi gerinda yang sangat nyaring berlangsung cukup lama.

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

18. Laboratorium PT Nikel Banua, Konawe Utara (2027), menganalisis kadar nikel tiap sampel dua kali. SOP: selisih kedua hasil paling besar 0,10 % Ni; bila lebih, analis wajib mengulang analisis dan melaporkan seluruh hasilnya, tidak boleh memilih salah satu.

Sampel	Hasil 1 (% Ni)	Hasil 2 (% Ni)
KT-01	1,52	1,58
KT-02	1,47	1,62
KT-03	1,35	1,29
KT-04	1,71	1,81

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

A. KT-02: memakai Hasil 1 karena lebih dekat dengan hasil sampel lain
B. KT-02: merata-ratakan kedua hasil menjadi 1,545 % lalu melaporkannya
C. KT-04: mengulang analisis karena selisihnya sudah mendekati batas
D. KT-04: mengulang analisis karena selisihnya tepat sama dengan batas
E. KT-02: mengulang analisis lalu melaporkan semua hasil yang diperoleh

19. Di unit crusher PT Mitra Andesit, Purwakarta (2027), conveyor sering macet karena batu tersangkut. Pengawas shift menyuruh operator pembantu, Yoga, melepas penutup pengaman rol penggerak dan sakelar tarik darurat agar sumbatan lebih cepat dibersihkan dan target tonase tercapai. Pengawas berkata, "Saya yang bertanggung jawab."
(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
Yoga boleh menolak karena melepas pengaman dan sakelar darurat melanggar SOP keselamatan, walaupun pengawas menyatakan bertanggung jawab.	○	○
Penolakan Yoga cukup dilakukan dengan pergi dari lokasi tanpa menyampaikan alasan atau melapor.	○	○
Sumbatan dibersihkan sesuai SOP dengan mematikan dan mengunci sumber daya conveyor lebih dulu, baru dibersihkan.	○	○

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

20. Pada pergantian shift di tambang pasir PT Karang Emas, Lumajang (2027), operator shift malam, Dito, menyadari rem tangan loader yang ia pakai kurang kuat menahan di tanjakan, tetapi unit masih berjalan normal. Operator shift pagi, Mira, akan segera menerima unit itu. Buku serah terima unit tersedia di kabin.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan Dito yang paling tepat adalah ....

A. Tidak mencatat apa pun karena unit loader masih berjalan normal
B. Memberi tahu Mira secara lisan saja karena mencatat memakan waktu
C. Memperbaiki rem tangan diam-diam agar tidak perlu ada laporan
D. Mencatat kondisi rem di buku serah terima dan memberi tahu Mira
E. Meminta Mira mencoba unit sendiri untuk menilai kondisi remnya

21. Di lokasi pengeboran inti PT Dwipa Bor, Pontianak (2027), batang bor berserakan di tanah berlumpur, oli menetes dari selang, dan kantong sampel basah bercampur dengan peralatan. Kepala regu meminta penerapan 5R di lokasi kerja.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Membuat rak penumpu dan menandai tempat tetap batang bor menurut nomor dan panjangnya termasuk langkah Rapi.	○	○
Menunggu lantai kerja sangat kotor lalu membersihkannya sekaligus pada akhir proyek termasuk penerapan Rajin.	○	○
Mengelap tetesan oli sambil memeriksa sambungan selang untuk mencari sumber kebocorannya termasuk langkah Resik.	○	○

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

22. Siswa PKL Raka di tambang batubara PT Mutiara Barito, Banjar (2027), diminta pengawas lapangan, Pak Heru, mengubah kedalaman pada label tiga kantong sampel agar sesuai target pemboran, padahal kantong itu berasal dari kedalaman lain. Pak Heru menyebutnya "penyesuaian kecil". Perusahaan menyediakan jalur pelaporan: pembimbing PKL di perusahaan, atasan Pak Heru, dan surel pengaduan tertutup.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Sikap dan langkah Raka yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Membicarakan kejadian itu hanya dengan teman sesama PKL agar tidak menjadi masalah.
☐ B. Menolak mengubah label dan menyampaikan alasannya dengan sopan kepada Pak Heru.
☐ C. Melaporkan kejadian kepada pembimbing PKL atau atasan Pak Heru, bukan hanya Pak Heru.
☐ D. Mengubah label diam-diam dahulu lalu melapor setelah target pemboran tercapai.
☐ E. Mencatat waktu, kantong yang dimaksud, dan isi perintah sebagai bahan laporan.

23. Gudang inti PT Tambang Cakrawala, Konawe (2027), dirapikan dengan 5R pada Januari. Pada Maret, kotak inti kembali bertumpuk, label baru ditulis dengan spidol biasa yang luntur, dan daftar periksa mingguan kosong sejak Februari. Kepala gudang ingin keadaan rapi itu bertahan.
(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. Mengadakan kerja bakti besar tiap enam bulan sebagai pengganti pemeriksaan rutin mingguan.
☐ B. Menetapkan petugas piket bergilir yang tercantum pada jadwal dan diperiksa kepala gudang tiap pekan.
☐ C. Menghentikan 5R karena sudah dijalankan sekali dan hasilnya terbukti tidak bertahan lama.
☐ D. Mengganti spidol dengan label cetak tahan air dan menjadikannya standar penulisan semua label.
☐ E. Menempel foto gudang yang sudah rapi sebagai acuan lalu menilai kondisi sebenarnya tiap bulan.

24. Ketua jurusan Geologi Pertambangan SMK Nusa Karya (2027) meninjau papan alat pada pukul 13.00 (gambar). Daftar peminjaman hari ini: kompas dipinjam Kelompok 2 pukul 08.00, belum kembali; pita ukur dipinjam Kelompok 4 pukul 09.15, belum kembali. Daftar tidak memuat catatan lain. Praktik lapangan Kelompok 2 dan Kelompok 4 berlangsung sampai pukul 15.00.

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

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

Papan alat jurusan Geologi Pertambangan SMK Nusa Karya (pukul 13.00)



Garis putus-putus menunjukkan bayangan alat pada slot yang kosong.

A. Menegur Kelompok 2 dan Kelompok 4 karena kompas dan pita ukur belum kembali
B. Menelusuri botol HCl dulu karena tak tercatat dipinjam, lalu memperketat daftar
C. Membeli kompas, pita ukur, dan botol HCl baru agar papan kembali terisi penuh semua
D. Mencatat tiga slot kosong sebagai alat hilang agar daftar aset diperbarui
E. Memindahkan alat lain ke slot yang kosong agar papan tampak rapi dan terisi

25. Siswa PKL Sari di base camp PT Gunung Sirih, Pasaman (2027), didatangi dua warga desa yang bertanya apakah tambang akan memperluas bukaan ke kebun mereka dan kapan debu jalan angkut dikurangi. Sari belum diberi wewenang berbicara atas nama perusahaan. Bagian hubungan masyarakat perusahaan berkantor di dekat balai desa.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Sikap Sari yang paling tepat adalah ....

A. Mendengar keluhan dengan sopan lalu mengarahkan warga ke humas
B. Menjawab sesuai dugaannya sendiri agar warga tidak merasa diabaikan
C. Menyatakan bahwa tambang pasti tidak akan memperluas bukaan ke kebun
D. Meminta warga pulang tanpa memberi tahu siapa yang dapat dihubungi
E. Merekam pembicaraan diam-diam untuk dilaporkan kepada pembimbing

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

Tabel skor dan anjuran

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 2.1 · Bahaya fisik, kimia, biologis, dan ergonomis di tempat kerja	1, 2, 3, 4, 5	___ / 5	Ulangi hlm. 66
Sub bab 2.2 · Prosedur darurat kebakaran, gempa, dan kecelakaan	6, 7, 9, 13, 15	___ / 5	Ulangi hlm. 79
Sub bab 2.3 · Penggunaan alat pelindung diri dasar	8, 10, 11, 12, 17	___ / 5	Ulangi hlm. 95
Sub bab 2.4 · Penerapan budaya kerja 5R di laboratorium, gudang alat, dan lapangan	14, 16, 21, 23, 24	___ / 5	Ulangi hlm. 110
Sub bab 2.5 · Etika kerja di lingkungan kerja	18, 19, 20, 22, 25	___ / 5	Ulangi hlm. 123

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

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

Bab 3 · Gambar Teknik

SMKTGP-B3

Setelah mempelajari bab ini, kamu dapat:

- membaca dan menyusun proyeksi ortogonal tampak depan, atas, dan samping
- menggambar dan menghitung ukuran pada proyeksi piktorial isometri dan dimetri
- memakai skala peta numerik dan grafis untuk mengubah jarak peta menjadi jarak sebenarnya
- menentukan arah dan azimut pada peta serta bernavigasi dengan kompas
- membaca garis kontur dan menghitung kemiringan lereng

Peta bab

Sub bab	Judul
3.1	Proyeksi ortogonal tampak depan, atas, dan samping
3.2	Proyeksi piktorial isometri dan dimetri
3.3	Skala peta numerik dan grafis
3.4	Orientasi arah utara pada peta
3.5	Garis kontur, interval kontur, dan kemiringan lereng

Bab 3 di LMS

Buka seluruh latihan bab ini di LMS.

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

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

Sub bab 3.1 · Proyeksi ortogonal tampak depan, atas, dan samping

SMKTGP-3.1

◎ APA YANG DIUJI

Subtopik Peta Topik NLS TKA-SMKTGP-03-01 menguji kemampuan **membaca dan menyusun gambar proyeksi ortogonal**, yaitu gambar teknik yang memperlihatkan sebuah benda dari tiga arah: depan, atas, dan samping. Soalnya tidak meminta kamu menghafal istilah. Soal menyajikan gambar kerja (atau menguraikannya dengan kata-kata) dari sebuah benda sederhana di bengkel sekolah atau bengkel tambang, misalnya dudukan sampel, balok berundak, pipa, atau contoh inti bor, lalu kamu diminta **menentukan bentuk benda**, **menentukan tampak yang benar**, **membaca ukuran**, atau **menilai pernyataan** tentang letak dan kedalaman lubang.

Soalnya tergolong sulit karena kamu harus **membayangkan benda tiga dimensi dari tiga gambar datar** dan menghubungkan garis di satu gambar dengan garis di gambar lain. Jebakannya hampir selalu soal garis: lubang yang tidak tembus dibaca tembus, tampak atas tertukar dengan tampak depan, atau ukuran diambil dari gambar yang tidak memperlihatkannya.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan arti proyeksi ortogonal dan arah pandang tegak lurus;
- menyebut ukuran apa yang terbaca di tampak depan, atas, dan samping;
- membedakan susunan sudut pertama (Eropa) dan sudut ketiga (Amerika) beserta simbolnya;
- membedakan garis tebal (tepi terlihat), garis putus-putus (tepi tersembunyi), dan garis sumbu;
- membaca lubang tembus, lubang tidak tembus, lubang tegak, dan lubang mendatar dari tampaknya;
- menyusun bentuk benda dari tiga tampak dengan memeriksa silang tiap garis.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Seorang juru bengkel menerima pesanan: membuat dudukan dari balok logam untuk menahan alat ukur di laboratorium. Ia tidak bisa mengerjakannya hanya dari kalimat "balok berundak dengan satu lubang". Berapa panjangnya? Berapa tinggi undakannya? Di mana lubangnya, dan sedalam apa? Pesan sepanjang apa pun masih meninggalkan keraguan, dan keraguan di bengkel berarti bahan terbuang. Karena itu dunia teknik memakai **gambar teknik**, sebuah bahasa bergambar dengan aturan yang sama di mana pun, sehingga pembuat gambar di kantor dan pekerja di bengkel memahami benda yang sama. Cara paling dasar menggambar benda tiga

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

dimensi ialah **proyeksi ortogonal**, yang dibahas di bawah ini dari awal.

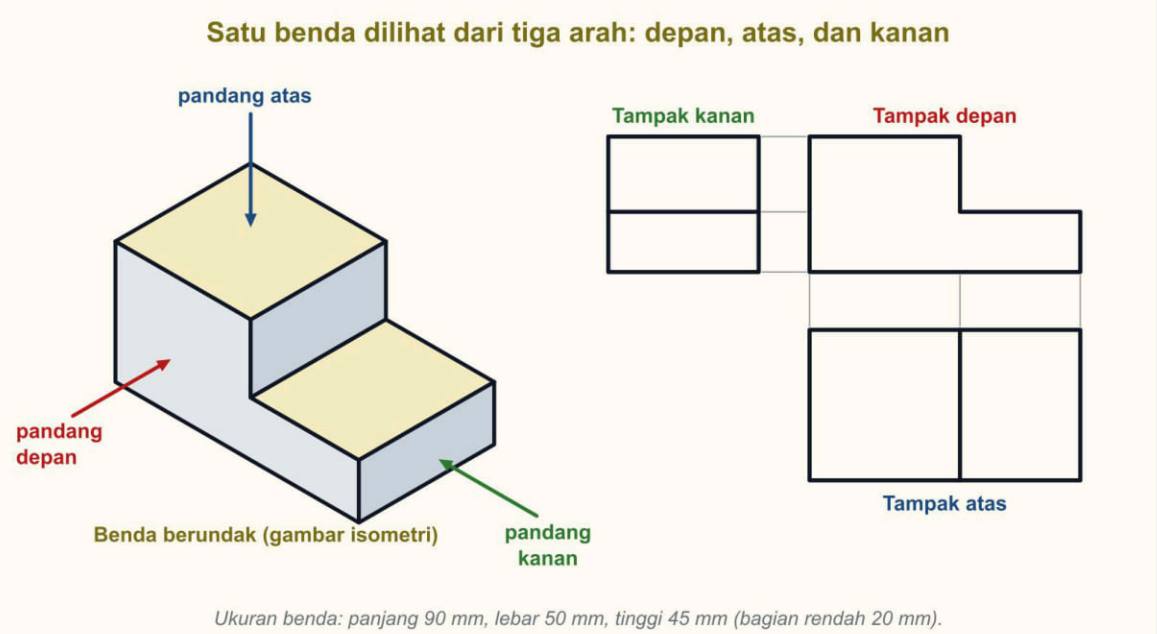
1. Melihat benda dari tiga arah

Pegang sebuah kotak korek api. Lihat dari depan: kamu melihat sisi depan saja, berupa persegi panjang. Lihat dari atas: kamu melihat sisi atas saja, juga persegi panjang tetapi ukurannya lain. Lihat dari samping: sisi samping, yang ukurannya berbeda lagi. Setiap kali, **pandanganmu tegak lurus** terhadap sisi yang kamu lihat, dan kamu tidak melihat sisi lain.

Itulah **proyeksi ortogonal**: benda dilihat (diproyeksikan) dari satu arah yang **tegak lurus** terhadap bidang gambar, sehingga bidang yang menghadap pandangan tampak dengan **bentuk dan ukuran sebenarnya**. Hasilnya satu gambar datar yang disebut **tampak** atau **pandangan**. Karena satu tampak hanya memperlihatkan satu arah, benda yang rumit digambar dengan beberapa tampak. Yang paling umum ialah tiga:

- **tampak depan**: benda dilihat dari depan;
- **tampak atas**: benda dilihat dari atas;
- **tampak samping**: benda dilihat dari samping, yaitu dari kanan (tampak samping kanan) atau dari kiri (tampak samping kiri).

Untuk menyebut ukuran, buku ini memakai tiga arah benda: **panjang** (kiri–kanan), **lebar** (depan–belakang), dan **tinggi** (bawah–atas). Hati-hati: sebagian soal menyebut ukuran kiri–kanan pada tampak depan sebagai "lebar". Yang menentukan adalah arahnya, jadi periksa gambarnya, bukan hanya kata-katanya. Gambar 3.1 memperlihatkan sebuah benda berundak dengan tiga arah pandang dan ketiga tampaknya.



Gambar 3.1 Benda berundak (kiri, digambar isometri) dilihat dari depan, atas, dan kanan. Tampak depan berbentuk L karena sisi depan terdiri atas bagian tinggi dan bagian rendah. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Perhatikan bahwa **tampak atas** pada Gambar 3.1 terbagi dua oleh garis tebal. Garis itu adalah tepi antara permukaan atas bagian tinggi dan permukaan atas bagian rendah. Dari atas

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

keduanya tampak, dan tepi di antara keduanya tampak jelas sehingga digambar dengan garis tebal.

2. Ukuran yang terbaca pada tiap tampak

Setiap tampak memperlihatkan **dua dari tiga ukuran** benda:

Tampak	Ukuran yang terbaca
Depan	panjang (mendatar) dan tinggi (tegak)
Atas	panjang (mendatar) dan lebar (tegak pada gambar)
Samping	lebar (mendatar) dan tinggi (tegak)

Jadi tiap ukuran muncul di **dua tampak**. Panjang muncul di tampak depan dan atas, tinggi di tampak depan dan samping, lebar di tampak atas dan samping. Inilah alat pemeriksa paling ampuh: ukuran yang sama di dua tampak harus **cocok**. Bila sebuah gambar memuat persegi panjang 80 × 30 dan gambar lain memuat 30 × 25, kamu langsung tahu bahwa angka 30 adalah ukuran bersama (lebar), dan angka 80 serta 25 adalah panjang dan tinggi. Ukuran bersama juga membantu **menamai tampak** ketika label tidak jelas.

Ukuran yang lebih rinci, seperti diameter lubang, kedalaman lubang, dan letak lubang, dibaca dari tampak yang memperlihatkannya (dibahas pada bagian 5). Gambar 3.3 menunjukkan contohnya.

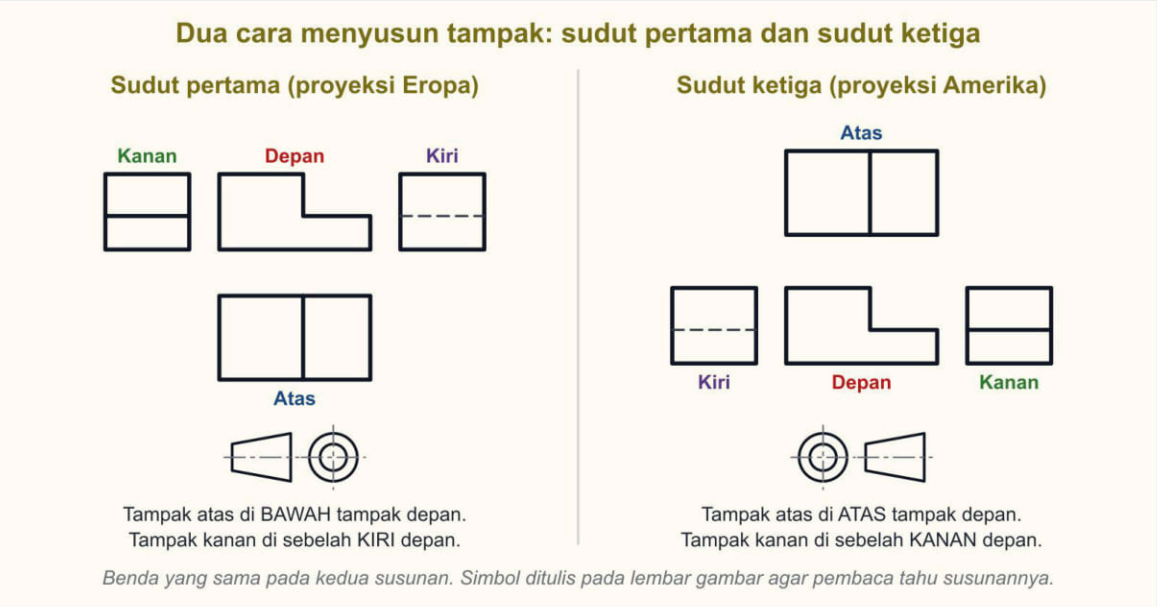
3. Susunan tampak: sudut pertama dan sudut ketiga

Tiga atau enam tampak itu diletakkan pada satu lembar menurut aturan susunan. Ada dua aturan yang dipakai di dunia.

- **Sudut pertama (proyeksi Eropa). Tampak atas diletakkan di bawah tampak depan. Tampak samping kanan diletakkan di sebelah kiri tampak depan**, dan tampak samping kiri di sebelah kanannya. Cara mengingat: tampak diletakkan di sisi yang *berlawanan* dengan arah benda dilihat.
- **Sudut ketiga (proyeksi Amerika). Tampak atas diletakkan di atas tampak depan.** Tampak samping kanan diletakkan di sebelah kanan tampak depan. Tampak diletakkan di sisi yang *sama* dengan arah benda dilihat.

Gambar 3.2 menunjukkan benda yang sama pada kedua susunan, lengkap dengan simbolnya.

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



Gambar 3.2 Susunan sudut pertama (kiri) dan sudut ketiga (kanan) untuk benda yang sama, beserta simbol kerucut terpancung yang ditulis pada lembar gambar. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Agar tidak keliru, lembar gambar yang baik memuat **simbol proyeksi**, yaitu gambar kerucut terpancung yang ditampilkan dari dua arah: sebuah trapesium dan dua lingkaran sepusat. Pada sudut pertama, trapesium berada di kiri dan lingkaran di kanan; pada sudut ketiga, sebaliknya. Di Indonesia, gambar teknik umumnya mengikuti sistem Eropa (sudut pertama) sesuai standar ISO, sedangkan gambar dari sebagian pabrik luar negeri memakai sudut ketiga. Tiap tampak tetap sama bentuknya; hanya letaknya di lembar yang berbeda.

Satu catatan praktis untuk soal: banyak gambar soal menyusun tampak **berjajar dalam satu baris** dan memberi nama pada tiap tampak, bukan menurut susunan resmi. Bila ada nama, **ikuti nama itu**, bukan letaknya.

4. Jenis garis: apa yang terlihat dan apa yang tersembunyi

Bahasa gambar teknik dipegang oleh **jenis garis**. Yang perlu kamu kenal:

- **Garis tebal menerus**: tepi dan batas benda yang **terlihat** dari arah pandang.
- **Garis putus-putus** (lebih tipis): tepi yang **tersembunyi**, yaitu ada di benda tetapi tertutup bagian benda lain dari arah pandang itu, misalnya lubang di dalam benda atau tepi di balik bidang depan.
- **Garis titik-strip tipis**: **garis sumbu**, menandai pusat lubang atau poros benda.
- **Garis tipis berpanah**: **garis ukur** untuk menuliskan ukuran, dengan **garis bantu** tipis yang menariknya keluar dari benda.

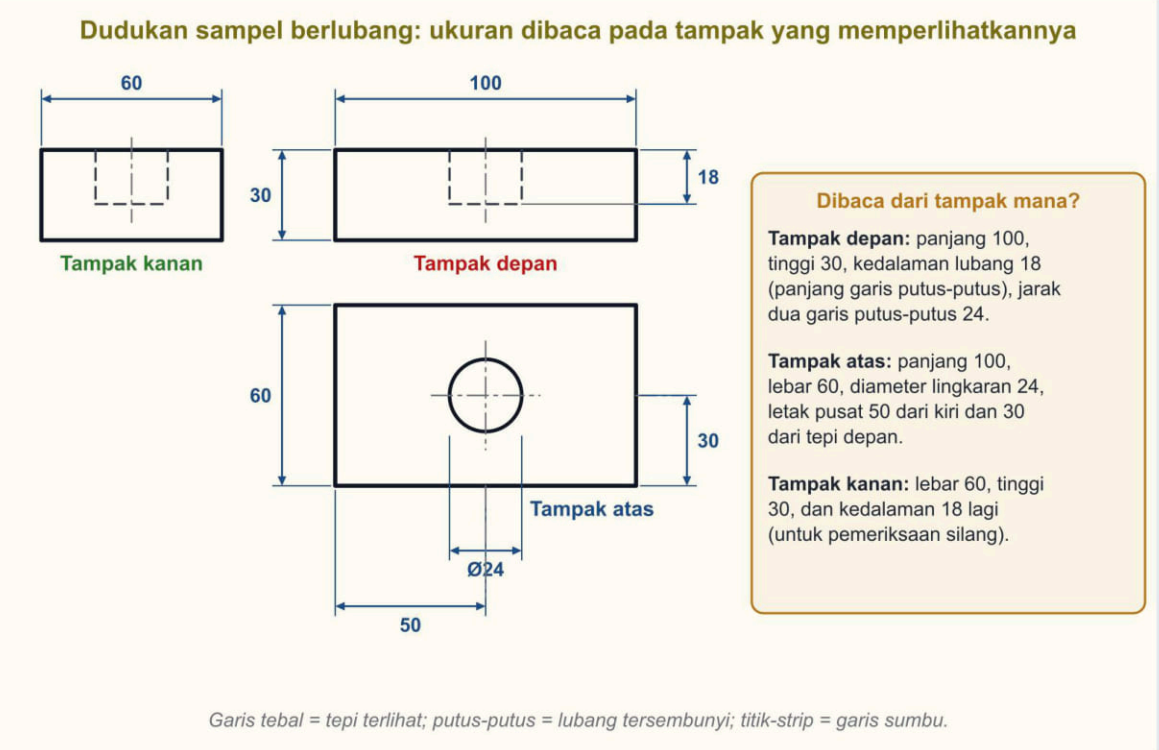
Bila garis tebal dan garis putus-putus berimpit, yang digambar adalah garis tebal, sebab benda yang terlihat didahulukan. Lingkaran pada tampak selalu menunjukkan bahwa kita melihat sebuah lubang atau silinder **dari arah sumbunya**.

5. Membaca ukuran dan lubang

Gambar 3.3 memperlihatkan dudukan sampel berukuran 100 × 60 × 30 mm dengan lubang

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

tegak berdiameter 24 mm dan kedalaman 18 mm. Perhatikan cara tiap ukuran dibaca.



Gambar 3.3 Dudukan sampel berlubang: panjang 100, lebar 60, tinggi 30, diameter 24, kedalaman lubang 18, dan letak pusat lubang 50 dari kiri dan 30 dari tepi depan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

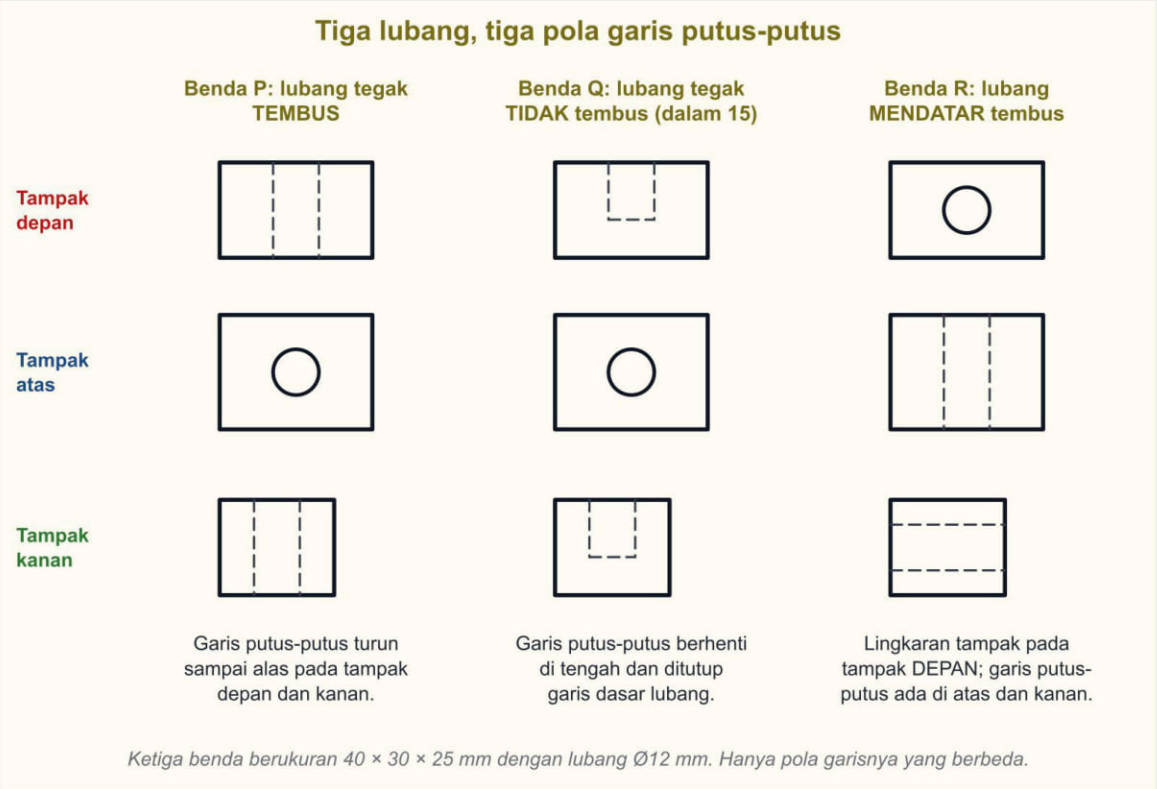
- **Diameter lubang** terbaca pada tampak atas sebagai diameter lingkaran (24), dan pada tampak depan atau samping sebagai **jarak antara dua garis putus-putus** (24).
- **Kedalaman lubang** terbaca pada tampak depan atau samping sebagai **panjang garis putus-putus** dari permukaan atas (18). Benda setinggi 30 dengan lubang sedalam 18 menyisakan dasar setebal 30 − 18 = 12 mm.
- **Letak lubang** terbaca pada tampak atas: pusat lingkaran berjarak 50 dari tepi kiri dan 30 dari tepi depan.

Tiga kekeliruan yang sering muncul pada bagian ini: menukar diameter dengan jari-jari, mengira panjang garis putus-putus adalah tinggi benda, dan mengambil ukuran letak dari tampak yang tidak memperlihatkan lubang.

6. Lubang tembus, tidak tembus, dan mendatar

Lubang yang **menembus** benda dari satu sisi ke sisi lain digambar dengan garis putus-putus yang **sampai ke tepi seberang** (alas). Lubang yang **tidak tembus** (buntu) digambar dengan garis putus-putus yang **berhenti di tengah** dan biasanya ditutup garis putus-putus pendek yang menandai dasar lubang. Gambar 3.4 membandingkan tiga lubang pada benda berukuran sama.

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



Gambar 3.4 Tiga benda dengan lubang Ø12 mm: lubang tegak tembus (P), lubang tegak tidak tembus sedalam 15 (Q), dan lubang mendatar tembus dari depan ke belakang (R). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Pada **benda P**, garis putus-putus pada tampak depan dan samping turun sampai alas; dari atas tampak sebuah lingkaran. Pada **benda Q**, garis putus-putus berhenti pada kedalaman 15 dan ditutup garis dasar; dari atas tetap tampak lingkaran yang sama. Karena itu **tampak atas saja tidak membedakan lubang tembus dari lubang buntu**; kamu perlu melihat tampak depan atau samping. Pada **benda R**, lubang berjalan dari depan ke belakang, sehingga lingkaran muncul pada **tampak depan** (kita melihat lubang dari arah sumbunya), sedangkan pada tampak atas dan samping lubang tersembunyi dan digambar dengan garis putus-putus yang memanjang. Aturan umumnya: **lingkaran tampak jelas pada tampak yang tegak lurus sumbu lubang, dan dua garis putus-putus sejajar pada tampak lainnya**.

7. Membaca benda dari tiga tampak

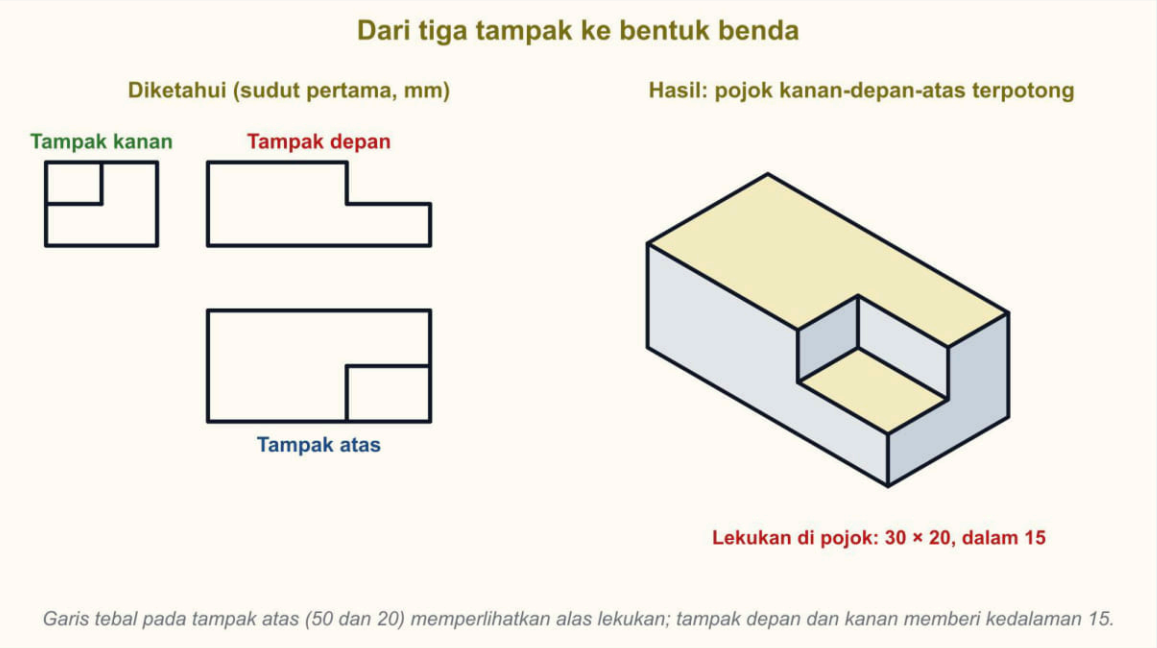
Soal yang paling sulit meminta kamu membentuk benda dari tiga tampak. Kerjakan secara urut dan tertulis:

1. **Mulai dari tampak depan** untuk mendapat profil panjang × tinggi. Apakah persegi, berbentuk L, atau ada lekukan?
2. **Lihat tampak atas** untuk mengetahui letak setiap bagian di arah depan–belakang dan letak lubang. Garis tebal di tampak atas adalah tepi yang terlihat dari atas.
3. **Lihat tampak samping** untuk mendapat profil lebar × tinggi dan kedalaman.
4. **Gabungkan** menjadi dugaan bentuk.
5. **Periksa silang**: bayangkan dugaanmu dilihat dari tiga arah. Setiap garis di tiap tampak harus dapat dijelaskan oleh bentuk dugaanmu, dan tidak boleh ada garis yang tersisa tanpa

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

penjelasan.

Gambar 3.5 menunjukkan satu contoh lengkap.



Gambar 3.5 Tiga tampak (sudut pertama) dan benda yang dihasilkannya: balok dengan pojok kanan-depan-atas terpotong. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Ringkasan bagian ini. Proyeksi ortogonal melihat benda tegak lurus dari satu arah. Tampak depan memuat panjang dan tinggi, tampak atas memuat panjang dan lebar, tampak samping memuat lebar dan tinggi. Sudut pertama: atas di bawah, kanan di kiri depan; sudut ketiga: atas di atas, kanan di kanan depan. Garis tebal = terlihat, putus-putus = tersembunyi, titik-strip = sumbu. Lubang tembus: putus-putus sampai alas; buntu: berhenti di tengah. Bentuk benda ditemukan dengan menggabungkan tiga tampak dan memeriksa silang tiap garis.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Memberi nama tampak pada tiga gambar

Pada Februari 2027, bengkel PT Andesit Raya (fiktif) menerima lembar gambar sudut pertama untuk sebuah dudukan. Lembar itu memuat tiga gambar tanpa nama. **Gambar I** berada di tengah atas: persegi panjang 80 × 25 dengan dua garis putus-putus tegak berjarak 16. **Gambar II** berada di bawah Gambar I: persegi panjang 80 × 30 dengan sebuah lingkaran berdiameter 16 di tengah. **Gambar III** berada di kiri Gambar I: persegi panjang 30 × 25 dengan dua garis putus-putus tegak berjarak 16. Beri nama setiap gambar dan tentukan ukuran benda. *Kasus disusun untuk contoh; nama dan tempat fiktif.*

1. **Pakai susunan sudut pertama.** Tampak depan di tengah atas, tampak atas di bawahnya, tampak samping kanan di kirinya. Maka **Gambar I = tampak depan**, **Gambar II = tampak atas**, **Gambar III = tampak samping kanan**.

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

2. **Periksa dengan ukuran bersama.** Gambar I (80 × 25) dan Gambar II (80 × 30) sama-sama 80 mendatar: itu panjang. Gambar I (25 tegak) dan Gambar III (25 tegak) sama-sama 25: itu tinggi. Gambar II (30 tegak) dan Gambar III (30 mendatar) sama-sama 30: itu lebar. Semuanya cocok.
3. **Ukuran benda:** panjang 80 mm, lebar 30 mm, tinggi 25 mm.
4. **Baca lubang:** lingkaran Ø16 pada tampak atas, jadi lubang tegak; garis putus-putus berjarak 16 pada tampak depan dan samping sesuai diameter itu.

Jawaban: Gambar I tampak depan, Gambar II tampak atas, Gambar III tampak samping kanan; benda 80 × 30 × 25 mm dengan lubang tegak Ø16. Bila lembar yang sama memakai sudut ketiga, penamaan yang cocok dengan ukuran tetap sama, tetapi letak gambarnya akan berbeda. Karena itu ukuran bersama adalah pemeriksa yang tidak bergantung pada susunan.

Contoh 2 — Membentuk benda dari tiga tampak

Pada Gambar 3.5 diberikan tiga tampak sebuah balok pada sudut pertama (mm). **Tampak depan** berbentuk persegi panjang 80 × 30 yang pojok kanan-atasnya hilang berupa lekukan selebar 30 dan sedalam 15 (dari atas). **Tampak atas** adalah persegi panjang 80 × 40 dengan garis tebal tegak pada jarak 50 dari kiri yang berjalan dari tepi depan sampai pertengahan, dan garis tebal mendatar pada pertengahan yang menyambung ke tepi kanan. **Tampak samping kanan** adalah persegi panjang 40 × 30 dengan garis tebal mendatar sedalam 15 dari atas pada separuh bagian depan, dan garis tebal tegak yang menghubungkannya ke tepi atas. Tentukan bentuk benda. *Kasus disusun untuk contoh.*

1. **Tampak depan:** profil panjang 80 × tinggi 30 dengan bagian atas kanan terpotong selebar 30 (dari 50 sampai 80) dan sedalam 15 (dari tinggi 30 turun ke 15). Jadi ada **lekukan di pojok atas kanan**.
2. **Tampak atas:** garis tebal tegak pada jarak 50 dari kiri dan garis tebal mendatar menunjukkan bahwa lekukan menempati **separuh bagian depan** (dari tepi depan sampai pertengahan lebar, yaitu 20 dari 40). Jadi lekukan itu **tidak** melintasi seluruh lebar; ia hanya di **pojok depan kanan**.
3. **Tampak samping kanan:** garis mendatar pada kedalaman 15 hanya di separuh bagian depan, dan garis tegak di batas pertengahan menunjukkan dinding lekukan. Cocok dengan langkah 2.
4. **Gabungkan:** balok 80 × 40 × 30 yang **pojok kanan-depan-atasnya terpotong** berukuran 30 (panjang) × 20 (lebar) × 15 (tinggi).
5. **Periksa silang:** dari depan, lekukan tampak sebagai pojok yang hilang 30 × 15 (cocok). Dari atas, lekukan tampak sebagai persegi panjang 30 × 20 di pojok depan-kanan (cocok). Dari kanan, garis luar tetap persegi panjang penuh 40 × 30 karena dinding lekukan di belakangnya mengisi pojok itu, dan dinding tersebut tampak sebagai persegi panjang 20 × 15 di pojok depan-atas yang dibatasi garis tebal (cocok).

Jawaban: balok dengan pojok kanan-depan-atas terpotong 30 × 20 × 15 mm (Gambar 3.5, bagian kanan). Pemeriksaan membuktikan setiap garis di ketiga tampak dijelaskan oleh bentuk itu.

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

Contoh 3 — Menentukan kedalaman lubang dari dua tampak

Pada April 2027, juru gambar PT Batu Karang (fiktif) memberikan **tampak depan** sebuah balok setinggi 35 mm dengan dua garis putus-putus tegak berjarak 16 mm yang turun dari tepi atas sepanjang 22 mm, ditutup garis putus-putus mendatar. **Tampak atas** memperlihatkan lingkaran berdiameter 16 mm. Tentukan diameter, kedalaman, apakah lubang tembus, dan tebal dasar lubang. *Kasus disusun untuk contoh; nama dan tempat fiktif.*

1. **Diameter:** lingkaran pada tampak atas Ø16 dan jarak garis putus-putus 16, jadi diameter 16 mm. Cocok.
2. **Kedalaman:** panjang garis putus-putus dari tepi atas = **22 mm**. Bukan 16 (itu diameter) dan bukan 35 (itu tinggi benda).
3. **Tembus atau tidak:** garis putus-putus berhenti pada 22 dan tinggi benda 35, jadi **tidak tembus**; adanya garis penutup di dasar juga menunjukkan lubang buntu.
4. **Tebal dasar:** 35 − 22 = **13 mm**.

Jawaban: lubang tegak Ø16 mm, sedalam 22 mm, tidak tembus, dasar setebal 13 mm. Pemeriksaan: 22 + 13 = 35, sama dengan tinggi benda.

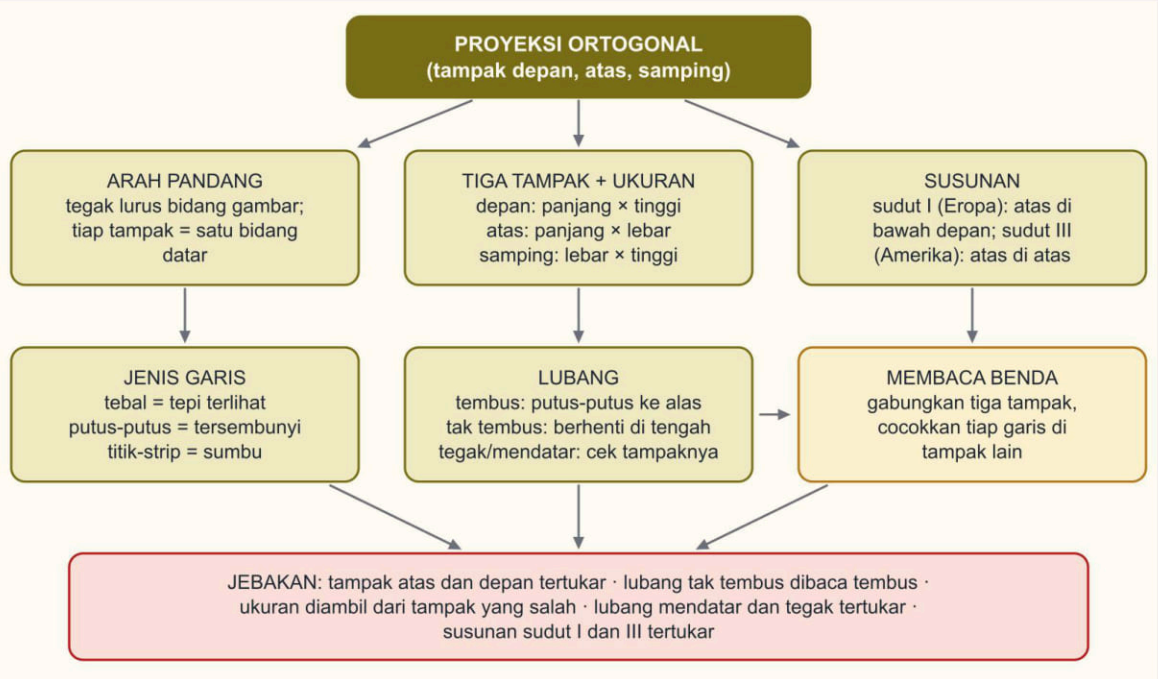
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Proyeksi ortogonal:** benda dilihat tegak lurus dari satu arah; tiap tampak = satu bidang datar.
- **Ukuran:** depan = panjang × tinggi; atas = panjang × lebar; samping = lebar × tinggi. Tiap ukuran muncul di dua tampak: periksa kecocokannya.
- **Susunan:** sudut I (Eropa): atas di bawah depan, kanan di kiri depan; sudut III (Amerika): atas di atas depan, kanan di kanan depan; ikuti nama pada gambar.
- **Garis:** tebal = terlihat, putus-putus = tersembunyi, titik-strip = sumbu, tipis berpanah = ukuran.
- **Lubang:** tembus = putus-putus sampai alas; tidak tembus = berhenti di tengah; lingkaran tampak pada tampak tegak lurus sumbu.
- **Membaca benda:** depan, lalu atas, lalu samping; gabungkan; periksa silang.

Gambar 3.6 merangkum hubungan antarbagian dan jebakannya.



Gambar 3.6 Peta konsep proyeksi ortogonal: arah pandang, ukuran tiap tampak, susunan, jenis garis, lubang, dan cara membaca benda. 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 proyeksi ortogonal:

1. **Tentukan nama dan letak tiap tampak** (ikuti label; bila tidak ada label, pakai susunan dan ukuran bersama).
2. **Catat ukuran tiap tampak** dan cocokkan ukuran bersama.
3. **Baca garisnya**: mana tebal, mana putus-putus, mana lingkaran.
4. **Bangun dugaan bentuk** dari tampak depan, lalu tambahkan letak dari tampak atas dan kedalaman dari tampak samping.
5. **Periksa silang** terhadap setiap opsi: bayangkan benda opsi itu dilihat dari tiga arah, dan coret opsi yang menghasilkan garis berbeda di salah satu tampak.
6. **Pada pilihan ganda kompleks**, nilai tiap pernyataan sendiri-sendiri dengan menghitung ukuran (misalnya 40 − 25 = 15).

Jebakan khas:

- **Tampak atas dan tampak depan tertukar.**
- **Lubang tidak tembus dibaca tembus**, atau sebaliknya: periksa panjang garis putus-putus terhadap tinggi benda.
- **Ukuran diambil dari tampak yang salah** (misalnya mengira panjang garis putus-putus adalah tinggi benda).
- **Lubang mendatar dan lubang tegak tertukar**: lihat tampak mana yang memuat lingkaran.
- **Garis putus-putus dianggap tepi terlihat**, atau garis tebal dianggap tersembunyi.
- **Selisih diameter dianggap tebal dinding**: tebal dinding = (diameter luar − diameter dalam) ÷ 2.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menyajikan gambar kerja sebuah dudukan sampel dengan keterangan tiap tampak (ukuran, garis tebal, dan garis putus-putus), lalu meminta kamu menilai beberapa pernyataan tentang lubang dan ukuran. Pakailah langkah 1 sampai 6 pada bagian Strategi. Hitung tiap ukuran yang dipakai pernyataan, jangan menebak dari gambaran umum.

►. Bengkel sekolah membuat dudukan contoh batuan untuk laboratorium geologi (2027). Gambar kerjanya berupa proyeksi ortogonal (ukuran dalam mm):
• Tampak depan: persegi panjang 80 × 40 (lebar × tinggi) dengan dua garis putus-putus tegak berjarak 20, masing-masing 30 dari tepi kiri dan kanan, dari tepi atas turun sepanjang 25.
• Tampak atas: persegi panjang 80 × 30 dengan satu lingkaran garis tebal berdiameter 20 tepat di tengah.
• Tampak samping kanan: persegi panjang 30 × 40 dengan dua garis putus-putus tegak

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

berjarak 20, masing-masing 5 dari tepi, dari tepi atas turun sepanjang 25.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat tentang benda tersebut adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Lubangnya menembus benda dari permukaan atas sampai alas.
☐ B. Lubangnya berbentuk silinder berdiameter 20 yang dibuat dari permukaan atas.
☐ C. Dasar lubang berada 15 mm di atas alas benda.
☐ D. Lubang digambar dengan garis putus-putus pada tampak atas karena berada di dalam benda.
☐ E. Lubang terletak di tengah benda, baik dilihat dari depan maupun dari samping.

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

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

Konsep: Pada proyeksi ortogonal, garis tebal menunjukkan tepi yang terlihat dan garis putus-putus menunjukkan tepi tersembunyi. Lubang silinder dari atas tampak sebagai lingkaran pada tampak atas dan dua garis putus-putus sejajar pada tampak depan dan samping; panjang garis putus-putus menunjukkan kedalaman lubang.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: garis putus-putus hanya turun 25 dari tinggi 40, jadi lubang berhenti di dalam benda (tidak tembus).
• **Pernyataan 2** ✓ Tampak atas berupa lingkaran Ø20 bergaris tebal (terlihat dari atas), dan pada tampak depan/samping berupa dua garis sejajar berjarak 20.
• **Pernyataan 3** ✓ Tinggi benda 40, kedalaman lubang 25, sehingga 40 − 25 = 15 mm.
• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: dari atas, mulut lubang terlihat langsung sehingga digambar garis tebal, sesuai keterangan tampak atas.
• **Pernyataan 5** ✓ Tampak depan: 30 + 20 + 30 = 80; tampak samping: 5 + 20 + 5 = 30. Jarak ke kedua tepi sama di kedua pandangan.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk setiap soal, tulis dulu ukuran tiap tampak, lalu garis yang tebal dan yang putus-putus, baru memeriksa pilihan.

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

1. Bengkel PT Geo Presisi (2027) akan membuat dudukan alat ukur dari balok logam. Juru gambar memberikan gambar kerja tiga pandangan seperti pada gambar. Operator mesin harus memastikan bentuk benda sebelum mulai memotong dan mengebor.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Bentuk benda yang sesuai dengan gambar kerja adalah ....

Gambar kerja dudukan alat ukur (ukuran dalam mm)



Garis tebal = tepi terlihat; garis putus-putus = tepi tersembunyi

A. Balok berundak; lubang tegak tembus berada di bagian yang tinggi
B. Balok berundak; lubang tegak tidak tembus di bagian yang rendah
C. Balok rata; lubang tegak tembus berada tepat di tengah balok
D. Balok berundak; lubang tegak tembus berada di bagian yang rendah
E. Balok berundak; lubang mendatar tembus di bagian yang rendah

2. Siswa SMK membuat maket jalan tambang dari kayu untuk pameran (2027). Gambar kerjanya berupa proyeksi ortogonal (ukuran dalam mm):
• Tampak depan: trapesium dengan alas 60, sisi tegak kiri setinggi 30, sisi tegak kanan setinggi 10, dan sisi atas berupa garis miring yang menghubungkan kedua ujung atas.
• Tampak atas: persegi panjang 60 × 40 tanpa garis lain di dalamnya.
• Tampak samping kanan: persegi panjang 40 × 30 dengan satu garis tebal mendatar pada ketinggian 10.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat tentang maket tersebut adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Permukaan atas maket berupa bidang miring yang menurun dari sisi kiri ke sisi kanan.
☐ B. Tinggi maket di sisi kanan adalah 30 mm, sama dengan tinggi pada tampak samping.
☐ C. Garis mendatar pada tampak samping kanan menunjukkan tepi yang tersembunyi.
☐ D. Pada tampak atas, bidang miring terlihat sebagai persegi panjang 60 × 40.
☐ E. Beda tinggi antara sisi kiri dan sisi kanan maket adalah 20 mm.

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

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

✔ PERIKSA DIRI

- Sebuah gambar menyatakan lubang "tembus", padahal garis putus-putus pada tampak depan hanya turun sampai kira-kira dua pertiga tinggi benda. Bagaimana kamu menjelaskan bahwa lubang itu tidak tembus, dan ukuran apa yang kamu periksa?
- Dua gambar pada satu lembar sama-sama memuat ukuran 40 mendatar. Mengapa itu membantu menentukan tampak mana yang tampak atas dan mana yang tampak depan?
- **Yang harus kuingat:** depan = panjang × tinggi, atas = panjang × lebar, samping = lebar × tinggi; garis tebal terlihat, putus-putus tersembunyi; lubang tembus sampai alas; periksa silang setiap garis di tiga tampak.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 3.1: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktgp&node=SMKTGP-3.1

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Sub bab 3.2 · Proyeksi piktorial isometri dan dimetri

SMKTGP-3.2

◎ APA YANG DIUJI

Subtopik Peta Topik NLS TKA-SMKTGP-03-02 menguji kemampuan **memahami dan memakai gambar piktorial**, yaitu gambar yang memperlihatkan benda tampak seperti benda nyata, dengan tiga sisi sekaligus. Dua jenis yang diuji ialah **isometri** dan **dimetri**. Soal tidak meminta kamu menggambar di atas kertas, tetapi menyajikan sebuah benda (kotak inti bor, kotak sampel, balok baja, kubus contoh) beserta ukuran dan skala, lalu kamu diminta **menghitung panjang garis pada gambar**, **mengenali sumbu mana yang diperpendek**, **menilai pernyataan tentang gambar**, atau **menentukan cara yang tepat untuk menggambar sebuah titik**.

Jebakannya hampir selalu berupa **kesalahan satu langkah** dalam hitungan: skala dibaca 1 : 100 padahal 1 : 10, sumbu yang diperpendek tertukar, perpendekan setengah dipakai pada isometri, atau tinggi dihitung padahal yang ditanya lebar. Hasilnya tampak seperti kesalahan satu desimal: 0,3 cm atau 3,0 cm.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- membedakan gambar ortogonal dari gambar piktorial dan menyebut kegunaan masing-masing;
- menyebut sumbu, sudut, dan perbandingan skala isometri (1 : 1 : 1) dan dimetri (1 : 1 : ½, sumbu ke belakang setengah);
- menghitung panjang garis pada gambar dari ukuran benda, skala, dan faktor skala sumbu;
- menggambar kotak atau balok dalam isometri dan dimetri, dan mengenali gambar yang salah;
- menyebut batas ukuran pada gambar piktorial, yaitu hanya garis yang sejajar sumbu yang dapat diukur.

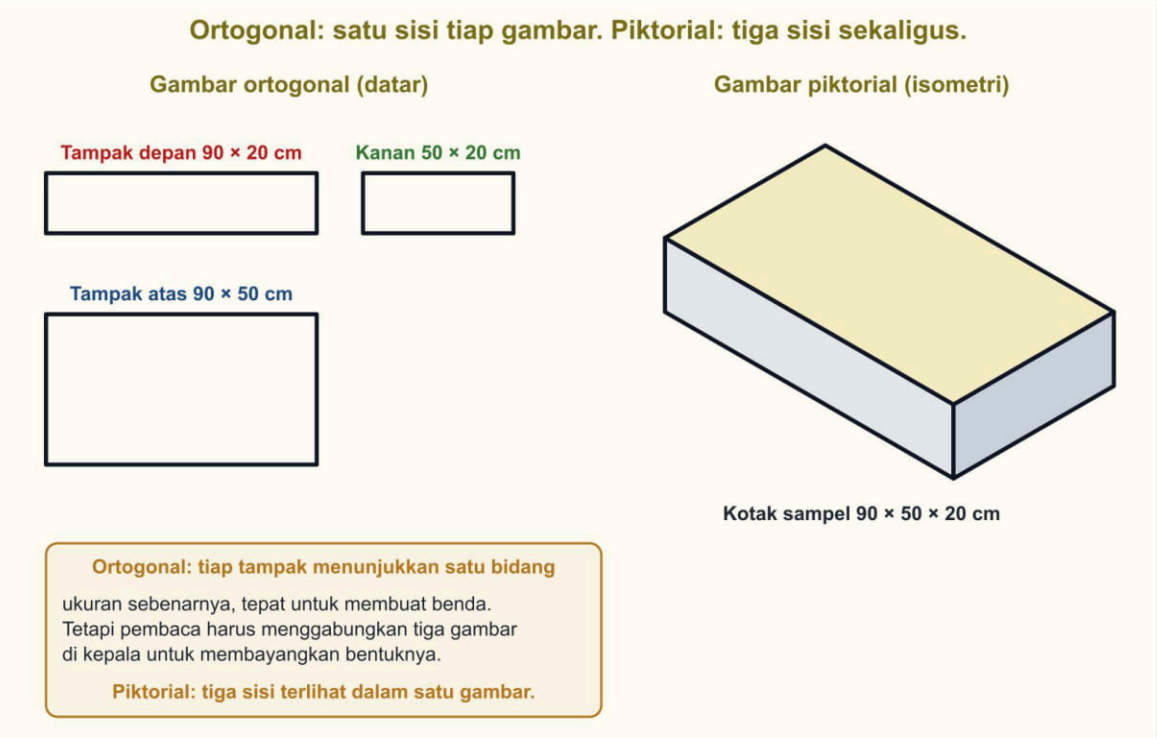
◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Pada sub bab 3.1, kamu belajar bahwa gambar ortogonal memerlukan tiga gambar datar untuk satu benda, dan pembacanya harus menggabungkannya sendiri di kepala. Itu tepat untuk membuat benda, tetapi tidak nyaman untuk **menjelaskan** bentuknya kepada orang yang tidak terbiasa membaca gambar teknik, misalnya pimpinan, pembeli, atau siswa baru. Untuk keperluan itu dipakai **gambar piktorial**, yaitu gambar tunggal yang memperlihatkan benda seperti dilihat dari sudut atas-samping. Bagian ini menjelaskan dua cara menggambarnya, **isometri** dan **dimetri**, dan cara menghitung panjang garisnya.

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

1. Ortogonal dan piktorial

Gambar 3.7 membandingkan keduanya untuk benda yang sama, sebuah kotak sampel berukuran 90 × 50 × 20 cm.



Gambar 3.7 Kotak sampel 90 × 50 × 20 cm: tiga persegi panjang pada gambar ortogonal (kiri) dan satu gambar isometri (kanan). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Pada gambar **ortogonal**, tiap tampak memperlihatkan satu bidang dengan ukuran sebenarnya. Untuk kotak, hasilnya hanya tiga persegi panjang polos, dan pembaca harus membayangkannya sendiri. Pada gambar **piktorial**, kotak tampak **tiga sisi sekaligus** (sisi depan, sisi samping, dan sisi atas), sehingga bentuknya langsung terbayang. Harganya adalah **ukuran**: pada gambar piktorial, panjang tidak dapat diukur sembarangan dari gambar, seperti dijelaskan di bagian 6.

Gambar piktorial memiliki beberapa jenis. Yang termasuk **proyeksi aksonometri**, benda dilihat dari arah miring sehingga ketiga sumbunya tampak, ialah **isometri**, **dimetri**, dan **trimetri**. Nama-nama itu menunjukkan skala sumbunya: *iso* berarti sama (ketiga sumbu sama skalanya), *di* berarti dua (dua sumbu sama skalanya), dan *tri* berarti tiga (ketiganya berbeda). Trimetri jarang dipakai dalam gambar teknik dasar dan tidak dibahas di sini. Sub bab ini membahas isometri dan dimetri.

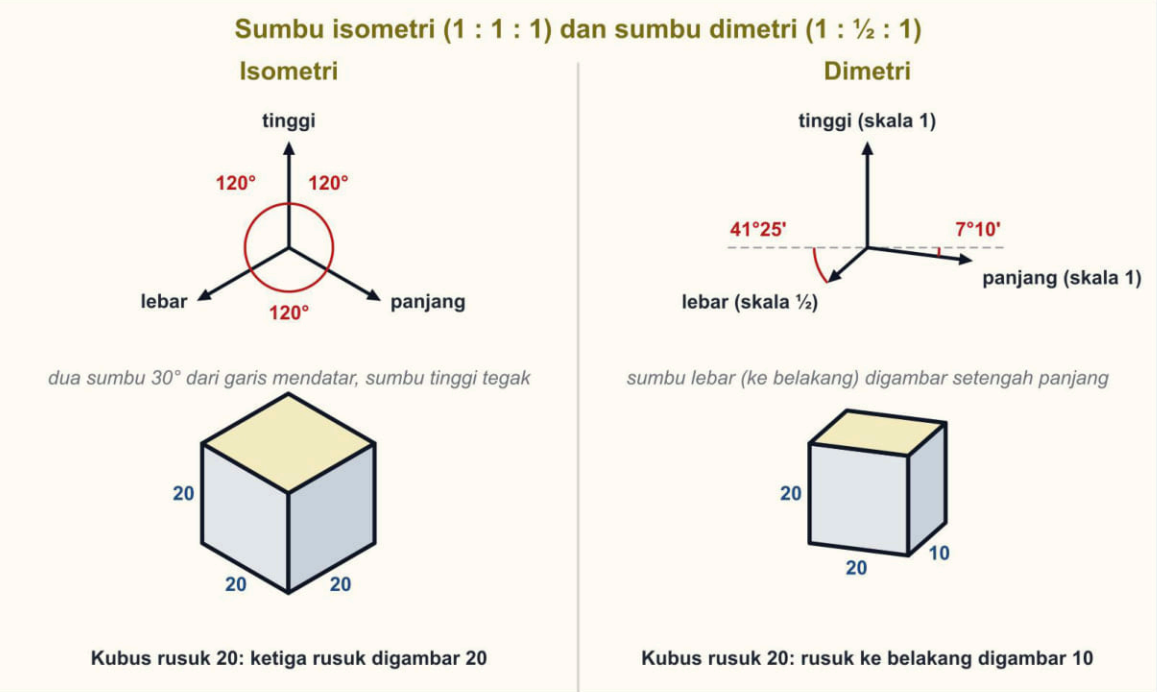
2. Isometri

Isometri dipakai paling luas karena paling mudah. Cirinya:

- **Tiga sumbu**: sumbu panjang, sumbu lebar, dan sumbu tinggi. Sumbu tinggi digambar **tegak lurus** (vertikal). Dua sumbu lainnya masing-masing membentuk sudut **30° terhadap garis mendatar**. Ketiga sumbu itu membentuk sudut **120°** satu sama lain.
- **Skala sama pada ketiga sumbu**: panjang garis sepanjang sumbu panjang, lebar, dan tinggi memakai skala yang sama.

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

Gambar 3.8 (kiri) menunjukkan sumbu isometri dan kubus rusuk 20 yang digambar dengannya: ketiga rusuk digambar sepanjang 20.



Gambar 3.8 Sumbu isometri (kiri) dan dimetri (kanan) beserta kubus rusuk 20. Pada isometri ketiga rusuk digambar 20; pada dimetri rusuk ke belakang digambar 10. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Ada satu hal yang perlu dijelaskan jujur. Bila sebuah benda benar-benar diproyeksikan secara tegak lurus dengan ketiga sumbu sama miringnya, ketiga rusuk tampak **memendek** sekitar 0,82 dari ukuran sebenarnya (tepatnya akar dari 2/3, atau 0,8165). Dalam praktik menggambar, pemendekan itu **diabaikan** dan semua panjang diukur penuh. Akibatnya gambar tampak sekitar 1,22 kali lebih besar daripada proyeksi sebenarnya, tetapi **bentuknya sama** dan pekerjaan menggambar jauh lebih mudah. Karena itulah dalam soal dan dalam buku ini isometri berarti **skala 1 : 1 : 1**.

3. Dimetri

Dimetri memakai **dua** sumbu dengan skala yang sama dan **satu** sumbu dengan skala berbeda. Dalam gambar teknik yang umum, sumbu yang berbeda itu ialah sumbu yang mengarah ke belakang (lebar), yang diperpendek menjadi **setengah**. Perbandingan skala sumbu **panjang : lebar : tinggi** menjadi **1 : ½ : 1**. Dengan kata lain, **sumbu panjang dan sumbu tinggi digambar ukuran penuh, sedangkan sumbu ke belakang digambar setengah**.

Sudutnya tidak 30°. Sumbu tinggi tetap tegak, sumbu panjang membentuk sudut sekitar **7°10'** terhadap garis mendatar, dan sumbu yang diperpendek membentuk sudut sekitar **41°25'**, seperti pada Gambar 3.8 (kanan). Akibatnya sisi depan benda tampak hampir lurus mendatar, sisi atas tampak sempit, dan sisi samping tampak miring tajam.

Seperti pada isometri, ada dua cara. Proyeksi dimetri yang sebenarnya menghasilkan faktor skala sekitar **0,94** pada sumbu panjang dan tinggi, dan **0,47** pada sumbu ke belakang; perbandingannya tetap 1 : ½ : 1. Dalam praktik menggambar, faktor itu **dibulatkan** menjadi **1,**

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

½, dan 1, dan gambar menjadi sekitar 1,06 kali lebih besar daripada proyeksi sebenarnya. Perbandingan **1 : ½ : 1** itulah yang dipakai pada soal dan pada buku ini. Gambar 3.9 merangkum perbedaan keduanya.

Faktor skala sumbu pada isometri dan dimetri

Jenis gambar	Sudut sumbu	Skala panjang : lebar : tinggi	Keterangan
Isometri (proyeksi sebenarnya)	30° · 30° · tegak	0,82 : 0,82 : 0,82	gambar lebih kecil
Isometri (cara menggambar)	30° · 30° · tegak	**1 : 1 : 1**	gambar 1,22 × lebih besar
Dimetri (proyeksi sebenarnya)	7°10' · 41°25' · tegak	0,94 : 0,47 : 0,94	sumbu lebar lebih pendek
Dimetri (cara menggambar)	7°10' · 41°25' · tegak	**1 : ½ : 1**	gambar 1,06 × lebih besar

Baris yang diberi warna adalah cara yang dipakai pada soal dan pada buku ini.

Pada cara menggambar, ukuran sepanjang sumbu langsung dipakai tanpa dikalikan 0,82 atau 0,94.

Panjang garis yang TIDAK sejajar sumbu (diagonal) tidak boleh diukur untuk mendapat ukuran sebenarnya.

Gambar 3.9 Isometri dan dimetri: sudut sumbu, faktor skala proyeksi sebenarnya, dan faktor skala cara menggambar yang dipakai pada soal dan buku ini. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia; angka faktor dari buku teks gambar teknik (Politeknik Tomsk).

Pengayaan. Faktor skala di atas berasal dari satu syarat sederhana pada proyeksi tegak lurus: jumlah kuadrat ketiga faktor skala sumbu sama dengan 2. Pada isometri ketiganya sama, jadi $3m^2 = 2$, m = akar 2/3 ≈ 0,8165, sehingga menggambar dengan faktor 1 membuat gambar 1 ÷ 0,8165 ≈ 1,22 kali lebih besar. Pada dimetri dua faktor sama (m) dan satu faktor setengahnya (m/2), jadi $2m^2 + m^2/4 = 2$, $m^2 = 8/9$, m ≈ 0,9428, dan faktor ketiganya ≈ 0,4714; menggambar dengan 1 : ½ : 1 membuat gambar 1 ÷ 0,9428 ≈ 1,06 kali lebih besar. Pembuktiannya tidak diujikan; yang diujikan ialah perbandingan 1 : 1 : 1 dan 1 : ½ : 1.

Satu hal lain untuk menghindari kekeliruan: perbandingan 1 : 1 : ½ juga dipakai pada gambar **oblik "kabinet"**, tetapi di sana sumbu ke belakang miring 30° atau 45° dan sisi depan digambar tanpa perubahan bentuk. Itu jenis gambar yang berbeda dari dimetri aksonometri di sini.

4. Sumbu yang diperpendek

Pada soal dimetri, pertanyaan yang paling sering ialah: **sumbu mana yang diperpendek?** Aturan baku untuk soal ini: yang diperpendek ialah sumbu yang mengarah **ke belakang** (kedalaman, lebar), dan digambar **setengah** dari ukuran yang sudah diskalakan. Dua sumbu lain (panjang dan tinggi) ukuran penuh. Jangan menukar: tinggi tidak diperpendek, dan panjang tidak diperpendek.

Pada **isometri tidak ada sumbu yang diperpendek**. Pernyataan seperti "lebar digambar setengah pada isometri" selalu salah. Bila di soal kata "isometri" dan "diperpendek setengah" muncul bersama, hampir pasti itu pengecoh.

5. Menghitung panjang garis pada gambar

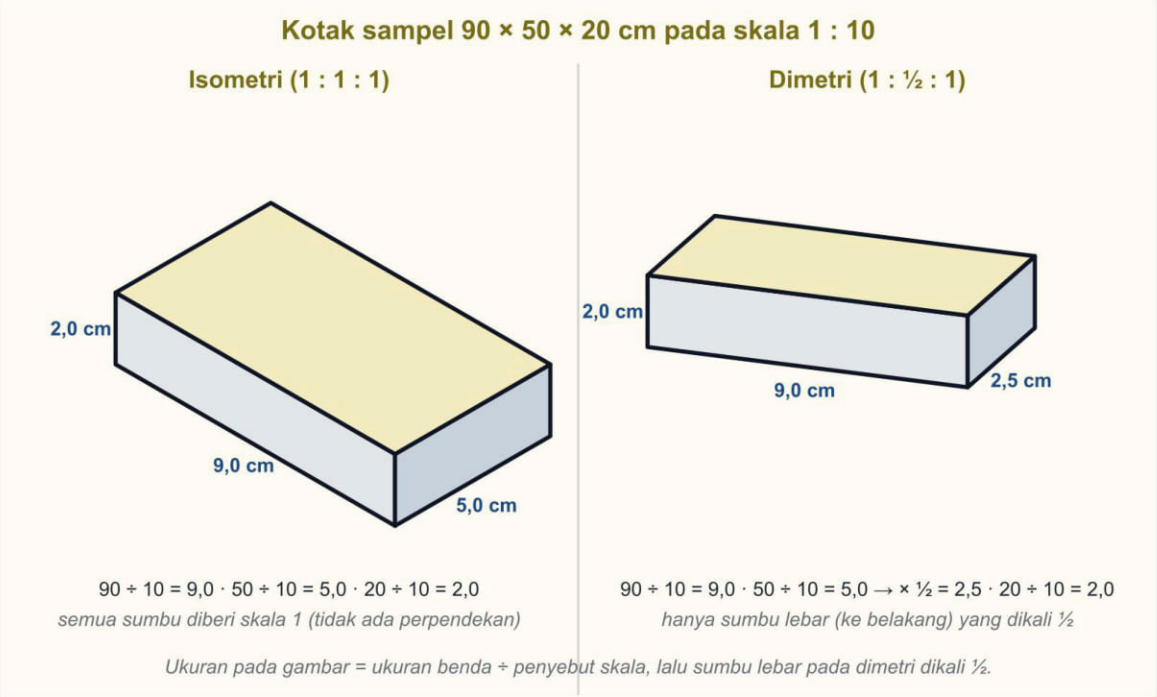
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Rumusnya hanya dua langkah:

> **panjang di gambar = ukuran benda ÷ penyebut skala × faktor sumbu**

- **Skala 1 : n** berarti satu satuan di gambar mewakili n satuan di benda. Jadi ukuran benda dibagi n.
- **Faktor sumbu** adalah 1 untuk semua sumbu isometri; 1, ½, 1 untuk panjang, lebar, tinggi pada dimetri.
- **Samakan satuan**: ukuran benda dalam cm dan hasil pada gambar dalam cm, atau ubah ke mm bila perlu.

Gambar 3.10 menghitung kotak sampel 90 × 50 × 20 cm pada skala 1 : 10.



Gambar 3.10 Kotak sampel 90 × 50 × 20 cm pada skala 1 : 10. Isometri: 9,0 × 5,0 × 2,0 cm. Dimetri: 9,0 × 2,5 × 2,0 cm (hanya sumbu lebar yang dikali ½). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Untuk **isometri**: panjang 90 ÷ 10 = 9,0 cm; lebar 50 ÷ 10 = 5,0 cm; tinggi 20 ÷ 10 = 2,0 cm. Untuk **dimetri**: panjang 9,0 cm; lebar 50 ÷ 10 = 5,0 lalu × ½ = 2,5 cm; tinggi 2,0 cm.

Hati-hati dengan **tempat desimal**. Bila skala 1 : 10 dibaca 1 : 100, hasilnya 0,9 cm dan 0,5 cm; kesalahan satu desimal itu membuat jawaban menjadi 10 kali lebih kecil. Cara memeriksanya: gambar sebuah kotak sepanjang 90 cm pada skala 1 : 10 pasti sekitar sebesar telapak tangan (9 cm), bukan sebesar kuku (0,9 cm).

6. Menggambar kotak dan batas ukuran

Langkah menggambar kotak, baik isometri maupun dimetri:

1. **Tarik tiga sumbu** dari satu titik: tegak, dan dua sumbu miring (30° dan 30° pada isometri; 7°10' dan 41°25' pada dimetri).
2. **Ukur panjang pada tiap sumbu** sesuai hasil hitungan: panjang, lebar (dikali ½ pada

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

dimetri), dan tinggi.

3. **Tarik garis sejajar sumbu** dari ujung tiap rusuk sampai membentuk tiga bidang yang terlihat: depan, samping, dan atas.
4. **Tebalkan garis tepi** dan hapus garis bantu.

Untuk menempatkan sebuah titik pada bidang atas, misalnya pusat lubang di tengah sisi atas, jangan mengukur mendatar atau tegak di kertas. Ukur **separuh panjang sepanjang rusuk panjang**, dan **separuh lebar sepanjang rusuk lebar**, lalu tarik garis sejajar sumbu dari kedua titik tengah itu; perpotongannya ialah pusat bidang.

Ada **batas ukuran** yang penting: **hanya garis yang sejajar dengan sumbu yang dapat diukur untuk mendapat ukuran benda**. Garis diagonal pada gambar piktorial tidak menunjukkan panjang sebenarnya, dan lingkaran pada bidang miring tampak sebagai **elips**, bukan lingkaran. Pada isometri, lingkaran pada bidang atas tampak sebagai elips dengan sumbu panjang kira-kira 1,22 kali diameter dan sumbu pendek 0,71 kali diameter.

7. Menempatkan satu titik dari koordinatnya

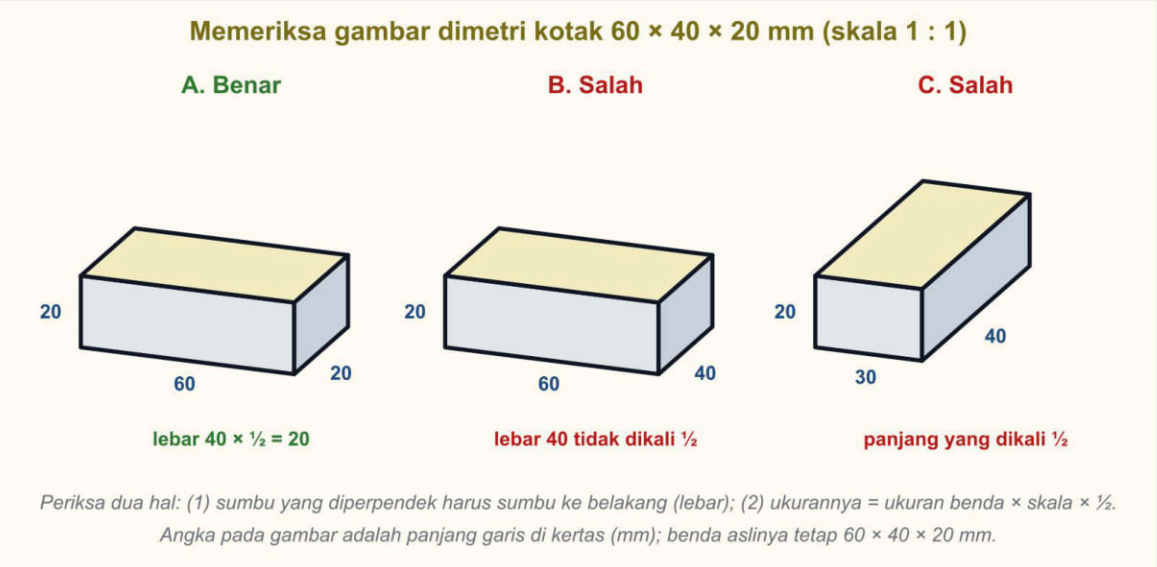
Semua gambar piktorial, serumit apa pun, dibangun dari satu kerja dasar: menempatkan titik. Sebuah titik pada benda ditentukan oleh tiga angka, yaitu jaraknya dari pojok acuan ke arah panjang, ke arah lebar, dan ke arah tinggi. Caranya berjalan seperti tiga langkah kaki: dari titik asal, **maju sepanjang sumbu panjang** sejauh angka pertama; dari situ **berbelok sejajar sumbu lebar** sejauh angka kedua (dikali ½ pada dimetri); lalu **naik sejajar sumbu tinggi** sejauh angka ketiga. Tempat kakimu berhenti adalah titik itu.

Misalnya titik pada benda berukuran 60 × 40 × 20 mm yang jauhnya 60 mm ke arah panjang, 40 mm ke arah lebar, dan 20 mm ke arah tinggi (pojok belakang-kanan-atas), pada skala 1 : 1. Pada **isometri**, tiga langkahnya 60, 40, 20 mm. Pada **dimetri**, tiga langkahnya 60, 40 × ½ = 20, dan 20 mm. Karena ketiga garisnya sejajar sumbu, jalan itu boleh ditempuh dalam urutan apa pun dan hasilnya tetap titik yang sama, dan itulah sebabnya setiap titik pojok kotak dapat ditemukan dengan cara yang sama. Bila titik itu berada di tengah sisi atas, angkanya tinggal dibagi dua: 30 dan 20 pada isometri, 30 dan 10 pada dimetri.

8. Memeriksa gambar yang salah

Dua pemeriksaan membuat kamu dapat mengenali gambar yang salah: (1) **apakah sumbu yang diperpendek adalah sumbu ke belakang?** (2) **apakah ukurannya sama dengan ukuran benda × skala × ½?** Gambar 3.11 membandingkan satu gambar yang benar dengan dua yang salah.

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



Gambar 3.11 Kotak 60 × 40 × 20 mm pada skala 1 : 1 dalam dimetri: A benar (lebar 40 × ½ = 20), B salah (lebar tidak dikali ½), C salah (sumbu panjang yang dikali ½). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Ringkasan bagian ini. Ortogonal: satu bidang per gambar, ukuran sebenarnya. Piktorial: tiga sisi sekaligus. Isometri: sumbu 30°, 30°, tegak, skala 1 : 1 : 1. Dimetri: sudut 7°10' dan 41°25', skala 1 : ½ : 1 (sumbu ke belakang setengah). Panjang di gambar = ukuran ÷ penyebut skala × faktor sumbu. Hanya garis sejajar sumbu yang dapat diukur.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Panjang garis tiap sumbu pada dimetri 1 : 1 : ½, skala 1 : 10

Pada Januari 2027, juru gambar PT Batu Hijau Utama (fiktif) akan menggambar kotak sampel berukuran panjang 90 cm, lebar (ke belakang) 50 cm, dan tinggi 20 cm dalam dimetri dengan skala 1 : 10. Hitung panjang garis tiap sumbu. *Kasus disusun untuk contoh; nama fiktif.*

1. **Panjang pada skala 1 : 10:** 90 ÷ 10 = 9,0 cm.
2. **Lebar pada skala 1 : 10:** 50 ÷ 10 = 5,0 cm; lalu **dikali ½** karena sumbu ke belakang diperpendek: 5,0 × ½ = 2,5 cm.
3. **Tinggi pada skala 1 : 10:** 20 ÷ 10 = 2,0 cm (tidak diperpendek).
4. **Periksa:** perbandingan 9,0 : 2,5 : 2,0 mengandung sumbu lebar yang setengah dari 5,0, sesuai 1 : ½ : 1.

Jawaban: sumbu panjang 9,0 cm, sumbu lebar 2,5 cm, sumbu tinggi 2,0 cm (Gambar 3.10, kanan). Kesalahan umum: 5,0 cm (lupa perpendekan), 0,25 cm (skala dibaca 1 : 100 lalu dikali ½), 1,0 cm (yang dikali ½ adalah tinggi, bukan lebar).

Contoh 2 — Panjang garis isometri skala 1 : 5

Pada Maret 2027, sebuah peti pengantar sampel berukuran panjang 75 cm, lebar 40 cm, dan tinggi 25 cm digambar dalam isometri dengan skala 1 : 5. Hitung panjang garis tiap sumbu, lalu bandingkan dengan dimetri bila peti yang sama digambar dimetri pada skala yang sama. *Kasus disusun untuk contoh.*

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

1. **Isometri, tiap sumbu faktor 1.** Panjang 75 ÷ 5 = 15,0 cm; lebar 40 ÷ 5 = 8,0 cm; tinggi 25 ÷ 5 = 5,0 cm.
2. **Tidak ada perpendekan** pada isometri, jadi ketiga angka itu langsung dipakai.
3. **Dimetri (pembanding).** Panjang 15,0 cm; lebar 8,0 × ½ = 4,0 cm; tinggi 5,0 cm.
4. **Perbandingan:** hanya sumbu lebar yang berbeda, 8,0 pada isometri dan 4,0 pada dimetri.

Jawaban: isometri 15,0 × 8,0 × 5,0 cm; dimetri 15,0 × 4,0 × 5,0 cm. Pemeriksaan: 15,0 × 5 = 75 cm, 8,0 × 5 = 40 cm, dan 5,0 × 5 = 25 cm, sesuai ukuran peti.

Contoh 3 — Memperbaiki gambar dimetri yang salah

Pada Juni 2027, seorang siswa menggambar kotak 60 × 40 × 20 mm dalam dimetri pada skala 1 : 1 dan mendapat tiga hasil pada Gambar 3.11. Gambar B memperlihatkan sumbu panjang 60, sumbu lebar 40, dan sumbu tinggi 20. Gambar C memperlihatkan sumbu panjang 30, sumbu lebar 40, dan sumbu tinggi 20. Tentukan yang benar dan jelaskan kesalahan lainnya. *Kasus disusun untuk contoh.*

1. **Hitung yang benar.** Skala 1 : 1 jadi ukuran tetap. Panjang 60 (penuh), lebar 40 × ½ = 20, tinggi 20 (penuh): **60 : 20 : 20**. Itu Gambar A.
2. **Gambar B:** sumbu lebar digambar 40, **tidak dikali ½**. Ini seperti memperlakukan dimetri sebagai isometri; gambar kotak tampak terlalu dalam.
3. **Gambar C:** yang dikali ½ adalah sumbu **panjang** (60 menjadi 30), padahal yang diperpendek harus sumbu ke belakang. **Sumbu yang diperpendek tertukar.**
4. **Perbaikan:** B: ubah sumbu lebar dari 40 menjadi 20. C: kembalikan sumbu panjang ke 60 dan ubah sumbu lebar dari 40 menjadi 20.

Jawaban: A yang benar (60 : 20 : 20); B salah karena lebar tidak dikali ½; C salah karena sumbu yang diperpendek tertukar. Periksa dengan dua pertanyaan: sumbu ke belakang yang setengah? 20 = 40 ÷ 2, ya untuk A saja.

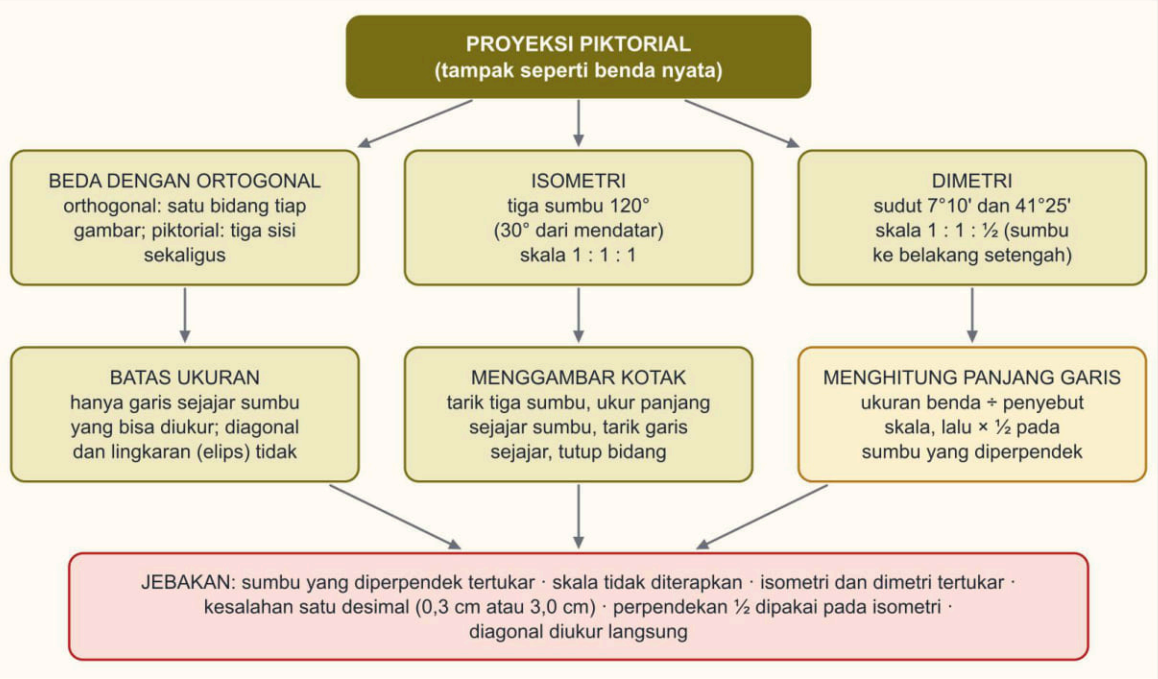
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Piktorial** memperlihatkan tiga sisi sekaligus; **ortogonal** satu bidang per gambar dengan ukuran sebenarnya.
- **Isometri:** sumbu tegak, 30° dan 30° dari garis mendatar (120° satu sama lain), skala 1 : 1 : 1; **tidak ada sumbu diperpendek**.
- **Dimetri:** sumbu tegak, 7°10' dan 41°25', skala panjang : lebar : tinggi = 1 : ½ : 1; **hanya sumbu ke belakang yang setengah**.
- **Proyeksi sebenarnya** memakai faktor 0,82 (isometri) dan 0,94 / 0,47 (dimetri); **cara menggambar** membulatkannya menjadi 1 dan 1 : ½ : 1.
- **Panjang di gambar = ukuran benda ÷ penyebut skala × faktor sumbu.**
- **Hanya garis sejajar sumbu yang dapat diukur;** diagonal tidak; lingkaran menjadi elips.

Gambar 3.12 merangkum hubungan antarbagian dan jebakannya.



Gambar 3.12 Peta konsep proyeksi piktorial: beda dengan ortogonal, isometri, dimetri, menghitung panjang, menggambar kotak, batas ukuran, dan jebakan. 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 gambar piktorial:

1. **Tentukan jenisnya**: isometri (semua sumbu penuh) atau dimetri (sumbu ke belakang setengah).
2. **Tulis tiga ukuran benda dan skala**, pastikan satuan sama.
3. **Hitung per sumbu**: ukuran ÷ penyebut skala, lalu × faktor sumbu.
4. **Cocokkan sumbu yang ditanya**: panjang, lebar, atau tinggi, dan apakah sumbu itu yang diperpendek.
5. **Periksa tempat desimal** dengan perkiraan kasar: apakah hasilnya masuk akal untuk benda sebesar itu?
6. **Pada soal pernyataan**, tolak yang memuat "isometri diperpendek", "diagonal dapat diukur", atau "lingkaran tetap lingkaran".

Jebakan khas:

- **Sumbu yang diperpendek tertukar** (tinggi atau panjang dikali ½ padahal yang benar lebar).
- **Skala tidak diterapkan**: ukuran benda langsung ditulis sebagai ukuran gambar.
- **Isometri dan dimetri tertukar**: perpendekan ½ dipakai pada isometri.
- **Kesalahan satu desimal**: 0,3 cm atau 3,0 cm, 1 : 10 dibaca 1 : 100.
- **Yang dihitung ukuran lain**: tinggi padahal ditanya lebar.
- **Garis diagonal diukur langsung** untuk mendapat ukuran benda.
- **Titik pada bidang atas diukur mendatar dan tegak di kertas**, bukan sejajar sumbu.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menyajikan kotak inti bor berukuran tertentu yang digambar dalam dimetri dengan skala 1 : 10 dan meminta panjang garis pada sumbu tertentu. Pakailah rumus dan enam langkah pada bagian Strategi. Hitung tiap langkah secara terpisah, lalu periksa pilihan mana yang muncul bila satu langkah terlewat atau sumbu tertukar.

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

►. Juru gambar di PT Geo Inti (2027) menggambar kotak inti bor berukuran panjang 120 cm, lebar (ke belakang) 60 cm, dan tinggi 15 cm dalam proyeksi dimetri dengan skala 1 : 10. Pada cara dimetri yang dipakai perusahaan, sumbu panjang dan tinggi digambar dengan ukuran penuh, sedangkan sumbu ke belakang (kedalaman) digambar setengah ukurannya (perbandingan 1 : 1 : ½).
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Panjang garis lebar kotak (sumbu ke belakang) pada gambar adalah ....

A. 0,3 cm
B. 0,6 cm
C. 1,5 cm
D. 3,0 cm
E. 6,0 cm

Pembahasan **Kunci: D**

Konsep: Ukuran pada gambar = ukuran benda × skala. Pada dimetri 1 : 1 : ½, sumbu kedalaman diperpendek setengah setelah diskalakan.

Langkah:
1. Lebar benda 60 cm, skala 1 : 10 → 60 ÷ 10 = 6,0 cm.
2. Sumbu kedalaman ½ → 6,0 × ½ = 3,0 cm.

Analisis setiap opsi:
- **A.** ✗ Jebakan: skala dibaca 1 : 100 lalu masih dibagi dua (60 ÷ 100 × ½).
- **B.** ✗ Jebakan: skala dibaca 1 : 100 tanpa perpendekan (60 ÷ 100).
- **C.** ✗ Jebakan: yang dihitung tinggi kotak (15 cm ÷ 10), padahal yang ditanya lebar ke belakang.
- **D.** ✓ Lebar 60 cm → 6,0 cm pada skala 1 : 10, lalu diperpendek setengah menjadi 3,0 cm.
- **E.** ✗ Jebakan: lupa perpendekan setengah pada sumbu kedalaman, seperti pada isometri.

Jawaban: D.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk setiap soal, tentukan dulu jenis gambarnya, lalu hitung per sumbu.

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

1. Siswa SMK Tambang Mandiri (2027) menggambar kotak sampel berukuran panjang 100 cm, lebar 30 cm, dan tinggi 10 cm dalam proyeksi isometri dengan skala 1 : 10. Di sisi depan kotak terdapat lubang pegangan berbentuk lingkaran. Guru meminta teman sekelasnya memeriksa gambar itu.

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

Pernyataan yang tepat tentang gambar isometri tersebut adalah ....

(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Garis panjang kotak digambar 10 cm pada sumbu yang membentuk sudut 30° terhadap garis mendatar.

☐ B. Garis lebar kotak digambar 1,5 cm karena sumbu ke belakang pada isometri diperpendek setengah.

☐ C. Diagonal tutup kotak dapat diukur langsung pada gambar untuk mengetahui panjang diagonal sebenarnya.

☐ D. Garis tinggi kotak digambar tegak sepanjang 1 cm.

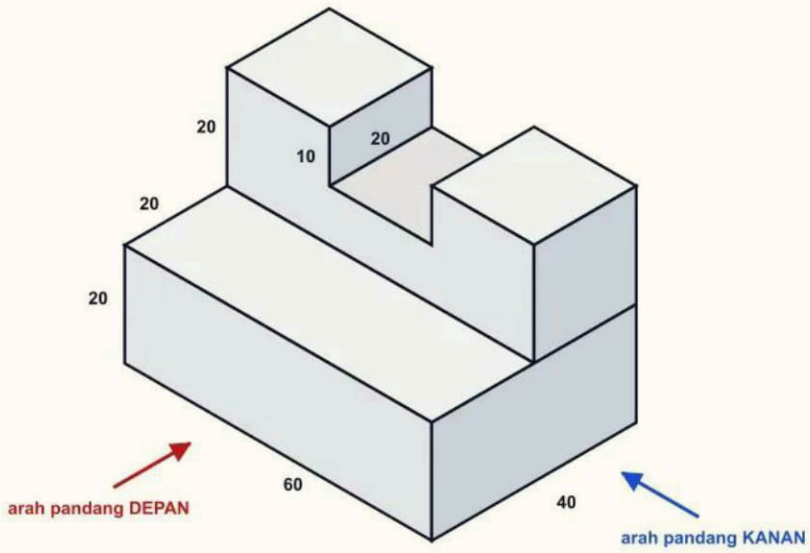
☐ E. Lubang pegangan di sisi depan digambar sebagai lingkaran sempurna dengan diameter yang diskalakan.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

2. Bengkel tambang PT Sinar Bara (2027) akan membuat ganjal penahan roda dari balok baja. Juru gambar memberikan gambar isometri benda beserta ukurannya, termasuk coakan di bagian tengah atasnya. Operator mesin diminta menggambar tampak samping kanan benda sebelum memotong.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tampak samping kanan yang benar adalah ....

Gambar isometri ganjal penahan roda (ukuran dalam mm)



A. Bentuk L, bagian tinggi di belakang, tanpa garis tambahan apa pun
B. Bentuk L, bagian tinggi di depan, garis putus-putus pada tinggi 30
C. Persegi 40 × 40 dengan garis putus-putus mendatar pada tinggi 30
D. Bentuk L, bagian tinggi di belakang, garis putus-putus pada tinggi 30
E. Bentuk L, bagian tinggi di belakang, garis tebal mendatar pada tinggi 30

Kunci singkat: 1. A, D 2. D

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

✔ PERIKSA DIRI

- Seorang teman menggambar kotak 80 × 40 × 20 cm dalam isometri skala 1 : 10 dan menulis sumbu lebar 2,0 cm karena "lebar harus setengah". Apa yang salah dan berapa ukuran yang benar?
- Mengapa panjang garis diagonal pada gambar isometri tidak boleh diukur untuk mengetahui panjang diagonal sebenarnya benda?
- **Yang harus kuingat:** isometri 1 : 1 : 1, tidak ada sumbu yang diperpendek; dimetri 1 : ½ : 1, hanya sumbu ke belakang yang setengah; panjang di gambar = ukuran ÷ penyebut skala × faktor sumbu; hanya garis sejajar sumbu yang dapat diukur.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 3.2: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktgp&node=SMKTGP-3.2

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Sub bab 3.3 · Skala peta numerik dan grafis

SMKTGP-3.3

◎ APA YANG DIUJI

Subtopik Peta Topik NLS **TKA-SMKTGP-03-03** menguji kemampuanmu memakai skala untuk berpindah antara jarak di peta dan jarak di lapangan. Inilah salah satu sub bab paling berhitung di Bab 3. Soal menyajikan satu pekerjaan di tambang atau di lapangan pemetaan, misalnya berjalan dari pos jaga ke singkapan, mengukur jarak dua titik bor pada peta yang difotokopi, menghitung luas blok penambangan dari ukuran di peta, atau memilih skala yang cocok untuk peta rencana pemboran. Kamu juga akan menemukan soal yang meminta panjang ruas batang skala, atau menghitung panjang rute pada peta berkisi dengan skala grafis.

Hitungannya hanya perkalian, pembagian, dan perubahan satuan. Kesulitannya ada pada ketelitian: pengecoh soal hampir selalu hasil dari satu langkah yang keliru, seperti satuan cm yang tidak diubah ke km, tulisan skala numerik dipakai pada peta yang sudah difotokopi, atau 0,8 jam dibaca sebagai 80 menit.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan arti skala 1 : n dan membedakan skala numerik dengan skala grafis;
- mengubah jarak di peta menjadi jarak sebenarnya, dan sebaliknya, dengan satuan yang benar;
- menghitung luas sebenarnya dari ukuran di peta;
- menjelaskan mengapa pada peta yang difotokopi atau diperbesar, skala numerik tidak lagi berlaku sedangkan skala grafis ikut berubah;
- membandingkan skala besar dengan skala kecil dan memilih skala yang sesuai kebutuhan;
- menghitung waktu tempuh dari jarak yang dibaca pada peta.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Seorang geolog yang bekerja di lapangan hampir selalu membawa peta. Peta itu hanya selembar kertas, tetapi isinya adalah daerah yang luasnya ratusan hektare. Supaya daerah sebesar itu muat di kertas, semua jarak harus diperkecil dengan perbandingan yang sama. Perbandingan itulah yang disebut **skala**. Bagian ini menjelaskan skala dari dasar: apa artinya, bagaimana menuliskannya, bagaimana memakainya untuk jarak, luas, dan waktu, dan apa yang terjadi bila peta difotokopi.

1. Mengapa peta membutuhkan skala

Bayangkan kamu menggambar halaman sekolahmu di buku tulis. Panjang lapangan 60 m

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

tidak mungkin kamu gambar sepanjang 60 m. Kamu menggambarnya, misalnya, sepanjang 6 cm. Berarti setiap 1 cm di buku mewakili 10 m di halaman. Selama semua bagian gambar diperkecil dengan perbandingan yang sama, bentuk halaman di gambar mirip dengan bentuk aslinya, dan kamu bisa mengukur jarak di gambar lalu menghitung jarak aslinya.

Skala peta adalah perbandingan antara jarak di peta dengan jarak sebenarnya di lapangan, yang diukur pada garis datar. Tanpa skala, peta hanya gambar tentang letak benda: kamu tahu sungai ada di sebelah pos jaga, tetapi tidak tahu apakah jaraknya 50 m atau 5 km. Dengan skala, peta menjadi alat ukur. Peta tambang dengan skala yang jelas dipakai untuk merencanakan jalan angkut, memperkirakan luas pembukaan lahan, menentukan jarak antar-titik bor, dan memperkirakan lama perjalanan tim lapangan.

Di Indonesia, Badan Informasi Geospasial (BIG) menerbitkan peta dasar nasional bernama Peta Rupabumi Indonesia. Standar ketelitiannya disusun untuk deret skala dari 1 : 1.000.000 sampai 1 : 1.000, dan yang paling sering kamu temui di dunia pertambangan adalah skala 1 : 25.000, 1 : 50.000, dan 1 : 250.000. Peta kerja yang dibuat perusahaan atau surveyor biasanya berskala lebih besar, misalnya 1 : 5.000 atau 1 : 1.000, karena yang digambar hanya satu tambang atau satu blok.

2. Skala numerik: arti 1 : n

Skala numerik ditulis sebagai angka perbandingan, misalnya **1 : 25.000**. Angka pertama (1) adalah jarak di peta, angka kedua (n, disebut **penyebut skala**) adalah jarak sebenarnya, dan **keduanya harus dalam satuan yang sama**. Jadi 1 : 25.000 berarti: 1 cm di peta mewakili 25.000 cm di lapangan. Satuan sentimeter itu bisa diganti satuan lain asal sama di kedua sisi: 1 mm di peta mewakili 25.000 mm, atau 1 inci di peta mewakili 25.000 inci.

Karena kita jarang bekerja dengan "25.000 cm", angka itu diubah ke satuan yang lebih akrab. Ingat bahwa 1 m = 100 cm dan 1 km = 1.000 m = 100.000 cm. Maka 25.000 cm = 250 m. Kalimat yang paling berguna untuk dihafalkan dari skala 1 : 25.000 adalah **"1 cm di peta mewakili 250 m di lapangan"**. Untuk setiap skala, cukup bagi penyebutnya dengan 100 untuk mendapat jarak lapangan (dalam meter) bagi 1 cm di peta.

Gambar 3.13 memperlihatkan peta lokasi pemetaan fiktif berskala 1 : 25.000. Jarak pos jaga ke singkapan batugamping pada peta (pada ukuran cetak asli) adalah 7,2 cm. Di bawah peta ada skala numerik dan skala grafis; keduanya menyatakan hal yang sama dengan cara berbeda.

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



Gambar 3.13 Peta pemetaan fiktif berskala 1 : 25.000 dengan batang skala 0–500–1.000 m. Jarak pos jaga ke singkapan batugamping 7,2 cm pada ukuran cetak asli. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Satu hal yang sering membingungkan: **skala besar dan skala kecil.** Skala 1 : 1.000 disebut skala besar, sedangkan 1 : 250.000 disebut skala kecil, padahal angka 250.000 "lebih besar". Pikirkanlah sebagai pecahan: 1/1.000 lebih besar daripada 1/250.000. Pada skala besar, bagian bumi yang digambar kecil tetapi detailnya banyak. Bagian 7 membahasnya.

3. Skala grafis: batang skala

Skala grafis (batang skala) adalah garis atau batang yang diberi ruas-ruas dan angka jarak sebenarnya, seperti yang tampak pada bagian bawah Gambar 3.13. Batang itu digambar dengan panjang yang tepat sehingga setiap ruasnya mewakili jarak tertentu. Pada peta 1 : 25.000 tadi, satu ruas sepanjang 2 cm mewakili 500 m, dan seluruh batang sepanjang 4 cm mewakili 1 km.

Cara memakainya mudah. Ambil selembar kertas atau seutas benang, tempelkan pada dua titik di peta, tandai panjangnya, lalu letakkan pada batang skala. Angka yang sejajar dengan tanda itu adalah jarak sebenarnya. Kamu tidak perlu mengalikan atau mengubah satuan. Untuk jarak yang lebih panjang dari satu batang, ulangi pengukuran lalu jumlahkan.

Kelebihan terbesar skala grafis adalah **ia ikut membesar atau mengecil bersama peta.** Bila peta difotokopi 200 %, batang skalanya ikut menjadi dua kali lebih panjang, sehingga pembacaan jarak tetap benar. Skala numerik tidak punya sifat ini: tulisan "1 : 25.000" tetap tercetak sama, padahal artinya sudah tidak berlaku lagi. Karena itu, peta tambang yang sering difotokopi, dipindai, atau dicetak ulang wajib memiliki skala grafis. Inilah alasan utama Gambar 3.13 tidak boleh dibaca dengan penggaris: gambar di buku ini sudah

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

diperkecil saat dicetak, dan hanya batang skalanya yang masih tepat.

4. Dari peta ke lapangan dan sebaliknya

Ada tiga pekerjaan yang paling sering kamu lakukan dengan skala numerik. Ketiganya diringkas pada Gambar 3.14.



Gambar 3.14 Dari peta ke lapangan (dikali n), dari lapangan ke peta (dibagi n), dan mencari skala (jarak sebenarnya dibagi jarak peta). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Pekerjaan A, dari peta ke lapangan. Jarak sebenarnya = jarak di peta × n. Jarak peta 7,2 cm pada skala 1 : 25.000 berarti 7,2 × 25.000 = 180.000 cm di lapangan. Setelah itu ubah satuannya: 180.000 cm ÷ 100 = 1.800 m, atau ÷ 100.000 = 1,8 km.

Pekerjaan B, dari lapangan ke peta. Jarak di peta = jarak sebenarnya ÷ n. Untuk menggambar jalan sepanjang 2,1 km pada peta 1 : 25.000, ubah dulu ke cm: 2,1 km = 210.000 cm. Lalu bagi: 210.000 ÷ 25.000 = 8,4 cm.

Pekerjaan C, mencari skala. Kadang peta tidak mencantumkan skala, tetapi kamu tahu dua titik di peta dan jarak sebenarnya antar-keduanya. Maka n = jarak sebenarnya ÷ jarak di peta, dengan satuan yang sama. Dua titik yang terpisah 4 cm di peta dan diketahui berjarak 2 km di lapangan berarti n = 200.000 cm ÷ 4 cm = 50.000, yaitu skala 1 : 50.000.

Perhatikan bahwa ketiganya memakai rumus yang sama; hanya yang dicari berbeda. Cara mengingatnya: yang di lapangan selalu lebih besar daripada yang di peta, sehingga dari peta ke lapangan kamu **mengalikan**, dan dari lapangan ke peta kamu **membagi**. Bila hasilmu menunjukkan jarak lapangan yang lebih kecil daripada jarak di peta, kamu terbalik.

Satu hal lagi: jarak yang dibaca pada peta adalah **jarak datar**, seolah-olah dilihat dari atas. Jalan yang naik turun atau berkelok-kelok lebih panjang daripada garis lurus pada peta. Untuk lintasan berkelok, ukurlah dengan benang yang mengikuti kelokan, bukan dengan penggaris lurus, lalu letakkan benang itu pada batang skala atau pada penggaris untuk

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

dikalikan n.

5. Satuan dan tabel konversi

Kesalahan hitung paling umum pada soal skala adalah kesalahan satuan. Kamu mengukur dengan penggaris dalam cm atau mm, tetapi jawabannya diminta dalam m atau km. Pegang tiga hubungan ini:

- 1 m = 100 cm; 1 cm = 10 mm;
- 1 km = 1.000 m = 100.000 cm;
- 1 ha (hektare) = 10.000 m^2.

Gambar 3.15 menyajikan tabel konversi untuk skala yang paling lazim dipakai. Tabel itu dihitung dengan skrip: jarak 1 cm di peta, panjang 1 km di peta, dan luas 1 cm^2 di peta. Dari tabel kamu bisa memeriksa hasil hitunganmu dengan cepat. Misalnya, pada skala 1 : 10.000, 1 cm di peta mewakili 100 m, dan 1 km di lapangan hanya 10 cm di peta.

Tabel konversi skala (dihitung dengan skrip)

Skala numerik	1 cm di peta mewakili	1 km di lapangan menjadi	1 cm² di peta mewakili
1 : 1.000	10 m	100 cm	100 m²
1 : 2.500	25 m	40 cm	625 m²
1 : 5.000	50 m	20 cm	2.500 m²
1 : 10.000	100 m	10 cm	1 ha (tepat 1 hektare)
1 : 25.000	250 m	4 cm	6,25 ha
1 : 50.000	500 m	2 cm	25 ha
1 : 100.000	1 km	1 cm	100 ha
1 : 250.000	2,5 km	0,4 cm	625 ha

skala makin kecil

Skala besar = penyebut kecil (1 : 1.000); skala kecil = penyebut besar (1 : 250.000).

Gambar 3.15 Jarak 1 cm, panjang 1 km, dan luas 1 cm^2 untuk delapan skala yang lazim. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Cara cepat mengubah: **penyebut skala dibagi 100 = meter untuk 1 cm di peta.** Untuk 1 : 50.000, 50.000 ÷ 100 = 500 m per cm. Untuk 1 : 5.000, 5.000 ÷ 100 = 50 m per cm. Jarak 7 cm pada skala 1 : 5.000 adalah 7 × 50 = 350 m. Cara ini menghindari deretan nol yang mudah salah hitung.

6. Skala dan luas

Skala menghubungkan **panjang** dengan panjang. Bila yang ditanya luas, panjang dan lebar masing-masing dikalikan n, sehingga luas dikalikan $\mathbf{n^2}$. Ada dua cara menghitungnya yang menghasilkan jawaban sama.

Cara 1, ubah dulu ukurannya. Ubah panjang dan lebar di peta menjadi ukuran sebenarnya, lalu kalikan. Persegi panjang 3 cm × 2 cm pada skala 1 : 10.000 berukuran 300 m × 200 m, sehingga luasnya 60.000 m^2 = 6 ha.

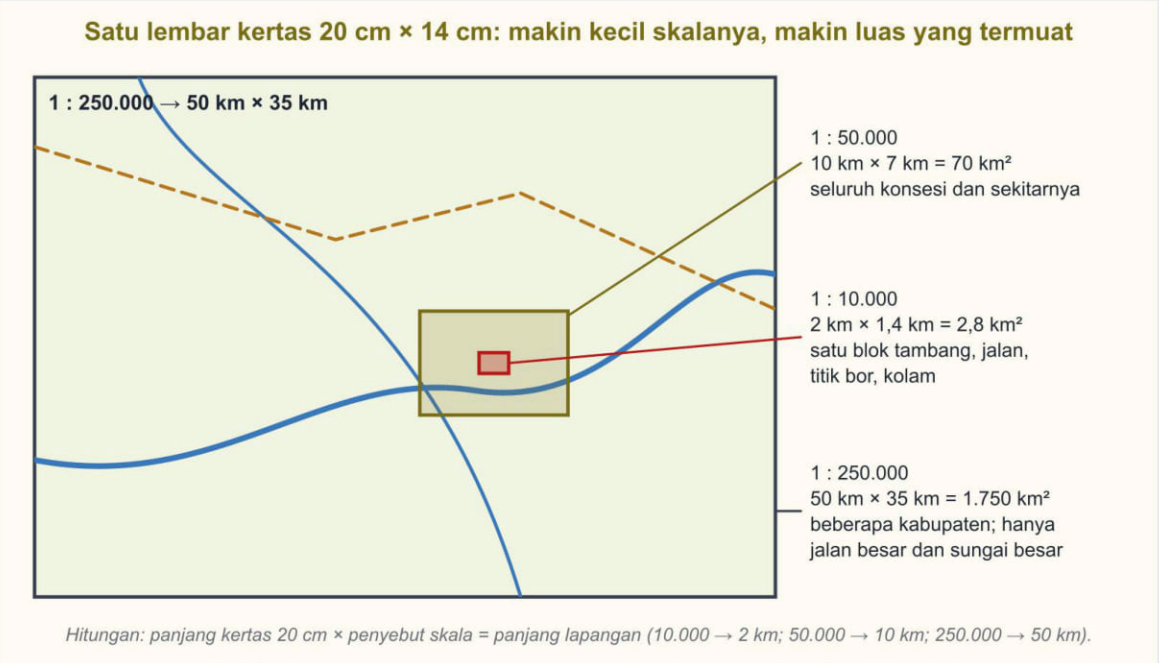
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Cara 2, ubah luasnya. Hitung luas di peta dalam cm^2, lalu kalikan dengan luas yang diwakili 1 cm^2 (kolom ketiga Gambar 3.15). Luas di peta 3 × 2 = 6 cm^2. Pada skala 1 : 10.000, 1 cm^2 mewakili 100 m × 100 m = 10.000 m^2 = 1 ha, jadi 6 cm^2 mewakili 6 ha. Hasilnya sama.

Pada skala 1 : 10.000, 1 cm^2 di peta tepat mewakili **1 hektare**. Fakta ini berguna untuk memeriksa hitungan luas lahan. Kesalahan khas pada soal luas adalah mengalikan luas peta hanya dengan n, bukan n^2. Akibatnya jawaban kecil sekali, 10.000 kali lebih kecil daripada seharusnya pada skala 1 : 10.000 (karena n = 10.000 dan n^2 = 100.000.000).

7. Skala besar dan skala kecil

Misalkan satu lembar kertas berukuran 20 cm × 14 cm dipakai untuk menggambar daerah yang sama, tetapi dengan skala berbeda. Gambar 3.16 menunjukkan apa yang terjadi. Pada skala 1 : 10.000, kertas itu memuat daerah 2 km × 1,4 km (2,8 km^2). Pada skala 1 : 50.000, kertas yang sama memuat 10 km × 7 km (70 km^2). Pada skala 1 : 250.000, kertas memuat 50 km × 35 km (1.750 km^2).



Gambar 3.16 Satu lembar kertas 20 cm × 14 cm memuat daerah yang makin luas bila skalanya makin kecil. Kotak merah dan hijau zaitun adalah cakupan pada skala 1 : 10.000 dan 1 : 50.000 di dalam cakupan 1 : 250.000. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Makin kecil skalanya (penyebut makin besar), makin luas daerah yang termuat, tetapi makin sedikit detailnya. Pada skala 1 : 250.000, jalan tambang selebar 10 m hanya selebar 0,04 mm di peta: jalan itu tidak mungkin digambar sesuai lebar sebenarnya, dan hanya jalan besar dan sungai besar yang ditampilkan. Pada skala 1 : 5.000, jalan yang sama selebar 2 mm dan bisa digambar jelas bersama titik bor dan kolam pengendap.

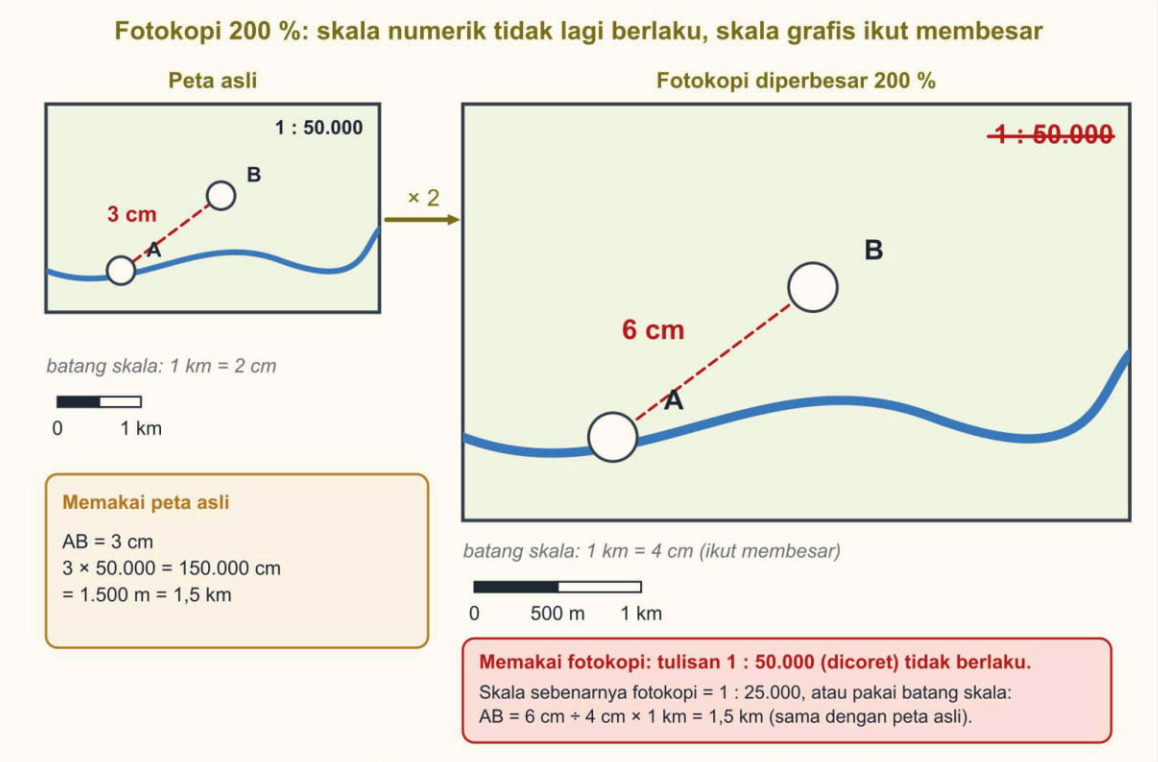
Karena itu, **memilih skala adalah mengambil keputusan** berdasarkan dua syarat yang saling berlawanan: detail terkecil yang ingin terlihat (menuntut skala besar) dan luas daerah yang harus muat di kertas (menuntut skala kecil). Peta lokasi bor memerlukan skala besar. Peta geologi regional satu pulau memerlukan skala kecil. Peta rencana kerja satu blok

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

tambang berada di antaranya. Contoh 5 menunjukkan cara menghitung skala yang memenuhi kedua syarat.

8. Fotokopi, pembesaran, dan pengecilan peta

Peta kerja sering difotokopi, diperbesar agar terbaca di lapangan, atau diperkecil agar muat di buku catatan. Di sinilah skala numerik menjebak banyak orang. Perhatikan Gambar 3.17.



Gambar 3.17 Peta 1 : 50.000 diperbesar 200 %. Jarak AB menjadi 6 cm dari semula 3 cm, tulisan 1 : 50.000 tidak lagi berlaku, tetapi batang skala ikut membesar sehingga AB tetap 1,5 km. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Pembesaran 200 % membuat setiap jarak pada fotokopi menjadi **dua kali** jarak pada peta asli. Pada peta asli, A dan B berjarak 3 cm; pada fotokopi 6 cm. Namun jarak sebenarnya tetap sama, sebab di lapangan tidak ada yang berubah. Tulisan "1 : 50.000" ikut tercetak pada fotokopi, tetapi sudah salah: 6 cm pada fotokopi bukan 6 × 50.000 cm. Batang skala, sebaliknya, ikut menjadi dua kali lebih panjang (1 km yang tadinya 2 cm menjadi 4 cm), sehingga AB pada fotokopi = 6 cm ÷ 4 cm × 1 km = 1,5 km, sama dengan hasil dari peta asli.

Ada dua cara yang benar, dan keduanya menghasilkan jawaban sama:

1. **Pakai skala grafis** pada fotokopi itu sendiri.
2. **Kembalikan ke ukuran asli:** bagi jarak di fotokopi dengan faktor pembesarannya (200 % = 2; 150 % = 1,5; 50 % = 0,5), lalu kalikan dengan penyebut skala asli. Atau hitung skala efektif: pembesaran f kali mengubah skala 1 : n menjadi 1 : (n ÷ f). Pembesaran 200 % pada 1 : 50.000 menjadi 1 : 25.000.

Pada pengecilan, logikanya sama. Fotokopi 70 % membuat jarak di fotokopi 0,7 kali jarak aslinya, dan skala efektif menjadi 1 : (n ÷ 0,7), yaitu lebih kecil. Kesalahan khas: menganggap fotokopi tidak mengubah skala, atau mengalikan jarak sebenarnya dengan faktor fotokopi

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

(padahal jarak di lapangan tidak berubah).

9. Waktu tempuh dari jarak di peta

Tim lapangan perlu tahu berapa lama perjalanan ke lokasi agar bisa menyusun jadwal dan pulang sebelum gelap atau hujan. Langkahnya: (1) ubah jarak peta menjadi jarak sebenarnya dalam km; (2) bagi dengan kecepatan jalan dalam km per jam; (3) ubah jam menjadi menit bila perlu.

Waktu = jarak ÷ kecepatan. Bila hasilnya berbentuk pecahan jam, kalikan desimalnya dengan 60: 0,8 jam = 0,8 × 60 = 48 menit, bukan 80 menit. Kecepatan jalan orang dewasa di jalan datar kira-kira 3 sampai 5 km per jam, lebih lambat pada medan terjal, licin, atau saat membawa peralatan berat. Dalam soal, kecepatan selalu diberikan; di lapangan, pakai kecepatan tim yang sudah teruji.

Dua hal perlu diingat. Pertama, jarak garis lurus pada peta selalu lebih pendek daripada jalan yang sebenarnya kamu tempuh, sehingga waktu tempuh hasil hitungan adalah perkiraan paling cepat; tambahkan cadangan waktu. Kedua, perhatikan apakah yang ditanya waktu berangkat, waktu pulang, atau pulang-pergi.

10. Ketelitian pada peta

Ukuran di peta tidak pernah persis. Ketebalan garis pada peta dan ketelitian membaca penggaris membuat kita sulit menentukan jarak lebih tepat dari sekitar 0,5 mm di peta. Pada skala 1 : 25.000, 0,5 mm di peta setara dengan 12,5 m di lapangan; pada skala 1 : 5.000, 2,5 m. Karena itu, makin kecil skala peta, makin kasar jarak yang bisa dibaca.

Standar ketelitian Peta Rupabumi Indonesia yang ditetapkan BIG juga mengaitkan ketelitian posisi dengan skala. Untuk kelas ketelitian tertinggi (kelas 1), kesalahan posisi mendatar dibatasi 0,2 mm di peta dikali penyebut skala. Pada skala 1 : 25.000 itu berarti 5 m, dan pada 1 : 10.000 berarti 2 m. Jadi hasil pengukuran dari peta sebaiknya dilaporkan dengan pembulatan yang wajar: jarak 1.783,4 m dari peta 1 : 25.000 cukup ditulis "sekitar 1,8 km". Menulis hasil dengan angka desimal berderet tidak membuatnya lebih teliti.

Ringkasan bagian ini. Skala adalah perbandingan jarak peta dan jarak lapangan; 1 : n berarti 1 cm di peta mewakili n cm di lapangan. Dari peta ke lapangan, kalikan n; dari lapangan ke peta, bagi n. Ubah satuan dengan hati-hati (1 km = 100.000 cm). Luas dikalikan n^2. Skala grafis ikut membesar atau mengecil saat peta difotokopi, sedangkan tulisan skala numerik tidak lagi berlaku. Skala besar rinci dan sempit; skala kecil luas dan kasar. Waktu = jarak ÷ kecepatan, dan 1 jam = 60 menit.

▣ CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Jarak ke lapangan, jarak ke peta, dan mencari skala

Tim pemetaan sebuah perusahaan batugamping di Kabupaten Tuban pada Maret 2027 memakai peta berskala 1 : 25.000. (a) Jarak lintasan dari kemah ke sungai pada peta 7,2 cm. Berapa km jarak sebenarnya? (b) Lintasan sepanjang 2,1 km akan digambar pada peta yang sama. Berapa

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

cm panjangnya di peta? (c) Pada peta lain tanpa skala, dua titik terpisah 4 cm dan diketahui berjarak 2 km. Berapa skalanya? *Kasus disusun untuk contoh; tempat dan tokoh fiktif.*

1. (a) Jarak sebenarnya = jarak peta × n = 7,2 cm × 25.000 = 180.000 cm. Karena 1 km = 100.000 cm, jaraknya 180.000 ÷ 100.000 = **1,8 km**. Periksa: pada skala ini 1 cm = 250 m (Gambar 3.15), dan 7,2 × 250 = 1.800 m = 1,8 km. Cocok.
2. (b) Jarak di peta = jarak sebenarnya ÷ n. Ubah dulu ke cm: 2,1 km = 2,1 × 100.000 = 210.000 cm. Maka 210.000 ÷ 25.000 = **8,4 cm**. Periksa: 8,4 × 250 m = 2.100 m. Cocok.
3. (c) n = jarak sebenarnya ÷ jarak di peta, dalam cm: 2 km = 200.000 cm; 200.000 ÷ 4 = 50.000. Skalanya **1 : 50.000**. Periksa: 4 cm × 500 m per cm = 2.000 m = 2 km. Cocok.

Contoh 2 — Luas dari ukuran di peta

Pada Juni 2027, rencana pembukaan lahan pada peta berskala 1 : 2.500 berbentuk persegi panjang 6 cm × 3,5 cm. Berapa luas lahan itu dalam m^2 dan dalam hektare? *Kasus disusun untuk contoh; tempat fiktif.*

1. Ukuran sebenarnya: pada 1 : 2.500, 1 cm mewakili 2.500 ÷ 100 = 25 m. Panjang 6 × 25 = 150 m; lebar 3,5 × 25 = 87,5 m.
2. Luas = 150 × 87,5 = 13.125 m^2.
3. Dalam hektare: 13.125 ÷ 10.000 = 1,3125 ha, kira-kira **1,31 ha**.
4. Periksa dengan cara 2: luas di peta 6 × 3,5 = 21 cm^2. Satu cm^2 pada 1 : 2.500 mewakili 25 × 25 = 625 m^2 (Gambar 3.15). Maka 21 × 625 = 13.125 m^2. Cocok.

Jawaban: **13.125 m^2 atau sekitar 1,31 ha.** Kesalahan umum: 21 cm^2 × 2.500 = 52.500 (hanya dikali n, bukan n^2), yang jauh meleset.

Contoh 3 — Fotokopi 150 % dan fotokopi 70 %

Peta tambang berskala 1 : 25.000 difotokopi dengan pembesaran 150 %. Pada fotokopi, jarak dua titik bor 6 cm. Berapa jarak sebenarnya? Pada peta lain berskala 1 : 50.000, fotokopi 70 % memberi jarak 3,5 cm antara dua titik. Berapa jarak sebenarnya? *Kasus disusun untuk contoh; tempat fiktif.*

1. Fotokopi 150 % berarti faktor f = 1,5. Jarak pada peta asli = 6 cm ÷ 1,5 = 4 cm.
2. Jarak sebenarnya = 4 × 25.000 = 100.000 cm = **1 km**.
3. Periksa dengan skala efektif: 25.000 ÷ 1,5 ≈ 16.667, jadi skala fotokopi sekitar 1 : 16.667. Maka 6 × 16.667 ≈ 100.000 cm. Cocok. Dengan skala grafis, batang 1 km pada fotokopi panjangnya 4 × 1,5 = 6 cm, dan jarak titik bor 6 cm berarti 1 km.
4. Fotokopi 70 % berarti f = 0,7. Jarak pada peta asli = 3,5 ÷ 0,7 = 5 cm. Jarak sebenarnya = 5 × 50.000 = 250.000 cm = **2,5 km**.

Perhatikan: pada fotokopi yang diperbesar, jarak di kertas lebih besar daripada di peta asli, tetapi jarak sebenarnya sama. Bila kamu memakai tulisan 1 : 25.000 begitu saja, hasilnya 6 × 25.000 = 150.000 cm = 1,5 km, **salah** 0,5 km.

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

Contoh 4 — Waktu tempuh dan memilih jam berangkat

Pada Agustus 2027, tim pemetaan PT Batu Kencana (fiktif) akan berjalan dari pos jaga ke singkapan dan kembali. Lintasan diukur dengan benang pada peta 1 : 25.000 sepanjang 10,4 cm. Tim berjalan 3 km per jam, dan pengamatan di singkapan memakan 1,5 jam. Hujan sore diperkirakan mulai pukul 14.00, dan tim ingin tiba kembali di pos paling lambat 15 menit sebelum itu. Pukul berapa tim paling lambat berangkat? *Kasus disusun untuk contoh; tempat dan perusahaan fiktif.*

1. Jarak sebenarnya (satu arah) = 10,4 × 25.000 = 260.000 cm = 2,6 km.
2. Waktu satu arah = 2,6 ÷ 3 = 0,8667 jam = 0,8667 × 60 = 52 menit.
3. Waktu total = berangkat + pengamatan + pulang = 52 + 90 + 52 = 194 menit = 3 jam 14 menit.
4. Batas tiba di pos = 14.00 − 0.15 = 13.45.
5. Berangkat paling lambat = 13.45 − 3 jam 14 menit = **10.31**.

Jawaban: berangkat paling lambat pukul 10.31; sebaiknya pukul **10.30** atau lebih awal. Bila berangkat 10.30, tim tiba kembali pukul 10.30 + 3 jam 14 menit = 13.44. Karena garis pada peta lebih pendek daripada jalan sebenarnya, pilih berangkat lebih awal lagi, mis. pukul 10.00.

Contoh 5 — Memilih skala untuk peta lokasi bor

Tim eksplorasi PT Bijih Nusantara (fiktif) memetakan daerah 0,8 km × 0,5 km. Jarak antartitik bor paling dekat 10 m dan di peta harus terpisah paling sedikit 3 mm agar simbolnya tidak bertumpuk. Ruang gambar pada kertas 36 cm × 24 cm. Skala standar yang tersedia: 1 : 1.000, 1 : 2.000, 1 : 2.500, 1 : 5.000, 1 : 10.000. Skala mana yang cocok? *Kasus disusun untuk contoh; tempat dan perusahaan fiktif.*

1. Syarat 1 (detail). Jarak 10 m = 1.000 cm harus menjadi ≥ 0,3 cm di peta: 1.000 ÷ n ≥ 0,3, jadi n ≤ 3.333. Skala harus 1 : 3.333 atau lebih besar.
2. Syarat 2 (muat). 0,8 km = 80.000 cm harus ≤ 36 cm: 80.000 ÷ n ≤ 36, jadi n ≥ 2.222. Sisi 0,5 km = 50.000 cm harus ≤ 24 cm: n ≥ 2.083. Yang menentukan n ≥ 2.222.
3. Gabungkan: 2.222 ≤ n ≤ 3.333.
4. Periksa tiap skala: 1 : 1.000 (n = 1.000) terlalu besar, daerah 80 cm × 50 cm tidak muat. 1 : 2.000 (n = 2.000 < 2.222) juga tidak muat: 40 cm × 25 cm. 1 : 2.500 (n = 2.500) memenuhi: daerah 32 cm × 20 cm dan jarak bor 4 mm ≥ 3 mm. 1 : 5.000 dan 1 : 10.000 membuat jarak bor 2 mm dan 1 mm, kurang dari 3 mm.

Jawaban: **1 : 2.500.** Syarat detail menetapkan batas atas penyebut (skala tidak boleh terlalu kecil), syarat muat menetapkan batas bawah (skala tidak boleh terlalu besar); skala yang dipilih ada di antaranya.

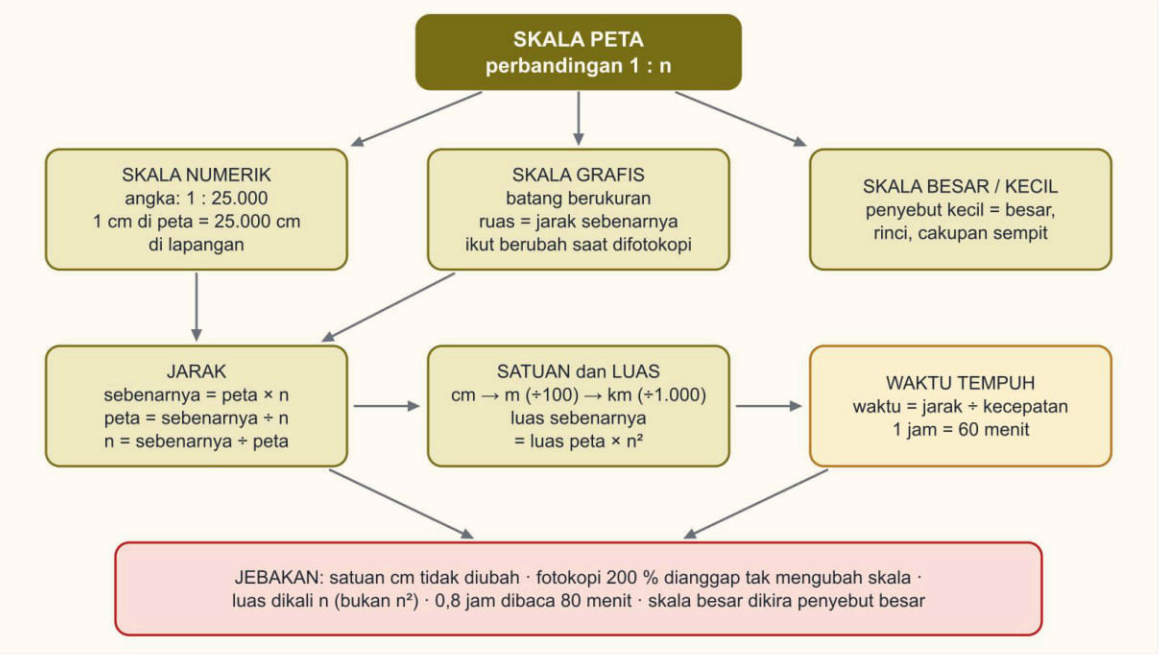
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Skala 1 : n:** 1 cm di peta mewakili n cm di lapangan; satuan di kedua sisi sama.
- **Skala numerik** berupa angka dan tidak berlaku lagi bila peta difotokopi; **skala grafis** (batang skala) ikut membesar atau mengecil bersama peta.
- **Peta ke lapangan:** kalikan n. **Lapangan ke peta:** bagi n. **Mencari skala:** n = jarak sebenarnya ÷ jarak peta.
- **Satuan:** 1 km = 1.000 m = 100.000 cm; penyebut ÷ 100 = meter untuk 1 cm di peta.
- **Luas:** luas sebenarnya = luas peta × n^2; pada 1 : 10.000, 1 cm^2 = 1 ha.
- **Fotokopi:** pakai skala grafis, atau bagi jarak dengan faktor pembesaran lalu kalikan n asli.
- **Skala besar** (penyebut kecil) = rinci, sempit; **skala kecil** = luas, kasar.
- **Waktu** = jarak ÷ kecepatan; 0,8 jam = 48 menit.

Gambar 3.18 merangkum hubungan antar-konsep dan jebakannya.



Gambar 3.18 Peta konsep skala peta: dua jenis skala, rumus jarak, satuan dan luas, waktu tempuh, serta jebakan umum. 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 skala:

1. **Tulis yang diketahui dengan satuannya:** jarak peta (cm), skala atau batang skala, faktor fotokopi, kecepatan.
2. **Tentukan arah:** peta ke lapangan (kalikan) atau sebaliknya (bagi). Perkirakan kasar dulu: hasilnya harus lebih besar atau lebih kecil dari angka awal?
3. **Cek apakah peta difotokopi.** Bila ya, jangan pakai tulisan skala numerik tanpa koreksi; pakai batang skala atau kembalikan ke ukuran asli.
4. **Ubah satuan di akhir,** satu langkah satu lompatan (cm → m → km).
5. **Periksa kewajaran** dengan tabel konversi atau perkiraan: jalan menuju singkapan di soal lapangan biasanya ratusan meter hingga beberapa km, bukan puluhan km.

Jebakan khas:

- **Satuan cm tidak diubah** ke m atau km (selisih 100 atau 100.000 kali).
- **Fotokopi 200 % dianggap tidak mengubah skala,** atau jarak sebenarnya dikalikan dua.
- **Luas hanya dikali n,** bukan n^2.
- **0,8 jam dibaca 80 menit** (1 jam = 60 menit).
- **Pulang-pergi tertukar** dengan satu arah.
- **Skala besar dikira penyebut besar.**
- **Rute berkelok diukur dengan penggaris lurus.**

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut meminta lama perjalanan tim dari pos jaga ke singkapan dengan jarak yang dibaca pada peta berskala tertentu. Pakailah langkah pada bagian 4 dan 9: ubah jarak peta ke jarak sebenarnya, lalu ubah jarak itu menjadi waktu. Periksa tiap pengecoh dan cari langkah apa yang terlewat atau salah pada masing-masing.

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

►. Tim pemetaan PT Mineral Lestari (2027) akan berjalan dari pos jaga ke singkapan batugamping. Pada peta berskala 1 : 25.000, jarak lintasan dari pos jaga ke singkapan 6,4 cm. Lintasannya relatif datar, dan tim biasa berjalan dengan kecepatan 2 km per jam. Ketua tim ingin mengetahui lama perjalanan berangkat agar pengamatan selesai sebelum hujan sore.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Lama perjalanan berangkat dari pos jaga ke singkapan adalah ....

A. 4,8 menit
B. 48 menit
C. 80 menit
D. 96 menit
E. 480 menit

Pembahasan **Kunci: B**

Konsep: Jarak sebenarnya = jarak peta × penyebut skala. Waktu = jarak ÷ kecepatan.

Langkah:
1. 6,4 cm × 25.000 = 160.000 cm = 1,6 km.
2. Waktu = 1,6 km ÷ 2 km/jam = 0,8 jam = 0,8 × 60 = 48 menit.

Analisis setiap opsi:
- **A.** ✗ Jebakan: salah konversi cm ke km sehingga jarak menjadi 0,16 km.
- **B.** ✓ 1,6 km ditempuh 0,8 jam, yaitu 48 menit.
- **C.** ✗ Jebakan: 0,8 jam dibaca 80 menit, padahal 1 jam = 60 menit.
- **D.** ✗ Jebakan: dihitung pulang-pergi, padahal yang ditanya perjalanan berangkat.
- **E.** ✗ Jebakan: salah konversi cm ke km sehingga jarak menjadi 16 km.

Jawaban: B.

NEXT LEVEL STUDY

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Tulis setiap langkah dengan satuannya: faktor fotokopi, jarak peta asli, jarak sebenarnya, lalu satuan akhir. Pada soal luas, hitung dengan dua cara (ubah ukuran lalu kalikan, dan ubah luas dengan 1 cm^2 mewakili berapa m^2).

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

1. Rudi, siswa PKL di PT Mineral Prima (2027), memfotokopi peta topografi berskala 1 : 50.000 dengan pembesaran 200 % agar mudah dibaca di lapangan. Pada fotokopi tercetak tulisan skala "1 : 50.000" dan batang skala grafis dari peta asli. Rudi mengukur jarak antara dua titik bor pada fotokopi itu sepanjang 8 cm.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Jarak sebenarnya antara kedua titik bor adalah ....

A. 8 km
B. 4 km
C. 2 km
D. 1 km
E. 0,4 km

2. Pada peta berskala 1 : 10.000, rencana blok penambangan pasir kuarsa CV Kuarsa Belitung (2027) berbentuk persegi panjang berukuran 4 cm × 5 cm. Untuk mengurus izin pembukaan lahan, perusahaan perlu mengetahui luas blok sebenarnya dalam hektare (1 ha = 10.000 m^2).
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Luas blok sebenarnya adalah ....

A. 2 ha
B. 20 ha
C. 200 ha
D. 2.000 ha
E. 20.000 ha

Kunci singkat: 1. C 2. B

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa pada peta yang difotokopi 200 %, batang skala tetap bisa dipakai sedangkan tulisan "1 : 50.000" tidak? Apa yang berubah dan apa yang tetap?
- Peta 1 : 5.000 menunjukkan blok berukuran 4 cm × 3 cm. Berapa luas sebenarnya dalam hektare, dan mengapa jawabanmu bukan 12 × 5.000?
- **Yang harus kuingat:** 1 : n berarti 1 cm = n cm; peta → lapangan dikali n, lapangan → peta dibagi n; luas dikali n^2; fotokopi → pakai skala grafis atau bagi dengan faktor lebih dulu; waktu = jarak ÷ kecepatan dan 1 jam = 60 menit.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 3.3: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktgp&node=SMKTGP-3.3

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

Sub bab 3.4 · Orientasi arah utara pada peta

SMKTGP-3.4

◎ APA YANG DIUJI

Subtopik Peta Topik NLS **TKA-SMKTGP-03-04** menguji kemampuanmu menentukan dan membaca arah, baik di atas peta maupun di lapangan. Soal biasanya berupa kasus kerja: tim pemetaan berjalan dengan kompas lalu harus kembali ke kemah ketika kabut turun; siswa PKL menuliskan keterangan lokasi sampel dalam bentuk "arah dan jarak dari pos jaga" pada peta yang panah utaranya tidak mengarah ke atas kertas; geolog memindahkan bacaan kompas ke peta yang memakai utara berbeda; atau pelaksana menentukan arah dan jarak dari dua pasang koordinat. Ada pula soal yang menanyakan cara yang benar memutar peta agar sesuai dengan lapangan.

Hitungan di sini sangat sederhana: tambah atau kurangi 180°, tambah atau kurangi sudut deklinasi, atau baca selisih koordinat. Kesulitannya ada pada kebiasaan yang keliru: menganggap sisi atas kertas selalu utara, menukar timur dengan barat, atau membalik arah dengan menambah 90°.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menyebut delapan arah mata angin dan azimutnya;
- membaca dan menuliskan azimut, termasuk mengubah bentuk "30° dari utara ke barat" menjadi azimut;
- menghitung azimut balik dan menyusun rute kembali dari beberapa lintasan;
- membedakan utara sejati, utara magnetik, dan utara peta (kisi), serta memakai deklinasi untuk mengoreksi bacaan kompas;
- menentukan arah suatu titik pada peta yang panah utaranya miring, dan menuliskan lokasi sebagai arah dan jarak dari titik acuan.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Di lapangan pemetaan tidak ada jalan beraspal dan papan penunjuk. Kamu menemukan singkapan, titik bor, dan kemah dengan membaca peta dan kompas. Dua alat itu hanya berguna bila kamu tahu **ke arah mana** peta dan kompas menunjuk. Bagian ini menjelaskan bahasa arah yang dipakai di dunia geologi pertambangan: mata angin, azimut, azimut balik, dan tiga macam utara yang berbeda.

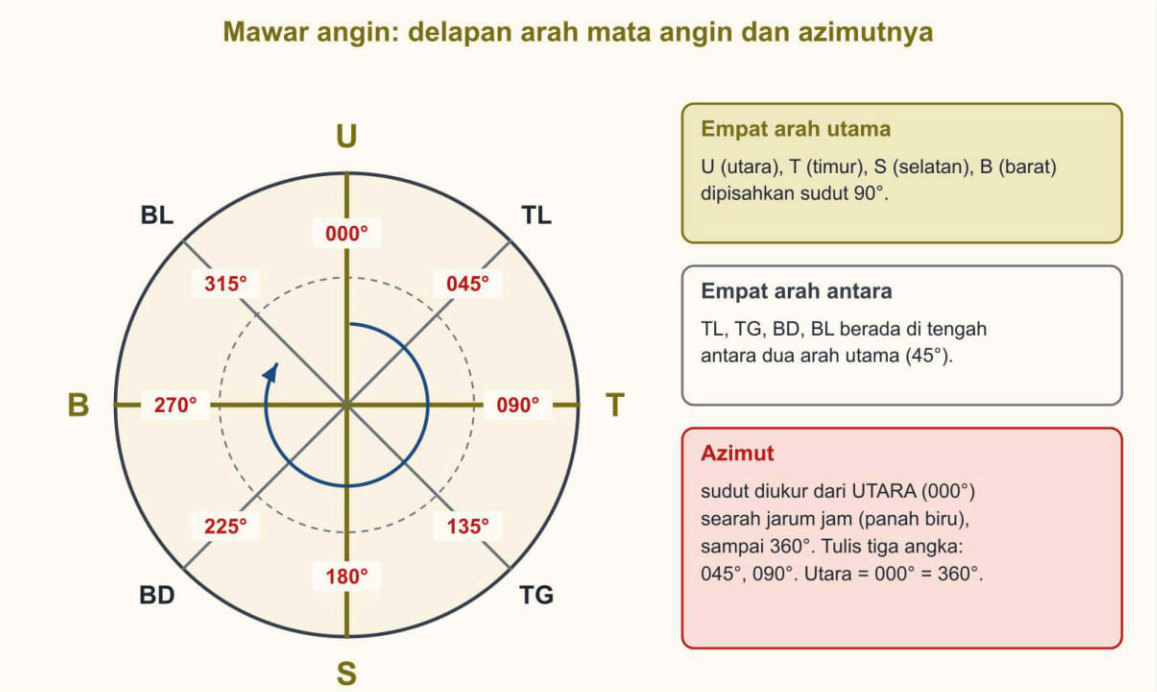
1. Arah mata angin dan mawar angin

Arah paling dasar adalah empat **arah mata angin utama**: utara (U), timur (T), selatan (S), dan barat (B). Utara ditentukan lebih dulu; timur ada di kanan bila kamu menghadap utara, barat di kiri, dan selatan di belakangmu. Di antara dua arah utama ada **arah antara**: timur laut (TL)

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

antara utara dan timur, tenggara (TG) antara timur dan selatan, barat daya (BD) antara selatan dan barat, dan barat laut (BL) antara barat dan utara. Seluruhnya ada delapan arah, dan setiap dua arah berurutan terpisah 45°.

Gambar 3.19 memperlihatkan kedelapan arah itu pada **mawar angin**, yaitu lingkaran dengan arah-arah mata angin sebagai jari-jarinya. Selain nama arah, mawar angin juga memuat sudutnya (azimut), dibahas pada bagian berikut. Jangan menghafal nama arah sebagai daftar acak; ingat saja pola "utara, timur, selatan, barat searah jarum jam", lalu tiap arah antara berada di tengahnya.



Gambar 3.19 Mawar angin: delapan arah mata angin dan azimutnya (000° sampai 315°). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Delapan arah cukup untuk perkiraan kasar, misalnya "singkapan itu di timur laut pos jaga". Namun untuk berjalan dengan kompas, kamu memerlukan arah yang lebih teliti, dan di sinilah azimut dipakai.

2. Azimut

Azimut adalah sudut arah yang diukur dari **utara**, **searah jarum jam**, dari 0° sampai 360°. Utara bernilai 000° (atau 360°), timur 090°, selatan 180°, barat 270°. Arah timur laut yang berada tepat di tengah utara dan timur berazimut 045°. Azimut ditulis dengan **tiga angka** (misalnya 045° dan 090°) supaya tidak tertukar saat dibacakan lewat radio.

Pada kompas geologi, azimut dibaca langsung dari lingkaran derajat. Pada peta, azimut diukur dengan busur derajat: letakkan pusat busur pada titik awal, sejajarkan angka 0° dengan garis utara, lalu baca sudut sampai garis yang menuju titik tujuan, searah jarum jam.

Kadang arah ditulis dengan **cara kuadran**, yaitu sudut terhadap utara atau selatan menuju timur atau barat. Misalnya "30° dari utara ke barat" (ditulis juga U 30° B) atau "40° dari selatan ke barat" (S 40° B). Cara membacanya: mulai dari utara atau selatan, lalu belok sebesar sudut itu

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

ke arah yang disebut. Untuk mengubahnya menjadi azimut, pikirkan di kuadran mana arah itu berada:

Bentuk kuadran	Kuadran	Azimut
U a° T	timur laut	a°
S a° T	tenggara	180° − a°
S a° B	barat daya	180° + a°
U a° B	barat laut	360° − a°

Jadi "30° dari utara ke barat" berada di barat laut, azimutnya 360° − 30° = 330°. Arah "40° dari selatan ke barat" berada di barat daya, azimutnya 180° + 40° = 220°. Selalu periksa dengan mawar angin: barat laut harus berada di antara 270° dan 360°.

3. Azimut balik

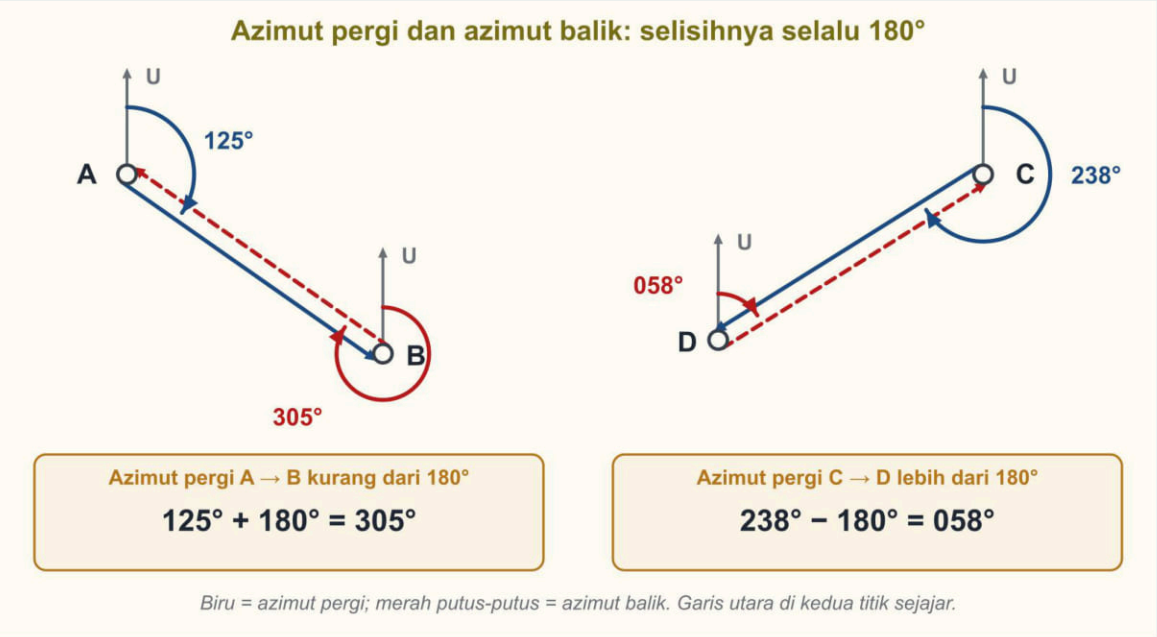
Misalkan kamu berjalan dari A ke B dengan azimut tertentu. Untuk kembali dari B ke A, kamu harus berjalan ke arah yang **berlawanan**, yaitu berbalik 180°. Arah berlawanan ini disebut **azimut balik** (azimut kebalikan). Aturannya:

- bila azimut pergi **kurang dari 180°**, azimut balik = azimut pergi **+ 180°**;
- bila azimut pergi **180° atau lebih**, azimut balik = azimut pergi **− 180°**.

Alasan memakai dua aturan ialah azimut tidak boleh melewati 360° atau kurang dari 0°. Gambar 3.20 memperlihatkan kedua kasus. Pada panel kiri, arah pergi 125° (menuju tenggara) menjadi 125° + 180° = 305° (menuju barat laut). Pada panel kanan, arah pergi 238° (menuju barat daya) menjadi 238° − 180° = 058° (menuju timur laut). Garis utara di titik awal dan di titik tujuan sejajar, sehingga sudut "antara garis utara dan garis lintasan" di kedua ujung berselisih tepat 180°.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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



Gambar 3.20 Azimut pergi (biru) dan azimut balik (merah putus-putus). Bila azimut pergi < 180°, tambah 180°; bila ≥ 180°, kurangi 180°. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Pengecoh yang sering muncul adalah balik arah dengan **± 90°** (hanya berbelok siku-siku) atau dengan **360° − azimut** (mencerminkan arah terhadap utara, bukan membaliknya). Cara memeriksanya mudah: azimut balik harus menunjuk ke kuadran yang bersebrangan dengan arah pergi. Bila pergi ke timur laut, balik harus ke barat daya.

4. Tiga macam utara dan deklinasi

Sampai di sini kita menganggap "utara" hanya satu. Kenyataannya ada tiga, dan ketiganya bisa berbeda beberapa derajat. Gambar 3.21 meringkasnya.

1. **Utara sejati (geografis)** adalah arah menuju Kutub Utara bumi, yaitu titik poros putaran bumi di belahan utara.
2. **Utara magnetik** adalah arah yang ditunjuk jarum kompas. Jarum selaras dengan medan magnet bumi, dan kutub magnet bumi tidak berimpit dengan kutub geografis. Letak kutub magnet pun bergeser pelan dari tahun ke tahun.
3. **Utara peta (utara kisi)** adalah arah garis-garis kisi tegak pada peta, yaitu garis yang dipakai untuk menyebut koordinat. Arah "atas" pada peta yang tertata rapi sejajar dengan arah ini.

Selisih sudut antara utara magnetik dan utara acuan peta disebut **deklinasi**. Deklinasi bernilai **timur** bila utara magnetik terletak di sebelah timur (kanan) utara acuan, dan **barat** bila di sebelah barat (kiri). Peta topografi yang baik mencantumkan nilai deklinasi di tepi peta lengkap dengan tahunnya, sering berupa gambar kecil tiga anak panah.

Berapa besar deklinasi di Indonesia? Dari kalkulator Model Medan Magnet Dunia (WMM-2025) milik NOAA, deklinasi pada Oktober 2026 kira-kira −0,6° di Banda Aceh (barat), +0,6° di Jakarta (timur), dan +2,7° di Jayapura (timur). Jadi di Indonesia deklinasi umumnya hanya sekitar 0° sampai 3°. Di tempat lain nilainya bisa sangat besar: kira-kira +15° di Seattle, Amerika Serikat. Karena kecil, deklinasi di Indonesia sering diabaikan pada pekerjaan kasar, tetapi **tidak boleh diabaikan bila soal atau pekerjaan teliti memintanya**. Satu derajat kesalahan arah

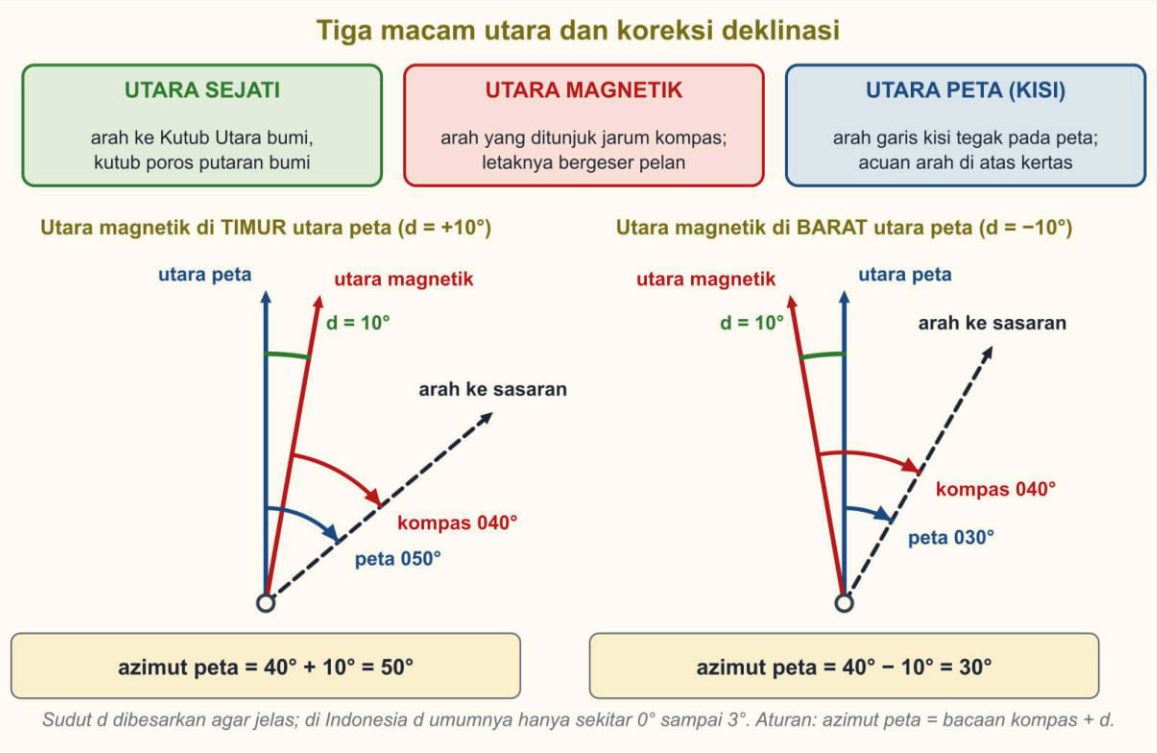
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

menyimpangkan sekitar 17 m setelah berjalan 1 km.

Aturan memindahkan bacaan kompas ke peta (dan sebaliknya):

- **azimut peta = bacaan kompas + d**, dengan d bernilai plus bila deklinasi timur dan minus bila barat;
- **bacaan kompas = azimut peta − d.**

Gambar 3.21 memperlihatkannya dengan sudut d yang dibesarkan menjadi 10° supaya jelas. Pada panel kiri, utara magnetik 10° di timur utara peta. Sasaran terbaca 40° pada kompas, artinya 40° dari utara magnetik. Dari utara peta, sasaran itu lebih jauh lagi: 40° + 10° = 50°. Pada panel kanan, utara magnetik di barat, sehingga azimut peta = 40° − 10° = 30°.



Gambar 3.21 Utara sejati, utara magnetik, dan utara peta; koreksi bacaan kompas bila utara magnetik di timur atau di barat utara peta (sudut d dibesarkan agar jelas). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

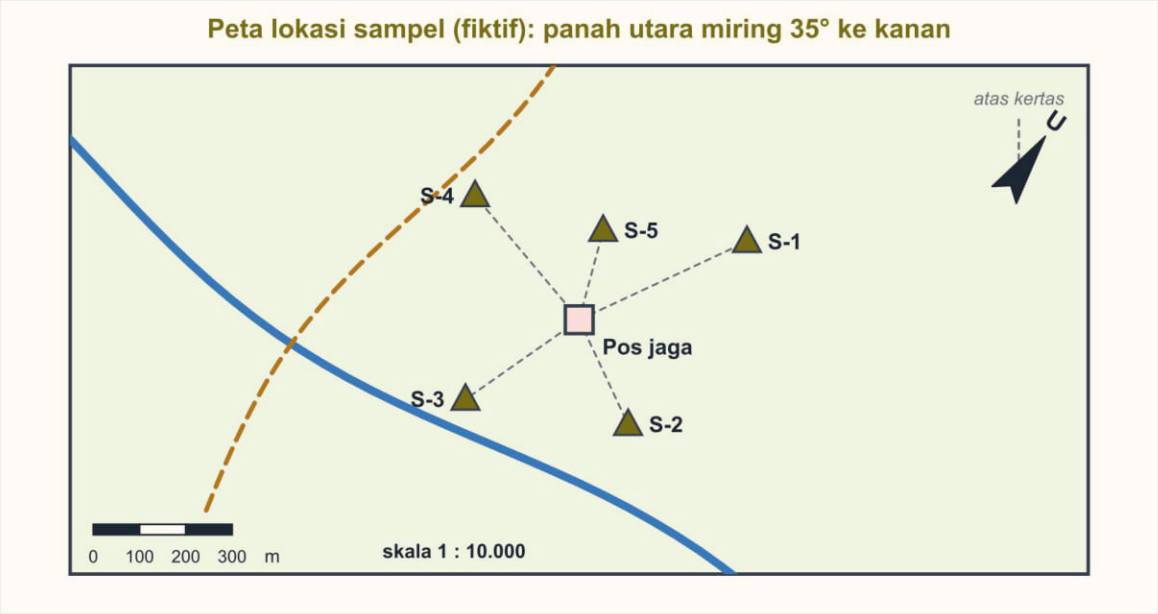
Cara mengingat tanda: **timur tambah, barat kurang**, untuk perpindahan dari kompas ke peta. Bila lupa, gambar dua anak panah seperti Gambar 3.21 dan lihat sudut mana yang lebih besar.

5. Membaca arah pada peta yang panah utaranya miring

Sebagian besar peta dicetak dengan utara di atas, tetapi banyak yang tidak. Peta tambang kadang diputar agar tambang yang memanjang miring tetap muat di kertas. Karena itu **panah utara** pada peta bukan hiasan: ia satu-satunya petunjuk arah yang sah. Aturannya sederhana namun sering dilanggar: **arah pada peta selalu ditentukan dari panah utara, bukan dari sisi atas kertas.**

Gambar 3.22 adalah peta lokasi sampel fiktif. Panah utara miring 35° ke kanan dari atas kertas. Sebuah titik yang tampak di "atas kertas" tidak otomatis berada di utara. Sudut yang terbaca terhadap sisi atas kertas harus dikurangi 35° untuk memperoleh azimut yang sebenarnya.

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



Gambar 3.22 Peta lokasi lima sampel dari pos jaga; panah utara miring 35° ke kanan, skala 1 : 10.000 dengan batang skala 0–300 m. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Menuliskan lokasi sebagai **arah dan jarak dari titik acuan** (misalnya pos jaga) memerlukan tiga langkah:

1. **Cari arah utara dengan panah utara,** lalu tentukan arah titik itu terhadap panah (mata angin atau azimut). Cara praktis: putar kertas dalam pikiranmu atau fisik sampai panah utara menghadap ke atas.
2. **Ukur jarak** dengan penggaris, kertas, atau benang, lalu bandingkan dengan batang skala. Jangan memakai tulisan skala bila peta bisa saja difotokopi.
3. **Tulis keduanya:** "S-3: ±300 m di selatan pos jaga" atau "S-3: azimut 200°, ±300 m dari pos jaga". Sertakan kata "sekitar" bila jarak diukur dari peta.

Bila panah utara menunjuk ke kanan kertas, maka timur ada di bawah kertas, selatan di kiri, dan barat di atas. Dari sini terlihat betapa menyesatkannya bila "kanan kertas" dianggap timur.

6. Menentukan arah dari koordinat

Peta yang memiliki kisi koordinat (misalnya koordinat UTM) memudahkan penentuan arah dan jarak lurus antara dua titik. Pada peta berkisi, nilai X (easting) bertambah ke **timur**, dan nilai Y (northing) bertambah ke **utara**, dalam satuan meter. Untuk menentukan arah dari titik P ke titik Q:

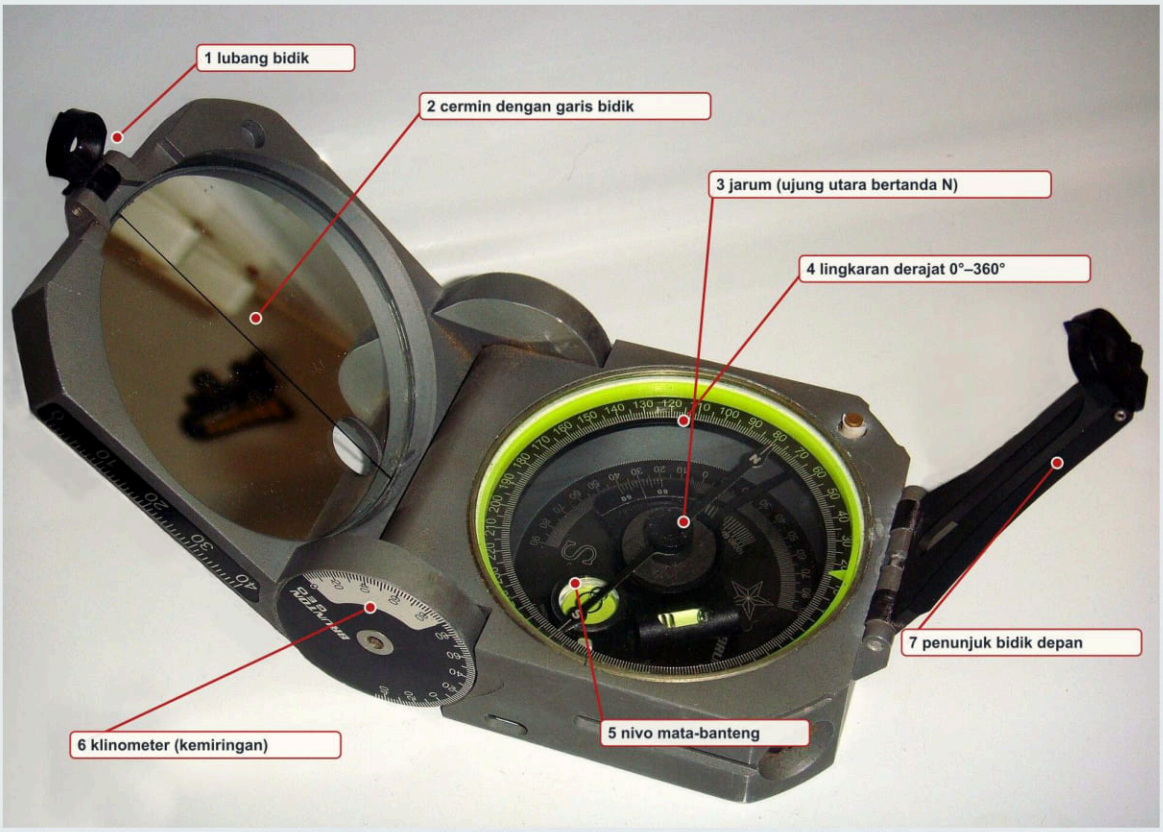
1. Hitung $\mathbf{\Delta X = X_Q - X_P}$ dan $\mathbf{\Delta Y = Y_Q - Y_P}$.
2. ΔX positif berarti Q di timur P, negatif di barat. ΔY positif berarti Q di utara P, negatif di selatan. Kombinasi keduanya menentukan kuadran: (+, +) timur laut; (+, −) tenggara; (−, −) barat daya; (−, +) barat laut.
3. **Jarak lurus** = $\sqrt{(\Delta X^2 + \Delta Y^2)}$ (teorema Pythagoras). Bila ΔX dan ΔY sama besar, arahnya tepat di tengah (45° dari utara dan timur), yaitu timur laut, tenggara, barat daya, atau barat laut sesuai kuadran.
4. **Azimut** dapat diukur dengan busur derajat pada peta, atau dihitung dengan kalkulator ilmiah. Untuk soal pilihan ganda, cukup tentukan kuadran dan perkirakan sudutnya dari rasio ΔX dan ΔY.

Kesalahan umum: menjumlahkan ΔX dan ΔY langsung (800 + 800 = 1.600) sebagai jarak, padahal jarak lurus adalah garis miring segitiga siku-siku (kira-kira 1.131 m untuk 800 dan 800). Kesalahan lain: arah terbalik, karena menghitung dari titik tujuan ke titik awal.

7. Kompas geologi dan orientasi peta

Geolog memakai **kompas geologi** (misalnya jenis Brunton) untuk mengukur azimut dan kemiringan. Gambar 3.23 memperlihatkan bagian-bagian utamanya. Jarum kompas dipasang pada engsel yang ringan sehingga selalu berputar mengarah ke utara magnetik. Lingkaran derajat membaginya 0° sampai 360°. Nivo mata-banteng (gelembung bulat) memastikan kompas mendatar saat dibaca. Cermin bertanda garis bidik dan lubang bidik dipakai untuk membidik sasaran sambil membaca jarum.

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



Gambar 3.23 Kompas geologi dengan label berbahasa Indonesia: (1) lubang bidik, (2) cermin dengan garis bidik, (3) jarum, (4) lingkaran derajat, (5) nivo mata-banteng, (6) klinometer, (7) penunjuk bidik depan. Sumber: Matt Affolter, CC BY-SA 3.0, Wikimedia Commons (diubah: diberi label berbahasa Indonesia).

Beberapa kebiasaan baik saat memakai kompas: **jauhkan kompas dari benda logam dan listrik** seperti ekskavator, truk, palu baja, kunci, ponsel, dan pagar kawat, karena benda-benda itu membelokkan jarum. Bacalah setelah jarum berhenti dan nivo berada di tengah. Jangan membaca kompas di samping badan kendaraan.

Mengorientasi peta berarti memutar peta sehingga arah utara pada peta sejajar dengan arah utara di lapangan. Caranya: letakkan peta mendatar, letakkan kompas di atasnya, lalu putar peta bersama kompas sampai garis utara peta (atau panah utara) sejajar dengan jarum kompas (koreksi deklinasi bila perlu). Setelah itu, **arah benda di peta sama dengan arahnya di lapangan**: bila menara di peta berada di timur lokasimu, menara itu juga terlihat di timur. Dari dua atau tiga benda yang kamu kenali, kamu bisa menentukan posisimu: bila menara terlihat di timur dan puncak bukit di utara, posisimu di sebelah barat menara dan sebelah selatan bukit. Orientasi peta bukan memutar tulisan judul agar terbaca; yang disejajarkan adalah arah utaranya.

Berjalan dengan azimut: setel azimut tujuan, bidik sebuah patok atau pohon yang jelas di ujung garis bidik, berjalanlah ke sana, lalu bidik lagi dari situ. Cara ini menjaga lintasan tetap lurus walau medan berkelok. Hitung jarak dengan langkah (hitung langkah ganda yang telah kamu kalibrasi pada lintasan berukuran diketahui) atau dengan pita ukur.

8. Kembali dalam kabut: membalik lintasan

Misalkan tim berjalan dengan dua lintasan berturut-turut, dan kabut membuat jalan setapak

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

lenyap. Rute pulang paling aman adalah **menelusuri lintasan yang sama secara terbalik**, karena kamu sudah tahu jalur itu aman (misalnya tidak melewati jurang). Aturannya dua: (1) **balik urutan lintasan** (lintasan terakhir dijalani pertama); (2) **balik tiap azimut** (± 180°). Jarak tiap lintasan tetap sama.

Gambar 3.24 memperlihatkan contohnya. Tim berjalan dari pos jaga ke titik 1 dengan azimut 145° sejauh 600 m, lalu ke titik 2 dengan azimut 255° sejauh 400 m. Untuk pulang, mereka berjalan dari titik 2 ke titik 1 dengan azimut 255° − 180° = 075° sejauh 400 m, lalu dari titik 1 ke pos dengan azimut 145° + 180° = 325° sejauh 600 m. Di lapangan, catat azimut dan jarak setiap lintasan di buku lapangan **sambil berjalan**, bukan setelah kembali.

Kembali ke pos dalam kabut: lintasan dibalik, azimut dibalik



Lintasan	Azimut	Jarak
Pergi: pos → titik 1	145°	600 m
Pergi: titik 1 → titik 2	255°	400 m
Pulang: titik 2 → titik 1	**075°**	400 m
Pulang: titik 1 → pos	**325°**	600 m

Urutan lintasan dibalik, dan setiap azimut ditambah atau dikurangi 180°.

Gambar 3.24 Rute kembali: urutan lintasan dibalik dan setiap azimut ditambah atau dikurangi 180°. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Garis lurus dari titik 2 langsung ke pos lebih pendek, kira-kira 597 m (dihitung dengan skrip), tetapi arah itu tidak kamu ketahui amannya. Dalam kabut, **keselamatan lebih penting daripada jalan pintas.**

Ringkasan bagian ini. Ada delapan arah mata angin (jarak 45°). Azimut = sudut dari utara searah jarum jam (000°–360°). Azimut balik = azimut ± 180°. Ada tiga macam utara; deklinasi d diperhitungkan: azimut peta = bacaan kompas + d (timur +, barat −). Arah pada peta ditentukan dari panah utara, bukan dari sisi atas kertas. Dari koordinat: ΔX timur–barat, ΔY utara–selatan, jarak dengan Pythagoras. Kompas dijauhkan dari logam. Rute kembali: balik urutan lintasan dan balik azimutnya.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Azimut balik dan azimut dari bentuk kuadran

Tentukan azimut balik dari azimut pergi 125°, 238°, 347°, dan 090°. Lalu ubah "30° dari utara ke barat" dan "40° dari selatan ke barat" menjadi azimut. *Kasus disusun untuk contoh.*

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

1. 125° kurang dari 180°, jadi azimut balik = 125° + 180° = **305°**.
2. 238° lebih dari 180°, jadi azimut balik = 238° − 180° = **058°**.
3. 347° lebih dari 180°, jadi azimut balik = 347° − 180° = **167°**.
4. 090° kurang dari 180°, jadi azimut balik = 90° + 180° = **270°**. Periksa: timur dibalik menjadi barat. Cocok.
5. "30° dari utara ke barat" berada di kuadran barat laut; azimut = 360° − 30° = **330°**. Periksa: 330° berada di antara 270° dan 360°. Cocok.
6. "40° dari selatan ke barat" berada di kuadran barat daya; azimut = 180° + 40° = **220°**. Periksa: 220° berada di antara 180° dan 270°. Cocok.

Contoh 2 — Arah dan jarak lima sampel dari pos jaga

Siswa PKL CV Sinar Batu (fiktif) pada Mei 2027 menuliskan keterangan lokasi lima sampel (S-1 sampai S-5) pada label kantong, dari peta pada Gambar 3.22. Panah utara peta miring 35° ke kanan dari atas kertas dan skala 1 : 10.000. Ia memasang busur derajat di pos jaga, mengarahkan 0° ke panah utara, lalu membaca sudut searah jarum jam sampai garis menuju tiap sampel, dan membandingkan jarak dengan batang skala. *Kasus disusun untuk contoh; tempat dan perusahaan fiktif.*

1. Pada skala 1 : 10.000, 1 cm di peta mewakili 100 m. Jarak S-1 pada peta 4,0 cm, jadi 4,0 × 100 = 400 m. Dengan cara yang sama: S-2 2,5 cm → 250 m; S-3 3,0 cm → 300 m; S-4 3,5 cm → 350 m; S-5 2,0 cm → 200 m.
2. Sudut yang terbaca dari panah utara (dihitung dengan skrip dari posisi pada gambar) dan arah mata angin terdekatnya:

Sampel	Azimut	Arah	Jarak	Keterangan label
S-1	030°	timur laut	±400 m	S-1: ±400 m di timur laut pos jaga
S-2	120°	tenggara	±250 m	S-2: ±250 m di tenggara pos jaga
S-3	200°	selatan	±300 m	S-3: ±300 m di selatan pos jaga
S-4	285°	barat	±350 m	S-4: ±350 m di barat pos jaga
S-5	340°	utara	±200 m	S-5: ±200 m di utara pos jaga

1. Periksa dengan hubungan terhadap atas kertas: karena panah utara miring 35° ke kanan, sudut terhadap atas kertas = azimut + 35°. S-3 berada 200° + 35° = 235° dari atas kertas, yaitu kiri-bawah di kertas. Ini cocok dengan gambar, dan tidak boleh ditulis "barat daya" hanya karena letaknya di kiri-bawah kertas.
2. Pembulatan: arah mata angin diambil yang terdekat (120° terdekat dengan 135° sehingga tenggara; 200° terdekat dengan 180° sehingga selatan; 285° terdekat dengan 270° sehingga barat; 340° terdekat dengan 360° sehingga utara). Untuk keterangan yang lebih teliti, tulis azimutnya.

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

Contoh 3 — Rute kembali dengan dua lintasan

Pada Juli 2027, tim PT Mineral Harapan (fiktif) berjalan dari pos jaga ke titik 1 dengan azimut 145° sejauh 600 m, lalu ke titik 2 dengan azimut 255° sejauh 400 m. Kabut turun dan jalan setapak tak terlihat. Susun rute kembali ke pos jaga. *Kasus disusun untuk contoh; tempat dan perusahaan fiktif.*

1. Balik urutan lintasan: lintasan kedua (titik 2 → titik 1) dijalani pertama, lalu lintasan pertama (titik 1 → pos).
2. Lintasan titik 2 → titik 1: azimut pergi 255° lebih dari 180°, jadi azimut balik 255° − 180° = **075°**, jarak **400 m**.
3. Lintasan titik 1 → pos: azimut pergi 145° kurang dari 180°, jadi azimut balik 145° + 180° = **325°**, jarak **600 m**.
4. Periksa dengan koordinat (dihitung dengan skrip): titik 1 berada di (E 344,1; N −491,5) dari pos, titik 2 di (E −42,2; N −595,0). Arah titik 2 ke titik 1 dihitung 075,0° dan arah titik 1 ke pos 325,0°, sama dengan hasil di atas.

Jawaban: **075° sejauh 400 m, lalu 325° sejauh 600 m**, total 1.000 m. Jalan pintas lurus dari titik 2 ke pos hanya 597 m, tetapi dalam kabut yang kamu ikuti adalah jalur yang sudah dikenal aman.

Contoh 4 — Mengoreksi bacaan kompas dengan deklinasi barat

Pada peta daerah kerja tertulis bahwa utara magnetik berada 3° di sebelah **barat** utara peta. Geolog PT Batu Mulia (fiktif) membidik titik bor dengan kompas dan membaca 112°. Berapa azimut garis itu bila digambar pada peta? Sebaliknya, pada peta ada garis arah 250° yang ingin diikuti dengan kompas; berapa seharusnya bacaan kompas? *Kasus disusun untuk contoh; perusahaan fiktif.*

1. Deklinasi barat berarti d = −3°.
2. Dari kompas ke peta: azimut peta = bacaan kompas + d = 112° + (−3°) = **109°**.
3. Dari peta ke kompas: bacaan kompas = azimut peta − d = 250° − (−3°) = 250° + 3° = **253°**.
4. Periksa dengan gambar: utara magnetik berada 3° di kiri (barat) utara peta. Sasaran yang berazimut 109° dari utara peta berarti berjarak 109° + 3° = 112° dari utara magnetik, yaitu bacaan kompas semula. Cocok. Dengan cara yang sama, azimut peta 250° berjarak 253° dari utara magnetik.

Jawaban: **109°** dan **253°**. Perhatikan: pada deklinasi **timur** tandanya terbalik (azimut peta lebih besar daripada bacaan kompas).

Contoh 5 — Arah dan jarak dari selisih koordinat

Titik pos jaga berada di X 452.100; Y 9.118.400. Titik sampel S-14 di X 452.550; Y 9.117.800 (satuan meter, X ke timur, Y ke utara). Tentukan arah dan jarak lurus dari pos jaga ke S-14. *Kasus disusun untuk contoh.*

1. ΔX = 452.550 − 452.100 = +450 m (S-14 di sebelah timur pos).
2. ΔY = 9.117.800 − 9.118.400 = −600 m (S-14 di sebelah selatan pos).

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

3. (+, −) berarti kuadran tenggara. Azimutnya antara 090° dan 180°; karena ΔY lebih besar daripada ΔX, arah lebih dekat ke selatan.
4. Jarak = $\sqrt{(450^2 + 600^2)} = \sqrt{(202.500 + 360.000)} = \sqrt{562.500} =$ **750 m**.
5. Azimut (dihitung dengan skrip) ≈ 180° − 36,9° = **143°**; dibaca dengan busur derajat, hasilnya sekitar 143°.

Jawaban: **tenggara, sekitar 750 m (azimut ± 143°).** Kesalahan umum: jarak 450 + 600 = 1.050 m (penjumlahan langsung) atau arah barat daya karena tanda ΔX dibalik.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

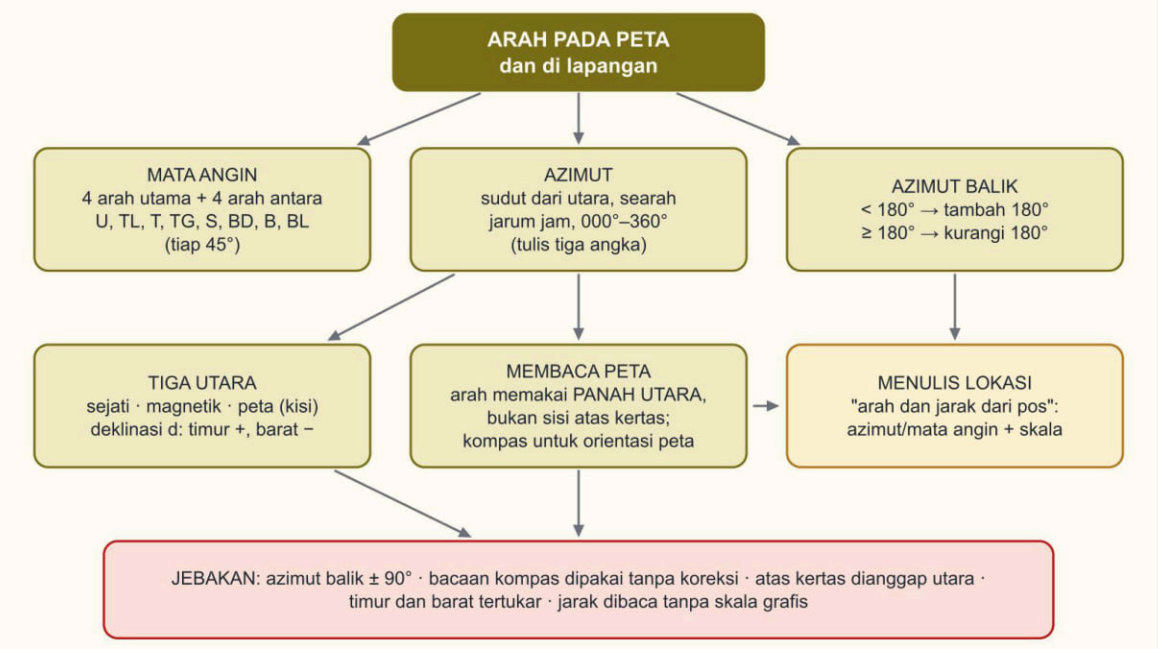
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Delapan arah mata angin:** U, TL, T, TG, S, BD, B, BL; jarak antar-arah 45°.
- **Azimut:** sudut dari utara searah jarum jam, 000°–360°; ditulis tiga angka. Bentuk kuadran diubah: U a° B → 360° − a°; S a° T → 180° − a°; S a° B → 180° + a°.
- **Azimut balik:** < 180° → + 180°; ≥ 180° → − 180°.
- **Tiga utara:** sejati, magnetik, peta (kisi). **Deklinasi** d: timur +, barat −. Azimut peta = bacaan kompas + d. Di Indonesia d kecil (sekitar 0°–3°).
- **Arah di peta** ditentukan dari panah utara, bukan dari sisi atas kertas. Peta diorientasikan dengan memutarnya sampai utara peta sejajar jarum kompas.
- **Arah dan jarak dari koordinat:** ΔX (timur +), ΔY (utara +), jarak = $\sqrt{(\Delta X^2 + \Delta Y^2)}$.
- **Kompas** dijauhkan dari benda logam dan listrik; baca setelah jarum diam dan nivo di tengah.
- **Rute kembali:** balik urutan lintasan dan balik azimut tiap lintasan.

Gambar 3.25 merangkum konsep ini.



Gambar 3.25 Peta konsep orientasi arah pada peta: mata angin, azimut, azimut balik, tiga utara dan deklinasi, membaca peta, dan menulis lokasi. 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 arah:

1. **Gambar sketsa cepat:** titik awal, garis utara, dan arah yang diminta. Sketsa mencegah salah belok.
2. **Pastikan acuan utaranya:** panah utara peta, bukan atas kertas; utara magnetik atau utara peta bila ada deklinasi.
3. **Tentukan kuadran** dari kombinasi arah (timur-laut, barat-daya, dan seterusnya), lalu pastikan azimut jawabanmu jatuh di rentang kuadran itu.
4. **Hitung azimut balik** dengan ± 180° dan periksa bahwa hasilnya menunjuk ke kuadran seberangnya.
5. **Ukur jarak dengan skala grafis;** ubah satuan hanya bila perlu.

Jebakan khas:

- **Azimut balik ditambah atau dikurangi 90°,** atau diganti dengan 360° dikurangi azimut.
- **Atas kertas dianggap utara** pada peta yang panah utaranya miring.
- **Timur dan barat tertukar** (kanan kertas disangka timur).
- **Bacaan kompas dipakai tanpa koreksi deklinasi,** atau koreksi dikurangkan padahal harus ditambahkan (dan sebaliknya).
- **Koreksi dihitung dua kali** atau salah tanda.
- **Jarak koordinat dijumlahkan langsung** tanpa teorema Pythagoras; arah dihitung dari titik tujuan ke titik awal.
- **Skala numerik dipakai pada peta fotokopi** untuk membaca jarak.
- **Kompas dibaca di samping kendaraan atau alat berat.**

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menyajikan tim yang berjalan dengan azimut tertentu lalu harus kembali dalam kabut. Bedahlah dengan bagian 3 dan 8: tentukan azimut balik dengan aturan yang tepat, lalu cari kesalahan berpikir di balik tiap pengecoh, apakah hanya berbelok siku-siku, mencerminkan, atau salah tanda.

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

►. Pukul 15.00 (2027), Sari dan timnya berada di singkapan S-07 setelah berjalan dari kemah. Saat berangkat, mereka berjalan lurus dengan azimut 070° yang dibaca dari kompas (diukur dari utara searah jarum jam). Kabut tiba-tiba turun sehingga kemah tidak terlihat, dan jalan setapak tidak ada. Ketua tim memutuskan kembali ke kemah melalui garis lurus yang sama dengan memakai kompas.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Azimut yang harus diikuti tim agar kembali ke kemah adalah ....

A. 110°
B. 160°
C. 250°
D. 290°
E. 340°

Pembahasan **Kunci: C**

Konsep: Azimut adalah sudut arah diukur dari utara searah jarum jam (0°–360°). Arah kebalikan (azimut balik) = azimut pergi ± 180°.

Langkah:
1. Azimut pergi 070° (arah timur laut agak ke timur).
2. Azimut balik = 070° + 180° = 250° (arah barat daya agak ke barat).

Analisis setiap opsi:
- **A.** ✗ Jebakan: 180° − 70° = 110°, pengurangan yang terbalik; arah 110° justru menuju tenggara.
- **B.** ✗ Jebakan: 70° + 90° = 160°, hanya berbelok tegak lurus, bukan berbalik.
- **C.** ✓ Azimut balik 070° + 180° = 250°.
- **D.** ✗ Jebakan: 360° − 70° = 290°, cerminan terhadap arah utara, bukan kebalikan arah.
- **E.** ✗ Jebakan: 70° − 90° = −20° → 340°, juga hanya berbelok tegak lurus.

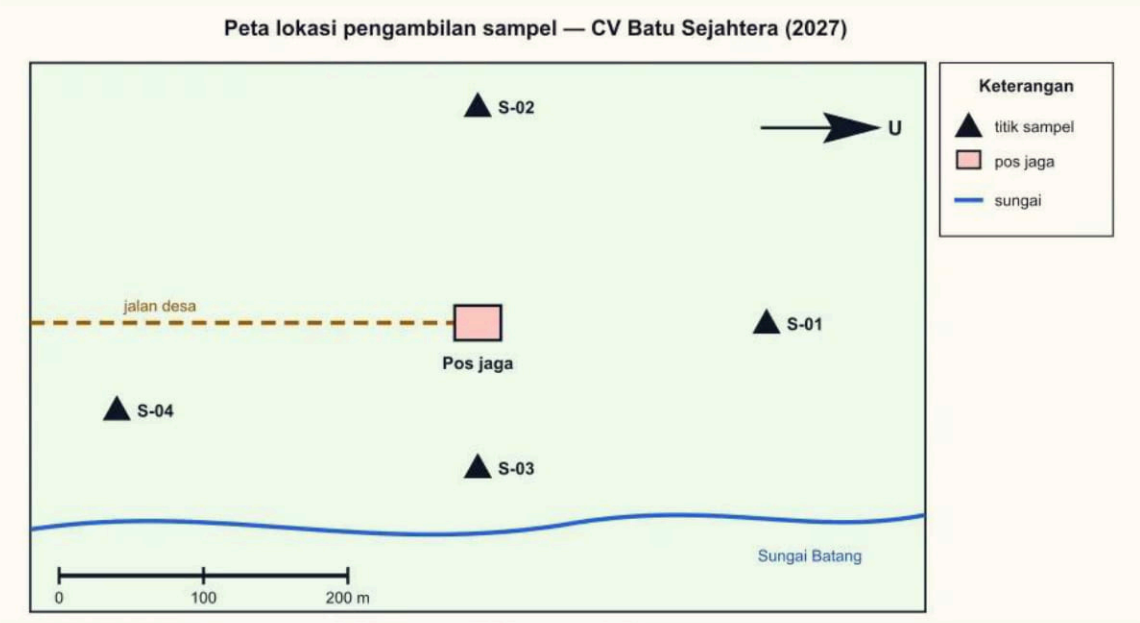
Jawaban: C.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Pada soal peta, tentukan lebih dulu arah panah utara sebelum membaca letak titik. Pada soal koreksi arah, tuliskan tanda deklinasi (timur +, barat −) sebelum menghitung.

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

1. CV Batu Sejahtera (2027) meminta siswa PKL menuliskan keterangan lokasi pada label setiap kantong sampel, dalam bentuk arah dan jarak dari pos jaga. Petanya dibuat oleh surveyor dengan tata letak seperti gambar, termasuk panah arah utara dan skala grafisnya. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Keterangan lokasi yang benar untuk label sampel adalah ....



A. S-03: ±100 m di sebelah timur pos jaga
B. S-02: ±150 m di sebelah utara pos jaga
C. S-01: ±200 m di sebelah timur pos jaga
D. S-04: ±250 m di sebelah barat pos jaga
E. S-01: ±20 m di sebelah utara pos jaga

2. Rina, geolog PT Logam Sulawesi (2027), membidik puncak bukit dengan kompas dan membaca azimut 058° terhadap utara magnet. Ia akan menggambar garis arah itu pada peta yang memakai utara peta. Keterangan di tepi peta menyebutkan bahwa di daerah itu utara magnet berada 2° di sebelah timur utara peta. Arah diukur searah jarum jam dari utara.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Azimut garis arah ke puncak bukit yang digambar pada peta adalah ....

A. 054°
B. 056°
C. 058°
D. 060°
E. 062°

Kunci singkat: 1. A 2. D

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

✔ PERIKSA DIRI

- Peta tambang dicetak dengan panah utara menunjuk ke kanan kertas. Titik yang tampak di bawah pos jaga berada di arah apa, dan mengapa jawabanmu bukan "selatan"?
- Tim berjalan dari kemah ke titik A dengan azimut 305°. Berapa azimut untuk kembali, dan mengapa jawaban 215° dan 035° keliru?
- **Yang harus kuingat:** azimut = dari utara searah jarum jam; azimut balik = ± 180°; arah di peta dari panah utara; azimut peta = bacaan kompas + d (timur +, barat −); rute kembali = urutan lintasan dibalik dan tiap azimut dibalik.



Latihan interaktif di LMS

Sub bab 3.4: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktgp&node=SMKTGP-3.4

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

Sub bab 3.5 · Garis kontur, interval kontur, dan kemiringan lereng

SMKTGP-3.5

◎ APA YANG DIUJI

Subtopik Peta Topik NLS **TKA-SMKTGP-03-05** adalah sub bab paling berhitung sekaligus paling bergambar di Bab 3. Soal menyajikan peta kontur dan menanyakan keputusan yang dibuat dari peta itu: di mana kolam pengendap harus dibangun agar menampung air limpasan timbunan, jalur angkut mana yang landai cukup untuk truk bermuatan, lereng mana yang lebih curam, berapa elevasi sebuah titik bor yang terletak di antara dua garis, atau bagaimana bentuk naik-turun lintasan antara dua titik. Kamu juga akan menemui soal hitungan: kemiringan dalam persen dari beda tinggi, jarak di peta, dan skala.

Pengecoh soal-soal ini biasanya adalah kesalahan nalar yang masuk akal: kontur rapat dikira landai, jalur yang pendek dikira lebih landai, panjang jalur di lapangan dikira jarak datar, atau interval 5 m dibaca sebagai 1 m. Bila kamu paham bagaimana kontur terbentuk, semua pengecoh itu mudah dikenali.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan arti garis kontur, interval kontur, dan kontur indeks serta membaca ketinggian titik pada dan di antara kontur;
- menyebut sifat-sifat kontur dan mengenali bukit, cekungan, punggungan, lembah, dan pelana dari bentuk kontur;
- menghitung beda tinggi, jarak datar, dan kemiringan lereng dalam persen, serta membedakan jarak datar dari panjang miring dan panjang jalur;
- membuat penampang dari peta kontur;
- memilih lokasi kolam pengendap, jalan angkut, atau timbunan dari peta kontur dengan alasan yang benar.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Peta kertas hanya punya dua matra, panjang dan lebar, padahal bumi punya tiga: ada tinggi dan rendah. Padahal bagi pertambangan, tinggi-rendah itu menentukan banyak hal: ke mana air hujan mengalir, seberapa berat truk bermuatan mendaki, di mana timbunan aman ditumpuk, dan lereng mana yang berisiko longsor. Garis kontur adalah cara paling berguna untuk menggambar tinggi-rendah pada peta datar. Bagian ini menjelaskan cara kerjanya dari awal.

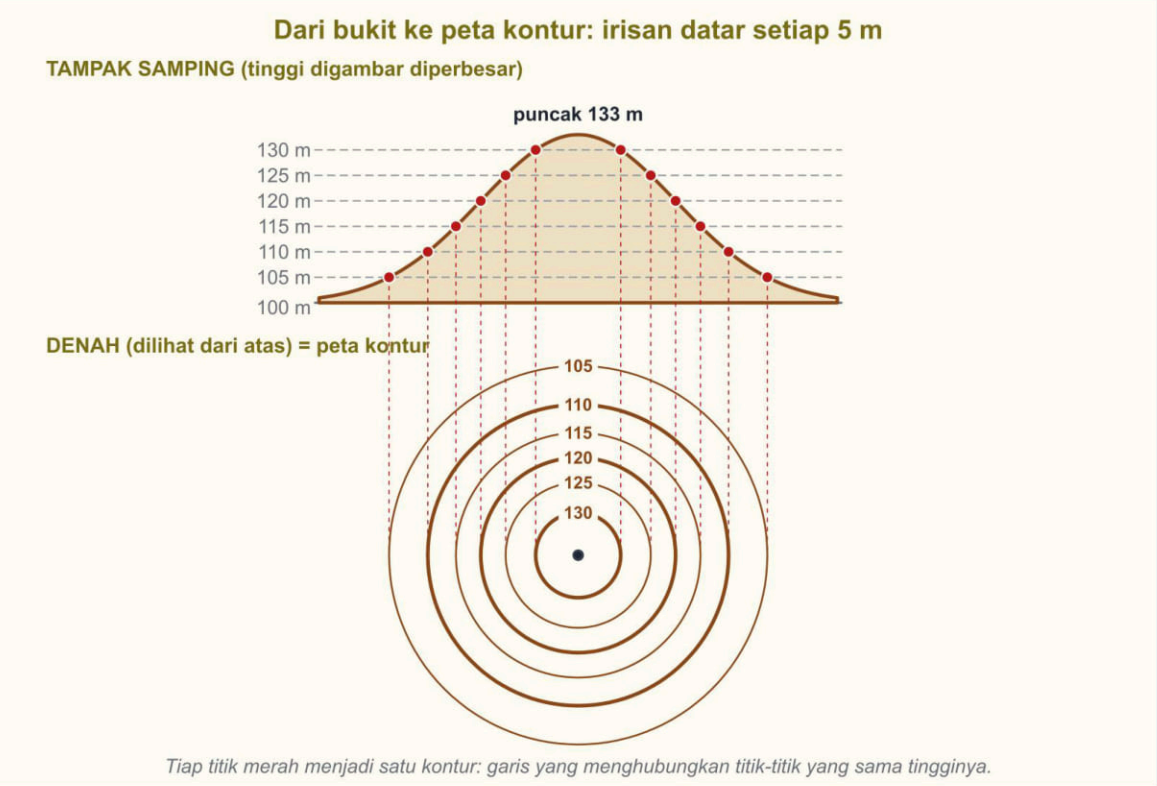
1. Apa itu garis kontur

Garis kontur adalah garis pada peta yang menghubungkan titik-titik yang memiliki **ketinggian sama** di atas bidang acuan, yaitu biasanya muka laut rata-rata. Bayangkan sebuah bukit yang dikelilingi air. Bila air naik 5 m, tepi air membentuk garis tertutup mengelilingi bukit; setiap titik

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

di garis itu sama tingginya. Naik lagi 5 m, terbentuk garis kedua yang lebih kecil, begitu seterusnya sampai puncak. Garis-garis itu, dilihat dari atas, adalah garis kontur.

Gambar 3.26 menunjukkan ide ini dengan sebuah bukit yang diiris bidang datar setiap 5 m. Bagian atas gambar adalah tampak samping: garis putus-putus mendatar adalah bidang irisan pada 105, 110, sampai 130 m. Setiap titik merah adalah tempat bukit memotong bidang irisan. Bagian bawah gambar adalah denah, yaitu bukit dilihat dari atas. Titik-titik merah dari tampak samping diturunkan ke denah, dan jadilah lingkaran-lingkaran konsentris. Lingkaran-lingkaran itulah peta konturnya.



Gambar 3.26 Bukit setinggi 133 m (dasar 100 m) diiris bidang datar setiap 5 m. Titik potong pada tampak samping menjadi garis kontur pada denah. Tinggi pada tampak samping diperbesar agar jelas. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Garis kontur pada gambar-gambar sub bab ini dibuat dari rumus ketinggian buatan dan digambar dengan komputer, sehingga jarak antarkontur dan nilai ketinggiannya konsisten dengan hitungan yang ditulis di teks.

2. Interval kontur dan kontur indeks

Interval kontur adalah beda tinggi antara dua garis kontur yang berurutan. Pada Gambar 3.26 intervalnya 5 m. Interval sama untuk seluruh peta dan biasanya dicantumkan di tepi peta, di bawah batang skala. Ini nilai yang harus kamu baca lebih dulu sebelum membaca ketinggian apa pun, karena interval 5 m dan 1 m membuat jawaban berbeda lima kali.

Peta yang daerahnya berbukit memiliki puluhan garis kontur, sehingga sulit dibaca bila semuanya sama. Karena itu setiap beberapa garis, satu garis digambar **lebih tebal dan diberi angka ketinggian**. Garis tebal ini disebut **kontur indeks**. Pada peta di Gambar 3.27 intervalnya

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

5 m dan kontur indeks digambar tiap 25 m, yaitu pada 50, 75, dan 100 m. Garis di antara dua kontur indeks disebut kontur biasa atau kontur antara.

Banyak kontur biasa di antara dua kontur indeks yang berurutan adalah (selisih kedua indeks ÷ interval) − 1. Antara indeks 50 dan 75 m pada peta interval 5 m, ada (75 − 50) ÷ 5 − 1 = 4 garis biasa: 55, 60, 65, dan 70 m. Cara ini memudahkan membaca ketinggian: mulai dari garis indeks terdekat yang angkanya terbaca, lalu hitung garis ke atas atau ke bawah.



Gambar 3.27 Peta kontur berskala 1 : 5.000, interval 5 m, kontur indeks tiap 25 m, dengan dua bukit (A dan B), sebuah lembah yang dialiri sungai, dan sebuah punggungan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Bagaimana interval dipilih? Peta berskala besar yang menggambarkan daerah kecil memakai interval kecil, misalnya 1 m, 2 m, atau 5 m; peta berskala kecil yang menggambarkan wilayah luas memakai interval besar, misalnya puluhan meter. Alasannya sama dengan skala: bila interval terlalu kecil pada peta berskala kecil, garis-garis akan menumpuk dan tidak terbaca, sedangkan interval terlalu besar pada peta berskala besar menghilangkan bentuk-bentuk kecil. Standar ketelitian Peta Rupabumi Indonesia dari BIG pun mengaitkan interval kontur dengan skala: makin kecil skalanya, makin besar intervalnya. Untuk skala 1 : 25.000, interval yang dipakai kira-kira 10 sampai 12,5 m, tergantung spesifikasi dan generasi petanya, sehingga selalu baca keterangan di tepi peta.

> **Pengayaan:** dalam standar ketelitian BIG (Peraturan Kepala BIG Nomor 15 Tahun 2014), ketelitian tinggi (vertikal) kelas 1 ditetapkan sebesar setengah interval kontur. Artinya peta berinterval 10 m dapat diandalkan kira-kira ±5 m pada ketinggian. Jadi elevasi hasil membaca kontur bukanlah angka

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

> yang pasti sampai ke desimal.

3. Sifat-sifat garis kontur

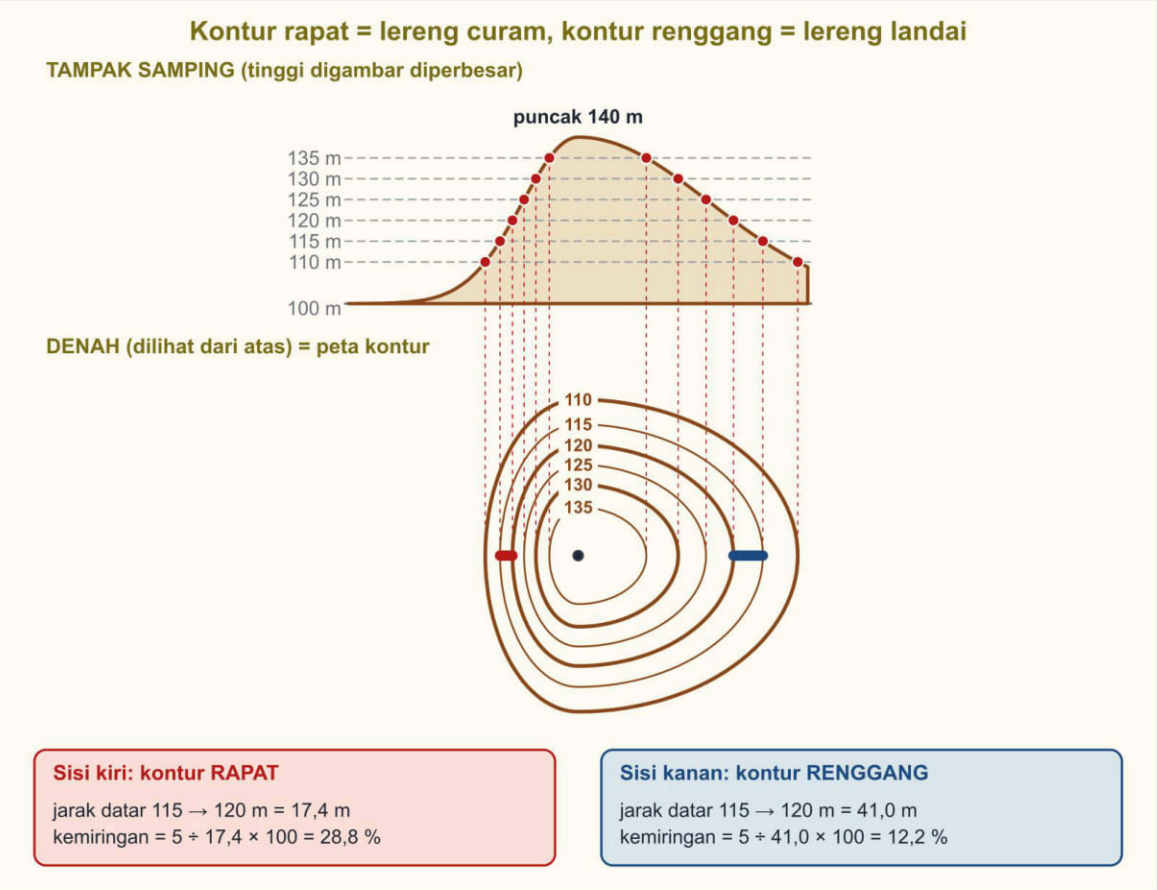
Beberapa sifat kontur mengikuti langsung dari definisinya sebagai garis ketinggian sama:

1. **Kontur tidak berpotongan dan tidak bercabang.** Satu titik di peta hanya punya satu ketinggian, jadi dua kontur berbeda tinggi tidak boleh bertemu. Satu-satunya pengecualian adalah tebing yang tegak atau menggantung, yang pada peta tampak sebagai beberapa kontur yang berhimpit.
2. **Kontur selalu menutup.** Setiap garis kontur akhirnya kembali ke titik awalnya, di dalam peta atau di luar bingkai peta.
3. **Kontur rapat berarti lereng curam; kontur renggang berarti lereng landai.** Beda tinggi antara dua kontur selalu sama (sebesar interval). Bila jaraknya di peta sempit, beda tinggi itu dicapai pada jarak datar yang pendek, artinya lereng curam.
4. **Kontur yang jaraknya merata berarti lereng seragam** (bidang miring), dan kontur yang makin rapat ke atas berarti lereng yang makin curam.

Sifat ketiga adalah yang paling sering diuji. Gambar 3.28 menunjukkan sebuah bukit yang sisi kirinya curam dan sisi kanannya landai. Pada tampak samping, titik-titik irisan di sisi kiri berdekatan, sedangkan di sisi kanan berjauhan. Pada denah, hal yang sama terlihat sebagai kontur yang rapat di kiri dan renggang di kanan. Dari 115 m ke 120 m (beda tinggi 5 m) di sisi kiri hanya ada jarak datar sekitar 17,4 m, sedangkan di sisi kanan sekitar 41,0 m. Kemiringan sisi kiri $5 \div 17{,}4 \times 100 \approx 28{,}8\ \%$, sedangkan sisi kanan $5 \div 41{,}0 \times 100 \approx 12{,}2\ \%$.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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



Gambar 3.28 Bukit yang tidak setangkup: sisi kiri kontur rapat (curam), sisi kanan renggang (landai). Garis merah tebal pada denah adalah jarak datar 115 m → 120 m. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Akibat praktisnya: **jalan untuk membawa beban berat dibuat di sisi yang kontur-nya renggang**, sedangkan lereng yang kontur-nya rapat adalah tempat longsor lebih mungkin terjadi dan tidak cocok untuk timbunan atau kolam.

4. Membaca ketinggian titik

Ada tiga keadaan saat kamu membaca ketinggian sebuah titik pada peta kontur.

Titik tepat pada kontur. Ketinggiannya sama dengan nilai kontur itu. Titik pada garis tebal berangka 75 berketinggian 75 m.

Titik di antara dua kontur. Ketinggiannya terletak di antara nilai kedua kontur dan ditaksir dengan **interpolasi**: bagi beda tinggi (interval) sebanding dengan jarak titik ke kedua kontur. Misalkan sebuah titik bor berada di antara kontur 85 dan 90 m; jaraknya ke kontur 85 adalah 12 mm dan ke kontur 90 adalah 24 mm. Total jarak kedua kontur di sepanjang garis lurus yang melalui titik itu 12 + 24 = 36 mm. Titik itu berada 12/36 = 1/3 dari kontur 85 menuju kontur 90, sehingga ketinggiannya 85 + 5 × 1/3 ≈ 86,7 m. Bila titik berada tepat di tengah, ketinggiannya tepat di tengah (87,5 m).

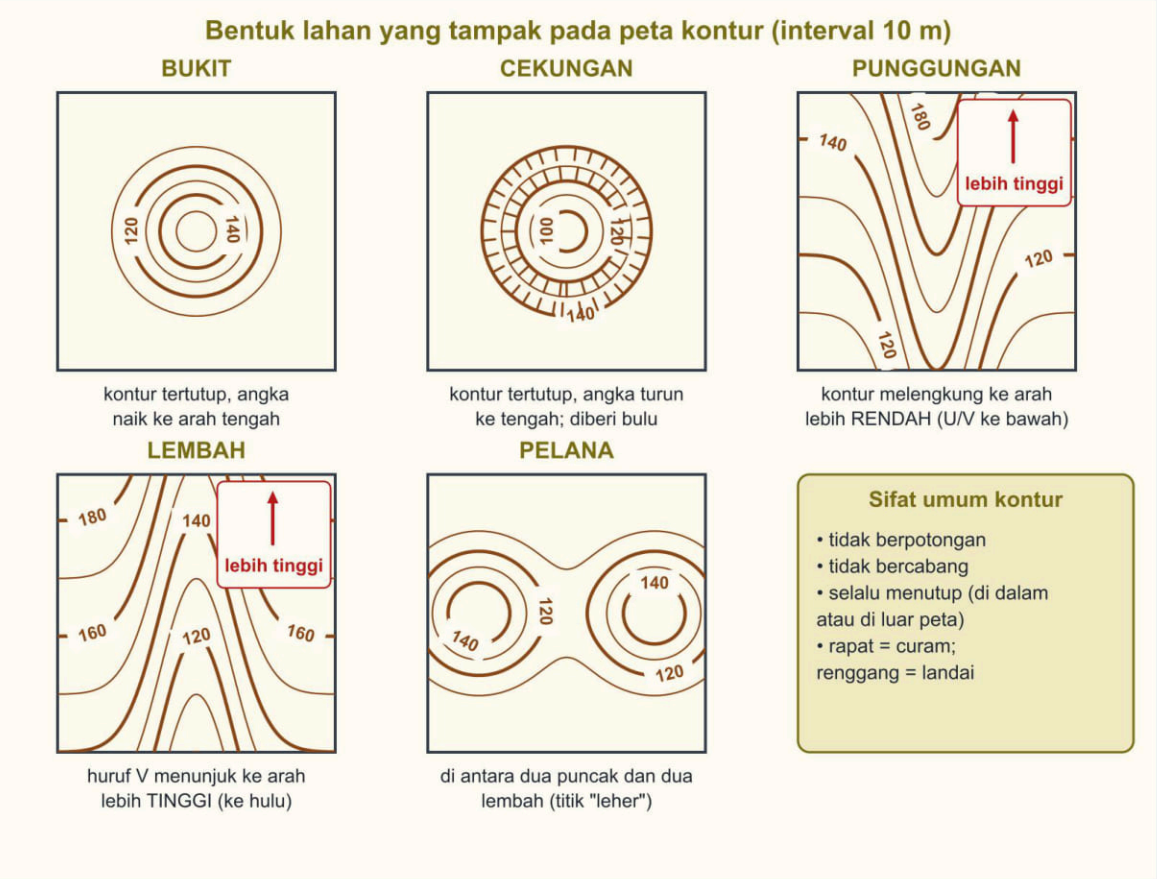
Titik di dalam kontur tertutup tertinggi (puncak). Ketinggiannya lebih dari nilai kontur tertutup itu, tetapi kurang dari nilai kontur berikutnya yang tidak ada (nilai + interval). Pada Gambar 3.27, puncak bukit B berada di dalam kontur 95 m, jadi tingginya antara 95 dan 100 m (sesungguhnya ±97 m). Perhatikan bahwa kita tidak bisa memastikan lebih teliti daripada itu.

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

Hal yang sama berlaku untuk **dasar cekungan** (depresi): ketinggiannya lebih rendah dari kontur tertutup terdalam, tetapi lebih tinggi dari nilai kontur berikutnya (nilai – interval).

5. Bentuk lahan dari bentuk kontur

Dengan melihat bentuk garis kontur, kamu dapat "membayangkan" bentuk bumi. Gambar 3.29 menunjukkan lima bentuk lahan penting dan polanya pada peta kontur.



Gambar 3.29 Bukit, cekungan, punggungan, lembah, dan pelana pada peta kontur (interval 10 m). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Bukit:** serangkaian kontur tertutup, makin ke dalam makin tinggi angkanya.
- **Cekungan (depresi):** serangkaian kontur tertutup yang angkanya makin kecil ke arah tengah. Supaya tidak tertukar dengan bukit, kontur cekungan diberi tanda pendek seperti bulu (hachure) yang mengarah ke dalam (ke tempat lebih rendah).
- **Punggungan:** bagian yang meninggi memanjang, seperti tulang punggung. Kontur membentuk huruf **U atau V yang menunjuk ke arah lebih rendah**. Air hujan di punggungan mengalir ke dua sisi, menjauhi puncaknya.
- **Lembah:** bagian rendah memanjang, tempat air terkumpul dan mengalir. Kontur membentuk huruf **V (atau U) yang menunjuk ke arah lebih tinggi**, yaitu ke hulu. Kontur yang melintasi sungai selalu menekuk ke arah hulu membentuk V. Ini aturan yang membantumu mencari arah aliran: **ujung V menunjuk ke hulu, dan air mengalir dari ujung V menuju sisi terbuka V**.
- **Pelana (saddle):** titik "leher" yang rendah di antara dua puncak, sekaligus tinggi di antara

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

dua lembah. Pada peta, kontur membentuk bentuk seperti jam pasir atau angka delapan di sekitarnya.

Untuk membedakan punggungan dari lembah, jangan menghafal bentuk huruf; cek arah angka. Tarik garis dari ujung lengkungan ke arah yang lebih tinggi menurut angka kontur di sekitarnya. Bila ujung lengkungan menunjuk ke arah angka yang lebih besar, itu lembah. Bila menunjuk ke arah angka lebih kecil, itu punggungan.

6. Beda tinggi, jarak datar, dan kemiringan lereng

Tiga besaran saling bergantung dalam membahas kemiringan:

- **Beda tinggi** (Δh) dibaca dari angka kontur. Dari kontur 60 m ke kontur 80 m beda tingginya 20 m, yaitu 4 interval kontur 5 m.
- **Jarak datar** (d) dihitung dari jarak di peta dengan skala (bagian 3.3). Peta menggambarkan bumi seperti dilihat dari atas, sehingga jarak yang terukur pada peta adalah jarak datar.
- **Kemiringan** adalah seberapa besar naiknya ketinggian untuk setiap satuan jarak datar:

$$\text{kemiringan} = \frac{\text{beda tinggi}}{\text{jarak datar}} \times 100\,\%$$

Bila tanjakan naik 20 m pada jarak datar 160 m, kemiringannya 20 ÷ 160 × 100 % = 12,5 %. Artinya setiap 100 m maju mendatar, tanah naik 12,5 m. Gambar 3.30 menggambar segitiga ini dengan skala yang sama untuk datar dan tegak, sehingga bentuk sebenarnya terlihat: lerengnya jauh lebih landai daripada kesan "curam" yang sering kita bayangkan.



Gambar 3.30 Segitiga kemiringan: jarak datar 160 m, beda tinggi 20 m, panjang miring ±161,2 m, kemiringan 12,5 %. Tabel di kanan mengubah persen menjadi derajat. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Kemiringan juga bisa dinyatakan dalam **derajat** (sudut lereng) atau sebagai **perbandingan** (misalnya 1 : 8, yaitu naik 1 untuk tiap 8 mendatar). Kemiringan 12,5 % sama dengan sudut ±7,1° dan perbandingan 1 : 8. Tabel pada Gambar 3.30 memberi beberapa nilai: 10 % hanya 5,7°, 50 % adalah 26,6°, dan **100 % adalah 45°, bukan 90°**. Persen kemiringan bisa melebihi 100 % untuk lereng yang lebih curam dari 45°.

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

Bagaimana kemiringan dibaca dari peta kontur? Pilih dua kontur berurutan (beda tinggi sebesar interval), ukur jarak di antara keduanya di peta (di sepanjang arah paling curam, tegak lurus kontur), ubah dengan skala menjadi jarak datar, lalu bagi. Pada peta 1 : 10.000 berinterval 10 m, jarak antarkontur 3 mm berarti jarak datar 30 m dan kemiringan 10 ÷ 30 × 100 ≈ 33 %.

Panjang miring adalah panjang lintasan sepanjang permukaan lereng. Panjang miring selalu sedikit lebih besar daripada jarak datar. Pada contoh tadi, panjang miring $\sqrt{(160^2 + 20^2)} \approx 161{,}2$ m, hanya 0,8 % lebih panjang. Untuk lereng landai, selisih ini kecil, tetapi untuk lereng curam (misalnya naik 50 m pada jarak datar 100 m), panjang miring 111,8 m dan selisihnya nyata. **Kemiringan dihitung dengan jarak datar, bukan panjang miring.** Pita ukur yang ditarik sepanjang lereng memberi panjang miring; untuk mendapat jarak datar gunakan $\sqrt{(\text{panjang miring}^2 - \text{beda tinggi}^2)}$, atau ukur dengan alat ukur sudut.

7. Panjang jalur dan batas kemiringan jalan

Jalan angkut tambang memiliki **batas kemiringan** yang ditetapkan agar truk bermuatan bisa mendaki dan mengerem dengan aman. Banyak panduan perancangan jalan angkut tambang menyebut kemiringan berkelanjutan sekitar 8 sampai 10 % (nilai pastinya ditetapkan perusahaan, jenis truk, dan aturan keselamatan tambang; di dalam soal, batas diberikan). Bila lereng alami lebih curam daripada batas itu, perancang tidak bisa memotong lurus ke atas. Ia membuat **jalan berkelok**: jalan memanjang menyusuri lereng agar kemiringannya turun.

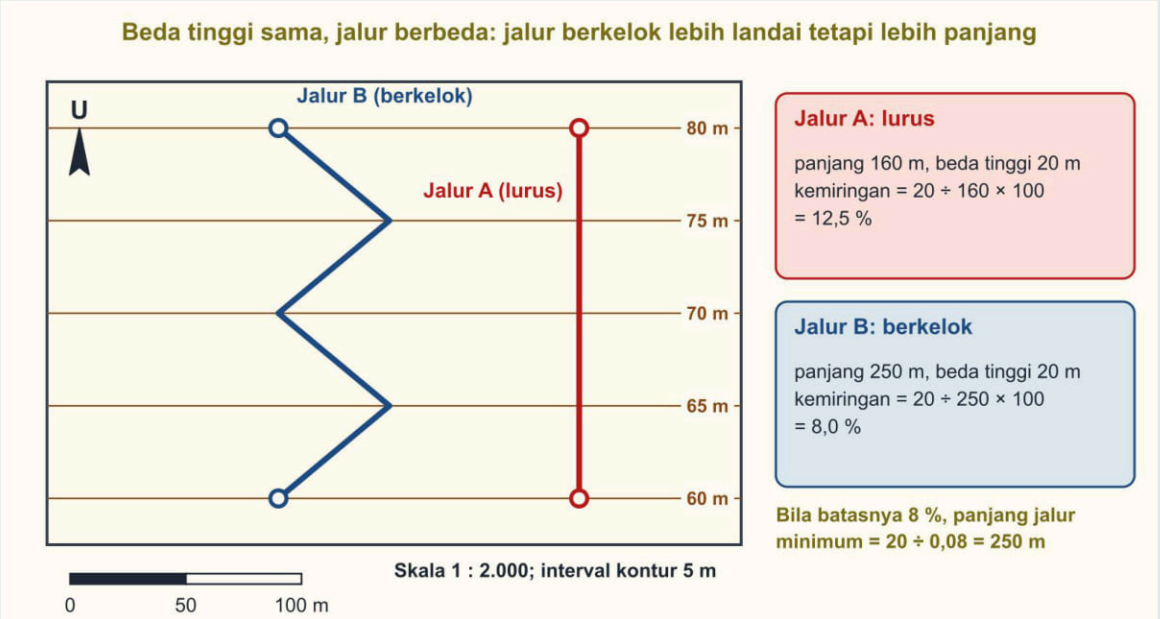
Perhatikan tiga hal yang membingungkan banyak siswa.

Pertama, beda tinggi sama berarti jalur yang lebih pendek lebih curam. Dua jalur dari titik 60 m ke titik 80 m memiliki beda tinggi sama (20 m). Jalur pendek (160 m) kemiringannya 12,5 %, sedangkan jalur yang diperpanjang menjadi 250 m hanya 8,0 %. Jalur pendek bukan jalur landai.

Kedua, panjang jalur yang berkelok diukur dengan benang yang mengikuti kelokan di peta, lalu diubah dengan skala. Bukan dengan penggaris lurus antara dua titik ujung.

Ketiga, panjang minimum jalur untuk beda tinggi tertentu dan batas kemiringan tertentu adalah beda tinggi ÷ batas kemiringan. Untuk beda tinggi 20 m dan batas 8 %, panjang jalur minimum 20 ÷ 0,08 = 250 m. Gambar 3.31 menunjukkan kedua jalur.

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



Gambar 3.31 Pada lereng seragam berinterval 5 m (skala 1 : 2.000), jalur A lurus (160 m, 12,5 %) dan jalur B berkelok (±250 m, 8,0 %) memiliki beda tinggi sama, 20 m. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

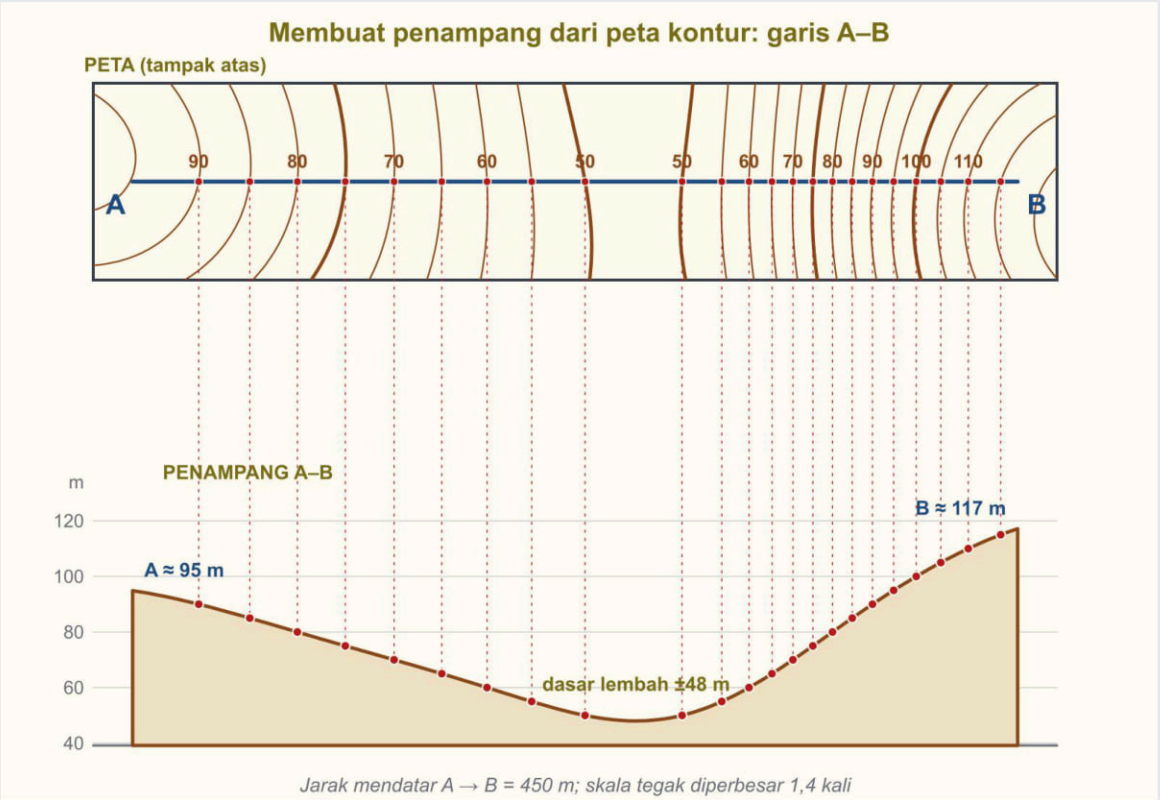
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

8. Penampang dari peta kontur

Penampang (profil) adalah gambar irisan tegak bumi sepanjang sebuah garis pada peta. Dengan penampang kamu bisa melihat naik-turun lintasan, menilai apakah dua titik saling terlihat, atau menghitung kemiringan rata-rata. Cara membuatnya bertahap:

1. **Tarik garis A–B** pada peta kontur dan ukur panjangnya (ubah ke meter dengan skala).
2. **Tandai titik perpotongan** garis dengan setiap kontur. Catat jarak masing-masing dari A dan ketinggian konturnya. Jangan lupa ketinggian A dan B (taksir dengan interpolasi).
3. **Gambar sumbu:** sumbu mendatar = jarak dari A, memakai skala peta; sumbu tegak = ketinggian. Skala tegak boleh dibuat lebih besar daripada skala mendatar (**pembesaran tegak**) supaya naik-turunnya terlihat, tetapi tuliskan pembesarannya agar kemiringan tidak salah baca.
4. **Plotkan titik-titik** (jarak, ketinggian), lalu hubungkan dengan garis yang halus. Di dasar lembah dan puncak bukit, garis melengkung; di lereng, garis mengikuti titik-titik.

Gambar 3.32 memperlihatkan hasilnya untuk garis A–B sepanjang 450 m yang melintasi sebuah lembah. Pada bagian atas, titik-titik merah di garis A–B adalah titik potong dengan kontur. Titik-titik itu diturunkan ke bawah menjadi titik pada penampang. Lembah tampak sebagai cekungan di tengah: lereng di sisi A landai (kontur renggang), sedangkan lereng ke sisi B lebih curam (kontur rapat), sehingga penampangnya tidak setangkup.



Gambar 3.32 Penampang A–B sepanjang 450 m: titik potong garis dengan kontur diturunkan menjadi titik pada penampang (skala tegak diperbesar 1,4 kali). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Ada satu cara cepat memeriksa penampang: kontur yang renggang pada peta harus menjadi bagian penampang yang landai, dan kontur yang rapat bagian yang curam. Bila titik-titikmu

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

menunjukkan kebalikannya, kamu salah memasangkan jarak dengan ketinggian.

9. Memilih lokasi: air mengalir tegak lurus kontur

Banyak keputusan lapangan bergantung pada satu fakta: **air mengalir menuruni lereng sepanjang arah paling curam, yaitu tegak lurus garis kontur, dari kontur tinggi ke kontur rendah.** Itu sebabnya lembah menampung air dan punggungan membuangnya.

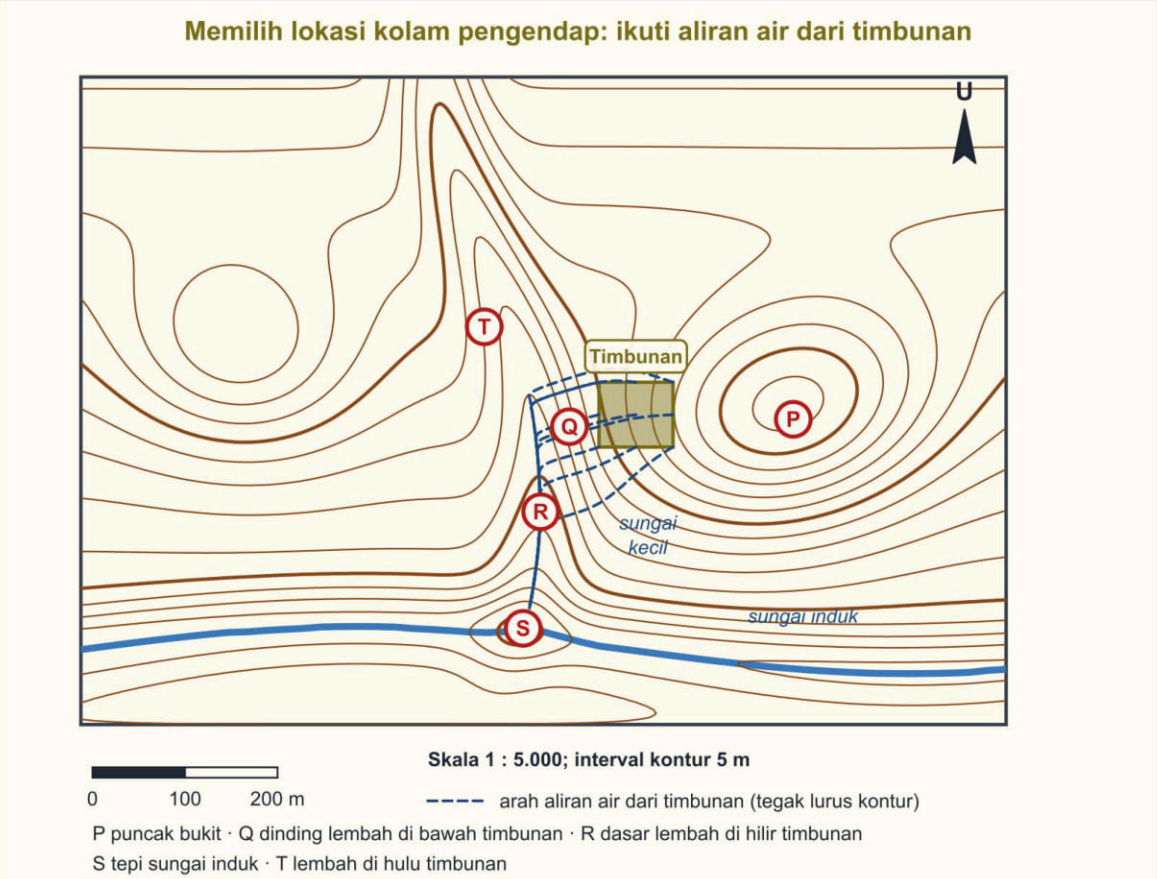
Contoh paling penting dalam pertambangan adalah **kolam pengendap**: kolam tempat air limpasan dari timbunan, pit, atau jalan diendapkan lumpurnya sebelum air masuk ke sungai. Kolam pengendap harus: (1) berada di **jalur aliran** air yang akan ditampung, yaitu di hilir sumbernya; (2) berada di lahan yang cukup **landai** agar bisa dibangun dan memuat air; (3) berada **sebelum** air bergabung dengan sungai induk dan **di atas muka banjir sungai** agar tidak terendam; dan (4) di luar daerah yang dilarang. Pada peta kontur, lokasi seperti itu biasanya di lembah kecil di bawah timbunan.

Contoh lain: **timbunan** ditempatkan di lahan yang landai atau datar dan jauh dari lembah sungai; **jalan angkut** dipilih yang memenuhi batas kemiringan; **saluran air (drainase)** dibuat mengikuti arah aliran; **lereng curam** dihindari untuk bangunan dan jalan.

Cara menelusuri aliran dari timbunan: dari sebuah titik, tarik garis tegak lurus kontur menuju kontur yang lebih rendah, lalu lanjutkan; ketika garis mencapai lembah, ia akan mengikuti dasar lembah. Gambar 3.33 menunjukkan penelusuran seperti itu (dihitung dengan skrip) dari sembilan titik timbunan: semuanya bertemu di lembah kecil di sebelah barat timbunan, lalu mengalir ke sungai induk.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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



Gambar 3.33 Peta kontur (skala 1 : 5.000, interval 5 m) dengan timbunan dan lima calon lokasi kolam (P sampai T). Garis putus-putus biru adalah jalur aliran air dari timbunan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Ringkasan bagian ini. Kontur adalah garis ketinggian sama. Interval adalah beda tinggi antarkontur; kontur indeks tebal dan berangka. Kontur tidak berpotongan; rapat = curam; renggang = landai. Titik di antara dua kontur dibaca dengan interpolasi. Bukit dan cekungan berupa kontur tertutup; punggungan membentuk U/V ke arah rendah; lembah membentuk V ke arah tinggi. Kemiringan (%) = beda tinggi ÷ jarak datar × 100; 100 % = 45°. Jalur pendek lebih curam; jalur berkelok lebih landai tetapi lebih panjang. Penampang: titik potong garis dengan kontur dipindahkan ke sumbu jarak–ketinggian. Air mengalir tegak lurus kontur ke arah rendah.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Kemiringan jalur dan panjang jalur minimum

Pada Maret 2027, PT Batu Jaya (fiktif) merencanakan jalan dari lantai pit (kontur 60 m) ke lokasi crusher (kontur 80 m). Peta berskala 1 : 2.000 berinterval 5 m. Jalur lurus yang direncanakan panjangnya 8 cm di peta. Berapa kemiringan jalur itu, berapa panjang miringnya, dan berapa panjang jalur minimum agar kemiringan maksimum 8 %? *Kasus disusun untuk contoh; perusahaan fiktif.*

1. Beda tinggi = 80 − 60 = 20 m (empat interval 5 m).
2. Jarak datar = 8 cm × 2.000 = 16.000 cm = 160 m.

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

3. Kemiringan = 20 ÷ 160 × 100 % = **12,5 %**.
4. Panjang miring = √(160² + 20²) = √(25.600 + 400) = √26.000 ≈ **161,2 m** (hanya sedikit lebih panjang daripada jarak datar).
5. Panjang jalur minimum untuk batas 8 %: 20 ÷ 0,08 = **250 m**. Jalur 160 m melebihi batas, sehingga jalur harus diperpanjang menjadi paling sedikit 250 m dengan berkelok (Gambar 3.31).
6. Periksa: 20 ÷ 250 × 100 % = 8,0 %. Cocok.

Jawaban: kemiringan **12,5 %** (melebihi batas), panjang miring ±161,2 m, panjang jalur minimum **250 m** (± 12,5 cm pada peta). Kesalahan umum: memakai panjang miring 161,2 sebagai jarak datar (hasil 12,4 %, nyaris sama tetapi salah konsep) atau menganggap jalur 160 m "landai karena pendek".

Contoh 2 — Memilih jalur yang memenuhi batas, dan jarak datar dari pita ukur

Pada Juni 2027, tim PT Andesit Cakra (fiktif) membandingkan tiga jalur dari titik 100 m ke titik 115 m pada peta 1 : 2.000: jalur A 6 cm, jalur B 8 cm, jalur C 10 cm (panjang di peta, diukur dengan benang). Kemiringan jalan maksimum 8 %. Di sisi lain, surveyor menarik pita ukur sepanjang tanjakan lain dan memperoleh panjang 130 m dengan beda tinggi 25 m. Jalur mana yang boleh dipilih, dan berapa kemiringan tanjakan yang diukur dengan pita? *Kasus disusun untuk contoh; perusahaan fiktif.*

1. Beda tinggi sama untuk ketiganya: 115 − 100 = 15 m.
2. Jarak datar tiap jalur = jarak peta × 2.000 ÷ 100: A = 6 × 20 = 120 m; B = 8 × 20 = 160 m; C = 10 × 20 = 200 m.
3. Kemiringan: A = 15 ÷ 120 × 100 % = **12,5 %**; B = 15 ÷ 160 × 100 % ≈ **9,4 %**; C = 15 ÷ 200 × 100 % = **7,5 %**.
4. Batas 8 %: hanya jalur C yang memenuhi (7,5 % ≤ 8 %). Periksa dengan panjang minimum: 15 ÷ 0,08 = 187,5 m = 9,4 cm di peta; jalur C (10 cm) lebih panjang daripada itu, jalur B (8 cm) kurang.
5. Pita ukur: 130 m adalah **panjang miring**, bukan jarak datar. Jarak datar = √(130² − 25²) = √(16.900 − 625) = √16.275 ≈ 127,6 m. Kemiringan = 25 ÷ 127,6 × 100 % ≈ **19,6 %**. Bila 130 m dipakai langsung sebagai jarak datar, hasilnya 19,2 %, selisih kecil tetapi konsepnya salah.

Jawaban: **jalur C**; tanjakan yang diukur pita berkemiringan **±19,6 %**.

Contoh 3 — Membuat penampang dari peta kontur

Pada Agustus 2027, tim eksplorasi memerlukan penampang garis A–B pada peta 1 : 5.000 (Gambar 3.32). A berada pada elevasi ±95 m dan B pada ±117 m, jarak A–B 450 m. Dari peta dibaca titik potong garis dengan kontur (jarak dari A, ketinggian): 90 m pada 34 m; 70 m pada 133 m; 50 m pada 230 m; 50 m pada 279 m; 70 m pada 336 m; 90 m pada 376 m; 110 m pada 425 m; 115 m pada 441 m. Gambarlah penampangnya dan bandingkan kemiringan kedua lerengnya. *Kasus disusun untuk contoh; tempat fiktif.*

1. Ubah ke sumbu: jarak mendatar 0 sampai 450 m (skala peta); ketinggian 40 sampai 120 m dengan skala tegak diperbesar 1,4 kali.

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

2. Plotkan titik: (0; 95), (34; 90), (133; 70), (230; 50), (279; 50), (336; 70), (376; 90), (425; 110), (441; 115), (450; 117).
3. Hubungkan dengan garis halus. Antara jarak 230 m dan 279 m ketinggian kembali 50 m, jadi dasar lembah berada di antara keduanya dan sedikit lebih rendah dari 50 m (±48 m).
4. Kemiringan lereng sisi A (dari 90 m pada 34 m ke 50 m pada 230 m): beda tinggi 40 m, jarak datar 230 − 34 = 196 m. Kemiringan = 40 ÷ 196 × 100 % ≈ **20 %**.
5. Kemiringan lereng sisi B (dari 50 m pada 279 m ke 115 m pada 441 m): beda tinggi 65 m, jarak datar 441 − 279 = 162 m. Kemiringan ≈ **40 %**.
6. Periksa dengan peta: kontur sisi B lebih rapat daripada sisi A, jadi sisi B memang lebih curam. Cocok.

Jawaban: penampang berbentuk lembah tidak setangkup; sisi A ±20 % dan sisi B ±40 %.

Contoh 4 — Lokasi kolam pengendap di bawah timbunan

Pada September 2027, PT Bukit Cemerlang (fiktif) menimbun tanah penutup di lokasi yang ditunjukkan pada Gambar 3.33 (peta 1 : 5.000, interval 5 m). Air limpasan dari timbunan harus ditampung kolam pengendap sebelum masuk sungai. Syarat lokasi kolam: (a) dilewati jalur aliran dari timbunan; (b) kemiringan lahan paling besar 12 %; (c) paling sedikit 10 m lebih tinggi daripada muka sungai induk (±22 m di dekat pertemuan) agar tidak terendam banjir. Dari lima calon, P, Q, R, S, dan T, mana yang memenuhi semuanya? *Kasus disusun untuk contoh; perusahaan fiktif.*

1. **Telusuri aliran dari timbunan** (Gambar 3.33): dari sembilan titik tepi dan tengah timbunan, air mengalir tegak lurus kontur ke arah barat-barat daya menuju lembah kecil, lalu turun ke selatan mengikuti dasar lembah menuju sungai induk. Titik yang berada di jalur aliran (≤ ±5 m dari jalur): **Q dan R**. Titik P (puncak bukit di timur timbunan, ±130 m dari jalur) dan T (lembah di hulu timbunan, ±88 m dari jalur) tidak dilewati air dari timbunan. Titik S, di tepi sungai induk, berada ±22 m dari jalur.
2. **Kemiringan lahan** dihitung dari kontur sekitar titik (dengan skrip): Q ±39 % (dinding lembah, kontur rapat), sehingga **gugur** pada syarat b; R ±9 % (dasar lembah, kontur renggang), memenuhi.
3. **Ketinggian terhadap sungai:** R berada pada ±47 m, atau ±25 m di atas sungai (±22 m), sehingga memenuhi syarat c. S berada pada ±23 m, hanya ±1 m di atas sungai, sehingga **gugur** pada syarat c.
4. Gabungkan: hanya R yang memenuhi ketiga syarat.

Jawaban: **titik R**, di dasar lembah kecil di hilir timbunan dan sebelum sungai induk. Alasan calon lain gugur: P dan T tidak dilewati aliran; Q terlalu curam; S terlalu dekat dan terlalu rendah dibandingkan sungai (terkena banjir). Pengecoh khas lain: memilih titik paling rendah (S) karena "air pasti ke sana".

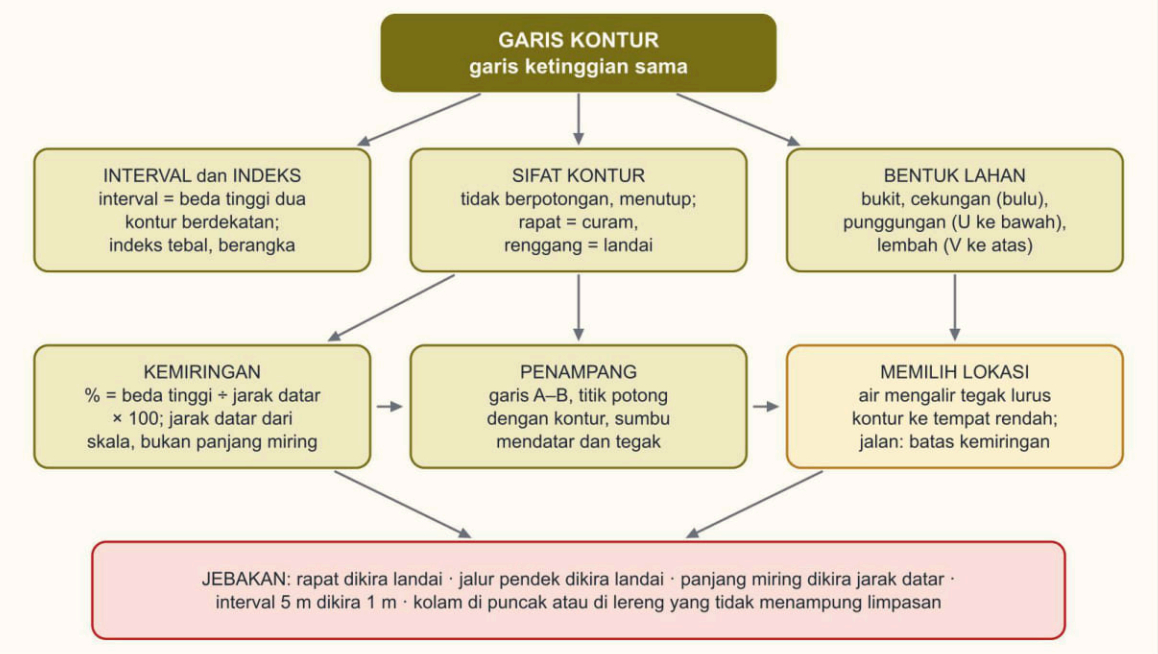
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Garis kontur** menghubungkan titik-titik berketinggian sama. **Interval** = beda tinggi dua kontur berurutan (baca di tepi peta). **Kontur indeks** tebal dan berangka; banyak kontur biasa di antara dua indeks = (selisih indeks ÷ interval) − 1.
- Kontur tidak berpotongan dan menutup; **rapat = curam, renggang = landai.**
- Titik di antara dua kontur: **interpolasi** sebanding dengan jarak.
- **Bentuk lahan:** bukit (tertutup, naik ke tengah), cekungan (tertutup, turun ke tengah, berbulu), punggungan (U/V ke arah lebih rendah), lembah (V ke arah lebih tinggi), pelana.
- **Kemiringan (%) = beda tinggi ÷ jarak datar × 100.** Jarak datar dari skala, bukan panjang miring. 100 % = 45°.
- Beda tinggi sama: jalur lebih pendek = lebih curam. Panjang minimum jalur = beda tinggi ÷ batas kemiringan.
- **Penampang:** garis A–B, titik potong dengan kontur, sumbu jarak–ketinggian, hubungkan halus.
- **Air mengalir tegak lurus kontur** ke arah rendah; kolam pengendap di hilir timbunan, landai, sebelum sungai, di atas muka banjir.

Gambar 3.34 merangkum seluruh hubungan ini.



Gambar 3.34 Peta konsep garis kontur: interval dan indeks, sifat kontur, bentuk lahan, kemiringan, penampang, memilih lokasi, dan jebakan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal peta kontur:

1. **Baca keterangan peta lebih dulu:** skala, interval kontur, panah utara, dan satuan.
2. **Cari nilai yang diperlukan dari angka kontur:** ketinggian titik awal dan akhir, beda tinggi.
3. **Ukur jarak di peta, ubah ke jarak datar** dengan skala (cm → m).
4. **Hitung kemiringan** = beda tinggi ÷ jarak datar × 100 %; bandingkan dengan batas pada soal.
5. **Untuk keputusan lokasi,** telusuri arah aliran air (tegak lurus kontur, ke arah rendah) dan cek tiap syarat di soal satu per satu.
6. **Periksa dengan nalar:** jalur lebih pendek dengan beda tinggi sama pasti lebih curam; kontur lebih rapat pasti lebih curam.

Jebakan khas:

- **Kontur rapat dikira landai** (kebalikan yang benar).
- **Jalur pendek dikira landai** padahal beda tingginya sama.
- **Panjang jalur atau panjang miring dikira jarak datar,** atau jalur berkelok diukur dengan penggaris lurus.
- **Interval 5 m dibaca 1 m,** atau garis dihitung tanpa memperhatikan interval.
- **Elevasi titik di antara dua kontur dibulatkan ke kontur terdekat** padahal letaknya di tengah.
- **Kolam di puncak atau di lereng yang air limpasannya tidak lewat;** atau di titik paling rendah sungai yang terendam banjir.
- **Lembah dikira punggungan** (arah huruf V tertukar).
- **Kemiringan 100 % dikira tegak lurus.**

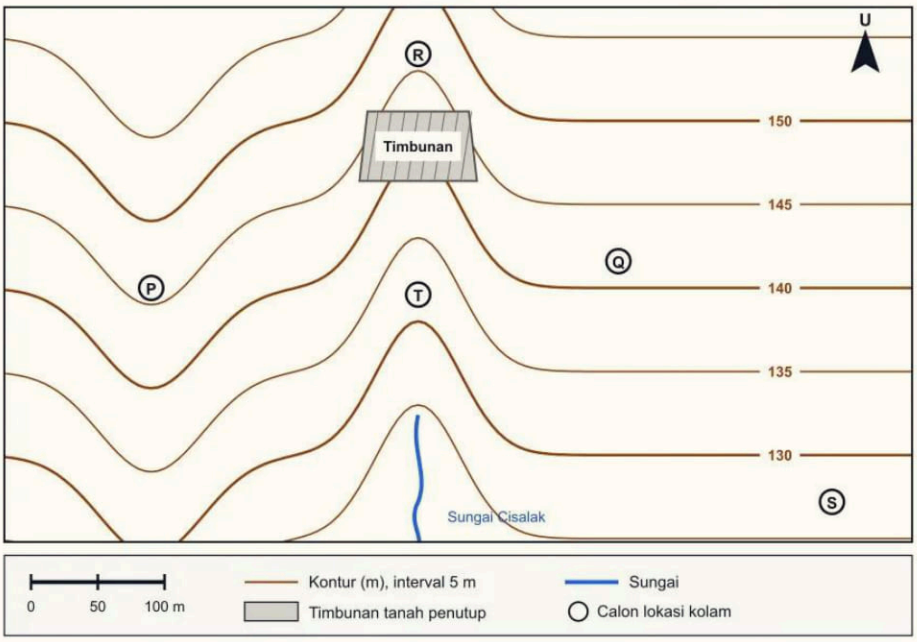
● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menampilkan peta kontur yang berisi timbunan tanah penutup, sungai, dan lima calon lokasi kolam pengendap. Bedahlah dengan bagian 5 dan 9: pertama tentukan di mana lembah dan di mana punggungan, kemudian telusuri arah aliran air dari timbunan dan periksa tiap calon lokasi dengan syarat soal.

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

►. PT Tanah Merah (2027) menimbun tanah penutup di lokasi yang ditunjukkan pada peta. Saat hujan, air limpasan dari timbunan membawa lumpur. Perusahaan wajib membuat satu kolam pengendap yang menampung air limpasan dari timbunan sebelum air itu masuk ke sungai. Lima calon lokasi kolam (P, Q, R, S, T) ditandai pada peta kontur. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Lokasi kolam pengendap yang paling tepat adalah ....

Peta kontur rencana kolam pengendap — PT Tanah Merah (2027)



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

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Pembahasan **Kunci: E**

Konsep: Air mengalir tegak lurus garis kontur dari elevasi tinggi ke rendah. Lembah ditandai garis kontur yang melengkung (membentuk huruf V/U) ke arah elevasi lebih tinggi; punggungan melengkung ke arah elevasi lebih rendah. Air limpasan terkumpul di dasar lembah.

Langkah:

1. Elevasi kontur turun dari utara (155 m) ke selatan (130 m) → air mengalir ke selatan.
2. Di sekitar timbunan, kontur melengkung ke utara (ke arah elevasi tinggi) → timbunan berada di kepala lembah.
3. Air dari timbunan mengalir menyusuri dasar lembah ke selatan, melewati T, lalu masuk Sungai Cisalak.
4. Jadi kolam ditempatkan di T.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ P berada di punggungan (kontur melengkung ke selatan); air dari timbunan tidak mengalir ke sana.
- **B.** ✗ Q berada di lereng timur lembah, di luar jalur aliran dari timbunan.
- **C.** ✗ Jebakan: R memang di lembah yang sama, tetapi di hulu (lebih tinggi) dari timbunan, sehingga air dari timbunan tidak mengalir ke R.
- **D.** ✗ Jebakan: S adalah titik paling rendah (di bawah kontur 130 m), tetapi berada di lereng timur yang tidak dilalui aliran dari timbunan.
- **E.** ✓ T berada di dasar lembah, di hilir timbunan dan sebelum sungai, sehingga menampung seluruh air limpasan timbunan.

Jawaban: E.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Pada soal hitungan, tulis beda tinggi, jarak datar (lengkap dengan perubahan satuan), lalu kemiringan. Pada soal pernyataan majemuk, periksa setiap pernyataan satu per satu dengan hitungan.

1. PT Kapur Lestari (2027) merencanakan jalan angkut dari pit ke tempat penimbunan (ROM). Pada peta kontur berskala 1 : 5.000 dengan interval kontur 5 m, pit berada pada garis kontur 105 m dan ROM pada garis kontur 125 m. Ada dua calon jalur: jalur X sepanjang 6 cm di peta dan jalur Y sepanjang 3 cm di peta, keduanya terus menanjak. Kemiringan jalan angkut bermuatan paling besar 8 %.

(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. Beda tinggi jalur Y lebih kecil daripada jalur X karena jalurnya lebih pendek.

☐ B. Panjang mendatar jalur X adalah 300 m.

☐ C. Jalur Y lebih landai daripada jalur X karena lebih cepat ditempuh truk.

☐ D. Kemiringan jalur Y sekitar 6,7 %.

☐ E. Dari kedua calon, hanya jalur X yang memenuhi batas kemiringan 8 %.

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

2. Pada peta topografi bukit Gunung Batu yang dipakai PT Basalt Prima (2027), interval kontur 5 m dan setiap kontur kelipatan 25 m digambar tebal sebagai kontur indeks. Di lereng barat bukit, jarak antargaris kontur di peta sekitar 2 mm, sedangkan di lereng timur sekitar 8 mm. Tim akan membuat jalan setapak untuk membawa sampel batuan yang berat dari puncak ke kemah.
(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
Lereng barat bukit lebih curam daripada lereng timur.	○	○
Di antara dua kontur indeks yang berurutan terdapat 5 garis kontur biasa.	○	○
Jalan setapak untuk membawa sampel berat lebih aman dibuat di lereng timur.	○	○

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

✔ PERIKSA DIRI

- Dua jalur menghubungkan titik berketinggian 40 m dengan titik berketinggian 70 m. Jalur X panjang 300 m, jalur Y panjang 500 m (keduanya jarak datar). Jalur mana yang lebih landai, berapa persen kemiringan masing-masing, dan mengapa jalur yang lebih panjang lebih landai?
- Pada peta berinterval 10 m, di antara kontur indeks 100 m dan 150 m ada berapa garis kontur biasa? Bagaimana kamu mengenali dari bentuk kontur bahwa suatu lengkungan adalah lembah, bukan punggungan?
- **Yang harus kuingat:** kontur = garis ketinggian sama; rapat = curam; kemiringan (%) = beda tinggi ÷ jarak datar × 100; jalur pendek = lebih curam; air mengalir tegak lurus kontur; V menunjuk ke hulu pada lembah.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 3.5: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktgp&node=SMKTGP-3.5

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

Kuis Akhir Bab 3

SMKTGP-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.

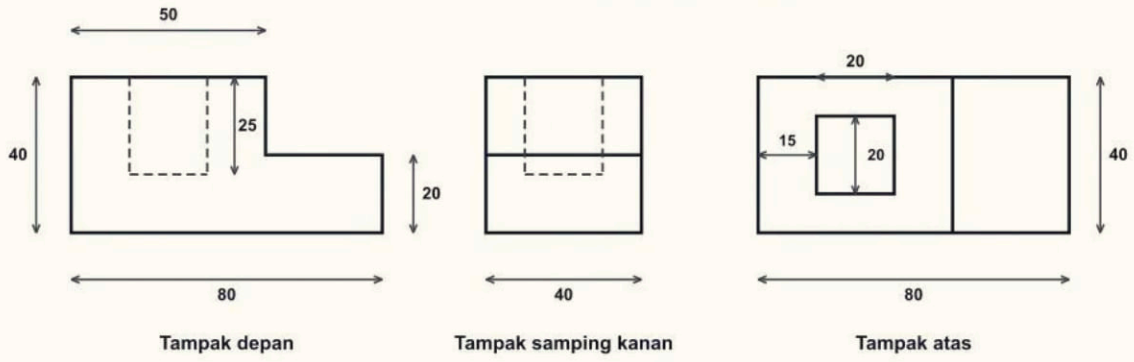
Kerjakan Kuis Bab 3 di LMS

Skor dan progresmu tersimpan di LMS.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktgp&node=SMKTGP-KB3

1. Bengkel PT Alu Perkasa, Batam (2027), akan mengecor ganjal alat ukur dari aluminium (massa jenis dianggap 2,7 g/cm^3) menurut gambar kerja tiga tampak pada gambar. Ukuran dalam mm dan 1 cm^3 = 1.000 mm^3. Lubang berpenampang persegi pada tampak atas dibuat dari permukaan atas. Massa ganjal dihitung agar bahan yang dituang cukup. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Massa ganjal itu adalah ....

Gambar kerja ganjal alat ukur (ukuran dalam mm)



Garis tebal = tepi yang terlihat; garis putus-putus = tepi tersembunyi. Lubang dibuat dari permukaan atas.

A. 237,6 g
B. 253,8 g
C. 280,8 g
D. 318,6 g
E. 345,6 g

2. Juru gambar PT Geo Prima, Surabaya (2027), menggambar kotak alat berukuran panjang 90 cm, lebar 50 cm, dan tinggi 30 cm dengan proyeksi dimetri skala 1 : 10. Pada cara dimetri yang dipakai perusahaan, garis panjang dan garis tinggi digambar berukuran penuh, sedangkan garis lebar (ke belakang) digambar setengahnya (perbandingan 1 : 1 :

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

½).
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Panjang garis panjang, lebar, dan tinggi kotak pada gambar berturut-turut adalah ....

A. 9,0 cm, 2,5 cm, dan 3,0 cm
B. 9,0 cm, 5,0 cm, dan 3,0 cm
C. 9,0 cm, 2,5 cm, dan 1,5 cm
D. 4,5 cm, 2,5 cm, dan 3,0 cm
E. 90,0 cm, 25,0 cm, dan 30,0 cm

3. Bengkel PT Geo Persada, Palu (2027), membuat nampan sampel dari plat logam: bentuk luar balok 100 × 60 × 20 mm (panjang × lebar × tinggi), terbuka di sisi atas, dengan tebal dinding dan alas 5 mm. Pada gambar kerja (ukuran mm), tampak atas berupa persegi panjang 100 × 60 dengan persegi panjang 90 × 50 bergaris tebal di tengahnya. Tampak depan berupa persegi panjang 100 × 20 dengan garis putus-putus berbentuk huruf U lebar: tegak 5 dari tepi kiri dan kanan, turun dari tepi atas, lalu mendatar pada ketinggian 5 dari tepi bawah.
(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. Tebal dinding depan dan belakang nampan masing-masing 10 mm, yaitu selisih 60 dan 50.
☐ B. Persegi panjang 90 × 50 pada tampak atas bergaris tebal karena rongga terlihat dari atas.
☐ C. Volume rongga nampan adalah 90.000 mm^3, yaitu hasil kali 90 mm × 50 mm × 20 mm.
☐ D. Kedalaman rongga nampan 15 mm, yaitu tinggi luar 20 mm dikurangi tebal alas 5 mm.
☐ E. Garis putus-putus pada tampak depan menunjukkan rongga tersembunyi di balik dinding depan.

4. Siswa SMK Geologi Mandiri (2027) menyalin ukuran empat kotak sampel ke tabel gambar dimetri skala 1 : 5. Aturan sumbunya 1 : 1 : ½: garis panjang dan garis tinggi berukuran penuh, garis lebar setengahnya. Guru menyatakan tepat satu baris salah.

Kotak	Ukuran asli p × l × t (cm)	Garis panjang (cm)	Garis lebar (cm)	Garis tinggi (cm)
K1	60 × 40 × 20	12	4	4
K2	45 × 30 × 25	9	3	5
K3	80 × 50 × 30	16	10	6
K4	35 × 20 × 15	7	2	3

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

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

A. K1, karena garis tinggi seharusnya setengah dari ukuran skala
B. K2, karena garis lebar 3 cm seharusnya 6 cm menurut skala
C. K3, karena garis lebar 10 cm seharusnya 5 cm setelah dibagi dua
D. K4, karena garis panjang 7 cm seharusnya 3,5 cm menurut skala
E. Tidak ada, karena semua baris memakai skala 1 : 5 dengan tepat

5. Pemasok mesin di Jerman mengirim gambar kerja ganjal rel kepada bengkel PT Rel Bumi, Samarinda (2027). Pada kotak judul tercantum simbol proyeksi sudut pertama (proyeksi Eropa). Juru gambar bengkel terbiasa membaca gambar proyeksi Amerika (sudut ketiga), yaitu tampak atas di atas tampak depan dan tampak samping kanan di sebelah kanan tampak depan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Pada gambar pemasok, tampak atas diletakkan di bawah tampak depan.	○	○
Pada gambar pemasok, tampak samping kanan diletakkan di sebelah kiri tampak depan.	○	○
Bila gambar pemasok dibaca dengan aturan proyeksi Amerika, tampak yang di bawah tampak depan tetap terbaca sebagai tampak atas.	○	○

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

6. Bengkel PT Karya Logam, Batam (2027), membuat ganjal dari balok baja. Gambar kerja baru memuat dua tampak (ukuran mm). Tampak depan: persegi panjang 80 × 40 yang sudut kanan atasnya terpotong; bagian kiri setinggi 40 dan selebar 50, bagian kanan setinggi 20 dan selebar 30. Tampak samping kanan: persegi 40 × 40 dengan satu garis tebal mendatar pada ketinggian 20. Juru gambar diminta melengkapi tampak atas. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Pernyataan yang tepat tentang tampak atas adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Garis pada tampak atas berupa garis putus-putus karena tepinya di bawah bagian yang tinggi.

☐ B. Pada tampak atas terdapat satu garis tebal tegak yang berjarak 50 dari tepi kiri gambar.

☐ C. Pada tampak atas terdapat satu garis tebal mendatar pada jarak 20 dari tepi belakang.

☐ D. Tampak atas berupa persegi panjang 80 × 40 dengan panjang 80 pada arah kiri–kanan.

☐ E. Panjang bagian rendah pada arah kiri–kanan yang terbaca pada tampak atas adalah 30.

7. Juru gambar PT Karya Geologi, Cirebon (2027), membuat gambar tiga tampak sebuah kotak penyimpan inti bor berbentuk balok: panjang 100 cm (kiri–kanan), lebar 40 cm (depan–belakang), dan tinggi 12 cm. Tampak depan, tampak atas, dan tampak samping kanan digambar menurut aturan proyeksi ortogonal. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Bangun yang terlihat pada tampak atas adalah ....

A. Persegi panjang 100 cm × 12 cm, sama dengan tampak depan

B. Persegi panjang 40 cm × 12 cm, sama dengan tampak samping

C. Persegi panjang 100 cm × 52 cm, yaitu lebar ditambah tinggi

D. Bujur sangkar 40 cm × 40 cm, karena hanya lebar yang terlihat

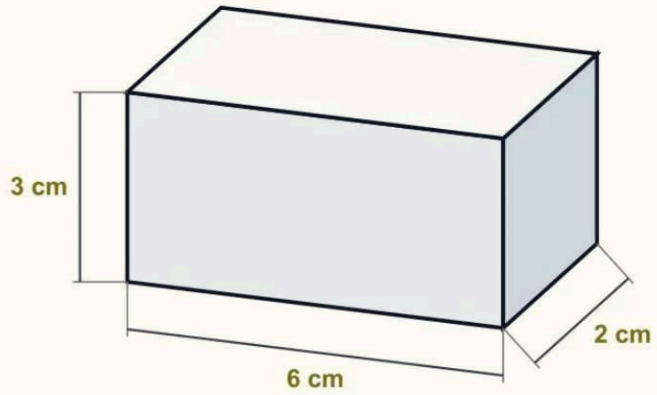
E. Persegi panjang 100 cm × 40 cm, yaitu panjang dan lebar kotak

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

8. Gambar menunjukkan kotak penyimpan inti PT Tambang Cakra, Bontang (2027), dalam proyeksi dimetri skala 1 : 20 dengan ukuran garis dalam cm. Pada cara dimetri perusahaan, garis panjang dan garis tinggi digambar berukuran penuh, sedangkan garis lebar (yang miring ke belakang) digambar setengahnya (perbandingan 1 : 1 : ½). Volume kotak dihitung untuk menentukan jumlah inti yang dapat disimpan (1 m^3 = 1.000.000 cm^3). *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Volume kotak sebenarnya adalah ....

Kotak penyimpan inti PT Tambang Cakra — gambar dimetri skala 1 : 20

Ukuran garis pada gambar dalam cm



A. 0,144 m^3
B. 0,288 m^3
C. 1,152 m^3
D. 0,576 m^3
E. 5,76 m^3

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

9. Siswa SMK Tambang Barito (2027) menggambar balok sampel berukuran panjang 90 mm, lebar 60 mm, dan tinggi 30 mm dengan proyeksi dimetri skala 1 : 1. Aturan dimetri yang dipakai: garis panjang dan garis tinggi berukuran penuh, garis lebar setengahnya (1 : 1 : ½). Ia menggambar garis panjang 90 mm, garis lebar 60 mm, dan garis tinggi 30 mm. Teman sekelasnya memeriksa gambar itu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Garis tinggi seharusnya 15 mm karena semua garis ikut diperpendek setengahnya.
☐ B. Garis lebar seharusnya digambar 30 mm, yaitu setengah dari ukuran 60 mm.
☐ C. Perbandingan panjang : lebar : tinggi pada gambar yang benar adalah 3 : 2 : 1.
☐ D. Garis panjang 90 mm sudah benar karena garis panjang digambar berukuran penuh.
☐ E. Bila gambar itu isometri skala 1 : 1, garis lebar 60 mm memang sudah benar.

10. Tim geologi PT Bukit Andesit, Garut (2027), berjalan dari pos ke singkapan melalui tiga ruas pada peta berskala 1 : 25.000: ruas 1 sepanjang 4,8 cm (datar), ruas 2 sepanjang 3,2 cm (menanjak), dan ruas 3 sepanjang 2 cm (datar). Kecepatan jalan di ruas datar 3 km/jam dan di ruas menanjak 2 km/jam. Pulang lewat jalur yang sama; ruas 2 dituruni dengan kecepatan 3 km/jam. Di singkapan tim mengamati 40 menit dan harus tiba kembali di pos paling lambat pukul 15.00.
(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. Panjang ruas 1, 2, dan 3 sebenarnya berturut-turut 1,2 km, 0,8 km, dan 0,5 km.
☐ B. Lama perjalanan pulang sama dengan berangkat, yaitu 58 menit, karena jalurnya sama.
☐ C. Lama berjalan berangkat dari pos ke singkapan, tanpa pengamatan, adalah 58 menit.
☐ D. Berangkat pukul 12.45 masih sempat tiba kembali di pos sebelum pukul 15.00.
☐ E. Berangkat pukul 12.30 masih sempat tiba kembali di pos sebelum pukul 15.00.

11. Tim PT Tambang Tirta, Sorong (2027), berjalan dari kemah ke singkapan melalui dua lintasan lurus berurutan menurut tabel (azimut diukur dari utara searah jarum jam). Karena kabut tebal, tim kembali ke kemah tepat melalui jalur yang sama, yaitu melewati titik belokan yang sama.

Lintasan	Azimut	Jarak
1 (kemah ke titik belok)	060°	400 m
2 (titik belok ke singkapan)	150°	250 m

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

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Urutan lintasan kembali yang benar adalah ....

A. Azimut 240° sejauh 250 m, lalu azimut 330° sejauh 400 m
B. Azimut 330° sejauh 250 m, lalu azimut 240° sejauh 400 m
C. Azimut 150° sejauh 250 m, lalu azimut 060° sejauh 400 m
D. Azimut 240° sejauh 400 m, lalu azimut 330° sejauh 250 m
E. Azimut 330° sejauh 400 m, lalu azimut 240° sejauh 250 m

12. Tim survei PT Bumi Cakra, Pontianak (2027), akan memasang kawat pagar sepanjang lintasan antara patok A dan patok B. Pada peta berskala 1 : 5.000, jarak patok A ke patok B diukur 7,2 cm.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Jarak sebenarnya dari patok A ke patok B adalah ....

A. 36 m
B. 360 m
C. 720 m
D. 3.600 m
E. 36.000 m

13. PT Geo Cakra, Jambi (2027), akan mencetak dua peta pada kertas dengan bidang gambar 27 cm × 18 cm. Peta 1 menampilkan seluruh wilayah izin berukuran 15 km × 10 km. Peta 2 menampilkan rencana jalan angkut dan lokasi bor pada area 800 m × 500 m dan harus memberi detail sebesar mungkin. Skala yang tersedia: 1 : 2.500, 1 : 5.000, 1 : 10.000, 1 : 50.000, 1 : 100.000, dan 1 : 250.000. Untuk tiap peta dipilih skala terbesar yang masih memuat seluruh daerahnya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pasangan skala yang paling tepat adalah ....

A. Peta 1: 1 : 50.000; peta 2: 1 : 5.000
B. Peta 1: 1 : 100.000; peta 2: 1 : 2.500
C. Peta 1: 1 : 100.000; peta 2: 1 : 5.000
D. Peta 1: 1 : 250.000; peta 2: 1 : 5.000
E. Peta 1: 1 : 100.000; peta 2: 1 : 10.000

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

14. Peta rencana blok pasir PT Tirta Pasir, Banjarmasin (2027), berskala 1 : 20.000 diperbesar dengan mesin fotokopi sebesar 250 % agar mudah dibaca di lapangan. Pada fotokopi masih tercetak tulisan skala 1 : 20.000. Blok penambangan pada fotokopi berbentuk persegi panjang 5 cm × 3 cm. Satu hektare (ha) sama dengan 10.000 m^2.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Luas blok sebenarnya adalah ....

A. 9,6 ha
B. 24 ha
C. 60 ha
D. 96 ha
E. 375 ha

15. Blok penambangan PT Pasir Selatan, Palembang (2027), memiliki panjang sebenarnya 450 m dan dicetak pada empat peta berbeda skala. Tabel menunjukkan panjang blok yang diukur pada tiap peta. Hanya satu pengukuran yang tidak sesuai.

Peta	Skala	Panjang blok pada peta (cm)
A	1 : 10.000	4,5
B	1 : 25.000	1,8
C	1 : 5.000	9,0
D	1 : 50.000	0,8

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pengukuran yang tidak sesuai dengan panjang blok 450 m adalah ....

A. Peta A, karena 4,5 cm pada skala 1 : 10.000 hanya mewakili 45 m
B. Peta B, karena 1,8 cm pada skala 1 : 25.000 mewakili 4,5 km
C. Peta C, karena skala 1 : 5.000 terlalu besar untuk memuat blok itu
D. Tidak ada, karena semua pengukuran dilakukan pada blok yang sama
E. Peta D, karena 0,8 cm pada skala 1 : 50.000 hanya mewakili 400 m

16. Tim pemetaan PT Bumi Lestari, Bengkulu (2027), mengukur arah dari titik bor TB-3 ke titik bor TB-4 dengan kompas dan membaca azimut 128° (diukur dari utara searah jarum jam). Setelah selesai di TB-4, tim ingin kembali ke TB-3 melalui garis lurus yang sama dengan memakai kompas.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Azimut yang harus diikuti dari TB-4 ke TB-3 adalah ....

A. 038°
B. 052°
C. 128°
D. 308°
E. 218°

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

17. Tukang bengkel PT Gunung Perkasa, Pasuruan (2027), membaca gambar dimetri skala 1 : 5 sebuah peti peralatan. Perbandingan sumbunya 1 : 1 : ½: garis panjang dan garis tinggi berukuran penuh, garis lebar (miring ke belakang) setengahnya. Pada gambar, garis panjang 10 cm, garis lebar 3 cm, dan garis tinggi 4 cm.
(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
Tinggi peti sebenarnya 10 cm karena garis tinggi ikut diperpendek setengah.	○	○
Lebar peti sebenarnya 30 cm.	○	○
Volume peti sebenarnya 0,03 m^3.	○	○

18. Peta kontur daerah PT Batu Alir, Magelang (2027), berinterval 5 m. Di bagian utara peta, garis kontur 150, 145, dan 140 m membentuk lekukan huruf V yang ujungnya mengarah ke utara, dan sebuah sungai kecil mengalir di sepanjang lekukan itu. Di sebelah barat sungai garis kontur rapat; di sebelah timur sungai garis kontur renggang. Di tengah peta ada garis kontur tertutup bernilai 170 m, dikelilingi garis berangka makin kecil ke arah luar (165, 160, dan seterusnya), dan di dalamnya tidak ada garis kontur lain.
(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. Kontur tertutup 170 m menandakan cekungan karena tidak ada garis kontur lain di dalamnya.
☐ B. Lekukan huruf V menunjukkan lembah sungai, dan tanah di utara lebih tinggi daripada di selatan.
☐ C. Lereng di sebelah barat sungai itu lebih curam daripada lereng di sebelah timur sungai.
☐ D. Air sungai kecil itu mengalir ke arah utara, menuju ujung lekukan huruf V di bagian utara.
☐ E. Puncak bukit di dalam kontur 170 m tingginya lebih dari 170 m tetapi kurang dari 175 m.

19. PT Tanah Lembah, Lampung (2027), akan membuat saluran air limpasan dari titik P menuju kolam pengendap. Kemiringan saluran harus paling kecil 1 % agar air mengalir dan paling besar 4 % agar dasar saluran tidak terkikis. Pada peta berskala 1 : 2.000 dengan interval kontur 2 m, titik P berada pada kontur 106 m. Jalur 1 berakhir di kontur 100 m sepanjang 6 cm pada peta, jalur 2 berakhir di kontur 104 m sepanjang 9 cm, dan jalur 3 berakhir di kontur 98 m sepanjang 15 cm. Panjang pada peta adalah jarak datar.

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

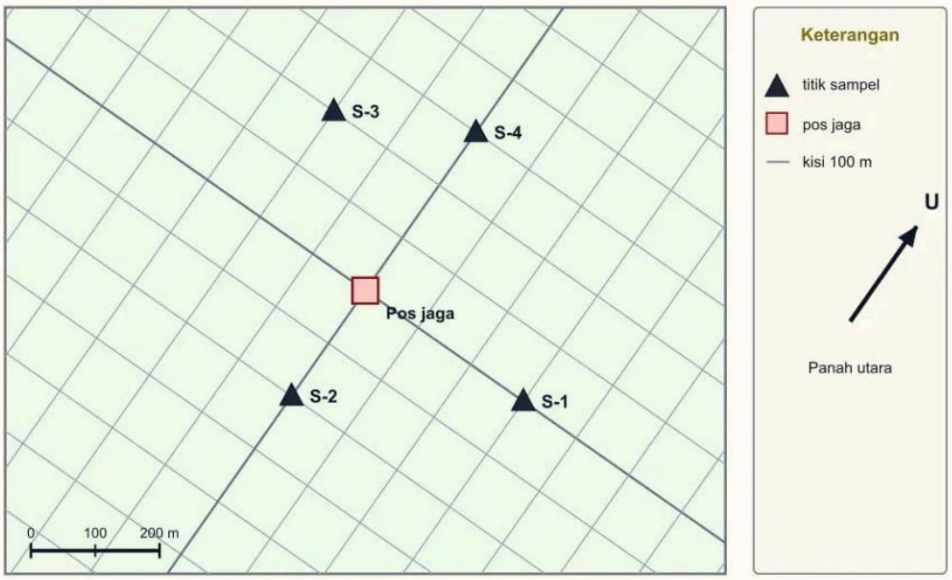
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Kemiringan jalur 3 sekitar 2,7 %, sehingga memenuhi syarat antara 1 % dan 4 %.
☐ B. Jalur 2 tidak memenuhi syarat karena beda tingginya hanya 2 m, terlalu landai.
☐ C. Kemiringan jalur 1 adalah 5 %, sehingga melampaui batas atas yang ditetapkan 4 %.
☐ D. Jalur 2 memenuhi syarat karena kemiringannya sekitar 1,1 %, di atas batas bawah.
☐ E. Jalur 3 paling landai di antara ketiga jalur karena jalurnya paling panjang.

20. Gambar menunjukkan peta lokasi sampel PT Karang Mineral, Sleman (2027). Kertas peta diputar sehingga panah utara miring dari tepi atas kertas; garis kisi sejajar dengan panah utara dan berjarak 100 m. Azimut diukur dari arah utara (panah utara) searah jarum jam. Siswa PKL menulis keterangan lokasi pada label sampel dalam bentuk azimut dan jarak dari pos jaga.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Keterangan lokasi yang benar untuk label sampel S-3 adalah ....

Peta lokasi sampel PT Karang Mineral (2027) — peta diputar



Garis kisi berjarak 100 m dan sejajar dengan panah utara; azimut diukur dari panah utara searah jarum jam.

A. S-3: azimut 045°, ± 280 m dari pos jaga
B. S-3: azimut 135°, ± 280 m dari pos jaga
C. S-3: azimut 315°, ± 280 m dari pos jaga
D. S-3: azimut 315°, ± 400 m dari pos jaga
E. S-3: azimut 350°, ± 280 m dari pos jaga

21. Surveyor PT Batu Lembah, Sleman (2027), mengukur bahwa titik awal jalan angkut berada pada ketinggian 112 m dan titik akhirnya 124 m, dengan jarak datar antara kedua titik 150

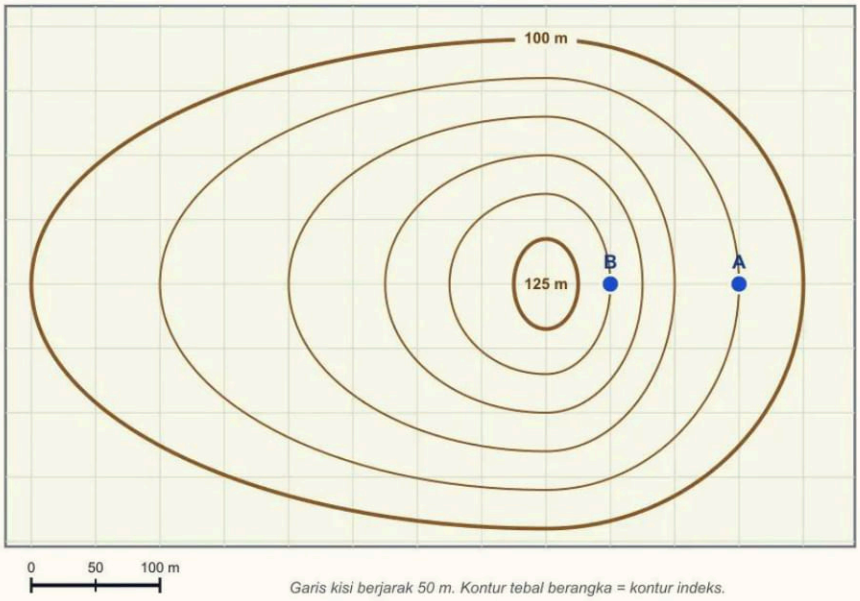
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

m. Kemiringan (dalam persen) = beda tinggi ÷ jarak datar × 100.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kemiringan jalan angkut itu adalah ....

A. 8 %
B. 12 %
C. 12,5 %
D. 0,08 %
E. 83 %

22. Gambar menunjukkan peta kontur sebuah bukit di lokasi PT Nikel Gunung, Konawe (2027). Interval kontur 5 m; hanya kontur tebal (indeks) yang diberi angka. Titik A dan titik B berada pada garis kisi mendatar yang sama, dan garis kisi berjarak 50 m. Perusahaan menilai lereng timur untuk rencana jalan pemeriksaan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kemiringan rata-rata lereng antara titik A dan titik B adalah ....

Peta kontur bukit tambang PT Nikel Gunung (2027)



Garis kisi berjarak 50 m. Kontur tebal berangka = kontur indeks.

A. 7,5 %
B. 20 %
C. 25 %
D. 30 %
E. 15 %

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

23. PT Tambang Lereng, Tulungagung (2027), membandingkan empat calon jalur jalan angkut dari pit ke tempat penimbunan pada peta berskala 1 : 2.000. Jarak pada tabel adalah jarak datar di peta. Kemiringan jalan angkut paling besar 10 %. Dipilih jalur yang memenuhi batas itu dan paling pendek.

Jalur	Jarak datar pada peta (cm)	Beda tinggi (m)
J1	4,0	10
J2	5,0	9
J3	6,5	12
J4	3,0	8

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

A. J4, karena jalurnya terpendek dan beda tingginya paling kecil
B. J1, karena kemiringannya 1,25 % sehingga jauh di bawah batas
C. J3, karena kemiringannya paling landai di antara yang memenuhi
D. J2, karena kemiringannya 9 % dan paling pendek yang memenuhi
E. Tidak ada, karena semua jalur melampaui batas kemiringan 10 %

24. Keterangan di tepi peta topografi yang dipakai PT Tambang Karang, Kupang (2027), menyebutkan bahwa utara magnet berada 4° di sebelah barat utara peta. Tim memakai kompas yang menunjuk utara magnet. Azimut diukur dari utara searah jarum jam. Tim membidik singkapan S-1 dengan azimut magnet 092° dan singkapan S-2 dengan azimut magnet 003°, lalu menggambar garis arahnya pada peta.
(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. Azimut S-1 pada peta adalah 096°, yaitu azimut magnet 092° ditambah koreksi 4°.
☐ B. Azimut S-1 pada peta adalah 088°, yaitu azimut magnet 092° dikurangi koreksi 4°.
☐ C. Azimut S-2 pada peta adalah 007°, yaitu azimut magnet 003° ditambah koreksi 4°.
☐ D. Azimut S-2 pada peta adalah 359°, sebab 003° − 4° negatif lalu ditambah 360°.
☐ E. Di daerah itu, azimut magnet untuk arah yang sama 4° lebih besar daripada azimut peta.

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

25. Siswa PKL di PT Mineral Karang, Batu (2027), menerima peta lokasi sampel. Pada peta, panah utara miring 40° ke kanan dari tepi atas kertas dan garis kisi sejajar dengan panah itu. Titik sampel S-5 tergambar tepat di atas pos jaga, searah dengan tepi atas kertas, sejauh 3 cm pada peta berskala 1 : 5.000.
(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 sebenarnya dari pos jaga ke S-5 adalah 150 m.	○	○
S-5 berada di sebelah utara pos jaga karena tergambar di atas pos jaga.	○	○
Azimut dari pos jaga ke S-5 adalah 320°.	○	○

Tabel skor dan anjuran

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 3.1 · Proyeksi ortogonal tampak depan, atas, dan samping	1, 3, 5, 6, 7	___ / 5	Ulangi hlm. 149
Sub bab 3.2 · Proyeksi piktorial isometri dan dimetri	2, 4, 8, 9, 17	___ / 5	Ulangi hlm. 163
Sub bab 3.3 · Skala peta numerik dan grafis	10, 12, 13, 14, 15	___ / 5	Ulangi hlm. 177
Sub bab 3.4 · Orientasi arah utara pada peta	11, 16, 20, 24, 25	___ / 5	Ulangi hlm. 191
Sub bab 3.5 · Garis kontur, interval kontur, dan kemiringan lereng	18, 19, 21, 22, 23	___ / 5	Ulangi hlm. 208

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

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

Bab 4 · Dasar-Dasar Geologi

SMKTGP-B4

Setelah mempelajari bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan pengertian, ruang lingkup, dan cabang ilmu geologi serta hubungannya dengan pertambangan
- menjelaskan struktur lapisan bumi beserta karakteristiknya
- menjelaskan genesa batuan dan menelusuri siklus batuan
- mendeskripsikan sifat fisik dan menentukan jenis batuan
- menjelaskan gaya endogen dan eksogen serta bentang alam yang dihasilkannya
- memilih dan memakai peralatan geologi lapangan
- menjalankan langkah kerja dan menganalisis data pengukuran geologi lapangan

Peta bab

Sub bab	Judul
4.1	Pengertian, ruang lingkup, dan cabang ilmu geologi
4.2	Struktur lapisan bumi dan karakteristiknya
4.3	Genesa batuan dan siklus batuan
4.4	Deskripsi fisik dan penentuan jenis batuan
4.5	Gaya endogen dan eksogen serta bentang alam yang dihasilkan
4.6	Jenis dan fungsi peralatan geologi lapangan
4.7	Langkah kerja dan analisis data pengukuran geologi lapangan

Bab 4 di LMS

Buka seluruh latihan bab ini di LMS.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktgp&node=SMKTGP-B4

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

Sub bab 4.1 · Pengertian, ruang lingkup, dan cabang ilmu geologi

SMKTGP-4.1

◎ APA YANG DIUJI

Subtopik Peta Topik NLS **TKA-SMKTGP-04-01** menguji pemahaman paling dasar tentang geologi: apa yang dipelajari ilmu ini dan bagaimana cabang-cabangnya dibedakan menurut objek kajiannya. Soal yang muncul hampir selalu berbentuk kasus kerja di tambang atau lapangan. Satu perusahaan menghadapi satu masalah, misalnya rembesan air, fondasi bangunan, mutu pasir, gas di kawah, atau asal butir emas. Kamu diminta memilih **data lapangan atau penyelidikan apa** yang paling dibutuhkan ahli geologi untuk menjawabnya.

Inilah sebabnya sub bab ini tidak cukup dengan menghafal nama cabang. Yang diuji adalah kemampuan **memasangkan masalah dengan cabang yang tepat dan data yang dihasilkannya**. Pengecoh biasanya adalah data dari cabang lain yang memang berguna di tambang, tetapi tidak menjawab pertanyaan yang diajukan: fosil untuk masalah air tanah, kadar unsur untuk masalah kekuatan batuan, atau kekerasan batuan untuk masalah mutu bahan baku.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan apa itu geologi dan apa saja yang dipelajarinya (materi, proses, sejarah);
- menyebut cabang-cabang utama geologi, objek kajiannya, dan contoh data yang dihasilkannya;
- menjelaskan hubungan cabang-cabang itu dengan tahapan usaha pertambangan;
- memasangkan sebuah masalah di tambang dengan cabang geologi dan data yang diminta.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Kata **geologi** berasal dari bahasa Yunani: *geo* berarti bumi dan *logos* berarti ilmu atau kajian. Geologi adalah ilmu tentang bumi. Namun sebuah tambang tidak butuh "ilmu tentang bumi" secara umum; ia membutuhkan jawaban atas pertanyaan yang sangat khusus. Karena itu geologi dipecah menjadi cabang-cabang menurut objek yang dipelajari. Bagian ini menjelaskan geologi dari gambaran besar sampai cabang-cabangnya, lalu menghubungkannya dengan pekerjaan di tambang.

1. Apa itu geologi

Geologi mempelajari **bumi padat**: bahan penyusunnya, proses yang membentuk dan mengubahnya, dan riwayatnya sepanjang waktu. Tiga kata kunci itu, **materi, proses, dan sejarah**, membantumu mengingat isi geologi.

- **Materi** adalah apa yang menyusun bumi: mineral dan batuan, juga tanah, air tanah, dan

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

bahan galian seperti batubara atau bijih.

- **Proses** adalah apa yang bekerja pada materi itu: tenaga dari dalam bumi (pergerakan lempeng, gunung api, gempa) dan tenaga dari permukaan (pelapukan, erosi, pengendapan oleh air, angin, es). Prosesnya berlangsung sekarang, dan dapat kita amati.
- **Sejarah** adalah urutan peristiwa yang terekam dalam batuan. Menurut perkiraan USGS (Survei Geologi Amerika Serikat), bumi berumur sekitar 4,54 miliar tahun. Lapisan batuan dan fosil di dalamnya menyimpan catatan perubahan itu, seperti lembar-lembar buku harian.

Ruang lingkup geologi sangat luas, baik dalam ukuran maupun waktu. Dalam ukuran, geologi menyelidiki butiran mineral sebesar pasir dan sebesar kristal yang hanya terlihat di bawah loupe, sampai pegunungan, cekungan sedimen, dan benua. Dalam waktu, geologi mencakup kejadian sedetik (gempa dan letusan) sampai perubahan yang memakan jutaan tahun (terbentuknya pegunungan atau batubara). Karena luasnya itu, geologi memakai ilmu-ilmu lain: **fisika** (gaya, gelombang, gravitasi), **kimia** (unsur dan senyawa mineral), **biologi** (fosil dan tumbuhan penyusun batubara), dan **matematika** (hitungan sudut, volume, dan sebaran).

2. Mengapa geologi penting bagi pertambangan

Bahan galian tidak tersebar acak. Batubara hanya ada di tempat yang dulunya rawa tempat tumbuhan menumpuk; nikel laterit terbentuk dari pelapukan batuan tertentu di daerah tropis; batugamping ada di bekas laut dangkal; emas sering terkait dengan retakan dan larutan panas di sekitar gunung api purba. Memahami bagaimana bumi terbentuk membuat kita tahu **di mana harus mencari** dan **bagaimana menambangnya dengan aman**.

Dalam usaha pertambangan, geologi dipakai di setiap tahap. Ada empat pekerjaan yang bisa kamu ingat sebagai **mencari, menilai, mengamankan, dan memulihkan**.

1. **Mencari:** menentukan di mana endapan mungkin ada, memakai peta geologi, bentuk lahan, dan pengukuran dari permukaan.
2. **Menilai:** mengukur seberapa banyak dan sebagus apa endapan itu: tebal, sebaran, kadar, dan mutu.
3. **Mengamankan:** memastikan tambang tidak runtuh atau kebanjiran: kekuatan batuan, kestabilan lereng, air tanah, dan bahaya alam.
4. **Memulihkan:** menjamin lahan bekas tambang stabil dan airnya baik saat reklamasi.

3. Cabang-cabang geologi

Gambar 4.1 mengelompokkan cabang-cabang geologi menurut hal yang dipelajarinya: materi bumi, proses dan bentuk, waktu dan sejarah, serta terapan. Pengelompokan ini bersifat membantu mengingat; dalam praktiknya, satu proyek memakai beberapa cabang sekaligus.

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



Gambar 4.1 Cabang-cabang geologi dikelompokkan menurut yang dipelajari: materi, proses dan bentuk, waktu dan sejarah, serta terapan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Berikut setiap cabang dengan objek kajiannya dan contoh data yang dihasilkannya.

Mineralogi mempelajari **mineral**, yaitu zat padat alami, bukan hasil kehidupan, dengan susunan kimia tertentu dan atom yang tersusun teratur membentuk kristal. Kuarsa, kalsit, pirit, dan magnetit adalah mineral. Mineralogi menjawab: mineral apa saja yang ada, berapa banyak, bagaimana bentuk dan sifatnya (warna, kekerasan, belahan, bobot). Data mineralogi dipakai menilai mutu bahan galian, misalnya apakah pasir kuarsa murni atau tercampur mineral pengotor.

Petrologi mempelajari **batuan**: asal-usul, susunan mineral, tekstur, dan pengelompokan. Batuan beku, sedimen, dan metamorf dibahas di sub bab 4.3 dan 4.4. Data petrologi berupa nama batuan dan ciri-cirinya, yang penting untuk memahami sejarah daerah dan memilih batuan untuk keperluan tertentu (misalnya agregat beton).

Geokimia mempelajari **kandungan unsur kimia** di batuan, tanah, air, dan sedimen. Pada eksplorasi, kadar unsur diukur dari banyak titik contoh; tempat yang kadarnya tinggi dibandingkan sekitarnya (anomali) menjadi petunjuk keberadaan bijih.

Stratigrafi mempelajari **lapisan batuan**: urutannya, ketebalannya, sebarannya, dan umurnya. Dasarnya sederhana: bila lapisan belum terganggu, lapisan paling bawah paling tua, dan makin ke atas makin muda. Stratigrafi dipakai untuk menggambarkan urutan lapisan di tambang dan menghubungkan satu lapisan (misalnya lapisan batubara) di lubang bor yang berbeda; ini disebut **korelasi**.

Paleontologi mempelajari **fosil**, yaitu sisa atau jejak makhluk hidup purba yang tersimpan dalam batuan. Fosil menunjukkan umur batuan dan lingkungan tempat pengendapannya (laut dalam, rawa, sungai). Fosil tertentu yang hidup singkat dan tersebar luas dipakai sebagai

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

penanda umur lapisan.

Geologi struktur mempelajari **bentuk dan susunan batuan akibat gaya**: lapisan yang miring, melipat (lipatan), patah dan bergeser (sesar), atau retak tanpa bergeser (kekar). Datanya berupa arah dan kemiringan bidang batuan (jurus dan kemiringan, sub bab 4.7). Penting di tambang karena bidang lemah dapat menjadi bidang longsor dan sesar dapat memotong lapisan bahan galian.

Geomorfologi mempelajari **bentuk muka bumi** (bentang alam) dan proses pembentuknya: gunung api, lembah, dataran, karst, pantai. Bentuk lahan memberi petunjuk tentang batuan dan struktur di bawahnya, dan membantu menentukan lokasi jalan, kolam, dan timbunan.

Vulkanologi dan **seismologi** adalah cabang yang mempelajari **gunung api** (aktivitas, gas, bahaya letusan) dan **gempa bumi**. Keduanya menentukan keselamatan kerja di daerah rawan.

Geologi sejarah menyusun **riwayat bumi** dari awal sampai kini menurut **skala waktu geologi**, dengan menggabungkan hasil stratigrafi, paleontologi, dan penentuan umur.

Hidrogeologi mempelajari **air tanah**: dari mana asalnya, berapa kedalamannya, ke mana alirannya, dan lapisan batuan apa yang menyimpan dan mengalirkannya (akuifer). Datanya antara lain kedalaman muka air tanah di banyak sumur, letak mata air dan rembesan, serta kemampuan lapisan meloloskan air. Penting untuk penirisan tambang, pasokan air, dan pencemaran air.

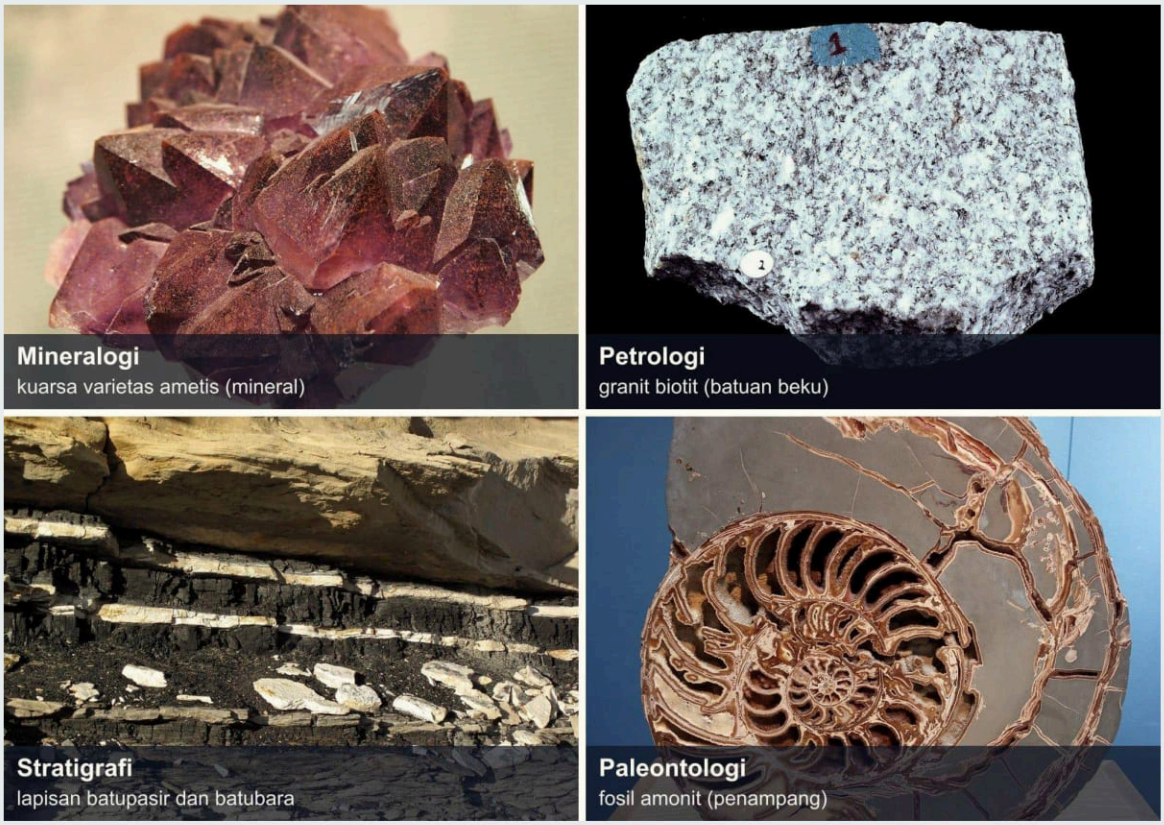
Geologi teknik menerapkan geologi untuk **rekayasa dan konstruksi**: sifat tanah dan batuan untuk fondasi, kestabilan lereng dan tanggul, terowongan. Datanya berupa hasil pemboran dan uji kekuatan tanah dan batuan pada berbagai kedalaman.

Geologi ekonomi (geologi endapan mineral) mempelajari **bahan galian yang bernilai ekonomi**: bagaimana terbentuk, di mana tersebar, seberapa tebal dan berapa kadarnya. Inilah cabang yang paling dekat dengan keputusan "layak ditambang atau tidak". Di tambang aktif, pekerjaan sehari-harinya disebut geologi tambang atau pengendalian kadar.

Geofisika mempelajari **sifat fisika bumi** dengan pengukuran dari permukaan atau pesawat: gravitasi, medan magnet, daya hantar listrik, dan perambatan gelombang seismik. Setiap jenis batuan atau bijih memiliki sifat fisika berbeda, sehingga perbedaan hasil ukur menunjukkan benda yang tersembunyi di bawah tanah, tanpa perlu menggali. USGS memakai metode-metode ini, antara lain pada eksplorasi mineral.

Foto-foto berikut memperlihatkan objek tiap cabang secara nyata. Lihat Gambar 4.2 untuk mineral, batuan, lapisan, dan fosil; lihat Gambar 4.3 untuk struktur, bentang alam, dan air tanah; lihat Gambar 4.4 untuk cabang-cabang terapan.

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



Gambar 4.2 Objek kajian: mineral (kuarsa varietas ametis), batuan (granit biotit), lapisan batuan (batupasir di atas batubara dengan sisipan tipis), dan fosil (amonit). Sumber: Derek Ramsey (CC BY-SA 4.0), Dexter Perkins (CC0), James St. John (CC BY 2.0), Michael Rowe (CC BY-SA 4.0), Wikimedia Commons; diubah: dipotong dan diberi label berbahasa Indonesia.



Gambar 4.3 Sesar pada batuan berlapis (geologi struktur), kawasan Gunung Bromo dan Semeru di Jawa Timur (geomorfologi), dan stasiun pemantau muka air tanah (hidrogeologi). Sumber: James St. John (CC BY 2.0), Jakub Hałun (CC BY-SA 4.0), Michael Rivera (CC BY-SA 3.0), Wikimedia Commons; diubah: dipotong dan diberi label berbahasa Indonesia.

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



Gambar 4.4 Longsoran lereng (geologi teknik), contoh bijih nikel laterit (geologi ekonomi), dan survei magnetik di lapangan (geofisika). Sumber: Lindie Brewer, USGS (domain publik); Reinhard Kraasch (CC BY-SA 4.0); Tapatio (CC BY-SA 3.0), Wikimedia Commons; diubah: dipotong dan diberi label berbahasa Indonesia.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

4. Siapa memerlukan data apa

Dalam praktik, kamu tidak memilih cabang dari nama, tetapi dari **pertanyaan yang harus dijawab**. Tabel berikut membantu: baca kolom pertanyaan, lalu temukan cabang dan datanya.

Pertanyaan yang harus dijawab	Cabang yang paling dibutuhkan	Data khas
Mineral apa di batuan ini, dan apa pengotornya?	mineralogi	jenis dan kadar mineral, hasil uji kekerasan dan belahan
Batuan apa ini dan bagaimana terbentuknya?	petrologi	nama batuan, tekstur, susunan mineral
Berapa kadar unsur di banyak titik?	geokimia, geologi ekonomi	hasil analisis laboratorium per contoh
Lapisan mana yang sama antara dua lubang bor?	stratigrafi	kolom lapisan, tebal tiap lapisan, lapisan penanda
Berapa umur batuan dan di lingkungan apa terbentuk?	paleontologi, stratigrafi	jenis fosil, urutan lapisan
Apakah ada bidang lemah, lipatan, atau sesar?	geologi struktur	jurus dan kemiringan bidang, arah dan ukuran sesar
Bentuk lahan apa ini dan bagaimana jalannya air?	geomorfologi	peta bentuk lahan, kemiringan lereng, pola sungai
Berapa kedalaman air tanah dan ke mana mengalir?	hidrogeologi	kedalaman muka air di banyak sumur, letak rembesan
Apakah lereng atau fondasi kuat dan aman?	geologi teknik	uji kuat tanah dan batuan, pemboran, pemantauan lereng
Berapa banyak endapan dan seberapa bagus?	geologi ekonomi	tebal, sebaran, kadar, jumlah
Adakah benda tersembunyi di bawah tanah tebal?	geofisika	anomali magnet, gravitasi, listrik, seismik
Seberapa aman bekerja di dekat gunung api?	vulkanologi	status aktivitas, kadar gas

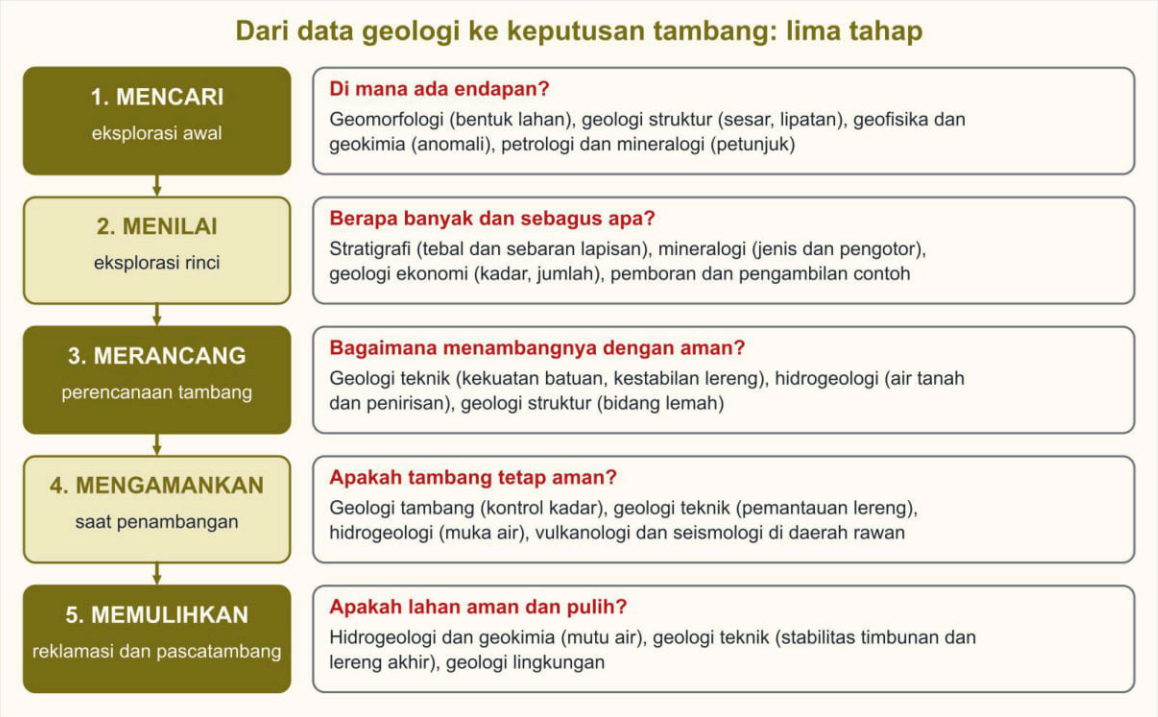
Setiap kali kamu membaca soal, **temukan pertanyaan di balik kasusnya** (apa yang sebenarnya ingin diketahui), lalu pilih data yang menjawabnya. Data yang indah dan berguna untuk hal lain bukan jawaban.

5. Dari data geologi ke keputusan tambang

Gambar 4.5 memperlihatkan bagaimana cabang-cabang geologi dipakai pada lima tahap: mencari, menilai, merancang, mengamankan, dan memulihkan. Pada tahap **mencari**, geomorfologi, geologi struktur, geofisika, dan geokimia menunjukkan di mana endapan mungkin berada. Pada tahap **menilai**, stratigrafi, mineralogi, dan geologi ekonomi mengukur tebal, mutu, dan jumlah. Pada tahap **merancang**, geologi teknik dan hidrogeologi menentukan lereng dan

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

sistem penirisan. Pada tahap **mengamankan** (saat penambangan), geologi tambang menjaga mutu, dan pemantauan lereng serta air menjaga keselamatan. Pada tahap **memulihkan**, kualitas air dan stabilitas timbunan serta lereng akhir diperiksa.



Gambar 4.5 Lima tahap dan cabang geologi yang berperan pada tiap tahap. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Dua hal perlu diingat. Pertama, **satu masalah sering memerlukan beberapa cabang.** Rencana lereng pit membutuhkan geologi struktur (bidang lemah), geologi teknik (kekuatan), dan hidrogeologi (tekanan air). Kedua, **data geologi bukan jawaban akhir.** Ia adalah masukan bagi keputusan insinyur, pengawas, dan pimpinan; keputusan akhir memperhitungkan juga biaya, aturan, dan keselamatan.

Ringkasan bagian ini. Geologi mempelajari materi, proses, dan sejarah bumi. Cabangnya dibedakan menurut objek kajian: mineralogi (mineral), petrologi (batuan), stratigrafi (lapisan), paleontologi (fosil), geologi struktur (lipatan, sesar, kekar), geomorfologi (bentuk lahan), hidrogeologi (air tanah), geologi teknik (kekuatan tanah dan batuan), geologi ekonomi (endapan bahan galian), geofisika (sifat fisika bumi), serta geokimia, vulkanologi, dan seismologi. Di tambang, cabang-cabang itu dipakai untuk mencari, menilai, mengamankan, dan memulihkan.

▣ CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Memasangkan sepuluh pertanyaan dengan cabang geologi

Pasangkan setiap pertanyaan dengan cabang yang paling tepat dan sebutkan data yang menjawabnya. *Kasus disusun untuk contoh; nama dan tempat fiktif.*

No.	Pertanyaan di lapangan	Cabang	Data yang menjawab

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

1	Lapisan batupasir ini lebih tua atau lebih muda daripada lapisan di atasnya?	stratigrafi	urutan lapisan (bawah lebih tua)
2	Kerang purba di batulempung ini hidup di laut atau di rawa?	paleontologi	jenis fosil dan lingkungannya
3	Mineral apa yang membuat batuan ini keras dan berkilap?	mineralogi	jenis mineral, uji kekerasan
4	Batuan ini granit atau diorit?	petrologi	tekstur dan susunan mineral
5	Mengapa lapisan batubara di dinding pit miring 30° dan terpotong retakan?	geologi struktur	jurus dan kemiringan, letak sesar
6	Bukit kerucut dengan lembah memancar ini bentuk lahan apa?	geomorfologi	peta bentuk lahan, pola sungai
7	Mengapa sumur warga dekat tambang mengering saat kemarau?	hidrogeologi	kedalaman muka air, lapisan penyimpan air (akuifer)
8	Apakah lereng timbunan setinggi 25 m ini aman dari longsor?	geologi teknik	uji kuat tanah, pemantauan lereng
9	Berapa tebal, sebaran, dan kadar bijih tembaga di blok ini?	geologi ekonomi	hasil pemboran dan analisis kadar
10	Bagaimana mencari batas bijih besi di bawah tanah setebal 20 m tanpa menggali?	geofisika	anomali magnet dari survei

Langkah berpikir: baca kata kunci di tiap pertanyaan: "lebih tua" (urutan lapisan) mengarah ke stratigrafi; "kerang purba" ke fosil; "mineral" ke mineralogi; "granit atau diorit" ke nama batuan; "miring, terpotong retakan" ke struktur; "bentuk lahan" ke geomorfologi; "sumur mengering" ke hidrogeologi; "lereng aman" ke kekuatan; "tebal, sebaran, kadar" ke geologi ekonomi; "tanpa menggali" ke geofisika.

Contoh 2 — Menentukan data yang diminta untuk tiga masalah tambang

Pada Februari 2027, tiga perusahaan fiktif meminta bantuan ahli geologi. Untuk tiap masalah, tentukan cabang yang paling dibutuhkan dan data yang diminta. *Kasus disusun untuk contoh; perusahaan dan tempat fiktif.*

Masalah A. PT Arang Sejahtera mendapati dinding timur pit batubaranya sering runtuh kecil-kecil setelah hujan. Di dinding itu tampak bidang-bidang retak yang miring ke arah pit.

1. Pertanyaan di balik kasus: apakah bidang retak itu bidang lemah yang dapat longsor, dan seberapa kuat batuannya?
2. Cabang: **geologi struktur** (arah dan kemiringan bidang retak) dan **geologi teknik** (kekuatan batuan dan kestabilan lereng).
3. Data yang diminta: jurus dan kemiringan bidang retak, perbandingan arahnya dengan arah dinding pit, hasil uji kuat batuan, dan pemantauan pergeseran lereng.

Masalah B. CV Kapur Bumi memiliki lapisan batubara pada dua bukit berdekatan dan ingin tahu apakah keduanya lapisan yang sama (agar cadangannya bisa digabung).

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

1. Pertanyaan: apakah dua lapisan itu setara (satu lapisan yang sama yang dipisah lembah)?
2. Cabang: **stratigrafi** (korelasi lapisan) dengan bantuan **paleontologi** (fosil atau serbuk sari penanda umur).
3. Data yang diminta: kolom lapisan di sekitar masing-masing singkapan (urutan, tebal tiap lapisan), lapisan penanda yang khas di atas atau di bawah batubara, dan fosil penanda umur bila ada.

Masalah C. PT Besi Cakrawala ingin mencari tubuh bijih besi di daerah yang tertutup tanah lapuk setebal belasan meter, sehingga tidak ada singkapan.

1. Pertanyaan: di mana tubuh bijih tersembunyi itu, tanpa menggali seluruh daerah?
2. Cabang: **geofisika** (survei magnetik, karena bijih besi kaya mineral magnetik), kemudian **geologi ekonomi** (pemboran pada titik anomali) dan **mineralogi** (jenis mineral bijih).
3. Data yang diminta: peta anomali magnet dari survei lapangan; setelah itu hasil pemboran di titik anomali dan analisis mineral serta kadarnya.

Jawaban: A, geologi struktur dan geologi teknik; B, stratigrafi (dan paleontologi); C, geofisika, lalu geologi ekonomi dan mineralogi. Perhatikan bahwa dalam tiap kasus ada banyak data lain yang menarik (misalnya kadar abu batubara pada A, atau kekerasan batuan pada B), tetapi tidak menjawab pertanyaan perusahaan.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

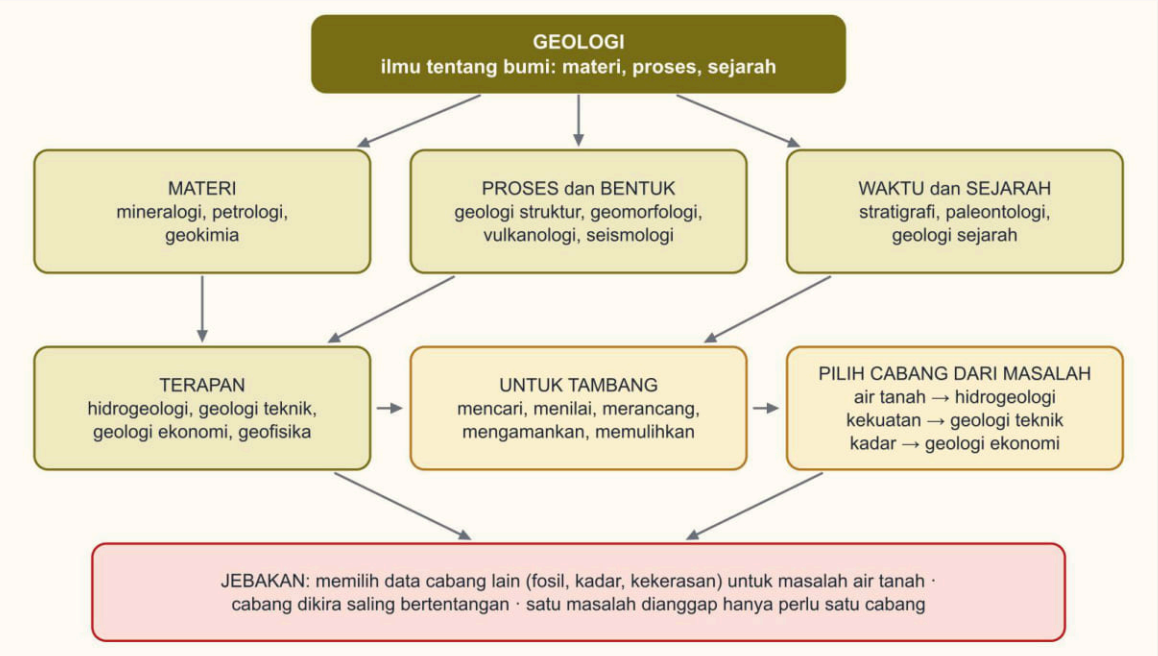
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Geologi** = ilmu tentang bumi: **materi, proses, dan sejarah**; memakai fisika, kimia, biologi, dan matematika.
- **Cabang menurut objek:** mineralogi (mineral), petrologi (batuan), geokimia (unsur), stratigrafi (lapisan), paleontologi (fosil), geologi struktur (lipatan, sesar, kekar), geomorfologi (bentuk lahan), vulkanologi dan seismologi (gunung api dan gempa), geologi sejarah, hidrogeologi (air tanah), geologi teknik (kekuatan tanah dan batuan), geologi ekonomi (endapan), geofisika (sifat fisika).
- **Di tambang:** mencari, menilai, merancang, mengamankan, memulihkan.
- **Pilih cabang dari pertanyaan,** bukan dari nama: air tanah → hidrogeologi; kekuatan → geologi teknik; kadar dan jumlah → geologi ekonomi; mineral pengotor → mineralogi; umur dan lingkungan → paleontologi dan stratigrafi.
- **Satu masalah sering memerlukan beberapa cabang.**

Gambar 4.6 merangkum cabang-cabang dan penggunaannya.



Gambar 4.6 Peta konsep geologi: kelompok cabang, penggunaan di tambang, cara memilih cabang dari masalah, dan jebakan. 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 cabang geologi dan data:

1. **Temukan pertanyaan inti perusahaan:** apa yang sebenarnya ingin diketahui (asal air? kekuatan? mutu? umur? bahaya?).
2. **Tentukan cabang** yang objek kajiannya cocok dengan pertanyaan itu (lihat tabel di bagian 4).
3. **Cari opsi yang berisi data cabang itu:** ukuran, kedalaman, kadar, jenis fosil, hasil uji, status aktivitas.
4. **Singkirkan opsi yang data cabang lain:** walaupun benar dan berguna, ia tidak menjawab pertanyaan inti.
5. **Periksa bahwa data itu bisa diperoleh dan benar-benar dipakai** untuk keputusan di soal.

Jebakan khas:

- **Fosil, kadar CaO, atau kekerasan batuan** dipilih untuk masalah yang bukan miliknya (air tanah, kekuatan, mutu).
- **Data yang "tampak penting bagi tambang"** (kadar) dipilih padahal pertanyaan menyangkut keselamatan atau air.
- **Data umum (umur batuan)** dipilih untuk masalah harian (bahaya gas, status gunung).
- **Satu cabang dianggap cukup** padahal masalahnya memerlukan beberapa.
- **Nama cabang tertukar:** hidrogeologi dengan hidrologi (air permukaan), geologi teknik dengan teknik sipil, geologi ekonomi dengan ekonomi tambang.
- **Pengukuran di tempat yang salah** (di sungai, bukan di bawah bangunan) walau jenis datanya benar.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menyajikan satu masalah air di tambang batugamping dan lima pilihan data dari berbagai cabang. Bedahlah dengan bagian 3 dan 4: temukan lebih dulu pertanyaan inti perusahaan, tentukan cabangnya, lalu cari tahu mengapa setiap pengecoh, walau berguna bagi tambang, bukan data yang dibutuhkan untuk menjawab pertanyaan itu.

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

►. Setiap musim hujan, air tanah merembes deras dari dinding tambang terbuka batugamping PT Kapur Jaya, Gresik (2027), hingga lantai tambang tergenang dan pemuatan terhenti berhari-hari. Perusahaan meminta ahli hidrogeologi menjelaskan dari mana air tanah itu datang dan ke mana alirannya, sebagai dasar merancang sumur pengering di sekitar tambang.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Data lapangan yang paling dibutuhkan ahli tersebut adalah ....

A. Jenis dan jumlah fosil di setiap lapisan batugamping
B. Kadar CaO batugamping untuk menentukan mutu bahan semen
C. Kekerasan batuan di setiap jenjang untuk memilih alat gali
D. Kedalaman muka air tanah di sumur sekitar dan letak rembesan
E. Umur batugamping yang diperoleh dari pengukuran di laboratorium

Pembahasan **Kunci: D**

Konsep: Geologi memiliki cabang menurut objek kajiannya. Hidrogeologi mempelajari keberadaan dan aliran air tanah di dalam batuan; datanya antara lain kedalaman muka air tanah di banyak titik, letak mata air atau rembesan, dan lapisan yang meloloskan air. Data fosil (paleontologi), mutu kimia (geokimia), dan kekerasan (geologi teknik) adalah kajian cabang lain.

Langkah:
1. Pertanyaan perusahaan: asal dan arah aliran air tanah → kajian hidrogeologi.
2. Arah aliran ditentukan dari perbedaan tinggi muka air tanah di beberapa titik dan letak rembesan.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Fosil dipakai untuk umur dan lingkungan pengendapan, tidak menunjukkan aliran air tanah.
• **B.** ✗ Jebakan: kadar CaO penting bagi pabrik semen, tetapi tidak menjawab asal dan arah air tanah.
• **C.** ✗ Jebakan: kekerasan berguna untuk memilih alat gali, bukan untuk merancang sumur pengering.
• **D.** ✓ Muka air tanah di banyak sumur menunjukkan arah aliran (dari tinggi ke rendah), dan letak rembesan menunjukkan lapisan yang mengalirkan air.
• **E.** ✗ Umur batuan tidak menunjukkan dari mana air datang dan ke mana mengalir.

Jawaban: D.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk soal ini, tuliskan lebih dulu tiga pertanyaan yang diajukan perusahaan, tentukan cabangnya, lalu cocokkan dengan opsi.

1. PT Nikel Halmahera (2027) akan membangun fondasi unit crusher yang sangat berat dan tanggul kolam pengendap di atas tanah lapuk. Perusahaan meminta ahli geologi teknik menjawab tiga pertanyaan: apakah tanah dan batuan di bawahnya mampu menahan beban bangunan, apakah tanggul berisiko longsor, dan sampai kedalaman berapa fondasi harus dibuat.

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

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penyelidikan yang paling tepat dilakukan ahli tersebut adalah ....

A. Mengumpulkan fosil dari lapisan tanah untuk menentukan umurnya
B. Menganalisis kadar nikel tanah lapuk di lokasi rencana bangunan
C. Memetakan sebaran gunung api di sekitar lokasi pabrik pengolahan
D. Mengukur arah jurus dan kemiringan kekar pada batuan di sungai
E. Pemboran dan uji kekuatan tanah serta batuan di bawah fondasi

Kunci singkat: 1. E

✔ PERIKSA DIRI

- Sebuah pabrik semen ingin tahu apakah batugamping di satu bukit cukup banyak dan kadar kalsium karbonatnya memadai. Cabang geologi apa yang dibutuhkan, dan data apa yang diminta? Mengapa jenis fosil di batugamping itu bukan jawabannya?
- Mengapa kasus "tubuh bijih tertutup tanah tebal" diselesaikan dengan geofisika lebih dulu, dan kapan baru pemboran dilakukan?
- **Yang harus kuingat:** geologi = materi, proses, sejarah; cabang dibedakan menurut objek kajian; pilih cabang dari pertanyaan masalah, lalu pilih data cabang itu; satu masalah sering butuh beberapa cabang.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 4.1: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktgp&node=SMKTGP-4.1

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

Sub bab 4.2 · Struktur lapisan bumi dan karakteristiknya

SMKTGP-4.2

◎ APA YANG DIUJI

Subtopik Peta Topik NLS **TKA-SMKTGP-04-02** meminta kamu memahami isi bumi: lapisan apa saja yang ada, setebal dan sepanas apa tiap lapisan, dan apa artinya bagi pekerjaan tambang dan pengeboran. Soalnya hampir selalu berupa kasus kerja. Kamu diberi data tebal kerak, kedalaman tambang atau lubang bor, atau kenaikan suhu batuan, lalu diminta menilai pernyataan, membandingkan angka, atau menaksir suhu pada kedalaman tertentu. Satu dua soal menambahkan sifat lapisan, misalnya lapisan mana yang kaku, mana yang cair, dan mengapa lempeng bisa bergerak.

Soal jenis ini jarang menguji hafalan nama lapisan. Yang diuji adalah **membandingkan ukuran**: kedalaman tambang beberapa kilometer, tebal kerak puluhan kilometer, tebal mantel ribuan kilometer. Pengecoh biasanya memutarbalikkan perbandingan itu, misalnya mengira tambang 4 km sudah mencapai mantel, atau mengira kerak samudra lebih tebal daripada kerak benua. Karena itu sub bab ini membangun gambaran ukuran yang benar lebih dulu, baru membahas sifat tiap lapisan.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menyebutkan lapisan-lapisan bumi menurut urutannya, beserta perkiraan tebal dan wujudnya;
- membedakan kerak benua dari kerak samudra dan menjelaskan apa itu Moho;
- menjelaskan mengapa suhu dan tekanan naik seiring kedalaman, dan menaksir suhu batuan dengan gradien yang diberikan;
- membedakan litosfer dari astenosfer dan mengaitkannya dengan gerak lempeng tektonik;
- menjelaskan mengapa tambang dan lubang bor terdalam masih berada di dalam kerak dan dari lapisan mana bahan galian berasal.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Kita hidup di permukaan sebuah bola batuan raksasa. Jari-jarinya 6.371 km, dan orang belum pernah menembus lebih dari sebagian kecil kulit terluarnya. Walaupun begitu, ahli geologi dapat menggambarkan isi bumi dengan cukup pasti. Bagaimana caranya, dan apa saja yang mereka temukan? Bagian ini menjawabnya langkah demi langkah.

1. Bagaimana kita tahu isi bumi yang tidak pernah dilihat?

Lubang bor terdalam di dunia baru mencapai sekitar 12 km, sedangkan pusat bumi berjarak 6.371 km. Ilmu tentang isi bumi karena itu bersandar pada **bukti tidak langsung**. Bukti yang

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

paling kuat berasal dari **gelombang gempa** (gelombang seismik). Setiap gempa mengirim getaran ke seluruh bumi, dan alat pencatat getaran (seismograf) di banyak tempat merekam kapan dan bagaimana getaran itu tiba. Getaran merambat lebih cepat di batuan yang padat dan berubah arah atau melambat ketika batuan berganti sifat. Dengan membandingkan catatan dari banyak stasiun, ahli kebumian dapat menggambar batas antarlapisan.

Ada dua jenis gelombang gempa yang penting. Gelombang P dapat merambat melalui zat padat maupun zat cair. Gelombang S hanya dapat merambat melalui zat padat. Gelombang S tidak pernah terekam menembus bagian tengah bumi, dan dari sini diketahui bahwa ada lapisan cair yang sangat besar di sana. Pada awal abad ke-20 (sekitar 1909–1910) seorang ahli gempa Kroasia, Andrija Mohorovičić, melihat bahwa gelombang gempa tiba-tiba menjadi lebih cepat pada kedalaman tertentu di bawah permukaan. Batas itu kini disebut **Moho**, yaitu batas antara kerak dan mantel.

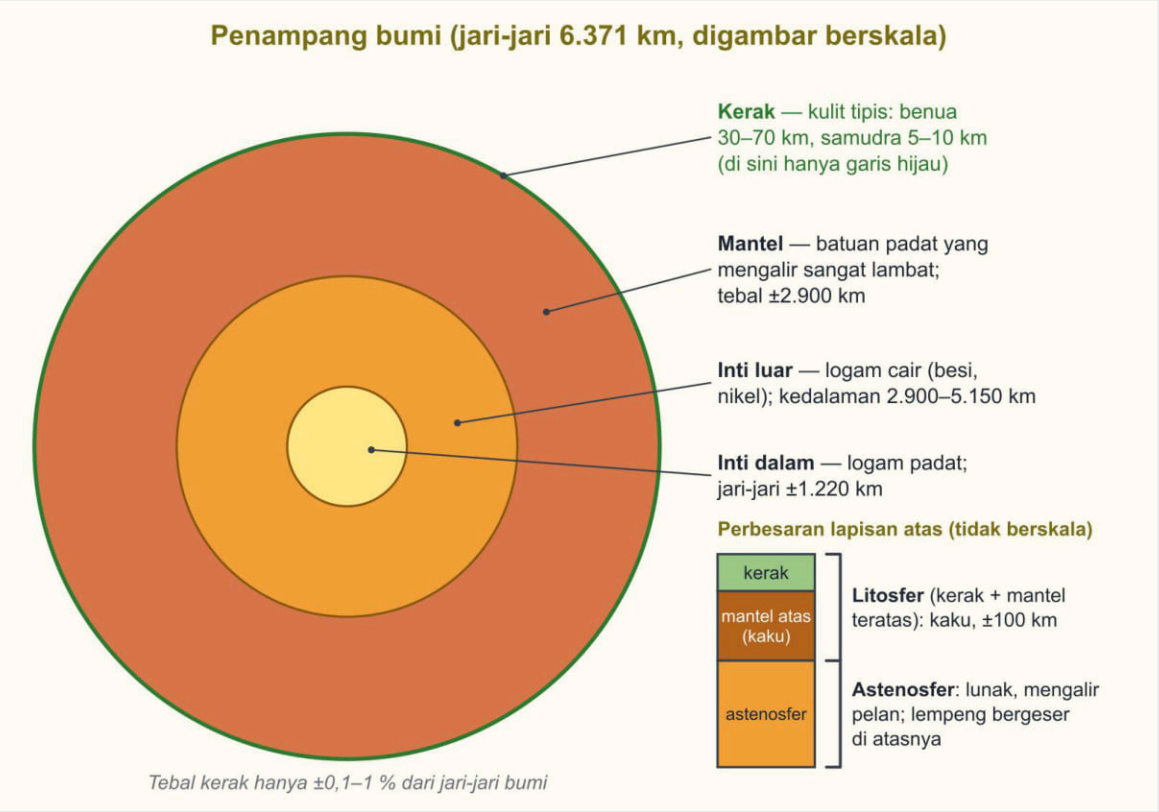
Bukti lain melengkapinya. Medan magnet bumi menunjukkan adanya logam yang bergerak di dalam bumi. Batuan dari kedalaman yang terlempar oleh gunung api, serta potongan lapisan dalam yang terangkat ke permukaan oleh tumbukan lempeng, memberi contoh batuan nyata dari mantel. Komposisi meteorit, yaitu sisa pembentukan tata surya, ikut memberi petunjuk bahan penyusun inti bumi.

2. Gambaran besar: dua cara membagi bumi

Bumi dapat dibagi dengan dua cara yang saling melengkapi. Cara pertama membagi menurut **bahan penyusun**: **kerak**, **mantel**, dan **inti**. Cara kedua membagi menurut **sifat fisik**, yaitu seberapa kaku atau cair bagian itu: **litosfer** (kaku), **astenosfer** (lunak), mantel bawah (padat), **inti luar** (cair), dan **inti dalam** (padat). Satu lapisan cara pertama dapat meliputi beberapa lapisan cara kedua. Litosfer misalnya terdiri atas kerak ditambah bagian paling atas mantel.

Gambar 4.7 memperlihatkan urutan dari luar ke dalam dengan ukuran yang digambar sesuai skala. Perhatikan betapa tipisnya garis hijau yang mewakili kerak. Kalau bumi diibaratkan sebutir telur, kerak setipis kulit telurnya. Mantel adalah bagian putih telur yang sangat besar, dan inti adalah kuning telurnya.

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



Gambar 4.7 Penampang bumi yang digambar berskala (jari-jari 6.371 km). Kerak hanya tampak sebagai garis hijau; lapisan teratas diperbesar di sudut kanan bawah tanpa skala. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Angka-angka yang perlu kamu pegang: kerak benua kira-kira 30–70 km, kerak samudra kira-kira 5–10 km, mantel setebal kurang lebih 2.900 km, inti luar berada pada kedalaman sekitar 2.900–5.150 km, dan inti dalam berjari-jari sekitar 1.220 km (sumber lain membulatkan menjadi 1.250 km). Angka ini pembulatan. Ahli geologi sendiri menyebutnya "kira-kira" karena batas lapisan tidak sama dalamnya di semua tempat.

3. Kerak: kulit tipis tempat kita hidup dan menambang

Kerak adalah lapisan terluar dan paling tipis. Seluruh tambang, sumur, dan lubang bor yang pernah dibuat manusia berada di dalamnya. Kerak terbagi dua jenis yang berbeda.

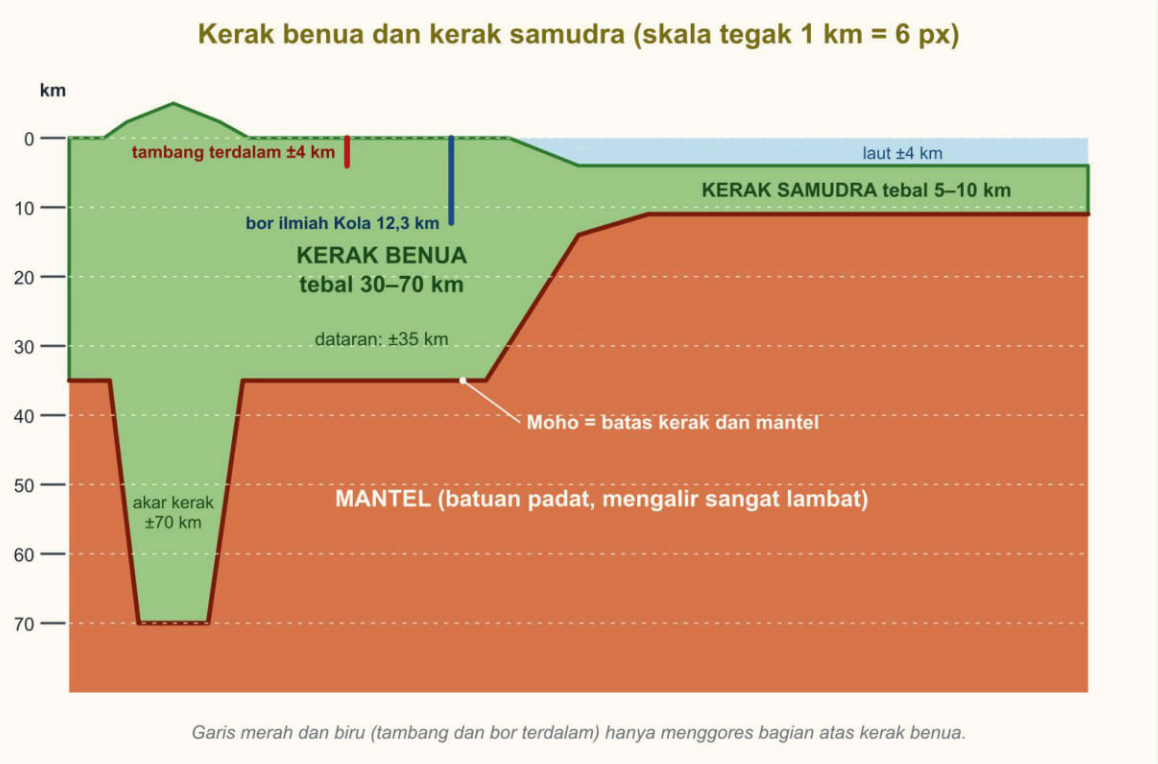
Kerak benua menyusun daratan. Tebalnya kira-kira 30–70 km: tipis (sekitar 30–40 km) di dataran rendah dan menebal di bawah pegunungan tinggi, seperti akar pohon yang menopang pohon besar. Batuannya beragam, sebagian besar kaya silika dan aluminium, seperti granit dan gneis. Sebagian kerak benua sangat tua, ada yang berumur miliaran tahun.

Kerak samudra menyusun dasar laut. Tebalnya hanya kira-kira 5–10 km. Batuannya kaya besi dan magnesium, dengan basal sebagai batuan utama. Kerak samudra lebih rapat atau "lebih berat" per satuan isi daripada kerak benua, dan jauh lebih muda: yang tertua pun hanya berumur ratusan juta tahun, karena kerak samudra terus dibentuk dan ditelan kembali ke dalam bumi (akan dibahas pada bagian lempeng).

Gambar 4.8 membandingkan kedua jenis kerak pada skala tegak yang sama. Garis tebal cokelat tua di bawah kerak adalah **Moho**. Di bawah garis itu batuannya berganti menjadi

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

batuan mantel yang lebih padat dan lebih berat.



Gambar 4.8 Kerak benua (30–70 km) dan kerak samudra (5–10 km) pada skala tegak yang sama. Garis merah dan biru menunjukkan kedalaman tambang terdalam (±4 km) dan lubang bor ilmiah terdalam (12,3 km). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

4. Mantel: batuan padat yang mengalir sangat lambat

Di bawah Moho terbentang **mantel**, lapisan terbesar bumi, setebal kurang lebih 2.900 km. Mantel tersusun dari batuan **peridotit**, yaitu batuan gelap yang kaya mineral olivin dan piroksen, dengan banyak magnesium dan besi serta sedikit nikel. Batuan seperti ini disebut **ultrabasa** karena kandungan silikanya rendah. Gambar 4.9 memperlihatkan contoh peridotit.



Gambar 4.9 Peridotit, batuan penyusun mantel. Contoh ini sebagian sudah berubah menjadi serpentin sehingga tampak kehijauan. Contoh batuan ini berukuran kira-kira sepanjang telapak tangan. Sumber: Nessa Eull, GeoDIL, CC0, Wikimedia Commons.

Mantel itu padat, bukan cair seperti lava. Namun karena panas dan tekanan yang sangat tinggi, batuan mantel bersifat **plastis**: dalam waktu jutaan tahun ia dapat mengalir pelan-pelan, bagai aspal dingin yang perlahan melorot bila dibiarkan miring bertahun-tahun. Kecepatannya hanya beberapa sentimeter per tahun. Aliran lambat ini, yang disebut **konveksi**, memindahkan panas dari dalam ke atas dan menjadi salah satu penggerak lempeng tektonik.

Peridotit mantel kadang sampai ke permukaan. Di Sulawesi dan Maluku Utara, tumbukan lempeng mengangkat potongan kerak samudra dan mantel atas ke daratan; potongan itu disebut **ofiolit**. Di daerah tropis yang hangat dan basah, peridotit itu lapuk kuat. Nikel yang tadinya tersebar tipis akhirnya terkumpul dalam tanah laterit, dan inilah bijih nikel yang ditambang di banyak tempat di Indonesia timur. Jadi satu sifat mantel (kaya besi, magnesium, dan nikel) menjelaskan mengapa pulau-pulau tertentu kaya nikel.

5. Inti: logam cair di luar, logam padat di dalam

Inti adalah bagian pusat bumi yang tersusun terutama dari besi dengan nikel. **Inti luar**

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

berwujud **cair**, terletak pada kedalaman sekitar 2.900 sampai 5.150 km, dan tebalnya sekitar 2.200 km. **Inti dalam** berwujud **padat**, berupa bola logam dengan jari-jari sekitar 1.220 km. Padahal inti dalam justru paling panas. Ia tetap padat karena **tekanan** di pusat bumi begitu besar sehingga atom logam tidak dapat mencair.

Gerakan logam cair di inti luar menghasilkan **medan magnet bumi**. Medan inilah yang membuat jarum kompas menunjuk ke arah utara magnet. Karena sumber medannya sangat dalam, medan magnet bumi mencakup seluruh permukaan. Kompas yang dipakai di dekat benda atau batuan bermagnet kuat memang bisa menyimpang, tetapi itu gangguan setempat yang tidak ada hubungannya dengan inti. Kamu akan bertemu lagi dengan hal ini pada sub bab peralatan dan pengukuran lapangan.

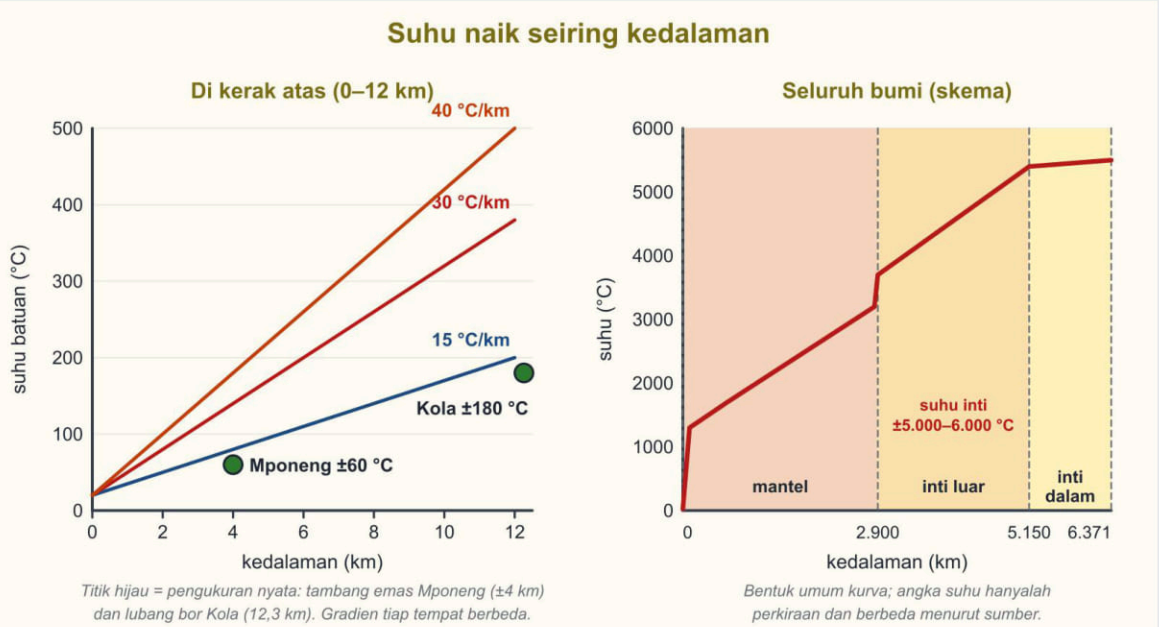
6. Suhu dan tekanan: makin dalam makin panas

Suhu batuan naik seiring bertambahnya kedalaman, demikian pula tekanan. **Tekanan** naik karena batuan di bagian dalam menanggung berat seluruh batuan di atasnya. **Suhu** naik karena panas bumi berasal dari dalam, yaitu sisa panas pembentukan bumi dan panas dari peluruhan unsur radioaktif di dalam batuan. Sinar matahari hanya memanaskan beberapa meter teratas, bukan seluruh kerak.

Dekat permukaan benua, kenaikan suhu rata-rata kira-kira 25–30 °C setiap kilometer. Nilai ini disebut **gradien panas bumi** (gradien geotermal) dan tidak sama di semua tempat. Di daerah gunung api atau di dekat tubuh magma ia jauh lebih besar; di daerah benua yang tua dan stabil lebih kecil. Pada kerak atas nilainya berkisar sekitar 15–40 °C/km. Perhitungan suhu pada kedalaman tertentu sederhana: **suhu = suhu permukaan + gradien × kedalaman**.

Gambar 4.10 menunjukkan dua hal. Panel kiri memperlihatkan bahwa dua pengukuran nyata (tambang emas terdalam, batuan sekitar 60 °C pada kira-kira 4 km; dan lubang bor Kola, sekitar 180 °C pada 12,3 km) jatuh pada gradien yang berbeda-beda. Panel kanan memperlihatkan bentuk umum kenaikan suhu di seluruh bumi: naik cepat di lapisan atas, lebih landai di mantel, lalu mencapai sekitar 5.000–6.000 °C di inti. Angka-angka untuk bagian dalam ini adalah perkiraan, dan berbeda sedikit antarsumber.

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



Gambar 4.10 Suhu naik seiring kedalaman: gradien di kerak atas (kiri) dan bentuk umum kurva untuk seluruh bumi (kanan, skema). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia; titik pengukuran dari Guinness World Records dan Scientific American.

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

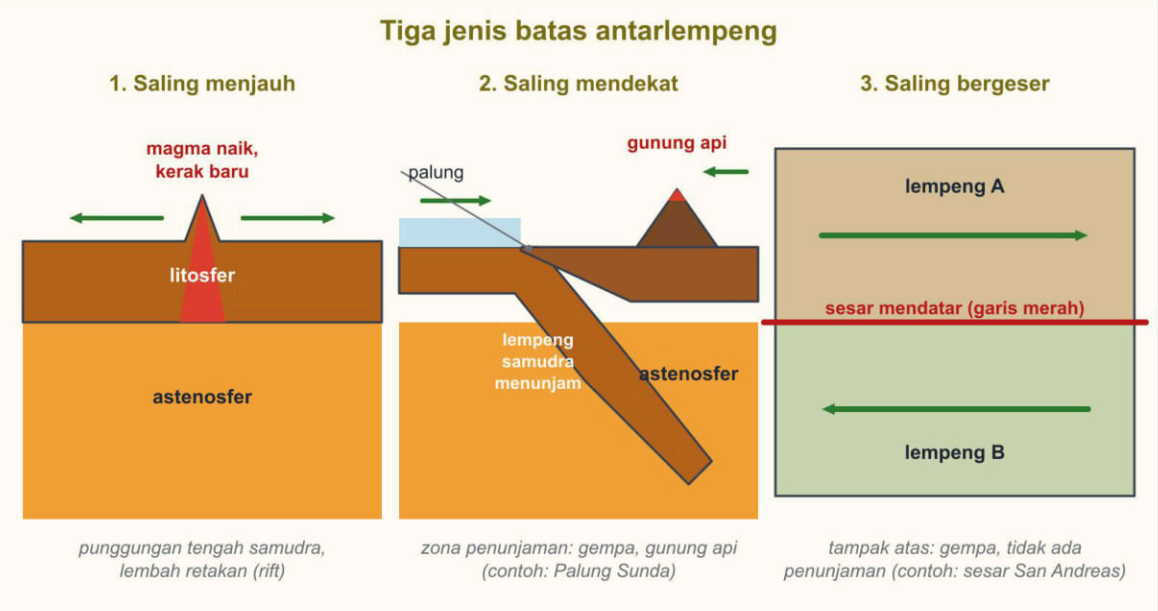
7. Litosfer dan astenosfer: mengapa lempeng bisa bergeser

Pembagian menurut sifat fisik paling berguna untuk memahami gempa dan gunung api. **Litosfer** adalah lapisan luar yang **kaku**, terdiri atas kerak dan bagian paling atas mantel. Tebalnya kira-kira 100 km (rata-rata di banyak tempat sedikitnya sekitar 80 km). Tepat di bawahnya terdapat **astenosfer**, bagian mantel yang panas, **lunak**, sebagian kecil sudah meleleh, dan dapat mengalir pelan-pelan.

Bayangkan sebuah rakit kayu yang kaku di atas lumpur kental. Rakit itu litosfer, lumpurnya astenosfer. Rakit tidak mencair, tetapi dapat meluncur pelan karena landasannya lunak. Karena gerak mantel di bawahnya, litosfer yang kaku pecah menjadi potongan-potongan besar bernama **lempeng**. Jawaban "inti luar yang cair menggerakkan kerak" keliru: inti luar jauh di bawah, terpisah dari kerak oleh mantel setebal ribuan kilometer.

8. Lempeng tektonik dan letak Indonesia

Lempeng bergerak sekitar beberapa sentimeter per tahun, kira-kira secepat kuku tumbuh. Pertemuan dua lempeng dapat terjadi dengan tiga cara (Gambar 4.11). Pada batas **saling menjauh**, magma naik dan membentuk kerak baru, seperti di punggungan tengah samudra. Pada batas **saling mendekat**, lempeng yang lebih berat menunjam ke bawah lempeng lain, membentuk palung di dasar laut dan deretan gunung api di daratan di belakangnya. Pada batas **saling bergeser**, dua lempeng berpapasan sepanjang sesar mendatar. Ketiga batas itu menghasilkan gempa.

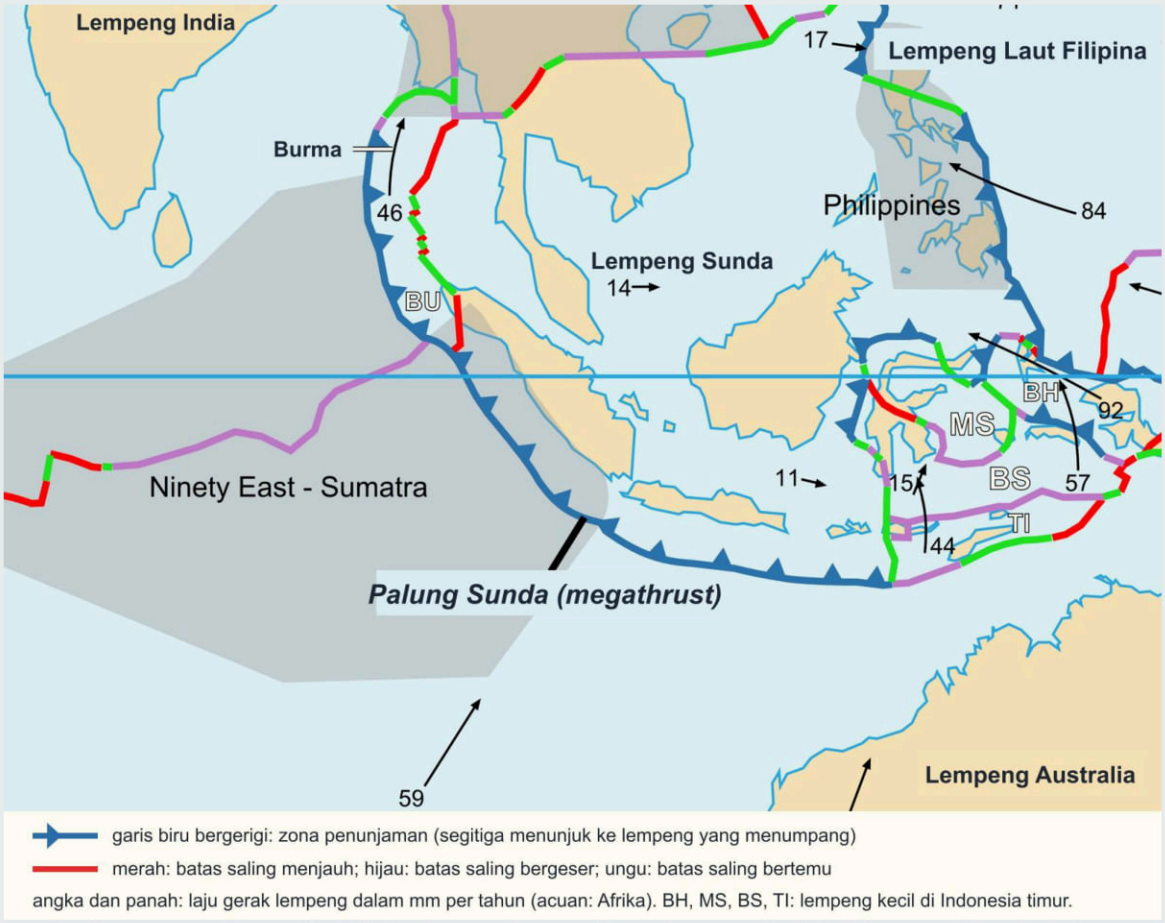


Gambar 4.11 Tiga jenis batas antarlempeng: saling menjauh, saling mendekat (penunjaman), dan saling bergeser. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Indonesia berada di pertemuan tiga lempeng besar dan beberapa lempeng kecil. Lempeng Australia bergerak ke utara dan menunjam di bawah Lempeng Sunda, yaitu bagian dari Lempeng Eurasia yang menopang Sumatra, Jawa, dan Kalimantan. Penunjaman ini berlangsung di Palung Sunda dengan laju sekitar 5–7 cm per tahun menurut USGS. Dari penunjaman inilah lahir deretan gunung api Sumatra dan Jawa, dan Badan Geologi mencatat

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

127 gunung api aktif di Indonesia. Di Indonesia timur, lempeng-lempeng kecil dan Lempeng Filipina berinteraksi dengan rumit (Gambar 4.12). Itulah sebabnya Indonesia kaya bahan galian tetapi juga akrab dengan gempa.



Gambar 4.12 Lempeng tektonik di sekitar Indonesia dan Palung Sunda (label diterjemahkan ke bahasa Indonesia). Sumber: Eric Gaba dan kontributor, CC BY 2.5, Wikimedia Commons; diubah: label diterjemahkan dan legenda ditambahkan.

Educational Institutions

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

9. Mengapa tambang dan bor terdalam masih di kerak?

Sekarang kita punya semua angka untuk menjawab pertanyaan ini. Tambang terdalam di dunia, tambang emas Mponeng di Afrika Selatan, mencapai sekitar 4 km (Guinness World Records menyebut 3,9 km, lalu bertambah). Lubang bor ilmiah terdalam, Kola di Rusia, mencapai 12.262 m. Kerak benua tebalnya 30–70 km, jadi Kola hanya menempuh kira-kira sepertiga kerak yang paling tipis, dan tambang 4 km tidak sampai sepersepuluhnya. Mantel baru dimulai di bawah Moho, ±2.900 km tebalnya. Perhatikan pada Gambar 4.8 betapa pendeknya garis merah dan biru.

Ada tiga hambatan untuk lebih dalam. **Suhu:** di dasar lubang Kola suhunya sekitar 180 °C, dan di tambang dalam batuannya mencapai sekitar 60 °C sehingga tambang harus mendinginkan udara dengan es dan kipas raksasa. **Tekanan dan sifat batuan:** pada kedalaman besar batuan menjadi lebih mudah berubah bentuk, sehingga lubang cenderung menutup. **Biaya:** setiap kilometer tambahan menuntut peralatan, ventilasi, dan waktu yang jauh lebih mahal. Memang kerak samudra jauh lebih tipis, sehingga ahli kebumian bercita-cita mengebor sampai Moho dari dasar laut. Namun bahkan di sana lubang harus melewati beberapa kilometer air laut lebih dulu, lalu beberapa kilometer kerak.

10. Dari mana bahan galian berasal?

Dengan batas kedalaman itu, seluruh bahan galian yang ditambang manusia berasal dari **kerak**. Batubara dan kapur berasal dari endapan di kerak. Timah, emas, dan tembaga terkumpul oleh proses di dalam kerak, seperti pendinginan magma dan aliran air panas. Nikel dan krom berasal dari batuan **mantel** yang terangkat ke kerak, seperti pada ofiolit yang dibahas pada bagian 4. Magma yang naik membawa bahan dari kedalaman, dan itulah sebabnya daerah gunung api sering kaya endapan mineral. Pada sub bab berikutnya kamu akan belajar bagaimana batuan terbentuk dan berubah di kerak itu.

NEXT LEVEL STUDY

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Berapa bagian kerak yang sudah ditembus?

Pada 2027, PT Tembaga Rimba Nusa, perusahaan rekaan, mengebor sumur eksplorasi sedalam 1.800 m di daratan Kalimantan. Dari data gempa diperkirakan kerak benua di sana setebal 35 km. Pada tahun yang sama, kapal riset rekaan mengebor 1,5 km ke dalam kerak samudra setebal 7 km. Hitung berapa persen kerak yang sudah ditembus dan berapa sisanya pada tiap lokasi. *Kasus disusun untuk contoh; perusahaan, kapal, dan angka fiktif.*

1. Samakan satuan: 1.800 m = 1,8 km.
2. Daratan: 1,8 ÷ 35 = 0,0514, yaitu 5,1 %.
3. Sisa kerak di daratan: 35 − 1,8 = 33,2 km.
4. Samudra: 1,5 ÷ 7 = 0,214, yaitu 21,4 %.
5. Sisa kerak di samudra: 7 − 1,5 = 5,5 km.

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

6. Periksa: 5,1 % dan 21,4 % keduanya di bawah 100 %, jadi kedua lubang masih di dalam kerak.

Jawaban: **sekitar 5,1 % (sisa 33,2 km)** di daratan dan **sekitar 21,4 % (sisa 5,5 km)** di samudra. Pelajarannya: kerak samudra yang tipis memang lebih cepat dicapai, tetapi tidak berarti lubang sudah menembus mantel. Sebagai pembanding, lubang bor Kola (12,262 km) menempuh 12,262 ÷ 35 = 35 % kerak setebal 35 km, dan tambang 4 km menempuh 4 ÷ 35 = 11,4 % kerak yang sama.

Contoh 2 — Lapisan apa pada kedalaman tertentu?

Seorang siswa ingin mengetahui lapisan bumi pada kedalaman 15 km, 100 km, 3.000 km, dan 6.000 km di bawah daratan Jawa. Anggap kerak benua di tempat itu setebal 35 km, litosfer sekitar 100 km, mantel berakhir pada 2.900 km, inti luar berakhir pada 5.150 km. *Angka disusun untuk contoh.*

1. Buat urutan batas dari permukaan: 0 → 35 km (kerak) → 2.900 km (akhir mantel) → 5.150 km (akhir inti luar) → pusat bumi pada 6.371 km. Batas litosfer di 100 km terletak di dalam mantel atas.
2. 15 km < 35 km, jadi berada di **kerak benua** (dan sekaligus di dalam litosfer).
3. 100 km: sudah lewat Moho (35 km) tetapi masih jauh di bawah 2.900 km, jadi di **mantel atas**, tepat pada perbatasan litosfer yang kaku dan astenosfer yang lunak.
4. 3.000 km: lebih dalam dari 2.900 km tetapi kurang dari 5.150 km, jadi di **inti luar**, yang berwujud cair.
5. 6.000 km: lebih dalam dari 5.150 km, jadi di **inti dalam**, yang padat.
6. Periksa urutan: 15 < 35 < 100 < 2.900 < 3.000 < 5.150 < 6.000 < 6.371. Semua kedalaman masih lebih kecil daripada jari-jari bumi, jadi semuanya valid.

Jawaban: kerak benua, mantel atas (batas litosfer–astenosfer), inti luar (cair), inti dalam (padat).

Contoh 3 — Menaksir suhu batuan di terowongan

Tim ventilasi PT Bukit Intan, perusahaan rekaan, merencanakan lorong tambang bawah tanah pada kedalaman 1.750 m. Suhu batuan dekat permukaan 25 °C dan gradien setempat 28 °C per km. Berapa taksiran suhu batuan di lorong itu, pada kedalaman berapa suhu batuan mencapai 100 °C, dan apakah gradien yang sama boleh dipakai sampai 12 km? *Kasus disusun untuk contoh; perusahaan dan angka fiktif.*

1. Ubah kedalaman ke km: 1.750 m = 1,75 km.
2. Kenaikan suhu: 28 °C/km × 1,75 km = 49 °C.
3. Suhu batuan: 25 + 49 = **74 °C**.
4. Kedalaman untuk 100 °C: kenaikan yang dibutuhkan 100 − 25 = 75 °C, lalu 75 ÷ 28 = 2,68 km, yaitu **sekitar 2,7 km**.
5. Bila gradien yang sama diperpanjang ke 12 km: 25 + 28 × 12 = 361 °C. Angka ini jauh di atas pengukuran nyata di Kola, yang hanya sekitar 180 °C pada 12,3 km.
6. Periksa satuan: °C/km × km = °C, lalu ditambah suhu permukaan (°C). Hasil 74 °C masuk akal bagi lorong tambang yang dalam.

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

Jawaban: sekitar 74 °C pada 1.750 m; 100 °C dicapai pada sekitar 2,7 km; gradien dari satu tempat tidak boleh diperpanjang sembarang jauh, karena gradien berubah menurut tempat dan kedalaman. Itu sebabnya soal selalu menyebut gradiennya dan kedalaman yang dipakai.

Contoh 4 — Menilai tiga penjelasan siswa

Dalam diskusi kelas rekaan, tiga siswa berpendapat. (a) "Lempeng bergeser karena inti dalam yang cair mendorongnya." (b) "Batuan pada kedalaman 80 km termasuk litosfer, jadi sifatnya kaku." (c) "Mantel padat, jadi tidak mungkin mengalir." Nilailah ketiganya.

1. (a) Ingat wujud inti: inti **dalam** padat, inti **luar** cair. Pernyataan (a) salah wujud, dan juga salah gagasan: lempeng bergeser di atas astenosfer yang lunak, bukan didorong inti.
2. (b) Litosfer setebal sekitar 100 km. Kedalaman 80 km masih di dalam litosfer, jadi kaku. Pernyataan (b) **benar**.
3. (c) Mantel memang padat tetapi plastis sehingga mengalir sangat lambat dalam jutaan tahun. Pernyataan (c) **salah**: "padat" tidak sama dengan "tidak bisa mengalir".

Jawaban: (a) salah, (b) benar, (c) salah.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

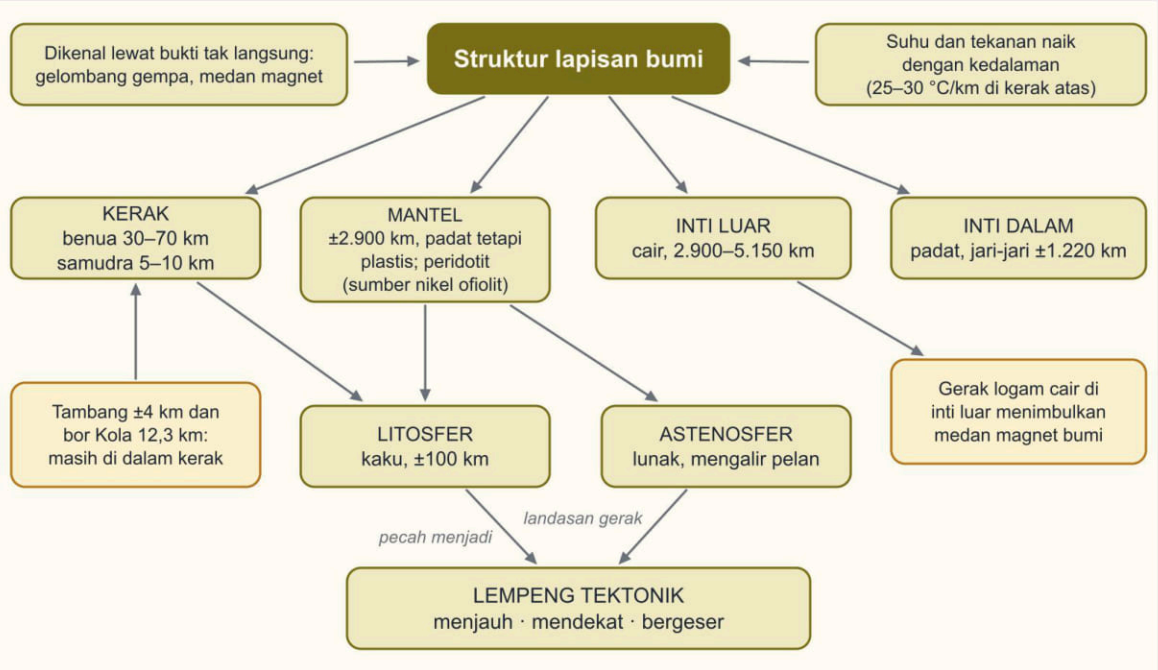
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Cara mengetahui isi bumi:** bukti tidak langsung, terutama gelombang gempa (gelombang S tidak melewati zat cair, sehingga inti luar diketahui cair) dan medan magnet.
- **Kerak:** benua 30–70 km (silika-aluminium, granit), samudra 5–10 km (basal, lebih muda dan lebih rapat). **Moho** = batas kerak dan mantel.
- **Mantel:** ±2.900 km, peridotit (ultrabasa), padat tetapi plastis; sumber nikel pada ofiolit yang terangkat.
- **Inti:** luar cair (±2.900–5.150 km) dan dalam padat (jari-jari ±1.220 km); besi dan nikel; medan magnet bumi berasal dari inti luar.
- **Suhu dan tekanan naik dengan kedalaman:** gradien kerak atas kira-kira 25–30 °C/km (bervariasi 15–40); suhu = suhu permukaan + gradien × kedalaman; inti ±5.000–6.000 °C.
- **Litosfer** (kerak + mantel teratas, kaku, ±100 km) di atas **astenosfer** (lunak, mengalir); lempeng = potongan litosfer; tiga jenis batas: menjauh, mendekat, bergeser.
- **Tambang dan bor terdalam** (±4 km dan 12,3 km) masih jauh di dalam kerak; seluruh bahan galian berasal dari kerak (sebagian berasal dari mantel yang terangkat).

Gambar 4.13 merangkum hubungan antarkonsep itu.



Gambar 4.13 Peta konsep struktur lapisan bumi dan karakteristiknya. 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 tentang lapisan bumi:

1. **Tulis angka-angka kunci dari soal** (tebal kerak, kedalaman tambang atau bor, gradien) dan samakan satuannya ke kilometer.
2. **Bandingkan dengan batas lapisan:** letakkan kedalaman itu pada garis bilangan 0 → tebal kerak → 2.900 km → 5.150 km.
3. **Nilai tiap pernyataan satu per satu.** Jangan menerima pernyataan hanya karena kalimatnya terdengar ilmiah.
4. **Untuk hitungan suhu,** pakai rumus suhu permukaan + gradien × kedalaman, dan periksa satuannya.

Jebakan khas pada soal ini:

- **Tambang 4 km dikira sudah menembus mantel.** Kerak benua tebalnya 30–70 km.
- **Perbandingan kerak dibalik:** kerak samudra dikira lebih tebal daripada kerak benua.
- **Suhu dikira turun di bawah kerak** karena "tidak terkena sinar matahari". Suhu naik dengan kedalaman.
- **Hanya kenaikan suhu yang dijawab,** lupa menambahkan suhu permukaan; atau gradien per 100 m dikalikan seolah per meter.
- **Inti luar dan inti dalam tertukar** wujudnya, atau inti dikira penggerak langsung lempeng.
- **Litosfer dikira meleleh seluruhnya;** yang lunak adalah astenosfer.

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menguji perbandingan kedalaman tambang dan bor dengan tebal kerak, disertai pernyataan tentang suhu. Pakailah angka pada bagian 3, 6, dan 9. Nilai tiap pernyataan secara terpisah dan cari tahu pernyataan mana yang lolos dari perbandingan angka.

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

►. Dalam kelas Dasar Geologi (2027), guru memberikan data: tebal kerak benua 30–70 km, tebal kerak samudra 5–10 km, mantel sampai kedalaman ±2.900 km, dan suhu batuan naik seiring bertambahnya kedalaman. Tambang bawah tanah terdalam di dunia mencapai sekitar 4 km. Siswa diminta menilai pernyataan teman-temannya.
(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. Tambang terdalam di dunia yang mencapai sekitar 4 km sudah menembus sampai mantel bumi.
☐ B. Untuk mencapai mantel, lubang bor di dasar samudra harus menembus kerak yang lebih tebal daripada di benua.
☐ C. Lubang bor ilmiah sedalam 12 km di daratan benua yang keraknya 35 km tebalnya masih berada di dalam kerak.
☐ D. Batuan di bagian bawah kerak benua lebih dingin daripada di permukaan karena tidak terkena sinar matahari.
☐ E. Bahan galian yang ditambang manusia berasal dari kerak bumi karena kedalaman tambang jauh lebih kecil daripada tebal kerak.

Pembahasan **Kunci: C, E**

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

Konsep: Bumi tersusun dari kerak (benua 30–70 km, samudra 5–10 km), mantel, inti luar, dan inti dalam. Suhu naik seiring kedalaman (landaian panas bumi). Kegiatan tambang dan pemboran manusia hanya menjangkau bagian atas kerak.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: 4 km jauh lebih kecil dari tebal kerak benua 30–70 km, jadi tambang itu masih di kerak.
• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: perbandingannya terbalik; kerak samudra (5–10 km) lebih tipis daripada kerak benua.
• **Pernyataan 3** ✓ 12 km lebih kecil dari 35 km, jadi ujung lubang masih di kerak benua.
• **Pernyataan 4** ✗ Suhu naik dengan kedalaman karena panas dari dalam bumi; sinar matahari hanya memanaskan bagian paling atas.
• **Pernyataan 5** ✓ Kedalaman tambang (beberapa km) jauh di bawah tebal kerak, sehingga semua bahan galian berasal dari kerak.

Jawaban: pernyataan 3, 5.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk soal hitungan, tulis rumus dan satuannya di tiap langkah.

1. PT Emas Bawah Tanah, Pongkor (2027) akan membuat terowongan baru pada kedalaman 600 m. Tim ventilasi perlu mengetahui suhu batuan di sana untuk merancang aliran udara. Data pengukuran: suhu batuan di dekat permukaan 27 °C, dan suhu batuan naik sekitar

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

3 °C setiap pertambahan kedalaman 100 m.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Perkiraan suhu batuan pada kedalaman 600 m adalah ....

A. 18 °C
B. 30 °C
C. 45 °C
D. 63 °C
E. 207 °C

2. Dalam diskusi kelas tentang gempa di daerah tambang (2027), guru memberikan data: litosfer terdiri atas kerak dan bagian teratas mantel, bersifat kaku, dan tebalnya sekitar 100 km; di bawahnya terdapat astenosfer, bagian mantel yang panas, sebagian kecil meleleh, dan dapat mengalir sangat perlahan; inti luar bumi berwujud cair dan inti dalam berwujud padat. Siswa diminta menjelaskan mengapa lempeng dapat bergeser.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penjelasan yang paling tepat adalah ....

A. Litosfer yang kaku bergeser di atas astenosfer yang dapat mengalir
B. Inti luar yang cair membuat kerak di permukaan bumi bergeser langsung
C. Kerak benua yang tebal mendorong kerak samudra yang tipis
D. Litosfer meleleh seluruhnya sehingga lempeng mudah mengalir
E. Gaya pasang surut laut menarik kerak bumi ke arah pantai

Kunci singkat: 1. C 2. A

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa gelombang S yang tidak terekam menembus bagian tengah bumi menjadi bukti bahwa inti luar cair?
- Sebuah lubang bor di dasar samudra sudah menembus 3 km kerak samudra yang tebalnya 7 km. Apakah lubang itu sudah mencapai mantel? Berapa kilometer lagi yang tersisa?
- **Yang harus kuingat:** kerak (benua 30–70 km, samudra 5–10 km) → Moho → mantel (±2.900 km) → inti luar (cair) → inti dalam (padat); suhu dan tekanan naik dengan kedalaman; litosfer kaku di atas astenosfer yang lunak; tambang dan bor terdalam masih di kerak.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 4.2: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktgp&node=SMKTGP-4.2

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

Sub bab 4.3 · Genesa batuan dan siklus batuan

SMKTGP-4.3

◎ APA YANG DIUJI

Subtopik Peta Topik NLS **TKA-SMKTGP-04-03** menanyakan dari mana batuan berasal dan ke mana ia dapat berubah. Kata **genesa** berarti asal-usul atau cara terbentuk. Soal yang muncul berupa kasus lapangan: tim eksplorasi menemukan beberapa jenis batuan dalam satu daerah, lalu kamu diminta menjelaskan hubungan di antaranya, menentukan kelompok batuan, membaca urutan kejadian dari sebuah penampang, atau memilih tempat yang tepat untuk mencari bahan galian tertentu.

Ada tiga kesalahan berpikir yang dipancing berulang kali. Pertama, **membalik arah proses**, misalnya mengira granit berasal dari pasir yang mengeras. Kedua, **menganggap siklus batuan hanya satu arah** dan tidak mengenal jalur pintas atau jalur kembali. Ketiga, **mencampuradukkan sebab**, misalnya mengira batuan metamorf terbentuk tanpa panas dan tekanan. Karena itu sub bab ini lebih dulu menjelaskan cara terbentuk tiap kelompok batuan secara lengkap, baru menyusunnya menjadi siklus.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- membedakan tiga kelompok batuan (beku, sedimen, metamorf) dan menyebut cara terbentuk masing-masing;
- menjelaskan perbedaan batuan beku intrusif dan ekstrusif dari ukuran kristalnya;
- menguraikan tahapan terbentuknya batuan sedimen, dari pelapukan sampai pembatuan;
- menjelaskan metamorfisme kontak dan regional, serta hubungan batugamping dengan marmer;
- menelusuri jalur apa pun dalam siklus batuan dan membaca urutan kejadian dari penampang;
- menghubungkan jenis batuan dengan bahan galian penting di Indonesia.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Batuan ada di mana-mana: di tebing jalan, dasar sungai, dinding gedung, dan tambang tempat kamu kelak bekerja. Ahli geologi tidak hanya bertanya "batuan apa ini?" tetapi juga "bagaimana ia terbentuk dan pernah menjadi apa?". Jawaban atas pertanyaan kedua menentukan di mana bahan galian dicari. Bagian ini menguraikan jawabannya langkah demi langkah.

1. Batuan, mineral, dan tiga kelompok besar

Batuan adalah padatan alami penyusun kerak bumi, tersusun dari satu atau banyak **mineral**. Mineral adalah zat padat alami berbahan kimia tertentu dengan susunan atom

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

teratur, seperti kuarsa, feldspar, kalsit, dan mika. Granit, misalnya, adalah batuan yang di dalamnya terlihat butir kuarsa, feldspar, dan mika.

Berdasarkan cara terbentuk, semua batuan dibagi tiga kelompok:

- **Batuan beku:** terbentuk ketika **magma** (batuan cair panas) atau **lava** (magma yang sudah keluar ke permukaan) mendingin dan membeku.
- **Batuan sedimen:** terbentuk dari **endapan**, yaitu pecahan batuan lain, sisa makhluk hidup, atau zat yang mengendap dari air, yang tertimbun dan mengeras.
- **Batuan metamorf:** terbentuk ketika batuan yang sudah ada **berubah** akibat panas, tekanan, atau cairan panas **tanpa meleleh**. Kata metamorf berarti "berubah bentuk".

Ketiganya tidak terpisah selamanya. Batuan dapat berpindah kelompok sepanjang waktu geologi yang amat panjang. Perpindahan itu dipelajari pada bagian siklus batuan di bawah.

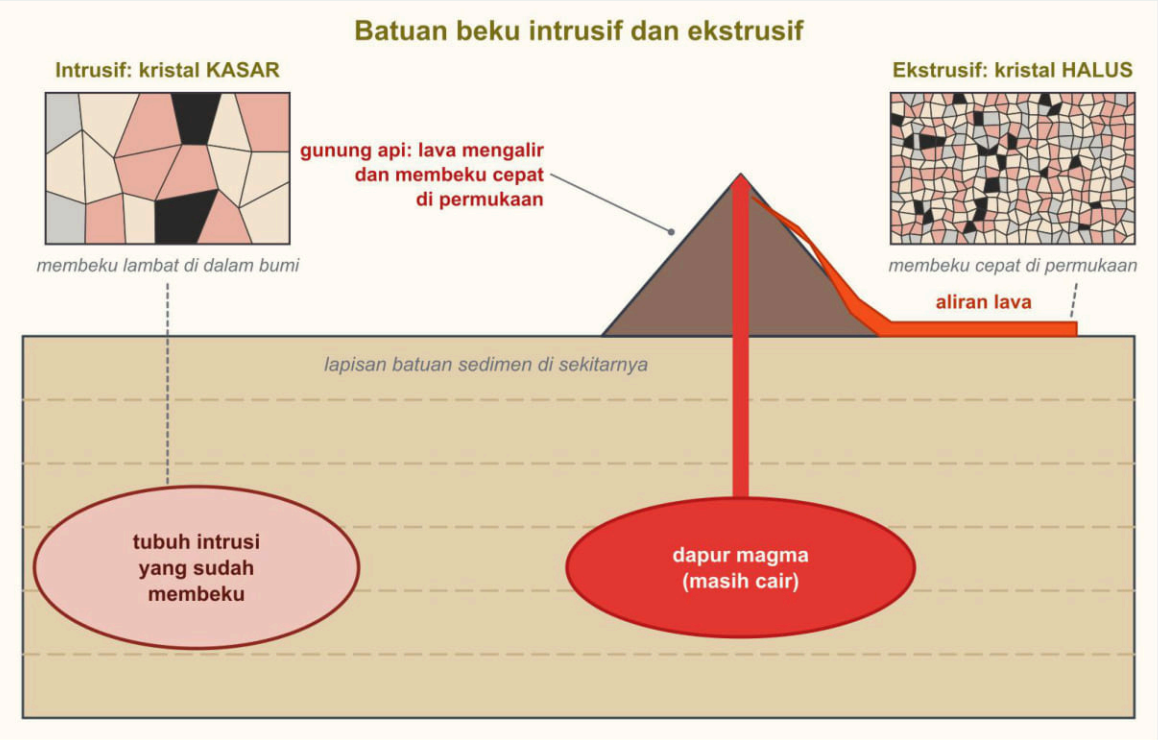
2. Batuan beku: dari magma yang membeku

Di bagian dalam bumi, batuan dapat meleleh menjadi **magma**. Magma lebih ringan daripada batuan padat di sekitarnya, sehingga ia perlahan naik. Nasib magma ada dua.

Pertama, magma berhenti dan membeku di dalam kerak. Batuan yang terbentuk disebut **batuan beku intrusif** atau **plutonik**. Karena dikelilingi batuan yang menghalangi panas, magma mendingin sangat lambat, ribuan sampai jutaan tahun. Atom-atom punya waktu cukup untuk berkumpul menjadi **kristal besar** yang tampak jelas dengan mata. Contoh: granit, diorit, dan gabro. Kedua, magma mencapai permukaan lewat gunung api sebagai lava. Lava bersentuhan dengan udara atau air sehingga membeku dalam hitungan jam sampai tahun. Kristal tidak sempat besar, sehingga terbentuk batuan **berkristal halus** atau bahkan kaca. Batuan ini disebut **batuan beku ekstrusif** atau **vulkanik**. Contoh: riolit, andesit, basal, dan batuapung. Gas yang terlepas dari lava dapat meninggalkan lubang-lubang kecil.

Gambar 4.14 membandingkan keduanya. Pelajaran terpenting: **ukuran kristal menunjukkan kecepatan pendinginan**. Kristal kasar berarti membeku lambat di dalam bumi, kristal halus berarti membeku cepat di atau dekat permukaan.

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

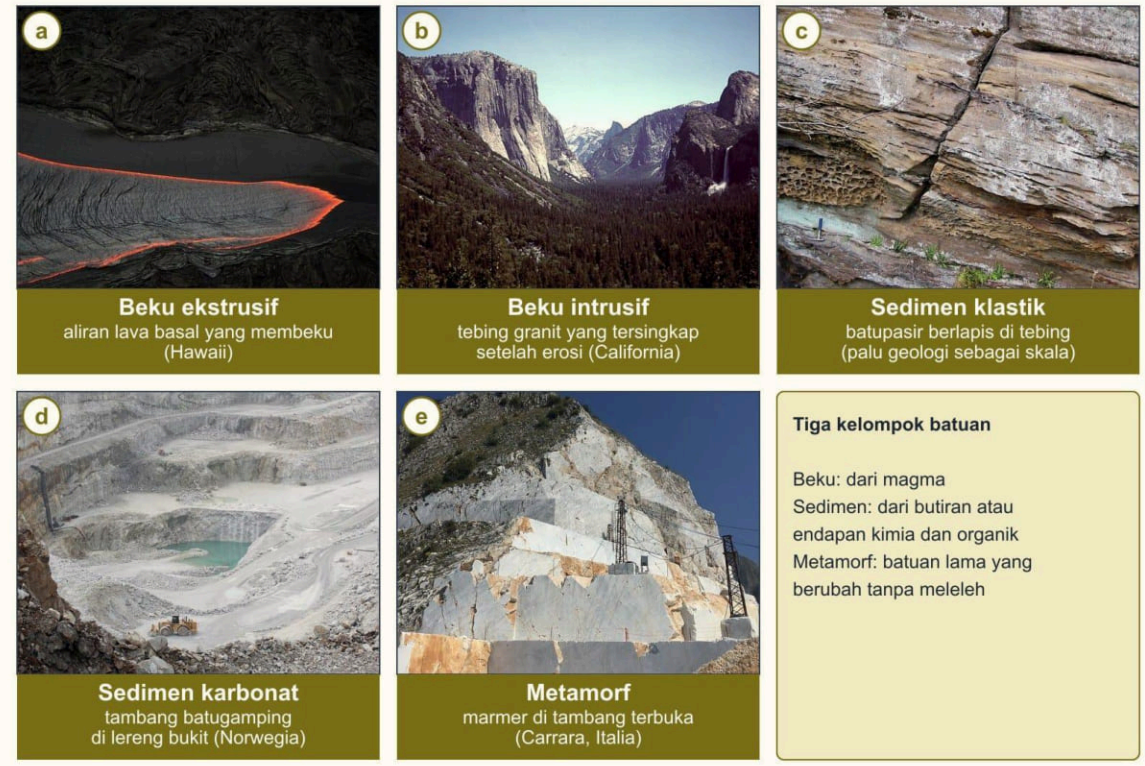


Gambar 4.14 Batuan beku intrusif (kristal kasar, membeku lambat di dalam bumi) dan ekstrusif (kristal halus, membeku cepat di permukaan). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Komposisi menentukan warna dan nama. Batuan yang kaya kuarsa dan feldspar berwarna terang (granit, riolit). Batuan yang kaya mineral besi dan magnesium berwarna gelap (gabro, basal). Batuan di antaranya berwarna abu-abu (diorit, andesit). Jadi granit adalah "kembaran" riolit dan gabro adalah "kembaran" basal: komposisinya serupa tetapi ukuran kristalnya berbeda karena cara membekunya berbeda.

Satu catatan penting: batuan intrusif ada di dalam bumi, tetapi dapat kita lihat dan tambang bila batuan di atasnya sudah **tererosi** habis. Tebing granit pada Gambar 4.15(b) adalah contohnya. Di Indonesia, gunung api di Sumatra dan Jawa terbentuk oleh penunjaman lempeng, dan batuannya didominasi andesit dan basal-andesit; sedangkan granit membentuk antara lain tubuh batuan di Bangka Belitung yang berhubungan dengan timah.

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



Gambar 4.15 Contoh ketiga kelompok batuan di alam: (a) lava basal, (b) tebing granit, (c) batupasir berlapis, (d) tambang batugamping, (e) tambang marmer. Sumber: Brocken Inaglory, Dexter Perkins, James St. John, Thomas Bjørkan, Wittylama (CC0, CC BY, CC BY-SA), Wikimedia Commons; diubah: dipotong dan digabung menjadi montase.

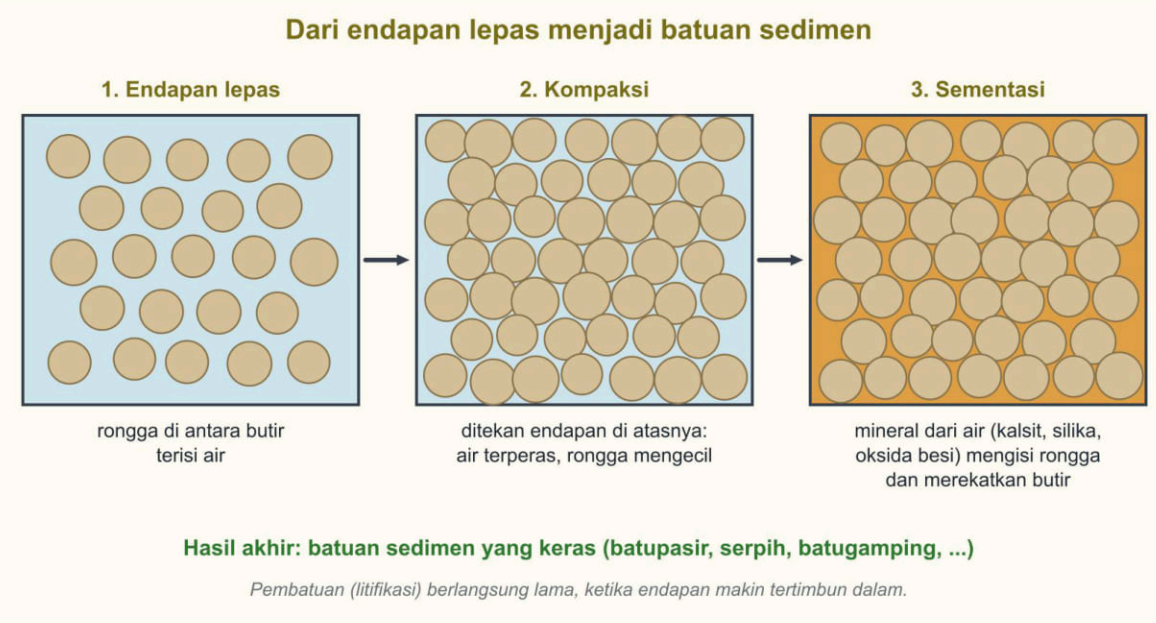
NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

3. Batuan sedimen: dari pelapukan sampai pembatuan

Batuan yang tersingkap di permukaan tidak diam. Hujan, suhu, dan makhluk hidup terus merusaknya. Terbentuknya batuan sedimen berjalan dalam urutan berikut.

1. **Pelapukan:** batuan hancur di tempat. Ada tiga jenis: **fisik** (pecah tanpa berubah zat, misalnya oleh perubahan suhu atau akar yang menekan celah), **kimia** (zat penyusunnya berubah atau larut, misalnya batugamping larut oleh air hujan yang sedikit asam), dan **biologis** (akibat tumbuhan atau hewan).
2. **Erosi dan pengangkutan:** air, angin, es, dan gravitasi memindahkan hasil lapukan. Selama diangkut, butir saling bertumbukan: ukurannya mengecil, sudutnya membulat, dan ukurannya makin seragam (terpilah).
3. **Pengendapan:** ketika arus melemah, butir diendapkan. Butir kasar mengendap lebih dulu, di dekat sumber atau di sungai. Butir halus terbawa jauh dan mengendap di laut yang tenang.
4. **Pembatuan (litifikasi):** endapan tertimbun endapan baru di atasnya. Dua hal terjadi (Gambar 4.16): **kompaksi**, yaitu butir ditekan sehingga rongga mengecil dan air terperas keluar; dan **sementasi**, yaitu mineral yang larut dalam air tanah (kalsit, silika, oksida besi) mengendap di rongga dan merekatkan butir.



Gambar 4.16 Dari endapan lepas menjadi batuan sedimen lewat kompaksi dan sementasi. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Menurut bahan penyusunnya, batuan sedimen terbagi tiga. **Sedimen klastik** tersusun dari butir hasil rombakan batuan lain, dan diberi nama menurut ukuran butirnya: breksi (kerakal menyudut) dan konglomerat (kerakal membulat), batupasir, batulanau, dan batulempung atau serpih (butir sangat halus). **Sedimen kimia** terbentuk dari zat yang mengendap dari air, misalnya garam dan gipsum. **Sedimen organik** berasal dari sisa makhluk hidup: batugamping dari cangkang dan karang, serta batubara dari tumbuhan.

Karena ukuran, kebulatan, dan keragaman butir mencerminkan jarak dan energi

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

pengangkutan, satu contoh batuan sedimen dapat "menceritakan" asalnya. Breksi yang butirnya kasar, menyudut, dan bercampur ukuran menandakan pengangkutan pendek, dekat sumber. Batupasir yang butirnya membulat dan seragam menandakan pengangkutan jauh. Terumbu karang tumbuh di laut dangkal yang hangat dan **jernih**, jauh dari muara sungai yang keruh, sehingga batugamping terumbu biasanya terbentuk di sana. Batubara berasal dari endapan **rawa**: tumbuhan yang mati tertimbun lumpur sebelum habis membusuk menjadi gambut. Semakin dalam dan lama gambut tertimbun, semakin tinggi peringkatnya: gambut, lignit, subbituminus, bituminus, antrasit. Batubara Indonesia, terutama di Kalimantan dan Sumatra, terbentuk di cekungan sedimen berumur Tersier yang sebagian besar berperingkat rendah (subbituminus dan lignit).

Ciri khas batuan sedimen: **berlapis** (perlapisan) dan sering memuat **fosil**. Ciri ini jarang ditemukan pada batuan beku.

4. Batuan metamorf: batuan yang berubah tanpa meleleh

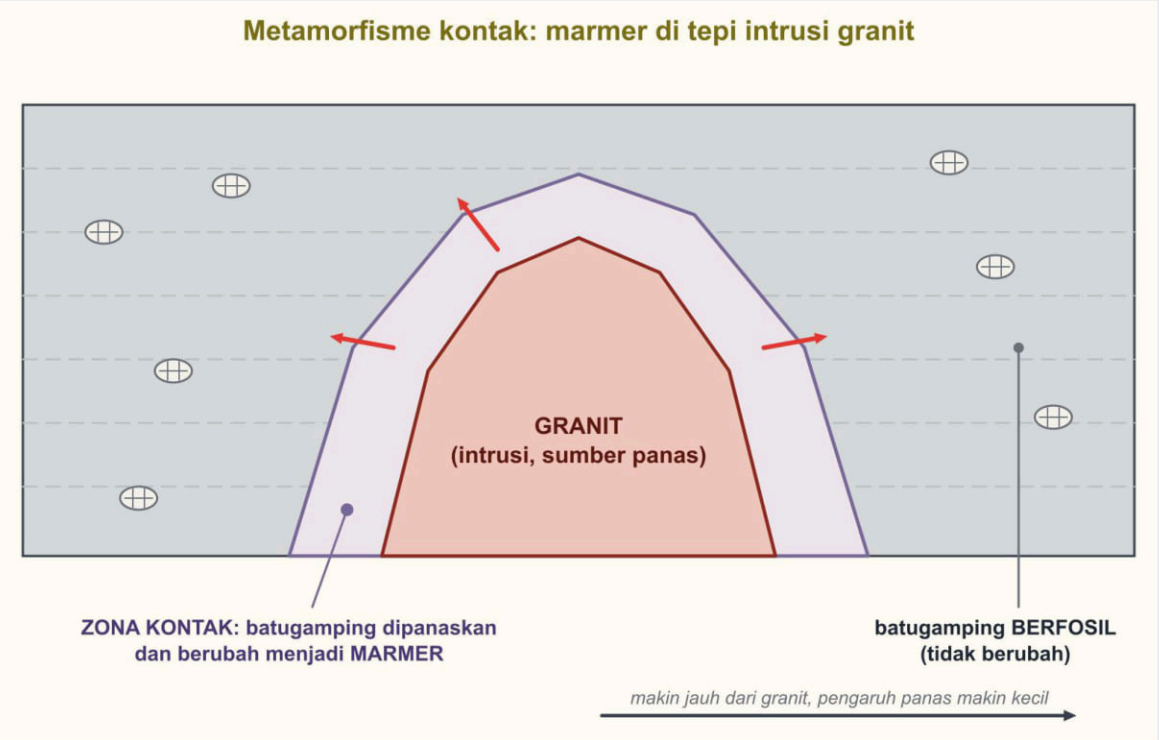
Batuan beku, sedimen, bahkan batuan metamorf lama dapat berubah bila terkena kondisi yang jauh berbeda dari kondisi saat ia terbentuk: suhu naik, tekanan membesar, atau cairan panas mengalir melaluinya. Mineral-mineral lama tidak stabil, lalu berubah atau tumbuh kembali menjadi mineral baru. **Kuncinya: batuan tetap padat, tidak meleleh.** Bila meleleh, hasilnya magma dan siklus beralih ke batuan beku.

Ada dua jenis metamorfisme yang perlu kamu kenal.

Metamorfisme kontak terjadi di sekeliling tubuh magma yang menerobos batuan lain. Panas dari magma "memasak" batuan di sekitarnya. Pengaruhnya kuat dekat batas (kontak) dan memudar makin jauh. Gambar 4.17 menunjukkan batugamping di tepi granit yang berubah menjadi **marmer**, sedangkan batugamping jauh dari granit tetap berfosil dan tidak berubah. Zona perubahannya sempit, dari puluhan sampai ratusan meter.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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



Gambar 4.17 Metamorfisme kontak: batugamping di tepi intrusi granit berubah menjadi marmer; batugamping yang jauh tidak berubah. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

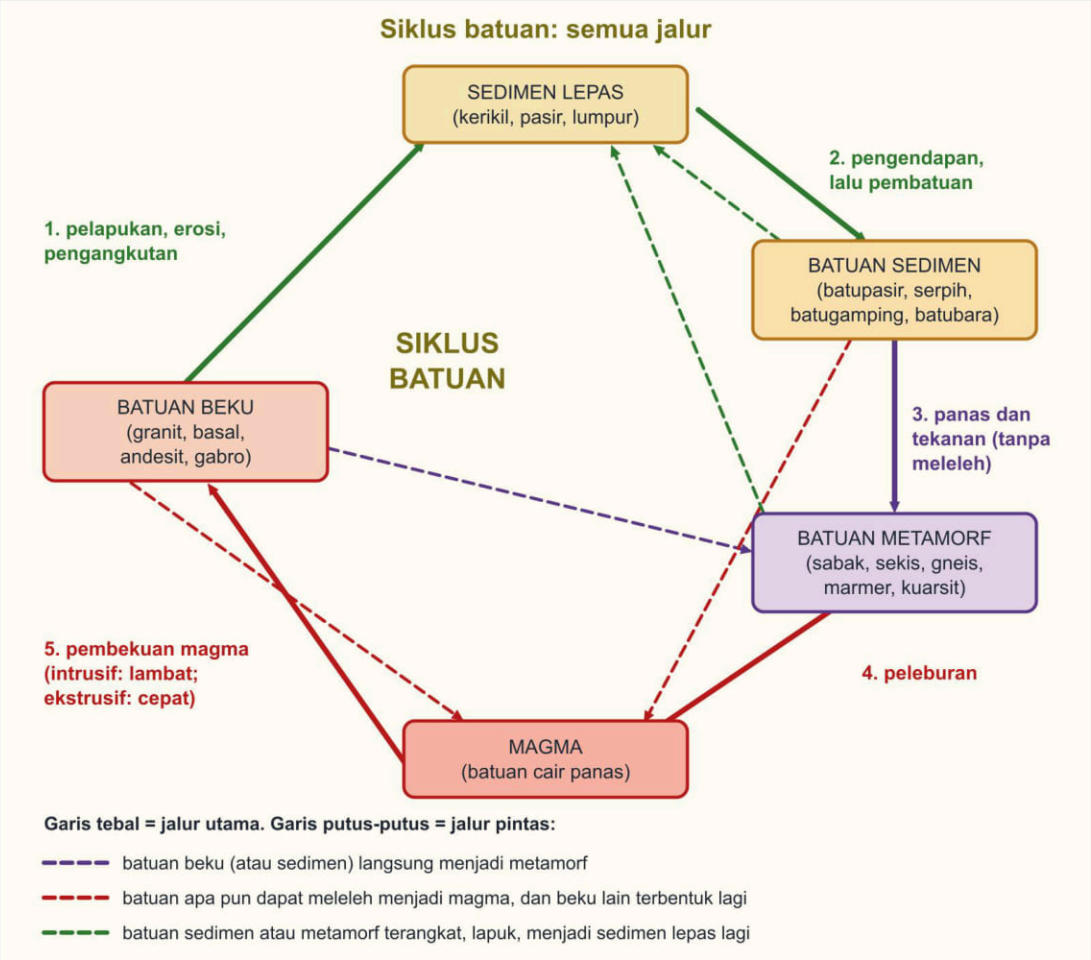
Metamorfisme regional terjadi di wilayah luas, misalnya ketika dua lempeng bertumbukan dan batuan terkubur dalam serta ditekan. Tekanan yang terarah menyusun mineral pipih (mika) sejajar sehingga batuan memiliki **foliasi**, yaitu lapisan-lapisan tipis yang dapat dibelah. Makin tinggi suhu dan tekanan, makin kasar butir dan makin jelas foliasinya: serpih menjadi **sabak**, lalu **filit**, lalu **sekis**, lalu **gneis**.

Tidak semua batuan metamorf berfoliasi. Batuan yang tersusun dari satu mineral, seperti **marmer** (dari batugamping, kalsit) dan **kuarsit** (dari batupasir kuarsa), hanya mengalami penghabluran ulang: butirnya saling mengunci tanpa foliasi.

5. Siklus batuan: semua jalur

Ketiga kelompok batuan dihubungkan oleh **siklus batuan**, yaitu rangkaian perubahan yang tidak pernah berhenti dalam skala waktu jutaan tahun. Gambar 4.18 memuat semua jalurnya.

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



Gambar 4.18 Siklus batuan dengan jalur utama (garis tebal) dan jalur pintas (garis putus-putus). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Jalur utama searah jarum jam: **batuan beku** melapuk dan tererosi menjadi **sedimen lepas**; sedimen diendapkan dan membatu menjadi **batuan sedimen**; dengan panas dan tekanan ia menjadi **batuan metamorf**; bila suhunya cukup tinggi ia meleleh menjadi **magma**; magma membeku kembali menjadi batuan beku. Lingkaran selesai.

Namun siklus itu **tidak harus berurutan** dan **tidak satu arah**. Batuan beku dapat langsung dimetamorfkan tanpa pernah menjadi sedimen (garis ungu putus-putus). Batuan sedimen dan metamorf dapat melapuk menjadi sedimen lepas lagi bila terangkat ke permukaan (garis hijau putus-putus). Batuan jenis apa pun dapat meleleh dan menjadi magma (garis merah putus-putus). Sebuah batuan juga dapat berhenti puluhan juta tahun pada satu tahap. Penggeraknya adalah dua mesin besar: **panas dari dalam bumi** dan **gerak lempeng** yang menimbun dan mengangkat batuan, ditambah **air dan udara di permukaan** yang melapukkannya.

Cara termudah menelusuri jalur: tulis kelompok batuan awal, tentukan **proses** yang bekerja (membeku, melapuk, membatu, dipanaskan dan ditekan, melebur), lalu tentukan kelompok akhirnya. Selalu periksa apakah prosesnya cocok: pasir yang hanya mengeras tidak berubah menjadi batuan beku, karena batuan beku hanya terbentuk dari magma yang membeku.

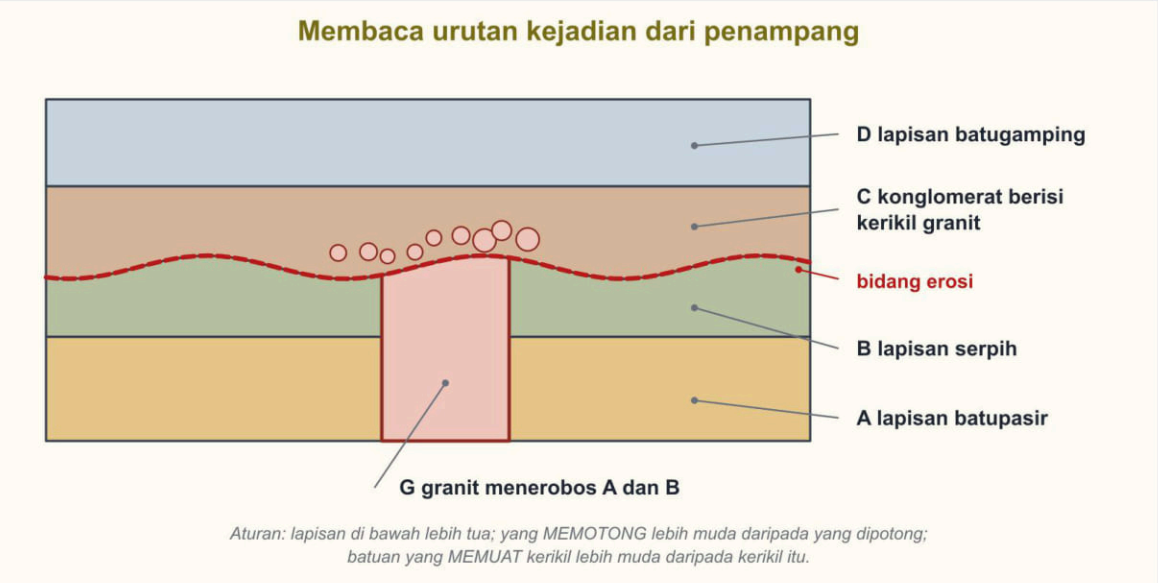
6. Membaca urutan kejadian dari penampang

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

Dari penampang batuan kita dapat menyusun urutan peristiwa tanpa mengetahui umur mutlaknya. Ada tiga aturan.

- **Superposisi:** pada lapisan sedimen yang belum terganggu, lapisan di **bawah** lebih tua dan lapisan di **atas** lebih muda.
- **Hubungan potong:** sesuatu yang **memotong** batuan lain lebih muda daripada batuan yang dipotongnya. Tubuh intrusi yang menerobos lapisan terbentuk setelah lapisan itu ada.
- **Fragmen dan bidang erosi:** batuan yang **memuat potongan** batuan lain lebih muda daripada potongan itu. Bidang erosi, yaitu permukaan tidak rata bekas pengikisan, lebih muda daripada batuan yang terpotong olehnya dan lebih tua daripada lapisan yang menutupinya.

Gambar 4.19 menerapkan ketiga aturan itu pada satu penampang.



Gambar 4.19 Penampang untuk membaca urutan kejadian dengan aturan superposisi, hubungan potong, dan fragmen. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

7. Batuan dan bahan galian di Indonesia

Cara terbentuk batuan menentukan di mana bahan galian dicari. Tabel pada Gambar 4.20 merangkum beberapa contoh dari Indonesia. **Nikel laterit** berasal dari peridotit mantel yang terangkat ke permukaan di Sulawesi dan Maluku Utara; di iklim tropis yang hangat dan basah, peridotit melapuk kimia kuat selama jutaan tahun dan nikel menumpuk di tanah laterit. **Bauksit** juga hasil pelapukan intensif, dari batuan yang kaya alumina, dan dikenal di Kalimantan Barat. **Batubara** adalah batuan sedimen organik dari rawa purba. **Timah** di Bangka Belitung berasal dari granit dan terkumpul kembali di endapan sungai (aluvium) setelah granit lapuk. **Marmer** adalah batuan metamorf dari batugamping, dan Tulungagung di Jawa Timur dikenal sebagai daerah penghasilnya. **Batugamping** merupakan bahan baku semen dan tersebar luas, misalnya di karst Maros–Pangkep dan Gunung Sewu. **Andesit** ditambang sebagai batu pecah dan agregat dari daerah gunung api.

Bahan galian Indonesia dan batuan asalnya

Bahan galian	Batuan asal	Cara terbentuk	Contoh daerah
Nikel laterit	peridotit (ultrabasa, dari mantel)	pelapukan kimia kuat di daerah tropis; nikel menumpuk di laterit	Sulawesi, Maluku Utara
Bauksit	batuan kaya alumina (mis. batuan beku)	laterisasi: lapuk dan tercuci, aluminium tertinggal	Kalimantan Barat
Batubara	sedimen organik	sisa tumbuhan rawa tertimbun: gambut menjadi batubara	Kalimantan, Sumatra
Timah	granit dan endapan sungai dari granit	berasal dari granit; lapuk, terangkut, mengendap di aluvium	Bangka Belitung
Marmer	metamorf dari batugamping	panas dan tekanan menghablurkan ulang kalsit	Tulungagung (Jawa Timur)
Batugamping	sedimen karbonat (cangkang, karang)	sisa organisme laut menumpuk dan mengeras; bahan semen	karst Maros–Pangkep, Gunung Sewu
Andesit	beku ekstrusif (kristal halus)	magma busur gunung api membeku di atau dekat permukaan	gunung api Jawa dan Sumatra

Gambar 4.20 Bahan galian di Indonesia, batuan asal, cara terbentuk, dan contoh daerahnya. Sumber: disusun oleh Tim Next Level Study Indonesia dari sumber ilmiah Badan Geologi dan perguruan tinggi (lihat acuan).

Tiga pelajaran praktis. Marmer dicari di **batas** antara batugamping dan batuan intrusi, bukan di tengah granit. Batubara dicari di bekas rawa purba berupa batuan sedimen, bukan di batuan beku atau bekas laut karang. Timah berhubungan dengan granit, dan juga dengan sungai yang membawa hasil lapuk granit.

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

▣ CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Menelusuri jalur sepotong basal

Pada Mei 2027, siswa SMK di Kabupaten Garut, tokoh rekaan, menelusuri nasib sepotong basal dari aliran lava di lereng gunung api. Ia menuliskan perjalanan batuan itu dari lava hingga menjadi batuan metamorf kehijauan di dasar cekungan jauh dari sana. Tuliskan tahap dan prosesnya. *Kasus disusun untuk contoh.*

1. Lava membeku cepat di permukaan menjadi **basal**: batuan **beku ekstrusif**. (Proses: pembekuan cepat.)
2. Hujan dan akar melapukkan basal menjadi tanah dan pecahan; sungai mengangkutnya. Karena bahan basal kaya besi dan magnesium, hasil lapuknya berupa lempung. Kelompok: **sedimen lepas**. (Proses: pelapukan, erosi, pengangkutan.)
3. Lempung mengendap di cekungan tenang, tertimbun, lalu mengalami kompaksi dan sementasi menjadi **serpih** (atau batulempung): **batuan sedimen**. (Proses: pengendapan, pembatuan.)
4. Tertimbun jauh lebih dalam dan bertambah panas dan tekanan, serpih berubah menjadi **sabak**, lalu bila terus naik menjadi filit dan sekis: **batuan metamorf berfoliasi**. (Proses: metamorfisme regional, tanpa meleleh.)
5. Periksa arah: beku, sedimen lepas, sedimen, metamorf. Itu searah jalur utama siklus pada Gambar 4.18 (tiga langkah pertama). Setiap langkah punya proses yang cocok.

Jawaban: basal (beku ekstrusif) → lempung (sedimen lepas) → serpih (sedimen) → sabak, filit, sekis (metamorf). Bila lapisan itu terkubur sangat dalam dan melebur, ia menjadi magma dan siklus berlanjut ke batuan beku.

Contoh 2 — Menentukan kelompok batuan dari lima deskripsi

Siswa PKL di sebuah tambang batu rekaan mendeskripsikan lima sampel (R1–R5). Tentukan kelompok dan kemungkinan nama batuannya. *Sampel dan tokoh rekaan.*

Sampel	Deskripsi
R1	terang, kristal kasar saling mengunci (kuarsa, feldspar, sedikit mika), tidak berlapis
R2	butir pasir membulat tersemen, berlapis, ada cetakan daun
R3	berlapis sangat tipis, mengilap seperti sutra, mudah dibelah rata, tidak ada butir yang terlihat
R4	gelap, butir sangat halus, banyak lubang bulat kecil bekas gas
R5	hitam, berlapis, ringan, lunak (tergores kuku), ada sisa daun

1. **R1:** kristal kasar saling mengunci menunjukkan pendinginan lambat di dalam bumi: **beku intrusif**; terang dengan kuarsa dan feldspar berarti **granit**.
2. **R2:** butir tersemen, berlapis, dan memuat fosil daun berarti **sedimen klastik**: **batupasir**.
3. **R3:** foliasi sangat halus dengan kilap sutra berarti **metamorf berfoliasi**, tingkat rendah sampai menengah: **filit** (tingkat di atas sabak).

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

4. **R4:** gelap, butir sangat halus, berlubang gas berarti **beku ekstrusif**: **basal berlubang** (vesikular).
5. **R5:** hitam, ringan, lunak, berlapis dengan sisa tumbuhan berarti **sedimen organik**: **batubara**.

Jawaban: R1 beku (granit), R2 sedimen (batupasir), R3 metamorf (filit), R4 beku (basal berlubang), R5 sedimen (batubara). Perhatikan R2 dan R5 sama-sama berlapis dan memuat daun, tetapi berbeda bahan: R2 berbutir mineral tersemen, R5 berupa sisa tumbuhan yang menjadi karbon.

Contoh 3 — Mengurutkan kejadian pada Gambar 4.19

Dari Gambar 4.19, susunlah urutan kejadian dari yang paling tua ke yang paling muda: lapisan A, B, C, D, granit G, dan bidang erosi. Jelaskan alasannya.

1. Lapisan A di bawah B, dan keduanya sedimen horizontal yang diendapkan berurutan. Menurut superposisi: **A, lalu B**.
2. G memotong A dan B. Menurut hubungan potong, G lebih muda daripada keduanya: **G setelah B**.
3. Bidang erosi memotong B dan puncak G. Jadi erosi terjadi **setelah G**.
4. C menutupi bidang erosi dan memuat kerikil granit. Karena C memuat kerikil G, G lebih tua daripada C, sesuai dengan langkah 3. **C setelah erosi**.
5. D berada di atas C: **D paling akhir**.
6. Periksa: tidak ada batuan yang berada di bawah sesuatu yang lebih tua darinya, dan tidak ada yang memotong sesuatu yang belum ada.

Jawaban: **A → B → G → erosi → C → D**. Kerikil granit di C merupakan bukti bahwa granit sudah tersingkap ke permukaan sebelum C diendapkan.

Contoh 4 — Memilih lokasi eksplorasi

CV Tirta Semen, perusahaan rekaan, mencari batuan untuk bahan semen (batugamping murni) dan batuan hias putih (marmer). Dari pemetaan di Kabupaten Maros pada 2027 ada tiga lokasi: **L1** bukit batugamping berfosil karang, berbuih kuat dengan HCl encer, jauh dari batuan beku; **L2** tepi tubuh granit, batuannya putih berkristal kalsit mengunci, tanpa fosil; **L3** dataran aluvial berisi kerikil dari bukit sekitar. *Kasus disusun untuk contoh.*

1. Bahan semen membutuhkan kalsium karbonat murni dan mudah ditambang dalam jumlah besar: batugamping tebal seperti L1. Fosil karang dan buih kuat dengan HCl menunjukkan batugamping karbonat yang tidak berubah.
2. Marmer terbentuk dari batugamping yang dipanaskan intrusi dan kehilangan fosilnya karena kristalnya tumbuh ulang. Ciri itu terdapat di L2: dekat kontak granit, kalsit mengunci, tanpa fosil.
3. L3 hanya berisi kerikil lepas, bukan batuan padat yang dapat ditambang sebagai batuan hias atau bahan semen.

Jawaban: **L1** untuk bahan semen dan **L2** untuk marmer. L3 bukan sasaran untuk kedua bahan itu.

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

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Tiga kelompok batuan:** beku (dari magma atau lava yang membeku), sedimen (dari endapan yang membatu), metamorf (batuan lama yang berubah akibat panas dan tekanan **tanpa meleleh**).
- **Beku:** intrusif = membeku lambat di dalam bumi, kristal **kasar** (granit, diorit, gabro); ekstrusif = membeku cepat di permukaan, kristal **halus** atau kaca (riolit, andesit, basal, batuapung).
- **Sedimen:** pelapukan, erosi, pengangkutan, pengendapan, lalu pembatuan (kompaksi dan sementasi); ciri: berlapis, ada fosil; klastik, kimia, organik; batubara dari rawa, batugamping terumbu dari laut dangkal jernih.
- **Metamorf:** kontak (dekat intrusi) dan regional (tumbukan lempeng); berfoliasi (sabak, filit, sekis, gneis) atau tidak (marmer, kuarsit).
- **Siklus batuan:** semua jalur, tidak harus berurutan, dapat kembali; peleburan menghasilkan magma, bukan batuan metamorf.
- **Urutan kejadian:** bawah lebih tua; yang memotong lebih muda; yang memuat kerikil lebih muda.
- **Bahan galian:** nikel laterit dari peridotit, batubara dari sedimen organik, timah dari granit, marmer dari batugamping yang terpanaskan.

Gambar 4.21 merangkum hubungan antarkonsep itu.



Gambar 4.21 Peta konsep genesa batuan dan siklus batuan. 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 genesa batuan:

1. **Tentukan kelompok setiap batuan dalam soal** dari ciri kuncinya: kristal kasar atau halus (beku), berlapis dan fosil (sedimen), foliasi atau kristal mengunci tanpa fosil (metamorf).
2. **Tulis prosesnya, bukan hanya namanya:** membeku, melapuk, membatu, dipanaskan dan ditekan, melebur.
3. **Periksa arah panah.** Pernyataan "A berasal dari B" harus sesuai proses nyata.
4. **Untuk soal lokasi,** tanyakan: bahan galian ini terbentuk di mana dan oleh apa?

Jebakan khas pada soal ini:

- **Granit dari pasir yang mengeras:** batuan beku hanya berasal dari magma.
- **Siklus dianggap satu arah** dan tanpa jalur pintas.
- **Kuarsit atau marmer dianggap terbentuk tanpa panas dan tekanan.**
- **Mencari marmer di tengah granit,** padahal marmer ada di zona kontak dengan batugamping.
- **Batubara dikira berasal dari batuan beku atau hewan laut.**
- **Pelapukan disamakan dengan pembatuan,** atau butir kasar menyudut dikira diangkut jauh.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menyajikan satu bukit yang tersusun dari batugamping dan tubuh granit yang menerobosnya, lalu menanyakan daerah yang paling tepat dieksplorasi untuk bahan galian tertentu. Gunakan bagian 4 dan 7: batuan apa yang berubah menjadi bahan galian itu, dan di bagian mana perubahan itu terjadi. Periksa setiap pilihan terhadap bagian tersebut.

►. Tim eksplorasi CV Marmer Nusa di Tulungagung (2027) memetakan bukit yang tersusun dari batugamping berfosil dan tubuh granit yang menerobos batugamping itu. Marmer bermutu baik hanya ditemukan pada jalur selebar 50–150 m di sekitar batas granit dengan batugamping. Makin jauh dari granit, batuannya berubah menjadi batugamping biasa yang masih berfosil. Perusahaan ingin menambah cadangan marmer.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Daerah yang paling tepat untuk dieksplorasi berikutnya adalah ....

A. Bagian tengah tubuh granit yang letaknya paling jauh dari batugamping
B. Sepanjang batas batugamping dengan granit yang belum dipetakan
C. Batugamping berfosil yang letaknya paling jauh dari granit
D. Endapan sungai yang mengandung kerakal granit dan batugamping
E. Tanah lapuk paling tebal yang menutupi bagian atas granit

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

Pembahasan **Kunci: B**

Konsep: Marmer adalah batuan metamorf dari batugamping yang terkena panas dan tekanan. Bila panas berasal dari intrusi magma (granit), perubahan terjadi di zona sekitar kontak intrusi (metamorfisme kontak), dan makin jauh dari kontak pengaruhnya makin kecil.

Langkah:

1. Batuan asal marmer = batugamping; sumber panas = granit.
2. Marmer hanya terbentuk di jalur dekat kontak keduanya.
3. Cadangan baru dicari di sepanjang kontak yang belum dipetakan.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Granit adalah batuan beku; di tengahnya tidak ada batugamping yang dapat berubah menjadi marmer.
- **B.** ✓ Di sepanjang kontak granit–batugamping, batugamping terkena panas intrusi sehingga berubah menjadi marmer.
- **C.** ✗ Jebakan: batugamping memang batuan asal marmer, tetapi yang jauh dari granit tidak terpanaskan dan masih berfosil.
- **D.** ✗ Jebakan: endapan sungai berisi kerakal lepas hasil erosi (batuan sedimen), bukan tubuh marmer yang dapat ditambang.
- **E.** ✗ Tanah lapuk adalah hasil pelapukan granit, bukan marmer.

Jawaban: B.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Pada soal siklus batuan, gambar jalurnya dulu dengan panah dan tuliskan prosesnya.

1. Saat praktik lapangan di lembah Sungai Kahayan (2027), siswa menemukan granit di bagian hulu, pasir kuarsa di dasar sungai, batupasir kuarsa di tebing bagian hilir, dan kuarsit di dekat zona yang pernah mengalami tekanan dan panas tinggi. Guru meminta siswa menjelaskan hubungan keempat batuan itu dalam siklus batuan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penjelasan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Pasir kuarsa di dasar sungai dapat berasal dari granit di hulu yang lapuk, tererosi, lalu terangkut air.

☐ B. Granit di hulu terbentuk dari pasir sungai yang mengeras karena tertimbun endapan di atasnya.

☐ C. Batupasir di tebing hilir terbentuk dari pasir yang tertimbun, terpadatkan, dan tersemen.

☐ D. Bila batupasir kuarsa terkena panas dan tekanan tinggi tanpa meleleh, batuan itu dapat berubah menjadi kuarsit.

☐ E. Bila kuarsit terkubur sangat dalam lalu meleleh, lelehannya dapat membeku kembali menjadi batuan beku.

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

2. Tim eksplorasi PT Bara Barito (2027) meninjau tiga daerah: (a) daerah bekas rawa purba berupa perselingan batulempung dan batupasir dengan banyak sisa batang dan daun tumbuhan; (b) daerah batuan beku andesit yang luas; (c) daerah batugamping terumbu yang kaya fosil koral. Di permukaan daerah (a) saat ini juga terdapat rawa gambut yang masih lunak.

(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. Daerah (b) prospek karena panas magma andesit dapat mengubah batuan di sekitarnya menjadi batubara.

☐ B. Daerah (c) juga prospek batubara karena batubara dapat terbentuk dari koral dan hewan laut yang tertimbun.

☐ C. Daerah (a) paling prospek karena batubara terbentuk dari tumbuhan rawa yang tertimbun sebelum membusuk.

☐ D. Gambut lunak di permukaan daerah (a) sudah dapat dijual sebagai batubara berkalori tinggi.

☐ E. Bila lapisan di daerah (a) terkubur lebih dalam dan lama, batubaranya cenderung lebih keras dan kaya karbon.

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

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa batuan beku tidak mungkin terbentuk langsung dari butir pasir yang mengeras? Proses apa yang harus terjadi lebih dulu?
- Dua tubuh batuan berkomposisi sama, yang satu berkristal kasar dan yang lain halus. Apa yang dapat kamu simpulkan tentang tempat membekunya masing-masing?
- **Yang harus kuingat:** beku (membeku dari magma; kasar = intrusif, halus = ekstrusif) → sedimen (lapuk, angkut, endap, membatu) → metamorf (panas dan tekanan tanpa meleleh) → bila meleleh menjadi magma; siklus tidak satu arah; marmer di kontak batugamping–intrusi.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 4.3: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktgp&node=SMKTGP-4.3

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

Sub bab 4.4 · Deskripsi fisik dan penentuan jenis batuan

SMKTGP-4.4

◎ APA YANG DIUJI

Subtopik Peta Topik NLS **TKA-SMKTGP-04-04** adalah salah satu yang paling sering muncul dalam soal geologi, karena menyangkut pekerjaan paling dasar seorang teknisi lapangan: **menamai batuan dari ciri yang terlihat dan teraba**. Soalnya berbentuk tabel ciri sampel. Kolom-kolomnya memuat warna dan tekstur, reaksi terhadap asam, kekerasan pada uji gores, dan kadang struktur atau jenis mineral. Dari tabel itu kamu diminta menentukan nama batuan, memilih sampel yang sesuai syarat pembeli, mengoreksi nama yang salah di buku lapangan, atau menentukan mineral dari beberapa sifat fisiknya.

Sebagian besar pengecoh memanfaatkan **satu ciri yang dianggap cukup**. Misalnya "tidak berbuih dengan asam" dianggap cukup untuk menyatakan bahwa batuan itu aman dari reaksi, atau "berlubang" dianggap cukup untuk menamai batuan itu batuapung. Penguji sengaja menyediakan pasangan batuan yang mirip, seperti batugamping dan marmer, basal berlubang dan batuapung, serpih dan sabak, batupasir dan kuarsit. Karena itu sub bab ini mengajarkan dua hal: cara **memerikan** (mendeskripsikan) batuan secara lengkap, lalu cara **mengambil keputusan** dari seluruh ciri secara bersama-sama.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- memerikan batuan menurut warna, tekstur, struktur, dan komposisi mineral;
- memakai skala kekerasan Mohs dan uji goresan, serta uji HCl encer dengan cara yang aman;
- menentukan nama 14 batuan penting dari tabel ciri atau diagram alir;
- memilih batuan yang sesuai syarat pembeli, seperti agregat beton, bahan semen, atau batu atap;
- mengoreksi nama batuan yang tidak cocok dengan cirinya di buku lapangan.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Seorang pembeli batu jarang bertanya "batuan ini terbentuk lewat proses apa?". Ia bertanya, "apakah batu ini cukup keras dan awet untuk jalan?" atau "apakah ini bisa dijadikan semen?". Untuk menjawab, teknisi harus mengenal batuan dari sifat yang dapat diperiksa di tempat dengan alat sederhana. Bagian ini membahas sifat-sifat itu satu per satu, lalu menyusunnya menjadi kunci penentuan.

1. Mengapa batuan harus dideskripsikan, bukan hanya diberi nama

Nama batuan adalah kesimpulan, sedangkan deskripsi adalah data. Buku lapangan yang baik memuat deskripsi lebih dulu: apa yang kamu lihat, raba, dan ukur. Nama ditulis setelahnya,

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

dengan alasan. Alasannya sederhana. Dua orang dapat memberi nama berbeda pada batuan yang sama, tetapi deskripsi yang baik memungkinkan orang ketiga memeriksa dan memutuskan.

Ada beberapa aturan dasar pengamatan. Pertama, amati **permukaan segar**, yaitu permukaan yang baru dipecahkan dengan palu geologi. Permukaan luar batuan sering sudah lapuk sehingga warnanya, kekerasannya, dan reaksinya menyesatkan. Kedua, amati dari jarak dekat dengan **loupe** (kaca pembesar 10 kali) untuk melihat butir dan kristal kecil. Ketiga, catat **semua** ciri, termasuk yang tidak cocok dengan dugaan awal. Keempat, ukuran contoh diukur dengan penggaris atau pita ukur, bukan diperkirakan.

Deskripsi megaskopis (dengan mata telanjang dan alat sederhana) memuat empat kelompok ciri: **warna**, **tekstur**, **struktur**, dan **komposisi mineral**. Ditambah uji-uji sederhana: kekerasan, reaksi dengan asam, bobot, dan sifat belah.

2. Warna

Warna batuan adalah ciri pertama yang terlihat, tetapi harus dipakai dengan hati-hati. Pada batuan beku, warna menunjukkan **komposisi**. Batuan yang kaya kuarsa dan feldspar berwarna **terang** (granit). Batuan yang kaya mineral besi dan magnesium berwarna **gelap** (basal, gabro). Batuan di antaranya berwarna **abu-abu** (diorit, andesit). Karena itu batuan beku yang gelap pasti miskin kuarsa, dan sebaliknya.

Pada batuan sedimen, warna bergantung pada bahan penyusun dan semen. Batupasir yang semen besinya berkarat berwarna kuning sampai merah (sebagaimana terlihat pada contoh Gambar 4.26). Serpih yang mengandung bahan organik berwarna abu-abu gelap sampai hitam. Batubara berwarna hitam.

Peringatan terbesar: **warna dapat menipu.** Kuarsit murni bisa berwarna putih, merah muda, atau bahkan kehijauan karena pengotor. Marmer dapat putih bersih atau bergaris warna. Permukaan lapuk menutupi warna asli. Jadi warna hanya petunjuk awal dan harus dikonfirmasi oleh ciri lain.

3. Tekstur: ukuran dan bentuk butir atau kristal

Tekstur adalah ukuran, bentuk, dan susunan butir atau kristal penyusun batuan. Gambar 4.22 memperlihatkan jenis-jenisnya.

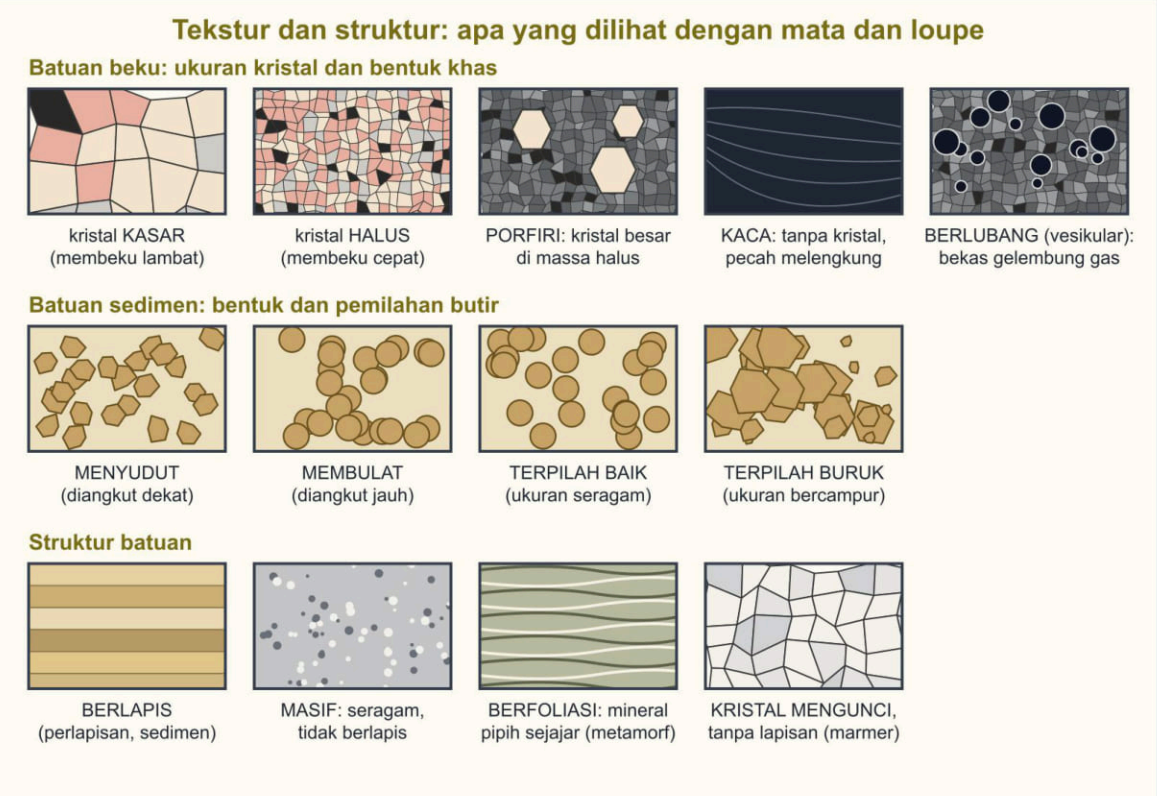
Pada **batuan beku**, tekstur menunjukkan kecepatan pendinginan: kristal **kasar** (terlihat jelas dengan mata, membeku lambat), kristal **halus** (hanya terlihat dengan loupe, membeku cepat), **kaca** (tanpa kristal sama sekali, membeku sangat cepat), **porfiri** (kristal besar tersebar dalam massa halus, karena pendinginan dua tahap), dan **berlubang** atau vesikular (lubang bekas gelembung gas).

Pada **batuan sedimen klastik**, tekstur meliputi tiga hal. **Ukuran butir**: kerikil (lebih dari 2 mm), pasir (sekitar 0,06 sampai 2 mm), dan butir yang lebih halus lagi (lanau dan lempung). **Kebulatan**: butir membulat menandakan pengangkutan jauh, butir menyudut menandakan pengangkutan dekat. **Pemilahan**: butir seragam disebut terpilah baik, butir bercampur ukuran disebut terpilah buruk. Berdasarkan ini, batuan kerikil bulat disebut konglomerat dan yang

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

kerikilnya menyudut disebut breksi.

Pada **batuan metamorf**, tekstur utamanya adalah ada tidaknya **foliasi** dan kekasaran butirnya: sabak (butir sangat halus), filit (halus, kilap sutra), sekis (kasar, mika terlihat), gneis (kasar, berpita).



Gambar 4.22 Tekstur batuan beku (ukuran kristal), butir batuan sedimen (bentuk dan pemilahan), dan struktur batuan (berlapis, masif, berfoliasi, kristal mengunci). 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

4. Struktur batuan

Struktur adalah susunan keseluruhan bagian batuan, bukan butirnya. Ada empat struktur yang perlu kamu kenal. **Berlapis** (perlapisan): batuan tersusun atas lapisan sejajar yang berbeda warna atau ukuran butir, ciri khas batuan sedimen. **Masif**: seragam tanpa lapisan, umum pada batuan beku. **Berfoliasi**: mineral pipih seperti mika tersusun sejajar sehingga batuan mudah dibelah menjadi lembaran, ciri khas metamorf berfoliasi. **Berlubang**: lubang bekas gas pada batuan beku ekstrusif.

Kamu perlu dapat membedakan perlapisan dari foliasi. Perlapisan menandai pengendapan di lingkungan yang berubah, dan batuan membelah di antara lapisan yang berbeda bahan. Foliasi terjadi karena tekanan, dan batuan membelah di antara mineral pipih yang sejajar walaupun bahannya seragam. Struktur lain yang penting adalah **fosil**: sisa makhluk hidup yang terawetkan, hampir hanya ada pada batuan sedimen.

5. Komposisi mineral

Batuan adalah gabungan mineral, dan beberapa mineral mudah dikenali. **Kuarsa**: bening atau putih keruh, sangat keras, tidak punya bidang belah. **Feldspar**: putih atau merah muda, keras, punya bidang belah yang berkilap. **Mika**: lembaran tipis yang berkilau dan mudah dikelupas (muskovit terang, biotit gelap). **Hornblende** dan **piroksen**: mineral gelap kehijauan sampai hitam. **Olivin**: hijau zaitun, ada pada batuan yang sangat gelap dari mantel. **Kalsit**: putih, lunak, berbuih dengan asam.

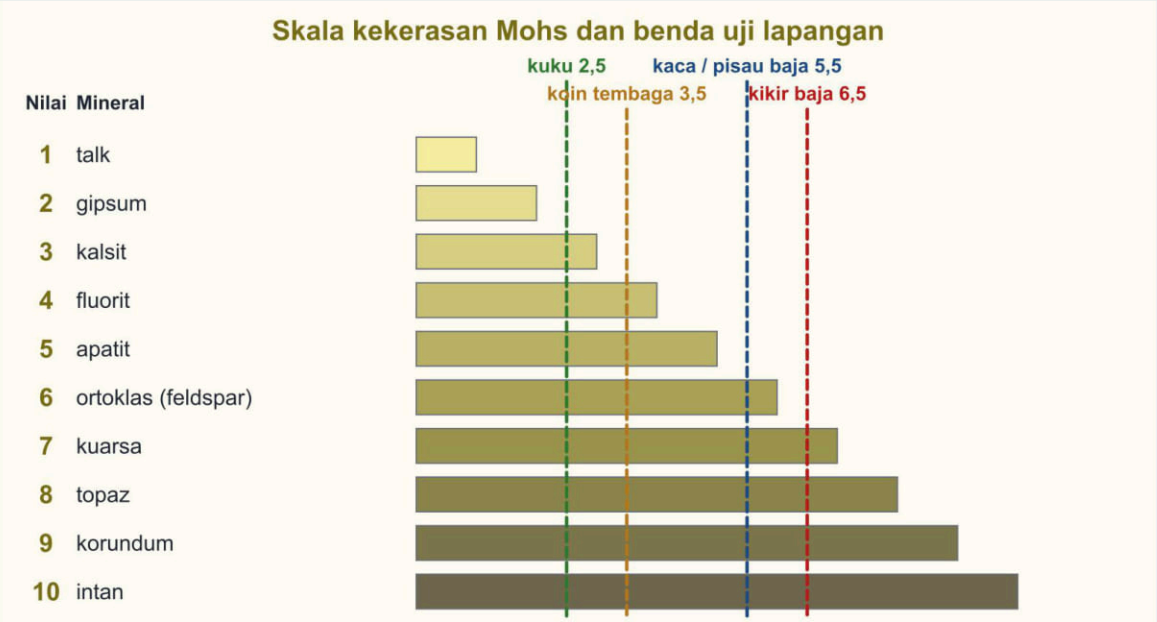
Dengan mineral-mineral itu, nama batuan beku dapat ditentukan. Granit: kuarsa, feldspar, sedikit mika. Diorit: plagioklas dan hornblende, tanpa banyak kuarsa. Gabro dan basal: plagioklas dan piroksen, sangat gelap. Batupasir kuarsa: butir kuarsa tersemen. Marmer: kristal kalsit.

6. Kekerasan: skala Mohs dan uji goresan

Kekerasan adalah ketahanan mineral terhadap goresan. Pada 1812 Friedrich Mohs menyusun skala 10 mineral sebagai acuan, dari yang terlunak (talk, nilai 1) sampai yang terkeras (intan, nilai 10): talk, gipsum, kalsit, fluorit, apatit, ortoklas (feldspar), kuarsa, topaz, korundum, intan. **Mineral yang lebih keras menggores mineral yang lebih lunak.** Skala Mohs bersifat urutan, bukan ukuran kelipatan: intan jauh lebih keras daripada korundum, padahal nilainya hanya berbeda 1.

Di lapangan, geolog tidak membawa mineral standar. Mereka memakai benda sehari-hari sebagai pembanding (Gambar 4.23): **kuku** (kira-kira 2,5), **koin tembaga** (kira-kira 3,5), **kaca atau pisau baja** (kira-kira 5,5), dan **kikir atau paku baja yang keras** (kira-kira 6,5). Nilai ini perkiraan dan dapat berbeda sedikit antarsumber. Dari hasil uji kamu dapat membuat rentang. Mineral yang tidak tergores kuku tetapi tergores koin tembaga bernilai kira-kira antara 2,5 dan 3,5. Mineral yang menggores kaca bernilai lebih dari 5,5.

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



Gambar 4.23 Skala kekerasan Mohs dan benda uji lapangan. Mineral yang batangnya berakhir di kiri garis tergores oleh benda uji itu. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia; nilai benda uji dari LibreTexts, Physical Geology Lab Manual (perkiraan).

Tiga hal untuk uji goresan yang benar. Uji pada **permukaan segar** dan pada satu butir mineral bila memungkinkan, karena batuan adalah campuran dan butirnya bisa lebih lunak daripada kesan keseluruhan. Bedakan **goresan sungguhan** (alur yang tidak bisa dihapus) dari **jejak serbuk** yang hilang bila ditiup atau diusap. Pada batuan yang butirnya rontok, seperti batupasir yang semennya lemah, catat "butir rontok", bukan "tergores".

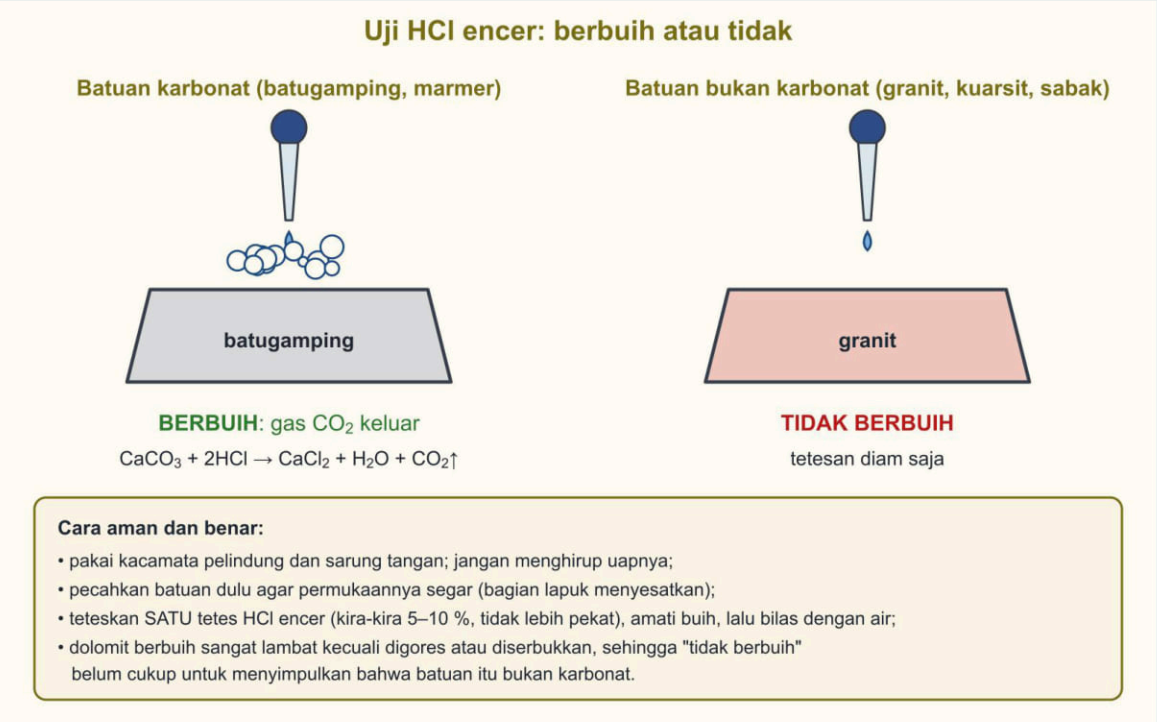
7. Uji HCl encer: mengenali karbonat

Karbonat adalah mineral yang mengandung gugus karbonat, misalnya **kalsit** ($CaCO_3$). Kalsit bereaksi dengan asam klorida (HCl) dan melepaskan gas karbon dioksida sehingga tampak **berbuih** (Gambar 4.24). Itulah sebabnya batugamping dan marmer, yang sebagian besar kalsit, berbuih dengan HCl encer.

Cara kerjanya: pecahkan batuan sehingga ada permukaan segar, teteskan **satu tetes** HCl encer (konsentrasi kira-kira 5–10 persen, tidak boleh lebih pekat), lalu amati buih. Pakailah kacamata pelindung dan sarung tangan, jangan menghirup uapnya, dan bilas dengan air setelahnya. Buih kuat berarti banyak kalsit. Buih lemah dapat berarti batuan hanya mengandung sedikit kalsit, misalnya sebagai semen batupasir.

Ada dua catatan penting. **Dolomit**, karbonat lain, berbuih sangat lambat kecuali digores atau diserbukkan lebih dulu. Dan **permukaan yang lapuk** dapat memberi hasil yang keliru. Karena itu "tidak berbuih" belum cukup untuk menyimpulkan bahwa batuan bukan karbonat. Kamu harus menyertakan ciri lain.

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



Gambar 4.24 Uji HCl encer: batuan karbonat berbuih, batuan bukan karbonat tidak. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

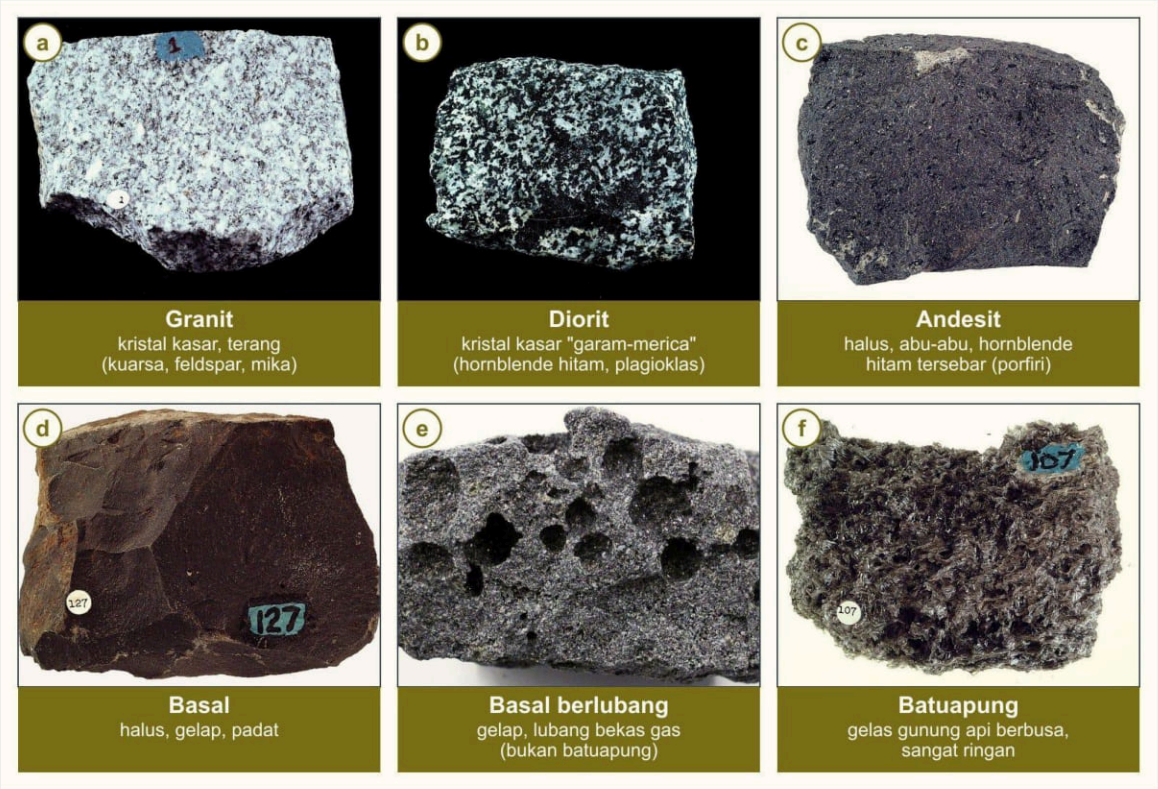
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

8. Sifat lain: bobot, belahan, dan kilap

Beberapa sifat tambahan membantu. **Bobot** adalah kesan berat dibandingkan ukurannya: batuapung sangat ringan dan dapat mengapung, batubara ringan, sedangkan batuan yang mengandung banyak mineral logam terasa berat. **Belahan** adalah kecenderungan mineral pecah di bidang rata tertentu, seperti mika (satu arah) dan feldspar (dua arah). Mineral yang tidak punya bidang belah, misalnya kuarsa, pecah melengkung seperti pecahan botol (pecahan konkoidal). **Kilap** adalah cara permukaan memantulkan cahaya: kilap kaca, kilap sutra (filit), kilap logam, atau kusam.

9. Empat belas batuan yang perlu dikenal

Gambar 4.25 (batuan beku), Gambar 4.26 (batuan sedimen), dan Gambar 4.27 (batuan metamorf) memperlihatkan contoh nyatanya. Tabel berikut meringkas ciri pengenalnya.



Gambar 4.25 Contoh batuan beku: (a) granit, (b) diorit, (c) andesit, (d) basal, (e) basal berlubang, (f) batuapung. Ukuran contoh kira-kira 8–12 cm. Sumber: GeoDIL (Dexter Perkins, Joseph H. Hartman, Twyla Baker, Nessa Eull, Mike Davis), CC0; James St. John, CC BY 2.0, Wikimedia Commons; diubah: dipotong dan digabung menjadi montase.

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



Gambar 4.26 Contoh batuan sedimen: (a) konglomerat, (b) breksi, (c) batupasir, (d) serpih, (e) batugamping, (f) koquina (batugamping dari cangkang), (g) batubara. Sumber: GeoDIL (Dexter Perkins, Darla Sondrol, Nessa Eull, Mike Davis), CC0, Wikimedia Commons; diubah: dipotong dan digabung menjadi montase.



Gambar 4.27 Contoh batuan metamorf: (a) sabak, (b) filit, (c) sekis, (d) gneis, (e) marmer, (f) kuarsit. Sumber: GeoDIL (Dexter Perkins, Mike Davis, Shannon Heinle, Nessa Eull), CC0, Wikimedia Commons; diubah: dipotong dan digabung menjadi montase.

Batuan	Kelompok	Warna dan tekstur	Ciri pengenal	HCl encer	Kekerasan
Granit	beku intrusif	terang; kristal kasar	kuarsa, feldspar, sedikit mika	tidak berbuih	keras, tidak tergores pisau
Diorit	beku intrusif	abu-abu bintik hitam-putih; kristal kasar	plagioklas dan hornblende	tidak berbuih	keras

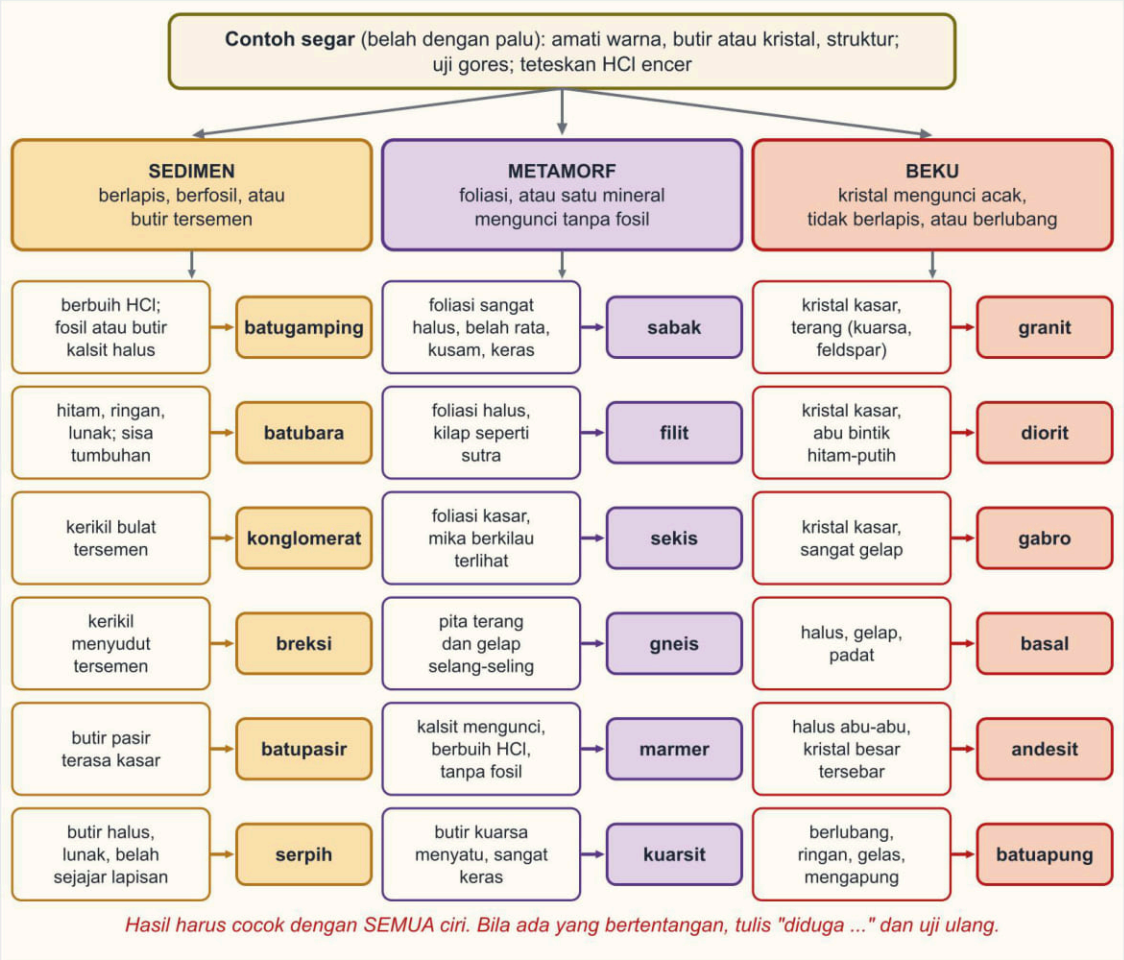
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Basal	beku ekstrusif	gelap; sangat halus	padat, kadang berlubang	tidak berbuih	keras
Andesit	beku ekstrusif	abu-abu; halus, sering porfiri	kristal besar tersebar	tidak berbuih	keras
Batuapung	beku ekstrusif	terang sampai abu-abu; gelas berbusa	sangat ringan, banyak rongga	tidak berbuih	rapuh
Batupasir	sedimen klastik	beragam; butir pasir tersemen	terasa kasar; berlapis	tidak (kecuali semen kalsit)	butir rontok bila semen lemah
Serpih	sedimen klastik	abu-abu sampai hitam; butir lempung	lunak, mudah membelah	tidak berbuih	tergores pisau
Batugamping	sedimen karbonat	putih sampai abu-abu; halus	sering berfosil	berbuih kuat	tergores pisau
Batubara	sedimen organik	hitam; ringan	sisa tumbuhan, lunak	tidak berbuih	lunak
Sabak	metamorf	abu gelap; sangat halus	membelah menjadi lempeng rata, kusam	tidak berbuih	lebih keras daripada serpih
Filit	metamorf	hijau-abu; kilap sutra	foliasi halus bergelombang	tidak berbuih	sedang
Sekis	metamorf	beragam; mika terlihat	foliasi kasar, berkilau	tidak berbuih	bervariasi
Gneis	metamorf	pita terang dan gelap	mineral tersusun berpita	tidak berbuih	keras
Marmer	metamorf	putih atau berwarna; kristal kalsit mengunci	tanpa foliasi, tanpa fosil	berbuih	tergores pisau
Kuarsit	metamorf	putih sampai merah muda; butir kuarsa menyatu	pecah menembus butir	tidak berbuih	sangat keras, menggores kaca

10. Kunci penentuan: dari ciri ke nama

Gambar 4.28 menyusun semua ciri menjadi diagram alir. Langkah pertama adalah menentukan **kelompok**. Batuan **sedimen** berlapis, berfosil, atau tersusun dari butir tersemen. Batuan **metamorf** berfoliasi, atau tersusun dari satu mineral yang kristalnya saling mengunci tanpa fosil, seperti marmer dan kuarsit. Batuan **beku** tersusun dari kristal yang saling mengunci secara acak tanpa lapisan, atau berupa kaca dan berlubang gas. Langkah kedua adalah mencari baris yang cocok dengan semua ciri di dalam kelompok itu.

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



Gambar 4.28 Diagram alir penentuan batuan dari ciri yang diamati. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Kunci ini punya beberapa pembeda penting. **Batugamping dan marmer** sama-sama berbuih, tetapi batugamping memiliki butir atau fosil dan merupakan sedimen, sedangkan marmer memiliki kristal kalsit yang saling mengunci tanpa fosil dan terbentuk dekat sumber panas. **Basal berlubang dan batuapung** sama-sama berlubang, tetapi basal gelap dan padat, sedangkan batuapung ringan seperti busa. **Serpih dan sabak** sama-sama membelah, tetapi serpih lunak dan sabak lebih keras dan membelah rata. **Batupasir dan kuarsit** sama-sama dari kuarsa, tetapi butir batupasir tersemen dan rontok, sedangkan kuarsit menyatu dan pecah menembus butir.

11. Memilih batuan sesuai syarat pembeli

Setiap pembeli punya syarat. Menamai batuan hanyalah langkah awal; teknisi harus menerjemahkan syarat itu menjadi ciri. **Agregat beton atau batu jalan** membutuhkan batu keras, padat, tidak membelah, dan tahan cuaca: andesit, basal, granit, atau diorit. Batugamping lunak dan serpih tidak cocok. **Bahan semen** membutuhkan kalsium karbonat tinggi: batugamping yang berbuih kuat. **Batu hias lantai** dapat memakai marmer atau granit karena dapat dipoles, tetapi marmer lunak dan larut oleh air hujan yang sedikit asam. **Batu atap** membutuhkan lempeng tipis, rata, dan kuat: sabak. **Bahan kaca dan beton khusus** membutuhkan pasir kuarsa murni. **Bahan bakar** adalah batubara.

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

12. Memeriksa nama di buku lapangan

Tugas lain yang sering muncul adalah mencari nama yang tidak cocok dengan ciri di buku lapangan. Caranya: untuk setiap baris, baca ciri yang dicatat, tentukan kelompok dan nama dengan kunci tadi, lalu bandingkan dengan nama yang ditulis. Bila berbeda, periksa apakah ciri yang dicatat memang cukup. Jangan menghapus catatan lama. Coret dengan satu garis, tulis koreksi dan alasannya, lalu beri tanggal dan paraf. Bila ciri belum cukup, tulis nama sementara dengan awalan "diduga" dan jadwalkan uji ulang.

▣ CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Menentukan nama lima sampel dari tabel ciri

Siswa PKL di tambang batu rekaan di Kabupaten Wonogiri mencatat lima sampel pada 2027. Tentukan nama masing-masing. *Sampel dan tempat rekaan.*

Sampel	Ciri yang dicatat
T1	abu muda, banyak lubang halus, sangat ringan, mengapung di air, tidak berbuih
T2	abu-abu, berlapis tipis, butir lempung, lunak (tergores pisau), tidak berbuih, membelah sejajar lapisan, mudah remuk
T3	hijau keabuan, berfoliasi kasar, butir mika berkilau terlihat jelas, tidak berbuih
T4	terang, kristal kasar (kuarsa, feldspar, sedikit mika), tidak berlapis, tidak berbuih, tidak tergores pisau
T5	merah muda, butir kuarsa menyatu, pecah menembus butir, tidak berbuih, menggores kaca

1. **T1:** berlubang halus, sangat ringan, dan mengapung berarti gelas gunung api berbusa: **batuapung** (beku ekstrusif).
2. **T2:** butir lempung, berlapis tipis, lunak, dan membelah sejajar lapisan berarti **serpih** (sedimen klastik). Mudah remuk dan lunak membedakannya dari sabak.
3. **T3:** foliasi kasar dengan mika berkilau yang terlihat berarti **sekis** (metamorf).
4. **T4:** kristal kasar yang terang dengan kuarsa dan feldspar, tidak berlapis, dan keras berarti **granit** (beku intrusif).
5. **T5:** butir kuarsa menyatu, pecah menembus butir, dan menggores kaca berarti **kuarsit** (metamorf). Batupasir tidak mungkin, karena butirnya tersemen dan rontok, bukan menyatu.

Jawaban: T1 batuapung, T2 serpih, T3 sekis, T4 granit, T5 kuarsit. Periksa: kelima sampel tidak berbuih dan tidak ada yang berfosil, jadi tidak ada yang karbonat atau batugamping.

Contoh 2 — Memilih batu pelapis tangga luar

CV Batu Pratama, perusahaan rekaan di Kabupaten Sragen, menerima pesanan batu pelapis tangga luar rumah. Syaratnya: keras, tidak bereaksi dengan air hujan yang sedikit asam, tidak membelah menjadi lembaran, dan tahan aus. Lima sampel diperiksa: **P1** marmer (kristal kalsit, berbuih, tergores pisau), **P2** sabak (membelah rata, kusam), **P3** granit (kristal kasar terang,

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

tidak berbuih, tidak tergores pisau), **P4** batupasir (butir rontok bila digosok), **P5** serpih (lunak, mudah membelah). Sampel mana yang paling sesuai? *Kasus disusun untuk contoh.*

1. Terjemahkan syarat menjadi ciri: "keras" berarti tidak tergores pisau; "tidak bereaksi dengan asam" berarti tidak berbuih dengan HCl; "tidak membelah" berarti tidak berfoliasi dan tidak berlapis tipis; "tahan aus" berarti butirnya tidak rontok.
2. P1: berbuih dan tergores pisau, jadi melanggar syarat 1 dan 2 (marmer larut oleh air hujan asam).
3. P2: membelah menjadi lembaran, melanggar syarat 3.
4. P4: butir rontok, melanggar syarat tahan aus.
5. P5: lunak dan membelah, melanggar syarat 1 dan 3.
6. P3: tidak tergores pisau, tidak berbuih, tidak berfoliasi, dan butirnya menyatu. Semua syarat terpenuhi.

Jawaban: **P3 (granit)**. Perhatikan bahwa sabak hanya baik untuk atap tipis dan marmer baik untuk dalam ruangan, bukan untuk tangga di luar rumah.

Contoh 3 — Mengoreksi nama di buku lapangan

Pembimbing memeriksa buku lapangan Dewi, siswa rekaan, di tambang rekaan PT Andesit Raya. Satu nama tidak cocok dengan cirinya. Temukan dan koreksi.

Sampel	Ciri yang dicatat	Nama di buku
U1	terang, kristal kasar kuarsa dan feldspar, tidak berlapis	granit
U2	putih keabuan, ada cangkang fosil, berbuih kuat	batugamping
U3	berfoliasi kasar, butir mika berkilau terlihat, mudah hancur	sabak
U4	gelap, sangat halus, padat	basal
U5	butir pasir tersemen, berlapis, tidak berbuih	batupasir

1. Cocokkan satu per satu. U1: kristal kasar terang berarti granit, cocok.
2. U2: fosil dan buih kuat berarti batugamping, cocok.
3. U3: foliasi **kasar** dengan mika yang **terlihat jelas** berarti sekis. Sabak berbutir sangat halus dan kusam, dan mikanya tidak terlihat. Nama di buku tidak cocok.
4. U4: gelap, sangat halus, dan padat berarti basal, cocok.
5. U5: butir pasir tersemen dan berlapis berarti batupasir, cocok.

Jawaban: **U3 seharusnya sekis, bukan sabak.** Cara mengoreksi: coret "sabak" dengan satu garis, tulis "sekis (foliasi kasar, mika terlihat)", beri tanggal dan paraf.

Contoh 4 — Menyimpulkan mineral dari uji gores dan HCl

Dua mineral diuji di laboratorium rekaan. **Mineral Q:** putih, tidak tergores kuku, tergores koin tembaga, berbuih dengan HCl encer. **Mineral R:** putih keruh, menggores kaca, tidak tergores pisau baja tetapi tergores kikir baja, tidak berbuih, memiliki dua arah belahan. Tentukan rentang kekerasan dan namanya. *Kasus disusun untuk contoh.*

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

1. **Q:** tidak tergores kuku berarti lebih keras dari 2,5. Tergores koin tembaga berarti lebih lunak dari 3,5. Rentangnya antara 2,5 dan 3,5. Berbuih berarti karbonat. Mineral karbonat dengan nilai 3 pada skala Mohs adalah **kalsit**.
2. **R:** menggores kaca dan tidak tergores pisau berarti lebih keras dari 5,5. Tergores kikir baja berarti lebih lunak dari 6,5. Rentangnya antara 5,5 dan 6,5. Dua arah belahan dan tidak berbuih cocok dengan **feldspar** (nilai 6). Kuarsa (nilai 7) tidak mungkin, karena kuarsa tidak punya bidang belah dan tidak tergores kikir baja.
3. Periksa: nilai 3 berada dalam rentang 2,5–3,5, dan nilai 6 berada dalam rentang 5,5–6,5.

Jawaban: Q kalsit (2,5 sampai 3,5), R feldspar (5,5 sampai 6,5).

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Deskripsi lebih dulu, nama kemudian.** Amati permukaan segar; catat warna, tekstur, struktur, dan komposisi mineral.
- **Tekstur:** kristal kasar (beku intrusif), halus (ekstrusif), porfiri, kaca, berlubang; butir klastik dinilai dari ukuran, kebulatan, dan pemilahan.
- **Struktur:** berlapis (sedimen), masif, berfoliasi (metamorf), berlubang, ada fosil.
- **Skala Mohs:** talk 1, gipsum 2, kalsit 3, fluorit 4, apatit 5, ortoklas 6, kuarsa 7, topaz 8, korundum 9, intan 10. Benda uji: kuku ±2,5; koin tembaga ±3,5; kaca dan pisau ±5,5; kikir baja ±6,5.
- **HCl encer:** karbonat berbuih (batugamping, marmer); dolomit lambat; tidak berbuih belum cukup untuk menyimpulkan bukan karbonat.
- **Kunci penentuan:** tentukan kelompok dulu, lalu cocokkan SEMUA ciri. Pasangan mirip: batugamping–marmer, basal berlubang–batuapung, serpih–sabak, batupasir–kuarsit.
- **Pakai hasilnya:** agregat (andesit, granit, basal), semen (batugamping), batu atap (sabak), batu hias (granit, marmer dalam ruangan).

Gambar 4.29 merangkum alur kerja itu.



Gambar 4.29 Peta konsep deskripsi fisik dan penentuan jenis batuan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal tabel ciri sampel:

1. **Baca syarat atau pertanyaan dahulu,** lalu tulis ciri yang diminta.
2. **Tentukan kelompok** tiap sampel (beku, sedimen, metamorf) dari ciri kunci: kristal, butir tersemen, foliasi.
3. **Tentukan nama** dengan memeriksa SEMUA kolom, bukan hanya satu.
4. **Cocokkan dengan syarat:** coret sampel yang melanggar satu syarat saja.
5. **Periksa pasangan mirip** (batugamping–marmer, basal–batuapung, serpih–sabak, batupasir–kuarsit) sebelum memilih jawaban.

Jebakan khas pada soal ini:

- **"Tidak berbuih" dianggap cukup,** padahal banyak batuan lain tidak berbuih dan dolomit berbuih lambat.
- **Batuan berlubang otomatis disebut batuapung,** padahal basal pun dapat berlubang.
- **Kristal kalsit yang saling mengunci tanpa fosil dan dekat intrusi disebut batugamping,** padahal itu marmer.
- **Butir kuarsa membulat tersemen disebut kuarsit,** padahal itu batupasir.
- **Warna dipakai sebagai satu-satunya dasar,** padahal permukaan lapuk dan pengotor mengubah warna.
- **Kekerasan batuan disamakan dengan kekerasan satu mineralnya,** padahal batupasir yang butirnya keras dapat rontok karena semennya lemah.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menyajikan sebuah tabel ciri lima sampel dari calon lokasi tambang dan syarat pembeli untuk bahan agregat beton. Gunakan bagian 6, 7, dan 11. Terjemahkan setiap syarat pembeli menjadi ciri yang dapat diperiksa pada tabel, lalu cari sampel yang tidak melanggar satu pun syarat.

►. Siswa PKL di CV Karya Batu, Garut (2027) mendeskripsikan lima sampel dari calon lokasi tambang agregat beton. Pembeli mensyaratkan batu yang keras, tidak bereaksi dengan asam, dan tidak mudah membelah.

Sampel	Warna & tekstur	Reaksi HCl encer	Gores pisau baja
S1	putih keabuan, butir halus, ada cangkang fosil	berbuih kuat	tergores
S2	abu-abu gelap, kristal halus dengan kristal besar tersebar	tidak berbuih	tidak tergores
S3	abu-abu, butir pasir membulat, butir mudah lepas	tidak berbuih	butir rontok
S4	hitam mengilap, berlapis tipis, ringan	tidak berbuih	tergores
S5	hijau keabuan, berlapis, mengilap, mudah membelah	tidak berbuih	tidak tergores

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

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

Sampel yang paling sesuai untuk agregat beton adalah ....

A. S1, karena butirnya halus dan sangat seragam
B. S3, karena tidak berbuih ditetesi HCl
C. S5, karena keras dan tidak berbuih
D. S4, karena berlapis tipis dan ringan
E. S2, karena keras, padu, dan tak berbuih

Pembahasan **Kunci: E**

Konsep: Deskripsi megaskopis: warna, tekstur/ukuran butir, struktur (berlapis atau tidak), reaksi dengan HCl (karbonat berbuih), dan kekerasan. Batuan beku seperti andesit (kristal halus dengan kristal besar = porfiritik) keras dan padu, cocok untuk agregat.

Langkah:

1. S1 berbuih dan berfosil → batugamping (bereaksi asam, lunak).
2. S3 butir lepas → batupasir rapuh.
3. S4 hitam, ringan, berlapis → batubara.
4. S5 berlapis dan mudah membelah → batuan metamorf berfoliasi.
5. S2 kristal halus + kristal besar, keras, tak berbuih → andesit, memenuhi ketiga syarat.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: S1 halus dan seragam, tetapi bereaksi kuat dengan asam dan tergores pisau.
- **B.** ✗ Jebakan: S3 memang tidak berbuih, tetapi butirnya mudah lepas sehingga tidak kuat.
- **C.** ✗ Jebakan: S5 keras dan tidak berbuih, tetapi mudah membelah sehingga melanggar syarat ketiga.
- **D.** ✗ S4 adalah batubara: lunak, ringan, dan berlapis.
- **E.** ✓ S2 (andesit) keras, padu, dan tidak bereaksi dengan asam.

Jawaban: E.

Educational Institutions

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Pada soal tabel ciri, tulis kelompok dan nama tiap baris, lalu periksa pilihan jawaban satu per satu.

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

1. Pembimbing PKL di PT Geo Mandala (2027) memeriksa buku lapangan Lina. Ternyata ada satu nama batuan yang tidak sesuai dengan cirinya.

Sampel	Ciri yang dicatat	Nama di buku
G1	kristal kasar terang (kuarsa, feldspar), sedikit biotit hitam, tidak berlapis	granit
G2	abu-abu gelap, butir sangat halus, banyak lubang bekas gas	basalt berlubang
G3	berlapis tipis, butir lempung, lunak, membelah sejajar lapisan, tidak berbuih HCl	serpih
G4	kristal kalsit saling mengunci, berbuih HCl, tanpa fosil, diambil dekat intrusi	batugamping
G5	butir pasir kuarsa membulat, terpilah baik, tersemen	batupasir

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

A. G2 seharusnya batuapung karena tubuhnya berlubang-lubang
B. G3 seharusnya batusabak karena membelah sejajar lapisan
C. G1 seharusnya diorit karena mengandung biotit hitam
D. G5 seharusnya kuarsit karena butirnya berupa kuarsa
E. G4 seharusnya marmer karena kristalnya saling mengunci

2. Siswa PKL di PT Emas Bukit (2027) menemukan mineral putih di urat batuan. Hasil ujinya: tidak tergores pisau baja, dapat menggores kaca, tidak berbuih ditetesi HCl encer, tidak memiliki bidang belahan (pecahannya melengkung seperti pecahan botol), berkilap kaca, dan tidak terasa berat. Tabel acuan laboratorium:

Mineral	Kekerasan (Mohs)	Reaksi HCl encer	Belahan
Gipsum	2 (tergores kuku)	tidak	1 arah
Kalsit	3	berbuih	3 arah
Barit	3–3,5 (terasa berat)	tidak	2 arah
Feldspar	6	tidak	2 arah
Kuarsa	7	tidak	tidak ada (pecahan konkoidal)

Pisau baja dan kaca berkekerasan sekitar 5,5.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Mineral tersebut adalah ....

A. Kalsit, karena berwarna putih dan berkilap seperti kaca
B. Gipsum, karena putih dan tidak berbuih dengan HCl
C. Kuarsa, karena keras, tak berbuih, dan tanpa belahan
D. Feldspar, karena keras dan dapat menggores kaca
E. Barit, karena putih dan tidak berbuih dengan HCl

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

Kunci singkat: 1. E 2. C

✔ PERIKSA DIRI

- Sebuah sampel putih berbuih dengan HCl dan tergores pisau. Ciri tambahan apa yang kamu perlukan untuk memutuskan apakah ia batugamping atau marmer?
- Mengapa kekerasan "menggores kaca" lebih berguna daripada hanya "terasa keras" ketika membedakan kuarsit dari batupasir?
- **Yang harus kuingat:** periksa permukaan segar; kelompokkan dulu lewat kristal, butir tersemen, atau foliasi; cocokkan SEMUA ciri (warna, tekstur, struktur, kekerasan, HCl); waspadai pasangan mirip.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 4.4: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktgp&node=SMKTGP-4.4

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

Sub bab 4.5 · Gaya endogen dan eksogen serta bentang alam yang dihasilkan

SMKTGP-4.5

◎ APA YANG DIUJI

Subtopik Peta Topik NLS **TKA-SMKTGP-04-05** menguji kemampuanmu **membaca bentang alam**: dari bentuk muka bumi dan susunan batuan yang terlihat di lapangan, kamu menyimpulkan tenaga apa yang membentuknya. Soalnya selalu berupa catatan pemetaan. Misalnya tim mencatat "lembah lurus dengan batuan hancur bersudut", "bukit batugamping penuh cekungan dan gua", atau "lapisan batupasir yang miring". Kamu diminta menilai pernyataan benar atau salah, memilih penjelasan yang paling tepat, atau menentukan tindakan di lokasi tambang.

Dua kesalahan paling sering dipancing. Pertama, **menukar tenaga**: karst dianggap tektonik, gunung api dianggap bentuk eksogen, atau lapisan miring dianggap hasil erosi. Kedua, **menarik kesimpulan terlalu cepat dari satu tanda**, padahal satu tanda sering punya lebih dari satu penjelasan. Karena itu sub bab ini lebih dulu menjelaskan tiap tenaga dan tiap bentang alam, baru melatih cara membaca tandanya di lapangan.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- membedakan tenaga endogen dari eksogen dan menyebut bentuk kerja masing-masing;
- menjelaskan lipatan, sesar, gunung api, dan gempa sebagai hasil tenaga endogen;
- menjelaskan pelapukan, erosi, pengangkutan, pengendapan, dan gerakan massa sebagai kerja tenaga eksogen;
- menjelaskan terjadinya karst, meander, dan delta, serta mengaitkannya dengan bahan galian;
- membaca tanda di lapangan (lembah lurus dengan batuan hancur, cekungan mangkuk dan gua, lapisan miring) dan menyimpulkan tenaga penyebabnya.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Bentang alam Indonesia sangat beragam: gunung api di Jawa dan Sumatra, pegunungan batugamping di Gunung Kidul dan Sulawesi Selatan, sungai berkelok di Kalimantan, dan delta di muara sungai besar. Keragaman itu tidak muncul sendiri. Ia lahir dari dua kelompok tenaga yang bekerja sepanjang waktu, dalam arah yang berlawanan. Memahami keduanya adalah kunci untuk membaca peta dan singkapan.

1. Dua kelompok tenaga: dari dalam dan dari luar

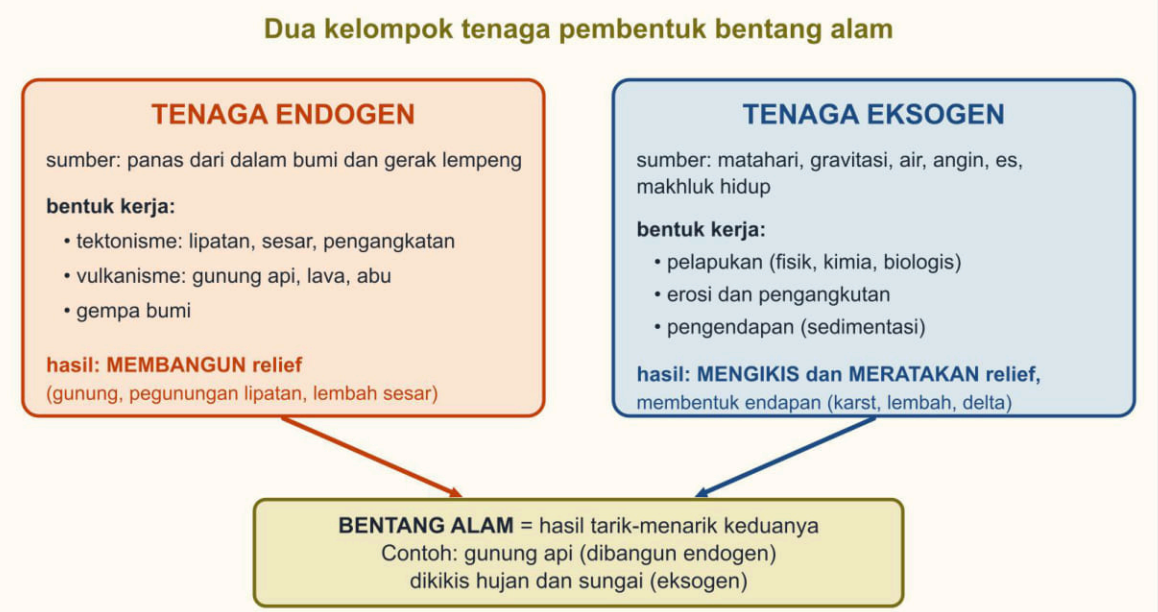
Tenaga endogen berasal dari **dalam bumi**. Sumbernya adalah panas bumi (sisa panas pembentukan bumi dan panas dari unsur radioaktif) serta gerak lempeng yang dibahas pada

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

sub bab struktur lapisan bumi. Hasil kerjanya terutama **membangun relief**: mengangkat, melengkungkan, mematahkan batuan, dan membentuk gunung api. Bentuk kerjanya ada tiga: **tektonisme** (pengangkatan, lipatan, dan sesar), **vulkanisme** (naiknya magma sampai ke permukaan), dan **gempa bumi**.

Tenaga eksogen berasal dari **luar bumi**, yaitu dari matahari dan gravitasi, yang menggerakkan air, angin, es, dan makhluk hidup. Hasil kerjanya terutama **mengikis dan meratakan relief**: batuan lapuk, hasil lapukan terangkut, lalu diendapkan di tempat lain. Bentuk kerjanya adalah **pelapukan**, **erosi**, **pengangkutan**, dan **pengendapan** (sedimentasi), termasuk **gerakan massa** tanah.

Gambar 4.30 merangkum keduanya. Bentang alam yang kita lihat adalah **hasil tarik-menarik** keduanya: gunung api dibangun oleh tenaga endogen, lalu dikikis hujan dan sungai oleh tenaga eksogen. Karena Indonesia beriklim tropis dengan curah hujan tinggi, air menjadi pelaku eksogen yang paling dominan di sini.



Gambar 4.30 Dua kelompok tenaga pembentuk bentang alam: endogen (dari dalam bumi) dan eksogen (dari luar bumi). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

2. Lipatan: batuan dilengkungkan

Lapisan batuan sedimen semula diendapkan **hampir mendatar**. Bila dua bagian kerak saling mendekat dan menekan lapisan itu secara mendatar, lapisan dapat **melengkung** seperti kain yang didorong dari dua sisi. Hasilnya disebut **lipatan** (Gambar 4.31, bagian atas).

Dua bentuk dasar lipatan perlu kamu kenal. **Antiklin** adalah lipatan yang melengkung ke atas seperti busur: lapisan miring **menjauhi** sumbu, dan pada lapisan sedimen yang belum terbalik, batuan **tertua** terletak di bagian inti. **Sinklin** adalah lipatan yang melengkung ke bawah seperti mangkuk: lapisan miring **mendekati** sumbu, dan batuan yang **termuda** berada di inti. Bagian lapisan yang miring disebut **sayap**, dan garis yang membagi lipatan disebut **sumbu**. Satu lapisan yang sama tersingkap di kedua sayap, sehingga lapisan batubara yang ditemukan di satu sayap antiklin dapat dicari di sayap seberangnya. Lipatan yang rapat dan banyak membentuk **pegunungan lipatan**.

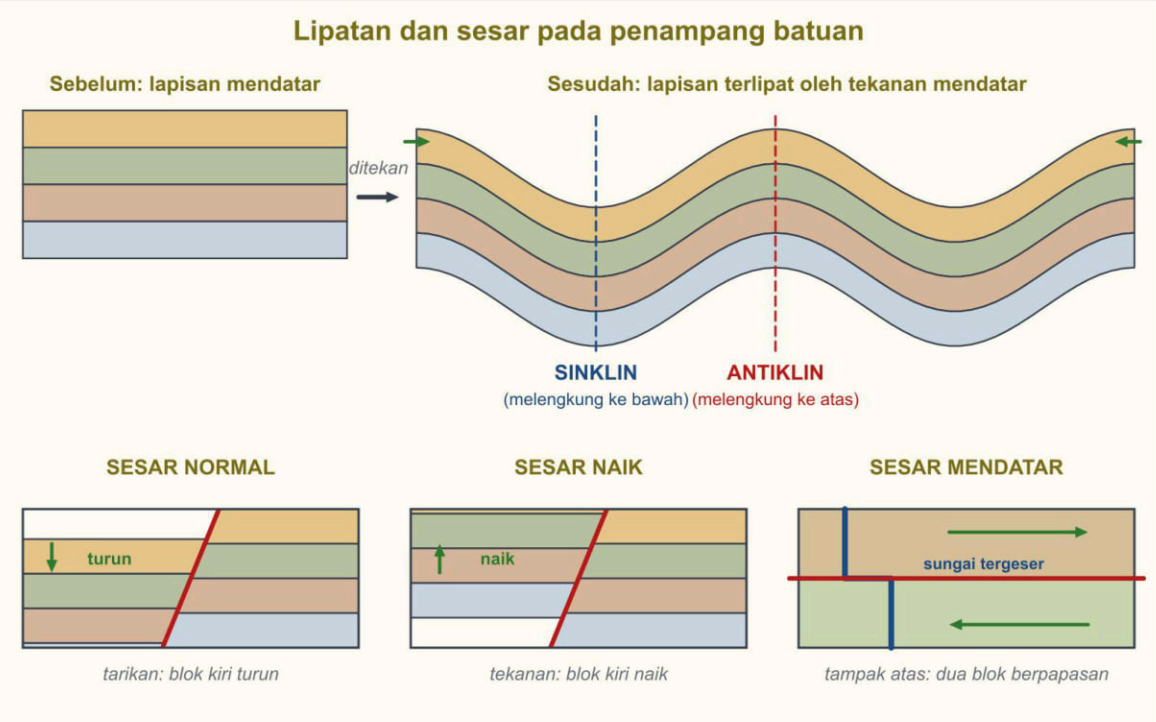
Pelajaran penting untuk membaca lapangan: lapisan sedimen yang **miring** di daerah yang luas hampir selalu menandakan bahwa lapisan itu **dimiringkan** oleh lipatan atau sesar, bukan oleh erosi. Erosi hanya mengikis permukaan; ia tidak mengubah kemiringan lapisan di dalam batuan.

3. Sesar: batuan dipatahkan

Bila tekanan atau tarikan melampaui kekuatan batuan, batuan **patah** dan kedua sisi patahan bergeser. Patahan yang menunjukkan pergeseran disebut **sesar**. Ada tiga jenis dasar (Gambar 4.31, bagian bawah). **Sesar normal** terjadi karena tarikan: blok di atas bidang sesar turun terhadap blok lainnya. **Sesar naik** terjadi karena tekanan: blok di atas bidang sesar naik. **Sesar mendatar** terjadi bila dua blok saling berpapasan secara mendatar, sehingga sungai atau jalan yang memotongnya tampak tergeser.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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



Gambar 4.31 Lipatan (antiklin dan sinklin) dan tiga jenis sesar (normal, naik, mendatar). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Di lapangan, sesar dikenali dari beberapa tanda: **lembah atau garis lurus** yang memanjang puluhan kilometer, batuan di sepanjang bidang sesar yang **hancur dan bersudut** (batuan itu digiling oleh gerakan), **gawir** atau tebing lurus, sungai yang **berbelok tajam atau tergeser** ketika memotongnya, serta mata air yang berderet lurus. Sesar yang masih bergerak disebut sesar aktif dan menjadi sumber gempa. Contohnya Sesar Lembang di utara Bandung, sesar aktif sepanjang puluhan kilometer (22 sampai 29 km menurut sumber berbeda) dengan gawir yang menghadap ke utara dan pergeseran terutama mendatar.

4. Gunung api dan gempa

Vulkanisme adalah proses naiknya magma sampai ke permukaan. Magma keluar lewat saluran dan kawah sebagai **lava** (cairan pijar), **abu**, pecahan batuan, dan gas. Penumpukan material itu membentuk **gunung api**, biasanya berupa kerucut dengan kawah di puncak. Di Indonesia, gunung api berderet di sepanjang Sumatra, Jawa, dan Nusa Tenggara karena penunjaman lempeng yang dibahas sebelumnya, dan Badan Geologi mencatat 127 gunung api aktif. Gambar 4.32(e) memperlihatkan Bromo dan Semeru di Jawa Timur.

Material letusan yang menumpuk di lereng dapat terbawa air hujan ke sungai sebagai **lahar hujan** (sering disebut lahar dingin), yaitu aliran campuran air dengan pasir, kerikil, dan bongkah. Endapannya **tidak terpilah**: butir halus dan bongkah besar bercampur. Perhatikan kerja sama dua tenaga: letusan (endogen) menghasilkan material, hujan dan aliran sungai (eksogen) memindahkannya.

Gempa bumi terjadi ketika batuan yang tertekan akhirnya patah dan melepaskan energi secara tiba-tiba. Sebagian besar gempa terjadi di sepanjang sesar dan batas lempeng. Gempa juga dapat terjadi di gunung api.

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



Gambar 4.32 Bentang alam hasil tenaga endogen: (a) sesar San Andreas, (b) Sesar Lembang, (c) antiklin, (d) sinklin, (e) gunung api Bromo dan Semeru. Sumber: John Wiley (CC BY 3.0); pengguna Flickr "Thank You (25 Millions) views from Fresno, USA" (CC BY 2.0); Not home (domain publik); Acroterion (CC BY-SA 4.0); Thomas Hirsch (CC BY-SA 3.0), Wikimedia Commons; diubah: dipotong dan digabung menjadi montase.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

5. Pelapukan: batuan hancur di tempat

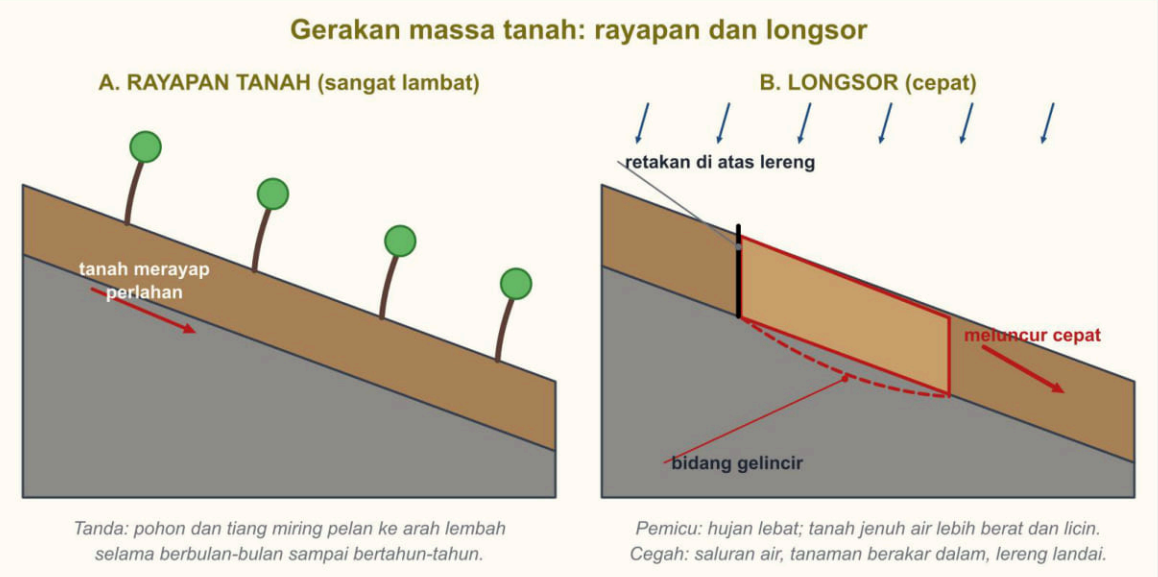
Tenaga eksogen mulai bekerja dengan **pelapukan**, yaitu hancurnya batuan di tempatnya tanpa berpindah. Ada tiga jenis. **Pelapukan fisik** memecah batuan tanpa mengubah zat penyusunnya, misalnya karena perubahan suhu yang berulang atau air yang meresap ke retakan dan menekan. **Pelapukan kimia** mengubah atau melarutkan zat penyusunnya, misalnya batugamping yang larut oleh air hujan yang sedikit asam, atau besi yang berkarat. **Pelapukan biologis** terjadi karena makhluk hidup, misalnya akar pohon yang tumbuh di retakan dan memperlebarnya.

Di daerah tropis seperti Indonesia, panas dan hujan membuat pelapukan **kimia** berlangsung cepat dan dalam, sehingga tanah lapuk bisa tebal sampai puluhan meter. Pelapukan intensif inilah yang menghasilkan tanah laterit pada batuan peridotit (nikel) dan batuan kaya alumina (bauksit), seperti dibahas pada sub bab genesa batuan.

6. Gerakan massa: tanah bergerak karena gravitasi

Bila lereng tertutup tanah lapuk, **gravitasi** menariknya turun. Gerakan seperti ini disebut **gerakan massa** (Gambar 4.33). **Rayapan tanah** adalah gerakan yang **sangat lambat**, berbulan-bulan sampai bertahun-tahun, dengan tanda pohon dan tiang yang miring pelan ke arah lembah serta tanah yang retak halus. **Longsor** adalah gerakan **cepat**: massa tanah atau batuan meluncur di sepanjang bidang gelincir, dan sering dimulai dengan retakan di bagian atas lereng.

Penyebab utamanya adalah **air**. Hujan lebat membuat tanah jenuh sehingga lebih berat dan lebih licin. Faktor lain adalah lereng yang curam, hilangnya tumbuhan yang akarnya mengikat tanah, pemotongan lereng, dan getaran. Karena penyebabnya eksogen, pencegahannya pun berupa pengelolaan air dan lereng: saluran air di atas lereng, tanaman berakar dalam, serta lereng yang ditata landai. Di tambang terbuka, tanda-tanda rayapan dan retakan di bibir jenjang harus dilaporkan karena dapat berujung pada longsor.



Gambar 4.33 Rayapan tanah (sangat lambat) dan longsor (cepat). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

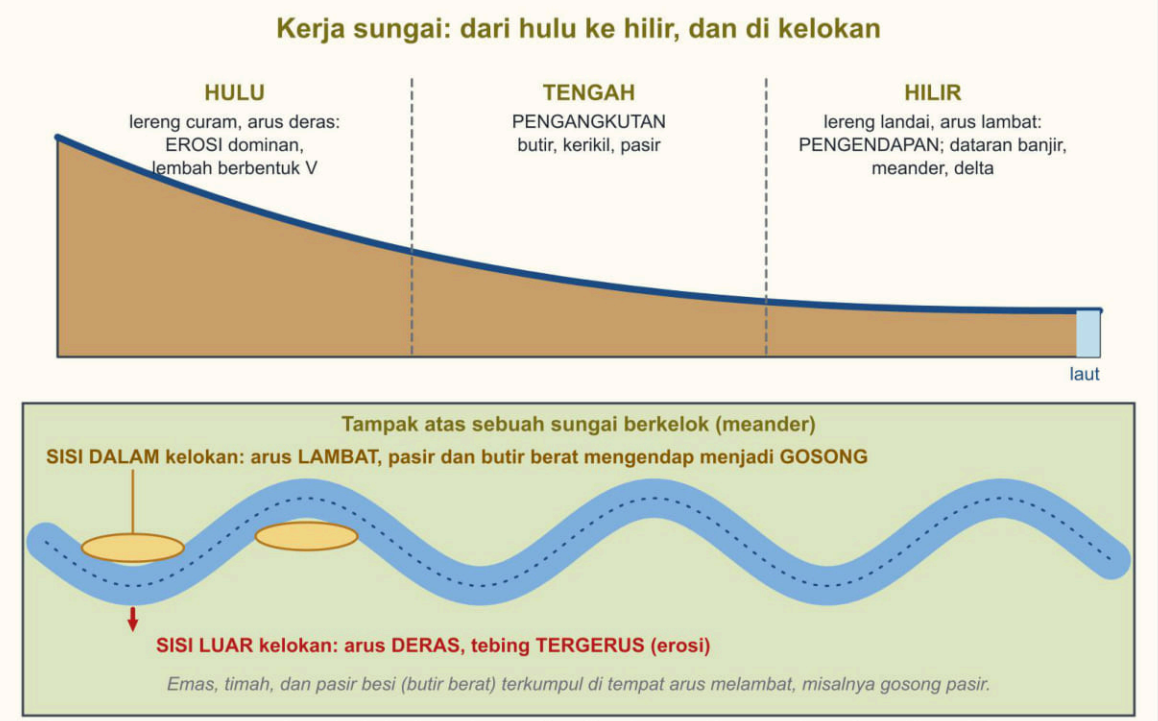
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

7. Sungai: erosi, pengangkutan, dan pengendapan

Air yang mengalir adalah pembentuk bentang alam paling aktif. Gambar 4.34 memperlihatkan pembagian kerja sungai. Di **hulu**, lerengnya curam dan arusnya deras, sehingga **erosi** mendominasi dan lembahnya berbentuk huruf V. Di bagian **tengah**, sungai terutama **mengangkut** butir hasil erosi. Di **hilir**, lerengnya landai dan arusnya lambat, sehingga butir **mengendap** membentuk dataran banjir, kelokan, dan delta.

Di bagian hilir, sungai cenderung membentuk **kelokan** yang disebut **meander**. Pada setiap kelokan, arus **paling deras di sisi luar**, sehingga tebing di sisi luar **tergerus**. Arus **melambat di sisi dalam**, sehingga pasir dan butir berat **mengendap** menjadi **gosong pasir** yang landai. Karena kelokan terus berpindah, endapan sungai (**aluvium**) tersebar luas di dataran banjir. Butir berat seperti emas, timah, dan pasir besi terkumpul di tempat arus melambat, itulah sebabnya penambang rakyat mencari emas aluvial di gosong pasir dan di belakang bongkah di dasar sungai.

Ketika sungai bertemu laut atau danau, arusnya hampir berhenti dan seluruh muatan mengendap. Endapan membentuk daratan baru berbentuk kipas yang disebut **delta**. Delta Mahakam di Kalimantan Timur adalah contoh delta yang luas dengan banyak cabang sungai (Gambar 4.35(d)).



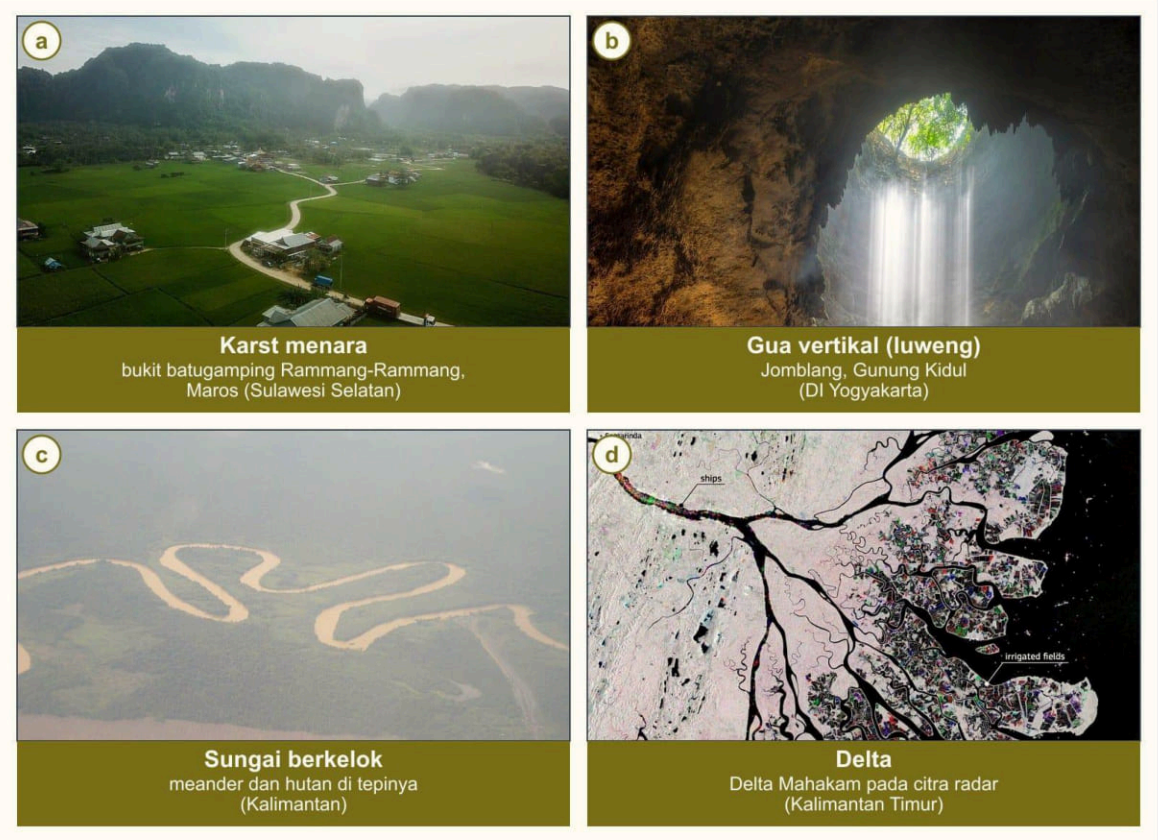
Gambar 4.34 Kerja sungai dari hulu ke hilir dan pada sebuah meander. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

8. Karst: batugamping yang larut

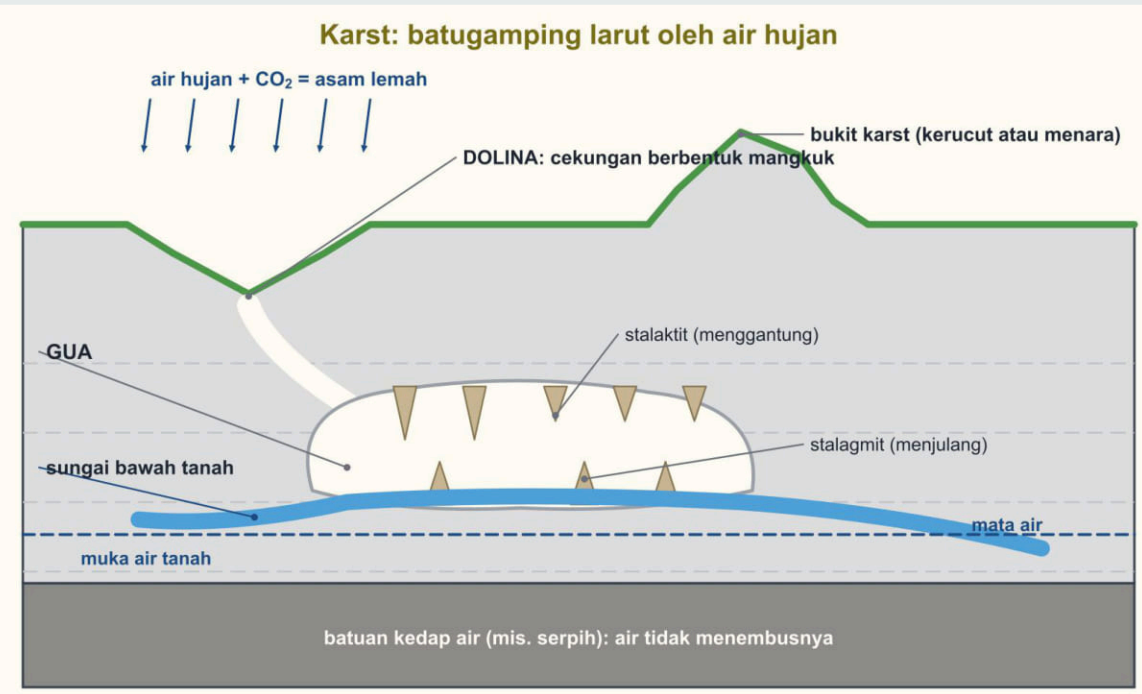
Karst adalah bentang alam yang terbentuk karena **pelarutan batuan karbonat**, terutama batugamping. Air hujan menyerap karbon dioksida dari udara dan tanah sehingga menjadi asam lemah. Asam itu melarutkan batugamping yang tersusun dari kalsit, terutama sepanjang retakan. Retakan melebar menjadi lorong, lorong menjadi **gua**, dan di permukaan terbentuk **dolina**, yaitu cekungan **berbentuk mangkuk** tempat air hujan meresap ke bawah tanah. Air yang mengalir di dalam gua membentuk **sungai bawah tanah**. Di langit-langit dan lantai gua, tetesan air yang membawa kalsit membentuk **stalaktit** (menggantung) dan **stalagmit** (menjulang). Di permukaan, bukit batugamping yang tersisa berbentuk kerucut atau menara (Gambar 4.36).

Karena prosesnya **pelarutan kimia oleh air hujan**, karst adalah bentang alam **eksogen**, bukan tektonik. Di Indonesia, karst Gunung Sewu di selatan Jawa dan karst Maros–Pangkep di Sulawesi Selatan sangat terkenal; kedua kawasan itu termasuk geopark global UNESCO (Gambar 4.35(a) dan (b)). Karst juga penting bagi pertambangan: batugamping karst adalah bahan baku semen, tetapi gua dan sungai bawah tanah menyulitkan pondasi dan dapat membahayakan tambang di bawahnya.



Gambar 4.35 Bentang alam hasil tenaga eksogen: (a) karst menara, (b) gua vertikal, (c) sungai berkelok, (d) delta (citra radar; label pada citra: ships = kapal, irrigated fields = lahan beririgasi). Sumber: Mamansukirman06 (CC BY-SA 4.0); Thomas Fuhrmann (CC BY-SA 4.0); Achmad Rabin Taim (CC BY 2.0); Uni Eropa, Copernicus Sentinel-1 (CC BY 4.0), Wikimedia Commons; diubah: dipotong dan digabung menjadi montase.

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



Gambar 4.36 Penampang karst: air hujan yang sedikit asam melarutkan batugamping menjadi dolina, gua, dan sungai bawah tanah. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

9. Membaca tanda di lapangan

Seorang teknisi geologi tidak diberi tahu "ini sesar" atau "ini karst". Ia melihat tanda, lalu menarik kesimpulan. Gambar 4.37 menyusun tanda yang paling sering muncul beserta penjelasannya. Aturan dasar membacanya: perhatikan **bentuk muka bumi**, **bahan batuannya**, dan **susunan lapisannya** sekaligus. Satu tanda saja belum cukup.

Membaca tanda di lapangan

Tanda yang terlihat di lapangan	Dibaca sebagai	Tenaga
lembah lurus, batuan hancur bersudut, sungai berbelok tajam	sesar (patahan)	**endogen**
lapisan sedimen miring di daerah luas (semula mendatar)	dimiringkan oleh lipatan atau sesar	**endogen**
lapisan miring ke dua arah berlawanan, batuan tertua di tengah	antiklin (lipatan)	**endogen**
kerucut tinggi berkawah, endapan abu dan lava	gunung api	**endogen membangun, eksogen mengikis**
cekungan mangkuk, gua, sungai menghilang di batugamping	pelarutan: karst	**eksogen**
kelokan sungai: tebing luar tergerus, gosong pasir di sisi dalam	meander (erosi dan pengendapan)	**eksogen**
kerikil, pasir, bongkah tak terpilah di sungai gunung api	endapan lahar	**endogen (letusan) + eksogen (angkut)**
tiang dan pohon miring pelan, tanah retak halus	rayapan tanah	**eksogen**
retakan di atas tebing, tanah turun cepat setelah hujan lebat	longsor	**eksogen**

Gambar 4.37 Tanda yang terlihat di lapangan, cara membacanya, dan tenaga penyebabnya. Sumber: disusun oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Tiga pasangan tanda paling penting. **Lembah lurus + batuan hancur bersudut + sungai berbelok tajam = sesar.** Garis yang lurus memanjang menandakan bidang patahan, sedangkan batuan yang hancur menandakan gesekan di sepanjang bidang itu. **Cekungan mangkuk + gua di bukit batugamping = pelarutan (karst).** Batuannya harus batugamping, dan bentuknya cekungan tertutup, bukan lembah panjang. **Lapisan sedimen miring = dimiringkan tenaga endogen.** Sedimen diendapkan hampir mendatar, jadi kemiringan yang luas berarti lipatan atau sesar.

10. Bentang alam dan potensi bahan galian

Tenaga pembentuk bentang alam juga menentukan di mana bahan galian terkumpul. Daerah **gunung api dan busur penunjaman** sering kaya endapan mineral dan memiliki panas bumi. **Sesar** dan retakan menjadi jalur cairan panas yang membawa mineral. **Lipatan** menyingkapkan lapisan yang sama di dua sayap, sehingga lapisan batubara dapat dilacak. **Karst** menyediakan batugamping untuk semen. **Dataran banjir, gosong pasir, dan sungai**

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

tua menyimpan emas dan timah aluvial. **Delta purba** dan rawa tempat tumbuhan tertimbun menjadi lokasi terbentuknya batubara. Karena itu pemetaan bentang alam selalu mendahului eksplorasi.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Mengklasifikasikan delapan pengamatan lapangan

Tim pemetaan rekaan dari PT Geo Pratama mencatat delapan pengamatan di Jawa Tengah pada 2027. Klasifikasikan masing-masing menurut tenaga penyebabnya (endogen atau eksogen) dan bentang alamnya. *Kasus dan perusahaan rekaan.*

1. Kerucut tinggi berkawah dengan endapan abu dan aliran lava.
2. Tebing sungai tergerus di sisi luar kelokan dan gosong pasir di sisi dalam.
3. Dinding tambang batubara memperlihatkan lapisan melengkung ke atas seperti busur.
4. Cekungan mangkuk di bukit batugamping dengan sungai yang hilang masuk ke tanah.
5. Tanah di dataran banjir berupa lumpur dan pasir halus hasil luapan sungai.
6. Retakan lurus memotong jalan setelah gempa dan sisi retakan bergeser mendatar.
7. Batu bata tepi sungai pecah karena akar pohon beringin.
8. Terumbu karang purba kini berada puluhan meter di atas permukaan laut.

Penyelesaian: periksa sumber tenaga tiap pengamatan: dari dalam bumi atau dari luar?

1. Gunung api: **endogen** (vulkanisme).
2. Meander: **eksogen** (erosi sisi luar, pengendapan sisi dalam).
3. Lapisan melengkung ke atas: **endogen**, **antiklin** (lipatan).
4. Dolina dan sungai hilang: **eksogen**, **karst** (pelarutan).
5. Lumpur dan pasir halus di dataran banjir: **eksogen** (pengendapan).
6. Retakan bergeser mendatar setelah gempa: **endogen**, **sesar mendatar**.
7. Batu pecah oleh akar: **eksogen**, pelapukan biologis.
8. Terumbu terangkat: **endogen** (pengangkatan tektonik); terumbu itu semula tumbuh di bawah laut.

Jawaban: endogen: 1, 3, 6, 8; eksogen: 2, 4, 5, 7.

Contoh 2 — Memilih penjelasan untuk lapisan miring

Di dinding sebuah tambang batu rekaan di Kabupaten Tuban, tim mencatat lapisan batugamping tipis yang **seluruhnya miring sekitar 40° ke utara** sepanjang dinding 600 m, sejajar satu sama lain. Pada satu lapisan ditemukan fosil laut. Sungai kecil di dekat dinding hanya mengalir mendatar. Penjelasan manakah yang paling tepat: (A) lapisan miring karena sungai mengikisnya, (B) lapisan diendapkan miring di lereng, (C) lapisan semula mendatar lalu dimiringkan oleh tenaga endogen, (D) lapisan miring karena pelapukan kimia? *Kasus disusun untuk contoh.*

1. Fosil laut berarti lapisan **diendapkan di dasar laut**, tempat endapan menyebar **hampir mendatar**.

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

2. Erosi hanya mengikis permukaan dan tidak mengubah kemiringan lapisan di dalam batuan, jadi (A) salah.
3. Pelapukan kimia melarutkan atau mengubah batuan di tempat, tidak memiringkan lapisan, jadi (D) salah.
4. Kemiringan 40° pada seluruh dinding dan sejajar tidak cocok dengan endapan di lereng yang hanya miring sedikit, jadi (B) salah.
5. Lapisan yang luas dan seragam miringnya, dari endapan yang semula mendatar, menunjukkan dorongan dari dalam bumi: lipatan atau sesar. Jadi (C) benar.

Jawaban: **(C)**. Periksa: sungai yang mengalir mendatar tidak berkaitan dengan lapisan, sehingga tidak menambah penjelasan.

Contoh 3 — Menilai tanda di bibir jenjang tambang

Pada Oktober 2027, pengawas tambang quarry andesit rekaan PT Andesit Karya melaporkan tiga tanda di sebuah lereng di atas jenjang kerja: (a) retakan melengkung selebar jari di atas lereng setelah dua hari hujan deras; (b) tiang kabel di lereng itu miring perlahan sejak beberapa bulan terakhir; (c) air keruh merembes dari kaki lereng. Tentukan jenis gerakan, penyebab, dan tindakan. *Kasus disusun untuk contoh.*

1. Tanda (b), tiang miring perlahan, menunjukkan **rayapan tanah**: gerakan sangat lambat.
2. Tanda (a), retakan melengkung baru muncul setelah hujan deras, menunjukkan **tanda awal longsor**: bagian atas lereng mulai lepas dan membentuk bidang gelincir.
3. Tanda (c), air keruh merembes dari kaki lereng, menunjukkan air yang meresap membawa butir tanah, yang melemahkan lereng.
4. Penyebab semuanya **eksogen**: air hujan yang meresap dan gravitasi, bukan gempa atau gunung api.
5. Tindakan: hentikan pekerjaan di bawah lereng, pasang tanda larangan masuk, laporkan kepada pengawas dan Kepala Teknik Tambang, perbaiki saluran air di atas lereng, dan pantau retakan secara berkala.

Jawaban: rayapan yang berkembang menuju longsor, akibat air hujan yang meresap; hentikan kerja di bawah lereng dan atur drainase.

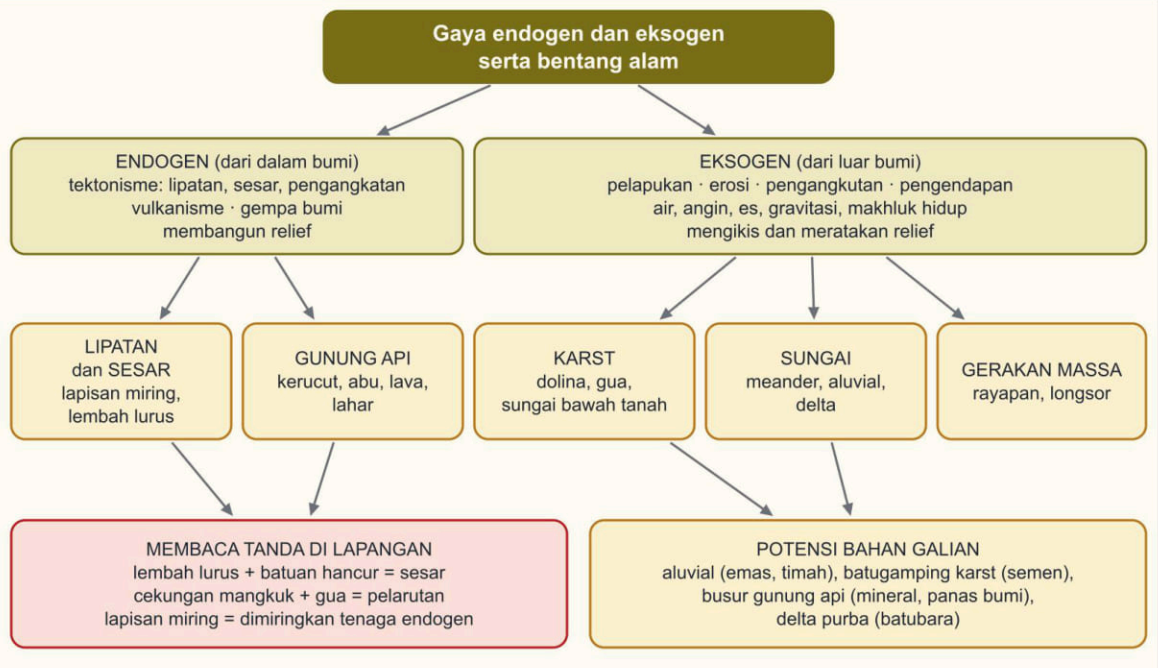
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Endogen (dari dalam):** tektonisme (lipatan, sesar, pengangkatan), vulkanisme, gempa; **membangun** relief.
- **Eksogen (dari luar):** pelapukan (fisik, kimia, biologis), erosi, pengangkutan, pengendapan, gerakan massa; **mengikis dan meratakan** relief.
- **Lipatan:** antiklin (ke atas, tertua di inti), sinklin (ke bawah). **Sesar:** normal, naik, mendatar; tanda: lembah lurus, batuan hancur bersudut, sungai berbelok tajam.
- **Gunung api:** endogen (magma); lahar hujan: letusan menyediakan material, hujan mengangkutnya.
- **Karst:** pelarutan batugamping oleh air hujan asam (eksogen): dolina, gua, sungai bawah tanah.
- **Sungai:** hulu erosi, tengah angkut, hilir endap; meander (sisi luar tergerus, sisi dalam mengendap); delta di muara.
- **Gerakan massa:** rayapan (lambat), longsor (cepat), dipicu air.
- **Membaca tanda:** lapisan sedimen miring berarti dimiringkan tenaga endogen; cekungan mangkuk dan gua di batugamping berarti pelarutan.

Gambar 4.38 merangkum hubungan antarkonsep itu.



Gambar 4.38 Peta konsep gaya endogen dan eksogen serta bentang alam. 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 membaca bentang alam:

1. **Tulis semua tanda** dalam soal: bentuk muka bumi, jenis batuan, susunan lapisan, kecepatan perubahan.
2. **Tentukan sumber tenaga tiap tanda:** dari dalam bumi (endogen) atau dari air, angin, gravitasi, dan makhluk hidup (eksogen).
3. **Cocokkan dengan pasangan tanda** pada Gambar 4.37, dan periksa jenis batuan (misalnya karst hanya pada batugamping).
4. **Nilai tiap pernyataan satu per satu,** lalu periksa apakah ada tanda yang bertentangan.

Jebakan khas pada soal ini:

- **Lapisan miring dianggap hasil erosi.** Erosi tidak memiringkan lapisan; yang memiringkan adalah lipatan atau sesar (endogen).
- **Karst dianggap tektonik.** Karst dibentuk pelarutan oleh air hujan (eksogen).
- **Gunung api dianggap bentuk eksogen.** Gunung api dibangun magma (endogen); yang eksogen adalah pengikisannya.
- **Tenaga endogen dan eksogen tertukar,** atau pelapukan fisik dan kimia tertukar (batugamping larut adalah pelapukan kimia, bukan fisik).
- **Meander dikaitkan dengan patahan.** Patahan dapat membelokkan sungai, tetapi kelokan meander dibentuk erosi dan pengendapan sungai.
- **Rayapan dan longsor dianggap sama.** Rayapan sangat lambat; longsor cepat.

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menyajikan tiga catatan pengamatan dari satu daerah: sebuah lembah lurus dengan batuan hancur, bukit batugamping dengan cekungan dan gua, dan lapisan batupasir yang miring. Gunakan bagian 3, 5, 8, dan 9, lalu nilai tiap pernyataan secara terpisah dengan mencari tanda kuncinya.

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

►. Saat pemetaan geologi di Kabupaten Pacitan (2027), tim mencatat tiga pengamatan: (1) sebuah lembah lurus sepanjang 3 km dengan batuan hancur bersudut di sepanjang dasarnya, dan aliran sungai berbelok tajam ketika memotong lembah itu; (2) bukit batugamping penuh cekungan berbentuk mangkuk dan gua; (3) lapisan batupasir di tebing jalan miring 35°, padahal batupasir semula diendapkan mendatar.
(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
Lembah lurus dengan batuan hancur bersudut dan sungai yang berbelok tajam adalah petunjuk sesar yang dibentuk tenaga endogen.	○	○
Cekungan berbentuk mangkuk dan gua di bukit batugamping terbentuk oleh pelarutan air hujan, yaitu tenaga eksogen.	○	○
Lapisan batupasir menjadi miring 35° karena erosi sungai mengikis permukaannya sedikit demi sedikit.	○	○

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

Konsep: Tenaga endogen (dari dalam bumi) menghasilkan pengangkatan, perlipatan, patahan, dan vulkanisme. Tenaga eksogen (dari luar) berupa pelapukan, pelarutan, erosi, dan pengendapan yang membentuk permukaan seperti karst, lembah sungai, dan delta.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Benar.** Sesar (patahan) menghancurkan batuan di sepanjang bidangnya dan sering menggeser alur sungai; sesar terbentuk oleh gaya tektonik dari dalam bumi.
• **Pernyataan 2 → Benar.** Air hujan yang sedikit asam melarutkan batugamping sehingga terbentuk dolina dan gua (bentang alam karst).
• **Pernyataan 3 → Salah.** Jebakan: erosi mengikis permukaan, tetapi tidak memiringkan lapisan; kemiringan lapisan berasal dari pengangkatan atau perlipatan oleh tenaga endogen.

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk setiap pernyataan, tulis dulu tenaga penyebabnya (endogen atau eksogen) dan tanda kuncinya.

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

1. Koperasi tambang rakyat di Kabupaten Kapuas (2027) mencari endapan pasir yang mengandung butiran emas di Sungai Mentaya yang berkelok-kelok (meander). Ahli geologi menjelaskan bahwa butiran emas yang berat mengendap di tempat arus sungai melambat. Di lokasi itu, bagian luar kelokan berupa tebing tinggi yang terus tergerus, sedangkan bagian dalam kelokan berupa gosong pasir yang landai.
(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
Gosong pasir di bagian dalam kelokan merupakan lokasi yang tepat untuk mencari endapan pasir yang mengandung butiran emas.	○	○
Tebing di bagian luar kelokan tergerus karena arus sungai di sana lebih deras.	○	○
Kelokan sungai terbentuk karena patahan yang menggeser alur sungai, yaitu oleh tenaga endogen.	○	○

2. Koperasi tambang pasir dan batu di Kabupaten Magelang (2027) menambang di sungai yang berhulu di gunung api aktif. Endapan di sungai itu berupa campuran pasir, kerikil, dan bongkah andesit yang tidak terpilah. Setiap musim hujan, banjir lahar dingin membawa material baru dari lereng gunung yang tertutup abu dan pasir hasil letusan beberapa tahun lalu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penjelasan yang paling tepat tentang terbentuknya endapan yang ditambang adalah ....

A. Letusan (endogen) menghasilkan material, lalu lahar (eksogen) mengangkutnya
B. Pelapukan batuan di dasar sungai itu sendiri saja, yaitu tenaga eksogen
C. Lava letusan yang mengalir langsung sampai ke dasar sungai itu, yaitu endogen
D. Pengangkatan dasar laut yang membawa pasir pantai ke lembah sungai
E. Pelarutan batugamping di hulu yang mengendap sebagai pasir di hilir

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

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

✔ PERIKSA DIRI

- Sebuah tebing sungai menunjukkan lapisan batupasir yang miring sekitar 35°. Mengapa erosi sungai bukan penjelasan yang tepat untuk kemiringan itu?
- Mengapa gunung api disebut bentang alam endogen, padahal hujan dan sungai juga ikut membentuknya?
- **Yang harus kuingat:** endogen membangun (lipatan, sesar, gunung api, gempa), eksogen mengikis dan mengendapkan (pelapukan, erosi, sungai, karst, gerakan massa); lembah lurus dengan batuan hancur berarti sesar; cekungan mangkuk dan gua di batugamping berarti pelarutan; lapisan sedimen miring berarti dimiringkan tenaga endogen.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 4.5: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktgp&node=SMKTGP-4.5

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Sub bab 4.6 · Jenis dan fungsi peralatan geologi lapangan

SMKTGP-4.6

◎ APA YANG DIUJI

Subtopik Peta Topik NLS **TKA-SMKTGP-04-06** menguji apakah kamu mengenal peralatan yang dibawa geolog ke lapangan dan tahu fungsi masing-masing. Soalnya hampir selalu berupa kasus: sebuah tim akan mengamati singkapan, mengambil contoh batubara dari dinding tambang, atau memplot titik pengamatan, lalu kamu diminta memilih alat yang tepat atau menilai cara pemakaiannya. Jenis soal yang muncul adalah pilihan ganda, pilihan ganda kompleks (beberapa jawaban benar), dan pernyataan benar-salah. Bagian yang diuji bukan hafalan nama, melainkan pasangan *kebutuhan di lapangan* dengan *alat yang menjawabnya*.

Alat lapangan terlihat sederhana, tetapi di situlah sumber data geologi. Semua peta geologi, perhitungan cadangan, dan rencana tambang bermula dari angka dan catatan yang dikumpulkan seseorang dengan palu, kompas, loupe, dan buku catatan. Alat yang dipakai salah atau cara memakainya keliru menghasilkan data keliru, dan data keliru lebih berbahaya daripada tidak ada data. Karena itu sub bab ini menjelaskan alatnya satu per satu: bentuknya, apa yang dihasilkannya, cara memegangnya, perlindungan yang harus dipakai, dan cara merawatnya. Cara menggunakan kompas geologi secara rinci untuk jurus dan kemiringan dibahas di sub bab 4.7.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menyebut alat geologi lapangan menurut kelompoknya (mengamati, mengukur, mengambil sampel, mencatat) beserta fungsi masing-masing;
- menjelaskan bagian-bagian kompas geologi dan membedakan tugas jarum dengan klinometer;
- memakai HCl encer dan uji gores dengan benar serta menyebut perlindungan yang diperlukan;
- memasangkan kebutuhan lapangan dengan alat yang tepat dan mengenali alat yang dipakai untuk tujuan yang salah;
- menyusun urutan pemakaian alat di satu singkapan dan memeriksa daftar bawaan tim.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Bayangkan seorang geolog berdiri di depan tebing batuan di tepi sungai. Ia ingin tahu batuan apa itu, bagaimana lapisannya miring, di mana tepatnya titik itu pada peta, dan apakah batuan itu layak diperiksa lebih lanjut di laboratorium. Semua pertanyaan itu harus dijawab dengan angka, catatan, dan contoh batuan, karena nanti orang lain, atau dia sendiri berbulan-bulan kemudian, harus bisa memeriksa kembali. Peralatan lapangan dibuat untuk empat pekerjaan: **mengamati** (mengenali ciri batuan), **mengukur** (arah, sudut, posisi,

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

panjang), **mengambil sampel** (membawa bukti ke laboratorium), dan **mencatat** (menyimpan semuanya dengan rapi). Selain itu ada **alat pelindung diri** (APD) karena lapangan geologi penuh serpihan batu, tebing, matahari, dan kadang bahan kimia.



Gambar 4.39 Perlengkapan geologi lapangan di atas rumput: GPS genggam, palu geologi, buku lapangan dengan pena, dan sebuah kompas model lama. Tulisan tangan di buku itu berbahasa Rusia. Sumber: Evgeniya Soldatova, CC BY 4.0, Wikimedia Commons.

Gambar 4.39 memperlihatkan perlengkapan paling dasar. Kita bahas satu per satu, dimulai dari alat yang paling sering dipakai.

1. Palu geologi

Palu geologi adalah palu berkepala baja dengan gagang kuat. Salah satu ujung kepalanya datar atau persegi untuk memukul, ujung lainnya berbeda menurut jenisnya. Ada dua bentuk yang perlu kamu kenal. Palu **berujung runcing** (seperti beliung kecil) cocok untuk memecah batuan keras yang padat seperti batuan beku atau batuan malihan. Palu **berujung pipih** (seperti pahat) cocok untuk batuan berlapis tipis, misalnya serpih atau batupasir halus, karena ujung pipih dapat disisipkan di antara lapisan lalu membelahnya mengikuti bidang lapisan.

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



Gambar 4.40 Palu geologi berujung runcing dan sebuah loupe berantai yang dikalungkan agar tidak hilang. Sumber: Hannes Grobe, AWI, CC BY 3.0, Wikimedia Commons.

Fungsi utama palu bukan sekadar memecah batu. Permukaan batuan di singkapan hampir selalu sudah **lapuk**: warnanya berubah, butirnya rapuh, dan mineral aslinya sudah tidak terlihat jelas. Dengan palu, geolog memecah batuan sampai tampak **permukaan segar**, yaitu bidang pecah yang belum terkena pelapukan. Pengamatan warna, butir, dan uji HCl harus dilakukan pada permukaan segar ini. Palu juga dipakai mengambil **sampel** dan sebagai pembanding ukuran saat memotret.

Memakai palu berarti menghadapi serpihan yang terlempar. Karena itu **kacamata pelindung** wajib dipakai oleh pemukul dan, bila ada, oleh orang di dekatnya, dan orang lain diminta menjauh dari arah pecahan. Pukullah batu yang diam dan tertahan, bukan batu yang digenggam. Jangan memukul palu dengan palu lain atau memukul batu yang sangat keras tanpa alasan, karena serpihan baja dan batu sama-sama berbahaya. Palu geologi dirawat dengan membersihkannya dari tanah, mengelap kepala baja agar tidak berkarat, dan memeriksa bahwa kepala terpasang kuat pada gagangnya.

2. Kompas geologi

Kompas geologi adalah kompas khusus yang bukan hanya menunjukkan utara, tetapi juga mengukur arah, jurus, dan kemiringan. Bentuk yang umum adalah kotak logam berengsel dengan tutup bercermin (Gambar 4.41).

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



1 Cermin dengan garis bidik: membidik arah sasaran
2 Lingkaran derajat 0°–360°: tempat membaca azimut
3 Jarum magnetik: ujung utara menunjuk utara magnetik
4 Nivo mata sapi: kompas datar bila gelembung di tengah
5 Nivo tabung (dipakai klinometer): menandai saat sudut kemiringan dibaca
6 Lengan bidik: membantu membidik sasaran
7 Pengatur deklinasi: titik hijau pada cincin luar

Gambar 4.41 Kompas geologi dalam keadaan terbuka. Nomor 1–7 menandai bagian utama; keterangan ada di bawah foto. Sumber: Matt Affolter (QFL247), CC BY-SA 3.0, Wikimedia Commons; diubah: nomor dan keterangan berbahasa Indonesia ditambahkan.

Bagian-bagiannya penting untuk dikenal. **Jarum magnetik** berputar bebas di atas **lingkaran derajat** (angka 0° sampai 360°, sistem azimut) dan ujung utaranya menunjuk utara magnetik. **Cermin dengan garis bidik** dipakai membidik sasaran sambil membaca jarum. **Nivo mata sapi** adalah gelembung bulat yang menunjukkan bahwa kompas sudah datar; jarum hanya terbaca benar bila kompas datar. **Nivo tabung** dan **klinometer** dipakai mengukur sudut kemiringan: klinometer tidak memakai jarum magnet sama sekali, melainkan memakai gravitasi dan gelembung tabung, sehingga besar kemiringan tidak terganggu oleh benda besi di sekitarnya. Ada pula **pengatur deklinasi** yang memungkinkan lingkaran derajat dikoreksi terhadap selisih antara utara magnetik dan utara sejati (lihat sub bab 3.4).

Kompas geologi menghasilkan tiga jenis data: **azimut** (arah sasaran dari utara, searah jarum jam), **jurus** (arah garis datar pada bidang lapisan), dan **kemiringan** (sudut bidang lapisan terhadap bidang datar). Cara mengukurnya langkah demi langkah dibahas di sub bab 4.7. Yang perlu kamu ingat di sini adalah perawatan dan batasannya. Kompas harus dijauhkan dari magnet, besi, dan baja karena jarum akan menyimpang. Kompas disimpan dalam keadaan tertutup agar cermin dan jarum tidak rusak dan tidak dibenturkan. Pada kompas yang jarumnya bergoyang lama sebelum berhenti, ada tombol peredam yang menahan

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

jarum.

3. GPS genggam

GPS genggam (*Global Positioning System*) adalah penerima sinyal satelit yang menghitung posisi pemegangnya. Hasilnya berupa **koordinat** (lintang dan bujur, atau sistem kisi seperti UTM), **ketinggian** (elevasi), dan waktu. Geolog memakainya untuk mencatat titik pengamatan, menandai singkapan sebagai **titik jalan** (*waypoint*) yang diberi nomor, dan kembali ke titik itu di lain hari. Semua anggota tim harus memakai sistem koordinat dan datum yang sama, sebab koordinat yang sama angkanya tetapi beda sistem akan menunjuk tempat berbeda.

GPS **bukan** alat untuk mengukur jurus atau kemiringan, dan tidak menggantikan kompas. Ia hanya tahu *di mana* kamu berdiri, bukan *ke mana* lapisan batuan miring. Ketelitiannya bergantung pada sinyal satelit. Di tempat terbuka sinyal baik; di dasar lembah sempit, di bawah pohon yang rapat, atau di dekat tebing tinggi, sinyal terhalang dan posisi menjadi kurang tepat. Karena itu geolog menunggu sampai angka ketelitian pada layar mengecil, dan mencatat nomor titik yang sama pada buku lapangan, pada label sampel, dan pada foto. Elevasi dari GPS genggam umumnya lebih kasar dibandingkan posisi mendatarnya, jadi untuk keperluan yang butuh ketinggian teliti dipakai peta kontur atau alat ukur lain. Siapkan baterai cadangan karena layar dan pencarian satelit cepat menghabiskan daya.

4. Loupe

Loupe (kaca pembesar lipat, biasanya perbesaran 10×) dipakai untuk mengamati butir mineral yang terlalu kecil untuk dilihat jelas dengan mata. Dengan loupe geolog melihat bentuk kristal, warna mineral, ukuran dan kebulatan butir, serta fosil kecil di dalam batuan. Cara memakainya: peganglah loupe sedekat mungkin ke mata, lalu dekatkan sampel ke loupe (bukan sebaliknya) sampai gambar tajam; jarak yang tepat hanya beberapa sentimeter. Amati **permukaan segar**, bukan permukaan lapuk. Loupe adalah alat *melihat*, bukan alat menggores atau memukul: lensa yang tergores tidak bisa dipakai lagi. Biasanya loupe dikalungkan dengan tali seperti pada Gambar 4.40.

5. HCl encer dan uji gores

Dua uji sederhana dilakukan langsung di lapangan. Yang pertama memakai **asam klorida encer (HCl encer)**, kira-kira berkadar 10 persen, dalam botol tetes kecil. Satu atau dua tetes diteteskan pada permukaan segar batuan. Bila batuan mengandung **karbonat** (misalnya batugamping yang tersusun dari kalsit), asam bereaksi dan melepaskan gas karbon dioksida sehingga terjadi **gelembung atau buih**. Batuan tanpa karbonat tidak berbuih. Uji ini membedakan batugamping atau marmer dari batuan lain yang kelihatan mirip. Dolomit, yang juga karbonat, bereaksi sangat lemah pada bongkahan dan lebih jelas bila batuan digerus menjadi serbuk, jadi "tidak berbuih" tidak selalu berarti "bukan karbonat".

HCl tetap asam. **Kacamata pelindung dan sarung tangan** dipakai saat meneteskannya, botol ditutup rapat, diberi label jelas, dan disimpan jauh dari wajah dan makanan. Kalau cairan mengenai kulit atau mata, segera bilas dengan banyak air bersih, dan laporkan kepada

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

pembimbing. Setelah uji, permukaan batu dibilas air bila memungkinkan dan tidak dibiarkan ada genangan asam di tanah.

Uji kedua adalah **uji gores** untuk menaksir **kekerasan**. Prinsipnya: benda yang lebih keras dapat menggores benda yang lebih lunak, tidak sebaliknya. Geolog membawa beberapa benda dengan kekerasan yang diketahui kasar: kuku (sekitar 2,5 pada skala Mohs), koin tembaga (sekitar 3), paku besi (sekitar 4), kaca (sekitar 5,5), dan pisau atau paku baja (sekitar 4 sampai 5,5 menurut jenis bajanya). Angka-angka ini hanya taksiran lapangan. Cara kerjanya: *benda uji digoreskan pada permukaan batuan atau mineral*, lalu diamati apakah ada goresan nyata. Jika paku menggores sebuah mineral tetapi kuku tidak, kekerasannya ada di antara keduanya. Skala Mohs dan penentuan batuan dari ciri-cirinya dibahas lebih dalam di sub bab 4.4. Perhatikan, **loupe tidak dipakai untuk menggores**, dan menggores bukan pekerjaan kompas atau GPS.

6. Pita ukur, klinometer, dan alat ukur lain

Pita ukur (meteran gulung, panjang 30 sampai 50 meter, atau meteran lipat) dipakai mengukur panjang lintasan, jarak antara titik pengamatan, dan **tebal lapisan**. Tebal sebenarnya sebuah lapisan harus diukur **tegak lurus bidang lapisan**; bila pita ditarik tegak (vertikal) pada lapisan yang miring, hasilnya lebih besar daripada tebal sebenarnya (alasannya dibahas di sub bab 4.7). Pita ukur juga dipakai sebagai pembanding ukuran di foto. Untuk mengukur sudut lereng tanah atau tebing, geolog memakai **klinometer**, yang pada kompas geologi sudah menyatu. Di base camp, setelah kembali dari lapangan, dipakai **busur derajat** dan **penggaris** untuk memplot arah dan jarak pada peta: busur menggambar sudut azimut dari arah utara peta, penggaris mengukur jarak peta sesuai skala. Dua alat ini bekerja di meja, bukan di singkapan.

7. Buku lapangan, pensil, kamera, dan peta dasar

Buku lapangan adalah catatan asli geolog: tempat menulis nomor titik, tanggal, koordinat, deskripsi batuan, angka pengukuran, dan sketsa. Buku yang baik bersampul tebal, kertasnya tahan lembap, dan halamannya bernomor. Yang dipakai menulis adalah **pensil**, karena tintanya tidak luntur terkena air dan tidak mati ketika hujan. Prinsip penting: **catatan lapangan tidak dihapus**. Bila ada kesalahan, coret dengan satu garis agar tulisan lama tetap terbaca, lalu tulis yang benar di sebelahnya. Catatan seperti ini dapat dipercaya karena memperlihatkan seluruh riwayatnya. **Kamera** (atau ponsel) mendokumentasikan singkapan; di setiap foto sertakan benda pembanding ukuran, misalnya palu atau pita ukur, dan catat nomor foto di buku. **Peta dasar** (peta topografi, atau citra) dibawa di papan jalan agar titik dapat diplot langsung.

8. Kantong sampel, label, dan perlengkapan pengambilan sampel

Sampel adalah bukti yang dibawa ke laboratorium. Sampel dimasukkan ke **kantong sampel** (plastik tebal atau kain) dan ditandai dengan **label**. Praktik yang baik adalah **label ganda**: satu ditulis di luar kantong, satu kartu label di dalam, supaya identitas sampel tidak hilang bila label luar basah atau sobek. Label memuat kode sampel yang unik, lokasi (nomor titik atau koordinat), tanggal, jenis batuan, dan nama pengambil. Untuk pengambilan sampel yang

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

lebih khusus, misalnya sampel alur lapisan batubara di dinding tambang, dibutuhkan juga pahat, terpal penampung serpihan, dan meteran. Sampel harus **segar** dan mewakili batuan yang dimaksud, bukan sembarang pecahan di tanah.

9. APD dan keselamatan di lapangan

Perlengkapan keselamatan dasar geolog lapangan: **helm** (terutama di bawah tebing, lereng, dan area tambang), **kacamata pelindung** (serpihan batu dan percikan HCl), **sepatu tertutup atau bot** yang kuat, **sarung tangan** (saat memegang batu tajam dan HCl), topi lapangan dan pakaian lengan panjang untuk panas, serta rompi berwarna mencolok di dekat lalu lintas alat berat. Selain itu: bekal air minum, perlengkapan P3K, alat komunikasi, dan kerja **berpasangan**, sehingga ada yang menolong bila terjadi kecelakaan. Jangan bekerja langsung di bawah dinding yang menjorok atau retak, jangan memanjat tebing yang tidak stabil hanya demi satu sampel, dan jangan menetes HCl tanpa kacamata.

Peralatan geologi lapangan: fungsi dan perhatian

Alat	Fungsi utama	Data yang diperoleh	Perhatian (APD dan perawatan)
Palu geologi	memecah batuan, membuka permukaan segar, dan mengambil sampel	sampel segar yang belum lapuk	pakai kacamata pelindung; orang lain menjauh dari serpihan
Kompas geologi	mengukur arah, jurus, dan kemiringan	azimut, jurus, kemiringan	jauhkan dari besi dan magnet; simpan dalam keadaan tertutup
GPS genggam	menentukan posisi titik pengamatan	koordinat, elevasi, nomor titik	tunggu sinyal baik; kurang tepat di bawah tebing dan pohon rapat
Loupe 10×	memperbesar butir mineral yang kecil	bentuk, warna, dan ukuran butir	tidak dipakai menggores; jaga lensa dari goresan
HCl encer	menguji kandungan karbonat	berbuih = ada karbonat	kacamata dan sarung tangan; botol tetes tertutup dan berlabel
Paku, pisau, koin, kaca	uji gores untuk menaksir kekerasan	lebih lunak atau lebih keras dari benda uji	goreskan benda uji pada batuan; hati-hati agar tangan tidak tergores
Pita ukur	mengukur panjang dan tebal lapisan	tebal, jarak, panjang lintasan	tebal diukur tegak lurus bidang lapisan
Buku lapangan, pensil	mencatat pengamatan dan sketsa	catatan asli di tempat kejadian	pensil tahan hujan; salah dicoret garis tunggal, tidak dihapus
Kantong sampel, label	menyimpan dan menandai sampel	sampel yang dapat ditelusuri ke titiknya	label luar dan kartu label di dalam kantong

Gambar 4.42 Ringkasan alat geologi lapangan: fungsi, data yang diperoleh, dan hal yang harus diperhatikan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

10. Merawat alat dan menyusun daftar bawaan

Alat yang terawat memberi data yang dapat dipercaya. Sesudah pulang: bersihkan palu dari tanah, lap kompas dan simpan terbuka kering lalu tertutup, bersihkan lensa loupe dengan kain lembut, keringkan buku yang lembap, isi ulang baterai GPS, tutup botol HCl rapat dan simpan di tempat yang aman. Sebelum berangkat, pakai **daftar periksa**: alat ukur lengkap dan berfungsi, alat sampel dan label cukup, perlengkapan catat siap, APD untuk semua anggota, air dan P3K ada. Daftar periksa mencegah kesalahan paling umum: berangkat tanpa label sampel atau tanpa kacamata.

11. Urutan memakai alat di satu singkapan

Alat yang tepat harus dipakai pada saat yang tepat. Gambar 4.43 menunjukkan urutan kerja di satu singkapan. Prinsipnya: **ukur, foto, dan catat dulu pada singkapan yang masih utuh**; baru sesudah itu singkapan diganggu dengan palu untuk mengambil sampel, dan uji HCl serta uji gores dilakukan pada permukaan segar sampel.



Gambar 4.43 Delapan langkah di satu singkapan, dari memeriksa keselamatan sampai merapikan lokasi, beserta alat yang dipakai di tiap langkah. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Alasan urutannya: keselamatan paling dahulu, karena singkapan di tebing atau di tepi jalan bisa runtuh atau ditabrak kendaraan. Lokasi dicatat sebelum yang lain agar semua data terikat pada satu titik. Foto diambil sebelum singkapan diubah oleh palu. Kedudukan lapisan diukur pada bidang lapisan yang masih di tempat aslinya. Sampel diambil setelah semuanya terdokumentasi. Terakhir, lokasi dirapikan: sampah dan bungkus dibawa pulang.

Ringkasan bagian ini. Alat geologi lapangan dikelompokkan menjadi alat mengamati (loupe, HCl encer, uji gores), mengukur (kompas geologi, GPS, pita ukur), mengambil sampel (palu geologi, kantong, label), dan mencatat (buku lapangan, pensil, kamera, peta dasar), ditambah APD. Setiap alat punya satu fungsi: kompas untuk arah, jurus, dan kemiringan; GPS untuk posisi; loupe untuk melihat butir kecil; HCl untuk karbonat; uji gores dengan benda keras untuk kekerasan; pita ukur untuk panjang dan tebal; palu runcing untuk batuan keras

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

dan palu pipih untuk batuan berlapis. Alat dipakai dengan perlindungan yang sesuai dan dirawat. Catatan tidak dihapus, sampel selalu berlabel.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Daftar alat untuk satu singkapan di tebing pantai

Pada Mei 2027, tim pemetaan sebuah SMK di Kabupaten Tuban akan mengamati satu singkapan batuan putih di tebing pantai. Tugas tim: (a) mengetahui posisi singkapan pada peta, (b) memastikan batuan itu mengandung karbonat, (c) mengamati fosil kecil di dalamnya, (d) mengukur tebal satu lapisan serpih yang tipis di dasar tebing, (e) mengambil contoh batuan dan mengenalinya kemudian, (f) mencatat dan menggambar singkapan, dan (g) melindungi mata saat memecah batu dan meneteskan asam. Tentukan alat untuk tiap tugas. *Kasus disusun untuk contoh; tempat dan tokoh fiktif.*

1. Tugas (a) menanyakan *posisi*: **GPS genggam**, dengan nomor titik; hasilnya diplot di peta dasar.
2. Tugas (b) menanyakan *karbonat*: **HCl encer** diteteskan pada permukaan segar; berbuih berarti ada karbonat. Permukaan segar didapat dengan **palu geologi** (ujung pipih bila batuan berlapis tipis).
3. Tugas (c) menanyakan *benda kecil yang tidak jelas*: **loupe 10×**, diamati pada permukaan segar.
4. Tugas (d) menanyakan *tebal*: **pita ukur**, ditarik tegak lurus bidang lapisan serpih.
5. Tugas (e) menanyakan *sampel*: **palu**, **kantong sampel**, dan **label** (luar dan kartu dalam).
6. Tugas (f) menanyakan *catatan*: **buku lapangan** dan **pensil**; foto dengan **kamera** disertai pembanding ukuran.
7. Tugas (g) menanyakan *pelindung*: **kacamata pelindung** dan **sarung tangan**; **helm** karena di bawah tebing.

Periksa: tidak ada tugas yang memakai alat untuk fungsi yang bukan miliknya. Kompas tidak dipakai di sini karena tidak ada tugas arah atau kedudukan; membawanya tetap wajar untuk pengamatan lain. Jawaban: tujuh alat atau kelompok alat di atas.

Contoh 2 — Memeriksa daftar bawaan yang keliru

Pada Agustus 2027, Dina memeriksa daftar bawaan tim pengamat singkapan batuan beku di Kabupaten Garut: palu geologi, kompas geologi, GPS, loupe, HCl encer dituang ke botol minum bekas tanpa tutup rapat dan tanpa label, kantong sampel tanpa label, buku catatan kertas biasa, dan bolpoin biasa. APD yang dibawa hanya topi. Temukan kekurangannya dan perbaiki. *Kasus disusun untuk contoh; tempat dan tokoh fiktif.*

1. Pisahkan alat yang benar dari yang bermasalah. Palu, kompas, GPS, dan loupe sesuai fungsinya.
2. **HCl dalam botol minum bekas tanpa label** berbahaya: orang bisa meminumnya, dan botol yang tidak rapat bisa tumpah. Perbaikan: botol tetes khusus, tertutup rapat, **berlabel jelas**.

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

3. **Kantong sampel tanpa label:** sampel tidak bisa ditelusuri. Perbaikan: sediakan label luar dan kartu label dalam, serta spidol permanen.
4. **Buku kertas biasa dan bolpoin:** kertas mudah basah, tinta bolpoin luntur. Perbaikan: buku lapangan bersampul tebal dan **pensil**.
5. **APD hanya topi:** tidak melindungi dari serpihan batu atau percikan asam. Perbaikan: **kacamata pelindung, sarung tangan, helm, sepatu tertutup**.
6. Tambahan: **pita ukur** untuk tebal dan jarak, serta peta dasar.

Periksa: setelah perbaikan, setiap tugas (posisi, arah, butir, karbonat, sampel, catatan, keselamatan) memiliki alat atau perlengkapan yang jelas. Jawaban: lima perbaikan (HCl, label, buku dan pensil, APD, tambahan pita ukur dan peta).

Contoh 3 — Mengurutkan kegiatan di satu singkapan

Delapan kegiatan berikut kacau urutannya: (A) memecah batu untuk sampel, (B) mencatat koordinat dengan GPS, (C) meneteskan HCl pada sampel segar, (D) memeriksa tebing, cuaca, dan memakai APD, (E) memotret singkapan dengan palu sebagai pembanding, (F) mengukur kedudukan lapisan dengan kompas, (G) menulis semua data di buku lapangan, (H) memberi label dan memasukkan sampel ke kantong. Susunlah urutan yang benar. *Kasus disusun untuk contoh; tidak ada tempat atau tokoh tertentu.*

1. Yang pertama selalu keselamatan: **D**.
2. Lokasi dicatat agar semua data terikat pada satu titik: **B**.
3. Foto sebelum singkapan diganggu: **E**.
4. Kedudukan lapisan diukur pada bidang yang masih di tempat: **F**.
5. Seluruh data ditulis selagi segar: **G**.
6. Baru kemudian singkapan boleh dipecah untuk sampel: **A**.
7. Sampel segar diberi label dan dimasukkan: **H**.
8. Uji HCl dilakukan pada permukaan segar sampel: **C**.

Urutan: D → B → E → F → G → A → H → C. Periksa: tidak ada kegiatan yang merusak singkapan sebelum data tidak terganggu (E dan F) diambil, dan tidak ada sampel tanpa label.

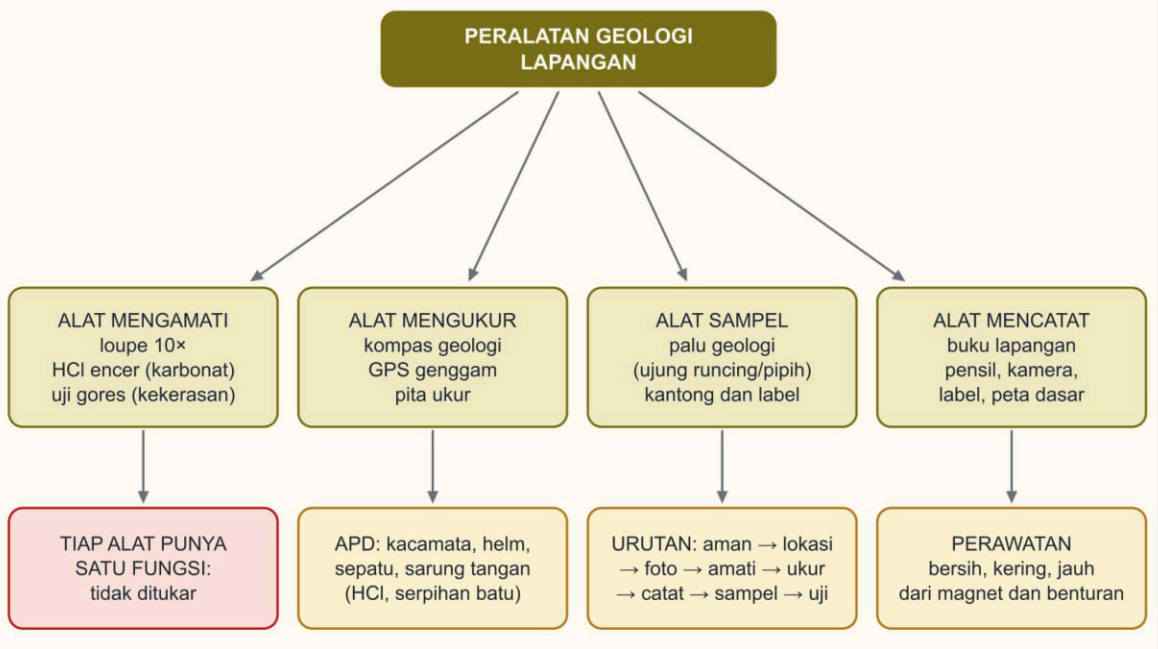
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Empat pekerjaan, empat kelompok alat:** mengamati (loupe, HCl encer, uji gores), mengukur (kompas geologi, GPS, pita ukur), mengambil sampel (palu geologi, kantong, label), mencatat (buku lapangan, pensil, kamera, peta dasar).
- **Satu alat, satu fungsi:** kompas untuk arah, jurus, kemiringan; GPS untuk posisi; loupe untuk melihat butir kecil; HCl untuk karbonat; benda keras untuk uji gores; pita ukur untuk panjang dan tebal.
- **Palu runcing** untuk batuan keras; **palu pipih** untuk batuan berlapis.
- **HCl encer** berbuih berarti karbonat; kacamata dan sarung tangan wajib.
- **GPS** kurang tepat di bawah pohon rapat dan tebing; **elevasi** GPS lebih kasar.
- **Klinometer** tidak terganggu besi; **jarum** terganggu besi.
- **Catatan tidak dihapus; sampel berlabel ganda.**
- **Urutan di singkapan:** aman, lokasi, foto, amati, ukur, catat, sampel, uji.

Gambar 4.44 merangkum kelompok alat, perlindungan, urutan kerja, dan perawatan.



Gambar 4.44 Peta konsep peralatan geologi lapangan: empat kelompok alat, ditambah aturan satu alat satu fungsi, APD, urutan kerja, dan perawatan. 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 tentang alat lapangan:

1. **Tulis kebutuhannya dulu.** Soal biasanya memberi beberapa kebutuhan (koordinat, kedudukan, butir kecil, karbonat, sampel). Garis bawahi kata kerjanya: mencatat posisi, mengukur sudut, mengamati butir, memeriksa karbonat, memecah.
2. **Pasangkan setiap kebutuhan dengan satu alat** berdasarkan fungsi pada Gambar 4.42, lalu periksa pilihan yang menukar fungsi.
3. **Periksa perlindungan.** Bila soal menyebut asam, serpihan, tebing, atau lalu lintas, cari pilihan yang memuat APD.
4. **Untuk urutan,** cari yang tidak merusak singkapan sebelum data diambil dan yang paling dahulu memeriksa keselamatan.

Jebakan khas pada soal ini:

- **Loupe dipakai menggores** padahal loupe untuk melihat; yang menggores adalah paku atau pisau baja.
- **GPS dipakai mengukur jurus** atau kemiringan; GPS hanya posisi.
- **HCl dipakai tanpa kacamata atau sarung tangan.**
- **Palu runcing untuk membelah batuan berlapis tipis,** padahal palu pipih yang cocok.
- **Koordinat dicatat di bawah tebing atau pohon rapat** tanpa menunggu ketelitian, atau elevasi GPS dianggap lebih teliti daripada peta kontur.
- **Kantong sampel tanpa label,** atau label hanya di luar.
- **Catatan dihapus atau ditulis dengan tinta yang luntur.**
- **Alat gambar (busur, penggaris) disebut alat lapangan** untuk memplot, padahal dipakai di meja.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menyajikan satu tim pemetaan dengan lima kebutuhan di singkapan sungai. Dua alat yang paling sering tertukar fungsinya ada di dalamnya. Pasangkan tiap kebutuhan dengan alat memakai fungsi pada Gambar 4.42, lalu periksa kembali fungsi alat yang tertulis pada setiap pilihan, bukan hanya namanya.

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

►. Tim pemetaan SMK Bina Tambang (2027) akan mengamati singkapan batuan di Sungai Cilutung. Kebutuhan di setiap singkapan: mencatat koordinat lokasi, mengukur kedudukan lapisan, mengamati butir mineral kecil di batuan, memeriksa apakah batuan mengandung karbonat, dan mengambil sampel segar dari batuan yang keras.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Rencana pemakaian alat yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. GPS genggam dipakai untuk mencatat koordinat setiap titik singkapan.
☐ B. Kompas geologi dipakai untuk mengukur jurus dan kemiringan lapisan batuan.
☐ C. Loupe dipakai untuk menggores mineral guna menentukan kekerasannya.
☐ D. Larutan HCl encer diteteskan pada batuan untuk memeriksa kandungan karbonat.
☐ E. Palu geologi dipakai untuk memecah batuan keras agar diperoleh sampel yang segar.

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

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

Konsep: Peralatan geologi lapangan: GPS (koordinat), kompas geologi (arah, jurus, kemiringan), loupe (kaca pembesar untuk mengamati butir), HCl encer (uji karbonat), palu geologi (mengambil sampel), pisau/paku baja (uji kekerasan), kantong dan label sampel.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✓ GPS menentukan koordinat lokasi pengamatan.
• **Pernyataan 2** ✓ Kompas geologi memiliki klinometer untuk mengukur kemiringan dan jarum untuk arah jurus.
• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: loupe dipakai untuk mengamati butir mineral kecil; kekerasan diuji dengan menggores memakai pisau atau paku baja.
• **Pernyataan 4** ✓ Batuan karbonat berbuih bila ditetesi HCl encer.
• **Pernyataan 5** ✓ Palu geologi memecah batuan sehingga permukaan segar yang belum lapuk dapat diambil.

Jawaban: pernyataan 1, 2, 4, 5.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk setiap soal, tulis dulu kebutuhan yang diminta, lalu alat yang cocok, lalu perlindungan yang diperlukan.

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

1. Tim geologi PT Bara Sumber, Muara Enim (2027) akan mengambil contoh alur (channel sample) lapisan batubara di dinding tambang. Langkahnya: mengukur panjang alur dari atap sampai lantai lapisan, memahat alur selebar 10 cm, menampung serpihan batubara agar tidak tercecer di lantai, lalu memasukkannya ke kantong yang diberi keterangan. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Perlengkapan yang paling tepat dibawa adalah ....

A. Meteran, palu, pahat, terpal, kantong sampel, dan label
B. Kompas geologi, loupe, HCl encer, dan kantong sampel
C. GPS, kamera, palu geologi, dan buku catatan lapangan
D. Meteran, bor tangan, ember, dan kantong plastik polos
E. Palu dan pahat, loupe, kompas geologi, dan buku catatan lapangan

2. Dedi, siswa PKL di PT Geo Sumatra (2027), mengukur jurus dan kemiringan lapisan batupasir dengan kompas geologi. Pembimbing mengamati langkah-langkahnya dan mencatatnya untuk penilaian.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Langkah Dedi yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Mendatarkan kompas dengan melihat gelembung nivo mata sapi berada di tengah sebelum membaca jurus.
☐ B. Membaca arah jurus dari skala klinometer setelah sisi kompas ditempelkan pada lapisan.
☐ C. Menempelkan sisi kompas pada bidang lapisan saat mengukur jurus.
☐ D. Untuk kemiringan, meletakkan kompas tegak dengan sisinya tegak lurus arah jurus.
☐ E. Membaca besar kemiringan dari klinometer setelah gelembung nivo tabungnya berada di tengah.

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

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

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa permukaan segar harus dibuat dengan palu sebelum loupe dan HCl dipakai, dan mengapa HCl wajib disertai kacamata?
- Mengapa kompas geologi bisa memberi jurus yang salah di dekat alat berat tetapi besar kemiringan tetap benar?
- **Yang harus kuingat:** mengamati (loupe, HCl, uji gores), mengukur (kompas, GPS, pita ukur), mengambil sampel (palu, kantong, label), mencatat (buku, pensil, kamera). Satu alat satu fungsi; APD dipakai; catatan tidak dihapus; urutan: aman, lokasi, foto, amati, ukur, catat, sampel, uji.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 4.6: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktgp&node=SMKTGP-4.6

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Sub bab 4.7 · Langkah kerja dan analisis data pengukuran geologi lapangan

SMKTGP-4.7

◎ APA YANG DIUJI

Subtopik Peta Topik NLS **TKA-SMKTGP-04-07** menguji dua hal yang saling bersambung: urutan kerja geologi di lapangan, dan cara mengolah serta membaca data pengukuran yang dihasilkannya. Pengukuran yang paling khas adalah **jurus (strike)** dan **kemiringan (dip)** lapisan batuan dengan kompas geologi. Soalnya berupa kasus siswa PKL atau tim pemetaan yang mengukur lapisan yang sama di beberapa titik, lalu muncul satu angka yang berbeda jauh. Kamu diminta memutuskan tindakan yang benar: mengukur ulang, merata-ratakan, menyimpulkan lipatan, atau menghapus data. Ada juga soal yang meminta langkah kerja pengamatan singkapan, label sampel, atau pembacaan pola data sepanjang lintasan.

Sub bab ini tergolong prioritas karena memuat hitungan ringan dan penalaran, dan karena jebakannya halus: setiap pengecoh tampak "masuk akal". Pengetahuan dasarnya sederhana: apa arti jurus dan kemiringan, cara menuliskannya, kapan sebuah data patut dicurigai, dan aturan memperlakukan data. Hitungannya hanya penjumlahan, pembagian, dan selisih.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menyebut tahapan kerja lapangan geologi dari persiapan sampai dokumentasi;
- menjelaskan arti jurus, kemiringan, dan arah kemiringan, serta menuliskan kedudukan lapisan dalam notasi azimut dan kuadran;
- mengukur kedudukan lapisan dengan kompas geologi dengan langkah yang benar;
- mengenali data anomali, menyebut penyebabnya, dan memperlakukannya sesuai aturan data (ukur ulang, jangan dihapus);
- menghitung rata-rata dan kisaran hanya dari data yang sebanding, serta menyimpulkan pola (lapisan miring seragam atau lipatan) dari banyak data.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Geologi lapangan adalah pekerjaan mengumpulkan bukti. Singkapan batuan tidak bisa dibawa utuh ke kantor, jadi yang dibawa pulang adalah catatan, angka, foto, dan sampel. Karena bukti itu menjadi dasar peta geologi dan rencana tambang, cara mengumpulkannya harus teliti, dan cara memperlakukannya harus jujur. Sub bab ini mengikuti jalannya satu hari kerja lapangan, lalu masuk ke inti: mengukur dan mengolah kedudukan lapisan.

1. Langkah kerja lapangan dari persiapan sampai dokumentasi

Kerja lapangan yang baik dimulai jauh sebelum tiba di singkapan. Tahapnya dapat diringkas menjadi tujuh.

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

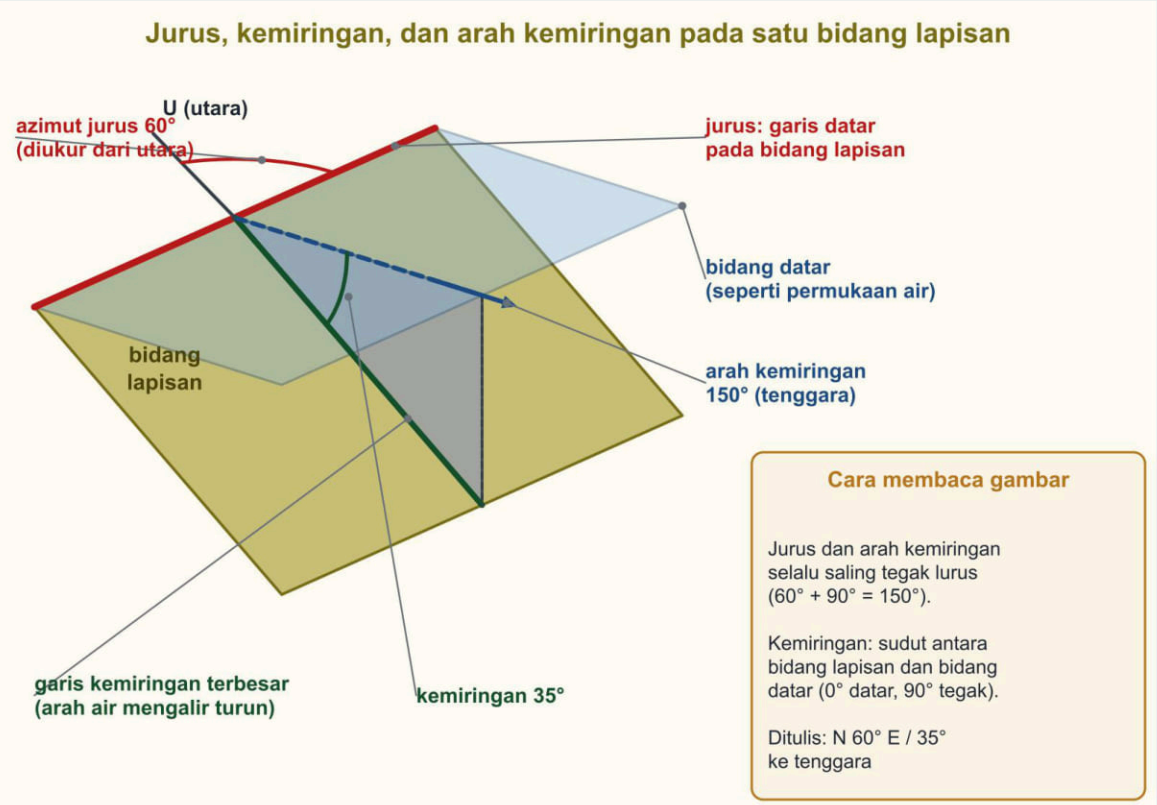
1. **Persiapan.** Kenali tujuan hari itu (apa yang ingin diketahui), pelajari peta dan lintasan, periksa cuaca, dan urus izin masuk lokasi. Siapkan alat dan perlengkapan sesuai daftar periksa (sub bab 4.6), lengkap dengan APD, air, P3K, dan alat komunikasi. Beri tahu orang di base camp rute dan jam kembali.
2. **Orientasi.** Setibanya di lokasi, tentukan posisi pada peta dengan GPS dan lihat bentang alam sekitarnya: arah sungai, bentuk lereng, jalan masuk. Periksa keselamatan singkapan: tebing yang retak, bongkah yang siap jatuh, lalu lintas alat berat.
3. **Pengamatan singkapan.** Amati dulu sebelum mengukur: batuan apa, bagaimana warnanya, apakah berlapis, apakah ada retakan atau pecahan. Tentukan bagian yang paling mewakili. Pastikan yang akan kamu ukur memang **lapisan di tempat aslinya**, bukan bongkahan yang sudah jatuh.
4. **Pengukuran.** Ukur kedudukan lapisan (jurus dan kemiringan), tebal lapisan, dan jarak antar titik dengan alat yang tepat.
5. **Pencatatan.** Tulis segera di buku lapangan: nomor titik, tanggal, koordinat, deskripsi, angka pengukuran, dan sketsa. Jangan menunda sampai malam.
6. **Pengambilan sampel.** Pecah batuan untuk mendapat permukaan segar, ambil sampel, beri label ganda, dan catat nomor sampel di buku lapangan.
7. **Dokumentasi.** Ambil foto dengan pembanding ukuran, catat nomor foto, rapikan lokasi, dan di base camp periksa kelengkapan catatan hari itu.

Satu hal tidak boleh dilupakan di semua tahap: keselamatan. Tebing yang tampak kokoh dapat runtuh; jangan bekerja di bawah dinding yang menjorok; bekerja berpasangan; hentikan pekerjaan bila hujan lebat atau petir. Data yang bagus tidak sepadan dengan cedera.

2. Jurus dan kemiringan: dua angka yang menggambarkan satu bidang miring

Lapisan batuan sedimen awalnya mendatar karena diendapkan di dasar laut atau sungai. Gaya endogen (sub bab 4.5) kemudian dapat memiringkannya. Untuk menggambarkan bidang miring seperti itu kita butuh dua informasi, dan keduanya dapat dipahami dari sebuah kolam. Bayangkan kolam yang dindingnya miring. Garis tempat air menyentuh dinding adalah **garis datar**, karena permukaan air selalu datar. Garis itu disebut **jurus**. Lalu bayangkan air yang kamu tuang ke dinding itu: ia mengalir menuruni dinding sepanjang jalur paling curam. Sudut jalur itu terhadap permukaan air yang datar adalah **kemiringan**. Arah jalur turunnya disebut **arah kemiringan**.

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



Gambar 4.45 Bidang lapisan (hijau zaitun) memotong bidang datar (biru). Garis potongnya adalah jurus; sudut antara garis kemiringan terbesar dan bidang datar adalah kemiringan; arahnya diukur dari utara. Bidang miring 35° ke tenggara dengan jurus N 60° E. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Definisinya, berdasarkan Gambar 4.45:

- **Jurus (strike)** adalah arah garis **datar** pada bidang lapisan, yaitu garis perpotongan bidang lapisan dengan bidang datar. Arahnya dinyatakan sebagai sudut dari utara.
- **Kemiringan (dip)** adalah sudut antara bidang lapisan dan bidang datar, diukur pada garis kemiringan terbesar. Nilainya antara 0° (datar) dan 90° (tegak).
- **Arah kemiringan (dip direction)** adalah arah ke mana bidang miring turun. Arah ini selalu **tegak lurus (90°) terhadap jurus**.

Karena jurus dan arah kemiringan saling tegak lurus, kamu bisa mencari satu dari yang lain asalkan tahu ke sisi mana bidang itu turun. Misalnya, bidang dengan jurus utara–selatan hanya bisa miring ke timur atau ke barat; ke mana pun, jurusnya tetap utara–selatan.

Jurus dipakai untuk menggambarkan lapisan pada peta (garis yang sejajar jurus mengikuti ketinggian yang sama), sedangkan kemiringan menunjukkan seberapa cepat lapisan makin dalam. Bagi pekerjaan tambang keduanya menentukan di mana lapisan batubara akan ditemukan di bawah tanah penutup, ke arah mana lubang bor perlu digeser, dan seberapa tebal lapisan yang sebenarnya. Contohnya, bila sebuah lapisan miring 15° ke timur, setiap 30 m kita bergeser ke timur dari singkapan, lapisan itu berada sekitar 8 m lebih dalam (30 m × 0,268 = 8,0 m). Bergeser sejajar jurus, lapisan tetap pada kedalaman yang sama; bergeser berlawanan arah kemiringan, lapisan sudah tererosi di atas permukaan.

Pada singkapan nyata, lapisan yang miring tampak seperti pada Gambar 4.46, dan kemiringannya diukur dengan kompas yang ditempelkan pada bidang batuan.



Gambar 4.46 Kiri: lapisan batupasir yang miring pada singkapan. Kanan: kompas dengan klinometer ditempelkan tegak pada bidang batuan untuk mengukur kemiringan. Sumber: kiri James St. John, CC BY 2.0; kanan pengunggah Wikimedia Commons (domain publik), Wikimedia Commons; diubah: dua foto disusun berdampingan.

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

3. Menuliskan kedudukan: azimut, kuadran, dan arah kemiringan

Kedudukan lapisan ditulis sebagai **jurus / kemiringan**, misalnya **N 60° E / 35°**. Penulisan jurus memakai arah dari utara. Ada dua cara yang umum, dan keduanya benar bila dipakai konsisten.

Sistem azimut. Sudut diukur dari utara searah jarum jam, dari 0° sampai 360°. Di Indonesia notasi azimut sering ditulis dengan huruf N dan E, misalnya **N 120° E**, yang dibaca "jurus azimut 120°" (arah tenggara–barat laut). Angka di antara N dan E boleh lebih dari 90°. Cara ini cocok dengan kompas yang berlingkaran 0°–360° dan dipakai pada soal-soal latihan di buku ini.
Sistem kuadran. Sudut diukur dari utara atau selatan terdekat, jadi tidak pernah lebih dari 90°, dan kuadran ditulis dengan dua huruf arah: **N 45° E**, **S 70° W**, dan seterusnya. Pengubahannya mudah:

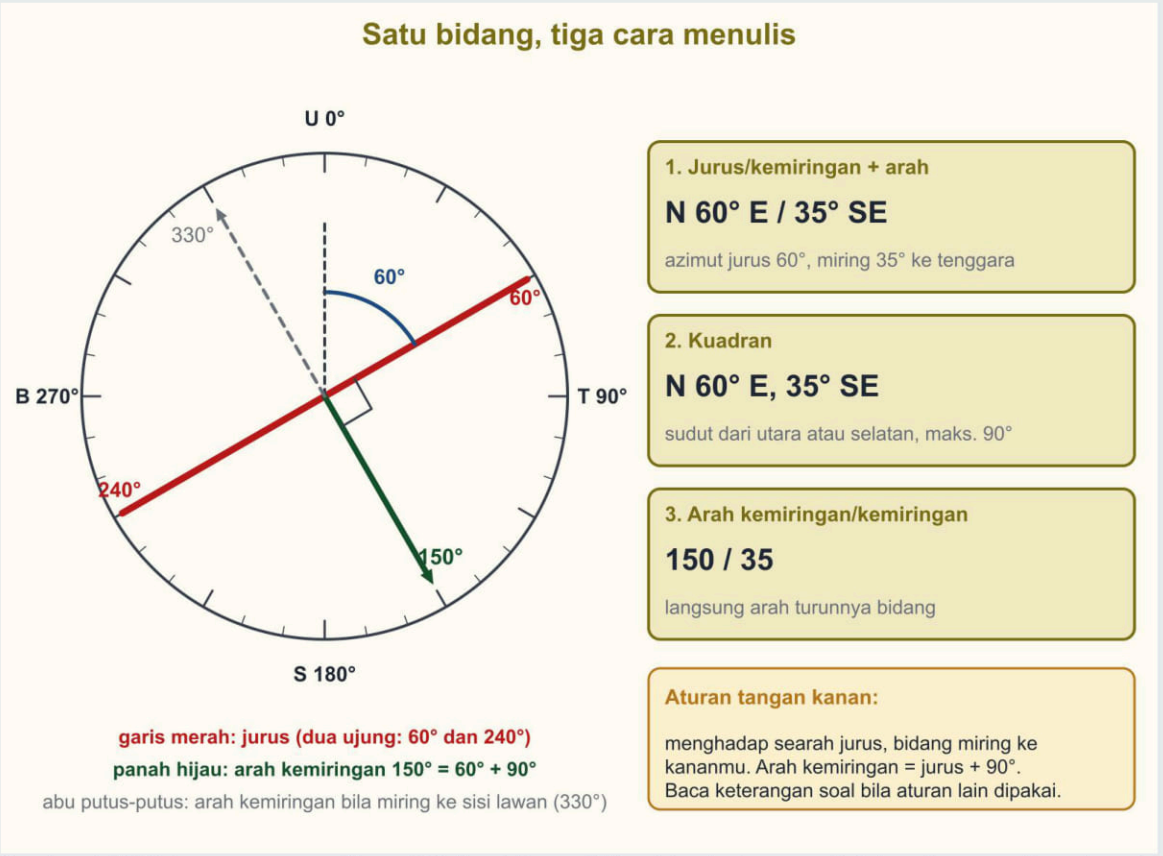
Azimut	Ditulis dalam kuadran
0°–90°	N θ E (θ = azimut)
90°–180°	S (180° − θ) E
180°–270°	S (θ − 180°) W
270°–360°	N (360° − θ) W

Jurus **punya dua ujung** yang berbeda 180°, sehingga N 60° E dan N 240° E adalah **garis yang sama**. Karena itu notasi jurus saja tidak memberi tahu bidang miring ke sisi mana. Ada dua cara menambahkan informasi itu.

1. **Menulis arah kemiringan dengan mata angin**, misalnya N 60° E / 35° **ke SE** (ke tenggara). Ini paling jelas dan paling sering dipakai pada catatan lapangan.
2. **Memakai aturan tangan kanan.** Menghadaplah ke arah jurus; bidang itu dianggap miring ke sisi **kanan**-mu. Dengan aturan ini, **arah kemiringan = jurus + 90°**, sehingga arahnya tidak perlu ditulis. Untuk N 60° E, arah kemiringan = 60° + 90° = 150°, atau tenggara.

Kedua cara itu menghasilkan arah yang sama bila aturannya sama, tetapi tidak semua tim memakai aturan tangan kanan. Karena itu bila notasi hanya menulis "jurus/kemiringan" tanpa arah, baca keterangan soal atau catatan tentang aturan yang dipakai. Jangan menebak. Cara ketiga menulis kedudukan adalah **arah kemiringan/kemiringan** langsung, misalnya **150/35**, yang dipakai di banyak perangkat lunak dan peta modern. Ketiganya menggambarkan bidang yang sama, seperti terlihat pada Gambar 4.47.

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



Gambar 4.47 Bidang yang sama (jurus 60°, kemiringan 35°, miring ke tenggara) dalam tiga penulisan, beserta hubungan sudutnya. Garis putus-putus menunjukkan arah kemiringan bila bidang miring ke sisi sebaliknya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

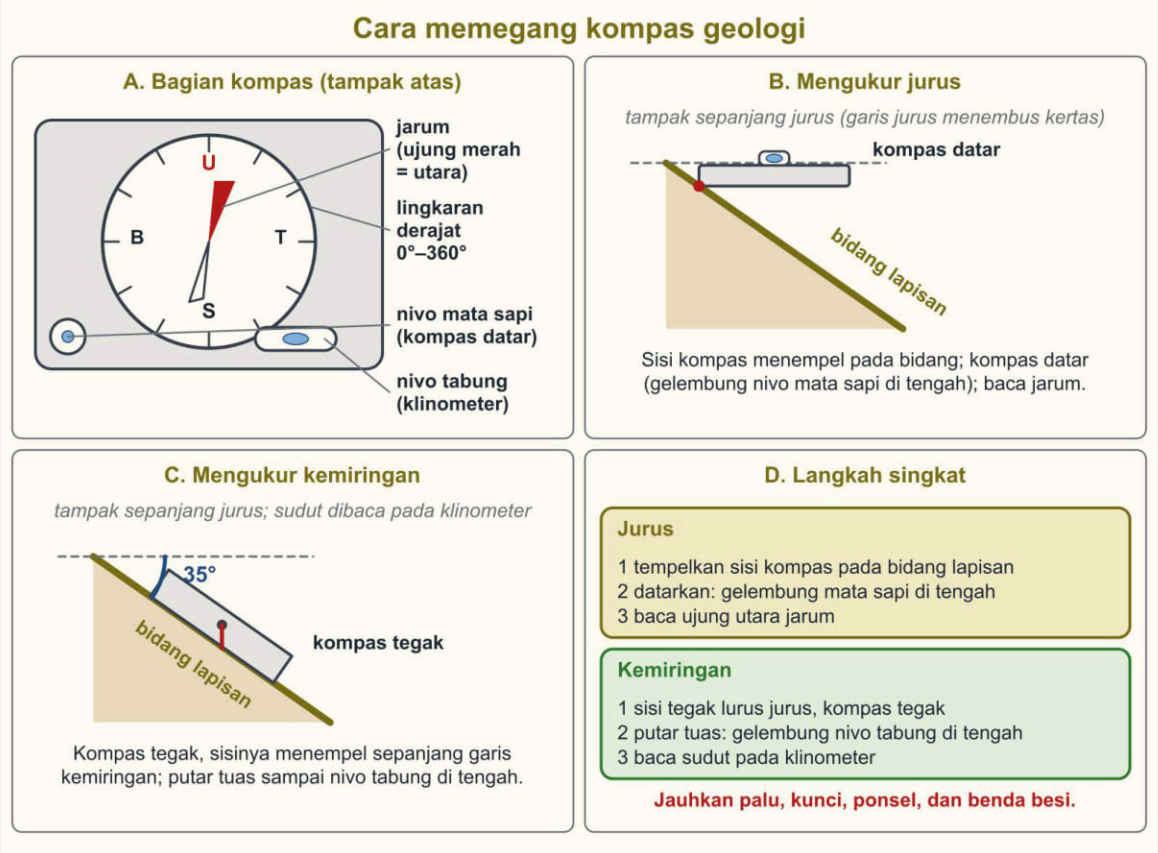
4. Mengukur dengan kompas geologi

Bagian-bagian kompas geologi sudah dikenalkan di sub bab 4.6 (Gambar 4.41). Ukuran **jurus** dan **kemiringan** diambil dengan dua cara berbeda, dan cara pegangnya harus benar.

Mengukur jurus: (1) pilih bidang lapisan yang masih di tempatnya dan cukup rata; bila permukaan kasar, letakkan buku lapangan atau papan tipis pada bidang itu supaya kompas bertumpu pada bidang rata; (2) tempelkan **sisi kompas** pada bidang lapisan; (3) buat kompas **datar** dengan menggeser sampai **gelembung nivo mata sapi berada di tengah**, karena jarum hanya terbaca benar bila kompas datar; (4) tunggu jarum berhenti, lalu baca angka pada lingkaran derajat di ujung utara jarum. Garis yang dibentuk sisi kompas itu adalah **garis datar pada bidang lapisan**, yaitu jurus.

Mengukur kemiringan: (1) putar kompas sehingga **sisinya tegak lurus jurus**, yaitu searah garis kemiringan terbesar; (2) tempelkan sisi kompas pada bidang lapisan dengan kompas dalam keadaan **tegak**; (3) putar tuas klinometer sampai **gelembung nivo tabung berada di tengah**; (4) baca besar sudut pada skala klinometer. Kemiringan **tidak memakai jarum magnet**, sehingga tidak terpengaruh benda besi di dekatnya.

Cara memegang kompas untuk kedua pengukuran itu diperlihatkan pada Gambar 4.48.



Gambar 4.48 Cara mengukur dengan kompas geologi, tampak samping memotong bidang lapisan: kompas datar untuk jurus, kompas tegak sepanjang garis kemiringan untuk kemiringan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Beberapa kebiasaan baik: ukur **beberapa kali** pada titik yang berdekatan di lapisan yang sama; ukur di bidang yang sama sekali bukan bidang lapuk atau rekah; jauhkan palu, kunci, ponsel, dan

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

benda besi lain dari kompas; dan catat segera. Selain itu, setiap kompas perlu dikoreksi terhadap **deklinasi** (selisih utara magnetik dengan utara sejati, sub bab 3.4) sesuai ketentuan tim, dan ketentuan ini ditulis di buku lapangan.

5. Mencatat dengan baik di buku lapangan

Buku lapangan adalah bukti. Setiap pengukuran dicatat **di tempat, pada saat itu**, memuat: nomor titik, tanggal dan jam, koordinat dari GPS, jenis batuan, **kedudukan (jurus/kemiringan dan arah kemiringan)**, tebal lapisan bila diukur, nomor foto dan nomor sampel, kondisi yang dapat memengaruhi data (misalnya "1,5 m dari truk"), dan sketsa singkat. Gambar 4.49 memperlihatkan contoh halaman yang baik. Perhatikan baris yang dicoret satu garis tetapi tetap terbaca, dan baris pengukuran ulang di bawahnya.

BUKU LAPANGAN · Tim SMK Geologi (fiktif) · halaman 17

Rabu, 14 Juli 2027 · cerah · lokasi: dinding galian jalan, lintasan 3

GPS titik T1: X 457.120 Y 9.118.560 (waypoint 021); T1–T5 berjarak ± 3–4 m

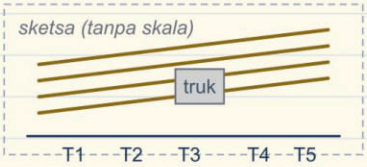
Batuan: batupasir halus berlapis; bidang lapisan rata, masih di tempat

Titik	Kedudukan (jurus/kemiringan, arah)	Catatan
T1	N 78° E / 31° SSE	foto 12, pembanding palu
T2	N 81° E / 29° SSE	sampel S-02
T3	N 76° E / 30° SSE	foto 13
~~T4~~	~~N 112° E / 30° SSE~~	**DICORET: 1,5 m dari truk, jurus menyimpang**
T4′	N 79° E / 30° SSE	ukur ulang 8 m dari truk; sampel S-04
T5	N 80° E / 32° SSE	foto 14

Koreksi deklinasi sesuai ketentuan tim (tertulis di sampul buku).

Rata-rata (T1, T2, T3, T4′, T5): jurus 78,8° ; kemiringan 30,4°

Hasil: N 79° E / 30° ke SSE (S 11° E). Data T4 tetap tercatat.



Gambar 4.49 Contoh halaman buku lapangan (dokumen fiktif untuk latihan): data yang diduga terganggu tidak dihapus, hanya dicoret satu garis dan dijelaskan, lalu pengukuran ulang dicatat pada baris berikutnya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

6. Data anomali: apa penyebabnya dan apa yang dilakukan

Data anomali adalah data yang menyimpang jauh dari data lain yang sebanding. Sebelum memutuskan apa yang dilakukan, tanyakan: *mengapa data itu berbeda?* Ada dua kemungkinan besar. Pertama, **datanya benar dan lapangannya memang berbeda**, misalnya titik itu sudah berada di sayap lain sebuah lipatan atau di sisi lain sebuah sesar. Kedua, **pengukurannya terganggu atau salah**, dan inilah yang paling sering. Penyebab pengukuran terganggu:

- **Benda logam atau magnet di dekat kompas**: ekskavator, truk, pagar kawat, rel, kendaraan, palu baja, kunci, ponsel, atau kabel listrik. Jarum magnetik menyimpang sehingga **jurus** salah, sedangkan **kemiringan** dari klinometer biasanya tetap benar.
- **Batuan yang bermagnet** di sekitar titik, misalnya batuan yang kaya mineral besi tertentu.
- **Bidang yang diukur bukan bidang lapisan**: bongkahan yang sudah longsor dan berputar, bidang rekah (kekar), atau bidang pelapukan.
- **Kompas tidak datar** saat membaca jurus, atau gelembung klinometer tidak di tengah.
- **Salah baca atau salah tulis**: angka tertukar, 180° terlewat, kuadran salah.

Cara menangani data anomali dirangkum menjadi aturan data yang harus kamu hafal sebagai kebiasaan kerja, bukan sebagai hafalan kosong:

1. **Data yang meragukan diukur ulang**, di tempat yang bebas gangguan: jauhkan dari alat berat dan benda logam, lalu ukur lagi.
2. **Data lapangan tidak boleh dihapus.** Data awal tetap tercatat (dicoret satu garis dan diberi keterangan), lalu data ulang dicatat sebagai data baru. Alasannya: data awal adalah bukti, dan kadang justru anomali itu yang bermakna.
3. **Rata-rata hanya dari data yang sebanding**, yaitu data dari bidang yang sama, diukur dengan cara yang sama, dan tidak terganggu.
4. **Jangan menyimpulkan** struktur geologi baru (lipatan, sesar) dari satu data yang menyimpang. Kesimpulan struktur membutuhkan **pola dari banyak data**.
5. **Jangan mengganti alat** hanya karena satu data berbeda, kecuali ada bukti alat bermasalah (misalnya semua data menyimpang pada pengecekan ulang).

7. Mengolah data: rata-rata dan kisaran

Setelah data bersih dan sebanding, kita menyatakannya dalam satu nilai wakil. **Rata-rata** (jumlah data dibagi banyak data) dipakai untuk jurus dan kemiringan yang sebanding. Pasangkan dengan **kisaran** (nilai terbesar dikurangi nilai terkecil) untuk menunjukkan seberapa seragam datanya. Kisaran kecil (beberapa derajat) berarti data konsisten; kisaran besar berarti ada sesuatu yang perlu diperiksa. Perhatikan dua perangkap hitungan.

- **Satu data anomali menggeser rata-rata.** Pada empat data 76°, 78°, 80°, 81° rata-ratanya 78,75°. Menambahkan satu data terganggu 112° menggeser rata-rata menjadi 85,4°, padahal tidak ada satu pun data yang benar mendekati 85°. Kesalahan sebesar itu cukup untuk menempatkan sumur uji di tempat yang keliru.
- **Jurus di sekitar utara (0°/360°).** Rata-rata 358° dan 4° bukan (358 + 4) ÷ 2 = 181°, melainkan sekitar 1°, karena kedua arah hampir sama. Cara aman: tambahkan 360° pada

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

angka kecil (4° menjadi 364°), rata-ratakan ((358 + 364) ÷ 2 = 361°), lalu kurangi 360° (1°). Cara lain: tulis dalam kuadran (N 2° W dan N 4° E).

Untuk data kemiringan, perhatikan pula **arah kemiringannya**. Data kemiringan ke timur dan ke barat tidak dirata-ratakan menjadi satu angka, karena itu data dari sisi lipatan yang berbeda, bukan data yang sebanding.

Gambar 4.50 menyajikan contoh lima pengukuran lapisan yang sama beserta sebaran jurusnya, sehingga tampak jelas satu data yang menyimpang dan akibatnya pada rata-rata.

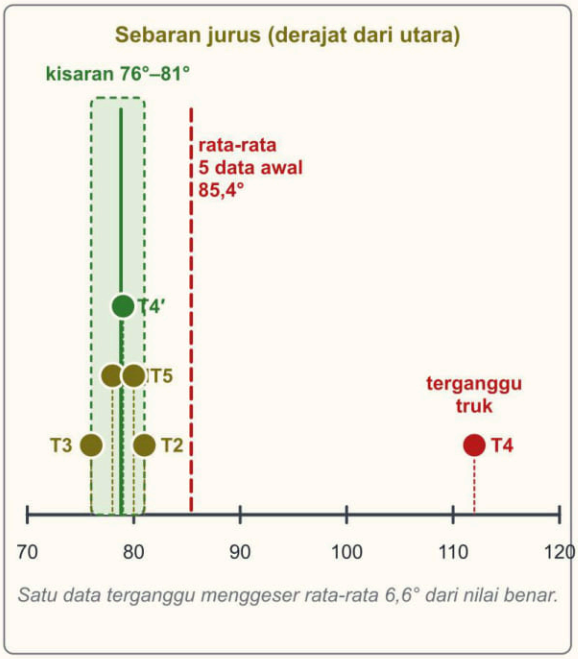
Lima pengukuran lapisan yang sama dan sebaran jurusnya

Titik	Jurus (N°E)	Miring (°)	Catatan
T1	78	31	
T2	81	29	
T3	76	30	
T4	112	30	1,5 m dari truk
T5	80	32	
T4′	79	30	ukur ulang 8 m

Rata-rata jurus 5 data awal: 85,4°

Rata-rata T1, T2, T3, T4′, T5: 78,8°

Kemiringan rata-rata data sebanding: 30,4°



Gambar 4.50 Lima pengukuran lapisan yang sama (kiri) dan sebaran jurusnya (kanan): satu titik terganggu truk menyimpang jauh dan menggeser rata-rata bila ikut dihitung. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Educational Institutions

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

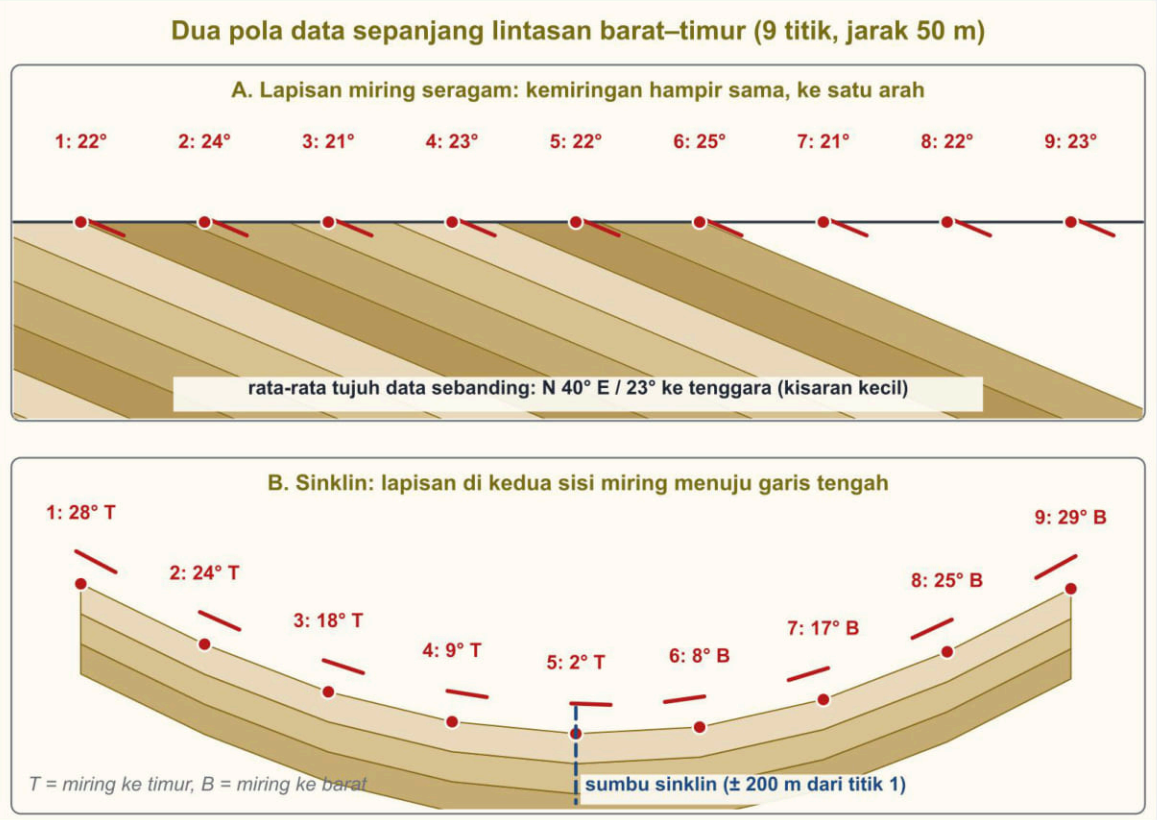
8. Menyimpulkan dari pola banyak data

Setelah mengolah data, geolog bertanya: *pola apa yang tampak?* Ada dua pola dasar.

Lapisan miring seragam. Bila banyak titik pada lintasan memberi jurus dan kemiringan yang hampir sama dengan kisaran kecil, lapisan itu hanya **miring ke satu arah**. Nilai wakilnya adalah rata-rata data yang sebanding.

Lipatan. Bila sepanjang lintasan **arah kemiringan berbalik**, dan kemiringannya makin landai mendekati satu garis lalu berbalik arah, lapisan itu terlipat. Bila lapisan di kedua sisi **miring menuju garis tengah**, bentuknya cekung: **sinklin**. Bila lapisan di kedua sisi **miring menjauhi garis tengah**, bentuknya punggung: **antiklin**. Garis tengahnya disebut **sumbu lipatan**. Untuk memastikan jenis lipatan, periksa juga umur batuan: inti sinklin cenderung berisi batuan lebih muda, inti antiklin lebih tua.

Gambar 4.51 membandingkan kedua pola dengan data sembilan titik: pola atas menunjukkan lapisan miring seragam, pola bawah menunjukkan sinklin.



Gambar 4.51 Atas: sembilan data memberi kemiringan seragam ke satu arah, jadi lapisan miring seragam. Bawah: kemiringan sembilan titik berbalik arah dan makin landai menuju tengah, jadi sinklin. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Sesar (patahan) dikenali dari ciri lain: lapisan yang sama terputus atau bergeser ketinggiannya, kedudukan berubah mendadak dalam jarak dekat, ada zona batuan hancur, atau tebing lurus yang tidak wajar. Satu data menyimpang saja tidak membuktikan sesar. Aturan umumnya: **semakin banyak titik, tersebar, dan berpola teratur, semakin kuat kesimpulannya.** Tentukan juga batas kesimpulan: bila titiknya hanya satu atau dua, tulis "diduga" dan

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

rencanakan pengamatan tambahan.

9. Mengapa tebal diukur tegak lurus

Satu aturan lagi yang sering dilanggar: **tebal sebenarnya sebuah lapisan diukur tegak lurus bidang lapisan**. Bila lapisan miring dan pita ukur ditarik tegak (vertikal) dari atap ke lantai lapisan, hasilnya **lebih besar** dari tebal sebenarnya. Pada lapisan miring 60°, misalnya, tebal terukur tegak 2,0 m berarti tebal sebenarnya sekitar 1,0 m (2,0 m × 0,5). Memakai tebal yang terlalu besar membuat perhitungan cadangan terlalu tinggi. Karena itu catatan pengukuran tebal harus menyebut **cara mengukurnya**, dan data yang diukur dengan cara berbeda bukan data yang sebanding.

> **Pengayaan** (di atas SMK). Hubungan kemiringan δ dengan beda kedalaman lapisan tiap 10 m geseran searah kemiringan: 10° → 1,76 m; 15° → 2,68 m; 20° → 3,64 m; 30° → 5,77 m; 45° → 10,0 m; 60° → 17,3 m. Tebal sebenarnya = tebal vertikal × cos δ, dengan cos 20° = 0,94, cos 45° = 0,71, cos 60° = 0,50. Angka ini berasal dari trigonometri sederhana dan tidak dibutuhkan untuk menjawab soal TKA, tetapi memperlihatkan mengapa lapisan landai mudah dijangkau sumur dangkal sedangkan lapisan curam cepat menjadi dalam.

▣ CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Mengubah penulisan jurus

Pada Juni 2027, Rani mencatat empat kedudukan lapisan di buku lapangan: (a) jurus N 45° E, miring ke tenggara; (b) jurus N 250° E; (c) jurus S 30° E; (d) jurus N 315° E. Aturan tim: tangan kanan. Ubahlah (a), (b), dan (d) ke kuadran dan tentukan arah kemiringannya; ubahlah (c) ke azimut dan tentukan arah kemiringannya. *Kasus disusun untuk contoh; tokoh dan tempat fiktif.*

1. **(a)** 45° ada di 0°–90°, jadi kuadran N 45° E. Arah kemiringan = 45° + 90° = 135°, yaitu tenggara. Cocok dengan catatan "miring ke tenggara".
2. **(b)** 250° ada di 180°–270°. Kuadran: S (250° − 180°) W = **S 70° W**. Arah kemiringan = 250° + 90° = 340°, yaitu **N 20° W** (barat laut mendekati utara).
3. **(c)** S 30° E berarti 30° dari selatan ke timur, yaitu 180° − 30° = **150°**. Arah kemiringan = 150° + 90° = 240°, yaitu **S 60° W** (barat daya).
4. **(d)** 315° ada di 270°–360°. Kuadran: N (360° − 315°) W = **N 45° W**. Arah kemiringan = 315° + 90° = 405°, dikurangi 360° menjadi **45°**, yaitu timur laut.

Periksa: arah kemiringan selalu berbeda 90° dari jurus (135° − 45° = 90°; 340° − 250° = 90°; 240° − 150° = 90°; 45° − 315° + 360° = 90°). Jawaban: (a) N 45° E, SE; (b) S 70° W, N 20° W; (c) 150°, S 60° W; (d) N 45° W, timur laut.

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

Contoh 2 — Lima data dengan satu anomali

Pada Juli 2027, tim sebuah SMK mengukur kedudukan satu lapisan batupasir di dinding galian jalan di Kabupaten Sumedang. Hasil di lima titik berdekatan:

Titik	Jurus	Kemiringan	Catatan
T1	N 78° E	31°	—
T2	N 81° E	29°	—
T3	N 76° E	30°	—
T4	N 112° E	30°	1,5 m dari truk
T5	N 80° E	32°	—

SOP tim: data yang meragukan wajib diukur ulang; data tidak boleh dihapus. Tentukan tindakan dan kedudukan rata-rata lapisan. *Kasus disusun untuk contoh; tempat dan tokoh fiktif.*

1. **Lihat sebaran.** Jurus T1, T2, T3, dan T5 berada di 76°–81° (kisaran 5°). T4 menyimpang 31° sampai 36° dari yang lain. Kemiringan semua titik 29°–32°, termasuk T4.
2. **Cari sebabnya.** Catatan T4: 1,5 m dari truk. Besi truk memengaruhi jarum (jurus), tetapi klinometer tidak (kemiringan). Itu sesuai dengan pola: hanya jurus T4 yang menyimpang.
3. **Tindakan sesuai SOP.** Ukur ulang T4 pada jarak 8 m dari truk, di bidang lapisan yang sama. Hasil: N 79° E / 30°, dicatat sebagai T4′. Data awal T4 **dicoret satu garis dan diberi keterangan**, tidak dihapus.
4. **Rata-rata data sebanding** (T1, T2, T3, T4′, T5): jurus (78 + 81 + 76 + 79 + 80) ÷ 5 = 394 ÷ 5 = **78,8°**; kemiringan (31 + 29 + 30 + 30 + 32) ÷ 5 = 152 ÷ 5 = **30,4°**.
5. **Bandingkan dengan akibat salah.** Bila T4 awal (112°) ikut dirata-ratakan: (78 + 81 + 76 + 112 + 80) ÷ 5 = 427 ÷ 5 = 85,4°, menyimpang 6,6° dari nilai benar.
6. **Tulis hasil.** Jurus **N 79° E**, kemiringan **30°**. Arah kemiringan (aturan tangan kanan) = 79° + 90° = 169°, yaitu S 11° E (selatan–tenggara).

Periksa: kisaran jurus 5° dan kisaran kemiringan 3° kecil, jadi lima data konsisten. Jawaban: ukur ulang T4, data lama tidak dihapus, hasil N 79° E / 30° miring ke selatan–tenggara.

Contoh 3 — Sembilan data, dua bukan lapisan

Pada Agustus 2027, sembilan pengukuran diambil di sepanjang tebing sungai di Kabupaten Gunungkidul pada satu formasi batupasir. Tujuh titik pada bidang perlapisan, dua titik (S4 dan S7) catatannya "bidang rekahan tegak, bukan lapisan":

Titik	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
Jurus (N … ° E)	40	42	38	120	41	39	118	43	40
Kemiringan (°)	22	24	21	85	23	22	82	25	21

Tentukan kedudukan lapisan. *Kasus disusun untuk contoh; tempat dan tokoh fiktif.*

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

1. **Pisahkan menurut jenis bidang.** S1, S2, S3, S5, S6, S8, S9 adalah bidang perlapisan; S4 dan S7 adalah rekahan. Dua kelompok ini **tidak sebanding**.
2. **Rata-rata lapisan (tujuh data).** Jurus: (40 + 42 + 38 + 41 + 39 + 43 + 40) ÷ 7 = 283 ÷ 7 = 40,4°. Kemiringan: (22 + 24 + 21 + 23 + 22 + 25 + 21) ÷ 7 = 158 ÷ 7 = 22,6°, dibulatkan 23°.
3. **Kisaran.** Jurus 43° − 38° = 5°; kemiringan 25° − 21° = 4°. Kecil, jadi lapisan miring seragam.
4. **Bila sembilan data dirata-ratakan:** jurus 57,9° dan kemiringan 36,1°. Kedua angka itu tidak mewakili lapisan maupun rekahan.
5. **Rekahan dicatat sendiri:** jurus rata-rata 119° dan kemiringan 83,5°, menunjukkan arah retakan yang hampir tegak.
6. **Tulis hasil lapisan: N 40° E / 23°.** Arah kemiringan (aturan tangan kanan) = 40° + 90° = 130°, yaitu tenggara.

Periksa: hasil (40° dan 23°) berada di dalam kisaran data sebanding (38°–43° dan 21°–25°). Jawaban: N 40° E / 23° miring ke tenggara; rekahan dicatat terpisah.

Contoh 4 — Membaca pola sepanjang lintasan

Sepanjang lintasan barat–timur sepanjang 400 m, tim mengukur sembilan titik berjarak sama (50 m) pada lapisan yang sama. Semua jurus 2°–8° dari utara. Kemiringan dari barat ke timur: 28° ke timur, 24° ke timur, 18° ke timur, 9° ke timur, 2° ke timur, 8° ke barat, 17° ke barat, 25° ke barat, 29° ke barat. Apa kesimpulan pola ini? *Kasus disusun untuk contoh; tidak ada tempat tertentu.*

1. **Jurus.** Kisaran 8° − 2° = 6°, jadi lapisan memanjang hampir utara–selatan di seluruh lintasan.
2. **Arah kemiringan.** Empat titik pertama miring ke timur (menuju tengah lintasan), titik kelima hampir datar, empat titik terakhir miring ke barat (juga menuju tengah).
3. **Perubahan kemiringan.** Dari barat: 28°, 24°, 18°, 9°, 2° makin landai, lalu dari timur: 29°, 25°, 17°, 8° makin landai ke arah tengah. Kemiringan **berbalik arah** di sekitar titik kelima, yaitu 200 m dari titik pertama.
4. **Kesimpulan.** Lapisan di kedua sisi miring **menuju** garis tengah, jadi lapisan membentuk cekungan: **sinklin** dengan sumbu di sekitar titik kelima. Bila kemiringan menjauhi tengah, kesimpulannya antiklin.
5. **Batas kesimpulan.** Kesimpulan ini sah karena sembilan titik berpola teratur; **dua titik saja** tidak cukup. Untuk memastikan, periksa umur batuan: inti sinklin berisi batuan lebih muda.

Periksa: tidak ada titik yang menyimpang dari pola, jadi tidak ada data anomali. Jawaban: lipatan jenis sinklin dengan sumbu sekitar 200 m dari titik pertama.

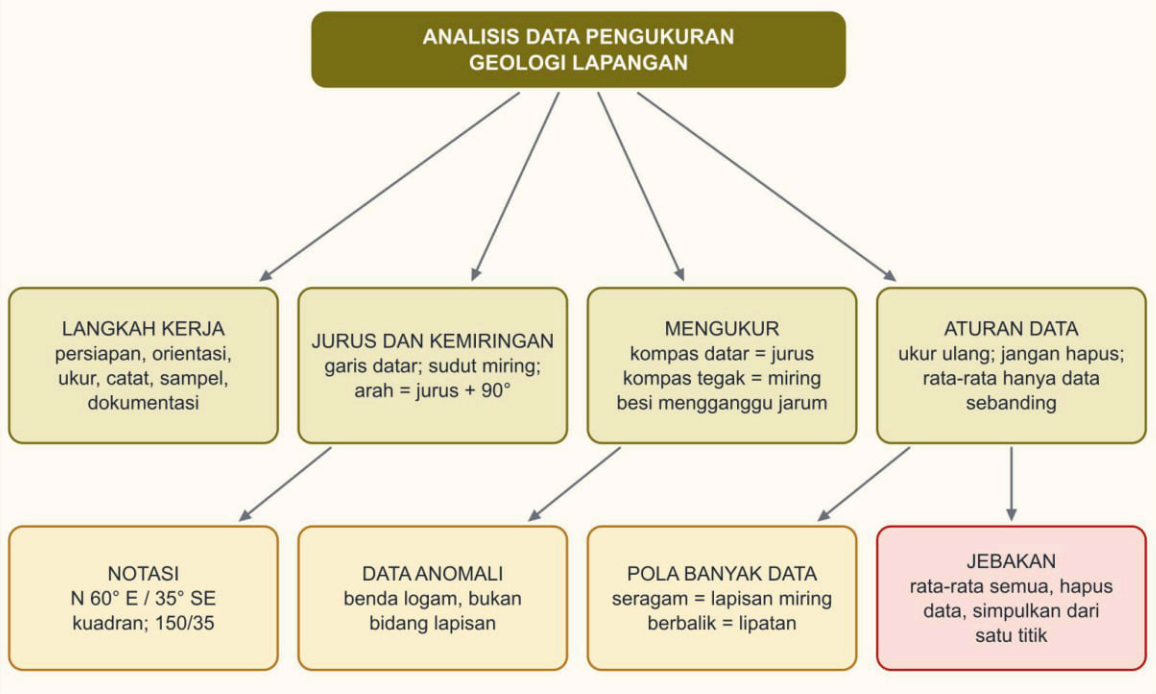
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Langkah kerja:** persiapan, orientasi, pengamatan singkapan, pengukuran, pencatatan, pengambilan sampel, dokumentasi; keselamatan di semua tahap.
- **Jurus:** arah garis datar pada bidang lapisan. **Kemiringan:** sudut bidang terhadap bidang datar. **Arah kemiringan:** tegak lurus jurus (jurus + 90° pada aturan tangan kanan).
- **Notasi:** azimut (N 120° E) dan kuadran (S 60° E); jurus punya dua ujung berbeda 180°, jadi arah kemiringan harus dinyatakan.
- **Kompas geologi:** jurus (kompas datar, sisi menempel bidang, jarum), kemiringan (kompas tegak, sisi tegak lurus jurus, klinometer). Besi mengganggu jarum, bukan klinometer.
- **Aturan data:** ukur ulang yang meragukan; jangan dihapus; rata-rata hanya data sebanding; jangan menyimpulkan struktur dari satu data.
- **Rata-rata dan kisaran:** satu anomali menggeser rata-rata; jurus dekat utara dihitung dengan penambahan 360°.
- **Pola banyak data:** seragam = lapisan miring; berbalik arah = lipatan (menuju tengah = sinklin, menjauhi = antiklin).
- **Tebal sebenarnya** diukur tegak lurus bidang lapisan.

Gambar 4.52 merangkum hubungan konsep dan jebakan utamanya.



Gambar 4.52 Peta konsep: dari langkah kerja, ke pengukuran jurus dan kemiringan, ke data dan aturan data, sampai kesimpulan dari pola. 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 analisis data pengukuran:

1. **Tulis semua data** dalam tabel kecil dan hitung kisaran jurus dan kemiringan tanpa data yang dicurigai.
2. **Cari data yang menyimpang,** lalu baca catatan di kolom keterangan: ada benda logam, bukan bidang lapisan, cara ukur berbeda?
3. **Cocokkan dengan aturan data:** meragukan → ukur ulang; jangan hapus; rata-rata hanya yang sebanding.
4. **Untuk pola lintasan,** catat arah dan besar kemiringan di tiap titik, cari titik tempat arah berbalik, dan putuskan menuju atau menjauhi.
5. **Periksa batas kesimpulan:** adakah jumlah titik yang cukup untuk menyebut lipatan atau sesar?

Jebakan khas pada soal ini:

- **Merata-ratakan semua data** termasuk yang terganggu atau yang bukan lapisan.
- **Menghapus data anomali** padahal aturan melarangnya.
- **Menyimpulkan lipatan atau sesar dari satu titik** yang berbeda.
- **Mengganti kompas karena satu data** yang berbeda, padahal data lain konsisten.
- **Mengukur dekat benda logam** (ekskavator, truk, pagar kawat).
- **Mengukur pada bongkahan lepas** atau pada bidang rekahan.
- **Menyamakan ukuran tegak dengan tebal sebenarnya** pada lapisan miring.
- **Lupa arah kemiringan,** atau mengira jurus menentukan sisi turunnya bidang.
- **Mengira kemiringan terganggu besi** padahal yang terganggu adalah jarum.

NEXT LEVEL STUDY

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menyajikan lima pengukuran satu lapisan yang sama, dengan satu titik yang diukur di dekat alat berat, serta SOP perusahaan tentang data. Pakailah urutan pada bagian 6 dan 7 dan contoh 2: cari titik yang menyimpang, baca penyebabnya, lalu cocokkan pilihan dengan SOP dan dengan aturan rata-rata.

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

►. Siswa PKL PT Geo Andalas (2027) mengukur kedudukan satu bidang lapisan batupasir yang sama di lima titik berdekatan memakai kompas geologi.

Titik	Keadaan saat mengukur	Jurus	Kemiringan
1	di tebing	N 120° E	25°
2	3 m dari titik 1	N 122° E	24°
3	1 m dari bucket ekskavator yang parkir	N 147° E	25°
4	4 m dari titik 2	N 118° E	26°
5	2 m dari titik 4	N 121° E	25°

SOP perusahaan: data yang meragukan wajib diukur ulang; data lapangan tidak boleh dihapus.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang paling tepat adalah ....

A. Mengukur ulang titik 3 jauh dari ekskavator, lalu merata-ratakan lima data
B. Merata-ratakan kelima data agar semua titik pengukuran terwakili
C. Menyimpulkan lapisan terlipat di titik 3 karena jurusnya berbeda sangat jauh
D. Mengganti kompas karena satu data berbeda menandakan kompas rusak
E. Menghapus data titik 3, lalu merata-ratakan empat data yang tersisa

Pembahasan **Kunci: A**

Konsep: Jarum kompas dipengaruhi benda besi/baja di dekatnya sehingga jurus terbaca menyimpang, sedangkan kemiringan (dari klinometer) tidak terpengaruh. Data yang menyimpang karena sebab yang diketahui diukur ulang di tempat yang bebas gangguan.

Langkah:
1. Jurus titik 1, 2, 4, 5: N 118°–122° E; titik 3: N 147° E → menyimpang ±25°.
2. Kemiringan titik 3 tetap 25° → yang terganggu hanya jarum kompas.
3. Penyebab: bucket baja ekskavator 1 m dari kompas.
4. SOP: ukur ulang, jangan dihapus → ukur ulang titik 3 jauh dari ekskavator.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Penyebab penyimpangan (baja ekskavator) dihilangkan dan SOP ukur ulang dipenuhi.
• **B.** ✗ Jebakan: rata-rata dengan data yang terganggu besi menggeser hasil jurus menjadi salah.
• **C.** ✗ Jebakan: lipatan akan mengubah kemiringan secara bertahap, padahal kemiringan titik 3 sama dan hanya titik itu yang dekat besi.
• **D.** ✗ Empat titik lain konsisten, jadi kompas berfungsi baik.
• **E.** ✗ Jebakan: hasil rata-ratanya memang wajar, tetapi menghapus data melanggar SOP perusahaan.

Jawaban: A.

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

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk soal pertama, tulis urutan kerja pengamatan singkapan; untuk soal kedua, tulis dulu apakah data label memenuhi aturan SOP, lalu periksa angkanya terhadap batas yang disebut.

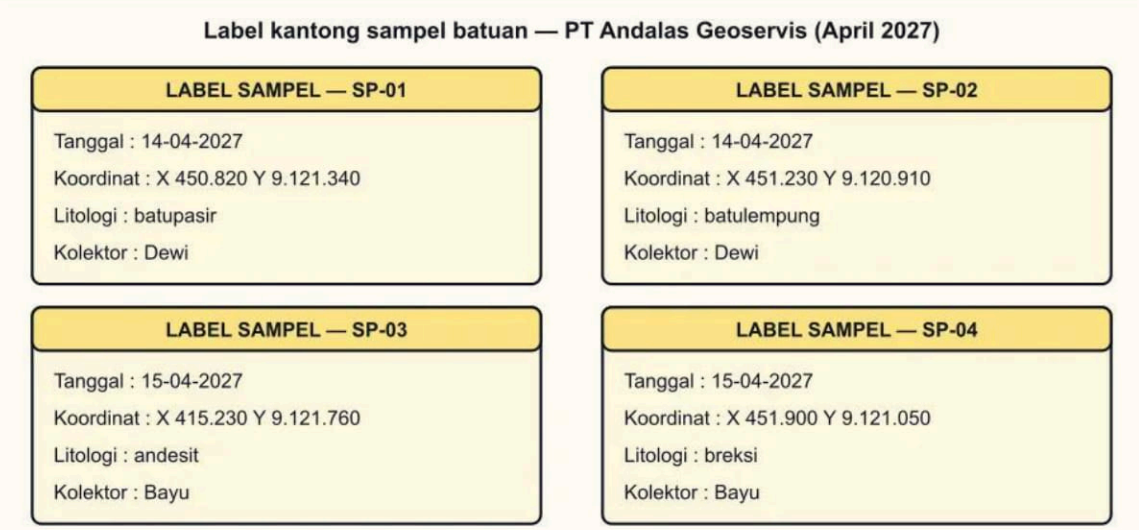
1. Kelompok siswa SMK Geologi Bumi (2027) menyusun langkah kerja pengamatan singkapan batupasir di tebing jalan untuk tugas pemetaan. Sebagian tebing sudah lapuk dan di kakinya ada bongkah batupasir yang longsor dari atas. Pembimbing meminta langkah-langkah itu diperiksa sebelum turun ke lapangan.
(Nama 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. Sampel diambil lebih dulu sebelum koordinat dan kedudukan lapisan dicatat agar tidak kesorean.
- ☐ B. Kedudukan lapisan diukur pada bongkah yang longsor di kaki tebing karena lebih mudah dijangkau.
- ☐ C. Koordinat singkapan dicatat dengan GPS dan diplot pada peta sebelum pengamatan rinci.
- ☐ D. Singkapan difoto bersama benda pembanding ukuran, seperti palu, sebelum batuannya dipecah.
- ☐ E. Sampel segar diberi label berisi kode, lokasi, tanggal, dan nama pengambil, lalu dimasukkan ke kantong.

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

2. Sebelum sampel dikirim ke laboratorium, pembimbing PKL PT Andalas Geoservis (2027) meminta siswa memeriksa empat label kantong sampel pada gambar. SOP: label wajib memuat kode, tanggal, koordinat, litologi, dan kolektor, dan koordinat harus berada di dalam daerah penelitian, yaitu X 450.000–452.000 dan Y 9.120.000–9.122.000. Pengambilan sampel dilakukan dua hari oleh dua orang.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Sampel yang harus diperiksa ulang sebelum dikirim adalah ....



A. SP-01, karena litologinya berbeda dari sampel lain
B. SP-02, karena tanggalnya berbeda dengan tanggal SP-03
C. SP-04, karena kolektornya berbeda dari SP-01
D. SP-04, karena nilai X-nya dekat batas daerah
E. SP-03, karena nilai X-nya di luar daerah penelitian

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

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa pada kompas geologi besar kemiringan tetap benar di dekat truk, tetapi jurusnya salah? Apa yang kamu lakukan dengan data jurus itu?
- Apa beda memberi catatan "dekat truk" pada data anomali dengan menghapus data itu, dan mengapa catatan itu penting?
- **Yang harus kuingat:** jurus = garis datar pada bidang lapisan; kemiringan = sudut terhadap bidang datar; arah kemiringan tegak lurus jurus. Meragukan → ukur ulang; jangan hapus; rata-rata hanya data sebanding; lipatan hanya dari pola banyak data.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 4.7: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.
next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktgp&node=SMKTGP-4.7

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

Kuis Akhir Bab 4

SMKTGP-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-smktgp&node=SMKTGP-KB4

1. PT Pasir Mulia di Lumajang (2027) menambang pasir dan batu di lereng gunung api. Manajer tambang mencatat lima masalah dan meminta saran cabang geologi serta datanya. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Pasangan masalah dan penanganan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Warga ingin tahu kapan gunung api terakhir meletus; ahli hidrogeologi menghitung debit mata air di lereng.

☐ B. Sumur warga di bawah tambang mengering; ahli hidrogeologi memetakan muka air tanah dan arah alirannya.

☐ C. Pembeli menanyakan jenis mineral pengotor dalam pasir; ahli geologi struktur mengukur jurus dan kemiringan lapisan.

☐ D. Retakan memanjang muncul di dinding jenjang; ahli geologi teknik memeriksa kekuatan batuan dan bidang lemahnya.

☐ E. Perusahaan ingin tahu jenis dan urutan lapisan di tebing sungai; ahli stratigrafi mencatat dan memetakannya.

2. Geolog PT Karang Sari di Banjarnegara (2027) menemukan serpih hitam berfosil moluska yang khas pada bor BH-04 di kedalaman 62 m. Serpih dengan fosil yang sama juga ada pada bor BH-09, berjarak 3 km, tetapi di kedalaman 118 m. Pada kedua bor, di atas serpih itu terdapat lapisan batubara. Geolog ingin memastikan apakah batubara di kedua bor itu satu lapisan yang sama agar sebaran lapisan dapat dipetakan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Cabang geologi dan cara kerja yang paling tepat adalah ....

A. Geomorfologi, dengan menggambar bentuk permukaan tanah di sekitar kedua bor

B. Stratigrafi, dengan mencocokkan lapisan lewat serpih berfosil yang khas

C. Hidrogeologi, dengan mengukur muka air tanah di dalam kedua lubang bor

D. Mineralogi, dengan menghitung kadar abu batubara dari contoh tiap bor

E. Geologi teknik, dengan menguji kuat batuan atap lapisan pada tiap lubang bor

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

3. Di dasar tambang emas bawah tanah PT Karya Dalam (2027), sekitar 4 km di bawah permukaan, suhu batuan sekitar 60 °C sehingga lorong harus didinginkan dengan banyak mesin. Siswa PKL bertanya mengapa tambang tidak digali sampai 20 km, padahal jari-jari bumi 6.371 km dan kerak benua setebal puluhan kilometer.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Alasan yang paling tepat adalah ....

A. Makin dalam, suhu dan tekanan makin besar sehingga biaya pendinginan dan penyangga melonjak
B. Di bawah 4 km batuan seluruhnya berupa cairan sehingga lorong tidak dapat dibuat sama sekali
C. Kerak bumi berakhir pada kedalaman 4 km sehingga di bawahnya sudah tidak ada batuan lagi
D. Bahan galian hanya terbentuk pada 4 km pertama sehingga yang lebih dalam tidak berguna
E. Alat bor belum cukup panjang, padahal lorong dapat dibuat sampai pusat bumi bila diperpanjang

4. PT Mangan Sejati di Kupang (2027) merencanakan pit bijih mangan sedalam 60 m. Tiga penyelidikan telah selesai, dan kepala teknik tambang meminta kesimpulan sebelum kedalaman pit ditetapkan.

Penyelidikan	Hasil
Geologi ekonomi	Kadar bijih naik ke bawah; kadar yang layak ada sampai kedalaman 70 m
Geologi teknik	Batuan dinding kuat sampai 80 m; lereng aman pada sudut 55°
Hidrogeologi	Muka air tanah pada 20 m; di bawah 20 m batuan banyak rekahan dan rembesan deras

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

A. Pit 60 m layak penuh, karena kadar dan kekuatan batuan sampai kedalaman itu sudah memenuhi syarat
B. Pit hanya boleh sampai 20 m, karena batuan di bawah muka air tanah tidak dapat digali sama sekali
C. Pit sebaiknya diperdalam sampai 80 m, karena batuan dindingnya masih kuat sampai kedalaman itu
D. Pit 60 m layak dari sisi kadar dan kekuatan, tetapi biaya pemompaan di bawah 20 m perlu dihitung dulu
E. Pit 60 m ditunda sampai rembesan teratasi, karena rembesan membuat dua penyelidikan lain tidak berlaku

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

5. Siswa SMK Geologi Pertambangan (2027) membuat model bumi dari tanah liat dengan skala 1 cm mewakili 500 km. Data: jari-jari bumi 6.371 km; batas kerak–mantel pada kedalaman rata-rata 35 km; batas mantel–inti luar pada kedalaman 2.900 km; batas inti luar–inti dalam pada kedalaman 5.150 km. Model dibelah, lalu sebatang lidi ditempel dari batas mantel–inti luar sampai ke pusat model.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Panjang lidi yang tepat adalah ....

A. 6,9 cm
B. 5,8 cm
C. 4,5 cm
D. 10,3 cm
E. 12,7 cm

6. PT Kali Asam di Muara Enim (2027) membutuhkan batu untuk menetralkan air asam tambang dalam kolam pengendap; batu yang bereaksi dengan asam harus tersedia ribuan ton tiap bulan. Geolog mendeskripsikan empat sampel dari wilayah izin.

Sampel	Ciri	HCl encer	Sebaran
K1	putih keabuan, butir halus, ada cangkang fosil, tergores pisau	berbuih kuat	meluas, tebal 40 m
K2	putih, kristal besar saling mengunci, tanpa fosil, tergores pisau	berbuih kuat	jalur sempit 20 m, dekat intrusi
K3	abu-abu gelap, berlapis tipis, lunak, mudah membelah	tidak berbuih	meluas
K4	hitam, kristal halus, keras, tidak tergores pisau	tidak berbuih	meluas

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

A. K3, karena batuannya lunak dan mudah dihancurkan
B. K1, karena berbuih kuat dan jumlahnya sangat besar
C. K4, karena batuannya keras dan tahan lama di kolam
D. K2, karena kristal kalsitnya besar dan sangat murni
E. K2 dan K3, karena keduanya mudah digores pisau

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

7. Tim pemetaan PT Bumi Selatan, Sukabumi (2027), mencatat lima pengamatan. Siswa PKL menilai pernyataan tentang penyebab tiap pengamatan, dengan ketentuan yang dibahas ialah penyebab langsung bentuknya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penilaian yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Ngarai sempit berdinding terjal setinggi 80 m dibentuk langsung oleh tenaga endogen karena dindingnya tinggi.

☐ B. Gawir lurus setinggi 3 m memotong jalan dan lapisan di kedua sisinya bergeser, menunjukkan sesar endogen.

☐ C. Bukit pasir berbentuk bulan sabit di pantai dihasilkan tenaga endogen karena letaknya berdekatan dengan gunung api.

☐ D. Lapisan batupasir yang semula mendatar kini bergelombang di tebing, menunjukkan lapisan dilipat oleh tenaga endogen.

☐ E. Kerucut berkawah dengan aliran lava yang membeku di lerengnya menunjukkan vulkanisme, yaitu tenaga endogen.

8. Pasir besi hitam yang ditambang CV Bayu Pesisir di pantai selatan Jawa (2027) mengandung mineral magnetit. Di hulu sungai yang bermuara ke pantai itu terdapat gunung api dengan batuan andesit dan basal yang mengandung magnetit. Saat banjir, sungai membawa pasir hitam ke muara, lalu gelombang mengendapkannya di pantai.
(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
Pasir besi di pantai adalah batuan beku yang membeku langsung di pantai karena panas pasir hitam.	○	○
Magnetit pada pasir besi berasal dari batuan beku gunung api yang lapuk, tererosi, dan terangkut oleh sungai.	○	○
Bila endapan pasir besi itu kelak tertimbun dalam dan butirnya terikat, hasilnya adalah batuan sedimen.	○	○

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

9. Pabrik semen PT Semen Lestari di Cibinong (2027) membutuhkan dua jenis bahan baku: batuan sumber kapur (bereaksi kuat dengan asam) dan batuan sumber lempung (lunak, plastis bila basah, tidak bereaksi dengan asam), keduanya dalam jumlah besar dan berjarak dekat dari pabrik. Geolog mendeskripsikan lima sampel.

Sampel	Ciri	HCl encer	Cadangan dan jarak
A	butir halus, ada fosil, tergores pisau	berbuih kuat	8 juta ton, 2 km
B	kristal besar saling mengunci, tergores pisau	berbuih kuat	0,2 juta ton, 1 km
C	abu-abu, lunak, plastis bila basah	tidak berbuih	3 juta ton, 3 km
D	butir pasir kuarsa, keras, rapuh	tidak berbuih	6 juta ton, 2 km
E	gelap, kristal halus, sangat keras	tidak berbuih	9 juta ton, 4 km

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

A. A dan B, karena keduanya berbuih kuat dan jaraknya dekat dari pabrik
B. B dan C, karena B bereaksi kuat dan jaraknya paling dekat dari pabrik
C. C dan D, karena keduanya melimpah dan jaraknya dekat dari pabrik
D. A dan E, karena cadangannya paling besar dan batuannya sangat keras
E. A dan C, karena sumber kapur dan lempung ada dalam jumlah besar

10. Siswa PKL di PT Geo Tirta, Tuban (2027), menguji sampel D-7 dari inti bor. Sampel abu-abu terang, butir halus sampai sedang, dan mudah digores pisau baja. Larutan HCl encer yang diteteskan pada permukaan utuh hanya menimbulkan beberapa gelembung kecil. Setelah permukaan digores dan serbuknya ditetesi HCl encer, gelembung muncul banyak. Pembimbing meminta siswa menafsirkan hasil uji itu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Karena permukaan utuh hampir tak berbuih, sampel itu pasti bukan karbonat dan dicatat sebagai silikat.
☐ B. Serbuk yang berbuih banyak menunjukkan bahwa sampel itu mengandung mineral karbonat di dalamnya.
☐ C. Hasil uji pada permukaan utuh dan hasil uji pada serbuk sebaiknya dicatat keduanya di buku lapangan.
☐ D. Hasil uji pada serbuk tidak perlu dicatat karena uji HCl yang sah hanya dilakukan pada permukaan utuh.
☐ E. Mudah tergores pisau baja menunjukkan kekerasan sampel lebih rendah daripada pisau, sesuai karbonat.

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

11. Di tepi sungai di Garut (2027), CV Sirtu Mandiri menemukan tiga undak datar: undak I setinggi 3 m dari permukaan air, undak II 9 m, dan undak III 18 m. Tiap undak tersusun kerikil dan pasir bulat setebal 2–4 m yang mirip kerikil sungai sekarang, menumpang di atas batuan dasar. Sungai kini mengalir di dasar lembah yang lebih rendah.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penjelasan yang paling tepat tentang asal undak itu adalah ....

A. Sungai dulu mengalir setinggi undak lalu mengikis makin dalam; undak tertinggi paling tua
B. Gelombang laut yang surut menyusun undak itu, sehingga undak tertinggi terbentuk paling akhir
C. Lava yang membeku bertingkat membentuk undak itu, sehingga undak terendah terbentuk paling awal
D. Longsoran tebing menimbun lembah tiga kali, sehingga undak tertinggi menjadi yang paling muda
E. Banjir tahun ini menumpuk kerikil bertingkat, sehingga ketiga undak itu berumur sama persis

12. Lubang bor air tanah PT Tirta Laut di Indramayu (2027) memperlihatkan pasir lepas pada kedalaman 3 m. Lubang bor lain di dekatnya, dengan jenis butir yang sama tetapi pada kedalaman 420 m, menembus batupasir yang keras dan butirnya terikat kuat. Pembimbing PKL meminta siswa menjelaskan proses yang mengubah pasir lepas menjadi batupasir.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Proses yang paling tepat adalah ....

A. Pencairan pasir oleh panas bumi lalu pembekuan kembali menjadi batu keras
B. Pelapukan pasir oleh air hujan yang meresap sampai kedalaman 420 m
C. Pemadatan oleh beban endapan dan penyemenan oleh mineral dalam air
D. Perubahan susunan butir oleh panas dan tekanan tinggi tanpa pelelehan
E. Pengangkutan butir pasir oleh air sungai sampai terkumpul di dasar laut

13. Tim PT Geo Sungai (2027) menyusuri sungai selama dua hari. Kebutuhan: mencatat koordinat singkapan, mengukur jurus dan kemiringan, memeriksa karbonat, memecah dan mengambil sampel, serta mencatat dan memberi label. Bobot alat: GPS 0,2 kg; kompas geologi 0,3 kg; HCl encer dalam botol 0,1 kg; palu geologi 0,9 kg; kantong dan label sampel 0,5 kg; buku lapangan dan pensil 0,3 kg; pita ukur 0,4 kg; loupe 0,05 kg. Bobot tas paling besar 2,5 kg.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Perlengkapan yang paling tepat dibawa adalah ....

A. GPS, kompas, HCl, palu, kantong dan label, loupe (2,05 kg)
B. GPS, kompas, HCl, palu, kantong dan label, buku, pita (2,7 kg)
C. GPS, kompas, HCl, palu, kantong dan label, buku lapangan (2,3 kg)
D. Kompas, HCl, palu, kantong dan label, buku, loupe (2,15 kg)
E. GPS, kompas, palu, kantong dan label, buku, loupe (2,25 kg)

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

14. Di dinding pit PT Bara Selatan (2027), lapisan batubara setebal 3 m terputus oleh bidang miring berisi pecahan batuan. Sisi kanan bidang itu bergeser turun 5 m terhadap sisi kiri. Jenis dan tebal lapisan batubara di kedua sisi tampak sama. Geolog merencanakan lubang bor vertikal di sisi kanan pada ketinggian lapisan semula.
(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
Terputusnya dan bergesernya lapisan menunjukkan adanya sesar, yaitu hasil tenaga endogen.	○	○
Karena lapisan terputus oleh sesar, batubara di sisi kanan sebaiknya dianggap tidak ada.	○	○
Lubang bor di sisi kanan pada ketinggian lapisan semula dapat meleset karena pergeseran 5 m lebih besar daripada tebal lapisan 3 m.	○	○

15. Di Sulawesi Tengah (2027), sekis (batuan metamorf berlapis dan berkilau karena mika) tersingkap di hulu sebuah sungai. Di hilir, sungai menimbun kerikil dan pasir yang butirnya banyak berupa serpihan sekis. Pada bukit rendah di dekatnya tersingkap batupasir yang sebagian butirnya serpihan sekis. Siswa menyusun penjelasan tentang hubungan ketiganya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penjelasan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Kerikil dan pasir di hilir berasal dari sekis hulu yang lapuk, tererosi, lalu terangkut air sungai.

☐ B. Sekis dapat berubah langsung menjadi batupasir tanpa melapuk, terangkut, dan diendapkan lebih dulu.

☐ C. Batupasir dapat berubah menjadi batuan metamorf bila terkena panas dan tekanan tinggi tanpa meleleh.

☐ D. Sekis terbentuk dari kerikil sungai yang mengeras setelah tertimbun di dataran hilir sungai itu.

☐ E. Bila sekis terkubur sangat dalam dan meleleh, lelehannya dapat membeku menjadi batuan beku baru.

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

16. Tim siswa SMK Geologi Pertambangan (2027) akan mengamati singkapan batupasir dan batugamping di tebing sungai kecil. Sebelum berangkat, guru membahas cara memakai dan merawat peralatan lapangan.

(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. Kompas geologi disimpan menempel pada palu geologi di dalam tas agar mudah dijangkau saat bekerja.

☐ B. Saat mengambil sampel dengan palu geologi, kacamata pelindung dipakai karena serpihan batu dapat terpental.

☐ C. Larutan HCl encer dibawa dalam botol tetes tertutup rapat dan diteteskan sedikit pada permukaan segar batuan.

☐ D. Lensa loupe dibersihkan dengan digosok memakai pasir halus agar goresan pada lensa itu cepat hilang.

☐ E. Buku lapangan ditulis dengan pensil, dan kesalahan dicoret satu garis sehingga tulisan lama masih terbaca.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

17. Gambar menunjukkan penampang lapisan bumi beserta kedalaman batasnya. Tim PT Geo Samudra (2027) menyelidiki tiga titik. Titik P berada 20 km di bawah permukaan tanah di daratan. Titik Q berada 20 km di bawah dasar laut di samudra. Titik R berada 3.100 km di bawah permukaan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pasangan titik dan lapisan yang tepat adalah ....



A. P di kerak, Q di kerak, R di mantel
B. P di mantel, Q di mantel, R di inti luar
C. P di kerak, Q di mantel, R di mantel
D. P di kerak, Q di kerak, R di inti luar
E. P di kerak, Q di mantel, R di inti luar

18. PT Sirtu Raya (2027) mencari lokasi pasir dan kerikil (sirtu) dalam jumlah besar yang mudah digali tanpa peledakan. Empat lokasi di sekitar gunung api tua dicatat. L1: puncak kerucut dengan lava keras bersusun. L2: bentang berbentuk kipas di kaki gunung, tempat sungai berpindah dari lereng curam ke dataran, tersusun kerikil dan pasir tak terpilah setebal puluhan meter. L3: rawa di dataran jauh dari gunung, tersusun lumpur halus. L4: tebing lembah sempit berbatuan beku padat.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Lokasi yang paling tepat adalah ....

A. L1, karena berasal langsung dari gunung api dan batuannya keras
B. L2, karena sungai menimbun kerikil dan pasir saat arus melambat
C. L3, karena tanahnya lunak sehingga mudah digali dengan ekskavator
D. L4, karena batuan bekunya padat dan berdinding terjal sempit
E. L1 dan L4, karena keduanya berada dekat dengan gunung api tua

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

19. Di laboratorium sekolah, siswa SMK Geologi Pertambangan (2027) menguji empat sampel mineral (P, Q, R, S) dengan saling menggoreskan. Hasilnya: Q menggores S, tetapi S tidak dapat menggores Q. P menggores Q, tetapi Q tidak dapat menggores P. R menggores P, tetapi P tidak dapat menggores R. Aturannya: mineral yang dapat menggores mineral lain lebih keras daripada mineral yang tergores.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Urutan dari yang paling lunak ke yang paling keras adalah ....

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

20. Proyek bor ilmiah (2027) akan mengebor sedalam 12 km pada salah satu dari tiga lokasi. Kedalaman bor dihitung dari permukaan batuan, yaitu permukaan tanah di daratan atau dasar laut di samudra.

Lokasi	Jenis kerak	Tebal kerak	Tebal air laut
L1	Benua (daratan)	42 km	–
L2	Samudra	8 km	4 km
L3	Samudra	6 km	5 km

(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. Di L1 ujung bor masih berada di dalam kerak benua karena 12 km lebih kecil daripada tebal kerak 42 km.
☐ B. Di L2 ujung bor sudah melewati batas kerak–mantel dan berada di dalam mantel karena tebal kerak 8 km.
☐ C. Di L3 ujung bor masih berada di dalam kerak karena air laut sedalam 5 km ikut menambah tebal kerak.
☐ D. Untuk mencapai mantel, bor di L3 lebih pendek daripada bor di L2 karena kerak samudra di L3 lebih tipis.
☐ E. Dihitung dari permukaan laut, batas antara kerak dan mantel di L3 berada pada kedalaman 6 km saja.

21. Tim PT Batu Kali di Lahat (2027) memetakan singkapan konglomerat. Kerikil granit membulat berukuran 3–8 cm tertanam dalam pasir yang tersemen. Tidak ada zona ubahan akibat panas di sekeliling kerikil. Di dasar singkapan, konglomerat langsung menumpang

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

di atas tubuh granit yang tidak mengandung kerikil, dan batas keduanya tegas dengan permukaan granit yang tampak tererosi.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Urutan kejadian dari yang paling awal yang tepat adalah ....

A. Granit membeku → tersingkap dan lapuk → kerikil terangkut → konglomerat terbentuk
B. Konglomerat terbentuk → granit menerobos → granit tersingkap → kerikil granit terlepas
C. Granit membeku → konglomerat terbentuk → granit pecah → kerikil masuk konglomerat
D. Kerikil terangkut → konglomerat terbentuk → granit membeku → granit tersingkap
E. Konglomerat terbentuk → granit membeku di dalamnya → kerikil granit terbawa naik

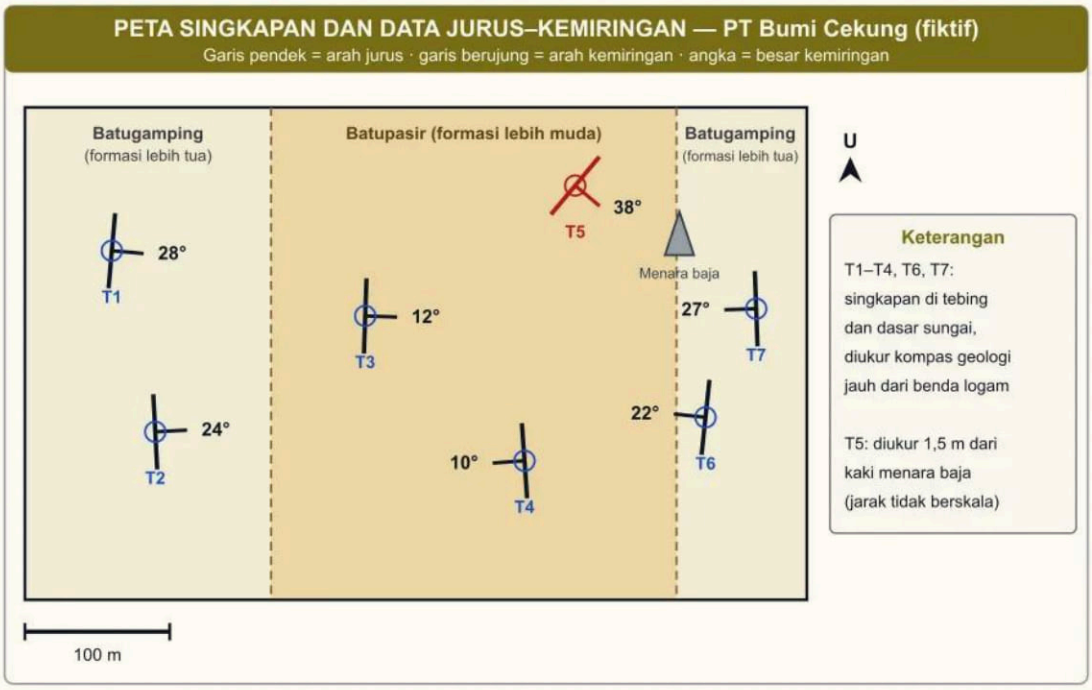
22. Siswa PKL di CV Batu Kali, Kuningan (2027), diminta mengukur besar sudut lereng tebing jalan angkut setinggi sekitar 6 m, lalu membandingkannya dengan batas sudut aman 45°. Pembimbing menyiapkan beberapa alat dan meminta siswa memilih satu yang tepat untuk pekerjaan itu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Alat yang paling tepat adalah ....

A. GPS genggam, untuk membaca koordinat letak tebing
B. Loupe, untuk mengamati butir pada dinding tebing
C. Larutan HCl encer, untuk menguji batuan pada tebing
D. Klinometer, untuk membaca sudut kemiringan tebing
E. Palu geologi, untuk mengambil sampel dari tebing

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

23. Gambar menunjukkan peta singkapan PT Bumi Cekung (2027) dengan tujuh titik pengukuran jurus dan kemiringan lapisan. Formasi batupasir di bagian tengah lebih muda daripada formasi batugamping di kedua tepi. Pembimbing meminta siswa menafsirkan pola data pada peta.
(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. Titik T5 membuktikan adanya antiklin kecil di dalam struktur itu karena kemiringannya paling curam di peta.

☐ B. Sisi barat miring ke timur dan sisi timur miring ke barat dengan lapisan termuda di tengah, menunjukkan sinklin.

☐ C. Sumbu sinklin tepat melewati T3 karena kemiringan di T3 paling landai di antara semua titik yang diukur pada peta ini.

☐ D. Titik T5 sebaiknya diukur ulang menjauh dari menara baja sebelum dipakai untuk menafsirkan struktur geologi daerah itu.

☐ E. Pengukuran tambahan di antara T3 dan T4 membantu menentukan letak sumbu sinklin itu dengan lebih tepat dan teliti.

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

24. Aturan SOP PT Tambang Cahaya, Pangkep (2027): dua bacaan kemiringan yang berselisih lebih dari 3° dianggap meragukan dan titiknya diukur ulang. Hasil ulang yang dua bacaannya berselisih paling besar 3° dilaporkan sebagai rata-ratanya. Bacaan awal tidak boleh dihapus. Pada titik 5, Lia membaca kemiringan 31° lalu 36° karena kompas terkena hujan. Setelah kompas dikeringkan, ia mengukur ulang dan membaca 33° lalu 35°.
(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
Bacaan awal 31° dan 36° berselisih 5°, melampaui batas 3°, sehingga titik 5 wajib diukur ulang.	○	○
Pengukuran ulang 33° dan 35° memenuhi batas 3° sehingga titik 5 dilaporkan 34°, dengan bacaan awal tetap tercatat.	○	○
Setelah ada hasil ulang, bacaan awal 31° dan 36° dihapus karena sudah tidak dipakai.	○	○

25. Siswa PKL PT Batu Lembah, Cianjur (2027), mengukur kedudukan satu bidang lapisan batupasir pada enam titik dengan kompas geologi. SOP: hanya data yang diukur pada singkapan tetap yang dirata-ratakan; data lain tidak dihapus dan dicatat dengan keterangannya.

Titik	Jurus	Kemiringan	Keterangan
1	N 75° E	22°	singkapan di tebing
2	N 77° E	24°	singkapan di tebing
3	N 74° E	23°	singkapan di tebing
4	N 98° E	41°	bongkah lepas di kaki tebing
5	N 76° E	25°	singkapan di tebing
6	N 75° E	22°	singkapan di tebing

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Cara melaporkan kedudukan lapisan yang paling tepat adalah ....

A. N 79° E / 26°, dari rata-rata keenam titik tanpa pengecualian
B. N 98° E / 41°, dari titik yang nilainya paling besar di tabel
C. N 75° E / 22°, dari titik 1 karena dicatat paling awal di tabel
D. N 75° E / 23°, dari lima titik setelah titik 4 dihapus dari buku
E. N 75° E / 23°, dari lima titik; titik 4 dicatat bongkah lepas

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

Tabel skor dan anjuran

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 4.1 · Pengertian, ruang lingkup, dan cabang ilmu geologi	1, 2, 4	___ / 3	Ulangi hlm. 241
Sub bab 4.2 · Struktur lapisan bumi dan karakteristiknya	3, 5, 17, 20	___ / 4	Ulangi hlm. 255
Sub bab 4.3 · Genesa batuan dan siklus batuan	8, 12, 15, 21	___ / 4	Ulangi hlm. 271
Sub bab 4.4 · Deskripsi fisik dan penentuan jenis batuan	6, 9, 10, 19	___ / 4	Ulangi hlm. 287
Sub bab 4.5 · Gaya endogen dan eksogen serta bentang alam yang dihasilkan	7, 11, 14, 18	___ / 4	Ulangi hlm. 305
Sub bab 4.6 · Jenis dan fungsi peralatan geologi lapangan	13, 16, 22	___ / 3	Ulangi hlm. 322
Sub bab 4.7 · Langkah kerja dan analisis data pengukuran geologi lapangan	23, 24, 25	___ / 3	Ulangi hlm. 337

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 · Teknik Dasar Penambangan

SMKTGP-B5

Setelah mempelajari bab ini, kamu dapat:

- mengurutkan tahapan penambangan dari prospeksi hingga reklamasi
- menghubungkan metode penambangan dengan contoh komoditasnya
- menilai faktor pemilihan metode penambangan, termasuk nisbah pengupasan
- menjelaskan kegiatan eksplorasi dan menghitung perolehan inti
- menjelaskan kegiatan eksploitasi dan menghitung produksi
- menjelaskan pengolahan bahan galian dan menelusuri aliran massa pada crushing, grinding, dan screening

Peta bab

Sub bab	Judul
5.1	Urutan tahapan penambangan dari prospeksi hingga reklamasi
5.2	Metode penambangan dan contoh komoditasnya
5.3	Faktor pemilihan metode penambangan
5.4	Kegiatan eksplorasi: pemetaan dan pemboran
5.5	Kegiatan eksploitasi bahan galian
5.6	Pengolahan bahan galian: crushing, grinding, dan screening

Bab 5 di LMS

Buka seluruh latihan bab ini di LMS.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktgp&node=SMKTGP-B5

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

Sub bab 5.1 · Urutan tahapan penambangan dari prospeksi hingga reklamasi

SMKTGP-5.1

◎ APA YANG DIUJI

Subtopik Peta Topik NLS **TKA-SMKTGP-05-01** menguji pemahamanmu tentang **urutan tahapan** sebuah usaha pertambangan dan **apa yang dikerjakan di tiap tahap**. Soalnya berupa kasus: sebuah perusahaan baru menemukan singkapan dan ingin segera menambang, atau menyusun jadwal yang salah urut, atau melaporkan lima kegiatan yang berjalan bersamaan dan kamu diminta menggolongkannya. Bentuknya pilihan ganda, pilihan ganda kompleks, dan pernyataan benar-salah. Yang penting adalah *tujuan* tiap kegiatan, bukan namanya saja: pemboran untuk menghitung cadangan termasuk eksplorasi, sedangkan pembangunan dermaga termasuk konstruksi, walaupun sama-sama belum menghasilkan bijih untuk dijual.

Memahami urutan ini bukan sekadar menghafal. Usaha tambang adalah proyek yang membutuhkan modal besar dan waktu puluhan tahun, sehingga setiap tahap dirancang untuk menjawab satu pertanyaan sebelum uang yang lebih besar dikeluarkan. Dengan paham alasannya, kamu bisa menentukan tahap berikutnya dari temuan apa pun, termasuk temuan yang belum pernah kamu lihat.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menyebut sembilan tahap kegiatan pertambangan secara berurutan dan tujuan tiap tahap;
- menjelaskan mengapa eksplorasi mendahului studi kelayakan, dan studi kelayakan mendahului konstruksi;
- membedakan sumber daya dan cadangan pada tingkat pengenalan;
- menjelaskan prinsip perizinan usaha pertambangan tanpa menghafal pasal;
- menjelaskan mengapa reklamasi dilakukan bertahap dan bukan hanya di akhir;
- menggolongkan kegiatan nyata ke dalam tahapnya dan menentukan tahap berikutnya.

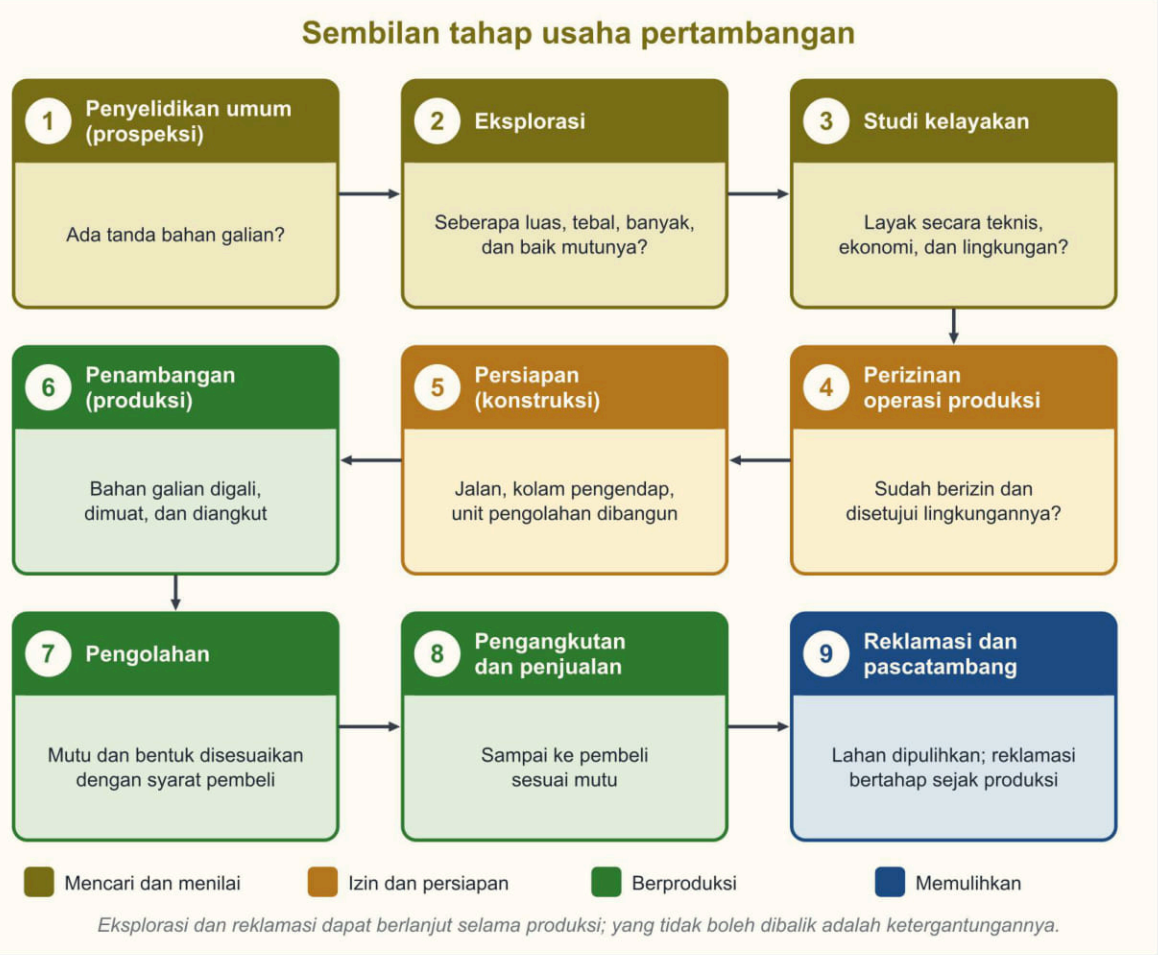
◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Bayangkan seseorang menemukan batu hitam mengkilap di tepi sungai dan mengira itu batubara. Apakah ia langsung membeli ekskavator? Tentu tidak. Ia harus memastikan dulu itu memang batubara, berapa luas dan tebal lapisannya, seberapa baik mutunya, apakah ada pembeli, dan apakah menambangnya akan menguntungkan serta aman bagi lingkungan. Pertanyaan-pertanyaan itu dijawab satu per satu, dan semakin lanjut tahapnya, semakin mahal biayanya dan semakin yakin pengetahuan kita. Itulah pola dasar tahapan

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

penambangan: **makin lanjut, makin mahal, makin pasti**.

Peraturan pertambangan Indonesia menyebutkan bahwa usaha pertambangan mineral dan batubara meliputi tahapan penyelidikan umum, eksplorasi, studi kelayakan, konstruksi, penambangan, pengolahan dan pemurnian, pengangkutan dan penjualan, serta pascatambang. Untuk pelajaran dasar, kita susun sembilan tahap seperti pada Gambar 5.1: (1) penyelidikan umum atau prospeksi, (2) eksplorasi, (3) studi kelayakan, (4) perizinan operasi produksi, (5) persiapan atau konstruksi, (6) penambangan atau produksi, (7) pengolahan, (8) pengangkutan dan penjualan, serta (9) reklamasi dan pascatambang.



Gambar 5.1 Sembilan tahap usaha pertambangan, dikelompokkan menjadi tahap mencari dan menilai (1–3), tahap izin dan persiapan (4–5), tahap berproduksi (6–8), dan tahap memulihkan (9). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

1. Penyelidikan umum (prospeksi): mencari tanda

Penyelidikan umum, yang di lapangan sering disebut **prospeksi**, adalah tahap paling awal. Pertanyaannya: *apakah di daerah ini ada tanda keberadaan bahan galian?* Tujuannya mengetahui kondisi geologi regional dan indikasi adanya mineralisasi. Pekerjaannya luas tetapi dangkal: mempelajari peta geologi dan citra satelit, menelusuri sungai sambil mendulang atau mengambil contoh sedimen, mengamati singkapan dan bongkah, mengambil sampel batuan, dan kadang pemeriksaan geokimia atau geofisika sederhana. Hasilnya adalah **daerah prospek**, yaitu bagian yang tandanya menjanjikan dan layak diselidiki lebih jauh. Biayanya relatif kecil dan risikonya besar: tidak semua daerah prospek berlanjut.

Pada tahap ini belum ada kepastian jumlah dan mutu. Yang ada baru *indikasi*. Karena itu, seperti pada contoh soal tentang pasir kuarsa, singkapan yang baru ditemukan belum cukup dasar untuk menyewa alat dan menjual: langkah berikutnya adalah eksplorasi.

2. Eksplorasi: mengukur seberapa banyak dan seberapa baik

Eksplorasi menjawab pertanyaan *seberapa luas, seberapa tebal, seberapa banyak, dan seberapa baik mutunya?* Data yang dikumpulkan lebih terperinci daripada tahap sebelumnya: letak, bentuk, ukuran, sebaran, dan mutu endapan, serta informasi sosial dan lingkungan di sekitarnya. Pekerjaannya meliputi pemetaan geologi rinci, parit uji, sumur uji, **pemboran**, pengambilan dan analisis sampel di laboratorium, lalu pemodelan data. Pemboran untuk menghitung cadangan termasuk eksplorasi karena tujuannya mengumpulkan data, bukan menambang, walaupun lubang bor menembus tanah dan batuan. Cara eksplorasi pemboran dibahas di sub bab 5.4.

Eksplorasi dilakukan **berjenjang**. Pada tahap awal (eksplorasi umum), titik pengamatan berjarak jauh, misalnya ratusan meter, cukup untuk mengetahui sebaran. Pada tahap lanjut (**eksplorasi rinci**), titik bor dan sumur uji dirapatkan sampai puluhan meter agar jumlah dan kadar dapat dihitung dengan keyakinan tinggi. Makin rapat data, makin yakin hitungan kita. Hasil akhirnya adalah angka **sumber daya** dan **cadangan** (bagian 4).

Gambar 5.2 memperlihatkan rig pemboran eksplorasi dan kotak inti yang dihasilkannya.



Gambar 5.2 Eksplorasi memakai pemboran dan menghasilkan inti batuan. Kiri: rig pemboran eksplorasi di dataran pada waktu subuh. Kanan: inti bor tersusun rapi dalam kotak inti berlabel. Sumber: kiri ExplorationGeologist, CC BY 4.0; kanan kallerna, CC BY-SA 4.0; Wikimedia Commons. Diubah: dua foto disusun berdampingan.

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

3. Studi kelayakan: layakkah diusahakan?

Studi kelayakan menjawab *apakah menambangnya layak?* Layak dinilai dari tiga sisi: **teknis** (apakah endapan dapat digali dan diolah dengan cara yang tersedia), **ekonomi** (apakah penerimaan dari penjualan lebih besar daripada seluruh biaya), dan **lingkungan** serta sosial (apakah dampaknya dapat dikelola). Studi ini memakai data eksplorasi sebagai bahan: tanpa data sebaran, tebal, jumlah, dan mutu, tidak ada yang bisa dihitung. Karena itu studi kelayakan **tidak boleh mendahului eksplorasi**.

Isinya antara lain rencana tambang (metode penambangan, urutan blok, alat), rencana pengolahan, kebutuhan sarana dan jalan, perkiraan biaya dan penerimaan, studi lingkungan, serta **rencana reklamasi dan pascatambang**. Rencana pemulihan lahan disusun sejak sekarang, jauh sebelum tambang dibuka. Hasilnya adalah keputusan: **layak**, **tidak layak**, atau **layak bila rencana diubah** (misalnya mengganti metode, mengecilkan skala, atau menunda sampai harga membaik). Metode dan nisbah pengupasan, yang menentukan biaya, dibahas di sub bab 5.2 dan 5.3.

4. Sumber daya dan cadangan: dua angka yang tidak sama

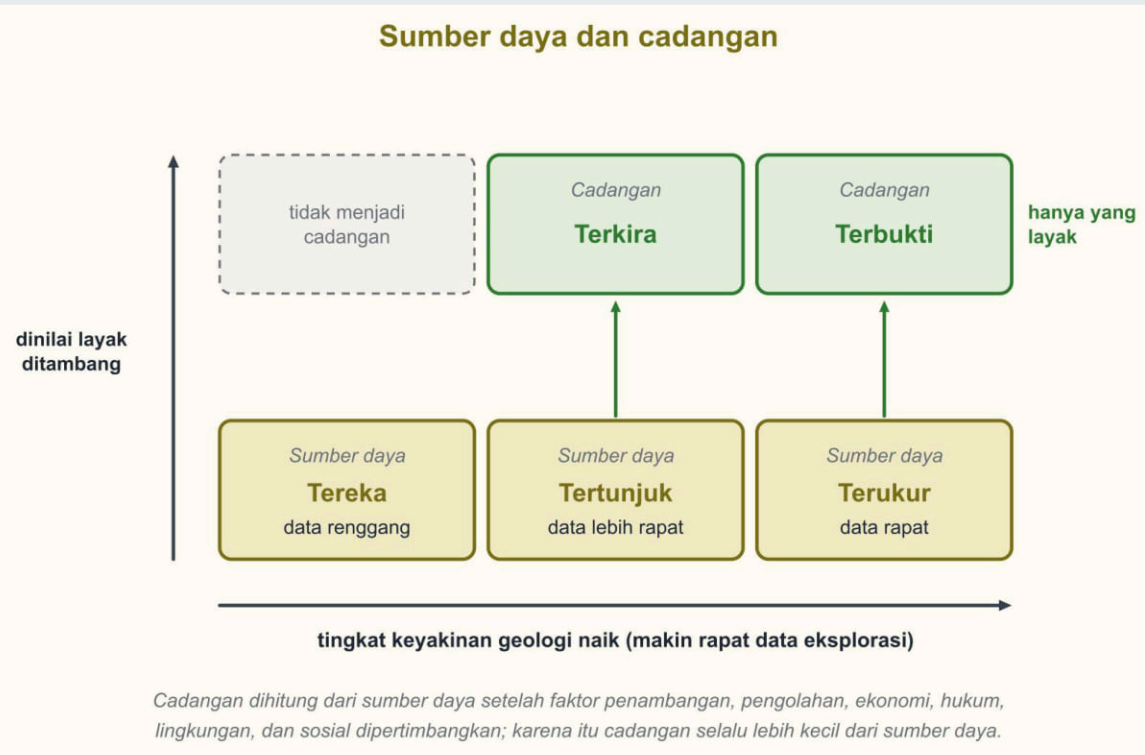
Eksplorasi menghasilkan perkiraan jumlah. Perkiraan itu dibedakan menjadi dua istilah.

- **Sumber daya** adalah bagian endapan yang diperkirakan ada dan memiliki prospek wajar untuk dapat diambil secara ekonomis di masa depan. Sumber daya digolongkan menurut tingkat keyakinan geologi: makin rapat dan makin teliti datanya, makin tinggi golongannya (tereka, tertunjuk, terukur).
- **Cadangan** adalah bagian sumber daya yang, setelah memperhitungkan faktor penambangan, pengolahan, ekonomi, hukum, lingkungan, dan sosial, **dinilai layak ditambang**. Cadangan digolongkan terkira dan terbukti.

Jadi cadangan selalu lebih kecil atau sama dengan sumber daya, karena sebagian sumber daya tidak layak diambil: terlalu dalam, terlalu tipis, mutunya rendah, atau berada di kawasan terlarang. Di Indonesia, pelaporan sumber daya dan cadangan mengikuti standar nasional dan kode pelaporan yang ditulis oleh orang yang berkompeten, supaya angka antar-perusahaan dapat dibandingkan. Pada tingkat dasar, ingat saja satu hal: **angka cadangan, bukan angka sumber daya, yang dipakai sebagai dasar menghitung umur tambang dan memutuskan investasi.**

Hubungan keduanya dapat dilihat pada Gambar 5.3.

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



Gambar 5.3 Hubungan sumber daya dan cadangan: sumbu mendatar menunjukkan tingkat keyakinan geologi (makin rapat data makin yakin), sumbu tegak menunjukkan penilaian faktor penambangan, ekonomi, dan lingkungan; hanya bagian yang yakin dan layak menjadi cadangan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

5. Perizinan: prinsip, bukan pasal

Bahan galian di dalam bumi Indonesia dikuasai oleh negara. Karena itu perusahaan atau perorangan yang ingin mengusahakannya harus **memiliki izin** dari pemerintah. Prinsip yang perlu kamu pahami:

- **Izin diperlukan di setiap tahap, bukan sekali saja.** Kegiatan menyelidiki dan mengeksplorasi pada wilayah tertentu membutuhkan izin untuk tahap itu. Setelah studi kelayakan menyatakan layak, perusahaan memerlukan izin untuk tahap **operasi produksi**, yang mencakup konstruksi, penambangan, pengolahan, serta pengangkutan dan penjualan. Karena itu "perizinan operasi produksi" kita taruh sebagai tahap 4: sesudah studi kelayakan dan sebelum konstruksi.
- **Jenis izin** bergantung pada siapa pemohonnya dan apa bahan galiannya. Beberapa nama yang akan kamu temui: **IUP** (Izin Usaha Pertambangan), **IUPK** (Izin Usaha Pertambangan Khusus), **IPR** (Izin Pertambangan Rakyat, untuk wilayah kecil), dan **SIPB** (Surat Izin Penambangan Batuan). Ada pula izin untuk jasa pertambangan serta izin untuk pengangkutan dan penjualan. Nama dan syarat izin dapat berubah karena undang-undang pertambangan diubah beberapa kali, jadi yang perlu kamu pegang adalah prinsipnya, bukan nomor pasalnya.
- **Izin juga berarti persetujuan atas dampak lingkungan.** Usaha tambang wajib memiliki dokumen atau persetujuan lingkungan yang membahas dampak dan pengelolaannya, serta menempatkan **jaminan reklamasi dan pascatambang**, yaitu dana yang disiapkan agar lahan dapat dipulihkan.
- **Penambangan tanpa izin** melanggar hukum dan sangat berbahaya: tidak ada pengawasan keselamatan, tidak ada reklamasi, dan sering merusak lingkungan.

Ingat bahwa perizinan berjalan *paralel* dengan tahap lain dan tidak berarti urutan di Gambar 5.1 dilarang digeser sedikit: yang tidak boleh dibalik adalah ketergantungannya (misalnya tidak boleh menambang sebelum izin operasi produksi).

6. Persiapan atau konstruksi: membangun sarana

Setelah dinyatakan layak dan berizin, perusahaan **membangun sarana** yang dibutuhkan sebelum produksi: jalan tambang dan jalan angkut, kantor, bengkel, gudang, **kolam pengendap** dan saluran air, unit pengolahan, listrik, serta dermaga atau stockpile bila hasil diangkut lewat air. Lahan dibersihkan dan **tanah pucuk dikupas dan disimpan terpisah** untuk dipakai kembali saat reklamasi. Konstruksi dilakukan *setelah* kelayakan karena membangun sarana mahal: jangan membangun jalan sebelum tahu tambangnya layak. Dalam tahap ini juga dipasang rambu keselamatan, jalur evakuasi, dan fasilitas P3K. Karena kegiatan konstruksi tidak mengambil bahan galian, **pengupasan tanah penutup untuk membuka lapisan bijih bukan konstruksi**, melainkan bagian dari penambangan.

7. Penambangan (produksi): menggali, memuat, mengangkut

Inilah tahap yang paling dikenal: **penambangan** atau produksi, yaitu mengambil bahan galian. Pada tambang terbuka, urutannya pembersihan lahan, pengupasan tanah penutup,

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

penggalian (dengan atau tanpa peledakan), pemuatan, dan pengangkutan ke tempat penimbunan atau pengolahan. Aspek keselamatan, pengendalian debu dan air, serta pengawasan mutu (*grade control*) berjalan selama tahap ini. Eksplorasi pun berlanjut dalam bentuk pemboran rapat untuk menyesuaikan rencana. Di sinilah juga **reklamasi bertahap** dimulai: blok yang sudah selesai ditambang segera ditata ulang, tidak menunggu tambang seluruhnya selesai.

8. Pengolahan dan pemurnian: menaikkan mutu

Bahan galian yang baru digali umumnya belum siap dijual. **Pengolahan** meningkatkan mutu atau mengubah bentuknya agar sesuai syarat pembeli: batu dihancurkan dan diayak menjadi ukuran tertentu, bijih dicuci atau dipisahkan dari batuan pengotor, batubara dicampur untuk mendapat mutu tertentu. **Pemurnian** adalah tahap lanjut untuk logam, misalnya peleburan bijih menjadi logam atau paduan. Pengolahan di unit crusher dan ayakan dipelajari di sub bab 5.6.

9. Pengangkutan dan penjualan

Hasil tambang diangkut ke pembeli: dengan truk, ban berjalan, tongkang, kapal, atau kereta, melalui jalan, sungai, atau laut. Pengangkutan dan penjualan membutuhkan izin dan kontrak, dan produk harus memenuhi **spesifikasi mutu** yang disepakati dengan pembeli. Dari penjualan, perusahaan memperoleh penerimaan dan membayar kewajibannya kepada negara dan daerah, misalnya royalti dan pajak. Karena produk dijual berdasarkan mutu, data mutu dari eksplorasi dan pengawasan mutu produksi menentukan hasilnya.

10. Reklamasi dan pascatambang: memulihkan lahan

Reklamasi adalah kegiatan **sepanjang tahapan usaha pertambangan** untuk menata, memulihkan, dan memperbaiki kualitas lingkungan dan ekosistem agar dapat berfungsi kembali. **Pascatambang** adalah kegiatan terencana, sistematis, dan berkelanjutan **setelah** sebagian atau seluruh usaha pertambangan berakhir, untuk memulihkan fungsi lingkungan dan sosial. Jadi reklamasi tidak hanya di akhir, dan tidak boleh menunggu seluruh penambangan selesai.

Gambar 5.4 membandingkan tahap produksi dengan tahap reklamasi pada tambang terbuka.

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



Gambar 5.4 Kiri: truk pengangkut bijih pada jalan angkut tambang terbuka (tahap produksi). Kanan: lahan bekas tambang batubara yang sudah ditata dan mulai ditanami, dengan pipa penyiram (tahap reklamasi). Sumber: kiri Randi Ang, CC BY 2.0; kanan U.S. National Archives, domain publik; Wikimedia Commons. Diubah: dua foto disusun berdampingan.

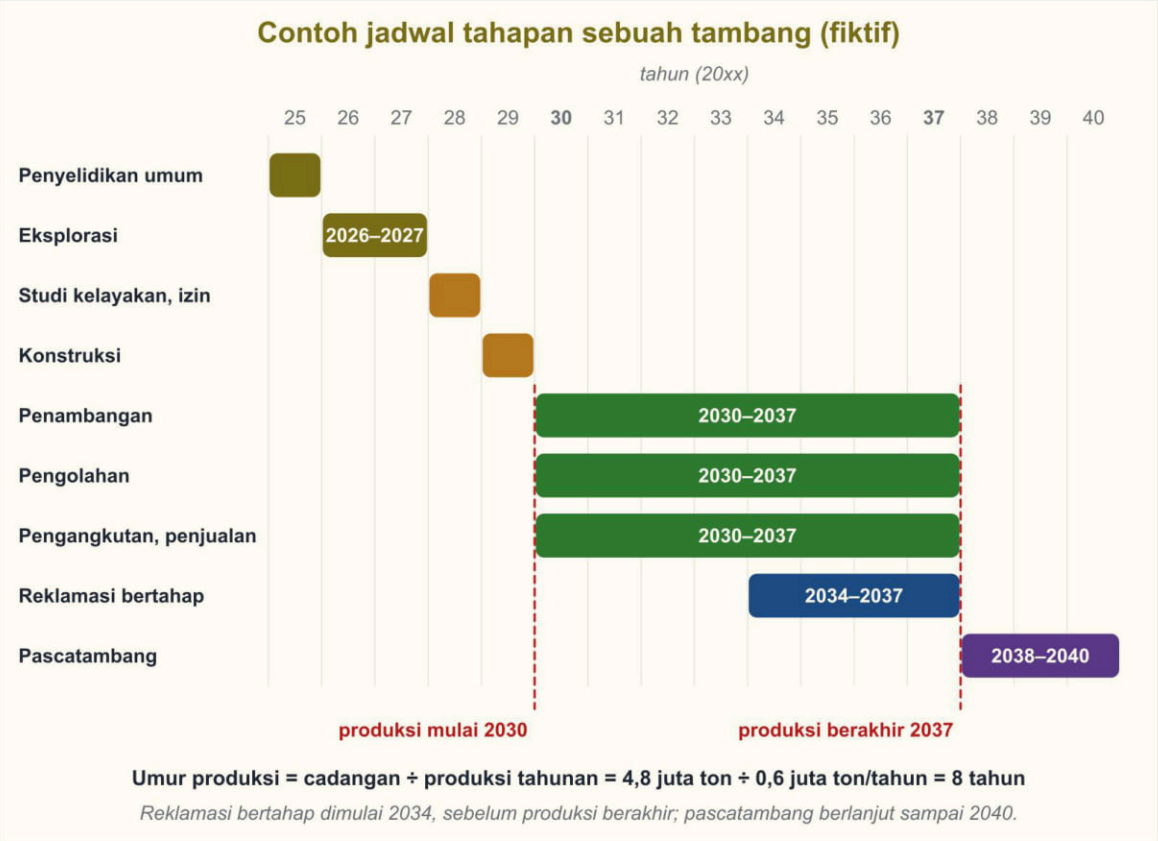
Langkah reklamasi pada tambang terbuka berurutan: **penataan lahan** (melandaikan lereng, mengatur saluran air), **penebaran tanah pucuk**, **penanaman** (revegetasi), lalu **pemeliharaan dan pemantauan** sampai kriteria keberhasilan tercapai. Urutan ini tidak boleh terbalik: lereng curam tanpa penataan mudah longsor dan tanah pucuk terkikis hujan, sehingga tanaman gagal tumbuh. Reklamasi bertahap lebih baik karena mengurangi luas lahan terbuka pada satu waktu, mengurangi erosi, dan biaya di akhir tambang lebih kecil. Untuk menjamin pelaksanaannya, perusahaan menempatkan **dana jaminan reklamasi** yang tidak menghapus kewajiban melaksanakannya.

Sesudah penambangan berhenti, **pascatambang** meliputi pemantauan air dan tanah, perawatan tanaman, dan penyiapan penggunaan lahan baru, misalnya hutan, pertanian, atau kolam. Lahan bekas tambang yang tidak dikelola dapat meninggalkan lubang terbuka, air asam, dan lahan gundul.

11. Umur tambang dan arus kegiatan

Seluruh tahap di atas berlangsung dalam waktu panjang dan saling tumpang tindih. **Umur tambang** dihitung kasar dari **cadangan dibagi produksi per tahun**. Gambar 5.5 memperlihatkan contoh jadwal sebuah tambang fiktif: eksplorasi yang berjalan beberapa tahun, studi kelayakan, perizinan dan konstruksi sebelum produksi, produksi bertahun-tahun, dan reklamasi bertahap yang sudah dimulai di tengah produksi, lalu pascatambang sesudahnya.

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



Gambar 5.5 Contoh jadwal tahapan sebuah tambang fiktif (bukan data nyata). Perhatikan reklamasi bertahap yang berjalan bersamaan dengan produksi dan pascatambang yang berlanjut setelah produksi berakhir. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Ada ketergantungan yang tidak boleh dibalik: **tidak ada penjualan sebelum penambangan; tidak ada studi kelayakan tanpa data eksplorasi; tidak ada konstruksi sebelum dinyatakan layak; tidak ada penambangan tanpa izin.** Di luar itu, beberapa tahap boleh berjalan bersamaan, misalnya eksplorasi lanjutan selama produksi, atau reklamasi bagian lama selagi bagian baru ditambang.

Ringkasan bagian ini. Sembilan tahap: penyelidikan umum (mencari tanda), eksplorasi (mengukur luas, tebal, jumlah, mutu), studi kelayakan (menilai layak atau tidak), perizinan operasi produksi, persiapan atau konstruksi (membangun sarana), penambangan, pengolahan, pengangkutan dan penjualan, serta reklamasi dan pascatambang. Eksplorasi mendahului studi kelayakan; studi kelayakan mendahului konstruksi; kegiatan ditentukan oleh *tujuannya*, bukan ada tidaknya penjualan. Sumber daya adalah perkiraan yang masih mungkin; cadangan adalah bagian yang layak ditambang. Izin diperlukan di tiap tahap dan prinsipnya penting, bukan pasalnya. Reklamasi berlangsung bertahap sejak produksi, dengan urutan penataan lahan, tanah pucuk, penanaman, pemeliharaan.

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

▣ CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Mengurutkan sembilan kegiatan

Pada Februari 2027, PT Bara Pelita Utama (fiktif) di Kalimantan Timur menuliskan sembilan kegiatannya secara acak: (A) pengiriman batubara ke pembeli dengan tongkang, (B) pemboran rapat untuk menghitung cadangan, (C) penelusuran sungai dan pengamatan singkapan untuk mencari tanda batubara, (D) pembangunan jalan angkut dan kolam pengendap, (E) pengupasan tanah penutup dan penggalian batubara, (F) penataan lahan dan penanaman di blok yang selesai ditambang, (G) perhitungan biaya dan penerimaan serta studi lingkungan, (H) pengajuan izin operasi produksi, (I) pencucian dan pencampuran batubara untuk memenuhi mutu pembeli. Susun urutan yang benar. *Kasus disusun untuk contoh; perusahaan dan tempat fiktif.*

1. **C** — mencari tanda: penyelidikan umum.
2. **B** — pemboran rapat untuk menghitung cadangan: eksplorasi.
3. **G** — biaya, penerimaan, studi lingkungan: studi kelayakan.
4. **H** — izin operasi produksi: perizinan.
5. **D** — jalan dan kolam: konstruksi.
6. **E** — kupas dan gali: penambangan.
7. **I** — pencucian dan pencampuran: pengolahan.
8. **A** — pengiriman: pengangkutan dan penjualan.
9. **F** — penataan dan penanaman: reklamasi (di blok yang selesai).

Urutan: C → B → G → H → D → E → I → A → F. Periksa: tidak ada kegiatan yang membutuhkan hasil kegiatan yang belum terjadi. F di akhir daftar karena yang selesai lebih dulu menunggu giliran; dalam jadwal nyata F sudah dimulai di tengah E (reklamasi bertahap).

Contoh 2 — Menentukan tahap berikutnya

Tentukan tahap yang sedang berjalan dan tahap berikutnya pada tiga temuan. *Kasus disusun untuk contoh; tempat dan tokoh fiktif.*

(a) Pemetaan dan pemboran berjarak 250 m di sebuah blok bauksit menunjukkan sebaran endapan di seluruh blok, tetapi jumlah dan kadar belum dapat dihitung dengan yakin.

1. Data sebaran sudah ada, tetapi titiknya renggang: ini **eksplorasi umum**.
2. Untuk menghitung jumlah dan kadar dengan yakin, titik harus dirapatkan.
3. Tahap berikutnya: **eksplorasi rinci** (pemboran dan sumur uji lebih rapat), baru kemudian studi kelayakan.

(b) Studi kelayakan sebuah tambang andesit menyimpulkan bahwa biaya per ton lebih rendah daripada harga jual dan dampak lingkungan dapat dikelola.

1. Kesimpulannya: **layak**. Tahap yang sedang berjalan adalah akhir studi kelayakan.
2. Tahap berikutnya: **perizinan operasi produksi** dan persetujuan lingkungan, kemudian konstruksi sarana.

(c) Penambangan di blok barat telah selesai. Tanah pucuk dari blok itu masih tersimpan.

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

1. Penambangan di blok barat selesai, tetapi tambang secara keseluruhan masih berjalan.
2. Tahap berikutnya untuk blok itu: **reklamasi bertahap**: penataan lahan, tebar tanah pucuk, penanaman.

Periksa: tiap jawaban mengikuti ketergantungan di Gambar 5.1. Jawaban: (a) eksplorasi rinci, (b) perizinan operasi produksi, (c) reklamasi blok barat.

Contoh 3 — Umur tambang dan jadwal

Pada Maret 2027, laporan eksplorasi sebuah tambang batubara fiktif menyatakan **cadangan terbukti 4,8 juta ton**. Rencana produksi **600 ribu ton per tahun**. Penyelidikan umum selesai 2025, eksplorasi 2026–2027, studi kelayakan dan izin 2028, konstruksi 2029, produksi dimulai 2030. Reklamasi bertahap dimulai 4 tahun setelah produksi dimulai. Pascatambang berlangsung 3 tahun setelah produksi berakhir. Hitung umur tambang, tahun produksi berakhir, dan kapan reklamasi bertahap dimulai. *Kasus disusun untuk contoh; perusahaan dan tempat fiktif.*

1. **Umur produksi** = cadangan ÷ produksi tahunan = 4.800.000 ton ÷ 600.000 ton/tahun = **8 tahun**.
2. **Produksi dimulai 2030**, berjalan 8 tahun: 2030, 2031, …, 2037. Jadi produksi berakhir pada **akhir 2037**.
3. **Reklamasi bertahap** dimulai 4 tahun setelah produksi dimulai: 2030 + 4 = **2034**.
4. **Pascatambang** 3 tahun setelah produksi berakhir: 2038, 2039, 2040 (sampai **2040**).
5. **Jadwal lengkap:** penyelidikan umum 2025; eksplorasi 2026–2027; studi kelayakan dan izin 2028; konstruksi 2029; produksi 2030–2037 dengan reklamasi bertahap mulai 2034; pascatambang 2038–2040.

Periksa: 8 tahun × 600.000 ton = 4.800.000 ton, tepat sama dengan cadangan. Reklamasi bertahap (2034) dimulai *sebelum* produksi berakhir (2037), sesuai prinsip reklamasi bertahap. Jawaban: umur 8 tahun, produksi berakhir 2037, reklamasi bertahap mulai 2034, pascatambang sampai 2040.

Contoh 4 — Menggolongkan delapan kegiatan

Pada Juni 2027 sebuah laporan perusahaan batu andesit fiktif mencantumkan kegiatan: (1) mempelajari citra satelit dan peta geologi daerah baru, (2) menggali parit uji untuk melihat tebal batuan, (3) membangun kolam pengendap dan jalan angkut, (4) mengupas tanah penutup di bukit, (5) menghitung biaya per ton dan penerimaan, (6) menghancurkan batu menjadi ukuran tertentu, (7) menanam pohon di lereng bekas tambang di blok lama, (8) memantau kualitas air dua tahun setelah tambang ditutup. Golongkan menurut tahapnya. *Kasus disusun untuk contoh; perusahaan fiktif.*

1. (1) mencari tanda: **penyelidikan umum**.
2. (2) parit uji mengumpulkan data tebal: **eksplorasi**.
3. (3) membangun sarana sebelum produksi: **konstruksi**.
4. (4) mengupas tanah penutup untuk mengambil batu: **penambangan**.
5. (5) biaya dan penerimaan: **studi kelayakan**.
6. (6) mengolah batu: **pengolahan**.

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

7. (7) menanam di blok lama saat tambang masih berjalan: **reklamasi bertahap**.
8. (8) memantau setelah tambang ditutup: **pascatambang**.

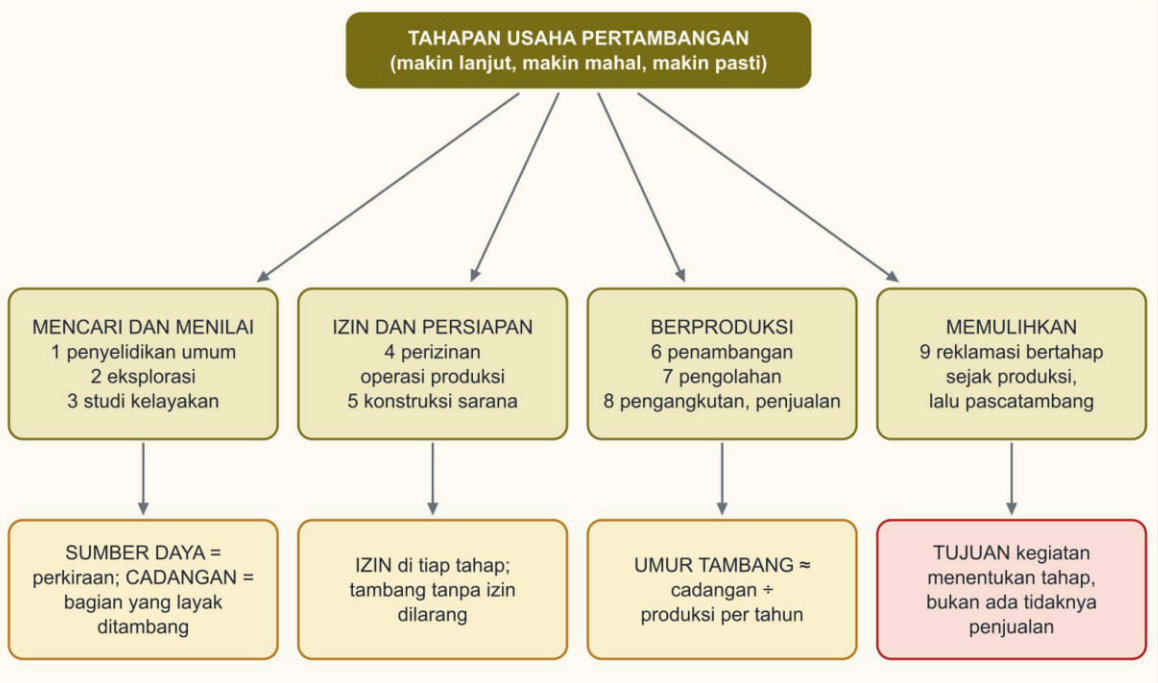
Periksa: tiap kegiatan digolongkan berdasarkan tujuannya. Jawaban: 1 penyelidikan umum; 2 eksplorasi; 3 konstruksi; 4 penambangan; 5 studi kelayakan; 6 pengolahan; 7 reklamasi; 8 pascatambang.

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Sembilan tahap:** penyelidikan umum, eksplorasi, studi kelayakan, perizinan operasi produksi, konstruksi, penambangan, pengolahan, pengangkutan dan penjualan, reklamasi dan pascatambang.
- **Eksplorasi berjenjang:** umum (titik renggang, sebaran) lalu rinci (titik rapat, jumlah dan kadar).
- **Studi kelayakan memakai data eksplorasi:** menilai teknis, ekonomi, lingkungan; memuat rencana reklamasi.
- **Sumber daya** adalah perkiraan; **cadangan** adalah bagian yang layak ditambang.
- **Tujuan** menentukan tahap kegiatan, bukan ada atau tidaknya penjualan.
- **Izin** ada di tiap tahap (eksplorasi, operasi produksi); penambangan tanpa izin dilarang.
- **Reklamasi bertahap** sejak produksi: tata lahan, tanah pucuk, tanam, pelihara; **pascatambang** setelah usaha berakhir.
- **Umur tambang** kira-kira cadangan ÷ produksi per tahun.

Gambar 5.6 merangkum urutan, hubungan, dan jebakan utamanya.



Gambar 5.6 Peta konsep tahapan penambangan: sembilan tahap, hubungan antar-tahap, dan hal yang tidak boleh dibalik. 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 tahapan penambangan:

1. **Tentukan tujuan kegiatan** yang disebut soal: mencari tanda, mengukur jumlah dan mutu, menilai kelayakan, membangun sarana, mengambil bahan galian, mengolah, menjual, atau memulihkan lahan.
2. **Cocokkan tujuan dengan tahap** pada Gambar 5.1, lalu periksa **ketergantungannya**: apa yang harus sudah ada sebelum kegiatan itu?
3. **Untuk jadwal,** geser kegiatan yang membutuhkan hasil kegiatan lain ke belakangnya, dan perhatikan bahwa reklamasi bertahap berjalan bersama produksi.
4. **Untuk "tahap berikutnya,"** tentukan dulu tahap yang sedang berjalan dari datanya (titik renggang atau rapat, sudah ada kelayakan atau belum).

Jebakan khas pada soal ini:

- **Menambang atau menjual sebelum eksplorasi** karena singkapan sudah ditemukan.
- **Studi kelayakan sebelum data sebaran dan mutu ada.**
- **Jalan tambang atau sarana dibangun sebelum eksplorasi** atau sebelum dinyatakan layak.
- **Pemboran dianggap eksploitasi** karena menggali, padahal tujuannya menghitung cadangan.
- **Pembangunan dermaga dianggap bukan konstruksi** karena belum ada produksi.
- **Pengupasan tanah penutup dianggap bukan penambangan** karena belum ada bijih dijual.
- **Reklamasi dijadwalkan hanya di akhir** setelah semua penambangan selesai.
- **Mengira pengolahan dilakukan sebelum penambangan** agar mutu diketahui; mutu diketahui dari sampel eksplorasi.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut berupa kasus pemilik usaha yang menemukan singkapan dan ingin segera menjual hasilnya. Tidak semua yang dibutuhkan untuk memutuskan sudah diketahui. Pakailah tujuan tiap tahap pada bagian 1 sampai 3 dan alasan urutannya: tentukan dulu apa yang *belum diketahui* pemilik, lalu tahap mana yang menjawabnya.

►. Pemilik CV Pasir Putih di Bangka Barat (2027) menemukan beberapa singkapan pasir kuarsa saat prospeksi. Ia ingin segera menyewa ekskavator dan menjual pasirnya. Konsultan mencatat bahwa belum diketahui seberapa luas sebaran pasir, berapa tebalnya, berapa jumlahnya, dan apakah mutunya memenuhi syarat pabrik kaca. Pemilik meminta saran langkah berikutnya.

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

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

Saran yang paling tepat adalah ....

A. Langsung menyusun studi kelayakan karena singkapan pasir sudah ditemukan
B. Langsung menambang kecil-kecilan sambil menghitung untung-ruginya
C. Membangun jalan tambang lebih dulu agar alat bor mudah masuk lokasi
D. Melakukan eksplorasi untuk mengetahui sebaran, tebal, dan mutu pasir
E. Menyusun rencana reklamasi lebih dulu sebelum lokasi dipetakan

Pembahasan **Kunci: D**

Konsep: Tahapan penambangan: prospeksi → eksplorasi → studi kelayakan → konstruksi → penambangan (eksploitasi) → pengolahan → reklamasi dan pascatambang. Eksplorasi menghasilkan data sebaran, tebal, jumlah, dan mutu bahan galian yang menjadi dasar studi kelayakan.

Langkah:

1. Prospeksi baru membuktikan adanya pasir di beberapa titik.
2. Data sebaran, tebal, jumlah, dan mutu belum ada → itulah tugas eksplorasi.
3. Setelah eksplorasi baru studi kelayakan dapat dihitung.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: studi kelayakan butuh data jumlah dan mutu cadangan, yang belum dimiliki.
- **B.** ✗ Menambang tanpa data cadangan dan izin berisiko rugi dan melanggar tahapan.
- **C.** ✗ Jebakan: jalan memang dibutuhkan, tetapi konstruksi dilakukan setelah tambang dinyatakan layak.
- **D.** ✓ Eksplorasi menyediakan data sebaran, tebal, jumlah, dan mutu pasir yang belum diketahui.
- **E.** ✗ Rencana reklamasi disusun berdasarkan rencana tambang, yang belum dapat dibuat tanpa data eksplorasi.

Jawaban: D.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk soal pertama, tandai tiap kegiatan dengan tahapnya sebelum menilai pernyataan; untuk soal kedua, tentukan dulu tahap yang sedang berjalan dari jarak titik dan tujuan, lalu tahap berikutnya.

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

1. Jadwal kegiatan tambang batu kapur PT Gunung Putih (2027):
(a) 2026: pemetaan geologi dan pemboran untuk menghitung cadangan;
(b) 2027: studi kelayakan dan dokumen lingkungan;
(c) akhir 2027: pembangunan jalan tambang, kantor, dan unit crusher;
(d) 2028–2035: penambangan;
(e) reklamasi baru dimulai tahun 2036 setelah seluruh penambangan selesai.
(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
Pemboran pada tahun 2026 termasuk tahap eksploitasi karena sudah menggali ke dalam bumi.	○	○
Pembangunan jalan tambang, kantor, dan crusher termasuk tahap konstruksi yang dilakukan setelah studi kelayakan.	○	○
Rencana memulai reklamasi tahun 2036 perlu diubah karena lahan bekas tambang sebaiknya direklamasi bertahap selama penambangan.	○	○

2. Tim PT Bauksit Ketapang (2027) sedang membuat sumur uji dan pemboran berjarak rapat 25 m di blok yang sudah diketahui mengandung bauksit. Tujuannya menghitung jumlah dan kadar cadangan dengan tingkat keyakinan tinggi. Sebelumnya, pemetaan dan pemboran berjarak 200 m sudah menunjukkan sebaran bauksit di daerah itu. Manajer ingin tahu tahap yang sedang berjalan dan tahap berikutnya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tahap yang sedang berjalan dan tahap berikutnya adalah ....

A. Prospeksi, lalu eksplorasi umum
B. Eksploitasi, lalu pengolahan
C. Eksplorasi rinci, lalu studi kelayakan
D. Konstruksi, lalu penambangan
E. Studi kelayakan, lalu eksplorasi rinci

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

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

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa pemboran untuk menghitung cadangan termasuk eksplorasi dan bukan penambangan, walaupun sama-sama menggali ke dalam bumi?
- Mengapa reklamasi tidak boleh menunggu sampai seluruh penambangan selesai, dan kegiatan apa saja yang termasuk reklamasi bertahap?
- **Yang harus kuingat:** penyelidikan umum → eksplorasi → studi kelayakan → perizinan → konstruksi → penambangan → pengolahan → pengangkutan dan penjualan → reklamasi dan pascatambang. Tahap ditentukan oleh tujuan kegiatan. Cadangan = bagian sumber daya yang layak ditambang. Reklamasi dimulai bertahap sejak produksi.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 5.1: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktgp&node=SMKTGP-5.1

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Sub bab 5.2 · Metode penambangan dan contoh komoditasnya

SMKTGP-5.2

◎ APA YANG DIUJI

Subtopik Peta Topik NLS **TKA-SMKTGP-05-02** menguji kemampuanmu menghubungkan **bentuk dan letak endapan** dengan **metode penambangan** yang cocok, serta mengenali komoditas yang lazim ditambang dengan metode itu. Soalnya berupa daftar beberapa usulan proyek (misalnya endapan di bukit, lapisan batubara dangkal, urat emas tegak, pasir lepas di sungai), lalu kamu menilai pernyataan mana yang tepat. Ada juga soal yang meminta ciri metode tertentu, misalnya dinding berjenjang pada tambang terbuka, atau syarat produk, misalnya blok marmer yang harus utuh. Soal ini biasanya digolongkan sulit karena pengecohnya masuk akal: "kadar tinggi berarti tambang terbuka", "batuan keras berarti quarry", "lapisan dalam 20 meter berarti bawah tanah".

Prinsip yang kamu butuhkan sederhana: metode mengikuti endapan. Jangan memilih metode dari satu ciri (kadar, kekerasan, atau kedalaman), tetapi dari gabungan bentuk, kedalaman, kemiringan, kekuatan batuan, dan syarat produk.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- membedakan tambang terbuka dan tambang bawah tanah serta menyebut syarat pemakaian masing-masing;
- menjelaskan ciri open pit, quarry, strip mining (open cut), dan tambang aluvial beserta komoditasnya;
- menjelaskan ciri room and pillar dan cut and fill serta endapan yang cocok;
- memilih metode dari uraian bentuk, kedalaman, dan sifat endapan;
- menghitung perbandingan sederhana pada metode ruang dan pilar dan menilai usulan proyek.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

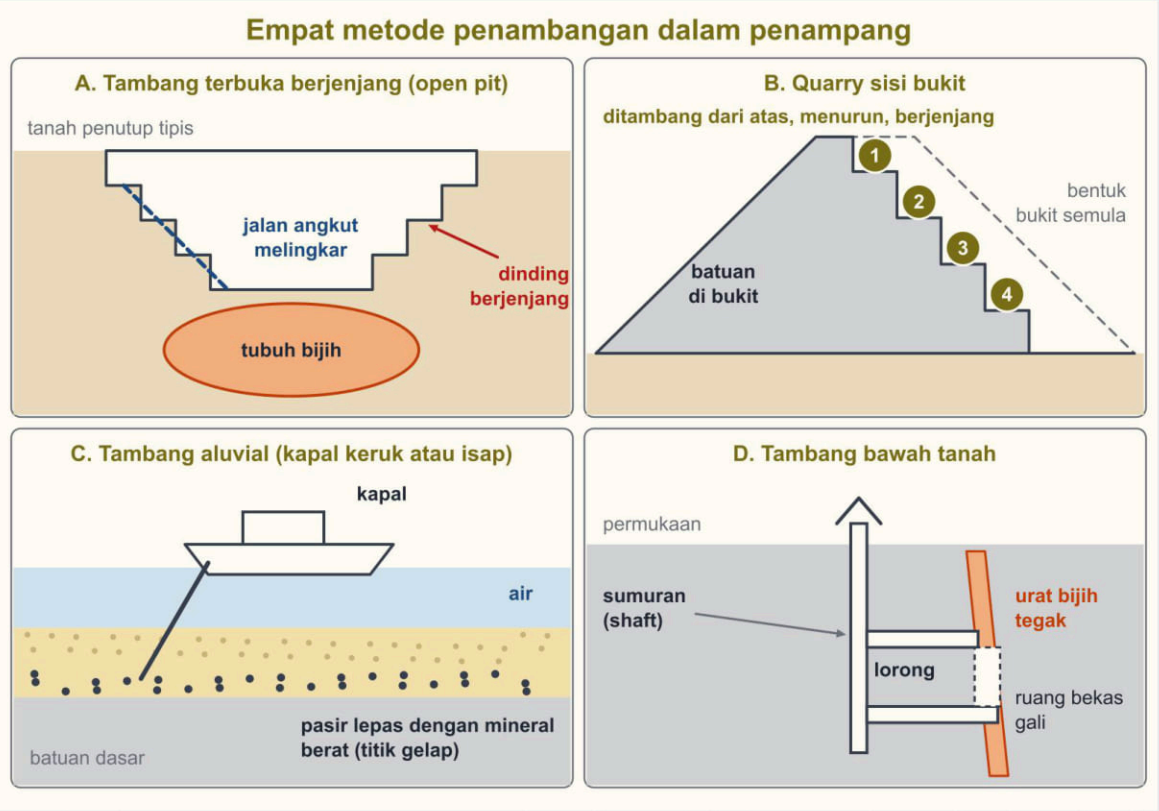
Tidak ada satu cara menambang untuk semua bahan galian. Batubara yang membentang datar dekat permukaan diambil dengan cara yang sangat berbeda dari urat emas tegak yang menembus ratusan meter ke dalam bumi, dan pasir timah di dasar laut dangkal diambil dengan cara yang berbeda lagi dari batu andesit di bukit. Pemilihan metode adalah keputusan besar: ia menentukan alat, biaya, produksi, keselamatan, luas lahan yang terganggu, dan berapa persen bahan galian yang berhasil diambil. Karena itu metode dipilih pada tahap studi kelayakan (sub bab 5.1), berdasarkan data eksplorasi.

Secara garis besar ada dua kelompok. **Tambang terbuka** mengambil bahan galian dari permukaan, dengan membuka lahan dan mengupas tanah serta batuan penutupnya. **Tambang bawah tanah** mengambil bahan galian lewat lubang atau terowongan, tanpa

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

membuka seluruh permukaan di atasnya. Sebagian besar tambang di Indonesia adalah tambang terbuka, karena endapan batubara, nikel laterit, bauksit, dan banyak bahan galian lain terletak dangkal. Tambang terbuka juga cenderung lebih aman karena pekerja bekerja di udara terbuka dan lebih mudah diawasi. Tambang bawah tanah dipilih bila endapan terlalu dalam atau terlalu sempit sehingga membuka tambang terbuka akan mahal atau tidak mungkin.

Gambar 5.7 menunjukkan empat bentuk penambangan itu dalam penampang sederhana.



Gambar 5.7 Penampang sederhana empat metode: tambang terbuka berjenjang (open pit) pada tubuh bijih membulat, quarry sisi bukit pada batuan di bukit, tambang aluvial pada endapan lepas di sungai atau laut dangkal, dan tambang bawah tanah pada urat tegak. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

1. Tambang terbuka: syarat dan sifat umum

Tambang terbuka cocok bila endapan **dekat permukaan** atau bila tubuh bijih sangat besar, sehingga jumlah tanah dan batuan penutup (disebut **tanah penutup** atau *overburden*) yang harus dikupas masih sebanding dengan nilai bahan galian di bawahnya. Perbandingan itu dinamakan **nisbah pengupasan** (dibahas di sub bab 5.3). Makin dalam sebuah lubang terbuka, makin banyak yang harus dikupas untuk tiap ton bijih, sehingga ada batas kedalaman tempat metode ini tidak ekonomis lagi.

Kelebihan tambang terbuka: dapat memakai alat sangat besar (ekskavator dan truk berkapasitas besar) sehingga produksi per hari tinggi dan biaya per ton rendah; keselamatan relatif lebih baik; dan pengawasan lebih mudah. Kekurangannya: lahan yang terbuka luas sehingga dampak lingkungan besar; kegiatan terpengaruh cuaca, terutama hujan lebat; debu dan bising; dan tanah penutup dalam jumlah besar yang harus ditimbun dan kemudian direklamasi. Tambang terbuka terbagi menjadi beberapa metode yang dibedakan oleh bentuk endapannya, yaitu open pit, quarry, strip mining atau open cut, dan tambang aluvial.

2. Open pit: lubang berjenjang untuk tubuh bijih besar

Open pit (tambang terbuka berjenjang) dipakai untuk **tubuh bijih yang besar dan membulat** atau berbentuk massa, mulai dari dekat permukaan sampai ratusan meter ke bawah. Penambangan dimulai dari permukaan, lalu lubang digali makin dalam dan melebar ke atas sehingga bentuknya seperti corong. Dindingnya dibuat **berjenjang** (bangku-bangku bertingkat). Jenjang punya dua fungsi: membuat dinding keseluruhan lebih landai sehingga stabil, dan menjadi **lantai kerja** tempat alat bergerak di setiap tingkat. **Jalan angkut (ramp)** dibuat melingkar atau berkelok-kelok di dinding dengan kemiringan yang aman bagi truk bermuatan, bukan lurus tegak lurus dinding yang akan terlalu curam.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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



Gambar 5.8 Tambang terbuka berjenjang untuk bijih tembaga dan emas di Pulau Sumbawa. Dinding berjenjang dan jalan angkut melingkar tampak jelas; alat dan truk di dasar lubang tampak sangat kecil. Sumber: Iso1600, CC BY-SA 3.0, Wikimedia Commons.

Komoditas yang lazim ditambang dengan open pit: **tembaga dan emas** dari tubuh bijih porfiri (seperti pada Gambar 5.8), **bijih besi**, emas, dan beberapa bijih logam lain. Karena lubangnya makin dalam, nisbah pengupasan naik seiring waktu. Itulah mengapa open pit cocok untuk tubuh bijih yang besar, bukan untuk urat sempit: urat yang tegak dan tipis menembus dalam akan menuntut pengupasan batuan yang sangat banyak untuk mencapai tiap ton bijih.

3. Quarry: batuan bangunan dan bahan industri

Quarry adalah tambang terbuka untuk **batuan** yang dipakai langsung sebagai bahan bangunan atau bahan industri: batu andesit dan granit untuk agregat dan jalan, batugamping untuk bahan semen, serta marmer untuk lantai dan dinding. Bahan galiannya berupa batuan yang keras, sering tersingkap di bukit dengan tanah penutup tipis. Ada dua bentuk utama. **Quarry sisi bukit** (*side hill*) dipakai bila batuan membentuk bukit di atas dataran: penambangan dimulai dari **atas** dan turun membentuk jenjang-jenjang, sehingga dinding stabil dan setiap jenjang menjadi lantai kerja datar. Menggali kaki bukit lebih dulu berbahaya karena bagian atasnya menggantung dan bisa runtuh. **Quarry tipe lubang** (*pit*) dipakai bila batuan terletak di bawah muka dataran sehingga harus digali ke bawah.

Syarat produk menentukan cara kerjanya. Bila produknya **batu pecah atau batu split** (agregat), batuan boleh diledakkan lalu dipecah di crusher (sub bab 5.6). Bila produknya **batu blok** atau batu dimensi, seperti marmer dan granit hias yang dijual sebagai lempengan, blok harus **utuh tanpa retakan**. Peledakan membuat retakan halus di dalam batu dan banyak bahan terbuang, sehingga blok **dipotong** dengan gergaji kawat atau dengan

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

pemboran berderet, tanpa peledakan. Jadi batuan keras tidak otomatis berarti ledakan: cara bergantung pada produk yang diminta pasar.

Gambar 5.9 memperlihatkan quarry marmer: dinding berjenjang dan blok yang telah dipotong.



Gambar 5.9 Quarry marmer: dinding batu putih berjenjang dan blok besar yang telah dipotong di jenjang bawah. Sumber: Wittylama, CC BY-SA 4.0, Wikimedia Commons.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

4. Strip mining (open cut): lapisan mendatar yang dangkal

Strip mining atau **open cut** dipakai untuk **lapisan** bahan galian yang **mendatar atau landai, luas, dan dangkal**, terutama **batubara**. Cara kerjanya: tanah penutup dikupas dalam **jalur-jalur** (strip) yang berurutan; lapisan batubara di jalur itu diambil; lalu tanah penutup dari jalur berikutnya **ditimbun balik** ke jalur yang baru selesai. Dengan cara ini, lahan yang terbuka pada satu waktu relatif sempit dan sebagian lahan sudah dapat direklamasi sementara penambangan berlanjut di jalur lain. Di daerah berbukit, lapisan yang muncul di lereng ditambang mengikuti bentuk kontur bukit (*contour mining*). Syaratnya endapan **dekat permukaan** dan **mendatar**; bila lapisan semakin dalam, tanah penutup yang dikupas semakin tebal dan biaya naik.

Karena itu lapisan batubara yang terletak 20 m di bawah permukaan dan mendatar tergolong dangkal, sehingga tidak otomatis harus ditambang bawah tanah. Kedalaman tidak dinilai sendirian: yang dibandingkan adalah tebal tanah penutup dengan tebal batubara (sub bab 5.3). Contoh lain tambang terbuka dangkal adalah **nikel laterit** dan **bauksit**. Endapan ini berupa lapisan tanah lapuk berwarna kemerahan yang menyebar luas di punggung bukit, ditutupi tanah pucuk yang tipis, dan cukup lunak untuk digali langsung dengan ekskavator tanpa peledakan. Di Indonesia, batubara banyak ditambang di Kalimantan dan Sumatera, nikel laterit di Sulawesi dan Maluku Utara, serta bauksit di Kalimantan Barat dan Kepulauan Riau.

Gambar 5.10 memperlihatkan dua contoh tambang terbuka dangkal di Indonesia.



Gambar 5.10 Tambang terbuka dangkal di Indonesia. Kiri: foto udara lokasi penambangan batubara dengan jalur-jalur galian dan kolam. Kanan: tambang nikel laterit di tepi laut dengan tanah merah dan jalan angkut. Sumber: Marwan Mohamad, CC BY-SA 4.0 (kedua foto), Wikimedia Commons; diubah: dua foto disusun berdampingan.

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

5. Tambang aluvial: endapan lepas di sungai dan laut dangkal

Tambang aluvial (juga disebut tambang plaser) mengambil **endapan lepas** berupa pasir dan kerikil yang mengandung **mineral berat**, di dasar dan tepi sungai, di dataran bekas sungai purba, atau di dasar laut dangkal. Mineral berat seperti **timah** (kasiterit), **emas**, dan intan jauh lebih berat daripada pasir kuarsa. Karena itu, ketika air membawa pasir, mineral berat mengendap lebih dulu dan terkumpul di satu tempat. Endapan itu **tidak perlu diledakkan** karena materialnya sudah lepas. Yang dibutuhkan adalah air dan pemisahan berdasarkan berat jenis.

Beberapa cara yang dipakai: **tambang semprot**, yaitu air bertekanan disemprotkan lewat nosel (monitor) untuk meruntuhkan pasir, lalu lumpurnya dipompa ke alat pemisah; **kapal keruk**, yaitu kapal yang mengeruk endapan dengan rangkaian timba; **kapal isap**, yaitu kapal yang menyedot pasir dan air dari dasar laut dengan pipa; serta **dulang** untuk skala kecil. Mineral berat dipisahkan dari pasir di alat pemisah gravitasi seperti **jig** dan **sakan**, karena butiran berat mengendap lebih cepat. Di Bangka Belitung, timah ditambang di darat dan di laut dangkal dengan kapal keruk dan kapal isap.

Gambar 5.11 memperlihatkan dua cara menambang timah aluvial pada masa lampau: tambang semprot dan kapal keruk.



Gambar 5.11 Dua cara menambang endapan timah aluvial di Belitung pada masa lampau. Kiri: monitor air bertekanan meruntuhkan pasir (tambang semprot). Kanan: kapal keruk berkonstruksi baja mengeruk endapan di perairan. Sumber: foto lama koleksi KITLV, CC BY 4.0, Wikimedia Commons (kedua foto); diubah: dua foto disusun berdampingan.

Tambang aluvial menghasilkan banyak lumpur dan mengubah aliran air, sehingga pengendalian kekeruhan dan reklamasi lahan atau perairan sangat penting.

6. Tambang bawah tanah: bila endapan dalam atau sempit

Tambang bawah tanah dipilih bila endapan **terlalu dalam** untuk dikupas, atau **tipis dan tegak** sehingga tambang terbuka akan membuang batuan sangat banyak, atau bernilai tinggi sehingga biaya yang lebih mahal masih layak. Akses ke endapan lewat tiga jenis jalan masuk: **terowongan datar** (*adit*) yang masuk dari lereng bukit, **terowongan miring** (*decline*), dan **sumuran tegak** (*shaft*). Dari jalan masuk, dibuat **lorong-lorong** yang disangga agar tidak runtuh dan dialiri **udara segar (ventilasi)**; air tanah harus dipompa keluar. Bahaya tambang bawah tanah lebih beragam: runtuhan atap, kekurangan udara, gas berbahaya (misalnya metana di tambang batubara), air masuk, dan kebakaran. Karena itu

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

pengawasannya lebih ketat dan biaya per ton lebih tinggi.

Dua metode bawah tanah yang harus kamu kenal.

Ruang dan pilar (room and pillar). Cocok untuk **lapisan yang relatif mendatar**, seperti batubara. Lapisan digali membentuk **ruang-ruang** (*room*) bersilangan seperti pola papan catur, dan di antaranya **ditinggalkan pilar** bahan galian yang berfungsi menyangga atap. Kelebihannya sederhana dan mudah dimekanisasi; kekurangannya sebagian bahan galian tertinggal di pilar sehingga **perolehannya lebih rendah**. Pilar yang terlalu kecil bisa pecah dan memicu runtuhan beruntun, sehingga ukuran pilar diatur dengan hati-hati. Mengambil pilar saat mundur sangat berbahaya dan hanya dilakukan dengan prosedur ketat. Lubang tambang batubara bawah tanah di Sawahlunto, Sumatera Barat, yang kini menjadi bagian dari situs warisan dunia UNESCO sejak 2019, adalah contoh sejarah penambangan batubara bawah tanah di Indonesia.

Gambar 5.12 memperlihatkan lorong tambang batubara bawah tanah dengan pola ruang dan pilar.



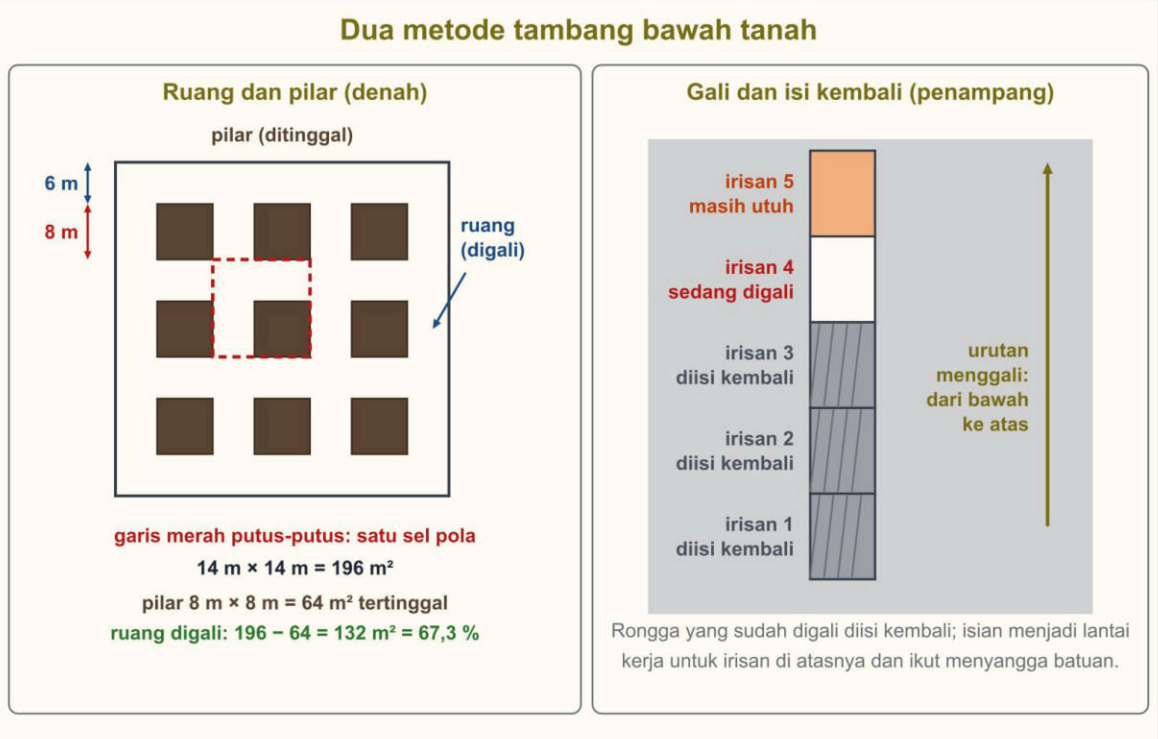
Gambar 5.12 Lorong di tambang batubara bawah tanah dengan metode ruang dan pilar: batubara diambil dalam pola papan catur dengan pilar penahan atap, dan ruangnya disangga tiang kayu. Sumber: Dennis G. Jarvis, CC BY-SA 2.0, Wikimedia Commons.

Gali dan isi kembali (cut and fill). Cocok untuk **urat atau tubuh bijih yang tegak, sempit, atau bentuknya tidak teratur**, dengan batuan yang lemah, dan bernilai tinggi seperti **emas** dan **perak**. Bijih digali dalam irisan horizontal; rongga yang terbentuk **diisi kembali** dengan bahan pengisi (misalnya tailing atau batu limbah) yang menjadi penyangga dan lantai kerja untuk irisan berikutnya. Metode ini **selektif**: hanya bagian berkadar tinggi yang diambil, sehingga batuan buangan sedikit, dan perolehannya tinggi. Biayanya mahal karena

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

pekerjaannya manual dan bertahap.

Gambar 5.13 menggambarkan pola ruang dan pilar (denah) dan pola gali dan isi kembali (penampang).



Gambar 5.13 Kiri: denah ruang dan pilar (tampak atas), ruang digali dan pilar ditinggalkan. Kanan: penampang gali dan isi kembali pada urat tegak: irisan digali lalu diisi kembali. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Ada pula metode **longwall** yang dipakai pada lapisan batubara panjang dan datar dengan alat penyangga berjalan; di sini cukup dikenali namanya. Selain itu, bahan yang larut seperti garam dapat ditambang dengan **metode larutan**: air dialirkan ke dalam endapan, dilarutkan, lalu cairannya dipompa naik. Kedua metode ini hanya perlu dikenali.

7. Memilih metode dengan tiga pertanyaan

Dalam soal dan di lapangan, pemilihan metode dapat dijawab dengan tiga pertanyaan berurutan.

1. **Di mana endapannya?** Dangkal dan terbuka atau tertutup tanah penutup yang tipis (arah tambang terbuka), atau dalam di bawah batuan tebal (arah bawah tanah).
2. **Seperti apa bentuknya?** Lapisan mendatar luas (strip atau open cut; ruang dan pilar bila dalam), tubuh besar membulat (open pit), batuan di bukit (quarry), urat tegak sempit (bawah tanah, gali dan isi kembali), atau endapan lepas berair (aluvial).
3. **Apa syarat produknya dan batasannya?** Blok utuh atau batu pecah, kekerasan batuan, stabilitas, lingkungan, izin, dan biaya.

Gambar 5.14 merangkum pasangan metode, ciri endapan, dan komoditas.

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

Metode penambangan, ciri endapan, dan komoditas

Metode	Ciri endapan	Contoh komoditas	Ciri pekerjaan
Open pit	tubuh bijih besar, membulat; dekat permukaan sampai ratusan meter	tembaga, emas, bijih besi	dinding berjenjang; jalan angkut melingkar
Strip mining (open cut)	lapisan mendatar atau landai, luas, dan dangkal	batubara, bauksit, nikel laterit	kupas jalur, timbun balik; digali langsung
Quarry	batuan di bukit atau di bawah muka dataran	andesit, granit, batugamping, marmer	jenjang dari atas; split diledakkan, blok dipotong
Aluvial	endapan lepas berair (sungai, pantai, laut dangkal)	timah, emas, intan	semprot, kapal keruk atau isap; pisah berat jenis
Ruang dan pilar	lapisan relatif mendatar dan dalam	batubara (juga garam, gipsum)	ruang digali; pilar ditinggal menyangga atap
Gali dan isi kembali	urat tegak, sempit, atau tidak teratur; bernilai tinggi	emas, perak, logam lain	irisan digali lalu diisi kembali; selektif

Gambar 5.14 Tabel metode penambangan, ciri endapan yang cocok, dan contoh komoditasnya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Ringkasan bagian ini. Metode mengikuti endapan. Tambang terbuka (open pit, quarry, strip mining atau open cut, aluvial) untuk endapan dangkal atau besar; tambang bawah tanah (ruang dan pilar, gali dan isi kembali) untuk endapan dalam atau sempit. Open pit: tubuh besar membulat, dinding berjenjang, jalan melingkar. Quarry: batuan di bukit, jenjang dari atas, blok dipotong dan batu split diledakkan. Strip mining: lapisan mendatar dangkal, kupas jalur dan timbun balik. Aluvial: endapan lepas, semprot, kapal keruk atau isap, pisah berat jenis. Ruang dan pilar: lapisan mendatar, pilar menyangga. Gali dan isi kembali: urat tegak, rongga diisi.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Memasangkan enam endapan dengan metode

Pada April 2027, sebuah dinas pertambangan provinsi membahas enam endapan dan harus menetapkan metodenya. *Kasus disusun untuk contoh; tempat dan tokoh fiktif.*

(1) Lapisan batubara mendatar seluas 300 ha, tebal 5 m, di bawah tanah penutup 12 m. (2) Bukit granit yang hampir tanpa tanah penutup; pembeli meminta blok utuh untuk lempengan hias. (3) Pasir lepas mengandung mineral berat di dasar perairan dangkal di muara. (4) Urat perak tegak setebal 1 m yang diketahui sampai kedalaman 300 m, di dalam batuan lemah. (5) Lapisan batubara mendatar tebal 3 m di bawah batuan penutup 150 m. (6) Tubuh bijih tembaga membulat, dekat permukaan sampai kedalaman 250 m.

Tentukan metodenya.

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

1. **(1)** Mendatar, luas, dangkal: nisbah pengupasan 12 ÷ 5 = **2,4 : 1** (tanah penutup 2,4 m untuk tiap 1 m batubara) wajar untuk **strip mining (open cut)**.
2. **(2)** Batuan di bukit dan produk **blok utuh**: **quarry** dengan **pemotongan blok** (gergaji kawat atau pemboran berderet), tanpa peledakan besar.
3. **(3)** Endapan lepas di perairan dangkal: **tambang aluvial** dengan kapal keruk atau kapal isap.
4. **(4)** Urat tegak sempit, dalam, batuan lemah, bernilai tinggi: **bawah tanah, gali dan isi kembali**.
5. **(5)** Mendatar tetapi dalam: nisbah pengupasan 150 ÷ 3 = **50 : 1**, terlalu besar untuk dikupas; **bawah tanah, ruang dan pilar**.
6. **(6)** Tubuh besar membulat, dekat permukaan sampai 250 m: **open pit**.

Periksa: tiap pilihan sesuai tiga pertanyaan (di mana, bentuk, syarat produk). Jawaban: (1) strip mining, (2) quarry blok, (3) aluvial, (4) cut and fill, (5) ruang dan pilar, (6) open pit.

Contoh 2 — Menilai empat usulan proyek

Pada Mei 2027, sebuah dinas menerima empat usulan. Nilailah benar atau salah dan beri alasan. *Kasus disusun untuk contoh; tempat dan tokoh fiktif.*

(a) "Endapan bauksit mendatar tebal 4 m di bawah tanah penutup 2 m dan menyebar luas sebaiknya ditambang bawah tanah karena bauksit berharga."

1. Nisbah pengupasan 2 ÷ 4 = **0,5 : 1**, sangat kecil. Lapisan dangkal, mendatar, dan luas.
2. Tambang terbuka dangkal (open cut) jauh lebih murah dan aman. **Salah.**

(b) "Batupasir keras yang tersingkap di punggung bukit untuk batu belah ditambang dengan quarry sisi bukit."

1. Batuan di bukit, tanah penutup tipis: quarry sisi bukit, dari atas dan berjenjang. **Benar.**

(c) "Urat emas tegak setebal 80 cm sampai kedalaman 350 m cocok untuk open pit karena kadarnya tinggi."

1. Kadar tinggi tidak otomatis berarti tambang terbuka. Urat tipis dan tegak sedalam 350 m menuntut pengupasan batuan sangat banyak. **Salah**; metode yang cocok bawah tanah (gali dan isi kembali).

(d) "Pasir lepas mengandung emas di dasar sungai dangkal dapat ditambang dengan metode aluvial tanpa peledakan."

1. Endapan lepas berair: aluvial (semprot, isap, atau keruk), dan material lepas tidak perlu diledakkan. **Benar.**

Periksa: tiap alasan menyebut bentuk, kedalaman, dan sifat endapan, bukan satu ciri saja. Jawaban: (a) salah, (b) benar, (c) salah, (d) benar.

Contoh 3 — Berapa persen yang diambil pada ruang dan pilar?

Pada September 2027, sebuah latihan perencanaan tambang batubara bawah tanah fiktif memakai pola ruang dan pilar. Lebar ruang 6 m dan lebar pilar persegi 8 m (angka latihan, bukan rancangan nyata). Tebal lapisan 3 m, densitas batubara 1,3 ton/m^3. Hitung persen luas yang digali pada pola itu dan tonase yang diambil serta tertinggal di pilar tiap satu sel pola.

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

Bandingkan bila pilar diperlebar menjadi 14 m. *Kasus disusun untuk contoh; tidak ada tempat tertentu.*

1. **Satu sel pola** terdiri dari satu pilar dan ruang di sekelilingnya: sisi sel = lebar ruang + lebar pilar = 6 + 8 = 14 m. Luas sel = 14 × 14 = **196 m²**.
2. **Luas pilar** = 8 × 8 = **64 m²**. Luas yang digali = 196 − 64 = **132 m²**.
3. **Persen digali** = 132 ÷ 196 × 100 % = **67,3 %**.
4. **Isi sel:** volume = 196 × 3 = 588 m^3; tonase = 588 × 1,3 = **764,4 ton**.
5. **Yang diambil** = 132 × 3 × 1,3 = **514,8 ton**; **yang tertinggal di pilar** = 64 × 3 × 1,3 = **249,6 ton**. Jumlahnya 514,8 + 249,6 = 764,4 ton (cocok).
6. **Pilar 14 m:** sel sisi 6 + 14 = 20 m, luas 400 m^2; pilar 14 × 14 = 196 m^2; digali 400 − 196 = 204 m^2, persen digali = 204 ÷ 400 × 100 % = **51 %**.

Periksa: pilar yang lebih lebar membuat atap lebih kuat tetapi bahan yang tertinggal lebih banyak (perolehan turun dari 67,3 % menjadi 51 %). Itulah alasan perolehan ruang dan pilar umumnya lebih rendah daripada metode lain. Jawaban: 67,3 % digali; 514,8 ton diambil dan 249,6 ton tertinggal per sel; dengan pilar 14 m hanya 51 % digali.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

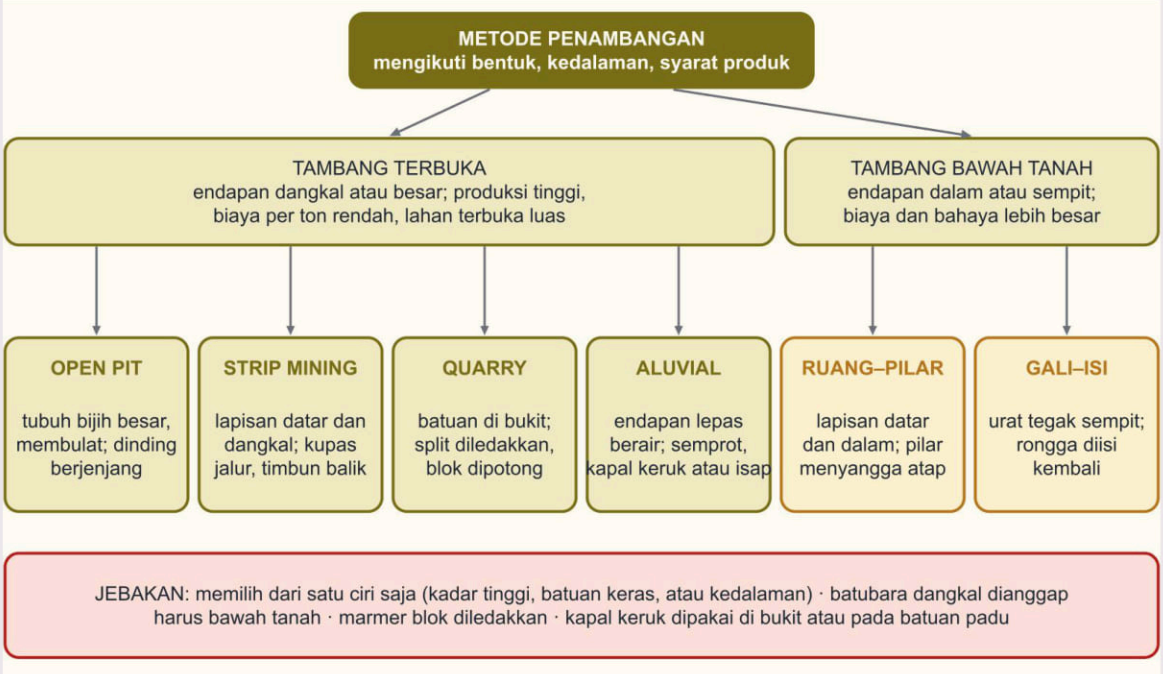
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Metode mengikuti endapan:** di mana (dangkal atau dalam), bentuk, syarat produk.
- **Tambang terbuka:** endapan dangkal atau besar; produksi tinggi, biaya per ton rendah, lahan terbuka luas.
- **Open pit:** tubuh bijih besar membulat; dinding berjenjang, jalan melingkar; tembaga, emas, bijih besi.
- **Quarry:** batuan di bukit; jenjang dari atas; batu split diledakkan dan dipecah; blok marmer dan granit hias dipotong tanpa peledakan.
- **Strip mining (open cut):** lapisan mendatar dangkal; kupas jalur dan timbun balik; batubara, bauksit, nikel laterit.
- **Aluvial:** endapan lepas berair; semprot, kapal keruk atau isap; pisah berat jenis; timah, emas.
- **Bawah tanah:** endapan dalam, tipis, atau tegak; ruang dan pilar untuk lapisan mendatar; gali dan isi kembali untuk urat tegak.
- **Kedalaman saja, kadar saja, atau kekerasan saja bukan dasar** memilih metode.

Gambar 5.15 merangkum pasangan metode dan endapan, serta jebakan yang paling sering.



Gambar 5.15 Peta konsep metode penambangan: tambang terbuka dan bawah tanah, enam metode, endapan yang cocok, serta jebakan memilih dari satu ciri saja. 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 metode penambangan:

1. **Tulis ciri endapan** tiap usulan: bentuk (lapisan, urat, tubuh membulat, bukit, lepas), kedalaman, dan syarat produk.
2. **Cocokkan dengan metode** memakai Gambar 5.14, lalu periksa pilihan yang hanya memakai satu ciri.
3. **Bandingkan tebal tanah penutup dengan tebal endapan** bila lapisan; nisbah kecil mengarah ke tambang terbuka, nisbah sangat besar ke bawah tanah.
4. **Periksa syarat produk:** blok utuh berarti pemotongan tanpa peledakan; batu pecah berarti peledakan dan crusher.

Jebakan khas pada soal ini:

- **Batubara 20 m di bawah permukaan dianggap harus bawah tanah** padahal lapisan mendatar yang dangkal ditambang terbuka.
- **Urat emas tegak dianggap cocok open pit karena kadar tinggi.**
- **Batuan keras dianggap cocok quarry karena keras,** tanpa melihat letak dan syarat produk; atau marmer blok diledakkan.
- **Batubara disebut cocok quarry** karena termasuk batuan sedimen.
- **Quarry tipe lubang dipakai untuk bukit** atau penggalian kaki bukit tanpa jenjang.
- **Kapal keruk dipakai di punggung bukit** atau pada batuan padu.
- **Endapan lepas diledakkan** dahulu.
- **Jalan angkut open pit lurus tegak lurus dinding.**
- **Menyamakan "tambang terbuka lebih murah" dengan "selalu terbaik"** padahal tidak ekonomis bila tanah penutup terlalu tebal.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menyajikan empat usulan proyek dengan bentuk dan kedalaman endapan yang berbeda-beda, lalu meminta pernyataan yang tepat. Gunakan tiga pertanyaan pada bagian 7: tuliskan di mana, bentuk, dan syarat produk setiap usulan, lalu periksa tiap pernyataan satu per satu terhadap Gambar 5.14.

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

►. Dinas ESDM sebuah provinsi (2027) membahas empat usulan proyek:
(1) pasir dan kerikil lepas mengandung emas di dasar dan tepi sungai lebar yang dangkal;
(2) bukit batu andesit yang hampir tidak tertutup tanah;
(3) lapisan batubara mendatar dan luas, 20 m di bawah permukaan;
(4) urat (vein) emas setebal 1,5 m yang hampir tegak sampai kedalaman 400 m.
(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. Proyek 2 cocok ditambang secara quarry dengan jenjang-jenjang di lereng bukit.
☐ B. Proyek 3 sebaiknya ditambang bawah tanah karena batubara berada 20 m di bawah permukaan.
☐ C. Proyek 4 cocok ditambang terbuka karena kadar emas di urat itu tinggi.
☐ D. Proyek 1 dapat ditambang dengan metode tambang aluvial, misalnya semprot atau kapal keruk.
☐ E. Proyek 3 cocok ditambang secara quarry karena batubara termasuk batuan sedimen yang keras.

Pembahasan **Kunci: A, D**

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

Konsep: Metode penambangan dipilih menurut bentuk, kedalaman, dan sifat endapan: quarry (batuan bangunan/industri di bukit), strip mine/open cut (lapisan mendatar dangkal seperti batubara), open pit (tubuh bijih membulat dekat permukaan), tambang aluvial (endapan lepas di sungai: semprot, kapal keruk), tambang bawah tanah (endapan dalam, tipis, atau tegak).

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 ✓** Batu andesit di bukit tanpa tanah penutup tebal ditambang dengan quarry berjenjang.
• **Pernyataan 2 ✗** Jebakan: 20 m termasuk dangkal; lapisan mendatar yang luas dan dangkal ditambang terbuka (strip mine/open cut).
• **Pernyataan 3 ✗** Jebakan: urat tipis yang tegak dan dalam membutuhkan pengupasan batuan sangat banyak bila ditambang terbuka; metode yang sesuai adalah tambang bawah tanah.
• **Pernyataan 4 ✓** Endapan lepas di sungai (aluvial/plaser) ditambang dengan semprot atau kapal keruk.
• **Pernyataan 5 ✗** Quarry dipakai untuk batuan bangunan/industri di bukit; batubara berlapis mendatar dan tertutup tanah penutup ditambang dengan strip mine/open cut.

Jawaban: pernyataan 1, 4.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk soal pertama, tulis ciri endapan sebelum memilih metode; untuk soal kedua, tulis dulu ciri-ciri open pit yang kamu ingat, lalu nilai setiap pernyataan.

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

1. PT Nikel Konawe (2027) memiliki endapan nikel laterit berupa lapisan tanah lapuk kemerahan setebal 5–25 m yang menyebar luas mengikuti punggung-punggung bukit. Endapan itu langsung berada di bawah lapisan tanah pucuk yang tipis, tidak ada batuan keras di atasnya, dan materialnya dapat digali langsung dengan ekskavator.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Metode penambangan yang paling sesuai adalah ....

A. Tambang terbuka dangkal; lapisan diledakkan dulu, lalu digali
B. Tambang aluvial memakai kapal keruk yang bergerak di bukit
C. Quarry berjenjang tinggi dengan peledakan batuan yang keras
D. Tambang terbuka dalam sampai batuan segar di bawah laterit
E. Tambang terbuka dangkal dengan pengupasan dan penggalian

2. PT Tembaga Sumbawa (2027) menambang tubuh bijih tembaga-emas yang besar dan membulat, mulai dari dekat permukaan sampai kedalaman 300 m, dengan metode tambang terbuka (open pit). Siswa PKL diminta menjelaskan ciri metode ini kepada tamu dari sekolah lain.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penjelasan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Jalan tambang (ramp) dibuat tegak lurus dinding pit agar truk dapat naik dengan jarak paling pendek.
☐ B. Dinding pit dibuat berjenjang agar tetap stabil dan alat dapat bekerja di setiap tingkat.
☐ C. Metode ini juga cocok untuk urat emas sempit yang hampir tegak sampai kedalaman ratusan meter.
☐ D. Makin dalam pit, makin banyak batuan penutup yang harus dikupas untuk setiap ton bijih.
☐ E. Metode ini memungkinkan pemakaian alat berukuran besar sehingga produksi per hari tinggi.

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

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa kadar emas yang tinggi pada urat tegak sempit tidak membuat open pit cocok? Bandingkan dengan tubuh bijih tembaga yang besar.
- Mengapa marmer untuk lempengan ditambang dengan pemotongan blok, sedangkan batu andesit untuk agregat boleh diledakkan?
- **Yang harus kuingat:** metode mengikuti bentuk, kedalaman, dan syarat produk. Open pit untuk tubuh besar; quarry untuk batuan di bukit; strip mining untuk lapisan mendatar

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

dangkal; aluvial untuk endapan lepas; ruang dan pilar untuk lapisan dalam; gali dan isi kembali untuk urat tegak.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 5.2: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktgp&node=SMKTGP-5.2

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Sub bab 5.3 · Faktor pemilihan metode penambangan

SMKTGP-5.3

◎ APA YANG DIUJI

Sub bab ini berkaitan dengan subtopik Peta Topik NLS **TKA-SMKTGP-05-03**, yaitu faktor yang menentukan metode penambangan. Di soal, kamu biasanya diberi sebuah kasus perusahaan tambang yang harus memilih: apakah endapan ditambang terbuka atau bawah tanah, blok mana yang layak, dan blok mana yang digarap lebih dulu. Datanya berupa tabel singkat atau gambar penampang lubang bor yang menunjukkan kedalaman atap dan dasar lapisan. Dari data itu kamu menghitung **nisbah pengupasan** (*stripping ratio*), membandingkannya dengan batas perusahaan, lalu menimbangnya bersama faktor lain seperti air tanah, permukiman, dan biaya angkut.

Soal bagian ini banyak berupa soal sulit karena dua hal. Pertama, ada langkah membaca yang mudah salah: atap lapisan dibaca sebagai tebal lapisan, atau tebal tanah penutup dihitung sampai dasar lapisan. Kedua, keputusan akhir tidak hanya dari satu angka. Blok dengan lapisan paling tebal belum tentu paling murah ditambang, dan blok dengan nisbah paling kecil belum tentu boleh digarap bila ada syarat lain yang tidak terpenuhi.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menyebutkan faktor-faktor yang memengaruhi pemilihan metode penambangan dan menjelaskan pengaruh masing-masing;
- membedakan bentuk endapan (lapisan, urat, tubuh besar) dan metode yang cenderung cocok;
- membaca penampang lubang bor untuk menentukan tebal tanah penutup dan tebal lapisan;
- menghitung nisbah pengupasan, baik sebagai perbandingan tebal maupun dalam bcm per ton;
- membandingkan beberapa blok dengan batas nisbah dan menentukan blok yang layak serta urutan penambangannya.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Sebuah perusahaan tambang tidak memilih metode penambangan karena suka atau karena alatnya sudah ada. Metode dipilih setelah eksplorasi, ketika data endapan sudah cukup, dan pilihan itu menentukan nasib seluruh proyek: berapa besar biaya, seberapa aman pekerja, seberapa luas lahan terbuka, dan berapa lama tambang dapat beroperasi. Karena itu, kamu perlu mengenal faktor-faktornya satu per satu, lalu belajar menggabungkannya.

1. Satu keputusan, banyak pertimbangan

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

Secara garis besar ada dua keluarga metode. **Tambang terbuka** menggali dari permukaan: tanah dan batuan di atas endapan dikupas lebih dulu, lalu endapan digali. Contohnya *open pit* (lubang besar berjenjang) dan *quarry* (galian batuan bangunan). **Tambang bawah tanah** membuat terowongan dan lorong menuju endapan sehingga tanah di atasnya dibiarkan utuh. Kedua metode sudah dibahas jenis-jenisnya pada sub bab 5.2. Di sini pertanyaannya: **faktor apa yang membuat satu endapan lebih cocok untuk metode yang satu daripada yang lain?**

Faktornya dapat dikelompokkan menjadi lima:

1. **Endapan itu sendiri:** bentuk, kedalaman, tebal, dan kemiringannya.
2. **Batuan di sekitarnya:** kuat atau lemah, banyak retakan atau tidak, banyak air atau kering. Ini menentukan stabilitas lereng dan atap.
3. **Ekonomi:** kadar atau mutu endapan, harga jual, biaya tambang, dan biaya angkut.
4. **Nisbah pengupasan:** seberapa banyak tanah penutup yang harus disingkirkan untuk mendapatkan satu satuan bahan galian.
5. **Lingkungan, keselamatan, infrastruktur, dan izin:** apa yang ada di atas endapan (desa, sawah, hutan, sungai), jalan, pelabuhan, listrik, serta wilayah yang diizinkan.

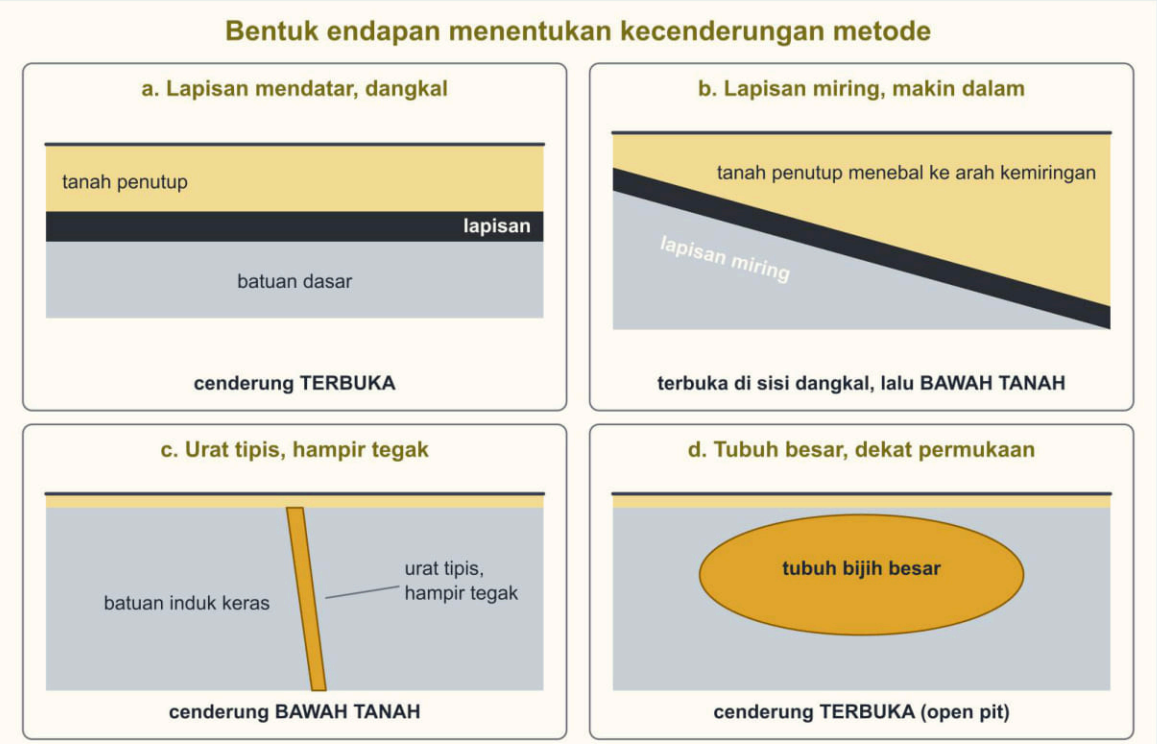
Tidak ada satu faktor yang menang otomatis. Endapan yang secara teknik cocok ditambang terbuka dapat dibatalkan karena berada tepat di bawah permukiman, dan endapan yang terlalu dalam untuk tambang terbuka dapat menjadi menguntungkan bila kadarnya sangat tinggi. Pemilihan metode adalah **menimbang beberapa faktor sekaligus**.

2. Bentuk, kedalaman, tebal, dan kemiringan endapan

Mulailah dari istilah dasar. **Kedalaman** adalah jarak dari permukaan tanah sampai endapan. Untuk endapan berlapis, bagian atas lapisan disebut **atap** (*roof*) dan bagian bawahnya disebut **dasar** (*floor*). **Tebal** lapisan adalah selisih kedalaman dasar dan atap. **Kemiringan** (*dip*) menyatakan seberapa miring lapisan atau urat terhadap bidang datar. Bahan di atas atap yang harus dikupas disebut **tanah penutup** (*overburden*); dalam praktik, isinya bukan hanya tanah, tetapi juga batuan lapuk dan batuan segar.

Bentuk endapan sangat menentukan. Gambar 5.16 membandingkan empat bentuk yang sering ditemui.

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



Gambar 5.16 Empat bentuk endapan dan kecenderungan metodenya: lapisan mendatar dangkal, lapisan miring yang makin dalam, urat tipis hampir tegak, dan tubuh bijih besar dekat permukaan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Lapisan mendatar dan dangkal (misalnya batubara atau batugamping beberapa puluh meter dari permukaan) cenderung ditambang terbuka. Lapisannya luas, sehingga setelah tanah penutup dikupas, bahan galian dapat digali dari atas dengan alat besar. **Lapisan miring** membuat tanah penutup makin tebal ke arah kemiringan. Sisi yang dangkal dapat ditambang terbuka, tetapi pada kedalaman tertentu tanah penutup terlalu tebal sehingga metode berganti ke bawah tanah. **Urat tipis hampir tegak**, misalnya urat kuarsa pembawa emas setebal beberapa puluh sentimeter, menyulitkan tambang terbuka karena untuk mengambil urat setipis itu harus menggali batuan induk dalam jumlah sangat besar. Karena itu, urat yang dalam cenderung ditambang bawah tanah, dengan menggali sebatas urat dan sedikit batuan di sekitarnya. **Tubuh besar membulat yang dekat permukaan**, seperti sebagian endapan bijih tembaga, cocok untuk *open pit*.

Kedalaman dan tebal bekerja bersama. Lapisan setebal 2 m yang berada 120 m di bawah permukaan memaksa kita mengupas 120 m tanah penutup untuk setiap 2 m batubara. Lapisan setebal 30 m pada kedalaman yang sama jauh lebih masuk akal untuk ditambang terbuka karena bahan yang diperoleh jauh lebih banyak. Itulah sebabnya kedalaman tidak pernah dinilai sendirian; ia dibandingkan dengan tebal, dan perbandingan itu adalah nisbah pengupasan (bagian 5).

Kemiringan memengaruhi dua hal. Bagi tambang terbuka, lapisan miring berarti dasar tambang makin dalam ke satu arah, sehingga pit dibatasi pada kedalaman yang masih layak. Bagi tambang bawah tanah, lapisan hampir mendatar mudah dijangkau dengan lorong datar, sedangkan

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

lapisan yang sangat curam memerlukan cara kerja yang berbeda.

3. Sifat batuan dan kestabilan

Tambang terbuka menghasilkan **dinding galian** yang tinggi; tambang bawah tanah menghasilkan **atap lorong**. Keduanya harus stabil selama pekerja di bawahnya. Kestabilan bergantung pada kekuatan batuan, banyaknya retakan atau bidang lemah, dan air.

Batuan keras dan masif (misalnya andesit yang tidak banyak retak) dapat membentuk dinding galian yang curam dan atap lorong yang bertahan tanpa banyak penyangga. Batuan lunak, lapuk, atau banyak retakan membutuhkan lereng yang lebih landai. Pada tambang terbuka, lereng yang lebih landai berarti lebih banyak material yang harus digali di sekeliling pit, sehingga biaya naik. Pada tambang bawah tanah, atap yang lemah memerlukan **penyangga** (kayu, baja, atau baut batuan), dan itu juga menambah biaya dan waktu.

Air tanah sering menjadi penentu tersembunyi. Air membuat tanah dan batuan lunak menjadi lebih mudah longsor. Pada tambang terbuka, air hujan dan air tanah menggenangi dasar pit sehingga harus dipompa. Karena itu, kedalaman muka air tanah dibandingkan dengan kedalaman dasar pit: dasar pit yang jauh di bawah muka air tanah berarti biaya pemompaan yang besar. Pada tambang bawah tanah, air yang masuk ke lorong adalah bahaya langsung bagi pekerja.

Dalam penilaian, batuan di bagian **atap lapisan** diperiksa dengan cermat. Batuan atap yang lemah, misalnya batulempung yang mudah hancur, menyulitkan tambang bawah tanah, tetapi tidak membuat tambang bawah tanah mustahil; atap seperti itu dapat disangga. Batuan di bagian **dasar lapisan** memengaruhi kemampuan lantai menahan alat berat.

4. Kadar, nilai, dan ekonomi

Setiap metode punya biaya per ton yang berbeda. Secara umum, tambang bawah tanah lebih mahal per ton daripada tambang terbuka karena terowongan, penyangga, ventilasi, dan peralatan khusus. Endapan yang kadarnya rendah tetapi tubuhnya besar biasanya hanya masuk akal bila ditambang terbuka dalam skala besar, karena biaya per ton harus ditekan serendah mungkin. Endapan berkadar sangat tinggi, misalnya urat emas, dapat menanggung biaya bawah tanah yang lebih mahal.

Perusahaan menetapkan **kadar batas** (*cut-off grade*), yaitu kadar terendah yang masih memberi laba. Bagian endapan yang kadarnya di bawah batas dianggap batuan sisa, bukan bijih. Kadar batas berubah mengikuti harga jual dan biaya: bila harga naik, kadar batas dapat diturunkan sehingga jumlah bijih bertambah.

Biaya angkut ikut menentukan. Blok yang biaya penambangannya paling murah dapat merugi bila jaraknya jauh dari jalan atau pelabuhan. Laba per ton dihitung sebagai harga jual dikurangi semua biaya per ton, bukan hanya biaya menggali. Di soal, kamu sering diminta menghitung laba per ton seperti ini: harga jual − biaya tambang − biaya angkut.

5. Nisbah pengupasan

Nisbah pengupasan adalah perbandingan antara banyaknya tanah penutup yang harus dikupas

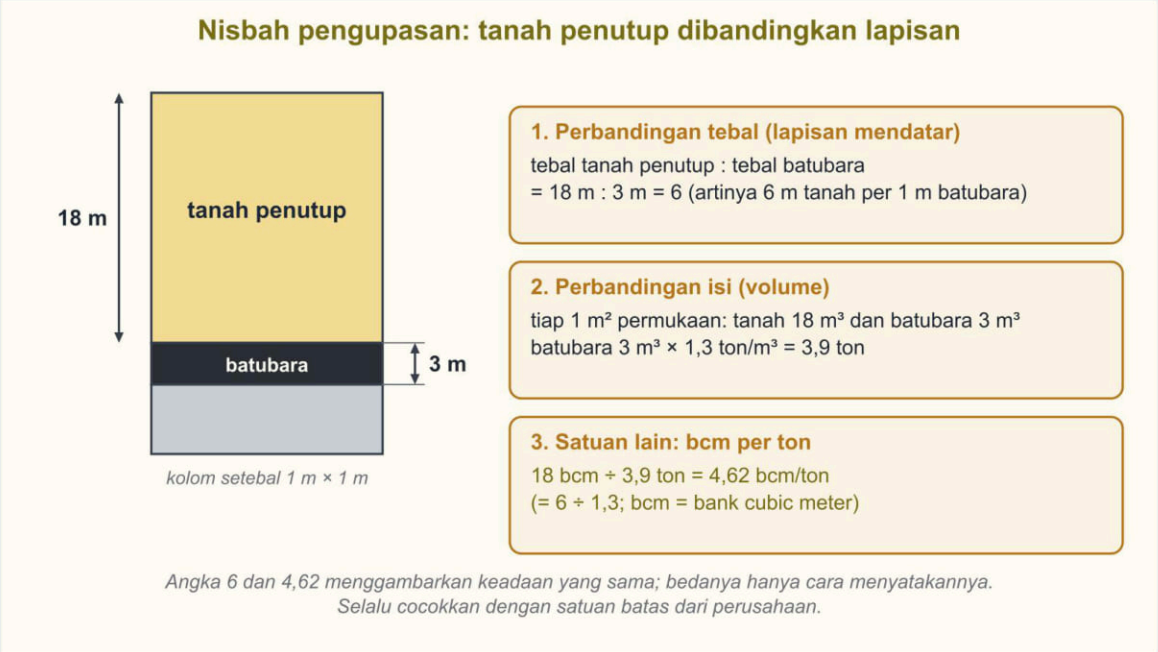
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

dan banyaknya bahan galian yang diperoleh. Semakin kecil nisbahnya, semakin sedikit tanah yang dipindahkan untuk setiap satuan bahan galian, sehingga semakin murah tambang terbuka itu. Karena mengupas tanah hanya mengeluarkan biaya tanpa menghasilkan penjualan, nisbah pengupasan sering dipakai sebagai petunjuk cepat kelayakan tambang terbuka.

Nisbah dapat dinyatakan dengan beberapa cara, dan **satuan harus diperhatikan**:

- **Perbandingan tebal.** Untuk lapisan yang mendatar, tebal tanah penutup dibagi tebal lapisan. Jika tanah penutup 18 m dan lapisan batubara 3 m, nisbahnya 18 : 3 = 6, artinya setiap 1 m batubara memerlukan pengupasan 6 m tanah penutup. Cara ini dipakai pada soal berpenampang bor, dan perhitungannya cukup dengan pembagian.
- **Perbandingan isi.** Tanah penutup dihitung dalam **bcm** (*bank cubic meter*, meter kubik di tempat aslinya, sebelum digali dan menjadi gembur), bahan galiannya dalam m^3. Pada lapisan mendatar dengan luas yang sama, perbandingan isi sama dengan perbandingan tebal.
- **bcm per ton.** Di tambang batubara, bahan galian lebih sering ditimbang daripada diukur isinya, sehingga nisbah dinyatakan sebagai bcm tanah penutup per ton batubara. Untuk mengubah dari perbandingan tebal, bagi dengan densitas batubara (ton/m^3).

Gambar 5.17 menunjukkan ketiganya pada satu kolom setebal 1 m × 1 m.



Gambar 5.17 Nisbah pengupasan untuk kolom bertanah penutup 18 m dan batubara 3 m. Perbandingan tebal 18 : 3 = 6. Bila densitas batubara 1,3 ton/m^3 (angka contoh), batubara 3 m^3 setara 3,9 ton, sehingga nisbahnya 18 ÷ 3,9 = 4,62 bcm/ton. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Perhatikan bahwa 6 dan 4,62 menggambarkan **keadaan yang sama**. Bahayanya terjadi bila angka dengan satuan yang satu dibandingkan dengan batas yang satuannya lain. Batas "paling besar 5 bcm/ton" setara dengan perbandingan tebal 5 × 1,3 = 6,5, bukan 5. Karena itu, **baca definisi nisbah dan satuan batasnya di soal**; bila soal menyebut nisbah sebagai tebal tanah penutup : tebal lapisan, pakailah perbandingan tebal.

Dalam praktik, perusahaan menetapkan **batas nisbah** yang masih memberi laba. Bila nisbah

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

blok melampaui batas, tanah penutup terlalu mahal dikupas untuk bahan galian yang diperoleh. Penambangan lalu dimulai dari **blok bernisbah terkecil**, karena biaya per ton paling rendah dan pendapatannya membantu membiayai pengupasan blok berikutnya.

> **Pengayaan: dari mana batas nisbah?** Batas nisbah tidak dipilih sembarang. Sebagai gambaran, anggap laba per ton batubara sebelum biaya pengupasan Rp400.000 dan biaya mengupas 1 bcm tanah penutup Rp60.000. Batas nisbah = 400.000 ÷ 60.000 = 6,67 bcm/ton. Bila nisbah blok di atas 6,67 bcm/ton, biaya pengupasan lebih besar daripada laba yang tersisa. Angka ini fiktif untuk latihan; tiap perusahaan memiliki batas sendiri dan batasnya berubah bila harga atau biaya berubah.

6. Lingkungan, keselamatan, infrastruktur, dan izin

Faktor terakhir paling sering "membatalkan" hitungan teknik. Endapan yang berada di bawah desa, sawah, jalan umum, sungai, atau kawasan hutan yang dilindungi tidak dapat begitu saja ditambang terbuka, sebab penambangan terbuka menghilangkan permukaannya. Memindahkan permukiman sangat sulit dan mahal. Tambang bawah tanah meninggalkan permukaan dalam keadaan utuh, tetapi ada risiko penurunan tanah bila ruang yang digali tidak disangga atau diisi dengan benar.

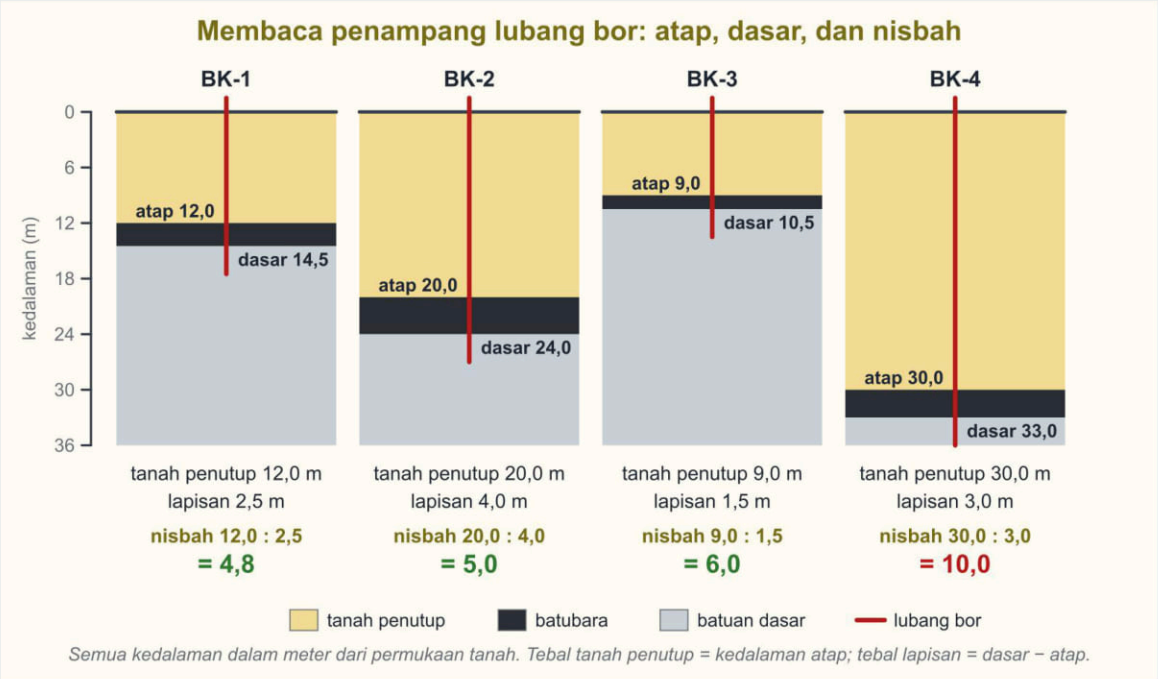
Beberapa pertimbangan lain:

- **Jarak ke permukiman** mempengaruhi debu, bising, getaran, dan keselamatan. Perusahaan biasanya menetapkan jarak minimum dari permukiman.
- **Air:** tambang tidak boleh mencemari sungai. Perusahaan harus menyediakan saluran air dan kolam pengendap, dan pada tambang terbuka harus menyiapkan tempat membuang tanah penutup yang aman.
- **Infrastruktur:** jalan angkut, listrik, air bersih, pelabuhan, dan jarak ke pembeli. Endapan di daerah terpencil memerlukan biaya prasarana tambahan.
- **Reklamasi:** tambang terbuka meninggalkan lahan luas yang harus dipulihkan; biaya ini dihitung sejak awal.
- **Izin:** penambangan hanya boleh dilakukan di dalam wilayah izin usaha pertambangan dan hanya dengan izin yang sah. Peraturan pertambangan sering diperbarui, jadi pegangan kita adalah prinsipnya: wilayah, izin, dan kewajiban lingkungan harus beres sebelum alat berat masuk.

7. Membaca penampang lubang bor

Hampir semua data kedalaman endapan datang dari **lubang bor** (lihat sub bab 5.4). Penampang lubang bor menunjukkan, pada satu titik, di kedalaman berapa lapisan batuan berganti. Yang paling penting untuk nisbah pengupasan adalah dua angka: **kedalaman atap lapisan** dan **kedalaman dasar lapisan**, keduanya diukur dari permukaan tanah.

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



Gambar 5.18 Empat lubang bor (blok) dengan kedalaman atap dan dasar lapisan batubara. Tebal tanah penutup sama dengan kedalaman atap; tebal lapisan sama dengan dasar dikurangi atap. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Cara membacanya:

1. **Tebal tanah penutup = kedalaman atap.** Pada BK-1, atap berada di kedalaman 12,0 m, jadi tanah penutupnya 12,0 m. Angka ini bukan tebal lapisan.
2. **Tebal lapisan = kedalaman dasar − kedalaman atap.** Pada BK-1: 14,5 − 12,0 = 2,5 m.
3. **Nisbah = tebal tanah penutup : tebal lapisan.** Pada BK-1: 12,0 : 2,5 = 4,8.

Dua kesalahan sering terjadi. **Kesalahan pertama:** menganggap angka dasar (14,5) sebagai tebal lapisan atau menghitung tanah penutup sampai dasar lapisan (14,5), padahal lapisan batubara itu sendiri bukan tanah penutup. **Kesalahan kedua:** menganggap atap (12,0) sebagai tebal lapisan. Kedua kesalahan menghasilkan nisbah yang jauh dari benar. Bila gambar menunjukkan lapisan miring, ukuran di tiap lubang bor berbeda, sehingga nisbah juga berbeda dari satu lubang ke lubang lain. Dalam tingkat SMK, tebal yang dipakai adalah tebal yang terbaca pada lubang bor.

Foto pada Gambar 5.19 menunjukkan seperti apa pengupasan itu di lapangan: alat gali besar mengambil batuan penutup sampai lapisan batubara tersingkap.



Gambar 5.19 Alat gali mekanis memuat batuan penutup ke truk di tambang batubara terbuka sehingga lapisan batubara tersingkap (foto arsip lama). Sumber: Russell Lee, domain publik, National Archives and Records Administration, melalui Wikimedia Commons.

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

8. Dari data ke keputusan: membandingkan blok

Setelah nisbah tiap blok diketahui, keputusan diambil bertahap. Gambar 5.20 merangkum urutan pertanyaan yang biasa dipakai.

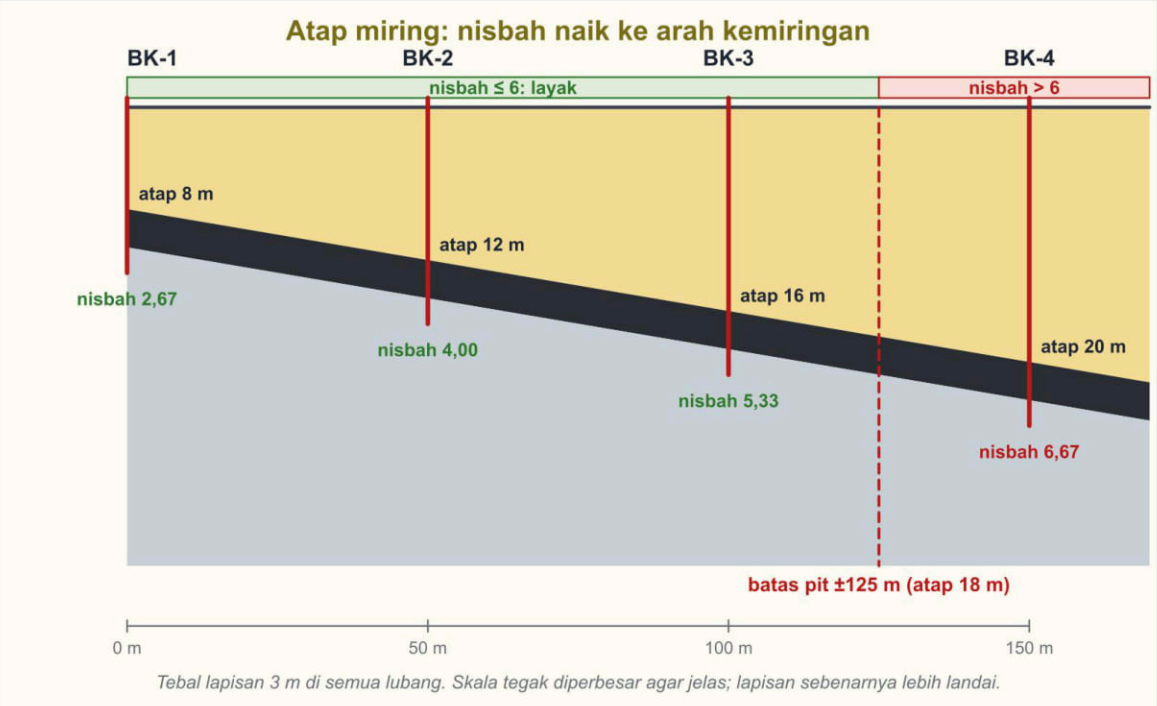


Gambar 5.20 Pohon keputusan: dekat permukaan, nisbah di bawah batas, lereng stabil, lingkungan dan izin memungkinkan, dan masih menguntungkan; bila semua "ya", tambang terbuka dimulai dari blok bernisbah terkecil. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Langkahnya: **(1) hitung nisbah tiap blok; (2) buang blok yang nisbahnya melampaui batas; (3) periksa faktor lain pada blok yang tersisa; (4) urutkan dari nisbah terkecil.** Blok dengan lapisan paling tebal tidak otomatis dipilih, karena yang menentukan adalah perbandingan, bukan tebal saja. Blok yang paling dangkal pun belum tentu terbaik, bila lapisannya tipis sehingga nisbahnya justru besar.

Keadaan miring menambah satu pertimbangan: batas nisbah menentukan **sampai di mana pit boleh digali**. Gambar 5.21 memperlihatkannya.

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



Gambar 5.21 Lapisan miring dengan atap yang makin dalam ke kanan. Nisbah tiap titik bor naik; batas nisbah 6 tercapai pada atap 18 m, kira-kira 125 m dari BK-1. Skala tegak diperbesar. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Pada tahap perencanaan sebenarnya, data lubang bor dipakai untuk menghitung isi tanah penutup dan isi bahan galian satu blok. Di buku ini, kita cukup berhitung dengan angka yang ada di tiap lubang bor.

Ringkasan bagian ini. Pemilihan metode menimbang endapan (bentuk, kedalaman, tebal, kemiringan), batuan dan air, ekonomi (kadar, harga, biaya angkut), nisbah pengupasan, serta lingkungan dan izin. Nisbah pengupasan = tebal tanah penutup : tebal lapisan (atau bcm per ton); tebal tanah penutup = kedalaman atap, tebal lapisan = dasar − atap. Blok dengan nisbah di bawah batas boleh ditambang, dimulai dari nisbah terkecil, dan semua faktor lain harus dipenuhi.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Nisbah pengupasan empat blok

Pada Februari 2027, PT Bara Lumbung Raya merencanakan tambang terbuka batubara di Kabupaten Muara Enim. Empat lubang bor (satu di tiap blok) memberi kedalaman atap dan dasar lapisan seperti pada Gambar 5.18: BK-1 12,0 m dan 14,5 m; BK-2 20,0 m dan 24,0 m; BK-3 9,0 m dan 10,5 m; BK-4 30,0 m dan 33,0 m. Perusahaan menetapkan blok layak bila nisbah pengupasan (tebal tanah penutup : tebal lapisan) paling besar 6. Tentukan blok yang layak dan urutan penambangannya. *Kasus disusun untuk contoh; tempat dan tokoh fiktif.*

1. Tebal tanah penutup = kedalaman atap: 12,0 m; 20,0 m; 9,0 m; 30,0 m.
2. Tebal lapisan = dasar − atap: 14,5 − 12,0 = 2,5 m; 24,0 − 20,0 = 4,0 m; 10,5 − 9,0 = 1,5 m; 33,0 − 30,0 = 3,0 m.

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

3. Nisbah: BK-1 = 12,0 ÷ 2,5 = 4,8; BK-2 = 20,0 ÷ 4,0 = 5,0; BK-3 = 9,0 ÷ 1,5 = 6,0; BK-4 = 30,0 ÷ 3,0 = 10,0.
4. Bandingkan dengan batas 6: BK-1, BK-2, dan BK-3 layak (BK-3 tepat di batas, karena batasnya "paling besar 6"); BK-4 tidak layak.
5. Urutkan dari nisbah terkecil: BK-1 (4,8), BK-2 (5,0), BK-3 (6,0).

Jawaban: **blok 1, 2, 3 layak; urutan 1 → 2 → 3; blok 4 tidak ditambang terbuka.** Periksa: bila atap dan dasar tertukar (nisbah dihitung atap ÷ dasar), BK-4 menjadi 30,0 ÷ 33,0 = 0,91 dan tampak "layak", padahal nisbah sebenarnya 10,0. Blok dengan lapisan paling tebal (BK-2, 4,0 m) memang layak, tetapi BK-1 lebih murah per ton karena nisbahnya lebih kecil.

Contoh 2 — Dari perbandingan tebal ke bcm per ton

Pada Juli 2027, CV Karya Arang Bumi menilai tiga blok batubara dengan luas dan tebal berikut. Densitas batubara 1,3 ton/m^3. Batas nisbah perusahaan 5 bcm/ton. *Kasus disusun untuk contoh; tempat dan tokoh fiktif.*

Blok	Panjang × lebar	Tebal tanah penutup	Tebal batubara
P	200 m × 150 m	18 m	3,0 m
Q	250 m × 100 m	10 m	2,5 m
R	180 m × 120 m	27 m	4,0 m

Hitung nisbah dalam bcm/ton, tentukan blok yang layak, dan jumlahkan tonase blok layak.

1. Luas: P = 30.000 m^2; Q = 25.000 m^2; R = 21.600 m^2.
2. Isi tanah penutup (bcm) = luas × tebal tanah: P = 540.000; Q = 250.000; R = 583.200.
3. Isi batubara (m^3) = luas × tebal batubara: P = 90.000; Q = 62.500; R = 86.400.
4. Tonase = isi × 1,3: P = 117.000 ton; Q = 81.250 ton; R = 112.320 ton.
5. Nisbah (bcm/ton) = isi tanah ÷ tonase: P = 540.000 ÷ 117.000 = 4,62; Q = 250.000 ÷ 81.250 = 3,08; R = 583.200 ÷ 112.320 = 5,19.
6. Bandingkan dengan batas 5: P (4,62) dan Q (3,08) layak; R (5,19) tidak layak.
7. Tonase blok layak: 117.000 + 81.250 = 198.250 ton. Urutan: Q lebih dulu, lalu P.

Jawaban: **blok Q dan P layak, total 198.250 ton, dimulai dari Q; blok R tidak layak.** Periksa dengan perbandingan tebal: P = 18 : 3 = 6, dan 6 ÷ 1,3 = 4,62 (sama); R = 27 : 4 = 6,75, dan 6,75 ÷ 1,3 = 5,19 (sama). Bandingkan kesalahan satuan: bila perbandingan tebal blok P (6) dibandingkan langsung dengan batas 5 bcm/ton, blok P tertolak, padahal nisbah sebenarnya 4,62 bcm/ton dan P layak.

Contoh 3 — Lapisan miring dan batas pit

Pada September 2027, empat lubang bor ditarik lurus sepanjang arah kemiringan lapisan batubara di Kabupaten Kutai Barat, dengan jarak 50 m. Kedalaman atap berturut-turut 8, 12, 16, dan 20 m; tebal lapisan 3 m di semua lubang. Batas nisbah 6. Sampai berapa meter dari lubang pertama pit boleh digali? *Kasus disusun untuk contoh; tempat dan tokoh fiktif.*

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

1. Nisbah tiap lubang = atap ÷ 3: 8 ÷ 3 = 2,67; 12 ÷ 3 = 4,00; 16 ÷ 3 = 5,33; 20 ÷ 3 = 6,67.
2. Lubang keempat (jarak 150 m) melampaui batas 6; lubang ketiga (jarak 100 m) masih di bawah batas.
3. Atap yang tepat bernisbah 6 = 6 × 3 = 18 m.
4. Atap bertambah 4 m tiap 50 m (12 − 8 = 4; 16 − 12 = 4; 20 − 16 = 4). Dari lubang ketiga (atap 16 m), perlu bertambah lagi 18 − 16 = 2 m, yaitu setengah dari 4 m, jadi setengah dari 50 m = 25 m.
5. Jarak batas = 100 + 25 = 125 m dari lubang pertama.

Jawaban: **pit boleh digali sampai kira-kira 125 m dari lubang pertama, bukan 150 m.** Periksa: pada 125 m, atap = 8 + 125 ÷ 50 × 4 = 18 m dan nisbah 18 ÷ 3 = 6. Bila blok dianggap layak sampai lubang keempat, kita menambang bagian yang nisbahnya 6,67 dan melampaui batas.

Contoh 4 — Memilih metode dari data ringkas

Tiga usulan proyek dibandingkan oleh sebuah konsultan pada 2027 (batas nisbah ekonomis semua proyek 8). *Kasus disusun untuk contoh; tempat dan tokoh fiktif.*

Usulan	Data endapan	Keadaan sekitar
A	batugamping tebal 40 m, tanah penutup 3 m, mendatar	jauh dari desa, dekat jalan raya
B	batubara tebal 2 m pada kedalaman 120 m (atap)	lahan perkebunan
C	urat emas tebal 0,6 m, hampir tegak, kedalaman 150–400 m, batuan keras stabil	hutan produksi

1. **A:** nisbah = 3 ÷ 40 = 0,075; sangat kecil, lapisan tebal dan dangkal. Metode: tambang terbuka (*quarry*).
2. **B:** nisbah = 120 ÷ 2 = 60, jauh di atas batas 8. Tambang terbuka tidak ekonomis; metode yang masuk akal adalah bawah tanah (bila secara keseluruhan masih menguntungkan).
3. **C:** urat tipis dan dalam; menambang terbuka berarti mengupas batuan keras ratusan meter untuk urat setebal 0,6 m. Karena batuannya keras dan stabil, urat dapat ditambang bawah tanah dengan lorong tanpa banyak penyangga.

Jawaban: **A terbuka; B bawah tanah; C bawah tanah.** Ketiganya masih harus diperiksa pada faktor lingkungan dan izin sebelum diputuskan.

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

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Faktor pemilihan metode:** endapan (bentuk, kedalaman, tebal, kemiringan), batuan dan air (kestabilan), ekonomi (kadar, harga, biaya, biaya angkut), nisbah pengupasan, serta lingkungan dan izin.
- **Bentuk endapan:** lapisan mendatar dangkal dan tubuh besar dekat permukaan cenderung terbuka; urat tipis dan dalam serta lapisan yang sangat dalam cenderung bawah tanah.
- **Penampang bor:** tebal tanah penutup = kedalaman atap; tebal lapisan = dasar − atap.
- **Nisbah pengupasan** = tebal tanah penutup : tebal lapisan; dalam bcm/ton = (perbandingan tebal) ÷ densitas. Cocokkan satuan dengan batasnya.
- **Keputusan:** blok layak bila nisbah ≤ batas dan faktor lain terpenuhi; mulai dari nisbah terkecil; jangan menggali melewati titik batas.
- **Kadar batas dan laba per ton:** harga jual − biaya tambang − biaya angkut.

Gambar 5.22 merangkum hubungannya.



Gambar 5.22 Peta konsep faktor pemilihan metode penambangan: empat kelompok faktor, nisbah pengupasan dengan penampang lubang bor, dan keputusan beserta jebakannya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal pemilihan metode dan nisbah pengupasan:

1. **Baca definisi dan batas dalam soal:** nisbah sebagai perbandingan tebal atau bcm/ton, dan satuan batasnya.
2. **Baca penampang atau tabel dengan teliti:** tulis atap dan dasar tiap lubang; hitung tebal tanah penutup dan tebal lapisan.
3. **Hitung nisbah tiap blok** dan bandingkan dengan batas; angka yang tepat pada batas masih layak bila batasnya "paling besar".
4. **Periksa syarat lain** (jarak permukiman, air tanah, izin, biaya angkut) pada blok yang lolos.
5. **Urutkan dari nisbah terkecil**, lalu cocokkan dengan opsi.

Jebakan khas:

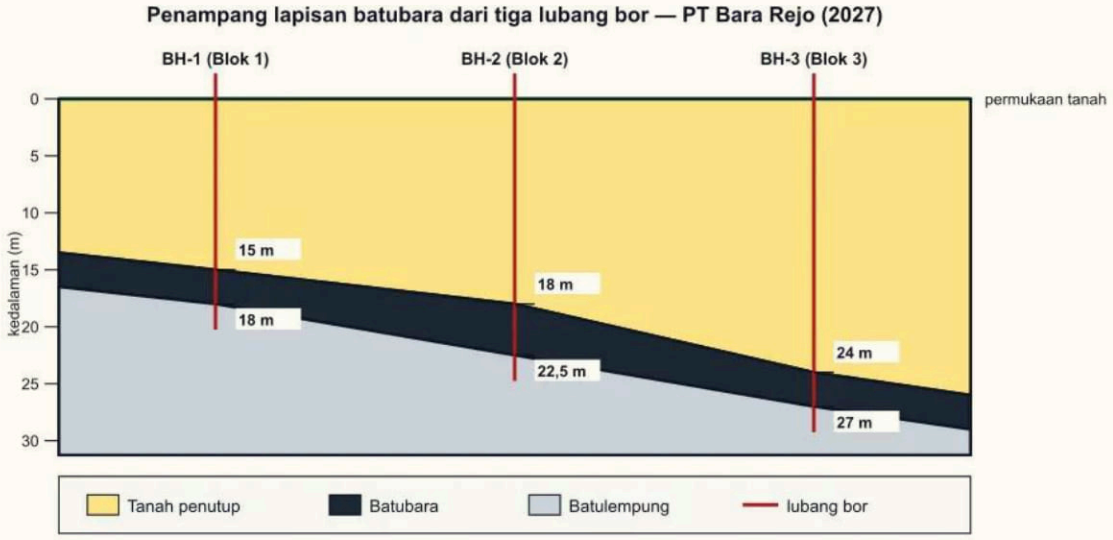
- **Atap dibaca sebagai tebal lapisan**, atau dasar dibaca sebagai tebal tanah penutup.
- **Tanah penutup dihitung sampai dasar lapisan,** bukan sampai atap.
- **Blok paling tebal atau paling dangkal dipilih,** padahal yang menentukan adalah nisbah.
- **Blok yang melewati batas ditambang,** atau blok yang tepat di batas dianggap gagal.
- **Satuan tidak cocok:** perbandingan tebal dibandingkan dengan batas bcm/ton.
- **Faktor lain terlupa:** blok bernisbah kecil tetapi hanya 200 m dari permukiman.

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menyajikan penampang tiga lubang bor dan meminta keputusan blok mana yang layak serta urutannya. Pakailah cara membaca atap dan dasar pada bagian 7 dan langkah pada bagian 8. Hitung dulu nisbah tiap blok, baru bandingkan dengan opsi.

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

►. PT Bara Rejo (2027) merencanakan tambang terbuka batubara pada tiga blok. Gambar penampang menunjukkan kedalaman atap dan dasar lapisan batubara di setiap lubang bor. Perusahaan memakai nisbah pengupasan = tebal tanah penutup : tebal batubara. Blok dinyatakan layak ditambang terbuka bila nisbahnya paling besar 6, dan penambangan dimulai dari blok bernisbah paling kecil.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Keputusan yang paling tepat adalah ....



A. Blok 1 dan 2 layak; dimulai dari blok 1 yang batubaranya paling dangkal
B. Hanya blok 2 yang layak karena batubaranya paling tebal di antara ketiganya
C. Blok 1 dan 2 layak; dimulai dari blok 2 yang nisbah pengupasannya terkecil
D. Ketiga blok layak; dimulai dari blok 2 yang batubaranya paling tebal
E. Blok 1 dan 3 layak; dimulai dari blok 1 yang nisbah pengupasannya terkecil

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

Pembahasan **Kunci: C**

Konsep: Nisbah pengupasan (stripping ratio) membandingkan banyaknya tanah penutup yang harus dikupas dengan banyaknya batubara yang diperoleh. Makin kecil nisbahnya, makin murah penambangan terbuka. Batas nisbah menjadi salah satu faktor layak tidaknya tambang terbuka.

Langkah:

1. BH-1: tanah penutup 15,0 m; batubara 18,0 − 15,0 = 3,0 m → nisbah 15 : 3 = 5.
2. BH-2: tanah penutup 18,0 m; batubara 22,5 − 18,0 = 4,5 m → nisbah 18 : 4,5 = 4.
3. BH-3: tanah penutup 24,0 m; batubara 27,0 − 24,0 = 3,0 m → nisbah 24 : 3 = 8 (> 6, tidak layak).
4. Layak: blok 1 dan 2; nisbah terkecil: blok 2.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: blok 1 memang paling dangkal, tetapi nisbahnya (5) lebih besar daripada blok 2 (4).
- **B.** ✗ Blok 1 juga layak (nisbah 5 ≤ 6).
- **C.** ✓ Blok 1 (5) dan blok 2 (4) layak, dan blok 2 bernisbah paling kecil.
- **D.** ✗ Jebakan: tebal batubara saja tidak menentukan; blok 3 bernisbah 8, melebihi batas 6.
- **E.** ✗ Blok 3 tidak layak (nisbah 8), dan nisbah terkecil ada di blok 2.

Jawaban: C.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Pada setiap soal, tulis dulu faktor apa saja yang diberikan, lalu periksa satu per satu: nisbah, kedalaman, stabilitas, air, dan jarak.

1. Konsultan tambang (2027) membandingkan tiga skenario endapan:

Skenario	Endapan	Kedalaman	Bentuk	Nisbah pengupasan bila ditambang terbuka
P	bijih tembaga	0–150 m	tubuh besar membulat	2,5
Q	emas	200–600 m	urat tipis hampir tegak	40
R	batubara	10–40 m	lapisan mendatar luas	4

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. Skenario Q cocok ditambang terbuka karena batuannya keras sehingga dinding tambang stabil.

☐ B. Skenario P cocok ditambang dengan tambang terbuka (open pit) karena dekat permukaan dan nisbahnya kecil.

☐ C. Skenario R sebaiknya ditambang bawah tanah karena lapisan batubaranya mendatar dan luas.

☐ D. Skenario Q lebih sesuai ditambang bawah tanah karena endapannya dalam dan nisbah pengupasannya sangat besar.

☐ E. Skenario R cocok ditambang dengan quarry karena endapannya berada dekat permukaan.

2. PT Bijih Nusantara (2027) memilih satu dari empat lokasi untuk tambang terbuka dengan rencana dasar pit pada kedalaman 30 m. Syarat perusahaan: nisbah pengupasan paling besar 5, jarak dari permukiman minimal 500 m, dan dasar pit sebaiknya di atas muka air tanah agar biaya pemompaan rendah.

Lokasi	Nisbah pengupasan	Kedalaman muka air tanah	Jarak ke permukiman
L1	3	5 m	2 km
L2	4	40 m	1,5 km
L3	2,5	35 m	200 m
L4	7	45 m	3 km

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

Lokasi yang paling tepat dipilih adalah ....

A. L3, karena nisbah pengupasannya paling kecil

B. L1, karena nisbahnya kecil dan jaraknya jauh dari permukiman

C. L4, karena paling jauh dari permukiman dan air tanah

D. L2, karena memenuhi syarat dan dasar pit di atas air tanah

E. L1 dan L3 bersamaan agar produksi lebih cepat tercapai

Kunci singkat: 1. B, D 2. D

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

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa blok dengan lapisan paling tebal belum tentu ditambang lebih dulu? Jelaskan dengan nisbah pengupasan.
- Sebuah penampang menyebut atap 14 m dan dasar 17 m. Berapa tebal tanah penutup dan tebal lapisan, dan mengapa angka 17 tidak boleh dipakai sebagai tebal tanah penutup?
- **Yang harus kuingat:** tanah penutup = kedalaman atap; lapisan = dasar − atap; nisbah = tanah penutup : lapisan; bandingkan dengan batas dalam satuan yang sama; mulai dari nisbah terkecil; periksa faktor lain.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 5.3: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktgp&node=SMKTGP-5.3

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Sub bab 5.4 · Kegiatan eksplorasi: pemetaan dan pemboran

SMKTGP-5.4

◎ APA YANG DIUJI

Sub bab ini berkaitan dengan subtopik Peta Topik NLS **TKA-SMKTGP-05-04**, yaitu kegiatan eksplorasi berupa pemetaan dan pemboran. Soal yang muncul biasanya berupa kasus tim eksplorasi: memilih lintasan pemetaan atau cara menyelidiki endapan (sumur uji, pemboran inti, pemboran serbuk), menghitung **perolehan inti** dari catatan satu atau beberapa run pemboran, menilai apakah run memenuhi syarat SOP, memilih letak lubang bor tambahan, atau memeriksa kebiasaan mencatat log bor. Soal ini menguji kejujuran data sama seperti menguji hitungan.

Hitungannya sederhana: pembagian panjang inti dengan panjang run, lalu dikalikan 100 %. Yang sering membuat salah adalah pembaginya (panjang run, bukan panjang lubang keseluruhan) dan cara mencatat bagian inti yang tidak terambil. Bagian lain menuntut kamu berpikir seperti geolog lapangan: lintasan yang baik memotong lapisan, bukan menyusurinya, dan lubang bor tambahan dipasang di tempat data paling tidak pasti.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menyebutkan tujuan eksplorasi dan data yang harus dihasilkannya (sebaran, tebal, jumlah, mutu);
- menjelaskan pemetaan geologi dan memilih lintasan yang memotong jurus lapisan;
- membedakan pemboran inti dan pemboran serbuk (RC) serta menyebutkan kapan sumur uji cukup;
- menghitung perolehan inti per run dan membandingkannya dengan syarat SOP;
- mencatat log inti dengan jujur, termasuk bagian yang hilang, dan menentukan spasi lubang bor secara sederhana.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Sebelum sebuah tambang dibuka, perusahaan harus tahu apa yang ada di bawah tanah. Menambang tanpa mengetahuinya sama seperti membangun rumah tanpa melihat tanahnya. Pekerjaan untuk mengetahuinya disebut **eksplorasi**. Eksplorasi berjalan dari yang luas dan murah menuju yang sempit dan mahal: mula-mula berjalan kaki memetakan batuan, kemudian mengukur dengan alat, dan baru terakhir memboran di tempat-tempat yang paling menjanjikan.

1. Tujuan eksplorasi

Eksplorasi menjawab empat pertanyaan tentang endapan:

1. **Di mana?** Sebaran endapan di permukaan dan di kedalaman.
2. **Setebal apa?** Tebal lapisan atau tubuh bijih, serta kedalaman atap dan dasarnya (lihat sub

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

bab 5.3).

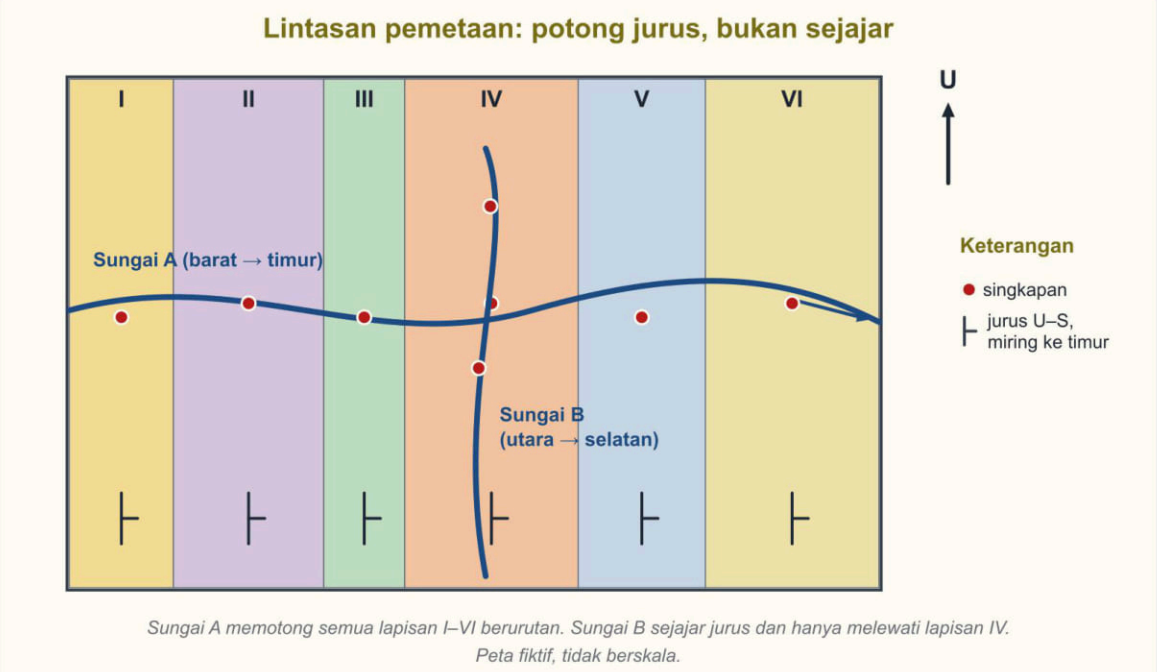
3. **Seberapa banyak?** Perkiraan jumlah bahan galian (tonase) dari luas, tebal, dan densitas.
4. **Seberapa bermutu?** Kadar atau mutu bahan galian, diperoleh dari uji laboratorium atas contoh (sampel).

Eksplorasi juga mengumpulkan data pendukung: sifat dan kekuatan batuan, letak muka air tanah, dan keadaan permukaan. Seluruh data ini dipakai pada tahap berikutnya, yaitu studi kelayakan dan perencanaan tambang (sub bab 5.1). Jadi, kualitas data eksplorasi menentukan kualitas seluruh keputusan sesudahnya. Data yang tidak lengkap, tidak jujur, atau tidak dapat ditelusuri dapat menyebabkan perusahaan salah menghitung cadangan dan mengambil keputusan yang merugi.

2. Pemetaan geologi

Pemetaan geologi adalah kegiatan berjalan di lapangan, mengamati dan mencatat batuan, lalu menuangkannya ke dalam peta. Titik pengamatan terpenting adalah **singkapan**, yaitu batuan yang tersingkap di permukaan, misalnya di dasar sungai, tebing, atau sayatan jalan. Di setiap singkapan, geolog mencatat jenis batuan, lalu mengukur jurus dan kemiringan lapisan (sub bab 4.7), mengambil sampel segar, dan merekam koordinat dengan GPS.

Karena waktu dan tenaga terbatas, pemetaan dilakukan lewat **lintasan**, yaitu jalur berjalan yang dipilih. Lintasan yang baik **memotong jurus lapisan**. Gambar 5.23 menunjukkan alasannya.



Gambar 5.23 Lapisan I–VI berjurus utara–selatan dan miring ke timur. Sungai A mengalir barat → timur sehingga memotong semua lapisan berurutan; Sungai B mengalir utara → selatan, sejajar jurus, sehingga hanya melewati lapisan IV. Peta fiktif dan tidak berskala. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Menyusuri sungai atau jalan yang memotong jurus membuat geolog melewati lapisan satu per satu: dari yang tertua ke termuda, atau sebaliknya, sesuai arah kemiringan. Dari satu lintasan seperti itu, urutan seluruh lapisan dan tebalnya dapat disusun. Lintasan yang sejajar jurus hanya menyusuri satu lapisan yang sama, sehingga tidak memberi urutan. Selain itu, lintasan yang

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

nyaman belum tentu informatif: jalan desa yang tertutup tanah dan rumah tidak memperlihatkan batuan sama sekali, sedangkan sungai yang banyak singkapan sangat berharga.

Pemetaan juga memanfaatkan **jejak bongkah** (*float*). Bongkah batuan berurat atau berbijih yang ditemukan di dasar sungai sudah terangkut air dari sumbernya. Makin jauh ke hilir, bongkah makin sedikit dan makin membulat karena terkikis. Sumbernya berada di hulu titik yang pertama kali menemukan bongkah bersudut tajam, dan di hilir titik terakhir yang tidak menemukannya. Cara ini mempersempit daerah yang harus dibor.

Hasil pemetaan adalah **peta geologi**: peta yang menunjukkan sebaran satuan batuan, jurus dan kemiringan, serta letak singkapan dan struktur. Peta ini menjadi dasar menentukan letak sumur uji dan lubang bor.

3. Geokimia dan geofisika (pengenalan)

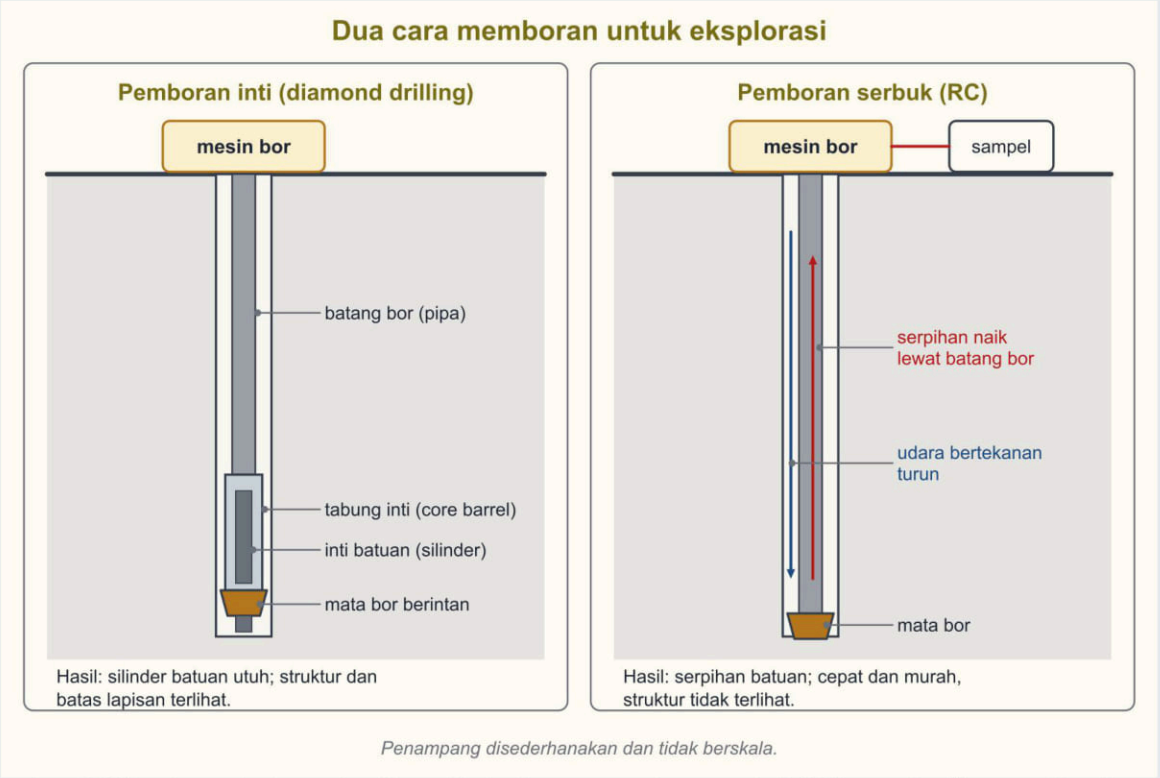
Dua cara lain membantu mempersempit daerah bor. **Geokimia** mengambil contoh sedimen sungai atau tanah, lalu mengujinya di laboratorium untuk melihat kadar unsur tertentu. Daerah yang kadarnya tinggi di antara daerah yang rendah menjadi sasaran. **Geofisika** mengukur sifat fisik batuan dari permukaan, misalnya sifat kemagnetan atau hantaran listrik. Bila ada bagian bawah tanah yang sifatnya berbeda dari sekitarnya (disebut anomali), bagian itulah yang diperiksa. Kedua cara ini menyatakan di mana endapan *mungkin* ada; **membuktikan** keberadaannya tetap memerlukan pemboran atau penggalian.

4. Sumur uji, parit uji, dan pemboran

Sumur uji dan **parit uji** adalah galian kecil yang dibuat dengan alat gali atau tenaga manusia. Dindingnya dapat dilihat langsung, dan sampelnya bervolume besar. Cara ini murah dan cocok untuk **endapan dangkal**, misalnya lapisan laterit nikel yang hanya beberapa meter dari permukaan. Untuk endapan yang dalam, menggali sumur puluhan meter sangat mahal dan berbahaya, sehingga digunakan **pemboran**.

Ada dua jenis pemboran eksplorasi yang perlu kamu bedakan (Gambar 5.24).

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



Gambar 5.24 Pemboran inti menghasilkan silinder batuan; pemboran serbuk (RC) menghasilkan serpihan batuan yang dibawa naik oleh aliran udara. Penampang disederhanakan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Pemboran inti (*diamond core drilling*) memakai mata bor berlapis butir intan dan tabung inti (*core barrel*). Mata bor memotong batuan berbentuk cincin sehingga di tengahnya tersisa silinder batuan yang masuk ke dalam tabung dan kemudian ditarik ke permukaan. Cairan pembilas dialirkan lewat pipa untuk membuang serpihan dan mendinginkan mata bor. Hasilnya adalah **inti** batuan: batas lapisan, struktur, retakan, dan mineralnya dapat dilihat langsung. Ukuran inti yang umum dipakai adalah NQ (diameter 47,6 mm) dan HQ (diameter 63,5 mm). Pemboran inti lambat dan mahal, tetapi mutu datanya paling baik.

Pemboran serbuk (*reverse circulation* atau RC) menghancurkan batuan menjadi serpihan; serpihan itu dibawa naik ke permukaan oleh aliran udara bertekanan lewat dalam batang bor, lalu ditampung sebagai sampel. Pemboran ini cepat, murah, dan memerlukan sedikit air, tetapi tidak menghasilkan inti utuh sehingga struktur batuan tidak terlihat. Tampak pada Gambar 5.25.

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



Gambar 5.25 Mesin bor serbuk (RC) di lokasi eksplorasi. Sumber: Blastcube, CC BY-SA 3.0, Wikimedia Commons.

Perbedaannya dapat diringkas dalam tabel berikut.

Hal	Pemboran inti	Pemboran serbuk (RC)
Hasil	silinder batuan (inti)	serpihan batuan
Struktur batuan	terlihat jelas	tidak terlihat
Kecepatan dan biaya	lambat, mahal	cepat, lebih murah
Cocok untuk	tahap rinci, struktur dan mutu penting	tahap awal, banyak titik, sampel kadar

Dalam praktik, perusahaan sering memadukan keduanya: serbuk untuk banyak titik, inti untuk titik-titik kunci.

5. Run, kotak inti, dan logging

Pemboran inti bekerja per **run**, yaitu satu kali tabung inti masuk ke batuan sedalam panjang tabungnya (umumnya beberapa meter), lalu ditarik ke permukaan dan dikosongkan. **Panjang run** adalah kedalaman akhir dikurangi kedalaman awal run itu. Misalnya run dari kedalaman 3,0 m sampai 6,0 m berpanjang 3,0 m.

Inti yang keluar disusun berurutan dalam **kotak inti** dan diberi **blok kedalaman**: penanda kecil yang menunjukkan kedalaman akhir tiap run, seperti tampak pada Gambar 5.26.

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



Gambar 5.26 Kotak inti bor: inti disusun berurutan, tiap kotak diberi label lubang dan kedalaman, dan blok kecil menandai akhir tiap run. Sumber: kallerna, CC BY-SA 4.0, Wikimedia Commons.

Setelah itu dilakukan **logging**, yaitu pencatatan sistematis ke dalam **log inti**: kedalaman, panjang inti yang didapat dan yang hilang, jenis batuan, warna, tekstur, batas lapisan, tanda mineral, retakan, dan keadaan inti (utuh atau hancur). Inti difoto di dalam kotaknya sebelum dibelah. Setelah dibelah memanjang, separuh dikirim ke laboratorium dan separuh disimpan sebagai arsip untuk pemeriksaan ulang. Semua dilakukan segera di lokasi, agar inti tidak mengering, berubah warna, atau tertukar urutannya. Gambar 5.27 memperlihatkan contoh log inti.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Contoh log inti: yang hilang ditulis hilang

LOG INTI BOR — PT Bara Lumbung Raya (fiktif) | Lubang: BR-12 | Tanggal: 14 Maret 2027

Logger: Tim geologi eksplorasi | Diameter inti: HQ | Syarat perolehan inti: ≥ 90 % per run

Run	Kedalaman (m)	Run (m)	Inti (m)	Hilang (m)	Perolehan	Deskripsi dan catatan
1	0,0–3,0	3,0	2,94	0,06	98 %	batulempung abu-abu, lunak; utuh
2	3,0–6,0	3,0	2,40	0,60	80 %	batubara, retak rapat; sebagian hancur · di bawah syarat
3	6,0–7,5	1,5	1,47	0,03	98 %	batubara hitam, kilap; utuh
4	7,5–10,5	3,0	2,88	0,12	96 %	batubara, sisipan batulempung
5	10,5–12,0	1,5	0,96	0,54	64 %	batupasir; hancur, sebagian hilang · di bawah syarat
	Jumlah	12,0	10,65	1,35	**88,75 %**	dihitung dari total inti ÷ total run, bukan rata-rata persen

Bagian yang tidak terambil ditulis sebagai "hilang" — tidak diisi dengan dugaan, tidak disamakan dengan lapisan di atasnya.

Gambar 5.27 Contoh log inti fiktif: tiap run mencatat kedalaman, panjang run, inti yang didapat, inti hilang, dan perolehan; run di bawah syarat ditandai. Dokumen fiktif tanpa logo atau merek nyata. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

6. Perolehan inti

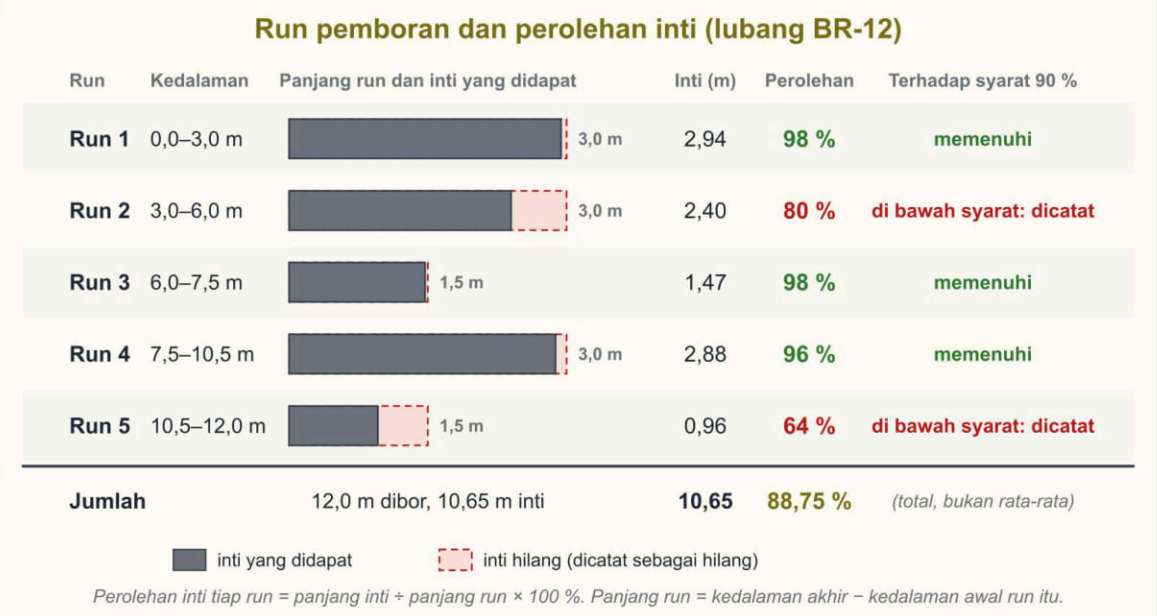
Tidak semua batuan yang dibor ikut keluar sebagai inti. Batuan yang hancur, lunak, atau banyak retakan dapat tergerus air pembilas atau tidak masuk ke tabung. **Perolehan inti** (*core recovery*) mengukur seberapa banyak inti yang didapat dibandingkan dengan yang dibor:

$$\text{perolehan inti} = \frac{\text{panjang inti yang didapat}}{\text{panjang run}} \times 100\ \%$$

Perolehan dihitung **per run**. Run 3,0 m yang menghasilkan inti 2,94 m berperolehan 2,94 ÷ 3,0 × 100 % = 98 %. Perolehan 100 % berarti seluruh batuan terambil. Panjang yang tidak terambil disebut **inti hilang** (*core loss*): 3,0 − 2,94 = 0,06 m. Pembaginya selalu **panjang run itu sendiri**, bukan kedalaman lubang seluruhnya, bukan panjang lubang sebelumnya, dan bukan inti kumulatif.

Perusahaan menetapkan syarat perolehan dalam SOP, misalnya minimal 90 %. Run di bawah syarat **dicatat**, dan cara pemborannya dievaluasi: kecepatan putar, tekanan, cairan pembilas, atau jenis tabung. Bila perolehan rendah, data pada bagian itu kurang terwakili. Kadar yang diukur dari inti yang tersisa dapat berbeda dari kadar sebenarnya, sebab bagian lunak yang hilang bisa justru bagian yang paling kaya atau paling miskin.

Dua penggunaan angka perolehan perlu dibedakan. Untuk **satu lubang**, perolehan dihitung dari **jumlah inti dibagi jumlah panjang run**, bukan dari rata-rata persen tiap run, sebab run yang panjangnya berbeda tidak boleh diberi bobot sama. Gambar 5.28 memperlihatkan hitungan pada satu lubang.



Gambar 5.28 Lima run pada lubang BR-12: inti yang didapat (abu-abu) dan inti hilang (garis putus-putus). Run 2 dan 5 di bawah syarat 90 %. Perolehan lubang dihitung dari total, bukan rata-rata persen. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Pengayaan: RQD. *Rock Quality Designation* (RQD) bukan perolehan inti. RQD hanya menjumlahkan potongan inti yang utuh dan keras, panjangnya sedikitnya 10 cm, lalu membaginya dengan panjang run. Misalnya run 150 cm menghasilkan potongan 18, 12, 7, 25, 9, 31, 14, dan 6 cm. Potongan 10 cm

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

> atau lebih: 18 + 12 + 25 + 31 + 14 = 100 cm, sehingga RQD = 100 ÷ 150 × 100 % = 66,7 %. Nilai RQD tinggi (di atas 75 %) menunjukkan batuan baik; nilai rendah (di bawah 50 %) menunjukkan batuan banyak retak. Perolehan inti dan RQD mengukur hal yang berbeda.

7. Pencatatan yang jujur

Data eksplorasi hanya berguna bila **lengkap, jujur, dan dapat ditelusuri**. Beberapa prinsipnya:

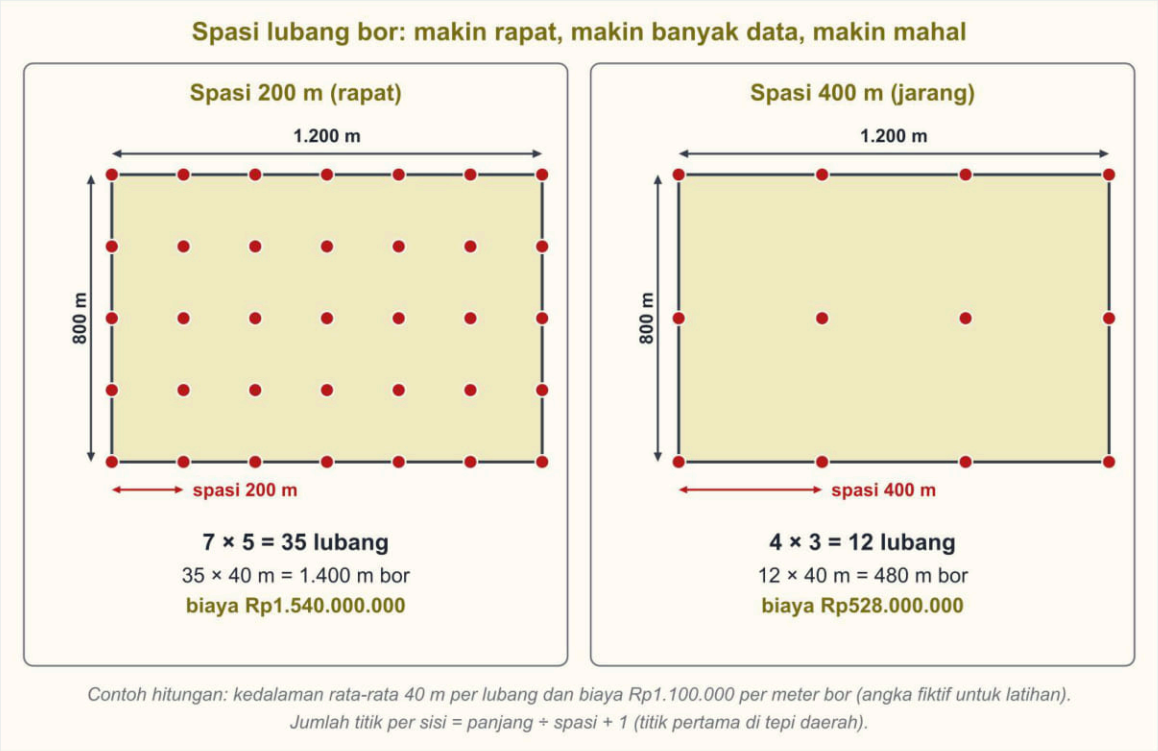
- **Bagian yang hilang ditulis hilang.** Jangan diisi dengan "batuan yang sama dengan di atasnya" agar kolom log tidak kosong. Itu mengarang data. Bila letak pastinya tidak diketahui, ikuti pedoman logging perusahaan untuk menandai letaknya, tetapi panjang yang hilang tetap dicatat.
- **Run di bawah syarat tidak disembunyikan.** Run itu tetap dicatat dan dievaluasi.
- **Batas batuan diukur pada inti** dengan meteran dan dicocokkan dengan kedalaman run, bukan diperkirakan oleh juru bor.
- **Inti hancur adalah data.** Zona hancur dapat menunjukkan retakan atau sesar, dan inti itu tetap disimpan di posisinya di dalam kotak, tidak dibuang agar kotak tampak rapi.
- **Inti dideskripsi dan difoto segera di lokasi,** tidak ditunda berhari-hari.
- **Sampel diambil menurut SOP**, bukan dipilih sesuka hati atau dipilih yang tampak kaya agar kadar tampak tinggi (lihat juga sub bab 2.5).

8. Pola dan spasi lubang bor

Pola menyatakan susunan titik bor, dan **spasi** menyatakan jarak antartitik. Pola yang sering dipakai adalah jaring beraturan (*grid*) atau garis lintasan yang tegak lurus jurus. Spasi ditentukan oleh seberapa **menerus** endapannya: lapisan batubara yang menerus dan teratur dapat dibor dengan spasi lebar, sedangkan tubuh bijih yang bentuknya rumit memerlukan spasi rapat.

Semakin rapat spasinya, semakin banyak data dan semakin pasti perkiraan, tetapi semakin banyak lubang dan semakin mahal. Gambar 5.29 membandingkan dua spasi pada daerah yang sama.

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



Gambar 5.29 Daerah 1.200 m × 800 m dengan spasi 200 m (35 lubang) dan 400 m (12 lubang). Jumlah titik per sisi = panjang ÷ spasi + 1. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Lubang **tambahan** (pengisian) dipasang di tempat data paling tidak pasti. Misalnya batas sebaran endapan berada di antara dua lubang: satu masih menemukan endapan, satu sudah tidak. Lubang tambahan diletakkan di antara keduanya agar batas itu lebih teliti. Lubang tambahan di tempat yang hasilnya sudah dapat diperkirakan hanya menambah biaya.

Ringkasan bagian ini. Eksplorasi menjawab di mana, setebal apa, seberapa banyak, dan seberapa bermutu endapan. Pemetaan memakai lintasan yang memotong jurus; geokimia dan geofisika mempersempit sasaran; pemboran membuktikan. Pemboran inti menghasilkan inti utuh, pemboran serbuk menghasilkan serpihan. Perolehan inti = panjang inti ÷ panjang run × 100 %, dihitung per run; bagian hilang dicatat hilang; spasi bor menyeimbangkan kepastian data dan biaya.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Perolehan inti lima run dan status SOP

Pada Maret 2027, tim eksplorasi PT Bara Lumbung Raya mengebor lubang BR-12 sedalam 12,0 m. Syarat SOP: perolehan inti minimal 90 % per run. Catatan run: 0,0–3,0 m inti 2,94 m; 3,0–6,0 m inti 2,40 m; 6,0–7,5 m inti 1,47 m; 7,5–10,5 m inti 2,88 m; 10,5–12,0 m inti 0,96 m. Hitung perolehan tiap run, tentukan run yang di bawah syarat, dan hitung perolehan seluruh lubang. *Kasus disusun untuk contoh; tempat dan tokoh fiktif.*

1. Panjang run: 3,0 m; 3,0 m; 1,5 m; 3,0 m; 1,5 m (kedalaman akhir − awal).

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

2. Perolehan: 2,94 ÷ 3,0 × 100 % = 98 %; 2,40 ÷ 3,0 × 100 % = 80 %; 1,47 ÷ 1,5 × 100 % = 98 %; 2,88 ÷ 3,0 × 100 % = 96 %; 0,96 ÷ 1,5 × 100 % = 64 %.
3. Bandingkan dengan 90 %: run 2 (80 %) dan run 5 (64 %) di bawah syarat; ketiga run lain memenuhi.
4. Inti hilang: 0,06; 0,60; 0,03; 0,12; 0,54 m, jumlah 1,35 m.
5. Perolehan lubang: total inti 2,94 + 2,40 + 1,47 + 2,88 + 0,96 = 10,65 m; total run 12,0 m; 10,65 ÷ 12,0 × 100 % = 88,75 %.

Jawaban: **run 2 dan run 5 dicatat sebagai di bawah syarat dan cara pemborannya dievaluasi; perolehan lubang 88,75 %.** Periksa: bila persen dirata-ratakan, (98 + 80 + 98 + 96 + 64) ÷ 5 = 87,2 %, angka yang keliru karena run pendek diberi bobot sama dengan run panjang. Bila run 2 dibagi dengan panjang lubang sampai kedalaman itu (6,0 m), hasilnya 40 %, juga keliru.

Contoh 2 — Menulis log untuk satu run yang sebagian hilang

Pada Mei 2027, juru bor mengeluarkan inti run 18,0–21,0 m dan menyusunnya di kotak. Geolog mengukur potongan berurutan dari atas: batulempung 0,82 m; batubara utuh 1,35 m; batubara hancur 0,38 m; sesudahnya kotak kosong. Pedoman logging perusahaan: bagian yang hilang ditandai di dasar run. Tuliskan log run itu dan hitung perolehannya. *Kasus disusun untuk contoh; tempat dan tokoh fiktif.*

1. Inti yang didapat: 0,82 + 1,35 + 0,38 = 2,55 m.
2. Panjang run: 21,0 − 18,0 = 3,0 m; inti hilang = 3,0 − 2,55 = 0,45 m.
3. Perolehan: 2,55 ÷ 3,0 × 100 % = 85 %, di bawah syarat 90 %.
4. Kedalaman batas: 18,00 + 0,82 = 18,82 m; 18,82 + 1,35 = 20,17 m; 20,17 + 0,38 = 20,55 m; sisa 21,00 − 20,55 = 0,45 m (hilang).
5. Tulis log:

Dari–sampai (m)	Panjang (m)	Catatan
18,00–18,82	0,82	batulempung
18,82–20,17	1,35	batubara, utuh
20,17–20,55	0,38	batubara, hancur
20,55–21,00	0,45	**inti hilang**

Jawaban: **perolehan 85 %, run di bawah syarat dan dicatat; 0,45 m ditulis sebagai inti hilang.** Perhatikan akibatnya pada tebal batubara: yang terukur 1,35 + 0,38 = 1,73 m, tetapi tebal sebenarnya dapat sampai 1,73 + 0,45 = 2,18 m bila bagian yang hilang juga batubara. Karena itu data harus mencatat ketidakpastiannya, bukan menebak bagian yang hilang.

Contoh 3 — Spasi bor dan jumlah lubang

Pada Agustus 2027, CV Karya Arang Bumi akan mengeksplorasi daerah 1.200 m × 800 m. Rata-rata kedalaman lubang 40 m dan biaya Rp1.100.000 per meter bor (angka fiktif untuk latihan).

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

Bandingkan spasi 200 m dan 400 m (titik pertama di tepi daerah). *Kasus disusun untuk contoh; tempat dan tokoh fiktif.*

1. Spasi 200 m: titik per sisi panjang = 1.200 ÷ 200 + 1 = 7; per sisi lebar = 800 ÷ 200 + 1 = 5; jumlah 7 × 5 = 35 lubang.
2. Spasi 400 m: 1.200 ÷ 400 + 1 = 4; 800 ÷ 400 + 1 = 3; jumlah 4 × 3 = 12 lubang.
3. Meter bor: 35 × 40 = 1.400 m; 12 × 40 = 480 m.
4. Biaya: 1.400 × Rp1.100.000 = Rp1.540.000.000; 480 × Rp1.100.000 = Rp528.000.000.
5. Selisih: Rp1.540.000.000 − Rp528.000.000 = Rp1.012.000.000.

Jawaban: **spasi 200 m memerlukan 35 lubang (Rp1,54 miliar), spasi 400 m 12 lubang (Rp528 juta); selisihnya Rp1.012.000.000.** Keputusan: pada tahap awal, spasi 400 m cukup untuk mengetahui gambaran besar; spasi dirapatkan hanya di bagian yang endapannya terbukti ada dan bentuknya rumit. Periksa: 7 × 5 titik dapat dihitung pada Gambar 5.29; bila lupa menambah 1 (1.200 ÷ 200 = 6 titik), jumlah lubang akan keliru.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

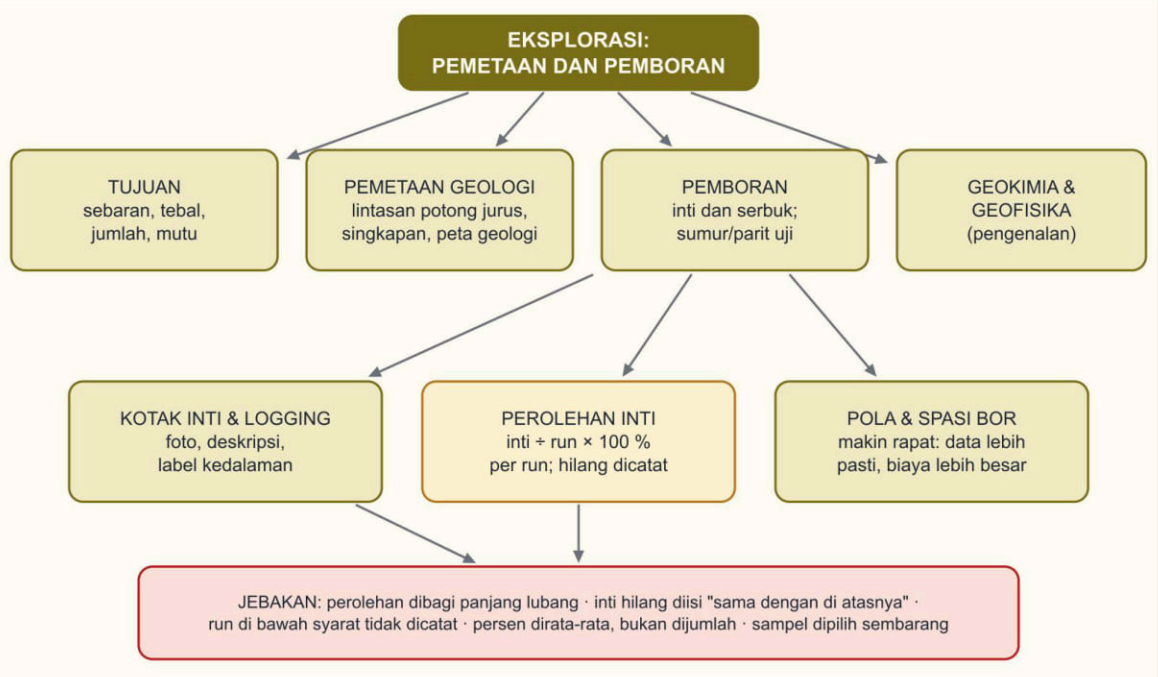
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Tujuan eksplorasi:** sebaran, tebal, jumlah, dan mutu endapan; hasilnya dipakai studi kelayakan.
- **Pemetaan geologi:** lintasan memotong jurus (bukan sejajar), singkapan, jurus-kemiringan, peta geologi; jejak bongkah menunjuk sumber di hulu.
- **Geokimia dan geofisika:** mempersempit sasaran; pembuktian tetap dengan pemboran atau penggalian.
- **Sumur/parit uji** untuk endapan dangkal; **pemboran** untuk endapan dalam.
- **Pemboran inti:** inti utuh, lambat, mahal. **Pemboran serbuk (RC):** serpihan, cepat, murah.
- **Run, kotak inti, logging:** inti disusun berurutan, diberi blok kedalaman, difoto, dideskripsi, dibelah.
- **Perolehan inti** = panjang inti ÷ panjang run × 100 %, per run; lubang dihitung dari total; run di bawah syarat dicatat.
- **Pencatatan jujur:** yang hilang ditulis hilang; inti hancur tetap disimpan; sampel menurut SOP.
- **Spasi bor:** makin rapat makin pasti dan makin mahal; lubang tambahan di tempat data paling tidak pasti.

Gambar 5.30 merangkum hubungannya.



Gambar 5.30 Peta konsep eksplorasi: tujuan, pemetaan, geokimia dan geofisika, pemboran, lalu kotak inti, perolehan inti, dan spasi bor, beserta jebakan pencatatan. 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 eksplorasi:

1. **Tentukan yang ditanyakan:** memilih lintasan, memilih cara menyelidiki, menghitung perolehan, atau menilai pencatatan.
2. **Untuk lintasan:** cari arah jurus, lalu pilih lintasan yang memotongnya dan benar-benar memperlihatkan singkapan.
3. **Untuk perolehan inti:** hitung panjang run dari kedalaman awal dan akhir; bagi panjang inti dengan panjang run itu; bandingkan dengan syarat SOP.
4. **Untuk pencatatan:** pilih kebiasaan yang membuat data lengkap, jujur, dan dapat ditelusuri.
5. **Untuk lubang tambahan:** cari tempat data paling tidak pasti, misalnya batas antara lubang berendapan dan lubang tak berendapan.

Jebakan khas:

- **Perolehan dihitung dari panjang lubang sebelumnya** atau dari inti kumulatif, bukan dari panjang run itu sendiri.
- **Inti hilang dicatat "sama dengan di atasnya"** agar log tampak penuh.
- **Run di bawah syarat tidak dicatat**, atau persen run dirata-ratakan tanpa melihat panjangnya.
- **Lintasan sejajar jurus** dipilih karena singkapannya banyak.
- **Sumur uji dipilih untuk endapan yang dalam**, atau serpihan RC dianggap menunjukkan struktur batuan.
- **Sampel dikumpulkan sembarang** atau inti hancur dibuang agar kotak tampak rapi.
- **Lubang tambahan** dipasang di tempat yang hasilnya sudah jelas.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut memuat dua run pemboran inti, syarat SOP, dan tiga pernyataan tentang perolehan serta pencatatan. Pakailah rumus pada bagian 6 dan prinsip pencatatan pada bagian 7. Hitung perolehan tiap run dengan pembagi panjang run masing-masing, lalu nilai pernyataan satu per satu.

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

►. Juru bor PT Nikel Andalan, Halmahera (2027) mencatat dua kali pemboran inti (run) di lubang HB-07: run 1 dari 0 sampai 3,0 m menghasilkan inti sepanjang 2,85 m; run 2 dari 3,0 sampai 6,0 m menembus batuan hancur dan menghasilkan inti 1,80 m. SOP perusahaan: perolehan inti minimal 90 %; run di bawah syarat dicatat dan cara pemborannya dievaluasi.
(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
Perolehan inti run 1 adalah 85 %.	○	○
Perolehan inti run 2 adalah 60 %, sehingga run itu dicatat sebagai di bawah syarat SOP.	○	○
Bagian inti yang hilang pada run 2 dicatat sebagai batuan yang sama dengan inti di atasnya agar kolom log tidak kosong.	○	○

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

Konsep: Perolehan inti (core recovery) menunjukkan mutu pemboran: panjang inti yang didapat dibagi panjang lubang yang dibor. Inti yang tidak terambil dicatat sebagai inti hilang, bukan diisi dengan dugaan.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: 2,85 ÷ 3,0 × 100 % = 95 %, bukan 85 %.
- **Pernyataan 2 → Benar.** 1,80 ÷ 3,0 × 100 % = 60 % < 90 %.
- **Pernyataan 3 → Salah.** Jebakan: bagian yang hilang dicatat sebagai inti hilang (core loss); menganggapnya sama dengan batuan lain berarti mengarang data.

Jawaban: Salah, Benar, Salah.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Pada soal lintasan dan lubang tambahan, gambarlah dulu sketsa sederhana: arah jurus, arah aliran sungai, atau letak lubang dan batas endapan.

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

1. Tim eksplorasi PT Fosfat Nusantara (2027) memetakan daerah yang lapisan batuannya berjurus utara–selatan dan miring ke timur. Di daerah itu ada Sungai Lempur yang mengalir dari barat ke timur dan Sungai Serayu Kecil yang mengalir dari utara ke selatan; keduanya banyak memiliki singkapan. Waktu hanya memungkinkan satu lintasan, belum ada alat bor, dan tim ingin mengetahui urutan seluruh lapisan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Lintasan yang paling tepat dipilih adalah ....

A. Menyusuri Sungai Serayu Kecil karena singkapannya menerus
B. Menyusuri Sungai Lempur karena alirannya memotong jurus
C. Berjalan di punggung bukit sejajar jurus agar pandangan luas
D. Membuat sumur uji di tengah daerah untuk melihat lapisan
E. Menyusuri jalan desa barat–timur yang tertutup tanah dan rumah

2. PT Nikel Pomalaa (2027) mengebor satu garis lintasan berjarak 100 m antar-lubang untuk mengetahui sebaran lapisan bijih nikel. Ujung barat lintasan (B1) berbatasan dengan batas IUP.

Lubang bor	Jarak dari B1	Tebal lapisan bijih
B1	0 m	8 m
B2	100 m	7 m
B3	200 m	0 m (langsung batuan segar)
B4	300 m	0 m (langsung batuan segar)

Perusahaan hanya mendapat anggaran satu lubang bor tambahan dan ingin batas timur lapisan bijih diketahui lebih teliti.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Letak lubang bor tambahan yang paling tepat adalah ....

A. Di antara B1 dan B2
B. Di antara B2 dan B3
C. Di antara B3 dan B4
D. Di sebelah barat B1
E. Di titik B3, dibor lebih dalam

Kunci singkat: 1. B 2. B

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

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa perolehan inti dihitung per run dengan pembagi panjang run, dan mengapa perolehan satu lubang tidak boleh dihitung dengan merata-ratakan persen tiap run?
- Bagian inti sepanjang 0,45 m tidak terambil. Apa yang harus ditulis di log, dan mengapa tidak boleh ditulis "sama dengan batuan di atasnya"?
- **Yang harus kuingat:** lintasan memotong jurus; perolehan = inti ÷ panjang run × 100 %; yang hilang ditulis hilang; lubang tambahan di tempat data paling tidak pasti.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 5.4: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktgp&node=SMKTGP-5.4

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Sub bab 5.5 · Kegiatan eksploitasi bahan galian

SMKTGP-5.5

◎ APA YANG DIUJI

Sub bab ini berkaitan dengan subtopik Peta Topik NLS **TKA-SMKTGP-05-05**, yaitu kegiatan eksploitasi (penambangan) bahan galian. Di soal, kamu akan menemui dua jenis tugas. Jenis pertama adalah **hitungan produksi**: mengubah volume batuan (m^3) menjadi tonase memakai densitas, menghitung jumlah rit dump truck dari kapasitas truk, membandingkan produksi dengan target, atau menentukan jumlah truk yang serasi dengan satu ekskavator. Jenis kedua adalah **urutan dan keselamatan kerja**: menilai apakah urutan pembukaan blok sudah benar, atau menentukan tindakan yang tepat di sekitar lokasi peledakan.

Hitungannya hanya perkalian dan pembagian, tetapi soalnya sering disusun dengan tabel beberapa blok dan syarat tambahan. Kesalahan yang sering terjadi adalah memperlakukan volume sebagai tonase, lupa satu langkah (misalnya densitas), atau menganggap blok terbesar pasti cukup untuk memenuhi target. Pada soal urutan, jebakannya adalah mengurutkan pengupasan tanah penutup sebelum pembersihan lahan dan tanah pucuk.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menyusun urutan kerja tambang terbuka dari pembersihan lahan sampai bahan galian tiba di tempat penimbunan atau pengolahan;
- menyebutkan bagian-bagian jenjang dan fungsinya;
- menyebutkan tindakan kewaspadaan sebelum, saat, dan sesudah peledakan, termasuk penanganan *misfire*, tanpa merancang peledakan;
- menghitung tonase, jumlah rit, target, dan sisa produksi dari volume dan densitas;
- menghitung produksi alat muat dan jumlah truk yang serasi, lalu menjelaskan aturan dasar jalan angkut.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Setelah eksplorasi menunjukkan di mana endapan berada dan studi kelayakan menyatakan tambang layak, perusahaan masuk ke tahap yang paling terlihat dari luar: **eksploitasi**, yaitu kegiatan menggali dan mengambil bahan galian. Sub bab ini membahas tambang terbuka, termasuk *open pit* dan *quarry*, karena inilah yang paling sering muncul pada soal. Gambar 5.31 memperlihatkan sebuah quarry batuan di Indonesia.

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



Gambar 5.31 Quarry batuan di Kebumen, Jawa Tengah: lantai kerja, dinding galian, dump truck, dan alat gali di kejauhan. Sumber: SATELIT BM9, CC BY-SA 4.0, Wikimedia Commons.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

1. Urutan kerja tambang terbuka

Pekerjaan di tambang terbuka tidak dilakukan sembarang urutan. Setiap langkah menyiapkan langkah berikutnya, dan urutan yang salah menimbulkan kerugian atau bahaya. Gambar 5.32 menunjukkan urutannya.



Gambar 5.32 Urutan kerja tambang terbuka: pembersihan lahan, pengupasan tanah pucuk, pengupasan tanah penutup, pemberaian bahan galian, pemuatan, pengangkutan, lalu ROM atau pengolahan. Kegiatan pendukung berjalan sepanjang waktu. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Pembersihan lahan (*land clearing*) menyingkirkan pohon, semak, dan benda di atas lahan. Ini dikerjakan paling awal karena pohon dan semak berada di atas tanah, dan alat tidak dapat mengupas tanah yang masih tertutup vegetasi.

Pengupasan tanah pucuk (*topsoil*) mengambil lapisan tanah paling atas yang subur, biasanya setebal beberapa puluh sentimeter. Tanah pucuk mengandung humus dan biji tumbuhan yang berharga untuk **reklamasi**, sehingga dikupas terpisah dan **disimpan di tempat tersendiri**, tidak dicampur dengan tanah penutup, lalu dipakai kembali pada lahan yang akan dipulihkan.

Pengupasan tanah penutup (*overburden*) memindahkan tanah dan batuan di antara tanah pucuk dan bahan galian (sub bab 5.3). Hasilnya dibuang ke **tempat penimbunan** (*waste dump* atau *disposal*) yang telah ditentukan dan dirancang stabil, tidak di sungai dan tidak di lembah yang menampung air. Pengupasan ini harus dilakukan **sebelum** menggali bahan galian, karena bahan galian berada di bawahnya.

Pemberaian bahan galian adalah melepaskan bahan galian dari massa batuannya agar dapat dimuat. Bahan yang lunak, seperti batubara tertentu, laterit, atau tanah, dapat digali langsung dengan ekskavator. Batuan keras, seperti andesit, granit, atau batugamping padat, perlu **dibor dan diledakkan** lebih dulu (bagian 2).

Pemuatan memindahkan bahan galian ke alat angkut. **Pengangkutan** membawanya lewat

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

jalan angkut ke tujuan: tempat penimbunan sementara yang disebut **ROM** (*run of mine*), yaitu tumpukan bahan galian hasil tambang yang belum diolah, ke pabrik pengolahan (sub bab 5.6), atau ke pelabuhan.

Sepanjang proses, kegiatan pendukung terus berjalan: pembuatan dan perawatan jalan, saluran air dan pompa, penyiraman jalan, pengukuran, pengendalian mutu, serta reklamasi bertahap pada lahan yang sudah selesai ditambang.

2. Pemboran dan peledakan: kewaspadaan dan prosedur

Batuan keras tidak dapat digali langsung oleh ekskavator, sehingga dilepaskan dengan bahan peledak yang dimasukkan ke lubang bor. Buku ini **tidak membahas cara merancang peledakan**; yang dibahas adalah sikap dan prosedur yang harus kamu kenali sebagai pekerja tambang. Peledakan adalah salah satu pekerjaan paling berbahaya di tambang, dan kecelakaannya sering fatal.

Prinsip-prinsip kewaspadaan:

- **Hanya juru ledak yang berwenang** yang boleh menangani bahan peledak dan melakukan peledakan. Juru ledak adalah petugas bersertifikat kompetensi dan diangkat oleh perusahaan; operator alat, pengawas lain, atau pekerja biasa **tidak boleh** menyentuh bahan peledak.
- **Sebelum peledakan, area dikosongkan.** Semua orang dan alat dikeluarkan dari daerah bahaya, jalan menuju area ditutup oleh penjaga, dan tanda peringatan atau sirene dibunyikan. Pekerja berlindung di tempat aman yang sudah ditentukan.
- **Peledakan dilakukan menurut waktu dan komando** yang ditetapkan, dan tidak ada yang kembali sebelum ada tanda aman.
- **Setelah peledakan, area diperiksa.** Pekerja menunggu sampai debu, gas, dan batu yang beterbangan mereda. Juru ledak memeriksa seluruh area dan tumpukan batu hasil ledakan, memastikan semua lubang meledak, lalu menyatakan area aman. Baru setelah itu alat boleh masuk untuk memuat.
- **Bila dicurigai ada lubang yang gagal meledak (*misfire*)**, semua kegiatan di area itu dihentikan, area ditandai dan dijaga, kejadian dilaporkan kepada pengawas dan juru ledak, dan **hanya juru ledak yang menangani**. Tidak boleh ada yang menggali, memuat, menarik kabel, atau mendekat untuk "mengecek". Misfire berbahaya karena dapat meledak saat dimuat atau digali.

Gambar 5.33 merangkumnya.

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



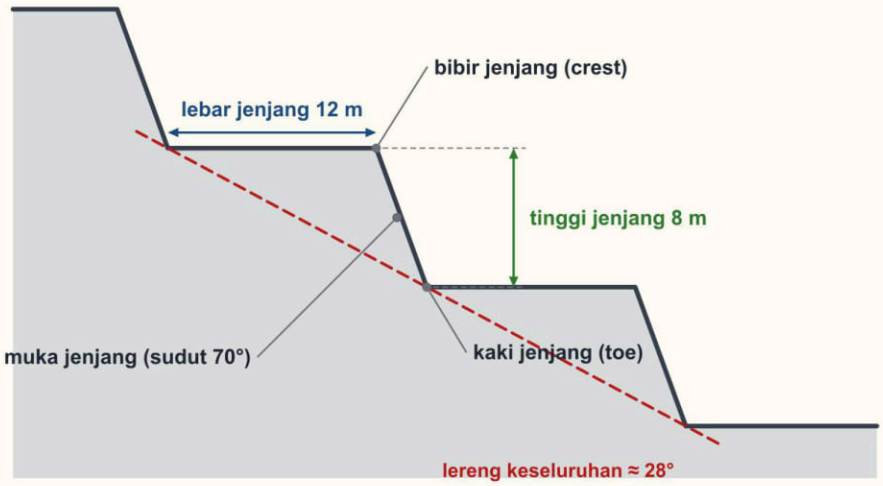
Gambar 5.33 Prosedur kewaspadaan peledakan: sebelum (area dikosongkan, penjaga, peringatan), saat (komando juru ledak), sesudah (tunggu, juru ledak memeriksa, tanda aman); bila ada misfire, hentikan, tandai, lapor, serahkan kepada juru ledak. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Waktu tunggu setelah peledakan, jarak aman, dan rincian prosedur ditetapkan oleh peraturan dan SOP perusahaan; buku ini tidak menyebut angkanya agar tidak menggantikan SOP yang berlaku.

3. Jenjang dan bagian-bagiannya

Tambang terbuka tidak digali sebagai lubang bertebing lurus, tetapi sebagai **jenjang** (*bench*): undak-undakan bertingkat dari atas ke bawah. Jenjang membuat dinding galian lebih stabil karena tinggi tiap tebing terbatas, memberi lantai datar untuk alat bekerja, dan menyediakan tempat menahan batu yang jatuh. Gambar 5.34 menunjukkan penampang tiga jenjang.

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



Gambar 5.34 Penampang tiga jenjang dengan angka contoh. Bagian jenjang: bibir, muka, kaki, tinggi, dan lebar (lantai) jenjang; garis putus-putus menunjukkan lereng keseluruhan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Bagian-bagian jenjang:

- **Muka jenjang** (*bench face*): dinding miring atau hampir tegak yang menjadi tempat penggalian.
- **Bibir jenjang** (*crest*): batas atas muka jenjang, tempat dinding berpisah dari lantai jenjang di atasnya.
- **Kaki jenjang** (*toe*): batas bawah muka jenjang.
- **Tinggi jenjang:** jarak tegak dari bibir ke kaki. Tinggi jenjang disesuaikan dengan jangkauan alat gali dan kekuatan batuan.
- **Lebar jenjang** (lantai jenjang): lantai datar tempat alat bekerja, yang juga menahan runtuhan dari jenjang di atasnya.
- **Sudut muka jenjang:** kemiringan muka jenjang, dibuat sesuai kekuatan batuan.
- **Lereng keseluruhan:** kemiringan rata-rata seluruh dinding pit. Ia lebih landai daripada muka tiap jenjang karena ada lantai-lantai datar di antaranya.

Angka pada gambar adalah contoh agar mudah dibaca; tinggi, lebar, dan sudut sebenarnya ditetapkan oleh perencana berdasarkan batuan, alat, dan peraturan keselamatan. Jenjang digali dari atas ke bawah. Menggali di kaki dinding tanpa melepaskan bagian atasnya membuat dinding menggantung dan berbahaya.

4. Alat gali, muat, dan angkut

Kegiatan menggali, memuat, dan mengangkut disebut siklus **gali–muat–angkut**. Alat-alat utamanya:

- **Ekskavator:** alat gali dan muat dengan lengan dan bucket; mengisi truk dari lantai jenjang atau dari tumpukan batu (Gambar 5.35).
- **Wheel loader:** alat muat beroda ban, memindahkan tumpukan ke truk atau ke mesin peremuk.
- **Dump truck:** alat angkut dengan bak yang dapat dimiringkan untuk menumpahkan muatan.
- **Bulldozer:** mendorong, merapikan tumpukan, membuka jalan, dan menggaru tanah keras.
- **Motor grader** dan **truk air:** merawat permukaan jalan angkut dan menyiramnya agar tidak berdebu.
- **Pompa:** mengeluarkan air dari dasar pit.

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



Gambar 5.35 Ekskavator hidrolik besar dan kendaraan tambang di tambang batubara terbuka; dinding di belakangnya tersusun dari jenjang-jenjang. Sumber: Calistemon, CC BY-SA 4.0, Wikimedia Commons.

Alat muat dan alat angkut harus **serasi**: bila truk terlalu sedikit, ekskavator menunggu; bila terlalu banyak, truk antre. Keduanya membuang waktu dan biaya.

5. Hitungan produksi

Hitungan produksi bertahap, dan tiap langkah punya satuannya.

(a) Dari volume ke tonase. Volume batuan di tempat aslinya dinyatakan dalam **bcm** (*bank cubic meter*, sama dengan m^3 massa batuan yang belum digali). Batuan yang sudah digali menjadi gembur dan isinya mengembang, tetapi massanya tetap. Karena itu, untuk menghitung muatan, kita memakai massa: **tonase = volume (m^3) × densitas (ton/m^3)**. Contoh: batugamping 1.800 m^3 berdensitas 2,4 ton/m^3 bermassa 1.800 × 2,4 = 4.320 ton. Volume bukanlah tonase; mengira 1.800 m^3 sama dengan 1.800 ton adalah kesalahan yang sering muncul.

(b) Dari tonase ke rit. Rit adalah satu kali perjalanan pulang-pergi truk membawa muatan. **Jumlah rit = tonase ÷ kapasitas muatan satu truk**, dibulatkan **ke atas**, karena sisa muatan tetap butuh satu perjalanan. Bila kapasitas truk 18 ton, 4.320 ton memerlukan 4.320 ÷ 18 = 240 rit. Hati-hati agar kapasitas tidak dihitung dua kali, misalnya dengan mengalikan kapasitas satu truk dengan jumlah truk, lalu membaginya lagi dengan jumlah truk.

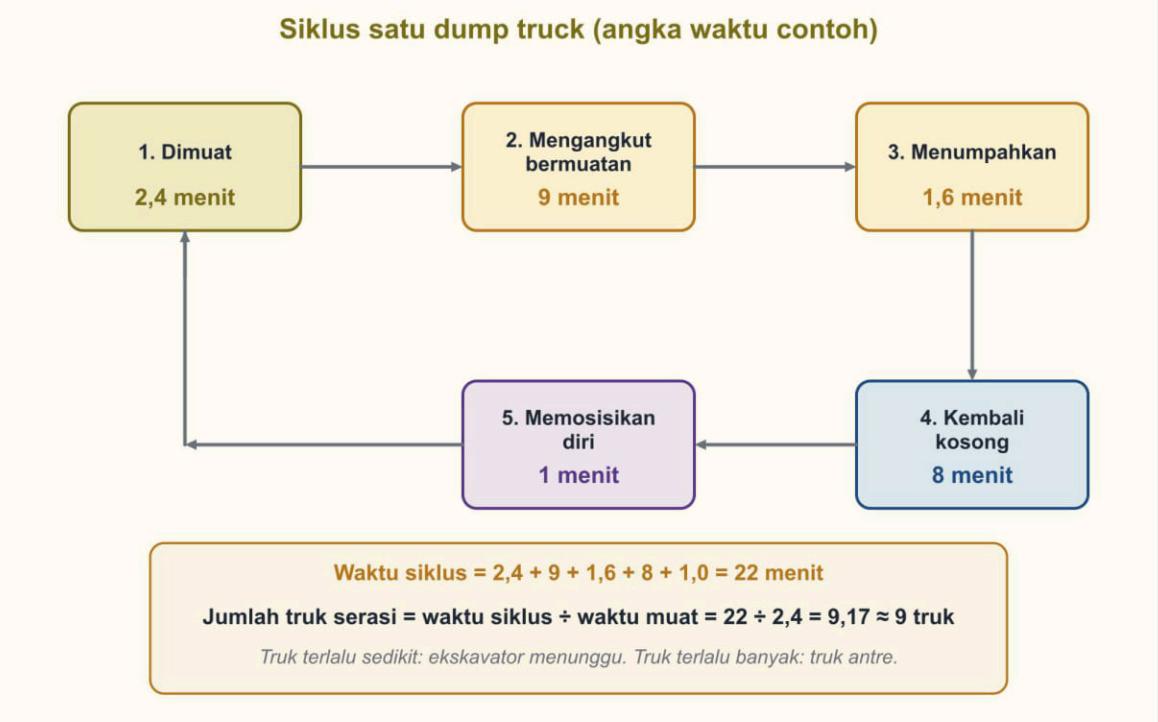
(c) Target dan sisa. Perusahaan menetapkan **target** produksi per hari, minggu, atau bulan. **Produksi** = jumlah tonase blok yang digali. **Sisa** = target − produksi, yang kemudian

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

dikonversi kembali menjadi volume atau rit. Bila beberapa blok tersedia, jumlahkan tonase masing-masing; **blok terbesar belum tentu cukup** untuk memenuhi target.

(d) Produksi alat muat. Ekskavator mengulang siklus: gali, putar, tumpah, kembali. **Jumlah siklus per jam = 3.600 ÷ waktu siklus (detik). Produksi per jam = siklus per jam × isi bucket × densitas.** Makin lama waktu siklus (misalnya karena lantai becek), makin sedikit siklus per jam dan makin rendah produksi.

(e) Jumlah truk yang serasi. Satu siklus truk terdiri dari waktu dimuat, mengangkut bermuatan, menumpahkan, kembali kosong, dan menunggu atau memosisikan diri. **Jumlah truk yang serasi = waktu siklus truk ÷ waktu memuat satu truk.** Dengan jumlah itu, ketika ekskavator selesai memuat satu truk, truk berikutnya sudah tiba. Gambar 5.36 memperlihatkan siklus ini.



Gambar 5.36 Siklus satu truk: dimuat, diangkut bermuatan, menumpahkan, kembali kosong, dan memosisikan diri; angka waktu adalah contoh. Jumlah truk yang serasi = waktu siklus ÷ waktu muat. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

6. Jalan angkut, drainase, dan lalu lintas

Jalan angkut adalah urat nadi tambang. Jalan yang rusak memperlambat truk, meningkatkan biaya ban, dan menimbulkan kecelakaan. Gambar 5.37 memperlihatkan jalan angkut di tambang terbuka dengan jenjang di latar belakangnya.



Gambar 5.37 Dump truck di jalan angkut sebuah tambang terbuka besar; di belakangnya tampak dinding bertingkat (jenjang). Sumber: Randi Ang, CC BY 2.0, Wikimedia Commons.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Prinsip jalan angkut yang aman:

- **Lebar dan kemiringan jalan** disesuaikan dengan ukuran truk dan dijaga landai; angka pastinya mengikuti pedoman perusahaan dan peraturan.
- **Permukaan dijaga rata dan basah secukupnya** (disiram) agar debu tidak mengganggu pandangan dan tidak membahayakan paru-paru.
- **Drainase:** jalan diberi kemiringan melintang dan saluran di tepinya agar air tidak menggenang dan merusak jalan.
- **Tanggul pengaman** di tepi jalan yang berbatasan dengan jurang atau dinding.
- **Aturan lalu lintas:** batas kecepatan, rambu, jarak aman antarkendaraan, dan prioritas jalan. Truk bermuatan yang mendaki umumnya didahulukan.
- **Titik buta:** truk besar punya bagian yang tidak terlihat dari kabin. Kendaraan kecil dan pejalan kaki wajib menjaga jarak dan menggunakan sinyal.
- **Komunikasi radio** dan pengaturan oleh dispatcher agar tidak terjadi antrean atau tabrakan.

Air perlu dikendalikan juga di dasar pit. Air hujan dan air tanah ditampung di **sumuran** (*sump*) dan dipompa keluar agar lantai kerja tidak tergenang.

7. ROM dan tahap berikutnya

Bahan galian yang tiba di tempat penimbunan **ROM** belum dipisahkan dari batuan lain dan belum diolah. Dari ROM, bahan dimasukkan ke pengolahan (peremukan, ayakan, pencucian, atau penggerusan, sub bab 5.6) sesuai kebutuhan pembeli. Tanah penutup yang dibuang dan tanah pucuk yang disimpan tidak boleh tercampur dengan ROM.

Ringkasan bagian ini. Urutan kerja: pembersihan lahan, tanah pucuk (disimpan terpisah), tanah penutup (ke timbunan), pemberaian (galian langsung atau bor–ledak dengan kewaspadaan penuh), pemuatan, pengangkutan, ROM. Jenjang punya bibir, muka, kaki, tinggi, dan lebar. Tonase = volume × densitas; rit = tonase ÷ kapasitas truk (dibulatkan ke atas); sisa = target − produksi; jumlah truk = waktu siklus truk ÷ waktu muat.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Dari volume ke tonase dan rit

Pada Januari 2027, quarry batugamping CV Kapur Bukit Raya, Kabupaten Tuban, memiliki satu blok berisi 1.800 m^3 batugamping padat dengan densitas 2,4 ton/m^3. Kapasitas satu dump truck 18 ton. Hitung tonase dan jumlah rit. *Kasus disusun untuk contoh; tempat dan tokoh fiktif.*

1. Tonase = volume × densitas = 1.800 m^3 × 2,4 ton/m^3 = 4.320 ton.
2. Rit = tonase ÷ kapasitas = 4.320 ÷ 18 = 240 rit (habis dibagi, tidak perlu pembulatan).

Jawaban: **4.320 ton, 240 rit.** Periksa: 240 rit × 18 ton = 4.320 ton. Kesalahan umum: volume dikira tonase (1.800 ÷ 18 = 100 rit); densitas dianggap 2 (1.800 × 2 ÷ 18 = 200 rit); kapasitas dihitung dua kali (4.320 ÷ 36 = 120 rit). Ketiganya menghasilkan jumlah rit yang salah.

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

Contoh 2 — Target mingguan dan sisa

Quarry yang sama menargetkan 12.000 ton minggu ini. Tiga blok sudah selesai digali: A 2.100 m^3, B 1.500 m^3, C 900 m^3, semuanya berdensitas 2,4 ton/m^3. Berapa sisa target, berapa m^3 batuan lagi yang harus digali, dan berapa rit untuk mengangkutnya (truk 18 ton)? *Kasus disusun untuk contoh; tempat dan tokoh fiktif.*

1. Tonase tiap blok: A = 2.100 × 2,4 = 5.040 ton; B = 1.500 × 2,4 = 3.600 ton; C = 900 × 2,4 = 2.160 ton.
2. Jumlah: 5.040 + 3.600 + 2.160 = 10.800 ton.
3. Sisa target: 12.000 − 10.800 = 1.200 ton.
4. Volume sisa: 1.200 ÷ 2,4 = 500 m^3.
5. Rit untuk sisa: 1.200 ÷ 18 = 66,67, dibulatkan ke atas menjadi 67 rit.

Jawaban: **sisa 1.200 ton, atau 500 m^3, diangkut dalam 67 rit.** Periksa: 67 × 18 = 1.206 ton ≥ 1.200 ton (cukup). Perhatikan bahwa blok A yang terbesar (5.040 ton) belum mendekati target 12.000 ton; ketiga blok bersama pun masih kurang 1.200 ton.

Contoh 3 — Produksi ekskavator dan jumlah truk yang serasi

Satu ekskavator di quarry itu memiliki waktu siklus 24 detik, isi bucket nyata 1,25 m^3 (sudah memperhitungkan faktor pengisian), dan bekerja efektif 7 jam per hari. Batuan berdensitas 2,4 ton/m^3, truk 18 ton. Waktu truk: mengangkut 9 menit, menumpahkan 1,6 menit, kembali 8 menit, memosisikan diri 1,0 menit. Hitung produksi ekskavator, waktu memuat satu truk, dan jumlah truk yang serasi. *Kasus disusun untuk contoh; tempat dan tokoh fiktif.*

1. Siklus per jam = 3.600 ÷ 24 = 150 siklus/jam.
2. Muatan satu bucket = 1,25 m^3 × 2,4 = 3,0 ton.
3. Produksi ekskavator = 150 × 3,0 = 450 ton/jam; per hari 450 × 7 = 3.150 ton.
4. Bucket per truk = 18 ÷ 3,0 = 6 bucket; waktu muat = 6 × 24 detik = 144 detik = 2,4 menit.
5. Waktu siklus truk = 2,4 + 9 + 1,6 + 8 + 1,0 = 22 menit.
6. Jumlah truk serasi = 22 ÷ 2,4 = 9,17, dibulatkan ke 9 truk.
7. Periksa dengan 9 truk: tiap truk 60 ÷ 22 = 2,727 rit/jam; 9 truk = 24,5 rit/jam × 18 = 441,8 ton/jam, mendekati kemampuan ekskavator (450 ton/jam). Dengan 10 truk, angkutan 490,9 ton/jam melebihi kemampuan ekskavator sehingga truk menunggu.

Jawaban: **ekskavator 450 ton/jam (3.150 ton/hari), memuat satu truk 2,4 menit, dan 9 truk paling serasi.** Dengan 9 truk, ekskavator terpakai sekitar 98 %; dengan 8 truk, angkutan 392,7 ton/jam sehingga ekskavator menunggu (terpakai 87 %).

Contoh 4 — Menilai tindakan setelah peledakan

Pada Oktober 2027, sebuah quarry meledakkan satu blok. Lima tindakan berikut dilaporkan. Nilai yang boleh dan yang tidak. *Kasus disusun untuk contoh; tempat dan tokoh fiktif.*

1. Operator ekskavator langsung masuk begitu debu menipis, tanpa menunggu pemeriksaan. **Tidak boleh**: area baru boleh dimasuki setelah juru ledak memeriksa dan menyatakan aman.

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

2. Juru ledak memeriksa seluruh area dan menyatakan aman, lalu memberi tanda aman. **Boleh**: ini langkah yang benar.
3. Operator menemukan potongan kabel dan detonator di tumpukan batu. **Berhenti, tandai, lapor**: itu tanda misfire; hanya juru ledak yang menanganinya.
4. Pengawas meminta operator menggali pelan-pelan di sekitar potongan itu. **Tidak boleh**: menggali atau memuat di dekat misfire dapat memicu ledakan.
5. Operator menarik kabel itu agar terlepas. **Tidak boleh**: menarik kabel dapat memicu bahan peledak.

Jawaban: hanya tindakan 2 yang benar, dan tindakan 3 adalah respons yang tepat terhadap temuan. Pola kuncinya: **kosongkan area, tunggu pemeriksaan juru ledak, dan serahkan misfire kepada juru ledak**.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

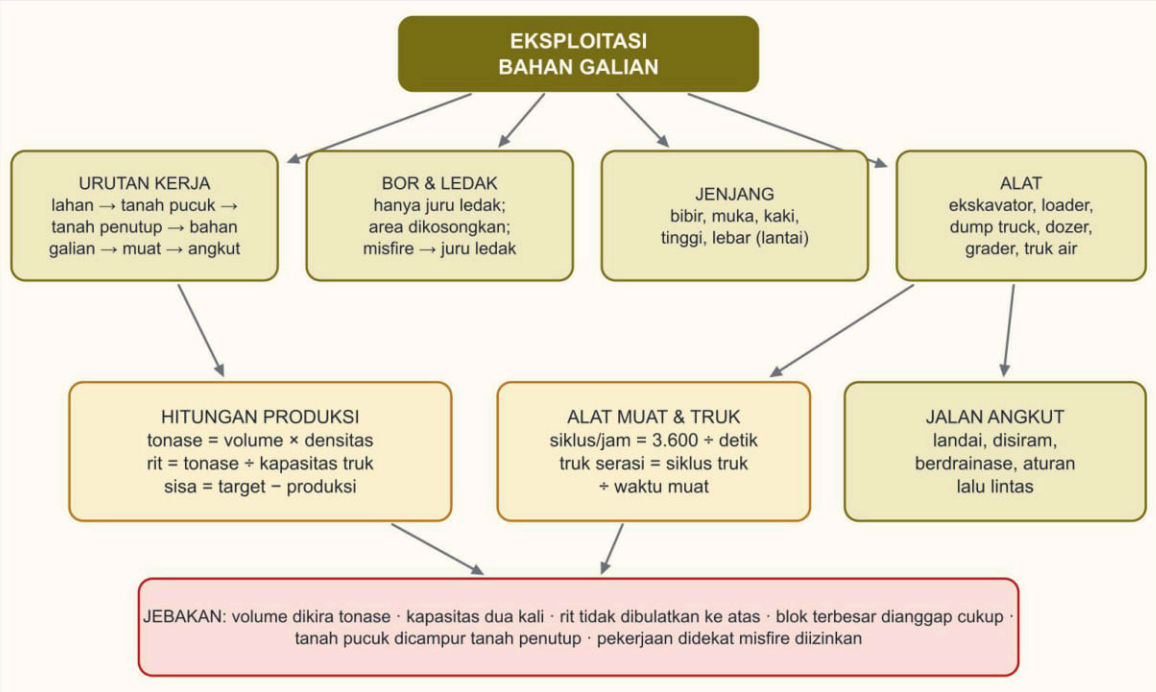
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Urutan kerja:** pembersihan lahan → tanah pucuk (disimpan terpisah) → tanah penutup (ke timbunan) → pemberaian (galian langsung atau bor–ledak) → pemuatan → pengangkutan → ROM atau pengolahan.
- **Peledakan:** hanya juru ledak bersertifikat; area dikosongkan; tunggu dan periksa sebelum masuk; misfire: hentikan, tandai, lapor, serahkan ke juru ledak.
- **Jenjang:** bibir, muka, kaki, tinggi, lebar (lantai); lereng keseluruhan lebih landai daripada muka jenjang; gali dari atas ke bawah.
- **Alat:** ekskavator dan wheel loader (muat), dump truck (angkut), bulldozer, grader, truk air, pompa (pendukung).
- **Hitungan:** tonase = volume × densitas; rit = tonase ÷ kapasitas truk (bulatkan ke atas); sisa = target − produksi; siklus/jam = 3.600 ÷ detik; truk serasi = siklus truk ÷ waktu muat.
- **Jalan angkut:** landai, rata, disiram, berdrainase, bertanggul, dengan aturan lalu lintas dan perhatian pada titik buta.

Gambar 5.38 merangkum hubungannya.



Gambar 5.38 Peta konsep kegiatan eksploitasi: urutan kerja, peledakan yang aman, jenjang, alat, hitungan produksi, dan jalan angkut, beserta jebakannya. 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 eksploitasi:

1. **Tentukan jenis soalnya:** hitungan produksi atau urutan dan keselamatan.
2. **Untuk hitungan:** tulis semua angka dengan satuannya; ubah volume menjadi tonase dengan densitas; bagi dengan kapasitas truk; bulatkan rit ke atas.
3. **Untuk beberapa blok:** hitung tonase tiap blok, jumlahkan, lalu bandingkan dengan target; hitung sisa bila perlu.
4. **Untuk urutan:** ingat lapisan dari atas ke bawah: vegetasi, tanah pucuk, tanah penutup, bahan galian.
5. **Untuk keselamatan:** pilih tindakan yang mengosongkan area, menunggu pemeriksaan juru ledak, dan menyerahkan misfire kepada juru ledak.

Jebakan khas:

- **Volume dikira tonase,** atau densitas lupa dikalikan, atau densitas diganti angka sembarang.
- **Kapasitas truk dihitung dua kali** atau satu rit diartikan satu perjalanan satu arah.
- **Blok terbesar dianggap cukup** memenuhi target tanpa dijumlahkan dan dibandingkan.
- **Rit tidak dibulatkan ke atas.**
- **Tanah pucuk dicampur tanah penutup,** atau tanah penutup dikupas sebelum pembersihan lahan dan tanah pucuk.
- **Pekerjaan diizinkan dekat lubang yang gagal meledak,** atau misfire ditangani oleh operator.
- **Jumlah truk dihitung dari satu komponen waktu saja,** misalnya hanya waktu angkut.

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut meminta kamu menilai beberapa pernyataan dari tabel volume tiga blok, densitas, kapasitas truk, dan target mingguan. Pakailah rumus pada bagian 5 (a)–(c). Hitung tonase tiap blok dulu, baru nilai pernyataan satu per satu.

►. Quarry andesit CV Bukit Batu, Magelang (2027) menyiapkan tiga blok peledakan. Densitas andesit 2,6 ton/m^3, kapasitas setiap dump truck 20 ton, dan target produksi minggu ini 10.000 ton.

Blok	Volume batuan (m^3)
B1	1.500
B2	2.000
B3	2.500

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. Blok B1 menghasilkan 3.000 ton andesit sehingga diangkut dengan 150 rit.
☐ B. Blok B2 menghasilkan 5.200 ton andesit.
☐ C. Gabungan blok B1 dan B2 belum memenuhi target mingguan.
☐ D. Seluruh andesit blok B3 diangkut dalam 325 rit dump truck.
☐ E. Blok B3 saja sudah memenuhi target mingguan karena volumenya terbesar.

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

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

Konsep: Dalam eksploitasi, tonase bahan galian = volume × densitas. Jumlah rit angkutan = tonase ÷ kapasitas alat angkut. Hasilnya dibandingkan dengan target produksi untuk merencanakan blok yang ditambang.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: densitas dianggap 2; yang benar 1.500 × 2,6 = 3.900 ton (195 rit).
- **Pernyataan 2** ✓ 2.000 × 2,6 = 5.200 ton.
- **Pernyataan 3** ✓ 3.900 + 5.200 = 9.100 ton < 10.000 ton.
- **Pernyataan 4** ✓ 2.500 × 2,6 = 6.500 ton; 6.500 ÷ 20 = 325 rit.
- **Pernyataan 5** ✗ B3 hanya 6.500 ton, kurang dari 10.000 ton.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 4.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Pada soal hitungan, tulis satuan di setiap langkah; pada soal urutan, tulis dulu lapisan dari atas ke bawah.

1. Pengawas produksi tambang batubara CV Bara Jambi (2027) ingin ekskavator tidak menunggu truk, tetapi truk juga tidak menumpuk antre. Ekskavator memuat satu truk dalam 4 menit. Data waktu siklus satu dump truck:

Kegiatan truk	Waktu
dimuat oleh ekskavator	4 menit
mengangkut bermuatan	7 menit
menumpahkan muatan	2 menit
kembali kosong	7 menit

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

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Jumlah truk yang paling serasi untuk ekskavator itu adalah ....

A. 2 truk
B. 3 truk
C. 4 truk
D. 5 truk
E. 6 truk

2. Pengawas CV Tanah Laut (2027) menulis rencana pembukaan blok tambang bauksit baru dengan urutan: (1) pengupasan tanah penutup, (2) pembersihan lahan dari pohon dan semak, (3) pengupasan tanah pucuk, (4) penggalian bauksit, (5) pemuatan dan pengangkutan ke tempat pencucian. Kepala teknik tambang meminta siswa PKL menilai rencana 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
Urutan yang ditulis sudah benar karena tanah penutup dikupas lebih dulu agar lahan mudah dibersihkan.	○	○
Tanah pucuk dikupas setelah pembersihan lahan dan sebelum pengupasan tanah penutup, lalu disimpan terpisah.	○	○
Penggalian bauksit dilakukan setelah tanah penutup di atasnya dipindahkan.	○	○

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

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa volume 1.800 m^3 tidak sama dengan 1.800 ton, dan apa yang harus kamu lakukan agar volume dapat dibandingkan dengan kapasitas truk?
- Mengapa tanah pucuk dikupas dan disimpan terpisah dari tanah penutup, dan mengapa pengupasan tanah penutup dilakukan sebelum penggalian bahan galian?
- **Yang harus kuingat:** tonase = volume × densitas; rit = tonase ÷ kapasitas (ke atas); sisa = target − produksi; hanya juru ledak yang menangani peledakan dan misfire.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 5.5: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.
next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktgp&node=SMKTGP-5.5

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

Sub bab 5.6 · Pengolahan bahan galian: crushing, grinding, dan screening

SMKTGP-5.6

◎ APA YANG DIUJI

Sub bab ini berkaitan dengan subtopik Peta Topik NLS **TKA-SMKTGP-05-06**, yaitu pengolahan bahan galian dengan peremukan (*crushing*), penggerusan (*grinding*), dan pengayakan (*screening*). Soal yang muncul biasanya menyajikan unit pengolahan batu split atau bijih: bagan alir, tabel fraksi dan ukuran, atau keluhan pembeli. Kamu diminta menentukan ke mana bahan yang tertahan di ayakan harus dikembalikan, menghitung laju aliran (ton/jam) tiap fraksi, menilai usulan perubahan ukuran lubang ayakan, atau menjelaskan mengapa penggerusan harus sampai ukuran tertentu.

Pengetahuan yang diuji bersifat konsep alur: **setiap alat punya batas ukuran umpan dan ukuran produk**, ayakan menentukan ukuran produk, dan bahan yang terlalu besar harus kembali ke alat yang sanggup memperkecilnya. Hitungannya sederhana, yaitu persen dikali laju aliran dan penjumlahan untuk memeriksa neraca. Jebakan yang sering muncul: persentase dihitung dari produk, bukan dari umpan ayakan; bahan besar dijual atau dikembalikan ke crusher yang salah; dan lubang ayakan diperbesar agar "tidak ada sisa".

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan tujuan pengolahan: ukuran produk, pembebasan mineral (liberasi), dan pemisahan;
- membedakan crusher primer (jaw) dan sekunder (cone) serta fungsi penggerusan dan ayakan;
- membaca diagram alir dan membedakan sirkuit terbuka dan sirkuit tertutup dengan beban balik;
- menghitung aliran massa tiap fraksi dan beban balik dari persentase pada umpan ayakan;
- menyebutkan produk dan produk samping serta tindakan keselamatan terhadap debu.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Bahan galian yang baru keluar dari tambang disebut **ROM** (*run of mine*, sub bab 5.5). Isinya campuran: bongkah besar bersama serpihan halus, kadang tercampur tanah. ROM jarang dapat langsung dijual atau dipakai. Batu untuk jalan dan beton harus berukuran tertentu; bijih logam harus dihaluskan dulu agar mineral berharganya dapat dipisahkan. Kegiatan menyiapkan bahan galian agar sesuai kebutuhan inilah yang disebut **pengolahan**.

1. Mengapa bahan galian diolah

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

Ada tiga tujuan utama pengolahan:

1. **Mendapatkan ukuran yang diminta pembeli.** Batu split untuk beton, misalnya, harus berukuran sekian sentimeter, tidak lebih besar dan tidak banyak tercampur debu halus.
2. **Membebaskan mineral berharga (liberasi).** Dalam bijih, mineral berharga sering menempel atau terkunci di dalam batuan, misalnya butiran emas atau kasiterit yang sangat halus. Selama masih terkunci, mineral itu tidak dapat dipisahkan. Batuan harus dihancurkan sampai ukuran saat mineral itu terlepas.
3. **Memisahkan dan meningkatkan mutu.** Setelah terbebas, mineral berharga dapat dipisahkan dari batuan sisa, atau batu dipilah menurut ukuran untuk dijual sebagai produk berbeda.

Pengolahan dilakukan bertahap, dari yang kasar ke yang halus, dan setiap tahap memiliki alatnya sendiri. Tiga kegiatan yang dibahas di sini adalah **peremukan, penggerusan, dan pengayakan**.

2. Peremukan (crushing)

Peremukan memperkecil bongkah batuan dengan cara menekan atau memukulnya sampai pecah. Peremukan dilakukan bertahap karena satu alat tidak mampu mengecilkan bongkah besar menjadi butir kecil sekaligus. Setiap alat punya **nisbah reduksi**, yaitu ukuran umpan terbesar dibagi ukuran produk terbesar. Untuk crusher jaw dan cone, nisbah reduksi pada umumnya kira-kira 3 sampai 5 kali per tahap.

Crusher primer menerima bongkah paling besar langsung dari tambang. Alat yang paling umum adalah **jaw crusher** (peremuk rahang). Ia terdiri dari satu rahang tetap dan satu rahang yang bergerak maju-mundur; batuan terjepit di antara kedua rahang itu dan pecah. Celah di bagian bawah rahang, yang disebut **bukaan** atau setelan, menentukan ukuran produk paling besar. Jaw crusher menerima umpan sampai ukuran tertentu; bongkah yang lebih besar dari mulut crusher tidak dapat dimasukkan dan harus dipecahkan lebih dulu. Produknya masih berukuran besar, misalnya belasan sentimeter.

Crusher sekunder menerima produk crusher primer dan memperkecilnya lagi. Alat yang umum dipakai adalah **cone crusher** (peremuk kerucut): sebuah kerucut yang berputar eksentrik di dalam mangkuk, menekan batuan di celah di antara keduanya. Cone crusher menghasilkan butir yang lebih kecil dan bentuk butir yang lebih baik, sehingga cocok untuk batu split. Pada beberapa unit ada juga crusher **tersier** untuk ukuran yang lebih halus lagi. Seperti apa unit peremuk di lapangan, lihat Gambar 5.39.

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



Gambar 5.39 Unit peremuk bergerak yang diisi bongkah hasil peledakan oleh wheel loader. Bongkah besar di depan unit masuk lebih dulu ke crusher primer. Sumber: Hufi, CC BY-SA 2.0 de, Wikimedia Commons.

Pilihan setelan dan jenis crusher bergantung pada kekerasan batuan, ukuran umpan, dan produk yang diminta. Karena itu, satu unit biasanya memiliki setidaknya dua tahap: primer untuk bongkah besar dan sekunder untuk menghasilkan ukuran produk.

3. Penggerusan (grinding)

Bila mineral berharga berbutir sangat halus, peremukan saja tidak cukup; batuan harus **digerus** sampai berukuran milimeter atau kurang. Alat yang paling umum adalah **ball mill** (gilingan bola): sebuah tabung baja besar berputar yang berisi bola-bola baja dan bijih (biasanya bersama air). Saat tabung berputar, bola-bola jatuh dan menumbuk bijih sehingga menjadi halus.

Ball mill hanya menerima umpan yang sudah kecil, misalnya ukuran satu atau dua sentimeter, sehingga selalu dipasang **sesudah** crusher. Dengan demikian, bongkah besar tidak dapat langsung dimasukkan ke ball mill.

Penggerusan menghabiskan banyak energi, sehingga **tidak boleh lebih halus daripada yang diperlukan**. Bila uji laboratorium menunjukkan butiran mineral sudah terlepas pada ukuran 0,5 mm, menggerus jauh lebih halus hanya menambah biaya listrik dan dapat membuat butiran terlalu halus untuk dipisahkan. Ukuran target penggerusan ditentukan dari ukuran lepasnya mineral, bukan dari keinginan sembarang.

4. Pengayakan (screening)

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

Ayakan memisahkan butiran menurut ukuran dengan melewatkannya pada permukaan berlubang. Butiran lebih kecil dari lubang **lolos** (disebut *undersize*), butiran lebih besar **tertahan** (*oversize*). Ayakan getar (digoyang agar butir tersaring) paling umum di unit pengolahan batu.

Ayakan sering **bertingkat** (dua dek atau lebih). Lubang terbesar dipasang di dek paling atas, dan lubang makin kecil di dek berikutnya. Dengan demikian bongkah paling besar tertahan di atas, bongkah menengah tertahan di dek tengah, dan butir halus lolos ke bawah. Gambar 5.40 memperlihatkan ayakan dua dek yang menghasilkan tiga fraksi. Seperti apa ayakan di lapangan, lihat Gambar 5.41.



Fraksi	Persen	ton/jam
> 30 mm	40 %	160
10–30 mm	50 %	200
< 10 mm	10 %	40
Jumlah	**100 %**	**400**

Umpan ayakan 400 ton/jam (termasuk beban balik).
Persen dihitung dari umpan ayakan, bukan dari jumlah produk.

Gambar 5.40 Ayakan dua dek dengan lubang 30 mm (atas) dan 10 mm (bawah) menghasilkan tiga fraksi: tertahan dek atas (lebih dari 30 mm), tertahan dek bawah (10–30 mm), dan lolos dek bawah (kurang dari 10 mm); tabel memuat contoh aliran bila umpan ayakan 400 ton/jam. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Ukuran produk ditentukan oleh **lubang ayakan**. Bila lubang dek atas robek atau aus sehingga membesar, butir yang terlalu besar ikut lolos dan mencemari produk, dan pembeli akan mengeluh bahwa batu berukuran lebih besar tercampur. Itu sebabnya lubang ayakan diperiksa teratur. Sebaliknya, memperbesar lubang ayakan agar "tidak ada sisa" justru meloloskan butir besar ke produk; itu bukan solusi.

Pada beberapa unit, sebelum crusher primer dipasang **grizzly**, yaitu saringan batang kasar. Ia meloloskan serpihan halus dan tanah (yang tidak perlu diremukkan lagi) langsung ke tahap berikutnya, sehingga crusher hanya menerima bongkah besar. Tanpa grizzly, umpan yang banyak mengandung tanah lengket dapat menyumbat crusher, mempercepat keausan rahang, dan menurunkan kapasitas.

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



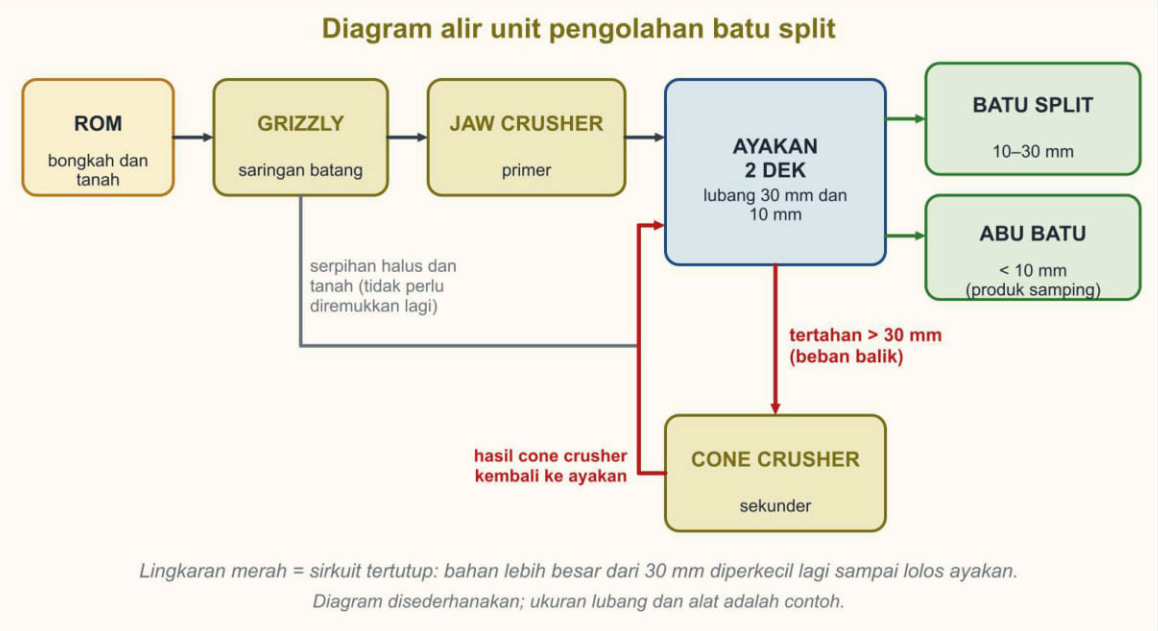
Gambar 5.41 Para pekerja memeriksa ayakan berbatang-piringan pada unit penghancuran batubara di Jambi. Pemeriksaan teratur dilakukan agar ukuran lubang tidak berubah oleh keausan. Sumber: Sujasmir, CC BY-SA 4.0, Wikimedia Commons.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

5. Diagram alir dan sirkuit tertutup

Urutan alat dan arah aliran bahan digambarkan pada **diagram alir** (*flowsheet*): kotak untuk alat, panah untuk aliran. Gambar 5.42 menunjukkan contoh diagram alir unit pengolahan batu split.



Gambar 5.42 Diagram alir unit pengolahan batu split: ROM melewati grizzly dan jaw crusher primer, lalu ayakan dua dek. Bahan di atas 30 mm kembali ke cone crusher sekunder, produknya masuk ayakan lagi; batu 10–30 mm dan abu batu keluar sebagai produk. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Pada **sirkuit terbuka**, bahan melewati tiap alat satu kali lalu menjadi produk. Pada **sirkuit tertutup**, bahan yang terlalu besar dikembalikan ke crusher untuk diperkecil lagi, lalu kembali ke ayakan. Arus yang berputar ini disebut **beban balik** (*circulating load*). Sirkuit tertutup memastikan produk hanya terdiri dari butir sesuai ukuran, karena butir yang kebesaran tidak pernah keluar.

Bahan yang tertahan di ayakan harus dikembalikan ke crusher yang **sanggup memperkecilnya sampai ukuran produk**. Misalnya jaw crusher primer menghasilkan batu sampai 15 cm, sedangkan produk yang diminta di bawah 3 cm. Bahan oversize yang dikembalikan ke jaw crusher hanya berputar-putar karena crusher itu tidak dapat menghasilkan butir sekecil produk; ia seharusnya masuk ke cone crusher sekunder yang diatur untuk produk di bawah 3 cm.

6. Hitungan aliran massa

Aliran massa dihitung dalam **ton per jam** (ton/jam). Dasarnya satu hukum sederhana: **yang masuk sama dengan yang keluar**. Bila 240 ton/jam masuk, jumlah semua produk yang keluar juga 240 ton/jam. Bila persentase fraksi dijumlahkan, hasilnya 100 %.

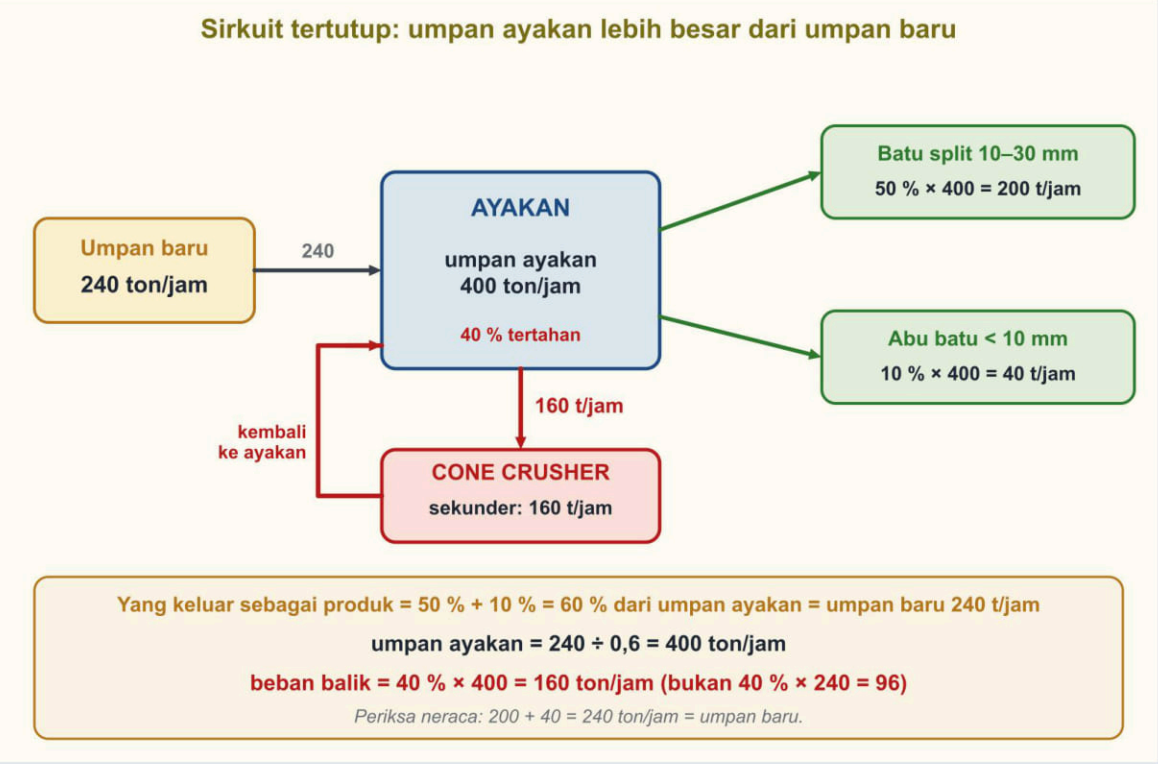
Bagian yang perlu kamu perhatikan adalah **dari mana persentase dihitung**. Persentase fraksi di tabel ayakan biasanya dihitung dari **umpan ayakan**, yaitu semua bahan yang masuk ke ayakan, termasuk beban balik. Laju fraksi = persentase × laju umpan ayakan. Jangan

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

menghitungnya dari jumlah produk akhir.

Sirkuit terbuka. Bila umpan ayakan 240 ton/jam, dengan 35 % tertahan di dek atas, 40 % di dek bawah, dan 25 % lolos, maka laju tiap fraksi adalah 240 × 0,35 = 84 ton/jam; 240 × 0,40 = 96 ton/jam; dan 240 × 0,25 = 60 ton/jam. Jumlahnya 240 ton/jam, cocok.

Sirkuit tertutup. Beban balik membuat umpan ayakan **lebih besar** daripada umpan baru dari tambang. Bila semua bahan oversize kembali, umpan baru (*F*) hanya keluar sebagai produk di bawah ukuran, sehingga **F = umpan ayakan × (1 − fraksi oversize)**. Dari sini, umpan ayakan = F ÷ (1 − fraksi oversize). Gambar 5.43 menunjukkan hitungan dan Contoh 2 menjelaskannya langkah demi langkah.



Gambar 5.43 Sirkuit tertutup: umpan baru 240 ton/jam; 40 % umpan ayakan tertahan dan kembali ke cone crusher sebagai beban balik. Umpan ayakan menjadi 400 ton/jam, beban balik 160 ton/jam (bukan 40 % × 240 = 96). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

7. Produk dan produk samping

Hasil pengolahan batu terdiri dari beberapa **produk** berdasarkan ukuran, masing-masing dijual sesuai permintaan: misalnya batu split 1–2 cm dan 2–3 cm. Fraksi paling halus, yang lolos dek bawah, adalah **abu batu** (*screenings*). Abu batu bukan sampah; ia dijual terpisah untuk campuran beton, paving, atau bahan urug. Abu batu berstatus **produk samping**: tidak menjadi tujuan utama, tetapi tetap memberi nilai. Hasil pengolahan yang ditumpuk terpisah menurut ukuran, lihat Gambar 5.44.



Gambar 5.44 Quarry dengan unit peremuk dan ayakan bergerak; hasilnya ditumpuk terpisah menurut ukuran. Sumber: Christian Amet, CC BY 2.5, Wikimedia Commons.

Pada pengolahan bijih, sisa batuan setelah mineral berharga dipisahkan disebut **tailing**. Ia harus ditampung dan dikelola agar tidak mencemari lingkungan.

8. Debu dan keselamatan

Peremukan dan pengayakan menimbulkan **debu**. Bila batuan mengandung kuarsa (silika), debu halusnya dapat masuk ke paru-paru dan menyebabkan penyakit paru-paru jangka panjang (silikosis). Pengendalian mengikuti hierarki pengendalian (sub bab 2.1):

- **Rekayasa:** penyiraman air atau semprotan kabut pada titik jatuh dan crusher, penutup (*enclosure*) pada ban berjalan dan crusher, alat penghisap debu, ruang kontrol berkabin tertutup.
- **Administratif:** jadwal pembersihan, pembatasan waktu terpapar, pemantauan debu.
- **APD:** respirator partikulat yang sesuai (bukan masker kain), kacamata pelindung, dan pelindung telinga karena unit pengolahan bising.

Keselamatan lain di unit pengolahan: **pelindung bagian yang bergerak** (puli, ban berjalan, rantai) harus terpasang; **bahaya terjepit dan tertarik**; dan **energi harus diputus dan dikunci** sebelum membersihkan sumbatan atau memperbaiki mesin. Tidak ada yang boleh

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

memasukkan tangan atau alat ke mulut crusher saat mesin hidup.

9. Preparasi sampel laboratorium

Mutu bahan galian dan produknya diperiksa di laboratorium, tetapi contoh yang diambil di lapangan berukuran besar dan berat. Sebelum dianalisis, **sampel dipreparasi**: dikeringkan, diremukkan bertahap dengan crusher laboratorium, diaduk, dan **dibagi** (misalnya dengan alat pembagi atau cara pembagian empat) menjadi bagian lebih kecil yang tetap mewakili seluruhnya. Bagian itu digerus halus, lalu sebagian dikirim untuk dianalisis dan sebagian disimpan. Prinsipnya: sampel harus **mewakili**, dibuat menurut SOP, dan tidak dipilih-pilih agar hasil tampak bagus (sub bab 2.5).

Ringkasan bagian ini. Pengolahan bertujuan mendapatkan ukuran yang diminta, membebaskan mineral, dan memisahkan. Peremukan bertahap (primer jaw, sekunder cone), penggerusan (ball mill) untuk bijih halus, dan ayakan menentukan ukuran produk. Bahan oversize dikembalikan ke crusher yang dapat memperkecilnya sampai ukuran produk. Laju fraksi = persentase dari umpan ayakan × laju umpan ayakan; pada sirkuit tertutup, umpan ayakan = umpan baru ÷ (1 − fraksi oversize). Abu batu adalah produk samping; debu dikendalikan dengan air, penutup, dan APD.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Aliran massa tiap fraksi (sirkuit terbuka)

Pada Mei 2027, ayakan dua dek PT Split Karya Mandiri menerima 240 ton/jam. Hasil: tertahan dek atas (lebih dari 30 mm) 35 %; tertahan dek bawah (10–30 mm) 40 %; lolos dek bawah (kurang dari 10 mm) 25 %. Hitung laju tiap fraksi dan periksa neraca. *Kasus disusun untuk contoh; tempat dan tokoh fiktif.*

1. Fraksi lebih dari 30 mm: 240 × 35 % = 84 ton/jam.
2. Fraksi 10–30 mm: 240 × 40 % = 96 ton/jam.
3. Fraksi kurang dari 10 mm: 240 × 25 % = 60 ton/jam.
4. Periksa persentase: 35 + 40 + 25 = 100 %.
5. Periksa neraca: 84 + 96 + 60 = 240 ton/jam, sama dengan umpan.

Jawaban: **84, 96, dan 60 ton/jam.** Bila fraksi 84 ton/jam itu tidak dikembalikan ke crusher, produk tercampur batu lebih besar dari 30 mm yang tidak diterima pembeli.

Contoh 2 — Beban balik pada sirkuit tertutup

Pada Juni 2027, unit pengolahan di Kabupaten Purwakarta menerima umpan baru 240 ton/jam dari jaw crusher primer. Ayakan dua dek (30 mm dan 10 mm) memisahkan umpan ayakan menjadi 40 % tertahan dek atas, 50 % tertahan dek bawah (produk 10–30 mm), dan 10 % lolos (abu batu). Seluruh bahan di dek atas dikembalikan ke cone crusher dan hasilnya masuk ayakan lagi. Hitung umpan ayakan, beban balik, dan laju produk. *Kasus disusun untuk contoh; tempat dan tokoh fiktif.*

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

1. Bahan yang meninggalkan sirkuit sebagai produk = 50 % + 10 % = 60 % dari umpan ayakan. Pada keadaan stabil, jumlah ini sama dengan umpan baru 240 ton/jam.
2. Umpan ayakan = 240 ÷ 0,60 = 400 ton/jam.
3. Beban balik (tertahan dek atas) = 40 % × 400 = 160 ton/jam, masuk ke cone crusher.
4. Produk 10–30 mm = 50 % × 400 = 200 ton/jam; abu batu = 10 % × 400 = 40 ton/jam.
5. Periksa neraca: produk 200 + 40 = 240 ton/jam = umpan baru.
6. Crusher yang tepat untuk beban balik: **cone crusher sekunder**, karena bahan di atas 30 mm (sampai belasan sentimeter) harus diperkecil sampai di bawah 30 mm; jaw crusher primer tidak menghasilkan butir sekecil itu.

Jawaban: **umpan ayakan 400 ton/jam, beban balik 160 ton/jam ke cone crusher, produk 200 ton/jam dan abu batu 40 ton/jam.** Kesalahan umum: menghitung beban balik dari umpan baru (40 % × 240 = 96 ton/jam), padahal persentase fraksi dihitung dari umpan ayakan (400 ton/jam). Umpan ayakan lebih besar daripada umpan baru karena ada beban balik yang berputar.

Contoh 3 — Nisbah reduksi dan jumlah tahap

Pada Agustus 2027, bongkah bijih berukuran terbesar 60 cm harus diperkecil menjadi produk 3 cm, kemudian digerus menjadi 0,5 mm dengan ball mill yang menerima umpan paling besar 3 cm. Jaw crusher primer dipasang hingga produk 15 cm. Hitung nisbah reduksi tiap alat dan keseluruhan sampai 3 cm, serta nisbah ball mill. *Kasus disusun untuk contoh; tempat dan tokoh fiktif.*

1. Jaw crusher: 60 cm ÷ 15 cm = 4.
2. Cone crusher: umpan 15 cm, produk 3 cm: 15 ÷ 3 = 5.
3. Keseluruhan sampai 3 cm: 60 ÷ 3 = 20 (atau 4 × 5 = 20).
4. Ball mill: umpan 3 cm = 30 mm, produk 0,5 mm: 30 ÷ 0,5 = 60.
5. Keseluruhan sampai 0,5 mm: 600 mm ÷ 0,5 mm = 1.200 (atau 4 × 5 × 60 = 1.200).

Jawaban: **jaw 4, cone 5, keseluruhan sampai 3 cm adalah 20, ball mill 60, dan keseluruhan 1.200.** Karena satu crusher umumnya hanya sanggup beberapa kali per tahap, pengecilan 1.200 kali memerlukan beberapa tahap berurutan. Itu sebabnya urutan alat tidak boleh dibalik: ball mill tidak mampu menerima bongkah 60 cm.

Contoh 4 — Menilai perubahan ukuran lubang ayakan

Unit batu split pada Contoh 2 memiliki beban balik 160 ton/jam dan pembeli hanya menerima batu 10–30 mm. Seorang siswa PKL mengusulkan memperbesar lubang dek atas dari 30 mm menjadi 40 mm agar beban balik turun. Umpan ayakan 400 ton/jam, dan 10 % di antaranya (fraksi 30–40 mm) berukuran 30–40 mm. *Kasus disusun untuk contoh; tempat dan tokoh fiktif.*

1. Fraksi 30–40 mm = 10 % × 400 = 40 ton/jam.
2. Setelah lubang dek atas menjadi 40 mm, fraksi itu lolos dan masuk ke produk.
3. Produk 10–40 mm = 200 + 40 = 240 ton/jam; yang lebih besar dari 30 mm = 40 ton/jam, sama dengan 40 ÷ 240 = 16,7 % dari produk.

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

4. Beban balik berkurang dari 160 ton/jam menjadi 160 − 40 = 120 ton/jam.

Jawaban: **usulan tidak tepat**: beban balik memang turun 40 ton/jam, tetapi sekitar 16,7 % produk menjadi butir 30–40 mm yang melampaui ukuran yang diterima pembeli. Ukuran lubang ayakan ditentukan oleh ukuran produk yang diminta, bukan oleh keinginan agar beban balik kecil.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

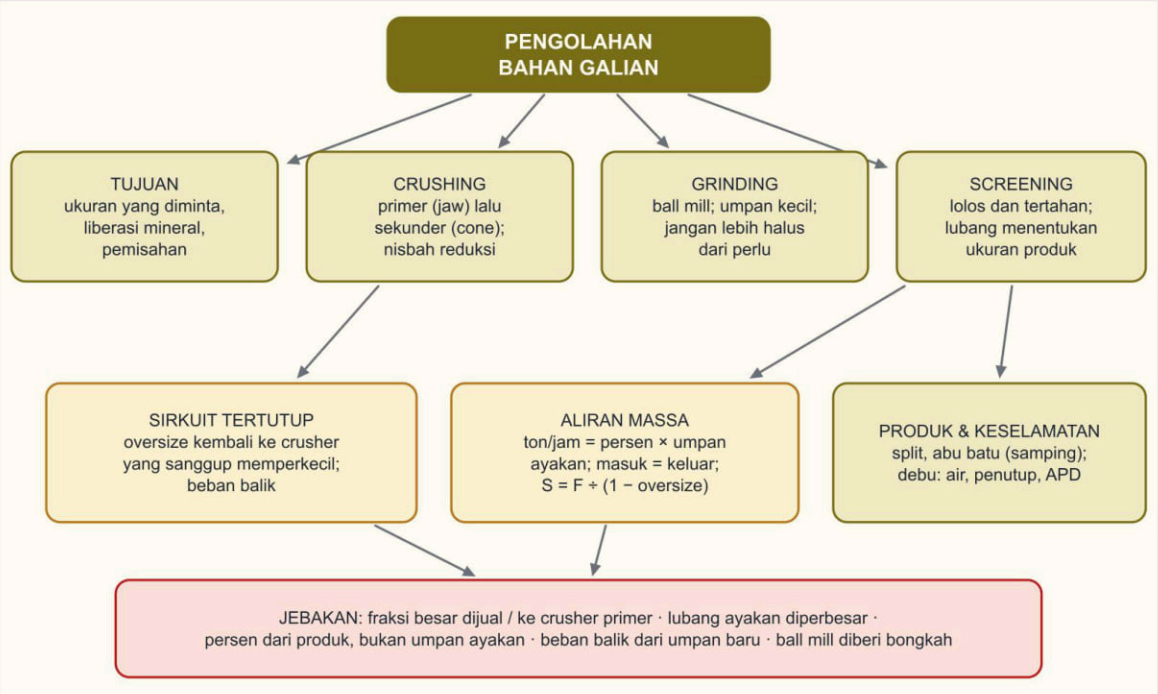
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Tujuan pengolahan:** ukuran sesuai permintaan, liberasi mineral berharga, pemisahan.
- **Crushing:** primer (jaw, bongkah besar) lalu sekunder (cone, ukuran produk); nisbah reduksi = ukuran umpan ÷ ukuran produk (sekitar 3–5 per tahap).
- **Grinding:** ball mill untuk bijih halus; menerima umpan kecil; jangan lebih halus dari ukuran lepasnya mineral.
- **Screening:** lolos (halus) dan tertahan (kasar); dek atas berlubang paling besar; lubang aus mengubah ukuran produk; grizzly meloloskan halus sebelum crusher primer.
- **Sirkuit tertutup:** oversize kembali ke crusher yang sanggup memperkecilnya (sekunder); umpan ayakan = umpan baru ÷ (1 − fraksi oversize).
- **Aliran massa:** ton/jam = persen × umpan ayakan; masuk = keluar; persen dihitung dari umpan ayakan.
- **Produk dan produk samping:** batu split per ukuran, abu batu; tailing dikelola.
- **Debu dan keselamatan:** air, penutup, respirator; pelindung bagian bergerak; putus dan kunci energi sebelum membersihkan.

Gambar 5.45 merangkum hubungannya.



Gambar 5.45 Peta konsep pengolahan bahan galian: tujuan, peremukan, penggerusan, pengayakan, sirkuit tertutup, hitungan aliran, produk, dan keselamatan, beserta jebakannya. 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 pengolahan:

1. **Gambarkan alurnya:** umpan → alat → ayakan → produk atau kembali ke alat.
2. **Catat ukuran umpan dan ukuran produk setiap alat.** Bahan oversize harus masuk ke alat yang sanggup menghasilkan ukuran produk.
3. **Untuk hitungan:** tentukan dulu dasar persentasenya (umpan ayakan); kalikan dengan laju; periksa jumlah fraksi sama dengan 100 % dan neraca masuk = keluar.
4. **Untuk perubahan lubang ayakan:** lihat dampaknya pada ukuran produk dan beban balik.
5. **Untuk keselamatan:** pilih pengendalian yang paling tinggi dulu (rekayasa) sebelum APD.

Jebakan khas:

- **Fraksi besar dijual** atau dikembalikan ke crusher yang salah (primer, bukan sekunder).
- **Lubang ayakan diperbesar** agar "tidak ada sisa".
- **Persentase dihitung dari produk,** bukan dari umpan ayakan.
- **Beban balik dihitung dari umpan baru** padahal seharusnya dari umpan ayakan.
- **Ball mill diberi bongkah besar,** atau crusher diberi umpan melebihi mulutnya.
- **Penggerusan terlalu halus** dianggap selalu lebih baik.
- **Masker kain** dianggap cukup untuk debu silika.

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut memuat unit pengolahan dengan crusher primer, crusher sekunder, dan ayakan, beserta tabel fraksi dari umpan ayakan. Pakailah aturan bagian 5 dan 6: tentukan fraksi yang tidak diterima pembeli, crusher yang tepat, dan laju fraksi itu dalam ton/jam.

►. Di unit pengolahan andesit PT Split Jaya (2027), jaw crusher primer menghasilkan batu sampai 15 cm, lalu cone crusher sekunder diatur menghasilkan butir di bawah 3 cm. Ayakan menerima 200 ton/jam material dari kedua crusher dengan hasil:

Fraksi	Bagian dari umpan ayakan
lebih dari 3 cm	30 %
2–3 cm	25 %
1–2 cm	30 %
kurang dari 1 cm (abu batu)	15 %

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

Pembeli batu split hanya menerima 1–2 cm dan 2–3 cm; abu batu dijual terpisah.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penanganan yang paling tepat adalah ....

A. Fraksi > 3 cm dijual sebagai batu split karena ukurannya paling besar
B. Fraksi > 3 cm dikembalikan ke cone crusher, sekitar 60 ton/jam
C. Fraksi > 3 cm dikembalikan ke jaw crusher primer, sekitar 60 ton/jam
D. Fraksi < 1 cm dikembalikan ke cone crusher, sekitar 30 ton/jam
E. Lubang ayakan teratas diperbesar menjadi 5 cm agar tak ada sisa

Pembahasan **Kunci: B**

Konsep: Pada sirkuit tertutup, material yang tertahan di ayakan (oversize) dikembalikan ke crusher yang dapat memperkecilnya sampai ukuran produk. Crusher sekunder dipilih karena menerima umpan berukuran sedang dan menghasilkan ukuran produk.

Langkah:
1. Fraksi > 3 cm tidak diterima pembeli → harus diperkecil.
2. Ukurannya 3–15 cm → sesuai umpan cone crusher sekunder yang menghasilkan < 3 cm.
3. Laju: 30 % × 200 ton/jam umpan ayakan = 60 ton/jam.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Pembeli tidak menerima fraksi > 3 cm.
• **B.** ✓ Oversize dikembalikan ke cone crusher yang menghasilkan butir < 3 cm; lajunya 30 % × 200 = 60 ton/jam.
• **C.** ✗ Jebakan: lajunya benar, tetapi jaw crusher primer menghasilkan sampai 15 cm, sehingga oversize hanya berputar tanpa menjadi < 3 cm.
• **D.** ✗ Jebakan: abu batu sudah lebih kecil dari produk dan dijual terpisah; tidak perlu dihancurkan lagi.
• **E.** ✗ Butir 3–5 cm akan lolos ke produk padahal tidak diterima pembeli.

Jawaban: B.

Educational Institutions

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Pada setiap soal, gambarlah dulu alurnya dan tulis ukuran umpan serta produk tiap alat.

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

1. Umpan dari tambang ke jaw crusher PT Batu Lembah, Cianjur (2027) mengandung sekitar 35 % tanah dan kerikil berukuran kurang dari 5 cm. Bukaan bawah jaw crusher diatur 10 cm. Akibatnya, crusher sering tersumbat tanah lengket, rahangnya cepat aus, dan kapasitasnya turun. Material kurang dari 5 cm itu sebenarnya tidak perlu dihancurkan lagi karena dapat langsung masuk ke ayakan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Perbaikan yang paling tepat adalah ....

A. Memperkecil bukaan jaw crusher agar material halus ikut hancur
B. Menambah satu jaw crusher lagi yang dipasang sejajar dengan unit lama
C. Memasang grizzly di depan crusher untuk meloloskan butir < 5 cm
D. Menyiram umpan dengan banyak air agar tanah tidak menempel
E. Mengumpankan bongkah lebih besar agar tanah terdorong keluar

2. Pabrik pengolahan bijih emas PT Gunung Emas (2027) memiliki tahapan berikut:

Tahap	Alat	Ukuran umpan maks.	Ukuran produk maks.
Peremukan primer	jaw crusher	80 cm	20 cm
Peremukan sekunder	cone crusher	20 cm	4 cm
Penggerusan	ball mill	4 cm	0,1 mm

Emas dalam bijih berupa butiran sangat halus yang terkunci di dalam batuan. Nisbah reduksi suatu alat = ukuran umpan maks. ÷ ukuran produk maks.
(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. Nisbah reduksi jaw crusher adalah 4.
☐ B. Nisbah reduksi cone crusher lebih besar daripada nisbah reduksi jaw crusher.
☐ C. Produk cone crusher dapat langsung dijual sebagai batu split 1–2 cm tanpa diayak.
☐ D. Bongkah bijih berukuran 100 cm dapat langsung dimasukkan ke jaw crusher karena alat itu peremuk primer.
☐ E. Penggerusan dengan ball mill diperlukan agar butiran emas yang sangat halus terlepas dari batuan.

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

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

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa bahan yang tertahan di ayakan dikembalikan ke cone crusher sekunder, bukan ke jaw crusher primer?
- Pada sirkuit tertutup, umpan baru 240 ton/jam dan 40 % umpan ayakan tertahan. Mengapa beban balik bukan 96 ton/jam? Berapa umpan ayakannya?
- **Yang harus kuingat:** oversize kembali ke crusher yang sanggup memperkecilnya; persen dihitung dari umpan ayakan; lubang ayakan menentukan ukuran produk; ball mill hanya menerima umpan kecil.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 5.6: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktgp&node=SMKTGP-5.6

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

Kuis Akhir Bab 5

SMKTGP-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-smktgp&node=SMKTGP-KB5

1. PT Emas Tegak di Sumbawa Barat (2027) memiliki urat emas setebal 1,2 m, hampir tegak, menerus sampai kedalaman 250 m, berkadar tinggi. Batuan di kedua sisi urat lemah dan mudah runtuh, dan tanah penutupnya tebal. Perusahaan ingin dinding galian tetap aman dan tidak ingin menumpuk banyak limbah batuan di permukaan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Metode penambangan yang paling tepat adalah ....

A. Tambang terbuka lebar yang membuang seluruh batuan sisi sampai 250 m
B. Quarry berjenjang pada permukaan tanah di atas urat yang akan ditambang
C. Room and pillar dengan pilar permanen di antara ruang galian mendatar
D. Tambang bawah tanah cut and fill dengan rongga galian ditimbun kembali
E. Kapal keruk di kolam buatan di atas urat yang digali dari permukaan

2. Dinas ESDM meninjau lima proyek tambang (2027) dan mencocokkan keadaan tiap proyek dengan rencana pemiliknya. Urutan tahap: prospeksi, eksplorasi, studi kelayakan dan perizinan, konstruksi, produksi, pengolahan dan penjualan, serta reklamasi dan pascatambang.

Proyek	Yang sudah dikerjakan	Rencana pemilik
1	Pemetaan singkapan dan tiga contoh dari permukaan	Membeli crusher dan memesan kapal
2	Bor eksplorasi berjarak 200 m; jumlah bahan galian sudah dihitung	Membangun jalan angkut sebelum studi kelayakan
3	Studi kelayakan layak; izin produksi belum terbit	Mulai menggali bijih untuk dijual
4	Produksi sudah berjalan enam tahun; sebagian blok selesai ditambang	Menunda semua reklamasi sampai tambang ditutup
5	Studi kelayakan layak; izin produksi dan dokumen lingkungan terbit	Membangun jalan angkut dan kolam pengendap

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

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Rencana yang sudah sesuai urutan tahap adalah ....

A. Proyek 1, karena pemetaan sudah memberi gambaran awal sebaran bahan galian
B. Proyek 2, karena jumlah bahan galiannya sudah diketahui dari pemboran
C. Proyek 3, karena studi kelayakan sudah menyatakan tambang itu layak
D. Proyek 4, karena reklamasi lebih mudah dikerjakan setelah semuanya selesai
E. Proyek 5, karena izin sudah terbit sehingga konstruksi dapat dimulai

3. Bor eksplorasi PT Bara Sari di Barito Utara (2027) mencatat atap lapisan batubara pada kedalaman 18 m dan dasar lapisan pada kedalaman 21 m dari permukaan tanah. Nisbah pengupasan dihitung sebagai tebal tanah penutup dibagi tebal batubara. Blok layak ditambang terbuka bila nisbahnya paling besar 6,5.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Nisbah pengupasan dan keputusannya adalah ....

A. Nisbah 7, tidak layak ditambang terbuka karena melebihi batas
B. Nisbah 0,86, layak ditambang terbuka karena sangat kecil
C. Nisbah 0,17, layak ditambang terbuka karena batubaranya tipis
D. Nisbah 6, layak ditambang terbuka karena tidak melebihi batas
E. Nisbah 6, tidak layak ditambang terbuka karena mendekati batas

4. Hasil eksplorasi PT Granit Pulau di Karimun (2027) memperkirakan sumber daya batu granit 12 juta ton. Studi kelayakan memperhitungkan metode, biaya, harga jual, dan izin, lalu menyimpulkan bahwa 7,5 juta ton di antaranya layak ditambang secara teknis dan ekonomis.
(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
Angka 7,5 juta ton adalah cadangan, dan 4,5 juta ton sisanya tetap berstatus sumber daya yang belum layak ditambang.	○	○
Bila biaya penambangan naik tajam, jumlah cadangan dapat berkurang walaupun jumlah sumber daya tidak berubah.	○	○
Seluruh sumber daya 12 juta ton langsung dapat disebut cadangan tanpa perlu studi kelayakan lebih dulu.	○	○

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

5. Tim PT Nikel Tirta di Halmahera (2027) baru menyelesaikan eksplorasi rinci blok barat dan sedang menyusun studi kelayakan. Siswa PKL diminta menilai kegiatan mana yang termasuk isi studi kelayakan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kegiatan yang termasuk studi kelayakan adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Membangun dermaga pengapalan permanen agar bijih dapat segera dikirim kepada pembeli.
☐ B. Menghitung biaya penambangan dan pengolahan per ton lalu membandingkannya dengan harga jual.
☐ C. Menggali bijih sebanyak mungkin untuk dijual sambil menunggu hasil perhitungan selesai.
☐ D. Menguji contoh bijih untuk mengetahui seberapa banyak logam yang dapat diperoleh dari pengolahan.
☐ E. Memilih metode penambangan dan menyusun rencana produksi tahunan berdasarkan data eksplorasi.

6. CV Andesit Lintang di Magelang (2027) menambang bukit andesit. Lapisan atas setebal 4 m sudah lapuk, lunak, dan dapat digali ekskavator. Di bawahnya terdapat andesit segar yang keras dan tidak dapat digali langsung. Tambang berjarak 350 m dari permukiman sehingga getaran dan debu harus dijaga. Peledakan hanya boleh dikerjakan juru ledak bersertifikat.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Cara kerja yang paling tepat adalah ....

A. Menggali seluruh bukit dengan ekskavator saja karena lapisan atasnya terlihat lunak
B. Menggali lapisan lapuk dengan ekskavator, lalu membongkar batuan segar terkendali
C. Meledakkan seluruh bukit sekaligus dari lapisan atas agar pekerjaan cepat selesai
D. Menambang bawah tanah di bawah bukit agar permukiman tidak terganggu sama sekali
E. Memakai kapal keruk di kolam buatan di kaki bukit untuk melunakkan batuan keras

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

7. CV Genteng Mas di Kebumen (2027) akan menambang lempung untuk pabrik genteng di dekatnya. Lapisan lempung berupa lapisan lepas setebal 6 m yang menyebar luas di dataran, tertutup tanah pucuk sekitar 0,5 m, dan dapat digali langsung dengan ekskavator tanpa peledakan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Metode penambangan yang paling sesuai adalah ....

A. Tambang terbuka dangkal, tanah tipis dikupas lalu digali ekskavator
B. Tambang bawah tanah room and pillar dengan pilar penyangga dalam lapisan
C. Kapal keruk yang bergerak di kolam buatan di atas lapisan lempung
D. Quarry berjenjang tinggi dengan peledakan batuan keras di lereng bukit
E. Tambang bawah tanah cut and fill dengan penimbunan kembali rongga galian

8. Dinas ESDM sebuah provinsi (2027) menerima lima usulan metode penambangan. Seorang siswa PKL diminta menilai apakah tiap usulan cocok dengan ciri endapannya.

Kasus	Ciri endapan	Metode yang diusulkan
A	Batugamping masif di bukit tanpa tanah penutup	Quarry berjenjang di sisi bukit
B	Urat emas tegak 1 m sampai kedalaman 300 m	Tambang terbuka lebar karena kadar tinggi
C	Batubara lapisan datar 8 m dari permukaan, luas	Tambang terbuka sistem strip
D	Pasir timah lepas di dasar laut dangkal	Kapal keruk atau kapal isap
E	Pasir kuarsa lepas di dataran	Peledakan berjenjang lalu crusher

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penilaian yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Usulan pada kasus A tepat karena batuan masif tanpa penutup dapat dibongkar berjenjang dari sisi bukit.
☐ B. Usulan pada kasus B tepat karena kadar emas yang tinggi membenarkan penggalian terbuka sampai 300 m.
☐ C. Usulan pada kasus C tepat karena lapisan datar yang dangkal dan luas dapat dikupas lalu digali berurutan.
☐ D. Usulan pada kasus D tepat karena endapan lepas di dasar laut dangkal dapat dikeruk atau diisap dari kapal.
☐ E. Usulan pada kasus E tepat karena pasir kuarsa harus diledakkan lebih dulu agar butirnya terlepas.

9. Quarry granit PT Bukit Intan di Bintan (2027) telah menyelesaikan eksplorasi. Hasil studi kelayakan menyatakan tambang layak, dan izin usaha produksi serta dokumen lingkungan sudah terbit. Pemilik ingin langsung menggali dan menjual batu minggu depan. Konsultan mengingatkan masih ada tahap yang harus selesai sebelum penggalian pertama.

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

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tahap yang harus dikerjakan lebih dulu adalah ....

A. Eksplorasi ulang di seluruh wilayah izin untuk mencari batuan baru
B. Reklamasi seluruh wilayah izin agar tanah siap ditanami kembali
C. Konstruksi jalan angkut, kolam pengendap, dan fasilitas pendukung
D. Pengolahan batu menjadi produk akhir dan pengiriman ke pembeli
E. Penutupan tambang dan pemantauan lahan setelah kegiatan selesai

10. Quarry batu PT Karang Pesisir di Tuban (2027) menambang satu jenjang berbentuk balok: tinggi 6 m, lebar 12 m, panjang 50 m. Densitas batu 2,5 ton/m^3. Ekskavator memuat 420 ton per jam dan bekerja efektif 7 jam per hari. Hari kerja dihitung bulat penuh.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Jumlah hari untuk menggali seluruh jenjang itu adalah ....

A. 2 hari, karena volume 3.600 m^3 dibagi kapasitas harian
B. 3 hari, karena hasil 3,06 hari dibulatkan ke bawah saja
C. 4 hari, karena hasil 3,06 hari dibulatkan ke atas penuh
D. 22 hari, karena kapasitas dibaca 420 ton setiap harinya
E. 1 hari, karena volume dibagi densitas lebih dulu saja

11. Pengawas PT Batu Pantai di Lamongan (2027) memantau produksi pekan ini. Muatan dump truck 22 ton per rit dan target pekan 4.800 ton. Hari Rabu produksi hanya 18 rit karena hujan. Sabtu adalah hari terakhir, dan rit hanya dihitung bila satu rit penuh.

Hari	Jumlah rit
Senin	46
Selasa	44
Rabu	18
Kamis	40
Jumat	42

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Sisa target dan rit yang harus dikerjakan pada hari Sabtu adalah ....

A. Sisa 620 ton, perlu 28 rit
B. Sisa 620 ton, perlu 29 rit
C. Sisa 4.180 ton, perlu 190 rit
D. Sisa 532 ton, perlu 25 rit
E. Sisa 1.000 ton, perlu 50 rit

12. Di quarry batu PT Gunung Selaras di Purwakarta (2027), peledakan blok jenjang atas selesai pukul 10.00. Dari tempat berlindung, juru ledak bersertifikat melihat satu lubang

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

yang tidak meledak dan ada kabel yang menyembul dari tumpukan batu. Operator ekskavator dan pengawas operasional berada di luar area bahaya.
(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. Operator ekskavator boleh menggali tumpukan batu dekat lubang itu bila dikerjakan dengan pelan dan hati-hati.
☐ B. Area sekitar blok tetap dikosongkan dan dijaga, dan pekerjaan di blok itu dihentikan sampai juru ledak memeriksa.
☐ C. Hanya juru ledak bersertifikat yang menangani lubang itu, dan pengawas melaporkan kejadian kepada kepala teknik.
☐ D. Karena hanya satu lubang yang gagal, blok dinyatakan aman dan pekerjaan dilanjutkan agar target tidak terganggu.
☐ E. Tanda larangan dipasang pada jalan masuk ke blok itu, dan kejadian dicatat dalam laporan peledakan harian.

13. PT Bijih Lestari di Kolaka (2027) membandingkan tiga blok bauksit untuk tambang terbuka dengan batas nisbah pengupasan 4. Blok X bernisbah 2,5 tetapi berada di bawah permukiman penduduk. Blok Y bernisbah 3,6, batuannya stabil, dan berada dalam wilayah izin tanpa hambatan. Blok Z bernisbah 5,2 dengan bijih berkadar sangat tinggi.
(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. Blok Y layak dimulai lebih dulu karena nisbahnya di bawah batas dan tidak ada hambatan izin atau lingkungan.
☐ B. Blok X pasti dimulai lebih dulu karena nisbahnya paling kecil di antara ketiga blok yang dibandingkan.
☐ C. Blok X baru dapat ditambang setelah masalah permukiman dan izin di atasnya diselesaikan, walaupun nisbahnya kecil.
☐ D. Blok Z layak ditambang terbuka karena kadar sangat tinggi menutup nisbah yang melebihi batas dengan sendirinya.
☐ E. Blok Z dapat dinilai ulang bila batas nisbah dihitung kembali dengan memasukkan kadar tinggi dan harga jual.

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

14. Unit pengolahan andesit PT Batu Raya di Karawang (2027) menerima bongkah hasil peledakan berukuran sampai 60 cm. Pembeli menginginkan batu split 1–2 cm dan 2–3 cm serta abu batu. Alat yang tersedia: jaw crusher, cone crusher, dan ayakan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Urutan alat yang paling tepat dari umpan sampai produk adalah ....

A. Cone crusher, jaw crusher, lalu ayakan untuk memisahkan ukuran produk
B. Ayakan, cone crusher, lalu jaw crusher untuk meremuk fraksi halus
C. Jaw crusher, ayakan, lalu cone crusher tanpa pengembalian material
D. Jaw crusher, cone crusher, lalu ayakan dengan fraksi besar dikembalikan
E. Ayakan, jaw crusher, lalu cone crusher sebelum produk dijual langsung

15. Tambang pasir kuarsa PT Pasir Mentari di Bangka (2027) menyiapkan satu blok pasir sebanyak 2.400 m^3 dengan densitas 1,6 ton/m^3. Pasir diangkut dump truck berkapasitas 16 ton per rit, dan satu rit dihitung dari muat sampai kembali ke lokasi muat.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Jumlah rit untuk mengangkut seluruh pasir blok itu adalah ....

A. 240 rit, karena tonase 3.840 ton dibagi muatan 16 ton
B. 150 rit, karena volume 2.400 m^3 langsung dibagi 16 ton
C. 94 rit, karena volume dibagi densitas lalu dibagi 16 ton
D. 3.840 rit, karena tonase pasir dihitung sebagai jumlah rit
E. 480 rit, karena tiap rit dihitung dua kali pulang dan pergi

16. Atap lapisan batubara tebal 3 m pada tiga bor berjarak 100 m di lintasan PT Batu Hitam, Sanga-Sanga (2027), berada pada kedalaman 12 m (BH-1), 18 m (BH-2), dan 24 m (BH-3). Batas nisbah pengupasan untuk tambang terbuka adalah 6.
(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
Rata-rata nisbah ketiga bor adalah 6, sehingga seluruh daerah dari BH-1 sampai BH-3 layak ditambang terbuka.	○	○
Nisbah di BH-1 adalah 4 dan di BH-3 adalah 8, sehingga nisbah naik ke arah BH-3 karena lapisan makin dalam.	○	○
Nisbah di BH-2 tepat 6 sehingga ke arah BH-3, penambangan terbuka tidak lagi memenuhi batas.	○	○

17. PT Bijih Seruni di Morowali (2027) akan memboran grid persegi pada area 1.200 m × 800 m untuk mengetahui sebaran bijih. Lubang bor ditempatkan di setiap titik perpotongan garis grid, termasuk di tepi area. Anggaran hanya cukup untuk paling banyak 40 lubang, dan perusahaan ingin data serapat mungkin.

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

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

A. Spasi 400 m dengan 12 lubang, karena jumlahnya paling sedikit
B. Spasi 200 m dengan 24 lubang, karena enam kali empat garis grid
C. Spasi 100 m dengan 96 lubang, karena dua belas kali delapan garis
D. Spasi 100 m dengan 117 lubang, karena datanya paling rapat
E. Spasi 200 m dengan 35 lubang, karena tujuh kali lima titik grid

18. Juru bor PT Nikel Lestari di Konawe Utara (2027) mengebor lubang HB-12. Run 4 dikerjakan dari kedalaman 12,0 m sampai 15,0 m dan menghasilkan inti sepanjang 2,1 m karena batuan hancur pada interval 13,4–14,3 m. SOP: perolehan inti di bawah 85 % ditandai di log dan penyebabnya dicatat.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Catatan log run 4 yang benar adalah ....

A. Perolehan 30 %, hilang 2,1 m, dan tidak ditandai karena run sudah selesai
B. Perolehan 70 %, di bawah syarat; hilang 0,9 m dicatat pada interval 13,4–14,3 m
C. Perolehan 70 %, memenuhi syarat; bagian hilang dicatat sama dengan inti atas
D. Perolehan 85 %, memenuhi syarat; run dicatat lengkap tanpa tanda khusus apa pun
E. Perolehan 143 %, melebihi syarat; kelebihan inti dianggap dari run sebelumnya

19. Juru bor PT Batu Bara Timur di Kutai Kartanegara (2027) mencatat empat run pada lubang BK-03. SOP: perolehan inti lubang dihitung dari jumlah panjang inti dibagi jumlah panjang run, dan run dengan perolehan di bawah 85 % ditandai.

Run	Interval (m)	Panjang run (m)	Inti diperoleh (m)
1	0,0–3,0	3,0	2,85
2	3,0–6,0	3,0	2,40
3	6,0–7,5	1,5	1,50
4	7,5–10,5	3,0	1,20

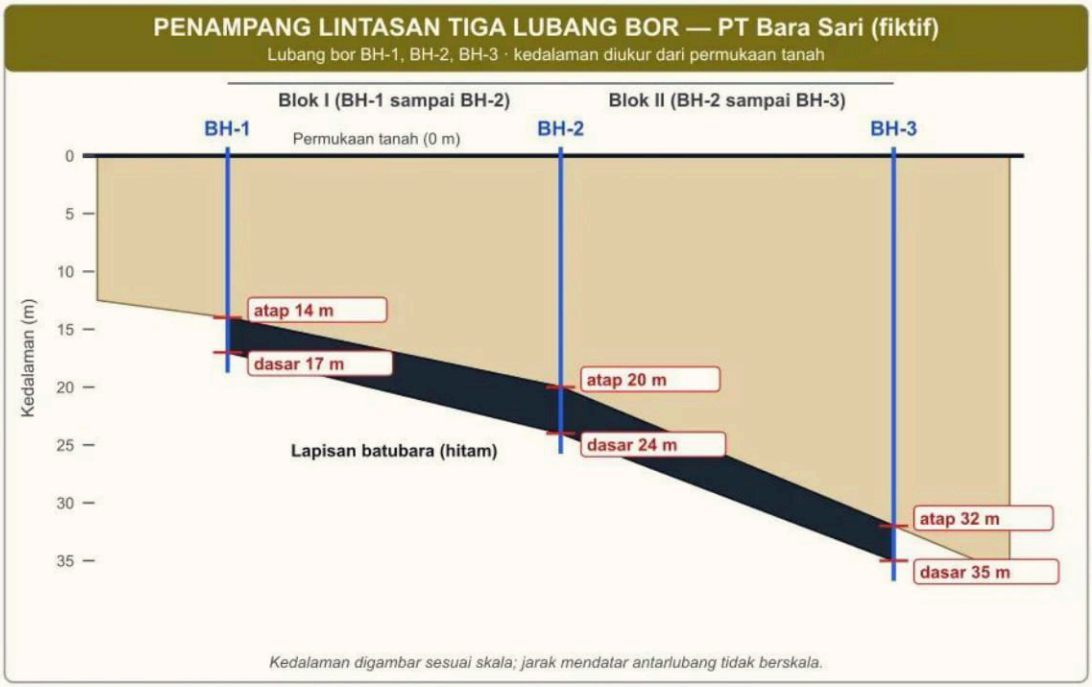
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Perolehan lubang dan run yang ditandai adalah ....

A. Perolehan 78,8 %; hanya run 4 yang di bawah syarat 85 %
B. Perolehan 78,8 %; run 2 dan run 4 di bawah syarat 85 %
C. Perolehan 75,7 %; run 2 dan run 4 di bawah syarat 85 %
D. Perolehan 75,7 %; hanya run 4 yang di bawah syarat 85 %
E. Perolehan 24,3 %; run 2 dan run 4 di bawah syarat 85 %

20. Gambar menunjukkan penampang tiga lubang bor di calon tambang batubara PT Bara Sari (2027). Nisbah pengupasan sebuah blok dihitung dari rata-rata tebal tanah penutup kedua

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

bor yang mengapit blok, dibagi rata-rata tebal batubara kedua bor itu. Blok layak ditambang terbuka bila nisbahnya paling besar 6.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Nisbah pengupasan kedua blok dan keputusannya adalah ....



A. Blok I nisbah 4,9 layak; blok II nisbah 7,4 tidak layak
B. Blok I nisbah 5,9 layak; blok II nisbah 8,4 tidak layak
C. Kedua blok tidak layak karena nisbah gabungan tiga bor 6,6
D. Blok II layak, nisbah 7,4, karena batubaranya paling dalam
E. Blok I nisbah 4,8 layak; blok II nisbah 7,8 tidak layak

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

21. Inti bor batubara diterima gudang inti PT Bara Tengah di Kutai Timur (2027). Prosedur: inti difoto di dalam kotak berlabel, dibelah memanjang, setengahnya dikirim ke laboratorium dan setengahnya disimpan di kotak sebagai arsip. Siswa PKL diminta menilai langkah-langkah yang dikerjakan petugas.
(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. Kotak diberi label kode lubang, nomor kotak, dan interval kedalaman, lalu disusun dari dangkal ke dalam.
☐ B. Seluruh inti digiling untuk analisis agar sampel mewakili, sehingga tidak ada arsip yang disimpan sama sekali.
☐ C. Label kotak ditulis dengan spidol yang mudah luntur agar mudah diperbaiki bila terjadi kekeliruan pencatatan.
☐ D. Setengah inti disimpan dan tidak dikirim ke laboratorium agar dapat diperiksa ulang bila hasil dipertanyakan.
☐ E. Bagian inti yang hilang ditandai balok penanda dengan panjang hilangnya, bukan dibiarkan kosong tanpa catatan.

22. Jalan angkut quarry PT Batu Lestari di Citeureup (2027) lebar 9 m, dilalui dump truck 30 ton dan kendaraan kecil, dengan tanjakan ke crusher dan satu tikungan di tepi jurang. Lebar truk terlebar 3,2 m, dan aturan perusahaan menetapkan lebar jalan dua arah minimal 3,5 kali lebar truk terlebar. Setelah hujan jalan licin. Pengawas menyusun aturan lalu lintas.
(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. Lebar dua arah minimal 11,2 m menurut aturan, sehingga jalan 9 m perlu dilebarkan atau dibuat satu arah.
☐ B. Jalan 9 m sudah cukup untuk dua arah karena lebih dari dua kali lebar truk terlebar, yaitu 6,4 m.
☐ C. Truk bermuatan diberi prioritas di tanjakan, dan truk kosong menunggu di tempat henti yang aman.
☐ D. Saluran air di tepi jalan ditutup rapat agar air hujan tidak mengalir dan jalan tidak menjadi becek.
☐ E. Tanggul pengaman dipasang di sisi jalan yang berbatasan dengan jurang, terutama di tikungan.

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

23. Ayakan di unit pengolahan PT Batu Selaras di Ciampel (2027) menerima 300 ton per jam. Persentase tiap fraksi dihitung terhadap umpan ayakan. Fraksi lebih dari 4 cm dikembalikan ke cone crusher, fraksi 1–2 cm dan 2–4 cm dijual sebagai batu split, dan fraksi kurang dari 1 cm dijual terpisah sebagai abu batu.

Fraksi	Bagian dari umpan ayakan
Lebih dari 4 cm	25 %
2–4 cm	35 %
1–2 cm	30 %
Kurang dari 1 cm	10 %

(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. Fraksi 2–4 cm berjumlah 150 ton per jam karena 35 % dari 300 ton per jam umpan.

☐ B. Fraksi lebih dari 4 cm berjumlah 75 ton per jam dan dikembalikan ke cone crusher.

☐ C. Abu batu berjumlah 30 ton per jam dan dijual terpisah dari batu split lainnya.

☐ D. Fraksi lebih dari 4 cm sebesar 25 % dari produk, bukan dari umpan ayakan itu.

☐ E. Jumlah seluruh fraksi sama dengan 300 ton per jam, yaitu seluruh umpan ayakan.

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

24. Diagram alir menunjukkan sirkuit tertutup sebuah unit pengolahan di PT Batu Dasar (2027). Umpan baru berukuran kecil masuk ke cone crusher, hasilnya diayak, bagian lolos menjadi produk, dan bagian tertahan kembali ke cone crusher. Unit bekerja pada keadaan tunak tanpa kehilangan massa.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Beban balik, yaitu aliran tertahan yang kembali ke cone crusher, adalah ....



A. 80 ton per jam, yaitu 40 % dari umpan baru
B. 120 ton per jam, yaitu 60 % dari umpan baru
C. 200 ton per jam, yaitu sama dengan umpan baru
D. 333 ton per jam, yaitu seluruh umpan ayakan
E. 133 ton per jam, yaitu 40 % dari umpan ayakan

25. Pada unit pengolahan batu split PT Karang Selatan di Rembang (2027), ayakan berlubang 3 cm meloloskan produk, sedangkan batu yang tertahan dikembalikan ke crusher sehingga kapasitas crusher penuh. Pembeli menerima batu split berukuran 1–3 cm. Seorang teknisi mengusulkan memperbesar lubang ayakan menjadi 4 cm agar beban balik berkurang.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Lubang 4 cm meloloskan batu berukuran 3–4 cm, sehingga beban balik ke crusher berkurang.	○	○
Usulan itu tidak mengubah mutu produk karena ukuran produk hanya ditentukan oleh crusher.	○	○
Produk dapat memuat batu sampai 4 cm, sehingga mungkin tidak lagi sesuai syarat pembeli yang menerima 1–3 cm.	○	○

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

Tabel skor dan anjuran

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 5.1 · Urutan tahapan penambangan dari prospeksi hingga reklamasi	2, 4, 5, 9	___ / 4	Ulangi hlm. 371
Sub bab 5.2 · Metode penambangan dan contoh komoditasnya	1, 6, 7, 8	___ / 4	Ulangi hlm. 387
Sub bab 5.3 · Faktor pemilihan metode penambangan	3, 13, 16, 20	___ / 4	Ulangi hlm. 404
Sub bab 5.4 · Kegiatan eksplorasi: pemetaan dan pemboran	17, 18, 19, 21	___ / 4	Ulangi hlm. 422
Sub bab 5.5 · Kegiatan eksploitasi bahan galian	10, 11, 12, 15, 22	___ / 5	Ulangi hlm. 439
Sub bab 5.6 · Pengolahan bahan galian: crushing, grinding, dan screening	14, 23, 24, 25	___ / 4	Ulangi hlm. 456

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

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Bagian C · Simulasi TKA

Kerjakan setelah semua bab selesai. Kerjakan tiap simulasi dalam sekali duduk sesuai waktunya, tanpa membuka materi.

Daftar simulasi

Simulasi	Jumlah soal	Waktu	Kode LMS
Simulasi 1 — Prediksi TKA 2026	25 soal	60 menit	SMKTGP-FIN1
Simulasi 2 — Prediksi TKA 2026	25 soal	60 menit	SMKTGP-FIN2
Simulasi 3 — Prediksi TKA 2026	25 soal	60 menit	SMKTGP-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

SMKTGP-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-smktgp&node=SMKTGP-FIN1

1. Tim pemboran eksplorasi nikel PT Laterit Raya, Kolaka (2027), terdiri atas juru bor, helper bor, geolog pemboran, surveyor, dan mekanik. SOP perusahaan: setiap lubang dihentikan setelah menembus 3 m batuan dasar yang segar (bedrock), dan batas antara lapisan laterit dengan batuan dasar harus dicatat dalam log bor. Keputusan itu diambil berdasarkan pengamatan inti yang keluar dari tabung bor.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Petugas yang berwenang memutuskan kapan lubang dihentikan adalah ....

A. Geolog pemboran yang mendeskripsi inti dan menentukan batas lapisan
B. Juru bor yang mengoperasikan mesin dan mencatat kedalaman setiap lubang
C. Helper bor yang mengeluarkan inti dan menyusunnya ke dalam kotak
D. Surveyor yang menentukan koordinat dan elevasi setiap lubang bor
E. Mekanik yang merawat mesin bor agar pemboran tidak terhenti

2. Gudang sampel PT Bauksit Tayan (2027) penuh. Di dalamnya ada sampel yang sudah melewati masa simpan dua tahun menurut daftar penyimpanan, bercampur dengan sampel baru, dan sebagian kantong tidak berlabel di rak. Petugas sering butuh waktu lama untuk menemukan sampel yang diminta laboratorium. Kepala gudang meminta penataan dengan prinsip 5R.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Langkah yang paling tepat adalah ....

A. Membeli rak baru dan menaruh kantong tanpa label di rak tersebut
B. Memilah sampel lewat masa simpan sesuai daftar, lalu menata berlabel
C. Membuang semua kantong tanpa label agar gudang segera menjadi lega
D. Menyapu dan mengepel lantai gudang setiap pagi sebelum mulai bekerja
E. Memindahkan sampel lama ke halaman belakang yang masih kosong

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

3. Drafter PT Survei Tambang Jaya (2027) menggambar peta situasi tambang berskala 1 : 25.000. Karena peta akan sering difotokopi dengan ukuran berbeda, ia menambahkan skala grafis berupa batang yang setiap ruasnya mewakili 500 m di lapangan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Panjang setiap ruas batang skala pada peta adalah ....

A. 2 cm
B. 4 cm
C. 5 cm
D. 12,5 cm
E. 20 cm

4. Pada peta berkoordinat grid (X bertambah ke arah timur, Y bertambah ke arah utara, satuan meter), pos jaga PT Andesit Prima (2027) berada di X 450.200; Y 9.120.200. Titik sampel S-09 berada di X 451.000; Y 9.121.000. Tim akan berjalan lurus dari pos jaga ke titik sampel dan perlu mengetahui arah serta perkiraan jaraknya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Arah dan jarak lurus dari pos jaga ke titik S-09 adalah ....

A. Barat daya, sekitar 1,1 km
B. Timur laut, sekitar 1,1 km
C. Timur laut, sekitar 1,6 km
D. Tenggara, sekitar 1,1 km
E. Utara, sekitar 0,8 km

5. PT Batubara Senyiur (2027) memasang sensor pergeseran lereng yang mengirim data otomatis setiap 10 menit ke ruang kendali. Prosedur: status kuning bila laju pergeseran lebih dari 5 mm/jam (pekerja dijauhkan dari kaki lereng dan pemantauan diperketat); status merah bila lebih dari 20 mm/jam (seluruh pit dievakuasi). Data lereng timur: pukul 08.00 laju 2 mm/jam, pukul 09.00 laju 6 mm/jam, dan pukul 10.00 laju 12 mm/jam.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

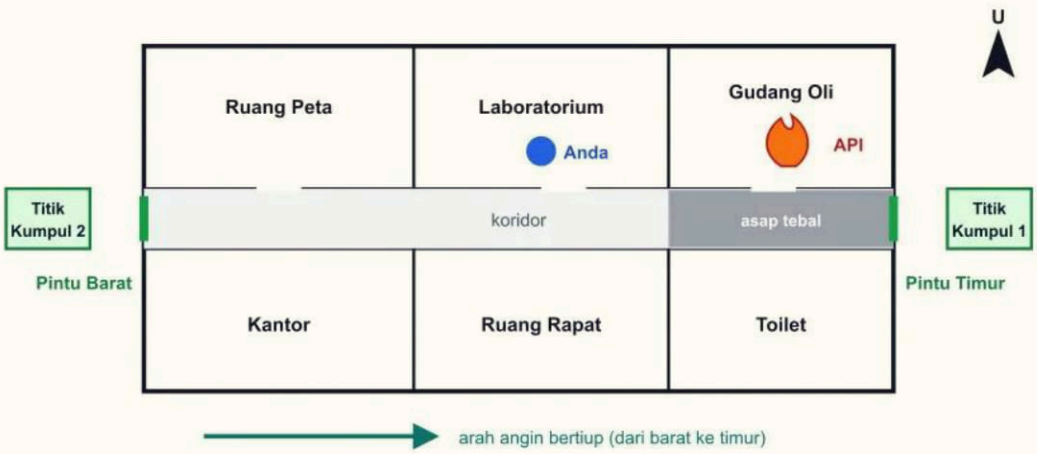
Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Pukul 10.00 status lereng timur sudah merah sehingga seluruh pit harus dievakuasi.
☐ B. Laju pergeseran yang terus naik dari jam ke jam menandakan lereng perlu diawasi makin ketat.
☐ C. Dengan adanya sensor, pengawas tidak perlu lagi memeriksa lereng secara langsung di lapangan.
☐ D. Data yang terkirim otomatis memungkinkan peringatan dini sebelum lereng benar-benar runtuh.
☐ E. Sejak pukul 09.00 pekerja dijauhkan dari kaki lereng timur sesuai prosedur status kuning.

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

6. Alarm kebakaran berbunyi di gedung laboratorium PT Geo Banua (2027). Api muncul di Gudang Oli dan asap tebal sudah memenuhi koridor bagian timur. Anda berada di Laboratorium seperti ditunjukkan pada denah. Prosedur perusahaan: keluar melalui jalur yang tidak melewati api atau asap, lalu berkumpul di titik kumpul yang tidak terkena asap.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang paling tepat adalah ....

Denah gedung laboratorium PT Geo Banua (2027)



A. Lewat Pintu Timur yang paling dekat, lalu menuju Titik Kumpul 1
B. Tetap di laboratorium dengan pintu tertutup sampai pemadam datang
C. Lewat Pintu Barat, lalu memutari gedung menuju Titik Kumpul 1
D. Lewat Pintu Timur sambil membawa APAR, lalu ke Titik Kumpul 2
E. Lewat Pintu Barat, lalu langsung menuju ke Titik Kumpul 2

7. Unit pencucian pasir kuarsa PT Silika Belitung (2027) memakai air dari sungai kecil. Kemarau panjang kini makin sering, dan warga di hilir mengeluh kekurangan air untuk sawah. Air bekas cucian berwarna keruh karena membawa lumpur halus. Perusahaan diminta tetap berproduksi tanpa menambah pengambilan air dari sungai maupun air tanah.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Langkah yang paling tepat adalah ....

A. Menambah pompa agar air sungai dapat diambil lebih cepat saat debit tinggi
B. Membuang air bekas cucian ke sungai di bagian hilir yang jauh dari desa
C. Menghentikan pencucian dan menjual pasir kotor dengan harga lebih murah
D. Mengendapkan air bekas cucian di kolam, lalu memakainya lagi untuk mencuci
E. Mengganti sumber air dengan sumur dalam yang airnya lebih melimpah

8. Pada peta kontur berinterval 5 m milik PT Nikel Lasusua (2027), titik bor TB-1 terletak tepat di tengah antara garis kontur 120 m dan 125 m. Titik bor TB-2 terletak di puncak bukit, di dalam garis kontur tertutup yang paling dalam, yaitu kontur 140 m. Lapisan batuan dasar di daerah itu mendatar pada elevasi 100 m.

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. Elevasi TB-1 sekitar 125 m karena letaknya dekat dengan garis kontur 125.
☐ B. Elevasi TB-1 sekitar 122,5 m.
☐ C. Elevasi puncak tempat TB-2 berada lebih dari 140 m, tetapi kurang dari 145 m.
☐ D. Beda tinggi antara TB-2 dan TB-1 tepat 17,5 m.
☐ E. Untuk mencapai batuan dasar, TB-1 harus dibor sekitar 22,5 m.

9. Gambar kerja pipa penyalur air dari sumur pengering PT Kapur Mas (2027) dalam proyeksi ortogonal (ukuran dalam mm): tampak depan berupa dua lingkaran sepusat berdiameter 100 dan 80; tampak atas berupa persegi panjang 300 × 100 dengan dua garis putus-putus memanjang di dalamnya. Pipa dipasang dengan sumbunya mengarah ke depan-belakang.
(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
Kedua garis putus-putus pada tampak atas menunjukkan dinding dalam pipa dan berjarak 80 mm satu sama lain.	○	○
Tebal dinding pipa adalah 20 mm.	○	○
Tampak samping kanan pipa juga berupa persegi panjang 300 × 100 dengan dua garis putus-putus.	○	○

10. Penambang belerang rakyat di kawah Gunung Wurung (2027) setiap pagi turun ke dasar kawah aktif untuk mengambil bongkah belerang. Kawah itu kadang mengeluarkan gas beracun dalam jumlah besar, dan gunungnya dapat meningkat aktivitasnya. Koperasi ingin memakai informasi dari ahli vulkanologi sebagai dasar mengizinkan atau melarang penambang turun setiap hari.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Informasi yang paling dibutuhkan koperasi adalah ....

A. Jenis fosil pada lapisan batuan di dinding kawah
B. Kadar belerang tiap bongkah untuk menentukan harga
C. Umur batuan gunung api dari pengukuran laboratorium
D. Status aktivitas gunung dan kadar gas beracun di kawah
E. Kekerasan batuan dinding kawah untuk memilih alat gali

11. Yogi, sampler di pelabuhan muat batubara PT Bara Pasir (2027), akan mengambil sampel muatan kapal untuk menentukan mutu yang menjadi dasar harga jual. Sebelum

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

pengambilan sampel, perwakilan pembeli memberinya amplop berisi uang "sebagai tanda terima kasih". Aturan perusahaan melarang pegawai menerima pemberian apa pun dari pembeli.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Sikap Yogi yang paling tepat adalah ....

A. Menerima amplop, lalu menyerahkannya ke atasan setelah sampling
B. Menolak amplop, lalu meminta pembeli memberikannya ke koperasi
C. Menerima amplop karena isinya kecil dan tidak memengaruhi hasil
D. Menolak amplop tanpa melapor agar pembeli tidak tersinggung
E. Menolak amplop dengan sopan dan melaporkannya ke atasan

12. Siswa SMK Tambang Nusantara akan mengunjungi tambang emas bawah tanah PT Gunung Perak (2027). Terowongannya gelap, langit-langitnya rendah, lantainya basah dan berbatu, di beberapa tempat ada mesin bor yang bising, dan kendaraan tambang melintas dengan lampu menyala. Petugas K3 memeriksa rencana APD yang disusun siswa.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Rencana APD yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Helm yang dilengkapi lampu kepala karena terowongan gelap dan langit-langitnya rendah.
☐ B. Sepatu kanvas ringan karena lantai terowongan basah sehingga sepatu cepat kering.
☐ C. Alat penyelamat diri (self-rescuer) untuk dipakai bila udara terowongan tercemar asap kebakaran.
☐ D. Kacamata hitam agar mata tidak silau oleh lampu kendaraan yang melintas di terowongan.
☐ E. Tanpa pelindung telinga karena kunjungan hanya sebentar dan terowongan jauh dari permukaan.

13. Koperasi tambang emas rakyat di Bolaang Mongondow (2027) menggali terowongan buntu sepanjang 60 m tanpa saluran udara. Setelah sekitar satu jam bekerja di ujung terowongan, penambang merasa pusing dan sesak, dan nyala lilin yang mereka bawa menjadi redup. Pengurus koperasi meminta saran pengendalian yang paling tepat sebelum pekerjaan dilanjutkan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Saran yang paling tepat adalah ....

A. Memakai masker kain yang dibasahi air selama bekerja di ujung terowongan buntu
B. Bekerja lebih cepat agar keluar terowongan sebelum mulai merasa pusing
C. Mengalirkan udara segar dengan blower dan mengukur kadar gas sebelum masuk
D. Membawa lebih banyak lilin sebagai penanda kadar oksigen di terowongan
E. Memakai helm dan sepatu bot yang lebih kuat saat masuk ke terowongan

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

14. Guru Dasar Geologi (2027) memberikan data: kerak benua kaya silika dan aluminium; kerak samudra tersusun batuan basaltik; mantel tersusun batuan ultrabasa (peridotit) yang kaya magnesium dan besi serta mengandung sedikit nikel; inti bumi tersusun besi dan nikel. Di Sulawesi Tenggara, tumbukan lempeng mengangkat potongan kerak samudra dan mantel atas ke permukaan, dan di atas batuan ultrabasa itu kini terdapat tanah laterit kaya nikel.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penjelasan yang paling tepat tentang asal nikel di laterit tersebut adalah ....

A. Nikel berasal dari magma granit yang menerobos kerak benua di daerah itu
B. Nikel terbentuk dari pelapukan kerak benua kaya silika di bukit itu
C. Batuan ultrabasa dari mantel mengandung nikel, lalu lapuk di permukaan
D. Inti bumi yang kaya besi-nikel naik langsung sampai ke permukaan
E. Kerak benua yang tebal menyimpan nikel lebih banyak daripada mantel

15. PT Energi Mineral (2027) melakukan eksplorasi di dua daerah: daerah A berupa lapisan laterit nikel setebal 0–12 m di bawah permukaan, dan daerah B berupa lapisan batubara pada kedalaman 60–80 m yang di beberapa tempat tersingkap di tepi sungai. Perusahaan ingin data tebal dan mutu yang dapat dipercaya dengan biaya wajar.
(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
Sumur uji tepat untuk lapisan batubara di daerah B karena dinding sumur dapat diamati langsung.	○	○
Sumur uji tepat di daerah A untuk melihat langsung profil laterit dan mengambil sampel bervolume besar.	○	○
Di daerah B, pemboran tidak diperlukan karena singkapan batubara di tepi sungai sudah dipetakan.	○	○

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

16. Ayakan getar dua tingkat (deck) di unit pengolahan batu split PT Batu Ciujung (2027) memakai deck atas berlubang 3 cm dan deck bawah berlubang 1 cm. Material yang tertahan di deck atas dikembalikan ke crusher, yang tertahan di deck bawah dijual sebagai produk, dan yang lolos deck bawah dijual sebagai abu batu. Seorang siswa PKL mengusulkan menukar posisi kedua deck.
(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. Deck berlubang besar dipasang di atas agar material kasar tersaring lebih dulu dan deck halus tidak cepat rusak.
☐ B. Bila deck ditukar (1 cm di atas), produk 1–3 cm tetap terpisah dengan baik di deck bawah.
☐ C. Material yang tertahan di deck bawah berukuran antara 1 cm dan 3 cm.
☐ D. Material yang lolos deck bawah berukuran kurang dari 1 cm.
☐ E. Lubang deck atas yang aus dan membesar dapat membuat butir lebih dari 3 cm masuk ke produk.

17. Saat memetakan perbukitan batubara di Kutai Barat (2027), tim mencatat: di sisi barat bukit, lapisan batuan miring sekitar 30° ke arah barat; di sisi timur, lapisan yang sama miring sekitar 30° ke arah timur; batuan tertua tersingkap di bagian tengah bukit. Satu lapisan batubara setebal 2 m tersingkap di sisi barat.
(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
Struktur ini adalah antiklin yang terbentuk oleh tenaga endogen berupa tekanan mendatar.	○	○
Lapisan batubara yang tersingkap di sisi barat kemungkinan juga tersingkap di sisi timur bukit.	○	○
Lapisan menjadi miring karena pada awalnya diendapkan miring mengikuti lereng bukit.	○	○

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

18. Siswa PKL di PT Geo Kalimantan (2027) mendeskripsi lima sampel batuan sedimen klastik untuk mencari batuan yang terbentuk paling dekat dengan sumber batuannya (jarak pengangkutan paling pendek), sebagai petunjuk letak batuan sumber yang mengandung mineral berharga.

Sampel	Ukuran butir	Bentuk butir	Pemilahan
K1	2–6 cm	membulat	baik
K2	0,5 mm	membulat	baik
K3	2–15 cm	menyudut	buruk
K4	sangat halus (lempung)	–	–
K5	0,1 mm	membulat	baik

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

A. K1, karena butirnya paling besar dan membulat
B. K4, karena butirnya paling halus di antara semua
C. K3, karena butirnya kasar, menyudut, dan bercampur
D. K2, karena butirnya terpilah baik dan berukuran pasir
E. K5, karena butirnya halus, membulat, dan terpilah baik

19. Laporan kegiatan PT Nikel Wawonii (2027) mencatat lima kegiatan yang berlangsung bersamaan di blok-blok berbeda: pemetaan geologi rinci di blok utara, pemboran inti dan analisis sampel untuk menghitung cadangan, pembangunan dermaga pengapalan, pembuatan sumur uji untuk melihat tebal lapisan laterit, dan pengupasan tanah penutup di blok selatan. Belum ada bijih yang dijual.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kegiatan yang termasuk tahap eksplorasi adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Pemetaan geologi rinci di blok utara.
☐ B. Pemboran inti dan analisis sampel untuk menghitung cadangan.
☐ C. Pembangunan dermaga pengapalan, karena belum ada produksi.
☐ D. Pembuatan sumur uji untuk melihat tebal lapisan laterit.
☐ E. Pengupasan tanah penutup di blok selatan, karena belum ada bijih yang dijual.

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

20. Tim PT Bara Musi (2027) mengukur kedudukan satu lapisan batubara yang tersingkap di lereng datar:

Titik	Jurus	Kemiringan
T1	N 0° E	20° ke timur
T2	N 2° E	21° ke timur
T3	N 1° W	19° ke timur

Tim ingin membuat sumur uji sedalam sekitar 5 m yang menembus lapisan itu di bawah permukaan. Di daerah datar ini, setiap bergeser 10 m ke arah kemiringan, lapisan berada sekitar 3,6 m lebih dalam.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Letak sumur uji yang paling tepat dari singkapan adalah ....

A. Sekitar 10 m ke arah barat
B. Tepat di titik singkapan T1
C. Sekitar 10 m ke arah utara
D. Sekitar 100 m ke arah timur
E. Sekitar 10 m ke arah timur

21. PT Nikel Sorowako (2027) menetapkan kadar batas (cut-off grade) 1,5 % Ni: blok berkadar sama atau di atas batas dianggap bijih. Data hasil eksplorasi:

Blok	Kadar Ni	Tonase
B1	1,8 %	20.000 ton
B2	1,4 %	15.000 ton
B3	1,6 %	10.000 ton
B4	1,2 %	25.000 ton

(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. Dengan kadar batas 1,5 %, blok B2 termasuk bijih karena kadarnya mendekati 1,5 %.
☐ B. Dengan kadar batas 1,5 %, jumlah bijih adalah 70.000 ton.
☐ C. Dengan kadar batas 1,5 %, jumlah bijih adalah 30.000 ton.
☐ D. Bila harga nikel naik dan kadar batas diturunkan menjadi 1,3 %, jumlah bijih bertambah 15.000 ton.
☐ E. Bila kadar batas turun menjadi 1,3 %, blok B4 ikut menjadi bijih sehingga bijih bertambah 40.000 ton.

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

22. Tambang batu kapur CV Kapur Putih, Tuban (2027) mengangkut batu dari pit ke pabrik. Data armada saat ini:

Data	Nilai
Jumlah truk	4 unit
Rit per truk per hari	8 rit
Muatan per rit	25 ton

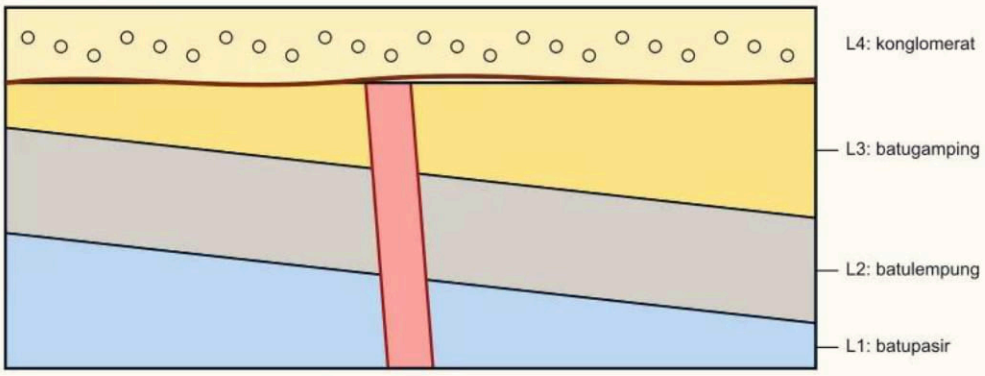
Target produksi baru 1.600 ton per hari. Ekskavator masih sanggup memuat lebih banyak truk, dan truk tambahan sama jenis serta ritnya dengan truk yang ada.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Jumlah truk tambahan yang diperlukan adalah ....

A. 1 truk
B. 2 truk
C. 3 truk
D. 4 truk
E. 8 truk

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

23. Geolog CV Andesit Lestari (2027) menggambar penampang tebing yang akan ditambang. Perusahaan ingin mengetahui urutan pembentukan batuannya untuk memperkirakan apakah andesit (I) menerus sampai ke dalam lapisan L4 atau tertutup oleh lapisan itu. Penampang ditunjukkan pada gambar.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Urutan kejadian dari yang paling tua yang tepat adalah ....

Penampang tebing di lokasi tambang CV Andesit Lestari (2027)



I: andesit (intrusi)

Garis cokelat tebal = bidang erosi (permukaan lama yang terkikis)

A. Intrusi I → L1 → L2 → L3 → erosi → L4
B. L1 → L2 → L3 → intrusi I → erosi → L4
C. L4 → erosi → L3 → L2 → L1 → intrusi I
D. L1 → L2 → L3 → L4 → erosi → intrusi I
E. L1 → intrusi I → L2 → L3 → erosi → L4

24. CV Marmer Nusantara di Tulungagung (2027) menambang marmer untuk dijual sebagai lempengan lantai dan dinding. Pembeli hanya menerima blok utuh berukuran sekitar 2 m × 1 m × 1 m tanpa retakan, karena retakan membuat lempengan pecah saat dipotong di pabrik. Marmer tersingkap di lereng bukit tanpa tanah penutup yang tebal.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Metode penambangan yang paling tepat adalah ....

A. Quarry dengan memotong blok memakai gergaji kawat tanpa peledakan
B. Quarry dengan peledakan besar, lalu memilih bongkah yang masih utuh
C. Tambang bawah tanah agar permukaan bukit marmer tidak terganggu
D. Tambang terbuka dengan crusher untuk menghasilkan batu split marmer
E. Tambang semprot dengan air bertekanan tinggi pada dinding marmer

25. Tim pemetaan PT Mineral Andalas (2027) mencatat lokasi singkapan memakai GPS genggam. Banyak singkapan berada di dasar lembah sempit yang tertutup pohon rapat dan di bawah tebing curam. Beberapa singkapan tidak dapat didekati karena berada di seberang sungai yang deras.

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

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

Cara kerja yang tepat adalah ....

(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Menunggu di tempat terbuka sampai angka akurasi GPS mengecil sebelum mencatat koordinat.

☐ B. Mencatat nomor titik GPS (waypoint) yang sama di buku lapangan dan pada label sampel.

☐ C. Mencatat koordinat sambil berdiri di bawah tebing dan pohon rapat agar tepat di singkapan.

☐ D. Untuk singkapan di seberang sungai, mencatat koordinat di tepi sungai, lalu mengukur arah dan jaraknya ke singkapan.

☐ E. Memakai elevasi dari GPS genggam karena lebih teliti daripada elevasi dari peta kontur.

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 5, 8, 9, 12, 15, 16, 17, 19, 21, 25): jawab langsung pada soalnya.

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

Tabel skor dan anjuran

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 1.1 · Profil jabatan serta tugas dan peran profesi di bidang pertambangan	1	___ / 1	Ulangi hlm. 11
Sub bab 1.2 · Teknologi Industri 4.0 dan digitalisasi di bidang geologi pertambangan	5	___ / 1	Ulangi hlm. 23
Sub bab 1.3 · Isu perubahan iklim dan praktik pertambangan berkelanjutan	7	___ / 1	Ulangi hlm. 37
Sub bab 2.1 · Bahaya fisik, kimia, biologis, dan ergonomis di tempat kerja	13	___ / 1	Ulangi hlm. 66
Sub bab 2.2 · Prosedur darurat kebakaran, gempa, dan kecelakaan	6	___ / 1	Ulangi hlm. 79
Sub bab 2.3 · Penggunaan alat pelindung diri dasar	12	___ / 1	Ulangi hlm. 95
Sub bab 2.4 · Penerapan budaya kerja 5R di laboratorium, gudang alat, dan lapangan	2	___ / 1	Ulangi hlm. 110
Sub bab 2.5 · Etika kerja di lingkungan kerja	11	___ / 1	Ulangi hlm. 123
Sub bab 3.1 · Proyeksi ortogonal tampak depan, atas, dan samping	9	___ / 1	Ulangi hlm. 149
Sub bab 3.3 · Skala peta numerik dan grafis	3	___ / 1	Ulangi hlm. 177
Sub bab 3.4 · Orientasi arah utara pada peta	4	___ / 1	Ulangi hlm. 191
Sub bab 3.5 · Garis kontur, interval kontur, dan kemiringan lereng	8	___ / 1	Ulangi hlm. 208
Sub bab 4.1 · Pengertian, ruang lingkup, dan cabang ilmu geologi	10	___ / 1	Ulangi hlm. 241
Sub bab 4.2 · Struktur lapisan bumi dan karakteristiknya	14	___ / 1	Ulangi hlm. 255
Sub bab 4.3 · Genesa batuan dan siklus batuan	23	___ / 1	Ulangi hlm. 271
Sub bab 4.4 · Deskripsi fisik dan penentuan jenis batuan	18	___ / 1	Ulangi hlm. 287
Sub bab 4.5 · Gaya endogen dan eksogen serta bentang alam yang dihasilkan	17	___ / 1	Ulangi hlm. 305
Sub bab 4.6 · Jenis dan fungsi peralatan geologi lapangan	25	___ / 1	Ulangi hlm. 322

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

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 4.7 · Langkah kerja dan analisis data pengukuran geologi lapangan	20	___ / 1	Ulangi hlm. 337
Sub bab 5.1 · Urutan tahapan penambangan dari prospeksi hingga reklamasi	19	___ / 1	Ulangi hlm. 371
Sub bab 5.2 · Metode penambangan dan contoh komoditasnya	24	___ / 1	Ulangi hlm. 387
Sub bab 5.3 · Faktor pemilihan metode penambangan	21	___ / 1	Ulangi hlm. 404
Sub bab 5.4 · Kegiatan eksplorasi: pemetaan dan pemboran	15	___ / 1	Ulangi hlm. 422
Sub bab 5.5 · Kegiatan eksploitasi bahan galian	22	___ / 1	Ulangi hlm. 439
Sub bab 5.6 · Pengolahan bahan galian: crushing, grinding, dan screening	16	___ / 1	Ulangi hlm. 456

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

Simulasi 2 — Prediksi TKA 2026

SMKTGP-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-smktgp&node=SMKTGP-FIN2

1. PT Batubara Ombilin (2027) memakai perangkat lunak pemodelan 3D untuk menghitung cadangan dari data 200 lubang bor. Setelah data baru dimasukkan, hasil cadangan tiba-tiba naik sekitar 15 %. Pemeriksaan menunjukkan satu lubang bor tercatat memiliki tebal batubara 80,0 m, padahal lubang di sekitarnya hanya 7–9 m.
(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. Karena dihitung perangkat lunak, lonjakan cadangan itu dapat langsung dilaporkan kepada direksi.

☐ B. Data tebal 80,0 m perlu dicocokkan dengan log bor aslinya sebelum model dihitung ulang.

☐ C. Satu data salah tidak berpengaruh karena perangkat lunak merata-ratakan ratusan data.

☐ D. Perangkat lunak pemodelan menggantikan peran geolog dalam menilai kewajaran data.

☐ E. Pemeriksaan data masukan perlu dilakukan sebelum hasil pemodelan dipakai.

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

2. Setiap akhir bulan, PT Bara Lahat (2027) membuat peta kemajuan tambang. Data yang dibutuhkan sudah lengkap: koordinat hasil ukur surveyor, data lubang bor dari geolog, dan batas IUP. Data itu perlu digabungkan menjadi satu peta berlapis (layer) dengan perangkat lunak sistem informasi geografis (SIG), lalu dicetak dengan skala, legenda, dan arah utara yang benar.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Petugas yang paling tepat mengerjakan tugas tersebut adalah ....

A. Surveyor yang mengukur ulang seluruh titik di lapangan tambang
B. Geolog eksplorasi yang merencanakan lubang bor baru
C. Dispatcher yang mengatur pergerakan truk dan alat
D. Drafter atau operator SIG yang mengolah data menjadi peta
E. Juru bor yang mencatat kedalaman setiap lubang bor

3. Saat menambang, PT Nikel Obi (2027) menemukan banyak bijih berkadar 1,2–1,4 % Ni, sedikit di bawah kadar batas 1,5 % yang berlaku sekarang. Pembeli hanya menerima bijih minimal 1,5 %. Pabrik pengolahan di dekat lokasi berencana membangun unit yang dapat mengolah bijih kadar rendah sekitar lima tahun lagi. Perusahaan menerapkan prinsip konservasi bahan galian.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Perlakuan yang paling tepat untuk bijih kadar rendah tersebut adalah ....

A. Dibuang ke timbunan tanah penutup karena belum menguntungkan
B. Ditimbun terpisah dan dicatat agar dapat diolah bila sudah layak
C. Dicampur dengan bijih kaya walau kadar campuran di bawah syarat
D. Dipakai sebagai bahan timbunan jalan tambang agar tidak terbuang
E. Dibiarkan di dalam pit, lalu ditutup tanah saat reklamasi blok

4. Di lokasi eksplorasi PT Bauksit Landak (2027), seorang pekerja yang menggali sumur uji sedalam 6 m tiba-tiba pingsan di dasar sumur. Sumur itu sempit dan sudah dua hari tertutup terpal. Seorang rekannya bersiap turun lewat tangga untuk menolong. Di lokasi tersedia radio, blower dengan selang udara, tali, dan harness, sedangkan tim penyelamat perusahaan dapat tiba dalam 15 menit dengan alat bantu napas.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang paling tepat adalah ....

A. Menurunkan rekan bermasker kain basah yang diikat tali pengaman
B. Memanggil tim penyelamat, lalu turun sendiri sambil menahan napas
C. Melarang turun tanpa alat napas, meniupkan udara, memanggil tim
D. Menyalakan genset di bibir sumur untuk menghidupkan lampu kerja
E. Menurunkan tali agar korban dapat mengikatkannya ke tubuhnya

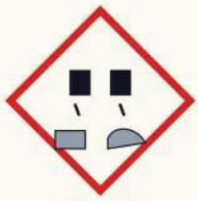
5. Laboratorium PT Kapur Tuban (2027) menerima sebotol asam sulfat dengan label seperti pada gambar. Kepala laboratorium meminta siswa PKL memilih tempat penyimpanannya

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

di gudang. Pilihan tempat yang tersedia dijelaskan pada opsi.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tempat penyimpanan yang paling tepat adalah ....

Label kemasan bahan kimia di gudang laboratorium (2027)

ASAM SULFAT 98 % (H_2SO_4) — 2,5 liter



KOROSIF

BAHAYA: Menyebabkan luka bakar parah pada kulit dan mata.
Bereaksi hebat dengan air dan bahan basa (kapur, soda api).
Bereaksi dengan logam membentuk gas hidrogen yang mudah terbakar.

SIMPAN: Dalam wadah asli tertutup rapat, di tempat sejuk berventilasi,
di rak bawah, terpisah dari basa, logam, dan bahan mudah terbakar.

APD: Goggle, sarung tangan tahan asam, apron.

A. Rak atas dekat jendela yang terkena sinar matahari agar label mudah terbaca
B. Rak bawah dari kayu, bersebelahan dengan karung kapur tohor dan soda api
C. Rak logam bawah yang terbuka, di samping jeriken bensin untuk genset
D. Rak bawah ruang timbang ber-AC, berdampingan dengan wadah logam sampel
E. Rak bawah lemari bahan kimia berventilasi, terpisah dari basa dan logam

6. Rafi, siswa SMK (2027), menggambar isometri balok berukuran 60 × 40 × 20 mm dengan skala 1 : 1. Di tengah sisi atas balok terdapat lubang bulat yang harus digambar. Ia sudah menggambar garis-garis tepi balok sejajar ketiga sumbu isometri dan kini harus menentukan titik pusat lubang pada bidang atas.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Cara yang paling tepat adalah ....

A. Mengukur 30 mm mendatar dari sudut kiri, lalu 20 mm tegak ke atas
B. Mengukur 30 mm dan 20 mm sepanjang garis mendatar dari sudut depan
C. Menggambar lingkaran sempurna di tengah kertas, lalu menyesuaikan balok
D. Menarik garis sejajar sumbu isometri dari titik tengah dua rusuk atas
E. Memperkirakan titik tengah dengan melihat gambar dari kejauhan

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

7. Nia, siswa PKL di PT Mineral Sumbar (2027), menyadari bahwa dua hari lalu ia tertukar menempelkan label pada kantong sampel SP-14 dan SP-15. Kedua sampel sudah dikirim ke laboratorium, dan hasil analisisnya akan dipakai untuk menentukan lokasi pemboran. Belum ada orang lain yang mengetahui kesalahan itu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan Nia yang paling tepat adalah ....

A. Menunggu hasil lab keluar, lalu melapor bila hasilnya terlihat aneh
B. Menukar sendiri urutan data hasil laboratorium setelah hasilnya keluar
C. Segera melapor ke pembimbing agar data dikoreksi secara resmi
D. Memberi tahu teman sekelompok saja agar mereka lebih berhati-hati
E. Mengambil sampel baru diam-diam, lalu mengirimnya dengan kode lama

8. Selama dua minggu pemetaan, tim PT Geo Papua (2027) tinggal di kemah. Kantong sampel batuan ditumpuk di tenda logistik bersama beras, jeriken air, dan alat masak. Beberapa kantong basah terkena air, label spidolnya luntur, dan dua sampel tertukar karena kantongnya mirip. Ketua tim ingin masalah ini tidak terulang.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Langkah yang paling tepat adalah ....

A. Tempat khusus sampel berlabel tahan air, terpisah dari logistik
B. Sampel tetap ditumpuk di tenda logistik agar dekat perlengkapan
C. Label ditulis spidol biasa, lalu sampel disimpan di luar tenda
D. Tenda dibersihkan setiap sore tanpa mengubah cara menyimpan
E. Sampel dibawa setiap hari ke kantor yang berjarak empat jam

9. Siswa PKL di PT Drilling Nusantara (2027) membantu juru bor pada mesin bor inti. Mesinnya bising, batang bor yang diangkat berat dan berlumpur, dan saat pemboran berlangsung batang bor berputar cepat di dekat tempat pekerja berdiri.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

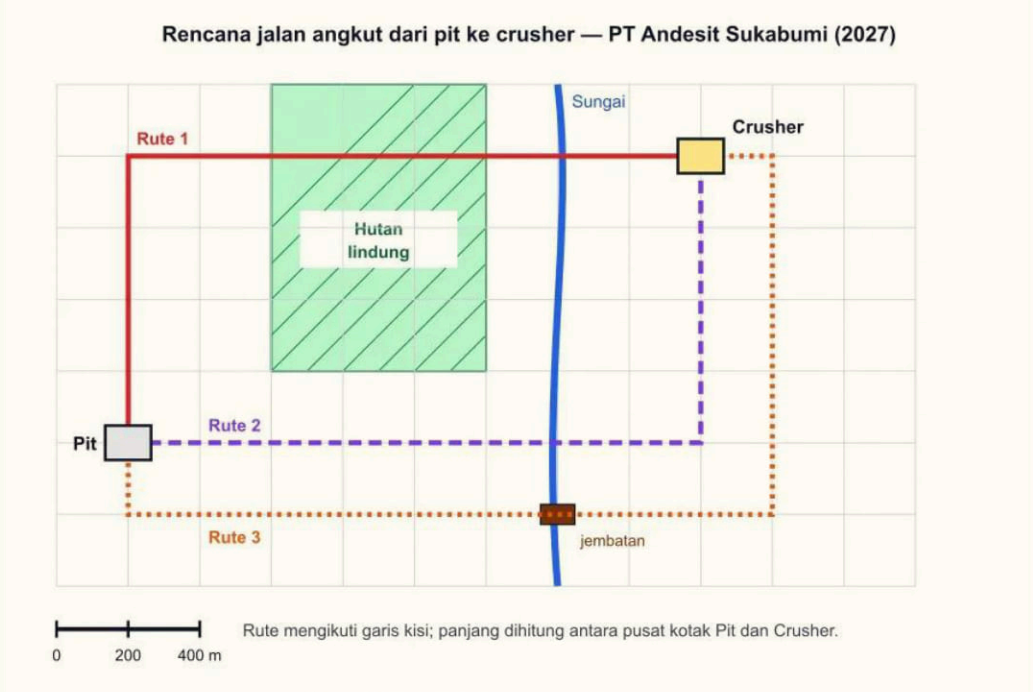
Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Sumbat atau tutup telinga dipakai karena mesin bor bising.	○	○
Pekerja memakai baju lengan panjang yang longgar agar leluasa bergerak di dekat batang bor yang berputar.	○	○
Sepatu safety berujung baja dipakai karena batang bor yang berat dapat jatuh menimpa kaki.	○	○

10. PT Andesit Sukabumi (2027) merencanakan jalan angkut dari pit ke crusher. Syaratnya: jalan tidak boleh melewati hutan lindung, dan sungai hanya boleh diseberangi melalui jembatan yang sudah ada. Tiga calon rute digambar pada peta berkisi beserta skala

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

grafisnya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Rute yang dipilih dan panjangnya adalah ....



A. Rute 3, sekitar 3,2 km
B. Rute 3, sekitar 1,6 km
C. Rute 3, sekitar 2,8 km
D. Rute 2, sekitar 2,4 km
E. Rute 1, sekitar 2,4 km

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

11. Bengkel sekolah (2027) membuat dudukan kompas dari balok kayu. Gambar kerjanya (ukuran dalam mm):
• Tampak depan: persegi panjang 80 × 40 dengan coakan berbentuk U di tengah tepi atas, lebar 20 dan dalam 15, digambar garis tebal.
• Tampak atas: persegi panjang 80 × 30 dengan dua garis tebal sejajar yang melintang dari tepi depan sampai tepi belakang, masing-masing berjarak 30 dari tepi kiri dan kanan.
• Tampak samping kanan: persegi panjang 30 × 40 dengan satu garis putus-putus mendatar.
(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. Alur memanjang tembus dari sisi depan sampai sisi belakang benda.
☐ B. Pada tampak samping kanan, alur terlihat sebagai coakan U karena alurnya tembus sampai sisi belakang.
☐ C. Dasar alur berada pada ketinggian 25 mm dari alas.
☐ D. Garis putus-putus pada tampak samping menunjukkan dasar alur yang tertutup sisi kanan benda.
☐ E. Lebar alur 30 mm, sama dengan jarak garis alur dari tepi kiri.

12. Pada peta lokasi PT Emas Gorontalo (2027), garis lurus dari kemah ke singkapan S-21 membentuk sudut 30° dari arah utara peta, membelok ke arah barat. Tim akan berjalan memakai kompas yang skalanya menunjukkan azimut, yaitu sudut yang diukur dari utara searah jarum jam (0°–360°).
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Azimut yang harus diikuti tim dari kemah ke singkapan adalah ....

A. 030°
B. 060°
C. 120°
D. 300°
E. 330°

13. Konsultan PT Bara Tanjung (2027) menilai satu endapan batubara dengan data berikut:

Faktor	Data
Bentuk endapan	lapisan mendatar, tebal 5 m
Kedalaman	150–200 m
Nisbah pengupasan bila ditambang terbuka	30
Batuan atap lapisan	batulempung yang lemah
Di atas endapan	ada desa dan sawah

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

Batas nisbah pengupasan yang ekonomis bagi perusahaan adalah 8.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Rekomendasi metode yang paling tepat adalah ....

A. Tambang terbuka, karena lapisan batubaranya mendatar dan tebal
B. Tambang terbuka, setelah desa dan sawah di atas endapan dipindahkan
C. Tambang bawah tanah tanpa penyangga, karena lapisannya mendatar
D. Bawah tanah dengan penyangga atap, karena nisbah besar dan ada desa
E. Tidak ditambang, karena atap lemah membuat tambang bawah tanah mustahil

14. Uji laboratorium pada bijih timah primer PT Timah Belitung (2027) menunjukkan bahwa butiran kasiterit sudah terlepas dari batuan bila bijih digerus sampai ukuran 0,5 mm. Pabrik pengolahan memiliki jaw crusher, ball mill (penggerus) yang menerima umpan paling besar 2 cm, dan ayakan. Tim menyusun urutan pengolahan dan menilai beberapa usulan.
(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
Peremukan dengan jaw crusher dilakukan sebelum penggerusan karena ball mill hanya menerima umpan berukuran kecil.	○	○
Menggerus bijih jauh lebih halus dari 0,5 mm menambah biaya energi tanpa menambah butiran kasiterit yang terlepas.	○	○
Ayakan dipasang untuk menghancurkan butir yang lebih besar dari ukuran yang diinginkan.	○	○

15. CV Batu Hias Lampung (2027) mencari batuan beku berkristal besar dan padat untuk lempengan batu hias. Di daerah izinnya ditemukan dua jenis batuan berkomposisi mirip: R1 berkristal kasar 3–5 mm yang saling mengunci, tersingkap di inti bukit yang permukaannya sudah lama tererosi; R2 berkristal sangat halus dan berlubang-lubang gas, membentuk aliran di lereng gunung.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Daerah yang paling tepat dieksplorasi lebih lanjut adalah ....

A. Aliran batuan di lereng gunung yang berlubang-lubang gas
B. Endapan pasir sungai yang berasal dari hancuran batuan
C. Lapisan batuan sedimen yang tersingkap di kaki bukit
D. Bagian aliran lava paling tebal karena kristalnya lebih besar
E. Tubuh intrusi di inti bukit yang membeku lambat di dalam bumi

16. Penambangan di blok utara PT Andesit Banten (2027) telah selesai. Timbunan tanah penutup di blok itu berlereng 45°. Kontraktor reklamasi ingin langsung menanam bibit trembesi di permukaan timbunan tanpa tanah pucuk agar pekerjaan cepat selesai. Padahal

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

tanah pucuk dari blok itu masih tersimpan, dan musim hujan akan tiba sebulan lagi.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Saran yang paling tepat adalah ....

A. Menata dan melandaikan lereng, menebar tanah pucuk, lalu menanam
B. Menanam bibit langsung, lalu menata lereng setelah tanaman tumbuh
C. Menebar tanah pucuk di lereng 45° tanpa menata lerengnya lebih dulu
D. Menanam rumput di lereng 45° karena rumput paling cepat tumbuh
E. Menutup timbunan dengan terpal plastik sampai semak liar tumbuh

17. Siswa PKL di PT Bara Bengkulu (2027) mengukur tebal satu lapisan batubara yang miring 45° di empat singkapan berdekatan memakai meteran.

Titik	Cara mengukur	Tebal terukur
T1	tegak lurus bidang lapisan	1,8 m
T2	tegak lurus bidang lapisan	1,9 m
T3	tegak (vertikal) dari atap ke lantai lapisan	2,6 m
T4	tegak lurus bidang lapisan	1,8 m

SOP perusahaan: tebal lapisan dilaporkan sebagai tebal sebenarnya, dan data tidak boleh dihapus.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang paling tepat adalah ....

A. Memakai rata-rata keempat data, yaitu sekitar 2,0 m
B. Mengukur ulang T3 tegak lurus bidang lapisan, lalu merata-ratakan
C. Menyimpulkan bahwa lapisan batubara menebal ke arah titik T3
D. Memakai T3 sebagai tebal terbesar untuk menghitung cadangan
E. Menghapus data T3 karena nilainya paling besar di antara keempat titik

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

18. Geolog muda di proyek eksplorasi PT Bara Kutai (2027) menulis kebiasaan kerja timnya saat mencatat inti bor ke dalam log bor. Kepala geolog meminta siswa PKL memeriksa kebiasaan mana yang sudah sesuai dengan tujuan pemboran eksplorasi, yaitu data yang lengkap, jujur, dan dapat ditelusuri.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kebiasaan kerja yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Kedalaman setiap batas batuan dicatat dari perkiraan juru bor tanpa mengukur inti.
☐ B. Panjang inti yang diperoleh dan panjang inti yang hilang pada setiap run dicatat.
☐ C. Inti difoto di dalam kotak berlabel kedalaman sebelum dibelah atau diambil sampelnya.
☐ D. Inti yang hancur dibuang dari kotak agar kotak inti tampak rapi dan mudah dibaca.
☐ E. Deskripsi batuan ditunda sampai inti tiba di laboratorium kota agar lebih teliti.

19. Tim pemetaan SMK Geologi Pertiwi (2027) akan mengamati singkapan batuan sedimen berlapis tipis dan lapisan batubara di tebing sungai. Mereka membawa palu geologi berujung runcing, palu geologi berujung pipih, meteran, kantong sampel, dan kartu label.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Untuk membelah batuan sedimen berlapis tipis mengikuti bidang lapisannya, palu berujung runcing lebih tepat daripada palu berujung pipih.	○	○
Meteran dipakai untuk mengukur tebal lapisan batubara di singkapan.	○	○
Kantong sampel diberi label di luar dan kartu label di dalamnya agar data tidak hilang bila label luar rusak.	○	○

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

20. Di dekat tambang tanah urug CV Bumi Subur, Bandung Barat (2027), warga melaporkan dua hal: tiang listrik dan pohon di lereng bukit makin miring ke arah lembah sedikit demi sedikit selama beberapa bulan, dan tebing jalan desa longsor setelah tiga hari hujan deras. Tidak ada gempa dalam beberapa bulan terakhir.
(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. Longsor tebing jalan terjadi karena tenaga endogen berupa gempa di bawah tambang.
☐ B. Rayapan tanah ditunjukkan oleh tiang listrik yang roboh mendadak dalam satu malam.
☐ C. Air hujan yang meresap menambah berat dan melemahkan tanah sehingga memicu longsor.
☐ D. Tiang dan pohon yang miring perlahan ke arah lembah selama berbulan-bulan adalah tanda rayapan tanah.
☐ E. Membuat saluran air di atas lereng dan menanam tanaman berakar dalam mengurangi risiko longsor.

21. Pada peta topografi berskala 1 : 10.000 dengan interval kontur 10 m, lereng bukit di lokasi PT Basalt Garut (2027) memiliki jarak antargaris kontur 5 mm di bagian bawah dan 2 mm di bagian atas. Perusahaan akan membuat jalan tambang dengan kemiringan paling besar 10 %.
(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. Jarak mendatar antara dua garis kontur di bagian bawah lereng adalah 5 m.
☐ B. Kemiringan lereng di bagian bawah sekitar 20 %.
☐ C. Bagian atas lereng lebih curam, dengan kemiringan sekitar 50 %.
☐ D. Jalan tambang dapat dibuat lurus menuruni bagian bawah lereng karena kemiringannya di bawah batas.
☐ E. Agar kemiringan jalan 10 % di bagian bawah, panjang mendatar jalan untuk naik 10 m dibuat 100 m, dua kali jalan lurus.

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

22. Pabrik kaca yang membeli pasir kuarsa dari CV Pasir Bangka (2027) mensyaratkan pasir yang tidak membuat kaca berwarna kehijauan. Contoh pasir dari ketiga blok sama-sama berwarna putih dan berbutir seragam bila dilihat sekilas. Perusahaan meminta laboratorium geologi memeriksa contoh pasir dari tiga calon blok tambang.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Data yang paling dibutuhkan dari ahli tersebut adalah ....

A. Umur endapan pasir yang ditentukan dari fosil
B. Jenis dan jumlah mineral pengotor dalam pasir
C. Jurus dan kemiringan lapisan pasir di setiap blok
D. Kedalaman muka air tanah di setiap calon blok
E. Catatan kegempaan daerah di sekitar tambang

23. PT Timah Serumpun (2027) memiliki dua endapan timah aluvial di Bangka: (a) di darat, berupa pasir lepas bekas lembah sungai purba setebal 6–10 m di bawah muka air tanah; (b) di laut dangkal, berupa pasir lepas di dasar laut pada kedalaman air 20–40 m. Mineral timahnya (kasiterit) berupa butiran berat di antara pasir kuarsa.
(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. Endapan (b) dapat ditambang dengan kapal keruk atau kapal isap.
☐ B. Endapan (a) dapat ditambang dengan tambang semprot karena berupa pasir lepas.
☐ C. Endapan timah aluvial perlu diledakkan lebih dulu karena timah termasuk logam yang keras.
☐ D. Butiran kasiterit dipisahkan dari pasir dengan memanfaatkan perbedaan berat jenisnya.
☐ E. Tambang bawah tanah paling cocok untuk endapan (b) karena endapannya berada di bawah air laut.

24. Pada musim hujan, air yang masuk ke sumuran (sump) di dasar pit PT Bara Sangatta (2027) harus dipompa keluar setiap hari agar lantai pit tidak tergenang.

Data	Nilai
Air masuk ke sump	3.600 m^3 per hari
Debit satu pompa	60 m^3 per jam
Jam kerja pompa per hari	20 jam (4 jam untuk perawatan)

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

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Jumlah pompa paling sedikit yang diperlukan adalah ....

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

25. Siswa PKL di PT Geo Sulsel (2027) mendeskripsi empat sampel batuan beku:

Sampel	Warna	Ukuran kristal	Mineral yang terlihat
B1	terang	kasar	kuarsa, feldspar, sedikit biotit
B2	gelap	sangat halus	plagioklas, piroksen
B3	abu-abu	halus dengan kristal besar tersebar	plagioklas, hornblende
B4	hijau sangat gelap	kasar	olivin, piroksen

(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. B1 adalah granit karena berwarna terang, berkristal kasar, dan banyak mengandung kuarsa.
☐ B. B2 lebih banyak mengandung kuarsa daripada B1 karena warnanya lebih gelap.
☐ C. B4 adalah lava yang membeku di permukaan karena warnanya sangat gelap.
☐ D. B3 bertekstur porfiri karena kristal besarnya tersebar di antara kristal halus.
☐ E. B2 dan B4 sama-sama membeku cepat karena keduanya berwarna gelap.

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

Lembar jawaban

No	A	B	C	D	E
1					
2	○	○	○	○	○
3	○	○	○	○	○
4	○	○	○	○	○
5	○	○	○	○	○
6	○	○	○	○	○
7	○	○	○	○	○
8	○	○	○	○	○
9					

No	A	B	C	D	E
10	○	○	○	○	○
11					
12	○	○	○	○	○
13	○	○	○	○	○
14					
15	○	○	○	○	○
16	○	○	○	○	○
17	○	○	○	○	○
18					

No	A	B	C	D	E
19					
20					
21					
22	○	○	○	○	○
23					
24	○	○	○	○	○
25					

Soal PG kompleks / Benar–Salah (nomor 1, 9, 11, 14, 18, 19, 20, 21, 23, 25): jawab langsung pada soalnya.

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

Tabel skor dan anjuran

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 1.1 · Profil jabatan serta tugas dan peran profesi di bidang pertambangan	2	___ / 1	Ulangi hlm. 11
Sub bab 1.2 · Teknologi Industri 4.0 dan digitalisasi di bidang geologi pertambangan	1	___ / 1	Ulangi hlm. 23
Sub bab 1.3 · Isu perubahan iklim dan praktik pertambangan berkelanjutan	3	___ / 1	Ulangi hlm. 37
Sub bab 2.1 · Bahaya fisik, kimia, biologis, dan ergonomis di tempat kerja	5	___ / 1	Ulangi hlm. 66
Sub bab 2.2 · Prosedur darurat kebakaran, gempa, dan kecelakaan	4	___ / 1	Ulangi hlm. 79
Sub bab 2.3 · Penggunaan alat pelindung diri dasar	9	___ / 1	Ulangi hlm. 95
Sub bab 2.4 · Penerapan budaya kerja 5R di laboratorium, gudang alat, dan lapangan	8	___ / 1	Ulangi hlm. 110
Sub bab 2.5 · Etika kerja di lingkungan kerja	7	___ / 1	Ulangi hlm. 123
Sub bab 3.1 · Proyeksi ortogonal tampak depan, atas, dan samping	11	___ / 1	Ulangi hlm. 149
Sub bab 3.2 · Proyeksi piktorial isometri dan dimetri	6	___ / 1	Ulangi hlm. 163
Sub bab 3.3 · Skala peta numerik dan grafis	10	___ / 1	Ulangi hlm. 177
Sub bab 3.4 · Orientasi arah utara pada peta	12	___ / 1	Ulangi hlm. 191
Sub bab 3.5 · Garis kontur, interval kontur, dan kemiringan lereng	21	___ / 1	Ulangi hlm. 208
Sub bab 4.1 · Pengertian, ruang lingkup, dan cabang ilmu geologi	22	___ / 1	Ulangi hlm. 241
Sub bab 4.3 · Genesa batuan dan siklus batuan	15	___ / 1	Ulangi hlm. 271
Sub bab 4.4 · Deskripsi fisik dan penentuan jenis batuan	25	___ / 1	Ulangi hlm. 287
Sub bab 4.5 · Gaya endogen dan eksogen serta bentang alam yang dihasilkan	20	___ / 1	Ulangi hlm. 305
Sub bab 4.6 · Jenis dan fungsi peralatan geologi lapangan	19	___ / 1	Ulangi hlm. 322

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

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 4.7 · Langkah kerja dan analisis data pengukuran geologi lapangan	17	___ / 1	Ulangi hlm. 337
Sub bab 5.1 · Urutan tahapan penambangan dari prospeksi hingga reklamasi	16	___ / 1	Ulangi hlm. 371
Sub bab 5.2 · Metode penambangan dan contoh komoditasnya	23	___ / 1	Ulangi hlm. 387
Sub bab 5.3 · Faktor pemilihan metode penambangan	13	___ / 1	Ulangi hlm. 404
Sub bab 5.4 · Kegiatan eksplorasi: pemetaan dan pemboran	18	___ / 1	Ulangi hlm. 422
Sub bab 5.5 · Kegiatan eksploitasi bahan galian	24	___ / 1	Ulangi hlm. 439
Sub bab 5.6 · Pengolahan bahan galian: crushing, grinding, dan screening	14	___ / 1	Ulangi hlm. 456

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

Simulasi 3 — Prediksi TKA 2026

SMKTGP-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-smktgp&node=SMKTGP-FIN3

1. PT Bauksit Sanggau (2027) akan mencetak peta rencana pemboran rapat. Lubang bor direncanakan berjarak 25 m satu sama lain, dan di peta jarak itu harus terlihat minimal 5 mm agar simbolnya tidak bertumpuk. Seluruh daerah pemboran berukuran 2 km × 2 km harus muat dalam satu lembar kertas yang sisi terpendeknya 50 cm.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Skala peta yang paling tepat adalah ....

A. 1 : 100.000
B. 1 : 25.000
C. 1 : 5.000
D. 1 : 2.000
E. 1 : 1.000

2. Setelah hujan deras, muncul retakan baru sepanjang 15 m di puncak dinding pit PT Emas Hulu, Bengkulu (2027). Surveyor sudah memasang patok dan mencatat pergeseran 2 cm per hari. Manajemen memerlukan petugas yang menganalisis penyebab ketidakstabilan, menghitung apakah lereng masih aman, dan merekomendasikan sudut serta tinggi jenjang yang baru.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Petugas yang paling tepat menangani tugas tersebut adalah ....

A. Surveyor yang mengukur pergeseran patok di puncak dinding
B. Geolog grade control yang memetakan mutu batuan dinding
C. Insinyur geoteknik yang menganalisis kestabilan lereng
D. Operator ekskavator yang meratakan retakan di puncak lereng
E. Dispatcher yang mengalihkan truk dari jalan di bawah lereng

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

3. Siswa SMK Geologi Bangsa (2027) menggambar kotak contoh berbentuk kubus dengan rusuk 30 mm dalam dua cara, keduanya berskala 1 : 1: proyeksi isometri (ketiga sumbu digambar dengan ukuran penuh) dan proyeksi dimetri dengan perbandingan sumbu 1 : 1 : ½ (sumbu ke belakang digambar setengah).
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Pada gambar isometri, rusuk kubus yang mengarah ke belakang digambar sepanjang 15 mm.	○	○
Pada gambar dimetri, rusuk kubus yang mengarah ke belakang digambar sepanjang 15 mm.	○	○
Kedua gambar sama-sama memperlihatkan tiga sisi kubus sekaligus sehingga bentuknya mudah dibayangkan.	○	○

4. Banyak operator dump truck PT Andesit Jaya (2027) mengeluh nyeri punggung dan pinggang. Hasil pemeriksaan K3: getaran seluruh tubuh pada kursi operator tinggi, terutama saat truk melewati jalan tambang yang bergelombang dan berlubang. Truk dan kursinya masih dalam kondisi baik menurut pemeriksaan bengkel.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pengendalian yang paling tepat adalah ....

A. Memperbaiki permukaan jalan tambang yang bergelombang dan berlubang
B. Mengganti kursi dengan kursi berperedam getaran tanpa memperbaiki jalan
C. Meminta operator memakai sumbat telinga selama mengemudikan truk
D. Membatasi setiap operator mengemudi paling lama 4 jam per gilir
E. Mengurangi kecepatan truk tanpa memperbaiki permukaan jalannya

5. Teknisi PT Nikel Morowali (2027) harus memperbaiki pompa listrik yang terpasang di atas ponton di tengah kolam pengendap sedalam 5 m. Lantai ponton basah dan licin, dan kabel listrik pompa terentang dari tepi kolam. Pengawas meminta siswa PKL menilai rencana keselamatan kerjanya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Rencana yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Memakai sepatu bot karet tinggi sebagai pengganti pelampung karena kaki tetap kering.
☐ B. Memakai rompi pelampung selama berada di atas ponton.
☐ C. Bekerja minimal berdua dan menyiapkan ring pelampung bertali di tepi kolam.
☐ D. Melepas sarung tangan saat memegang kabel pompa agar genggaman lebih kuat.
☐ E. Memakai sepatu bersol antiselip karena lantai ponton basah dan licin.

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

6. Pemakaian solar dump truck PT Kapur Sumatera (2027) naik 20 % dalam setahun. Analisis bengkel: sekitar 60 % dari kenaikan itu disebabkan jalan tambang yang bergelombang dan satu tanjakan curam 15 %, sekitar 10 % oleh truk yang antre dengan mesin menyala, dan sisanya oleh umur truk. Anggaran tahun ini hanya untuk satu program, dan perusahaan ingin menurunkan emisi gas rumah kaca sebanyak mungkin.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Program yang paling tepat dipilih adalah ....

A. Mengganti semua truk tua dengan truk baru yang lebih hemat
B. Menanam pohon di sekitar kantor untuk menyerap emisi truk
C. Mewajibkan mesin truk dimatikan saat antre lebih dari 5 menit
D. Membeli solar dari pemasok lain yang harganya lebih murah
E. Memperbaiki permukaan jalan dan melandaikan tanjakan 15 %

7. Tim pemetaan SMK Tambang Sulteng (2027) ragu akan posisinya di perbukitan. Ketua tim membuka peta topografi, meletakkan kompas di atasnya, dan memutar peta sampai panah utara peta searah dengan jarum utara kompas (selisih utara magnet diabaikan). Dari tempat itu, sebuah menara BTS yang ada di peta terlihat tepat di arah timur, dan puncak Bukit Lalo terlihat tepat di arah utara.
(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. Setelah peta diorientasikan, arah setiap benda di peta sama dengan arahnya di lapangan.
☐ B. Peta diorientasikan dengan memutar peta sampai tulisan judulnya menghadap pembaca.
☐ C. Posisi tim berada di sebelah barat menara dan di sebelah selatan puncak Bukit Lalo.
☐ D. Kompas sebaiknya dibaca di samping kendaraan tim agar terlindung dari angin.
☐ E. Karena menara terlihat di arah timur, posisi tim berada di sebelah timur menara.

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

8. Juru gambar laboratorium PT Geo Inti (2027) menggambar contoh inti bor berbentuk silinder pejal berdiameter 40 mm dan panjang 100 mm dalam proyeksi ortogonal. Inti diletakkan mendatar di atas meja dengan sumbunya mengarah kiri–kanan bila dilihat dari depan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Bentuk ketiga pandangan yang benar adalah ....

A. Depan dan atas persegi panjang 100 × 40; samping lingkaran Ø40
B. Depan lingkaran Ø40; atas dan samping persegi panjang 100 × 40
C. Depan, atas, dan samping semuanya persegi panjang 100 × 40
D. Depan persegi panjang 100 × 40; atas dan samping lingkaran Ø40
E. Depan dan samping lingkaran Ø40; atas persegi panjang 100 × 40

9. Hujan sangat deras selama dua jam mengguyur pit PT Bara Tabalong (2027). Air di sumuran (sump) naik cepat, dan pompa tidak mampu mengimbangi. Lima pekerja dan dua ekskavator masih berada di lantai pit. Satu-satunya jalan keluar adalah ramp di sisi timur, dan dinding jenjang di sekitar sump mulai mengalirkan lumpur.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang paling tepat adalah ....

A. Bertahan di lantai pit sampai hujan reda karena pompa masih menyala
B. Menaikkan ekskavator ke gundukan tanah di lantai pit agar tak terendam
C. Menambah pompa cadangan dari gudang ke sump sambil tetap bekerja
D. Hentikan kerja; orang dan alat naik lewat ramp ke tempat tinggi
E. Melapor lewat radio, lalu menunggu jawaban pengawas di lantai pit

10. Kelompok siswa PKL di PT Geo Lombok (2027) ditugasi mengamati 12 titik singkapan dalam satu minggu. Karena hujan deras, tiga titik terakhir tidak dapat dicapai. Laporan harus diserahkan besok. Seorang anggota kelompok mengusulkan mengisi data ketiga titik itu dengan perkiraan dari titik di sebelahnya agar laporan terlihat lengkap.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Sikap kelompok yang paling tepat adalah ....

A. Mengisi data perkiraan agar laporan selesai lengkap tepat waktu
B. Mencatat ketiga titik belum diamati, lalu meminta jadwal ulang
C. Mengisi data perkiraan dengan tanda bintang kecil tanpa penjelasan
D. Menyerahkan laporan 9 titik tanpa menyebut 3 titik yang belum diamati
E. Meminjam data kelompok lain yang pernah ke sana tanpa menyebut sumber

11. PT Bara Berau (2027) memasang kamera berbasis kecerdasan buatan (AI) di kabin dump truck. Kamera mendeteksi tanda kantuk operator, misalnya mata terpejam lebih dari 2 detik, lalu membunyikan alarm di kabin dan mengirim peringatan ke pengawas. Dalam bulan pertama, beberapa peringatan ternyata keliru karena operator hanya menunduk melihat radio.

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. Kamera memberi peringatan dini saat operator mengantuk sehingga pengawas dapat segera menghentikan unit.
☐ B. Dengan kamera AI, pemeriksaan kesehatan dan pengaturan jam istirahat operator tidak diperlukan lagi.
☐ C. Setiap peringatan kamera dapat langsung dijadikan dasar sanksi tanpa diperiksa pengawas.
☐ D. Operator perlu diberi tahu tentang pemasangan kamera dan cara data rekamannya dipakai.
☐ E. Kamera AI membuat APD seperti sabuk pengaman tidak lagi wajib dipakai di kabin.

12. PT Semen Kupang (2027) akan menambang batugamping untuk bahan baku semen dari sebuah bukit setinggi 80 m di atas dataran sekitarnya. Batugampingnya padu, hampir tidak tertutup tanah, dan harus dibongkar dengan peledakan. Kepala teknik tambang menekankan bahwa dinding tambang harus stabil dan alat bekerja di lantai yang datar.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Metode penambangan yang paling tepat adalah ....

A. Tambang bawah tanah agar bentuk bukit tetap utuh dari luar
B. Quarry tipe lubang yang menggali ke bawah dari dataran kaki bukit
C. Kapal keruk yang bekerja di kolam buatan di kaki bukit
D. Quarry sisi bukit berjenjang, dimulai dari puncak menurun
E. Quarry sisi bukit yang menggali kaki bukit ke atas tanpa jenjang

13. Tim PT Geo Flores (2027) mengamati singkapan di sepanjang lintasan sungai yang mengalir lurus ke selatan. Permukaan lintasan hampir datar, semua lapisan berjurus barat–timur dan miring sekitar 20° ke selatan, dan tidak ada lipatan, sesar, atau lapisan terbalik.

Titik	Jarak dari titik 1 ke selatan	Batuan
1	0 m	batupasir
2	100 m	batupasir
3	200 m	batulempung
4	300 m	batulempung
5	400 m	batugamping

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. Batas batupasir dan batulempung tepat berada di titik 3.
☐ B. Karena lintasan berjalan searah kemiringan lapisan, batuan makin ke selatan makin tua.
☐ C. Batugamping di titik 5 lebih muda daripada batupasir di titik 1.
☐ D. Data lima titik ini memastikan tidak ada lapisan lain di antara titik 3 dan titik 4.
☐ E. Pengamatan tambahan di antara titik 2 dan titik 3 diperlukan untuk menentukan letak batas batupasir–batulempung.

14. Saat pemetaan pendahuluan, tim PT Emas Halmahera (2027) memeriksa bongkah batuan berurat kuarsa mengandung emas (float) di dasar sungai pada lima titik dari hulu ke hilir: S1 (paling hulu) tidak ada; S2 tidak ada; S3 banyak dan bersudut tajam; S4 sedikit dan mulai membulat; S5 tidak ada. Di antara S2 dan S3 ada dua anak sungai yang bermuara ke sungai utama.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Langkah eksplorasi berikutnya yang paling tepat adalah ....

A. Mengebor di S5 karena bongkah dari hulu terkumpul di hilir
B. Menelusuri lereng dan anak sungai di antara S2 dan S3
C. Menelusuri sungai ke hulu melewati S1 sampai mata airnya
D. Mengebor tepat di dasar sungai pada titik S3
E. Menghentikan eksplorasi karena di S1 tidak ada bongkah

15. Pembeli memesan batu lempeng tipis setebal sekitar 1 cm yang rata, kuat, dan tahan cuaca untuk atap rumah. Tim CV Batu Alam Toraja (2027) mendeskripsi lima sampel:

Sampel	Struktur	Ciri lain
M1	berfoliasi sangat halus	membelah menjadi lempeng tipis yang rata, kusam, keras
M2	berfoliasi halus	mengilap seperti sutra, membelah tidak rata, mudah remuk
M3	berfoliasi kasar	mineral mika berkilau besar, mudah hancur
M4	tidak berfoliasi	kristal kalsit, berbuih HCl, tergores pisau
M5	tidak berfoliasi	butir kuarsa menyatu, sangat keras, tidak dapat dibelah

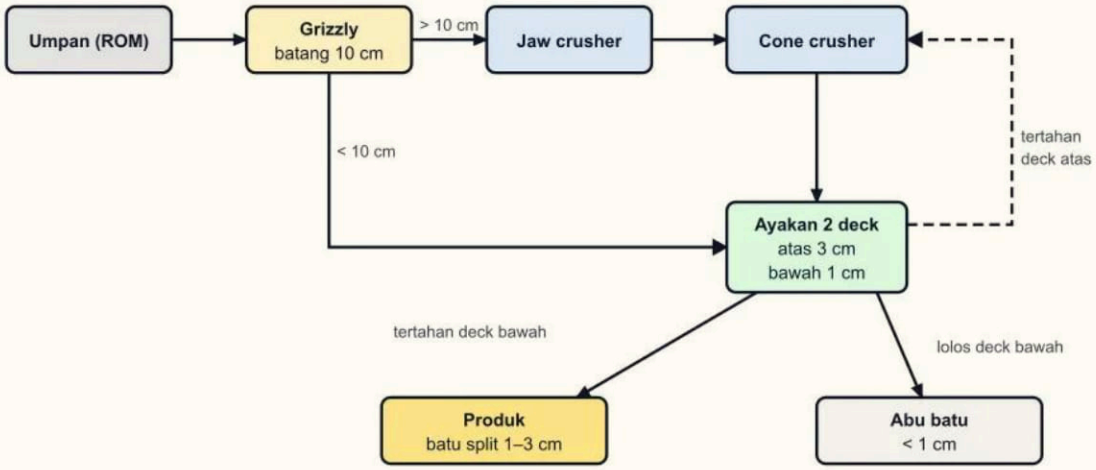
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

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

A. M3, karena berfoliasi dan mikanya berkilau
B. M4, karena padat dan mudah dipotong rapi
C. M5, karena paling keras di antara semua
D. M2, karena berfoliasi halus dan mengilap
E. M1, karena membelah tipis rata dan keras

16. Pembeli batu split PT Batu Lamongan (2027) mengeluh bahwa produk 1–3 cm tercampur banyak batu berukuran sekitar 5 cm. Setelan jaw crusher dan cone crusher tidak berubah sejak bulan lalu. Bagan alir unit pengolahan ditunjukkan pada gambar.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penyebab yang paling mungkin adalah ....

Bagan alir unit pengolahan batu split — PT Batu Lamongan (2027)



A. Batang grizzly terlalu rapat sehingga bongkah ikut ke jaw crusher
B. Setelan jaw crusher terlalu lebar sehingga produknya terlalu kasar
C. Deck atas berlubang 3 cm robek sehingga batu besar jatuh ke deck bawah
D. Cone crusher berhenti sehingga tidak ada material yang sampai ke ayakan
E. Deck bawah berlubang 1 cm robek sehingga abu batu masuk ke produk

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

17. Guru menjelaskan bahwa inti luar bumi berwujud cair dan tersusun terutama dari besi dan nikel, dan gerakannya menghasilkan medan magnet bumi. Saat praktik lapangan di Kalimantan Selatan (2027), siswa membaca kompas tepat di atas singkapan batuan yang kaya mineral magnetit; jarumnya menyimpang sekitar 40° dibandingkan bacaan 20 m dari singkapan itu. Kompas tetap normal di tempat lain.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penjelasan yang paling tepat adalah ....

A. Gerakan inti luar di bawah singkapan itu sedang berhenti sementara
B. Kompas rusak karena terkena debu batuan saat dipakai di singkapan
C. Utara geografis di daerah itu bergeser mengikuti letak singkapan
D. Magnetit yang bermagnet mengganggu medan magnet bumi di dekatnya
E. Panas batuan di singkapan membuat jarum memuai lalu berbelok

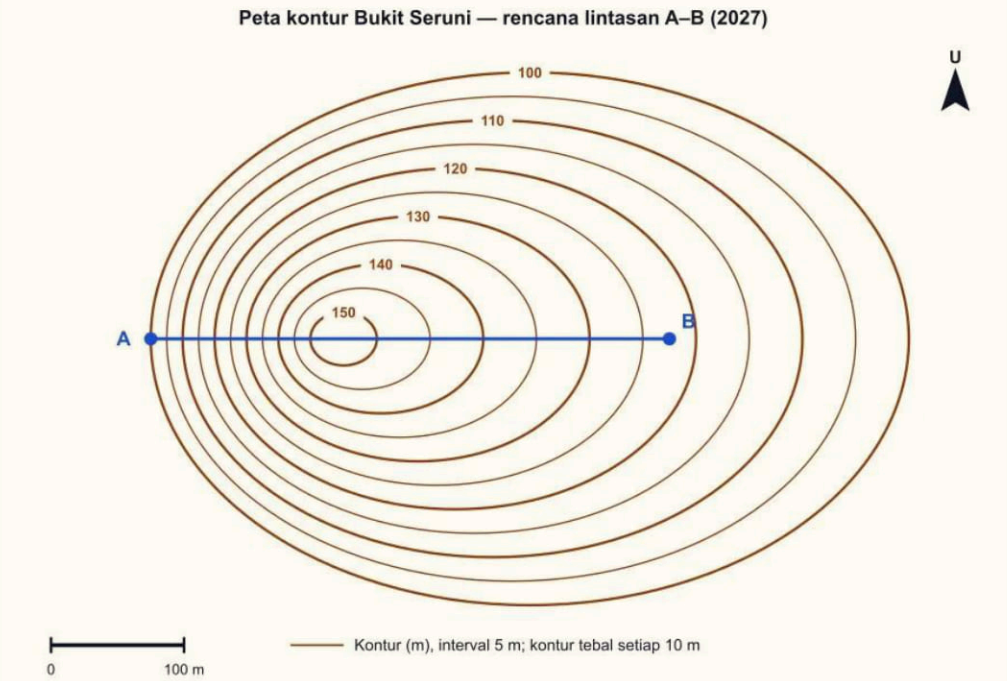
18. Di sekitar quarry batugamping PT Semen Maros (2027), siswa PKL mengamati: bukit batugamping penuh gua dan sungai bawah tanah, permukaan batugamping berlubang-lubang tajam, dan rekahan batuan yang melebar karena akar pohon tumbuh di dalamnya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Gua dan sungai bawah tanah di bukit batugamping terbentuk karena batugamping larut oleh air hujan.	○	○
Pelarutan batugamping oleh air hujan termasuk pelapukan fisik karena batuannya berlubang-lubang.	○	○
Rekahan batuan yang melebar karena akar pohon termasuk pelapukan biologis.	○	○

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

19. Tim PT Andesit Seruni (2027) akan berjalan lurus dari titik A ke titik B melintasi Bukit Seruni sambil membawa peralatan berat. Sebelum berangkat, ketua tim membaca bentuk naik-turun lintasan (profil) dari peta kontur pada gambar.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Gambaran profil lintasan A–B yang benar adalah ....



A. Naik landai dari A, lalu turun curam ke B; B lebih tinggi dari A
B. Naik curam dari A, lalu turun landai ke B; B lebih rendah dari A
C. Naik curam dari A, lalu turun landai ke B; B sama tinggi dengan A
D. Turun dari A ke lembah, lalu naik curam ke B; B lebih tinggi dari A
E. Naik curam dari A, lalu turun landai ke B; B lebih tinggi dari A

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

20. Siswa PKL di PT Granit Bintan (2027) menyusun bagan tahapan kegiatan perusahaan: pembangunan jalan angkut dan kolam pengendap sebelum penambangan dimulai; penambangan dan pengolahan granit menjadi batu split; serta pemantauan tanaman dan mutu air setelah tambang ditutup. Pembimbing meminta siswa memeriksa penempatan kegiatan pada bagannya.
(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
Pembangunan jalan angkut dan kolam pengendap sebelum penambangan dimulai termasuk tahap konstruksi.	○	○
Pemantauan tanaman dan mutu air setelah tambang ditutup termasuk kegiatan pascatambang.	○	○
Pengolahan granit menjadi batu split dilakukan sebelum penambangan agar mutu batunya diketahui.	○	○

21. Siswa SMK Geologi Bahari (2027) mempelajari muara sungai besar di Kalimantan: sungai membawa kerikil, pasir, dan lumpur ke laut. Di laut dangkal yang jernih dan hangat jauh dari muara terdapat terumbu karang. Perusahaan semen dan perusahaan pasir kuarsa menanyakan di mana bahan baku mereka kemungkinan terbentuk.
(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. Kerikil besar terbawa paling jauh ke laut dalam karena butirnya paling berat.
☐ B. Pasir diendapkan lebih dekat ke muara daripada lumpur karena lebih cepat mengendap saat arus melambat.
☐ C. Batugamping terumbu terbentuk di dekat muara sungai yang keruh karena di sana banyak lumpur.
☐ D. Lumpur yang tertimbun dan terpadatkan dapat menjadi batulempung atau serpih.
☐ E. Pasir kuarsa untuk bahan kaca dicari di endapan yang dulu berupa pantai atau muara, bukan di endapan laut dalam.

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

22. Tim eksplorasi PT Emas Sumba (2027) ingin melacak dari anak sungai mana butiran emas di sungai utama berasal. Rencananya, ahli geokimia mengambil contoh endapan halus di dasar sungai pada banyak titik di setiap anak sungai, lalu menganalisisnya di laboratorium. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Data yang paling dibutuhkan dari setiap contoh adalah ....

A. Jenis fosil dalam endapan untuk menentukan umur sungai
B. Kadar emas dan unsur penunjuknya dalam endapan sungai
C. Kecepatan arus sungai untuk menghitung debit air
D. Kemiringan lereng di tepi sungai untuk rencana jalan
E. Umur batuan dasar sungai dari pengukuran radiometrik

23. Pengawas produksi quarry PT Batu Sulawesi (2027) menghitung kemampuan sebuah ekskavator:

Data	Nilai
Waktu satu siklus (gali–putar–tumpah–kembali)	30 detik
Isi bucket bila penuh	2 m^3
Jam kerja efektif per hari	8 jam
Kapasitas bak dump truck	20 m^3

(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. Dalam satu jam ekskavator melakukan 60 siklus.
☐ B. Produksi ekskavator sekitar 240 m^3 per jam bila setiap bucket terisi penuh.
☐ C. Dalam 8 jam kerja efektif ekskavator dapat memuat sekitar 1.920 m^3.
☐ D. Bila lantai becek membuat waktu siklus naik menjadi 40 detik, produksinya ikut naik.
☐ E. Satu dump truck terisi penuh dalam 5 kali tumpahan bucket.

24. CV Pasir Kuarsa Belitung (2027) membandingkan tiga blok yang semuanya akan dijual lewat pelabuhan yang sama:

Blok	Harga jual (Rp/ton)	Biaya tambang (Rp/ton)	Biaya angkut ke pelabuhan (Rp/ton)
X	400.000	150.000	100.000
Y	400.000	120.000	300.000
Z	350.000	130.000	120.000

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

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Blok X memberi laba Rp150.000 per ton.
☐ B. Blok Y rugi walaupun biaya tambangnya paling murah, karena biaya angkutnya besar.
☐ C. Blok Z lebih untung daripada blok X karena biaya tambangnya lebih murah.
☐ D. Bila jalan baru memangkas biaya angkut blok Y menjadi Rp150.000 per ton, blok Y menjadi menguntungkan.
☐ E. Jarak dan biaya angkut ke pelabuhan termasuk faktor yang menentukan layak tidaknya suatu blok ditambang.

25. Di lapangan, Dimas (2027) mengukur dari titik ikat yang sudah ada di peta ke sebuah singkapan: azimut 135° dengan kompas dan jarak 240 m dengan meteran. Di kemah, ia harus memplot singkapan itu pada peta berskala 1 : 10.000 dengan menggambar garis arah dari titik ikat dan mengukur panjangnya di peta.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Alat yang paling tepat dipakai di kemah adalah ....

A. Busur derajat dan penggaris
B. Loupe dan larutan HCl encer
C. Palu geologi dan pahat batu
D. GPS genggam dan kamera digital
E. Klinometer dan kantong sampel

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, 11, 13, 18, 20, 21, 23, 24): jawab langsung pada soalnya.

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

Tabel skor dan anjuran

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 1.1 · Profil jabatan serta tugas dan peran profesi di bidang pertambangan	2	___ / 1	Ulangi hlm. 11
Sub bab 1.2 · Teknologi Industri 4.0 dan digitalisasi di bidang geologi pertambangan	11	___ / 1	Ulangi hlm. 23
Sub bab 1.3 · Isu perubahan iklim dan praktik pertambangan berkelanjutan	6	___ / 1	Ulangi hlm. 37
Sub bab 2.1 · Bahaya fisik, kimia, biologis, dan ergonomis di tempat kerja	4	___ / 1	Ulangi hlm. 66
Sub bab 2.2 · Prosedur darurat kebakaran, gempa, dan kecelakaan	9	___ / 1	Ulangi hlm. 79
Sub bab 2.3 · Penggunaan alat pelindung diri dasar	5	___ / 1	Ulangi hlm. 95
Sub bab 2.5 · Etika kerja di lingkungan kerja	10	___ / 1	Ulangi hlm. 123
Sub bab 3.1 · Proyeksi ortogonal tampak depan, atas, dan samping	8	___ / 1	Ulangi hlm. 149
Sub bab 3.2 · Proyeksi piktorial isometri dan dimetri	3	___ / 1	Ulangi hlm. 163
Sub bab 3.3 · Skala peta numerik dan grafis	1	___ / 1	Ulangi hlm. 177
Sub bab 3.4 · Orientasi arah utara pada peta	7	___ / 1	Ulangi hlm. 191
Sub bab 3.5 · Garis kontur, interval kontur, dan kemiringan lereng	19	___ / 1	Ulangi hlm. 208
Sub bab 4.1 · Pengertian, ruang lingkup, dan cabang ilmu geologi	22	___ / 1	Ulangi hlm. 241
Sub bab 4.2 · Struktur lapisan bumi dan karakteristiknya	17	___ / 1	Ulangi hlm. 255
Sub bab 4.3 · Genesa batuan dan siklus batuan	21	___ / 1	Ulangi hlm. 271
Sub bab 4.4 · Deskripsi fisik dan penentuan jenis batuan	15	___ / 1	Ulangi hlm. 287
Sub bab 4.5 · Gaya endogen dan eksogen serta bentang alam yang dihasilkan	18	___ / 1	Ulangi hlm. 305
Sub bab 4.6 · Jenis dan fungsi peralatan geologi lapangan	25	___ / 1	Ulangi hlm. 322

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

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 4.7 · Langkah kerja dan analisis data pengukuran geologi lapangan	13	___ / 1	Ulangi hlm. 337
Sub bab 5.1 · Urutan tahapan penambangan dari prospeksi hingga reklamasi	20	___ / 1	Ulangi hlm. 371
Sub bab 5.2 · Metode penambangan dan contoh komoditasnya	12	___ / 1	Ulangi hlm. 387
Sub bab 5.3 · Faktor pemilihan metode penambangan	24	___ / 1	Ulangi hlm. 404
Sub bab 5.4 · Kegiatan eksplorasi: pemetaan dan pemboran	14	___ / 1	Ulangi hlm. 422
Sub bab 5.5 · Kegiatan eksploitasi bahan galian	23	___ / 1	Ulangi hlm. 439
Sub bab 5.6 · Pengolahan bahan galian: crushing, grinding, dan screening	16	___ / 1	Ulangi hlm. 456

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

Bagian D · Kunci dan Pembahasan

Urutan sama dengan buku. Setiap pembahasan memuat konsep, langkah, dan alasan tiap pilihan. Baca pembahasan soal yang kamu jawab salah — dan juga yang kamu jawab benar tetapi menebak.

Latihan sub bab 1.1

No. 1 Kunci: B

Konsep: Bahan peledak hanya boleh ditangani oleh juru ledak yang memiliki kompetensi dan sertifikat. Pada gagal ledak, area dikosongkan dan diberi tanda, lalu juru ledak menangani lubang itu menurut prosedur khusus sebelum kegiatan lain dilanjutkan.

Langkah:

1. Lubang masih berisi bahan peledak aktif → seluruh area berbahaya.
2. Yang berwenang menangani bahan peledak: juru ledak bersertifikat; pekerjaan lain dihentikan sampai dinyatakan aman.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: menembak ulang dari lubang baru memang salah satu cara penanganan, tetapi harus dirancang dan dikerjakan juru ledak, bukan operator bor.
- **B.** ✓ Area aman dari pekerja dan bahan peledak ditangani oleh pihak yang berwenang.
- **C.** ✗ Jebakan: bagian itu jauh dari lubang, tetapi bahan peledak aktif masih ada di tumpukan dan gerakan alat dapat memicunya; area harus dikosongkan dulu.
- **D.** ✗ Mencabut detonator tanpa kompetensi dapat memicu ledakan.
- **E.** ✗ Jebakan: masa tunggu memang ada dalam prosedur, tetapi setelah itu lubang tetap harus ditangani juru ledak, bukan langsung digali.

Jawaban: B.

No. 2 Kunci: E

Konsep: Surveyor tambang mengukur dan memetakan posisi (koordinat dan elevasi), termasuk memasang ulang patok batas dan membandingkan kemajuan tambang dengan batas izin.

Langkah:

1. Yang perlu dipastikan: posisi tepi galian terhadap koordinat batas IUP.
2. Pengukuran koordinat dan pemetaannya adalah tugas surveyor.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Mutu tanah tidak menjawab apakah galian melewati batas.
- **B.** ✗ Jarak aman peledakan tidak berkaitan dengan batas izin.
- **C.** ✗ Jebakan: operator mengenal lokasi, tetapi perkiraan dari bekas patok yang hilang bukan pengukuran yang dapat dijadikan bukti.
- **D.** ✗ Jebakan: pengawas K3 memeriksa keselamatan lereng, bukan posisi galian terhadap batas izin.
- **E.** ✓ Surveyor mengukur koordinat tepi galian, membandingkannya dengan batas IUP, dan memetakannya.

Jawaban: E.

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

Latihan sub bab 1.2

No. 1 Kunci: D

Konsep: Sistem pemantauan armada (fleet management) memberi data waktu nyata. Dispatcher memakai data itu untuk menyeimbangkan truk: ekskavator yang menganggur diberi truk dari ekskavator yang antreannya panjang.

Langkah:

1. EX-01: 6 truk antre → truk berlebih.
2. EX-02: menganggur 25 menit → kekurangan truk.
3. EX-03: 2 truk, menganggur 5 menit → sudah seimbang.
4. Keputusan: pindahkan sebagian truk dari EX-01 ke EX-02.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Kasus menyebutkan tidak ada truk cadangan; menunggu membuat EX-02 terus menganggur.
- **B.** ✗ Waktu muat ekskavator terbatas; antrean 6 truk tidak hilang hanya dengan meminta operator lebih cepat.
- **C.** ✗ Jebakan: bahan bakar memang hemat, tetapi produksi berkurang padahal ada truk yang menganggur antre di EX-01.
- **D.** ✓ Truk yang menganggur di antrean EX-01 dipakai untuk EX-02 yang kekurangan truk.
- **E.** ✗ Jebakan: EX-03 sudah seimbang; mengambil kedua truknya membuat EX-03 menganggur, sedangkan antrean EX-01 tetap panjang.

Jawaban: D.

Latihan sub bab 1.3

No. 1 Kunci: A, C, D

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

Konsep: Pertambangan berkelanjutan mengurangi dampak lingkungan (erosi, sedimentasi, kerusakan sungai dan laut) dan emisi gas rumah kaca, serta menyesuaikan sarana dengan perubahan iklim seperti hujan ekstrem.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ Kapasitas yang lebih besar menyesuaikan dengan hujan lebat yang makin sering.
- **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: lahan terbuka yang luas justru memperbesar erosi dan lumpur ketika hujan.
- **Pernyataan 3** ✓ Reklamasi bertahap mengurangi lahan terbuka yang tererosi dan memulihkan tutupan vegetasi.
- **Pernyataan 4** ✓ Energi surya mengurangi pembakaran solar yang menghasilkan gas rumah kaca.
- **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: solar memang hemat, tetapi lembah sungai tertimbun dan lumpur mengalir ke laut.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 4.

No. 2 Kunci: A, C

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

Konsep: Pascatambang bertujuan membuat lahan bekas tambang aman, stabil, dan bermanfaat. Lubang bekas tambang ditata (lereng dilandaikan, ditanami, diberi pengaman), mutu airnya diuji, dan pemanfaatannya direncanakan sejak sebelum tambang ditutup.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ Tepi curam dan air dalam berbahaya bagi warga, terutama anak-anak.
- **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: air hujan yang tertampung di lubang tambang bersentuhan dengan batuan

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

dan lumpur; mutunya harus diuji sebelum dipakai.
• **Pernyataan 3** ✓ Lereng yang landai dan bervegetasi lebih stabil dan aman.
• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: tanah pucuk jumlahnya terbatas dan diperlukan di permukaan untuk tanaman, bukan untuk menimbun dasar kolam.
• **Pernyataan 5** ✗ Rencana pascatambang disusun sebelum tambang ditutup agar pelaksanaan dan biayanya jelas.

Jawaban: pernyataan 1, 3.

Kuis Akhir Bab 1

No. 1 Kunci: C

Konsep: Ahli lingkungan bertugas memantau dampak tambang terhadap air, udara, dan tanah, termasuk mengambil contoh, mengukur mutunya, dan melapor kepada pihak berwenang. Ahli K3 menjaga keselamatan dan kesehatan pekerja, dispatcher mengatur pergerakan alat, pengawas operasional memimpin pekerjaan produksi, dan geolog menangani sebaran serta mutu bahan galian.

Langkah:
1. Tandai pekerjaannya: mengambil contoh air, mengukur pH dan kekeruhan, melaporkan sesuai ketentuan lingkungan.
2. Pekerjaan itu mengenai mutu air di luar tambang, yaitu tugas ahli lingkungan.
3. Periksa pengecoh: keselamatan pekerja, lalu lintas truk, pemuatan, dan pemetaan bahan galian bukan pemantauan air.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: kata "keruh" dan "ikan menepi" dikira bahaya bagi pekerja. Ahli K3 menangani keselamatan pekerja, bukan mutu air buangan.
• **B.** ✗ Jebakan: dispatcher mengatur alat dan truk; ia tidak mengambil contoh air maupun menyusun laporan lingkungan.
• **C.** ✓ Pemantauan dan pelaporan mutu air tambang adalah tugas pokok ahli lingkungan.
• **D.** ✗ Jebakan: pengawas operasional memimpin pekerjaan produksi; pemantauan mutu air dikerjakan petugas lingkungan.
• **E.** ✗ Jebakan: geolog menangani batuan dan bahan galian, bukan mutu air di saluran pembuangan.

Jawaban: C.

No. 2 Kunci: B

Konsep: Tiap profesi di pertambangan punya tugas pokok sendiri. Sampel inti melewati rantai: diambil juru bor → dipreparasi teknisi laboratorium (dikeringkan, dihancurkan, dibagi, diberi kode) → dianalisis → hasilnya ditafsirkan geolog. Menyiapkan contoh analisis adalah tugas teknisi preparasi sampel.

Langkah:
1. Tandai pekerjaan yang diminta: mengeringkan, menghancurkan, membagi, dan memberi kode sampel sebelum dianalisis.
2. Cari profesi yang tugas pokoknya persis itu: teknisi preparasi sampel.
3. Periksa pengecoh: yang mengambil inti, mengukur posisi, memantau air, atau menafsirkan hasil mengerjakan tahap lain dalam rantai.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: juru bor memang menghasilkan inti, tetapi tugasnya mengebor dan mengisi kantong; menyiapkan contoh untuk analisis terjadi sesudahnya di laboratorium.
• **B.** ✓ Mengeringkan, menghancurkan, membagi, dan memberi kode sampel adalah pekerjaan teknisi preparasi sampel.

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

• **C.** ✗ Jebakan: surveyor terkait dengan lubang bornya (letak dan ketinggian), bukan dengan isi sampel.
• **D.** ✗ Jebakan: ahli lingkungan bekerja dengan contoh air, tanah, dan udara, bukan sampel inti batubara.
• **E.** ✗ Jebakan: geolog memakai hasil analisis untuk menafsirkan endapan; ia tidak menyiapkan contoh di laboratorium.

Jawaban: B.

No. 3 Kunci: B

Konsep: Sistem pemantauan armada menampilkan banyak kolom data yang harus dibaca bersama. Bila dua kolom bertentangan, misalnya status "Memuat" tetapi posisi jauh dari ekskavator dan truk diam 20 menit, ada gangguan (truk bermasalah, status salah, atau GPS salah). Dispatcher memastikan kenyataan di lapangan lebih dulu, baru mengubah penugasan.

Langkah:
1. Baca data T-13 bersama-sama: status memuat, tetapi posisi di km 3,5 jauh dari ekskavator dan diam 20 menit.
2. Data bertentangan: truk tidak mungkin memuat di tempat itu. Penyebabnya belum diketahui.
3. Langkah pertama yang aman: menghubungi pengemudi lewat radio, lalu mengubah penugasan sesuai keadaan sebenarnya.
4. Pengecoh mengambil keputusan dari satu kolom, mengubah data tanpa bukti, atau bereaksi berlebihan.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: keputusan hanya dari kolom status. Posisi dan kecepatan menunjukkan T-13 tidak sedang memuat, sehingga status itu patut dicurigai.
• **B.** ✓ Radio memastikan kondisi sebenarnya T-13 (rusak, tersangkut, atau status salah) sehingga penugasan dapat diubah berdasarkan fakta.
• **C.** ✗ Jebakan: data diubah agar "cocok" tanpa bukti. Bila T-13 ternyata rusak di tanjakan, penugasan ke EX-02 justru menahan EX-02.
• **D.** ✗ Jebakan: bereaksi berlebihan; satu data janggal tidak berarti seluruh sistem rusak, apalagi tiga truk lain tampak normal.
• **E.** ✗ Jebakan: kesimpulan "rusak" dibuat tanpa bukti; EX-02 tetap membutuhkan truk, sedangkan T-12 sudah berada di sampingnya.

Jawaban: B.

No. 4 Kunci: B, D

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

Konsep: Sensor dan sistem pemantauan jarak jauh membantu, tetapi datanya harus diuji dengan kenyataan di lapangan. Data yang tidak berubah saat kondisi berubah menandakan gangguan; keputusan keselamatan tidak boleh bergantung pada satu sumber data yang meragukan.

Langkah:
1. Bandingkan data dengan kenyataan: angka tetap 1,20 m, tetapi hujan lebat dan air hampir meluap.
2. Pernyataan 1 menganggap angka benar → salah. Pernyataan 2 mencurigai sensor → benar.
3. Pernyataan 3 menganggap alarm bukti sistem sehat → salah. Pernyataan 4 mengecek langsung di kolam → benar.
4. Pernyataan 5 membuang sensor karena satu gangguan → berlebihan → salah.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: angka di layar dianggap kenyataan. Air yang terlihat hampir meluap bertentangan dengan angka 1,20 m yang tidak berubah selama hujan lebat.
• **Pernyataan 2** ✓ Muka air pasti berubah selama hujan lebat; data yang konstan menandakan sensor

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

macet atau data tidak terkirim.
• **Pernyataan 3 ✗** Jebakan: alarm bergantung pada data sensor. Bila datanya salah, alarm tidak akan berbunyi walaupun kolam benar-benar hampir meluap.
• **Pernyataan 4 ✓** Pengukuran langsung memberi data pembanding yang pasti sekaligus menjaga keselamatan, sementara penyebab gangguan sensor dicari.
• **Pernyataan 5 ✗** Jebakan: satu gangguan dianggap alasan membuang teknologi. Sensor tetap berguna bila diperiksa dan dikalibrasi, dan diuji dengan pengamatan lapangan.

Jawaban: pernyataan 2, 4.

No. 5 Kunci: A, C, E

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

Konsep: Setiap profesi punya tugas pokok dan batas wewenang: surveyor mengukur posisi dan volume, ahli lingkungan memantau dampak, geolog menilai batuan dan mutu, operator mengoperasikan alat dan melapor gejala, pengawas operasional memimpin kerja lapangan dan melapor kepada kepala teknik tambang. Keselamatan didahulukan daripada target produksi.

Langkah:
1. Kejadian 1: selisih volume → ukuran ulang oleh surveyor → sesuai.
2. Kejadian 2: gejala kerusakan alat → operator harus berhenti dan melapor, bukan melanjutkan → tidak sesuai.
3. Kejadian 3: debu → diukur ahli lingkungan, saran kepada pengawas → sesuai.
4. Kejadian 4: kelayakan material menjadi wewenang geolog tambang, bukan juru bor → tidak sesuai.
5. Kejadian 5: longsor kecil → pengawas menghentikan pekerjaan di bawahnya dan melapor → sesuai.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 ✓** Mengukur volume galian dan memeriksa titik kontrol adalah tugas surveyor; ia memeriksa dulu ukurannya sebelum menyimpulkan.
• **Pernyataan 2 ✗** Jebakan: target produksi dianggap lebih penting. Operator seharusnya menghentikan unit dan melapor kepada pengawas serta mekanik sebelum kerusakan membesar.
• **Pernyataan 3 ✓** Mengukur debu dan memberi saran pengendalian adalah tugas ahli lingkungan; pelaksanaan penyiraman diatur pengawas operasional.
• **Pernyataan 4 ✗** Jebakan: juru bor melihat batuan paling dekat sehingga dikira berwenang. Menilai kelayakan material adalah tugas geolog tambang (pengendali kadar).
• **Pernyataan 5 ✓** Pengawas operasional memimpin kerja di lapangan; menghentikan pekerjaan di area berbahaya dan melapor kepada penanggung jawab teknik adalah tindakan yang sesuai.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 5.

No. 6 Kunci: A

Konsep: Jalur karier di pertambangan bertumpu pada kompetensi yang terbukti: keterampilan teknis yang relevan dengan jabatan tujuan, sertifikat dari uji kompetensi, dan pengalaman kerja yang mendekatkan pada tugas jabatan itu. Menunggu tanpa membangun kemampuan, atau mengejar kemampuan yang tidak berkaitan, tidak mendekatkan seseorang pada jabatan tujuannya.

Langkah:
1. Kenali tujuan: pengendali kadar, yang butuh membaca log bor, mengambil sampel sesuai prosedur, dan memahami arti kadar.
2. Cari langkah yang membangun tepat kemampuan itu dan dinilai perusahaan: uji kompetensi dan mendampingi geolog.
3. Singkirkan langkah yang pasif (menunggu) atau tidak berkaitan dengan tugas jabatan (peledakan, K3 saja, mahir satu alat).

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

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Uji kompetensi memberi sertifikat yang dinilai perusahaan, dan mendampingi geolog melatih tepat pekerjaan inti pengendali kadar: sampel, log bor, dan arti kadar.
• **B.** ✗ Jebakan: kemampuan dianggap akan dihargai dengan sendirinya. Tanpa sertifikat dan latihan tugas jabatan itu, masa kerja saja tidak membuat Rani siap.
• **C.** ✗ Jebakan: bagian peledakan dianggap lebih bergengsi. Tugasnya berbeda dan tidak melatih pembacaan log bor maupun pengambilan sampel.
• **D.** ✗ Jebakan: K3 memang wajib bagi semua pekerja, tetapi bukan satu-satunya syarat; kemampuan teknis jabatan tetap dinilai.
• **E.** ✗ Jebakan: kemahiran alat berguna bagi operator, tetapi tidak membuktikan kemampuan pengendali kadar yang bekerja dengan data dan sampel.

Jawaban: A.

No. 7 Kunci: A, D, E

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

Konsep: Digitalisasi data bor (tablet, basis data, daftar pilihan) mengurangi kesalahan salin dan mempercepat pengolahan, tetapi tidak menggantikan pemeriksaan manusia: kebenaran isi tetap bergantung pada pencatat, foto inti dan label fisik tetap diperlukan, dan data digital wajib dicadangkan.

Langkah:
1. Pernyataan 1: manfaat nyata (kurang salah salin) dengan batas yang benar (isi tetap bergantung pencatat) → benar.
2. Pernyataan 2: deskripsi tidak menggantikan foto inti → salah.
3. Pernyataan 3: kata sandi tidak menggantikan cadangan → salah.
4. Pernyataan 4: daftar pilihan menyeragamkan istilah, tetapi geolog tetap memeriksa → benar.
5. Pernyataan 5: kode lapangan harus sama dengan basis data → benar.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✓ Salah salin berkurang karena data tidak disalin ulang, tetapi kebenaran isi tetap bergantung pada pengamatan dan ketelitian pencatat.
• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: deskripsi dianggap pengganti bukti visual. Foto inti adalah rekaman keadaan inti yang dapat diperiksa ulang dan tidak tergantikan oleh teks.
• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: kata sandi dianggap melindungi dari hilang. Tablet dapat rusak atau hilang, sehingga data harus disalin ke penyimpanan lain secara berkala.
• **Pernyataan 4** ✓ Daftar pilihan mencegah ejaan dan istilah yang beragam, tetapi tidak dapat menilai apakah batuan yang dipilih sesuai dengan inti sebenarnya.
• **Pernyataan 5** ✓ Kecocokan kode menghubungkan inti fisik dengan data; kode yang berbeda membuat data tertukar atau tidak dapat ditelusuri.

Jawaban: pernyataan 1, 4, 5.

No. 8 Kunci: 1S 2B 3B

Konsep: Tiap peran punya wewenang yang berbeda: operator mengoperasikan alat dan wajib melapor bahaya (boleh berhenti dari pekerjaan berbahaya); dispatcher mengatur pergerakan alat berdasarkan kondisi jalur; pengawas operasional memimpin pekerjaan lapangan; kepala teknik tambang bertanggung jawab atas teknik dan keselamatan operasi. Target produksi tidak boleh mengalahkan keselamatan.

Langkah:
1. Pernyataan 1: target produksi tidak memberi hak melewati jalur yang dilaporkan berbahaya → salah.
2. Pernyataan 2: hak berhenti dari pekerjaan berbahaya dan melapor dimiliki setiap pekerja, tidak menunggu pengawas → benar.

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

3. Pernyataan 3: penutupan jalur dan pemeriksaan penyebab retakan adalah tanggung jawab teknik dan keselamatan operasi kepala teknik tambang → benar.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: target dianggap mengalahkan keselamatan. Dispatcher mengatur alat sesuai kondisi aman; setelah ada laporan bahaya, jalur itu harus ditutup sampai diperiksa.
• **Pernyataan 2 → Benar.** Setiap pekerja berhak berhenti dari pekerjaan yang membahayakan dan melapor. Menunggu pengawas tidak boleh menjadi alasan melanjutkan pekerjaan berbahaya.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Kepala teknik tambang menanggung jawab pelaksanaan kaidah teknik dan keselamatan operasi, sehingga penutupan jalur dan pemeriksaan penyebab retakan berada di bawah tanggung jawabnya.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

No. 9 Kunci: D

Konsep: Pengendali kadar mencampur (blending) material dari beberapa bukaan agar mutu muatan memenuhi syarat pembeli. Kadar muatan adalah rata-rata tertimbang: jumlah (tonase × kadar) dibagi total tonase. Rencana juga harus sesuai stok tiap bukaan dan syarat operasional lain.

Langkah:
1. Syarat: total 1.000 ton, B tepat 300 ton, tiap bukaan tidak melebihi stoknya, kadar abu rata-rata paling tinggi 10 %.
2. Opsi A: 700 ton dari A melebihi stok A (600 ton) → gugur walaupun kadarnya 9,0 %.
3. Opsi B: (500×6 + 300×16 + 200×12) ÷ 1.000 = 10,2 % → melebihi 10 %.
4. Opsi C: (400×6 + 300×16 + 300×12) ÷ 1.000 = 10,8 % → melebihi.
5. Opsi D: (600×6 + 300×16 + 100×12) ÷ 1.000 = 9,6 % → memenuhi, stok cukup.
6. Opsi E: (300×6 + 300×16 + 400×12) ÷ 1.000 = 11,4 % → melebihi.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: kadarnya terlihat aman (9,0 %), tetapi 700 ton melebihi stok bukaan A sebesar 600 ton sehingga rencana tidak dapat dijalankan.
• **B.** ✗ Jebakan: hasilnya 10,2 %, hanya sedikit di atas batas, sehingga tampak "hampir memenuhi". Syarat pembeli tetap dilanggar.
• **C.** ✗ Jebakan: porsi bukaan C (12 %) terlalu besar sehingga kadar campuran 10,8 %. Bila ketiga kadar dirata-ratakan tanpa tonase, hasilnya (6 + 16 + 12) ÷ 3 ≈ 11,3 % dan juga keliru.
• **D.** ✓ Kadar abu rata-rata 9,6 %, B tepat 300 ton, dan 600 ton dari A tidak melebihi stok: semua ketentuan terpenuhi.
• **E.** ✗ Jebakan: porsi bukaan C (12 %) diperbesar sehingga kadar campuran naik menjadi 11,4 %, jauh di atas batas pembeli.

Jawaban: D.

No. 10 Kunci: A, B, D

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

Konsep: Selisih antara model dan hasil produksi diselidiki dari beberapa arah, masing-masing oleh profesi yang berwenang: posisi dan batas galian (surveyor), keutuhan sampel (teknisi preparasi), dan kewajaran model (geolog tambang). Data hasil ukur tidak boleh diubah agar cocok dengan perkiraan.

Langkah:
1. Kemungkinan sebab: material berasal dari blok lain, sampel rusak saat preparasi, atau model kurang tepat.
2. Surveyor memeriksa batas galian → benar.
3. Teknisi preparasi memeriksa catatan preparasi → benar.
4. Dispatcher mengubah data agar cocok → manipulasi → salah.

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

5. Geolog membandingkan log bor dengan hasil produksi → benar.
6. Juru bor mengganti hasil lab dengan angka model → memalsukan data dan di luar tugasnya → salah.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Bila galian melewati batas blok, sampel produksi berisi material blok lain. Memastikan asal material adalah tugas surveyor.
• **Pernyataan 2** ✓ Kesalahan saat preparasi atau pelabelan dapat menurunkan atau menukar hasil analisis; memeriksa catatannya adalah tugas teknisi preparasi.
• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: selisih dianggap masalah administrasi. Mengubah data agar cocok adalah manipulasi dan menyembunyikan penyebab sebenarnya.
• **Pernyataan 4** ✓ Model blok disusun dari data bor; membandingkannya dengan hasil produksi adalah tugas geolog tambang, dan model diperbarui bila terbukti kurang tepat.
• **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: model dianggap lebih benar daripada hasil pengukuran. Hasil laboratorium tidak boleh diganti; selisih justru diselidiki sebabnya.

Jawaban: pernyataan 1, 2, 4.

No. 11 Kunci: B

Konsep: Titik kontrol (GCP) adalah titik berkoordinat pasti yang tampak di foto dan dipakai mengoreksi posisi model 3D. Syaratnya: bertahan tidak bergeser selama survei, mudah dikenali di foto, dan tersebar merata mengelilingi area serta ada di tengah, supaya koreksi berlaku bagi seluruh blok, bukan hanya satu sisi.

Langkah:

1. Baca keadaan tiap titik pada panel: P2 di atas timbunan yang diratakan tiap hari dan P5 di tanggul yang sering ditimbun → tidak stabil, dicoret.
2. Titik stabil: P1, P3, P4, P6, P7.
3. P7 berada di tepi barat di antara P1 dan P6 sehingga tidak menambah sebaran; P4 di tengah wajib dipakai.
4. Kombinasi stabil dan tersebar: P1 (barat laut), P3 (timur laut), P6 (barat daya), dan P4 (tengah).
5. Periksa pengecoh: A hanya di separuh barat, C memuat P2, D memuat P5, E memuat P2 dan P5.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: semua titiknya stabil dan ada titik tengah, tetapi seluruhnya berada di separuh barat blok. Sisi timur tidak terkoreksi dengan baik.
• **B.** ✓ Empat titik stabil yang tersebar: tiga sudut (P1, P3, P6) dan satu di tengah (P4).
• **C.** ✗ Jebakan: sebarannya baik, tetapi P2 berada di atas timbunan batuan yang diratakan tiap hari sehingga koordinatnya cepat tidak berlaku.
• **D.** ✗ Jebakan: "empat sudut" tampak ideal, tetapi P5 berada di tanggul kolam yang sering ditimbun ulang sehingga posisinya tidak tetap.
• **E.** ✗ Jebakan: memuat dua titik yang tidak stabil (P2 dan P5), dan P7 berdekatan dengan sisi barat.

Jawaban: B.

No. 12 Kunci: 1S 2B 3S

Konsep: Pengecekan alat pada titik kontrol berkoordinat sah membandingkan hasil ukur dengan nilai yang diketahui. Tiap komponen (E, N, tinggi) dibandingkan dengan batasnya sendiri; bila satu saja melampaui, pengukuran dihentikan dan alat diperiksa. Pengecekan dilakukan berkala, bukan sekali.

Langkah:

1. Bandingkan: E 3 cm ≤ 4 cm (memenuhi), N 4 cm ≤ 4 cm (memenuhi), tinggi 9 cm lebih dari 8 cm (melampaui).
2. Satu batas terlampaui → pengukuran dihentikan, alat diperiksa.

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

3. Pernyataan 1 mengabaikan tinggi → salah; pernyataan 2 → benar; pernyataan 3 menganggap satu kali cek cukup → salah.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: hanya dua selisih yang dibandingkan. Selisih tinggi 9 cm melampaui batas 8 cm, dan satu batas yang terlampaui sudah cukup untuk menghentikan pengukuran.

• **Pernyataan 2 → Benar.** Batas tinggi 8 cm terlampaui, jadi prosedur mengharuskan pengukuran dihentikan dan alat diperiksa.

• **Pernyataan 3 → Salah.** Jebakan: pengecekan satu kali dianggap menjamin seluruh hari. Penyimpangan dapat muncul kemudian, sehingga pengecekan ulang perlu dilakukan berkala.

Jawaban: Salah, Benar, Salah.

No. 13 Kunci: E

Konsep: Dua sumber data volume (survei drone dan catatan truk) harus saling cocok dalam batas yang ditetapkan. Selisih dihitung dari kedua angka, lalu dinyatakan sebagai persen terhadap dasar yang ditentukan. Bila di luar batas, kedua sumber diperiksa (titik kontrol survei, pencatatan rit), bukan salah satu langsung dibuang.

Langkah:

1. Penurunan volume menurut survei: 41.200 − 36.700 = 4.500 m^3.
2. Volume menurut catatan truk: 280 × 18 = 5.040 m^3.
3. Selisih: 5.040 − 4.500 = 540 m^3.
4. Persen terhadap penurunan volume survei (dasar yang ditentukan): 540 ÷ 4.500 × 100 % = 12 %.
5. 12 % lebih besar daripada batas 5 % → kedua data perlu diperiksa: titik kontrol model drone dan pencatatan rit.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: selisih dibandingkan dengan volume awal 41.200 m^3 (1,3 %) padahal dasar yang ditentukan adalah penurunan volume survei; hasilnya tampak aman.

• **B.** ✗ Jebakan: 280 × 18 salah dihitung menjadi 5.400 m^3, sehingga selisihnya 900 m^3 (20 %). Kesimpulannya tampak benar, tetapi angkanya salah.

• **C.** ✗ Jebakan: angka selisih dan persennya benar, tetapi tindakannya keliru: satu data langsung dijadikan resmi tanpa memeriksa mengapa keduanya berbeda.

• **D.** ✗ Jebakan: persen dihitung terhadap volume truk (540 ÷ 5.040 = 10,7 %), bukan terhadap penurunan volume survei, dan hanya survei yang diulang.

• **E.** ✓ Selisih 540 m^3 = 12 % dari 4.500 m^3, melebihi batas 5 %; titik kontrol survei dan pencatatan rit sama-sama diperiksa.

Jawaban: E.

No. 14 Kunci: E

Konsep: Menunjuk operator berarti memeriksa semua syarat sekaligus, bukan memilih calon yang terbaik pada satu kolom. Calon gugur bila satu syarat saja tidak terpenuhi: jenis unit berbeda, izin berakhir sebelum periode selesai, atau pengalaman di bawah batas.

Langkah:

1. Syarat: (a) izin ekskavator 20 ton, (b) berlaku sampai paling cepat 20 Juni 2027, (c) pengalaman minimal 500 jam.
2. Anto: izin berakhir 12 Juni, sebelum 20 Juni → gugur pada (b).
3. Bimo: pengalaman 380 jam, kurang dari 500 → gugur pada (c).
4. Cipto: izin dump truck, bukan ekskavator → gugur pada (a).
5. Dani: izin berakhir 19 Juni, satu hari sebelum periode selesai → gugur pada (b).
6. Edo: ekskavator 20 ton, berlaku sampai 22 Juni, 520 jam → memenuhi (a), (b), dan (c).

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

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: memilih calon dengan pengalaman terbanyak pada unit yang benar. Izinnya berakhir 12 Juni sehingga tidak mencakup shift sampai 20 Juni.

• **B.** ✗ Jebakan: izin paling lama dan unit benar, tetapi pengalaman 380 jam masih di bawah syarat 500 jam.

• **C.** ✗ Jebakan: angkanya paling besar pada dua kolom, tetapi izinnya untuk dump truck sehingga unitnya tidak sesuai.

• **D.** ✗ Jebakan: izin berakhir 19 Juni, hanya satu hari sebelum periode berakhir. "Hampir cukup" tetap tidak memenuhi syarat.

• **E.** ✓ Ekskavator 20 ton, berlaku sampai 22 Juni (melewati 20 Juni), dan 520 jam (lebih dari 500): semua syarat terpenuhi.

Jawaban: E.

No. 15 Kunci: A

Konsep: Alat penentu posisi dipilih menurut ketelitian yang dibutuhkan. GPS ponsel biasanya meleset beberapa meter dan merata-ratakan pembacaan tidak menghilangkan kesalahan sistematiknya. GNSS geodetik yang memakai koreksi dari titik kontrol berkoordinat tetap dapat mencapai ketelitian sentimeter.

Langkah:

1. Kebutuhan: ketelitian sentimeter pada lima titik bor.
2. Ketelitian tiap cara: GPS ponsel (beberapa meter), kompas dan pita ukur (kesalahan menumpuk pada jarak jauh), peta dan citra tercetak (skala dan geseran membuat posisi tidak pasti), GNSS geodetik berkoreksi (sentimeter).
3. Pilih satu-satunya cara yang mampu mencapai ketelitian itu.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ GNSS geodetik dengan koreksi dari titik kontrol berkoordinat tetap dapat mencapai ketelitian sentimeter, sesuai kebutuhan.

• **B.** ✗ Jebakan: merata-ratakan lima pembacaan dianggap menaikkan ketelitian menjadi sentimeter. Kesalahan beberapa meter pada GPS ponsel tetap ada.

• **C.** ✗ Jebakan: kompas dan pita ukur tampak teliti, tetapi kesalahan arah dan jarak menumpuk di medan tambang dan titik sulit diulang tepat.

• **D.** ✗ Jebakan: peta kontur lama diperbesar tidak menambah ketelitian dan sudah tidak sesuai kondisi lapangan sekarang.

• **E.** ✗ Jebakan: citra tercetak mudah bergeser dan memiliki ketelitian jauh di bawah sentimeter; jalan sebagai patokan juga dapat berubah.

Jawaban: A.

No. 16 Kunci: C

Konsep: Panel surya mengurangi kerja genset sebesar energi yang dihasilkannya. Penghematan solar = energi yang digantikan (kWh) × pemakaian solar per kWh; penghematan biaya = liter × harga per liter; lalu dikalikan jumlah hari dalam satu bulan.

Langkah:

1. Energi yang digantikan panel: 40 kWh per hari.
2. Solar yang dihemat per hari: 40 × 0,3 = 12 liter.
3. Per bulan: 12 × 30 = 360 liter.
4. Biaya: 360 × Rp14.000 = Rp5.040.000.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: itu penghematan satu hari (12 liter × Rp14.000), belum dikalikan 30 hari.

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

• **B.** ✗ Jebakan: itu biaya solar untuk sisa kerja genset (56 kWh × 0,3 × 30 × Rp14.000), bukan penghematan.
• **C.** ✓ 360 liter × Rp14.000 = Rp5.040.000: penghematan bulanan dari 40 kWh yang digantikan panel.
• **D.** ✗ Jebakan: seluruh produksi genset (96 kWh) dianggap tergantikan, padahal panel hanya menghasilkan 40 kWh.
• **E.** ✗ Jebakan: kesalahan satu desimal (Rp5.040.000 menjadi Rp504.000).

Jawaban: C.

No. 17 Kunci: E

Konsep: Besar emisi sebuah sumber = pemakaian × emisi per satuan. Penurunan emisi sebuah program = emisi sumber itu × persentase yang diturunkan. Persentase terbesar tidak otomatis memberi penurunan terbesar, karena sumbernya berbeda ukuran.

Langkah:
1. Emisi per sumber: dump truck 90.000 × 2,7 = 243.000 kg; genset 24.000 × 2,7 = 64.800 kg; crusher 150.000 × 0,8 = 120.000 kg; penerangan dan pompa 40.000 × 0,8 = 32.000 kg.
2. Program A: 10 % × 243.000 = 24.300 kg.
3. Program B: 50 % × 64.800 = 32.400 kg.
4. Program C: 20 % × 120.000 = 24.000 kg.
5. Program D: 50 % × 32.000 = 16.000 kg.
6. Program E: 15 % × 243.000 = 36.450 kg → terbesar.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: penurunan 24.300 kg; sumbernya yang terbesar, tetapi persentasenya terlalu kecil dibanding program E.
• **B.** ✗ Jebakan: separuh beban genset tampak besar, tetapi emisi genset hanya 64.800 kg sehingga penurunannya 32.400 kg, lebih kecil daripada program E.
• **C.** ✗ Jebakan: penurunan 24.000 kg; listrik crusher besar, tetapi 20 % darinya kurang dari 15 % solar dump truck.
• **D.** ✗ Jebakan: persentase terbesar (50 %), tetapi sumbernya terkecil sehingga penurunannya hanya 16.000 kg.
• **E.** ✓ 15 % × 243.000 kg = 36.450 kg, penurunan terbesar di antara kelima program.

Jawaban: E.

No. 18 Kunci: A, C, D

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

Konsep: Perencanaan reklamasi memakai hitungan sederhana: volume = luas × tebal; jumlah rit = volume ÷ muatan truk; luas dasar timbunan = volume ÷ tinggi. Tanah pucuk yang disimpan dijaga agar tetap subur: ditimbun rendah, terpisah dari tanah penutup, dan ditanami penutup.

Langkah:
1. Volume dikupas: 2,4 ha = 24.000 m^2; 24.000 × 0,25 = 6.000 m^3 → pernyataan 1 benar.
2. Rit: 6.000 ÷ 12 = 500, bukan 600 → pernyataan 2 salah.
3. Luas dasar: 6.000 ÷ 2 = 3.000 m^2 → pernyataan 3 benar.
4. Perlakuan simpanan: tanaman penutup menjaga timbunan → pernyataan 4 benar.
5. Volume dihamparkan: 24.000 × 0,20 = 4.800 m^3; sisa 1.200 m^3 tetap tanah subur → pernyataan 5 salah.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✓ 24.000 m^2 × 0,25 m = 6.000 m^3.
• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: 6.000 ÷ 12 = 500 rit, bukan 600. Angka 600 muncul bila volume dikira 7.200 m^3 atau muatan truk dikira 10 m^3.

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

• **Pernyataan 3** ✓ 6.000 m^3 ÷ 2 m = 3.000 m^2.
• **Pernyataan 4** ✓ Tanaman penutup melindungi timbunan dari erosi dan menjaga tanah tetap hidup selama disimpan.
• **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: sisa dianggap tidak berguna. Sisa 1.200 m^3 (6.000 − 4.800) tetap tanah subur yang dapat dipakai pada blok lain bila disimpan terpisah.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 4.

No. 19 Kunci: D

Konsep: Pengendalian debu paling efektif dilakukan di sumbernya: permukaan jalan dibasahi (penyiraman) dan kecepatan truk dibatasi karena kecepatan tinggi mengangkat lebih banyak debu. Pelindung bagi warga (masker) hanya mengurangi akibat, bukan debunya.

Langkah:
1. Tujuan: menurunkan debu langsung di sumber, cepat, tanpa menghentikan pengiriman.
2. Sumber debu: permukaan jalan kering yang terlindas truk dengan kecepatan tinggi.
3. Tindakan yang membasahi permukaan dan memperlambat truk memenuhi ketiga syarat.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: melindungi warga dianggap sama dengan mengendalikan debu. Debu tetap mengepul dan hanya dampaknya yang dikurangi.
• **B.** ✗ Jebakan: pohon memang membantu menahan debu, tetapi butuh waktu bertahun-tahun tumbuh sehingga tidak "paling cepat".
• **C.** ✗ Jebakan: debu berpindah ke jam lain; jalan tetap kering dan mengepul, dan kebisingan malam hari mengganggu warga.
• **D.** ✓ Penyiraman membasahi permukaan sehingga debu tidak terangkat, dan kecepatan rendah mengurangi debu yang terangkat; pengiriman tetap berjalan.
• **E.** ✗ Jebakan: debu berhenti, tetapi pengiriman juga berhenti; padahal perusahaan ingin menurunkan debu tanpa menghentikan pengiriman.

Jawaban: D.

No. 20 Kunci: B, D, E

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

Konsep: Praktik pertambangan berkelanjutan mengurangi dampak di sumbernya dan tidak memindahkannya ke pihak lain: reklamasi bertahap, pengendalian debu, pengelolaan air limpasan lewat kolam pengendap, dan efisiensi energi. Usulan yang menunda atau memindahkan masalah tidak termasuk.

Langkah:
1. Usulan 1: membuka semua lahan sekaligus memperbesar erosi dan menunda reklamasi → salah.
2. Usulan 2: reklamasi bertahap → benar.
3. Usulan 3: air limpasan langsung ke sungai memindahkan masalah ke hilir → salah.
4. Usulan 4: penyiraman jalan dan pemeriksaan kolam → benar.
5. Usulan 5: efisiensi energi → benar.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: pembukaan sekaligus dianggap efisien. Lahan terbuka luas memperbesar erosi dan lumpur, dan reklamasi baru dapat dimulai jauh kemudian.
• **Pernyataan 2** ✓ Reklamasi bertahap memperpendek waktu lahan terbuka sehingga erosi dan dampak visual berkurang sejak awal.
• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: kolam dianggap biaya tambahan. Air limpasan membawa lumpur sehingga sungai tercemar dan warga di hilir dirugikan.
• **Pernyataan 4** ✓ Penyiraman menekan debu di sumbernya, dan pemeriksaan kolam menjaga

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

kapasitasnya saat hujan lebat.

• **Pernyataan 5** ✓ Pemakaian listrik yang lebih kecil berarti emisi gas rumah kaca dan biaya yang lebih kecil, tanpa memindahkan masalah ke tempat lain.

Jawaban: pernyataan 2, 4, 5.

No. 21 Kunci: B, C, E

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

Konsep: Air asam tambang terbentuk saat mineral sulfida seperti pirit terkena udara dan air sehingga menghasilkan asam. Pengelolaannya: mengurangi kontak pirit dengan udara dan air (memisahkan, menutup, memadatkan), menetralkan air asam (misalnya dengan kapur), dan mengukur pH sebelum air dilepas. Pengenceran bukan penanganan.

Langkah:

1. Sebab: lapisan berpirit tersingkap, terkena udara dan hujan → air berpH rendah.
2. Pernyataan 1: pengenceran tidak memenuhi syarat dan memindahkan masalah → salah.
3. Pernyataan 2: netralisasi dan ukur ulang → benar.
4. Pernyataan 3: tangani sebab di timbunan (tutup dan padatkan) → benar.
5. Pernyataan 4: hujan bukan sumber asam → salah.
6. Pernyataan 5: pisahkan dan kurung material berpirit pada timbunan berikutnya → benar.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: pengenceran dianggap memenuhi syarat. Aturan menetapkan pH air yang dilepas; mengencerkan menyamarkan masalah dan tetap membawa asam ke sungai.

• **Pernyataan 2** ✓ Kapur menaikkan pH; pengukuran ulang memastikan air sudah memenuhi syarat 6 sampai 9 sebelum dilepas.

• **Pernyataan 3** ✓ Asam terbentuk saat pirit terkena udara dan air; mengurangi kontak itu menghentikan pembentukan asam dari sumbernya.

• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: kebersihan air hujan dianggap menentukan. Asam terbentuk dari pirit di timbunan, bukan dari hujan; hujan hanya membawanya keluar.

• **Pernyataan 5** ✓ Memisahkan dan mengurung material berpirit mencegah kontak dengan udara dan air sejak awal penimbunan.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

No. 22 Kunci: A

Konsep: Erosi terjadi karena permukaan tanah gundul terkena hujan lebat. Penutup tanaman menahan tanah dengan akarnya dan memperlambat air, sedangkan saluran air mengatur aliran agar tidak membentuk alur. Menangani sebab di lereng lebih baik daripada hanya mengeruk lumpur yang sudah masuk kolam.

Langkah:

1. Sebab masalah: lereng gundul yang terkena hujan lebat → erosi → lumpur memenuhi kolam.
2. Tindakan yang menghentikan sebab dengan murah: tanaman penutup cepat tumbuh dan saluran air.
3. Tindakan yang hanya mengurus akibat atau menunda tidak menyelesaikan sebab.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Tanaman penutup menahan tanah dan memperlambat air, saluran air mencegah alur baru, dan biayanya murah: sebab erosi ditangani.

• **B.** ✗ Jebakan: pengerukan menangani akibat (kolam penuh), bukan sebab; selama lereng gundul, lumpur akan terus masuk.

• **C.** ✗ Jebakan: kemarau hanya menunda; hujan berikutnya akan menimbulkan erosi yang sama pada lereng yang masih gundul.

• **D.** ✗ Jebakan: lereng yang lebih tinggi dan curam justru mempercepat aliran air sehingga erosinya

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

lebih besar.

• **E.** ✗ Jebakan: alur diratakan, tetapi permukaan tetap gundul sehingga hujan berikutnya membuat alur baru.

Jawaban: A.

No. 23 Kunci: 1B 2S 3S

Konsep: Mineral seperti nikel dipakai untuk teknologi energi bersih, tetapi penambangannya tetap menimbulkan dampak (lahan terbuka, air, debu, emisi dari alat). Pertambangan berkelanjutan berarti dampak itu dikelola dan dikurangi, bukan dibenarkan oleh kegunaan produk akhirnya.

Langkah:

1. Pernyataan 1: kebutuhan pasar tidak menghapus tanggung jawab lingkungan → benar.
2. Pernyataan 2: kegunaan produk tidak mengurangi kewajiban reklamasi dan pengelolaan air → salah.
3. Pernyataan 3: emisi dari solar alat tambang tetap terjadi saat penambangan → salah.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** Hasil tambang yang berguna bagi teknologi bersih tidak menghapus dampak penambangan; reklamasi, pengelolaan air, dan pengendalian debu tetap kewajiban perusahaan.

• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: tujuan akhir produk dianggap mengurangi kewajiban. Dampak di lokasi tambang (lahan terbuka, air berlumpur) sama saja bagi lingkungan sekitar.

• **Pernyataan 3 → Salah.** Jebakan: manfaat produk akhir dianggap menghapus emisi proses. Solar yang dibakar alat tambang tetap menghasilkan gas rumah kaca saat itu juga.

Jawaban: Benar, Salah, Salah.

No. 24 Kunci: C

Konsep: Waktu siklus = jumlah waktu semua kegiatan satu putaran truk. Jumlah rit dalam satu shift = waktu kerja efektif ÷ waktu siklus, dihitung hanya sebagai bilangan bulat (siklus yang belum selesai tidak dihitung). Muatan = rit × kapasitas truk.

Langkah:

1. Siklus sebelum: 9 + 5 + 14 + 3 + 11 = 42 menit → 420 ÷ 42 = 10 rit → 10 × 20 = 200 ton.
2. Siklus sesudah: 4 + 5 + 14 + 3 + 11 = 37 menit → 420 ÷ 37 = 11,35 → 11 rit utuh → 11 × 20 = 220 ton.
3. Tambahan: 220 − 200 = 20 ton.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: penghematan 5 menit dianggap terlalu kecil untuk menambah rit, padahal penghematan itu berlaku pada setiap siklus dan membuat rit ke-11 selesai dalam shift.

• **B.** ✗ Jebakan: pecahan rit dihitung (11,35 × 20 = 227 ton), padahal siklus yang belum selesai tidak menghasilkan muatan terbongkar.

• **C.** ✓ Rit utuh naik dari 10 (420 ÷ 42) menjadi 11 (420 ÷ 37 = 11,35, dibulatkan ke bawah); tambahan 1 rit × 20 ton = 20 ton.

• **D.** ✗ Jebakan: pecahan dibulatkan ke atas menjadi 12 rit, padahal siklus ke-12 belum selesai ketika shift berakhir.

• **E.** ✗ Jebakan: penghematan 5 menit dari 42 menit (11,9 %) langsung dikalikan ke muatan 200 ton, mengabaikan aturan rit utuh.

Jawaban: C.

No. 25 Kunci: D

Konsep: Batas waktu reklamasi tiap blok dihitung dari tanggal selesai penambangan blok itu, bukan dari tanggal yang sama untuk semua blok. Blok melanggar hanya bila batasnya sudah lewat pada tanggal pemeriksaan dan ia belum ditanami.

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

Langkah:

1. Batas A: 10 Mei 2027, sudah ditanami → tidak melanggar.
2. Batas B: 5 Agustus 2027 (sudah lewat) dan belum ditanami → melanggar (3,5 ha).
3. Batas C: 20 November 2027 (sudah lewat) dan belum ditanami → melanggar (1,5 ha).
4. Batas D: 15 Februari 2028 (belum tiba) → belum melanggar.
5. Batas E: 10 Maret 2028 (belum tiba) → belum melanggar.
6. Luas yang melanggar: 3,5 + 1,5 = 5,0 ha.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: semua blok yang belum ditanami dianggap melanggar, padahal D dan E belum mencapai batas 3 bulan.
• **B.** ✗ Jebakan: D ikut dihitung karena belum ditanami, padahal batasnya baru 15 Februari 2028.
• **C.** ✗ Jebakan: batas C dihitung salah (dikira belum lewat); 20 Agustus + 3 bulan = 20 November 2027, sudah lewat.
• **D.** ✓ Blok B (batas 5 Agustus) dan C (batas 20 November) sudah melewati batas dan belum ditanami: 3,5 + 1,5 = 5,0 ha.
• **E.** ✗ Jebakan: batas dihitung dari blok yang paling akhir selesai, bukan dari tanggal tiap blok, sehingga B terlewat dan D ikut terhitung.

Jawaban: D.

Latihan sub bab 2.1

No. 1 Kunci: A

Konsep: Hierarki pengendalian bahaya: eliminasi → substitusi → rekayasa teknik → administratif → APD. Bila bahaya tidak dapat dihilangkan atau diganti, rekayasa teknik (penutup, penghisap debu) lebih efektif daripada aturan kerja atau APD karena mengendalikan debu di sumbernya.

Langkah:

1. Eliminasi dan substitusi tidak mungkin (penggerusan harus tetap dilakukan).
2. Tingkat berikutnya: rekayasa teknik → penutup dan penghisap debu di alat.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Rekayasa teknik menangkap debu di sumbernya, tingkat tertinggi yang masih mungkin.
• **B.** ✗ Jebakan: respirator memang lebih baik dari masker kain, tetapi APD adalah pengendalian terakhir; debu tetap menyebar ke ruang timbang.
• **C.** ✗ Poster (administratif) tidak mengurangi jumlah debu.
• **D.** ✗ Debu justru menyebar ke luar dan mengenai orang lain.
• **E.** ✗ Jebakan: pembatasan jam kerja (administratif) mengurangi paparan, tetapi lebih rendah dari rekayasa teknik dan debu tetap menyebar.

Jawaban: A.

No. 2 Kunci: B, C, E

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

Konsep: Bahaya kerja dikelompokkan menurut sumbernya: biologis (makhluk hidup: nyamuk, ular, lintah), kimia (bahan bakar, asam, debu), fisik (licin, panas, bising), dan ergonomis (beban angkat, posisi kerja). Pengendalian harus sesuai jenis bahayanya.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: lintah dan ular adalah bahaya biologis; pengendaliannya sepatu bot tinggi, celana panjang, dan berjalan hati-hati.
• **Pernyataan 2** ✓ Nyamuk pembawa penyakit adalah makhluk hidup; pencegahan gigitan mengurangi risiko malaria.

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

• **Pernyataan 3** ✓ Beban berat dan lama menyebabkan cedera otot dan kelelahan; beban dibagi dan diberi waktu istirahat.
• **Pernyataan 4** ✗ Bensin adalah bahan kimia; bahaya uap dan kebakarannya termasuk bahaya kimia.
• **Pernyataan 5** ✓ Permukaan licin menyebabkan terpeleset dan jatuh; alas kaki yang tepat dan gerakan perlahan mengurangi risikonya.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

Latihan sub bab 2.2

No. 1 Kunci: B, D, E

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

Konsep: Saat gempa di tambang terbuka, bahaya utama adalah runtuhan dinding jenjang dan batu jatuh. Prosedurnya: jauhi dinding, setelah guncangan berhenti menuju titik kumpul lewat jalur aman dan melapor, serta tidak kembali bekerja sebelum lokasi diperiksa.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: berlindung cocok di dalam gedung, tetapi di pit, dinding jenjang dapat runtuh dan batuannya menimpa pekerja.
• **Pernyataan 2** ✓ Bagian terbuka jauh dari dinding mengurangi risiko tertimpa runtuhan.
• **Pernyataan 3** ✗ Dinding jenjang dapat runtuh susulan setelah gempa; peralatan tidak sebanding dengan nyawa.
• **Pernyataan 4** ✓ Berkumpul di titik kumpul memudahkan penghitungan orang dan penanganan darurat.
• **Pernyataan 5** ✓ Gempa dapat meretakkan dinding jenjang; pemeriksaan dilakukan sebelum pekerjaan dilanjutkan.

Jawaban: pernyataan 2, 4, 5.

No. 2 Kunci: C

Konsep: Kebakaran bahan bakar cair (kelas B) dipadamkan dengan APAR serbuk/busa, bukan air yang dapat menyebarkan minyak terbakar. Sumber bahan bakar (pompa) diputus lebih dulu agar api tidak terus mendapat bahan bakar. Api kecil dapat dipadamkan oleh pekerja terlatih; bila membesar, evakuasi.

Langkah:
1. Solar terus menetes karena pompa menyala → matikan pompa.
2. Api minyak (kelas B) → APAR serbuk, bukan air.
3. Api masih kecil dan Joko terlatih → padamkan sambil melaporkan.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: air memang memadamkan api biasa, tetapi menyebarkan solar yang terbakar sehingga api meluas.
• **B.** ✗ Memindahkan truk membuang waktu sementara api membesar karena solar terus mengalir.
• **C.** ✓ Sumber bahan bakar diputus, lalu api dipadamkan dengan media yang sesuai.
• **D.** ✗ Jebakan: karung dapat menutup api kecil, tetapi melanjutkan pengisian berbahaya sebelum lokasi diperiksa dan dibersihkan.
• **E.** ✗ Jebakan: evakuasi tepat bila api besar; api ini masih kecil dan Joko terlatih, sehingga membiarkannya membuat api menjalar ke truk tangki.

Jawaban: C.

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

Latihan sub bab 2.3

No. 1 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: APD dipilih sesuai bahaya: harness untuk bahaya jatuh dari ketinggian, kacamata safety untuk serpihan, rompi reflektif agar terlihat oleh kendaraan, ditambah helm dan sepatu safety.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** Bekerja di tepi ketinggian dengan tanah gembur berisiko jatuh; harness dan titik tambat menahan pekerja bila terjatuh.

• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: kacamata hitam hanya mengurangi silau; kacamata safety dirancang menahan serpihan batu saat batuan dipukul.

• **Pernyataan 3 → Benar.** Rompi berwarna terang dan memantulkan cahaya membuat pekerja terlihat oleh pengemudi.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 2 Kunci: B

Konsep: Pekerjaan dengan asam pekat memerlukan pelindung mata rapat (goggle), sarung tangan tahan bahan kimia (nitril/karet), jas lab, dan pelindung pernapasan untuk uap asam (respirator berfilter gas asam), selain bekerja di lemari asam.

Langkah:

1. Percikan ke mata → goggle; ke kulit → sarung tangan nitril + jas lab.
2. Uap asam → respirator uap asam (masker kain tidak menyaring gas).

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: pelindung mata dan tangan sudah tepat, tetapi masker kain tidak menyaring uap asam.

• **B.** ✓ Melindungi mata, kulit, dan pernapasan dari asam.

• **C.** ✗ Jebakan: kacamata terbuka tidak rapat sehingga percikan dapat masuk dari samping, dan respirator debu tidak menyaring uap asam.

• **D.** ✗ Jebakan: apron dan respirator tepat, tetapi sarung tangan kain menyerap asam sehingga asam menempel di kulit.

• **E.** ✗ Jebakan: lateks tipis cepat rusak oleh asam pekat, dan respirator debu tidak menyaring uap asam.

Jawaban: B.

Latihan sub bab 2.4

No. 1 Kunci: E

Konsep: 5R: Rapi berarti setiap barang punya tempat tetap yang mudah dikenali (misalnya papan bergambar/shadow board), dan Rajin/Rawat berarti kebiasaan memeriksa yang dijaga dengan aturan seperti daftar periksa alat.

Langkah:

1. Masalah: alat tidak punya tempat tetap dan tidak ada pencatatan.
2. Papan alat bergambar memperlihatkan alat yang belum kembali; daftar periksa mencatat pembawa alat.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: alat cadangan menambah biaya, dan alat tetap hilang karena penyebabnya tidak diatasi.

• **B.** ✗ Praktik lapangan membutuhkan kompas dan GPS; melarang membawa alat merugikan pembelajaran.

• **C.** ✗ Membersihkan (Resik) tidak mencegah alat hilang.

• **D.** ✗ Jebakan: alat bercampur dalam peti tetap sulit dicari dan tetap tidak diketahui siapa

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

pembawanya.
• **E.** ✓ Tempat tetap yang jelas dan pemeriksaan setiap berangkat-pulang mencegah alat hilang dengan biaya murah.

Jawaban: E.

No. 2 Kunci: 1B 2S 3S

Konsep: 5R di laboratorium menjaga mutu data: Resik (membersihkan alat setiap pergantian sampel untuk mencegah kontaminasi), Rapi (penyimpanan berlabel sesuai urutan kerja), Ringkas (memilah dengan aturan, bukan membuang sembarangan), Rawat, dan Rajin.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Benar.** Sisa serbuk sampel kaya yang tertinggal di alat dapat bercampur ke sampel berikutnya; membersihkan alat setiap pergantian mencegahnya.
• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: mudah dijangkau, tetapi tumpukan di lantai mudah tertukar dan robek; Rapi berarti rak berlabel menurut urutan kerja.
• **Pernyataan 3 → Salah.** Jebakan: Ringkas memang memilah barang, tetapi sisa sampel (duplikat) disimpan untuk uji ulang sesuai aturan dan hanya dibuang dengan izin dan catatan.

Jawaban: Benar, Salah, Salah.

Latihan sub bab 2.5

No. 1 Kunci: A

Konsep: Etika kerja mencakup menjaga kerahasiaan data perusahaan dan kejujuran. Data perusahaan hanya dipakai di luar dengan izin, dan bagian yang rahasia disamarkan tanpa memalsukan isinya.

Langkah:
1. Data eksplorasi milik perusahaan dan bersifat rahasia.
2. Kebutuhan sekolah dipenuhi dengan izin pembimbing dan penyamaran data, bukan dengan menyebarkan atau memalsukan.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Izin pembimbing dan penyamaran memenuhi tugas sekolah sekaligus aturan perusahaan.
• **B.** ✗ Jebakan: Bima ikut mengerjakannya, tetapi data tetap milik perusahaan dan dilarang disebarkan.
• **C.** ✗ Membawa salinan data rahasia tanpa izin melanggar aturan perusahaan.
• **D.** ✗ Jebakan: data perusahaan aman, tetapi laporan tidak memenuhi permintaan sekolah akan contoh data hasil kerja.
• **E.** ✗ Jebakan: izin memang diperlukan, tetapi data milik perusahaan, sehingga yang berhak memberi izin adalah perusahaan, bukan guru.

Jawaban: A.

Kuis Akhir Bab 2

No. 1 Kunci: D

Konsep: Risiko adalah gabungan seberapa mungkin bahaya itu menimbulkan kejadian dan seberapa berat akibatnya. Dalam penilaian sederhana, skor risiko = kemungkinan × akibat. Prioritas penanganan ditentukan oleh skor gabungan, bukan oleh satu faktor saja.

Langkah:
1. Hitung skor tiap pekerjaan: jalan angkut 3 × 2 = 6; dinding gembur 1 × 3 = 3; karung sampel 3 × 1 = 3; panel listrik 2 × 2 = 4; lantai licin 2 × 1 = 2.
2. Skor tertinggi adalah 6, yaitu menyeberang jalan angkut tanpa rambu.

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

3. Periksa pengecoh: akibat terberat (3) hanya menghasilkan skor 3 karena kemungkinannya kecil; kemungkinan tertinggi (3) pada karung sampel menghasilkan skor 3 karena akibatnya ringan.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: akibatnya memang paling berat (3), tetapi kemungkinannya hanya 1 sehingga skornya 3, di bawah skor jalan angkut.

• **B.** ✗ Jebakan: kemungkinannya tertinggi (3), tetapi akibatnya hanya 1 sehingga skornya 3; "paling sering" tidak sama dengan skor tertinggi.

• **C.** ✗ Jebakan: skornya 4, tinggi dibanding sebagian pekerjaan lain, tetapi masih di bawah skor 6 sehingga bukan prioritas pertama.

• **D.** ✓ Skor 3 × 2 = 6 adalah yang tertinggi di antara lima pekerjaan, sehingga ditangani lebih dulu.

• **E.** ✗ Jebakan: kemudahan memperbaiki tidak menentukan prioritas; skornya hanya 2, yang terendah.

Jawaban: D.

No. 2 Kunci: A, C, E

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

Konsep: Hierarki pengendalian bahaya dari yang paling efektif: (1) eliminasi, yaitu menghilangkan bahaya; (2) substitusi, yaitu menggantinya dengan yang kurang berbahaya; (3) rekayasa teknik, yaitu mengubah alat atau tempat; (4) administratif, yaitu mengatur cara kerja, rambu, rotasi, izin, dan pelatihan; (5) APD, yaitu melindungi pekerja yang tetap terpapar.

Langkah:

1. Usulan 1: pekerja tidak lagi berada di tepi jenjang → eliminasi → benar.
2. Usulan 2: rambu dan rotasi mengatur cara kerja → administratif, bukan rekayasa → salah.
3. Usulan 3: penutup dan penghisap debu mengubah alat → rekayasa teknik → benar.
4. Usulan 4: respirator melindungi pekerja yang tetap terpapar → APD, bukan eliminasi → salah.
5. Usulan 5: izin kerja dan pelatihan → administratif → benar.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Kebutuhan berada di tepi jenjang dihilangkan sama sekali, sehingga bahayanya tidak lagi mengenai pekerja; itulah eliminasi.

• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: rambu dan rotasi dikira mengubah alat. Keduanya mengatur cara kerja sehingga termasuk pengendalian administratif.

• **Pernyataan 3** ✓ Penutup dan penghisap debu mengubah alat agar debu tidak menyebar dari sumbernya; itulah rekayasa teknik.

• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: debu yang tidak terhirup dikira hilang. Debunya tetap ada; respirator hanya melindungi pekerja sehingga termasuk APD, tingkat terakhir.

• **Pernyataan 5** ✓ Izin kerja dan pelatihan mengatur siapa boleh bekerja dan bagaimana caranya; itulah pengendalian administratif.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 5.

No. 3 Kunci: A, D, E

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

Konsep: Skor risiko = kemungkinan × akibat. Pengendalian menurunkan salah satu faktor, lalu skor dihitung ulang dan dibandingkan dengan batas yang dapat diterima. Usulan yang digabung memengaruhi kemungkinan dan akibat sekaligus. Hierarki menolong menilai tingkatan tiap usulan: alat diubah (rekayasa), perilaku diatur (administratif).

Langkah:

1. Usulan 1: 1 × 3 = 3 ≤ 4 → memenuhi.
2. Usulan 2: 2 × 3 = 6 > 4 → belum memenuhi.
3. Usulan 3: 3 × 2 = 6 > 4 → belum memenuhi.

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

4. Gabungan 2 dan 3: 2 × 2 = 4 ≤ 4 → memenuhi.
5. Jenis pengendalian: pompa bernozel (alat) = rekayasa teknik; rambu = administratif.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✓ Kemungkinan 1 × akibat 3 = 3, tidak lebih dari 4.
• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: kemungkinan 2 × akibat 3 = 6, bukan 4; risiko masih di atas batas.
• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: kemungkinan tetap 3 dan akibat 2, sehingga 3 × 2 = 6; risiko masih di atas batas.
• **Pernyataan 4** ✓ Kemungkinan 2 × akibat 2 = 4, tepat pada batas yang diterima (paling tinggi 4).
• **Pernyataan 5** ✓ Pompa bernozel berhenti otomatis mengubah alat (rekayasa teknik); rambu mengatur perilaku (administratif).

Jawaban: pernyataan 1, 4, 5.

No. 4 Kunci: E

Konsep: Menurut hierarki pengendalian, eliminasi menghilangkan bahaya, substitusi menggantinya dengan yang lebih aman, lalu rekayasa teknik, administratif, dan APD. Bila bahaya tidak dapat dihilangkan tetapi ada pengganti yang aman dan memenuhi syarat kerja, mengganti bahan lebih efektif daripada mengelola bahaya yang tetap ada.

Langkah:
1. Eliminasi tidak mungkin: mencuci suku cadang harus tetap dikerjakan.
2. Substitusi mungkin: ada cairan berbahan air yang membersihkan setara dan tidak mudah menyala.
3. Substitusi lebih tinggi daripada kipas (rekayasa), giliran dan rambu (administratif), serta respirator dan sarung tangan (APD).
4. Pilih mengganti bensin dengan cairan pembersih berbahan air.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: kipas adalah rekayasa teknik, tingkat ketiga. Bensin yang mudah menyala tetap ada; kipas hanya mengurangi uapnya.
• **B.** ✗ Jebakan: giliran kerja adalah pengendalian administratif; uap tetap sama, hanya waktu paparan tiap orang yang dikurangi.
• **C.** ✗ Jebakan: rambu adalah pengendalian administratif; sumber bahaya dan uapnya tetap ada.
• **D.** ✗ Jebakan: respirator dan sarung tangan adalah APD, tingkat terendah; bensin tetap ada dan mudah menyala.
• **E.** ✓ Cairan berbahan air menggantikan bahan yang berbahaya dengan yang lebih aman; ini substitusi, tingkat yang lebih tinggi daripada pilihan lain.

Jawaban: E.

No. 5 Kunci: C

Konsep: Bahaya dikelompokkan menurut sumbernya: fisik (bising, getaran, panas, penerangan, benda jatuh), kimia (debu, gas, bahan kimia), biologis (makhluk hidup pembawa penyakit), dan ergonomis (posisi kerja, beban angkat, gerakan berulang yang tidak sesuai kemampuan tubuh). Keluhan otot dan tulang akibat cara kerja adalah tanda bahaya ergonomis.

Langkah:
1. Tandai sumber keluhan: membungkuk, memutar badan, dan mengangkat 15 kg berulang tiap jam.
2. Semuanya menyangkut cara dan beban bekerja pada tubuh, bukan energi lingkungan, zat, atau makhluk hidup.
3. Golongan yang sesuai adalah ergonomis; periksa pengecoh satu per satu.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: beban berat dikira bahaya fisik. Bahaya fisik berasal dari energi lingkungan (bising, panas, getaran); di sini yang bermasalah adalah cara tubuh mengangkat beban.

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

• **B.** ✗ Jebakan: debu sampel memang ada di laboratorium, tetapi keluhan nyeri pinggang tidak berasal dari zat yang terhirup.
• **C.** ✓ Posisi membungkuk, memutar, dan beban berulang adalah sumber bahaya ergonomis; nyeri pinggang adalah akibat khasnya.
• **D.** ✗ Jebakan: bahaya biologis datang dari makhluk hidup penyebab penyakit; tidak ada tanda infeksi pada kasus ini.
• **E.** ✗ Jebakan: keluhan yang muncul berulang akibat cara kerja justru tanda bahaya yang perlu dikendalikan, bukan kelelahan yang boleh diabaikan.

Jawaban: C.

No. 6 Kunci: B

Konsep: Pada kecelakaan listrik, bahaya belum berakhir selama arus masih mengalir: menyentuh korban membuat penolong ikut tersengat. Tindakan pertama adalah memutuskan arus bila sumbernya dapat dijangkau dengan aman, baru memanggil bantuan dan memeriksa korban. Menyiram air menambah bahaya karena air menghantarkan listrik.

Langkah:
1. Nilai keselamatan: arus masih mengalir lewat pompa ke tubuh korban.
2. Sakelar utama dapat dijangkau dengan aman, sehingga memutus arus adalah langkah tercepat dan paling aman.
3. Setelah arus mati, panggil bantuan lewat radio dan periksa kesadaran serta napas korban.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: tangan kosong menghantarkan arus; penolong ikut tersengat sehingga korban bertambah.
• **B.** ✓ Memutus arus pada sakelar utama menghentikan bahaya dalam hitungan detik; setelah itu bantuan dipanggil lewat radio.
• **C.** ✗ Jebakan: air menghantarkan listrik, sehingga siraman dapat mengalirkan arus kepada penolong dan memperparah keadaan.
• **D.** ✗ Jebakan: memanggil bantuan penting, tetapi menunda memutus arus yang dapat dijangkau aman membiarkan korban terus dialiri listrik.
• **E.** ✗ Jebakan: gagang kayu kering dipakai bila sumbernya tidak dapat dimatikan; di sini sakelar dapat dijangkau, sehingga memutus arus lebih aman dan lebih dulu.

Jawaban: B.

No. 7 Kunci: A

Konsep: Selama guncangan gempa di dalam bangunan: merunduk, berlindung di bawah meja atau tempat kokoh, dan melindungi kepala; jauhi kaca, rak, dan benda yang dapat jatuh. Berlari saat tanah masih berguncang berbahaya karena mudah terjatuh atau tertimpa benda. Setelah guncangan berhenti, keluar lewat jalur evakuasi menuju titik kumpul.

Langkah:
1. Kenali bahaya selama guncangan: rak dapat roboh dan kaca dapat pecah.
2. Pilih tempat yang melindungi kepala dan jauh dari kaca serta rak: bawah meja kokoh.
3. Keluar dan berkumpul baru dilakukan setelah guncangan berhenti.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Meja kokoh melindungi kepala dari benda jatuh; menjauhi kaca dan rak adalah prosedur selama guncangan.
• **B.** ✗ Jebakan: berlari ke luar saat masih berguncang menyebabkan jatuh di tangga atau tertimpa benda; keluar dilakukan setelah guncangan berhenti.
• **C.** ✗ Jebakan: jendela berkaca dikira jalan keluar tercepat. Kaca yang pecah justru melukai, dan

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

melompat dari lantai satu saat berguncang berbahaya.
• **D.** ✗ Jebakan: rak dikira kokoh karena menempel dinding, padahal rak sampel berisi batuan berat dapat roboh menimpa orang di sampingnya.
• **E.** ✗ Jebakan: tengah ruangan dikira jauh dari bahaya. Tanpa pelindung di atas kepala, lampu dan benda jatuh dapat mengenai tubuh.

Jawaban: A.

No. 8 Kunci: A

Konsep: APD dipilih dari bahaya tugasnya, bukan dari kebiasaan. Untuk tiap tugas, daftar bahayanya lebih dulu, lalu periksa apakah ada APD yang menutup tiap bahaya. APD baru dikatakan sesuai bila semua bahaya utama tertutup; satu bahaya yang terlewat (misalnya pelindung telinga atau pelampung) membuatnya belum lengkap.

Langkah:
1. Bayu: ketinggian 8 m (harness ke titik tambat), jalan angkut ramai (rompi reflektif), benda jatuh (helm), kaki (sepatu safety) → semua tertutup.
2. Cinta: serpihan terlontar membutuhkan kacamata safety; kacamata hitam bukan pelindung mata → belum sesuai.
3. Dewa: bising 98 dB membutuhkan pelindung telinga, yang tidak ada → belum sesuai.
4. Eni: kolam dalam 3 m dan tepi licin membutuhkan pelampung (dan sebaiknya tidak sendirian), yang tidak ada → belum sesuai.
5. Hanya Bayu yang lengkap, sehingga opsi "tidak ada" salah.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Harness yang dikaitkan ke titik tambat kokoh menutup bahaya jatuh; rompi untuk lalu lintas; helm dan sepatu safety untuk benda jatuh dan kaki: semua bahaya tertutup.
• **B.** ✗ Jebakan: sarung tangan dan respirator memang ada, tetapi kacamata hitam bukan kacamata safety sehingga mata tidak terlindung dari serpihan.
• **C.** ✗ Jebakan: kacamata dan respirator menutup debu dan serpihan, tetapi bising 98 dB tidak tertutup karena tidak ada pelindung telinga.
• **D.** ✗ Jebakan: bot dan sarung tangan karet melindungi dari air, tetapi bahaya tercebur ke kolam dalam yang licin tidak tertutup karena tidak ada pelampung.
• **E.** ✗ Jebakan: kesimpulan "semua kurang" muncul bila hanya mencari kekurangan; Bayu sudah memenuhi seluruh kebutuhan tugasnya.

Jawaban: A.

No. 9 Kunci: B, D, E

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

Konsep: Setelah evakuasi, semua orang berkumpul di titik kumpul dan dihitung. Bila ada yang belum ditemukan, ketua regu melaporkan jumlah, nama, dan lokasi terakhirnya kepada pemimpin darurat dan petugas pemadam. Tidak ada yang kembali ke bangunan sebelum dinyatakan aman, dan data kehadiran dicatat apa adanya.

Langkah:
1. Pernyataan 1: kembali ke gedung berasap tanpa izin menambah korban → salah.
2. Pernyataan 2: melapor dengan data lengkap kepada koordinator darurat → benar.
3. Pernyataan 3: menandai hadir tanpa bukti → salah.
4. Pernyataan 4: tetap di titik kumpul sampai dinyatakan aman → benar.
5. Pernyataan 5: memberi informasi kepada pemadam → benar.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: niat menolong membuat orang kembali ke bahaya. Penolong ikut terjebak

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

asap; pencarian dilakukan oleh petugas yang berwenang dan berperalatan.
• **Pernyataan 2** ✓ Jumlah, nama, dan lokasi terakhir adalah informasi yang dibutuhkan pencari untuk bekerja cepat dan aman.
• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: dugaan dianggap cukup. Mengubah data kehadiran menutupi fakta bahwa ada orang yang belum diketahui keberadaannya.
• **Pernyataan 4** ✓ Titik kumpul adalah tempat aman untuk menghitung orang; kembali ke gedung baru boleh setelah diizinkan.
• **Pernyataan 5** ✓ Informasi itu mempercepat dan mengarahkan pencarian oleh petugas yang berwenang.

Jawaban: pernyataan 2, 4, 5.

No. 10 Kunci: C

Konsep: APD harus diperiksa sebelum dipakai. Helm yang tertimpa benturan keras atau retak sudah kehilangan kemampuan meredam benturan walaupun tampak masih utuh. Helm demikian diganti dan diserahkan kepada petugas K3 agar tidak terpakai lagi; perbaikan seadanya tidak mengembalikan kekuatannya.

Langkah:
1. Kenali kondisi: helm retak sesudah benturan, sehingga kemampuan meredam benturan berkurang.
2. Cari tindakan yang menghilangkan helm rusak dari pemakaian, bukan yang menutupi retakannya.
3. Pilih mengganti dengan helm baru dan menyerahkan helm retak ke petugas K3.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: lakban hanya menutupi retakan dan tidak mengembalikan kekuatan helm.
• **B.** ✗ Jebakan: tali dagu menahan posisi helm di kepala, tetapi tidak memperbaiki retak yang melemahkan cangkangnya.
• **C.** ✓ Helm yang retak diganti segera dan diserahkan kepada petugas K3 agar tidak dipakai kembali oleh siapa pun.
• **D.** ✗ Jebakan: topi kain menambah lapisan, tetapi tidak menggantikan cangkang helm yang menahan benda jatuh.
• **E.** ✗ Jebakan: "masih menutup kepala dengan baik" dikira cukup, padahal kemampuan menahan benturan berikutnya sudah berkurang.

Jawaban: C.

No. 11 Kunci: B, C, E

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

Konsep: APD diperiksa sebelum dipakai: bagian yang rusak dan tidak lagi melindungi diganti; yang masih berfungsi tetap boleh dipakai. Respirator harus rapat di wajah (janggut, celah, atau tali longgar membuatnya tidak melindungi). Harness bertali sobek, sarung tangan robek, dan bantalan earmuff retak adalah kerusakan yang menghilangkan fungsi.

Langkah:
1. Respirator: pipi tidak rapat karena janggut → celah → tidak melindungi → perlu penyesuaian atau jenis lain, bukan tetap dipakai.
2. Harness: tali sobek → tidak boleh dipakai → diganti.
3. Sarung tangan: robek di ujung jari → diganti.
4. Kacamata: goresan halus di tepi dan pandangan tidak terganggu → masih berfungsi → tidak wajib dibuang.
5. Earmuff: bantalan retak → tidak kedap → diganti.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: respirator hanya bekerja bila tepinya rapat di wajah. Janggut membuat

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

celah sehingga debu masuk lewat samping walaupun hidung dan mulut tertutup.
• **Pernyataan 2** ✓ Tali yang sobek tidak dapat diandalkan menahan beban jatuh; harness rusak tidak boleh dipakai.
• **Pernyataan 3** ✓ Robekan membuka kulit terhadap goresan batu dan bahan kimia, sehingga sarung tangan harus diganti.
• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: goresan halus di tepi yang tidak mengganggu pandangan tidak membuat kacamata kehilangan fungsi; yang diganti adalah APD yang tidak lagi melindungi.
• **Pernyataan 5** ✓ Kedap suara bergantung pada bantalan yang rapat; bantalan retak membiarkan bising masuk.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

No. 12 Kunci: E

Konsep: Pelindung telinga dipilih dengan membandingkan bising di telinga setelah dipakai (bising pos dikurangi penurunan pada label) dengan batas aman. Bila sumbat sudah cukup, sumbat dipakai; bila belum, dipakai earmuff. Pos yang bisingnya sudah di bawah batas tidak memerlukan pelindung.

Langkah:
1. Ruang preparasi: 88 dB > 85 dB → perlu pelindung; sumbat 88 − 20 = 68 dB sudah cukup.
2. Gudang genset: sumbat 98 − 20 = 78 dB ≤ 85 dB → sumbat cukup.
3. Ruang crusher: sumbat 108 − 20 = 88 dB > 85 dB → belum cukup; earmuff 108 − 27 = 81 dB ≤ 85 dB → earmuff.
4. Pos pemuatan: 80 dB < 85 dB → tidak perlu pelindung.
5. Pilihan yang benar: ruang crusher dengan earmuff.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: selisih 3 dB tampak kecil, tetapi 88 dB sudah di atas batas 85 dB sehingga pelindung tetap diperlukan.
• **B.** ✗ Jebakan: 98 dB tampak tinggi sehingga langsung dikira butuh earmuff, padahal sumbat sudah menurunkannya menjadi 78 dB.
• **C.** ✗ Jebakan: sumbat memang lebih ringan, tetapi 108 − 20 = 88 dB masih di atas batas 85 dB.
• **D.** ✗ Jebakan: bising 80 dB sudah di bawah batas 85 dB sehingga tidak memerlukan pelindung telinga.
• **E.** ✓ Sumbat hanya menurunkan sampai 88 dB (di atas batas), sedangkan earmuff menurunkan sampai 81 dB sehingga memenuhi batas.

Jawaban: E.

No. 13 Kunci: C

Konsep: Rencana evakuasi harus memenuhi syarat jarak dan arah angin sekaligus: jalur dan titik kumpul cukup jauh dari sumber bahaya, dan titik kumpul berada di sisi datangnya angin agar asap atau uap tidak terbawa ke sana. Jarak dibaca dari petak kisi (1 petak = 50 m), bukan ditebak dari gambar.

Langkah:
1. Arah angin: bertiup ke timur, sehingga sisi tempat angin datang adalah barat tangki; ruang kontrol di sisi timur tangki berada di sisi yang dituju angin.
2. T3: 3 petak ke timur = 150 m (cukup jauh) tetapi di sisi timur, yaitu sisi yang dituju angin → gugur.
3. T1: 1 petak ke barat dan 1 petak ke selatan; jaraknya sekitar 71 m (kurang dari 100 m) → gugur.
4. T2: 3 petak ke barat = 150 m dan di sisi barat → memenuhi.
5. Jalan Barat-Dekat melewati titik 1 petak (50 m) di selatan tangki → gugur. Jalan Selatan paling dekat dengan tangki di T2, yaitu 3 petak = 150 m, sehingga seluruh jalurnya lebih dari 100 m → memenuhi.
6. Pilihan yang memenuhi semuanya: Jalan Selatan menuju T2.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: jalannya paling pendek, tetapi T3 berada di timur tangki, sisi yang dituju angin,

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

sehingga asap terbawa ke titik kumpul itu.
• **B.** ✗ Jebakan: T2 benar, tetapi Jalan Barat-Dekat melewati titik yang hanya 50 m dari tangki yang terbakar, kurang dari batas 100 m.
• **C.** ✓ Jalan Selatan menjauhi tangki (paling dekat 150 m), dan T2 berjarak 150 m di sisi barat tempat angin datang; kedua aturan terpenuhi.
• **D.** ✗ Jebakan: "sisi barat" benar, tetapi T1 hanya sekitar 71 m dari tangki dan jalannya melewati titik 50 m dari tangki; kedua aturan dilanggar.
• **E.** ✗ Jebakan: bertahan di ruang kontrol terasa aman, padahal ruang itu di sisi yang dituju angin sehingga asap dan panas dapat mencapainya.

Jawaban: C.

No. 14 Kunci: C

Konsep: Ringkas (Seiri) berarti memilah barang yang diperlukan dari yang tidak, lalu memisahkan yang tidak diperlukan dari tempat kerja. Barang yang masih bernilai (kompas yang dapat diperbaiki) dipisahkan untuk diperbaiki, bukan dibuang; dokumen usang dipisahkan agar tidak terpakai keliru. Menata, membersihkan, dan membuat jadwal adalah langkah 5R yang lain.

Langkah:
1. Pilah isi rak: alat pakai harian, kompas rusak yang dapat diperbaiki, dan peta lama.
2. Langkah Ringkas memisahkan yang bukan alat pakai dari rak kerja, memperlakukan tiap kelompok sesuai nilainya.
3. Pilihan yang memilah tanpa membuang barang yang dapat diperbaiki: memisahkan kompas rusak dan peta lama.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: Ringkas dikira sama dengan membuang. Kompas yang dapat diperbaiki masih bernilai dan tidak boleh dibuang begitu saja.
• **B.** ✗ Jebakan: menyusun menurut ukuran adalah penataan (Rapi), dan tanpa memilah, kompas rusak serta peta lama tetap bercampur dengan alat pakai.
• **C.** ✓ Kompas rusak dipisahkan untuk diperbaiki dan peta lama dipisahkan dari alat pakai: inilah memilah yang diperlukan dari yang tidak.
• **D.** ✗ Jebakan: membeli rak baru dikira menyelesaikan masalah, padahal masalahnya adalah barang yang belum dipilah, bukan kurangnya rak.
• **E.** ✗ Jebakan: membersihkan adalah langkah Resik; barang rusak dan usang tetap bercampur bila tidak dipilah lebih dulu.

Jawaban: C.

No. 15 Kunci: B

Konsep: Kendaraan yang bersentuhan dengan kabel bertegangan dapat mengalirkan arus ke tanah di sekelilingnya. Orang yang berada di dalam kabin relatif aman selama tidak menyentuh tanah dan bodi bersamaan. Penolong tidak mendekat, menjauhkan orang lain, dan segera meminta sumber listrik dipadamkan oleh petugas berwenang. Sopir turun hanya bila timbul api, dengan melompat menjauh tanpa menyentuh bodi dan tanah bersamaan.

Langkah:
1. Bahaya utama: bodi truk dan tanah di sekitarnya mungkin bertegangan, walaupun tidak tampak api.
2. Sopir di kabin sebaiknya tetap di sana; penolong tidak boleh mendekat atau menyentuh truk.
3. Langkah pertama: menyuruh sopir tetap di kabin, menjauhkan orang lain, dan meminta listrik dipadamkan lewat kanal darurat.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: menyentuh pintu dan menarik sopir turun membuat penolong dan sopir menjadi

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

penghubung bodi bertegangan dengan tanah.
• **B.** ✓ Sopir tetap di kabin, orang dijauhkan, dan sumber listrik dipadamkan oleh petugas berwenang; inilah tindakan yang menghentikan bahaya dengan aman.
• **C.** ✗ Jebakan: ranting kayu kering tampak aman, tetapi kayu lembap atau tegangan tinggi dapat tetap menghantarkan arus, dan mendekat menempatkan Edi di zona bahaya.
• **D.** ✗ Jebakan: air menghantarkan listrik; menyiram kabel menghubungkan Edi dengan arus.
• **E.** ✗ Jebakan: menunggu dekat truk tampak berjaga, padahal tanah di dekat truk dapat bertegangan dan orang lain bisa ikut mendekat.

Jawaban: B.

No. 16 Kunci: 1S 2B 3B

Konsep: 5R terdiri atas Ringkas (memilah yang perlu dari yang tidak), Rapi (menata dan memberi tempat tetap), Resik (membersihkan dan memeriksa), Rawat (menjaga keadaan baik melalui standar, jadwal, dan daftar periksa), dan Rajin (disiplin menjalankan sebagai kebiasaan). Satu tindakan dicocokkan dengan prinsip berdasarkan fungsinya.

Langkah:
1. Pernyataan 1: daftar periksa dan jadwal piket adalah standar penjaga keadaan → Rawat, bukan Resik → salah.
2. Pernyataan 2: memilah inti berlabel dari serpihan → Ringkas → benar.
3. Pernyataan 3: menjalankan daftar periksa tiap hari tanpa disuruh → Rajin → benar.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: kegiatan membersihkan dikira Resik. Daftar periksa dan jadwal adalah standar yang menjaga keadaan tetap baik, yaitu langkah Rawat.
• **Pernyataan 2 → Benar.** Memilah yang diperlukan (inti berlabel) dari yang tidak (serpihan) adalah Ringkas, dan dilakukan lebih dulu agar inti tidak ikut terbuang.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Rajin berarti disiplin menjalankan aturan sebagai kebiasaan, tanpa harus diawasi atau diperintah.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

No. 17 Kunci: B, D, E

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

Konsep: APD dipilih sesuai bahaya: pelindung wajah dan kacamata untuk percikan dan serpihan, sarung tangan kulit untuk panas dan tepi tajam, pelindung telinga untuk bising, dan pakaian dari bahan yang tidak mudah meleleh. APD tidak pernah menggantikan pengaman pada alat; pengaman tetap terpasang selama alat dipakai.

Langkah:
1. Pernyataan 1: guard dilepas karena ada pelindung wajah → APD tidak menggantikan pengaman alat → salah.
2. Pernyataan 2: pelindung wajah penuh di atas kacamata → melindungi wajah dan mata → benar.
3. Pernyataan 3: kaus sintetis tipis meleleh bila terkena percikan → salah.
4. Pernyataan 4: sarung tangan kulit → benar.
5. Pernyataan 5: sumbat telinga untuk bunyi nyaring → benar.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: APD dianggap cukup menggantikan pengaman alat. Guard adalah pengendalian pada alat (rekayasa); APD hanya cadangan, bukan pengganti.
• **Pernyataan 2** ✓ Pelindung wajah menahan percikan; kacamata safety di baliknya melindungi mata bila ada serpihan yang lolos.
• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: kenyamanan dipilih daripada keselamatan. Bahan sintetis dapat meleleh

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

dan menempel di kulit bila terkena percikan api.
• **Pernyataan 4** ✓ Kulit tahan percikan dan tepi panas, berbeda dengan kain tipis yang mudah tembus.
• **Pernyataan 5** ✓ Bunyi gerinda yang nyaring dan berlangsung lama merusak pendengaran, sehingga pelindung telinga diperlukan.

Jawaban: pernyataan 2, 4, 5.

No. 18 Kunci: E

Konsep: Integritas data berarti hasil dilaporkan apa adanya sesuai SOP. Selisih duplikat dihitung dari kedua hasil dan dibandingkan dengan batas. Bila melampaui batas, analis mengulang dan melaporkan seluruh hasil; ia tidak memilih hasil yang disukai dan tidak merata-ratakan agar selisih tampak hilang. Selisih yang sama dengan batas masih diterima karena batasnya "paling besar".

Langkah:
1. Selisih: KT-01 = 1,58 − 1,52 = 0,06; KT-02 = 1,62 − 1,47 = 0,15; KT-03 = 1,35 − 1,29 = 0,06; KT-04 = 1,81 − 1,71 = 0,10.
2. Batas paling besar 0,10: hanya KT-02 (0,15) yang melampaui; KT-04 tepat 0,10 sehingga masih diterima.
3. Tindakan SOP untuk KT-02: mengulang analisis dan melaporkan seluruh hasil.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: memilih hasil yang "lebih dekat" tampak masuk akal, tetapi SOP melarang memilih salah satu; keputusan itu bukan hak analis.
• **B.** ✗ Jebakan: rata-rata 1,545 % menyamarkan selisih 0,15 yang melampaui batas; SOP mewajibkan pengulangan, bukan perataan.
• **C.** ✗ Jebakan: selisih KT-04 adalah 0,10, bukan lebih; "mendekati batas" tidak sama dengan melampaui batas.
• **D.** ✗ Jebakan: selisih KT-04 tepat 0,10, sedangkan batasnya "paling besar 0,10", sehingga masih diterima dan tidak wajib diulang.
• **E.** ✓ KT-02 selisihnya 0,15 (melampaui batas), sehingga dianalisis ulang dan seluruh hasil dilaporkan tanpa memilih.

Jawaban: E.

No. 19 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Pengaman mesin dan sakelar darurat adalah pengendalian yang melindungi pekerja; melepasnya melanggar SOP. Pelaksana berhak menolak perintah yang membahayakan, menyampaikan alasannya, dan melapor lewat jalur yang benar. Pembersihan sumbatan dilakukan dengan mematikan dan mengunci sumber daya terlebih dahulu.

Langkah:
1. Pernyataan 1: menolak melepas pengaman sah walau atasan menyatakan bertanggung jawab → benar.
2. Pernyataan 2: pergi tanpa alasan dan tanpa melapor tidak menyelesaikan bahaya → salah.
3. Pernyataan 3: mematikan dan mengunci daya sebelum membersihkan → cara sesuai SOP → benar.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Benar.** Pernyataan siap bertanggung jawab tidak menghapus pelanggaran SOP dan tidak melindungi pekerja dari cedera; menolak perintah yang membahayakan sah.
• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: menghindar dikira cukup. Tanpa alasan dan laporan, pengawas dapat memerintahkan orang lain, dan bahaya tetap ada.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Dengan daya dimatikan dan dikunci, conveyor tidak dapat bergerak mendadak ketika tangan berada di dekat rol, sehingga sumbatan dibersihkan dengan aman.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

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

No. 20 Kunci: D

Konsep: Etika kerja menuntut kejujuran dan kelengkapan pelaporan. Kondisi unit yang menyangkut keselamatan dicatat di buku serah terima dan disampaikan langsung kepada penerima, sehingga pengguna berikutnya tahu risikonya dan perusahaan dapat memperbaikinya. Menyembunyikan atau menyampaikan secara lisan saja membuka peluang kecelakaan dan perselisihan.

Langkah:

1. Kenali masalah: rem tangan kurang kuat pada tanjakan, yaitu bahaya keselamatan walaupun unit masih berjalan.
2. Penerima berhak tahu, dan perusahaan perlu bukti tertulis untuk memperbaiki.
3. Tindakan lengkap: mencatat di buku serah terima sekaligus memberi tahu Mira langsung.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: "masih berjalan normal" dikira cukup. Rem tangan yang lemah berbahaya terutama di tanjakan dan harus dilaporkan.
- **B.** ✗ Jebakan: informasi lisan mudah terlupa dan tidak menjadi bukti bagi perusahaan; catatan tertulis tetap diperlukan.
- **C.** ✗ Jebakan: memperbaiki sendiri tanpa laporan menyembunyikan masalah dan melewati wewenang bengkel.
- **D.** ✓ Mencatat di buku serah terima dan memberi tahu Mira langsung memastikan penerima dan perusahaan sama-sama mengetahui kondisi unit.
- **E.** ✗ Jebakan: meminta Mira mencoba sendiri membiarkannya menemukan bahaya itu di jalan, bukan memberi tahu sebelum bekerja.

Jawaban: D.

No. 21 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Rapi memberi tempat tetap dan label pada setiap barang; Resik membersihkan sekaligus memeriksa dan mencari sumber kotoran; Rajin adalah kebiasaan disiplin menjalankan semuanya setiap hari tanpa menunda. Di lapangan terbuka, prinsip yang sama tetap berlaku dengan tempat dan alat yang disesuaikan.

Langkah:

1. Pernyataan 1: tempat tetap berlabel untuk batang bor → Rapi → benar.
2. Pernyataan 2: menunda dan membersihkan sekaligus → bukan Rajin → salah.
3. Pernyataan 3: mengelap oli sambil memeriksa sumber kebocoran → Resik → benar.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 → Benar.** Memberi tempat tetap yang berlabel agar tiap barang mudah ditemukan dan dikembalikan adalah Rapi.
- **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: membersihkan sekaligus dikira rajin. Rajin berarti disiplin merawat setiap hari; menunda sampai kotor berat bertentangan dengannya.
- **Pernyataan 3 → Benar.** Resik tidak hanya membersihkan, tetapi juga memeriksa dan mencari sumber kotoran agar tidak terulang.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 22 Kunci: B, C, E

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

Konsep: Menghadapi perintah yang memalsukan data, pelaksana menolak dengan sopan, mendokumentasikan kejadian (waktu, objek, isi perintah), dan melapor lewat jalur yang disediakan, termasuk kepada pihak lain bila pelaku adalah atasan langsung. Pemalsuan data tidak pernah menjadi "penyesuaian kecil".

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

Langkah:

1. Pernyataan 1: menceritakan hanya kepada teman tidak menghentikan pemalsuan → salah.
2. Pernyataan 2: menolak dengan sopan dan beralasan → benar.
3. Pernyataan 3: melapor kepada pembimbing atau atasan pengawas → benar.
4. Pernyataan 4: mengubah dulu lapor kemudian → ikut memalsukan → salah.
5. Pernyataan 5: mencatat kejadian → benar.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 ✗** Jebakan: berbagi cerita dikira cukup. Teman PKL tidak berwenang menindaklanjuti sehingga pemalsuan data tetap berjalan.
• **Pernyataan 2 ✓** Mengubah label berarti memalsukan data; menolak dengan sopan dan beralasan menjaga hubungan kerja sekaligus integritas data.
• **Pernyataan 3 ✓** Pelaku yang melibatkan atasan langsung tidak boleh menjadi satu-satunya penerima laporan; jalur lain disediakan perusahaan.
• **Pernyataan 4 ✗** Jebakan: melapor kemudian dikira memperbaiki. Data palsu sudah terlanjur dipakai, dan menurut SOP pemalsuan itu sendiri sudah pelanggaran.
• **Pernyataan 5 ✓** Catatan tertulis membuat laporan jelas dan dapat ditindaklanjuti tanpa bergantung pada ingatan.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

No. 23 Kunci: B, D, E

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

Konsep: 5R bertahan melalui Rawat dan Rajin: standar yang jelas (label seragam, foto acuan), jadwal dan daftar periksa, penanggung jawab yang jelas, dan pemeriksaan rutin. Kegiatan besar yang jarang dilakukan atau berhenti karena hasil tidak bertahan tidak menyelesaikan penyebabnya.

Langkah:

1. Penyebab kembali berantakan: label luntur (standar buruk), daftar periksa kosong (tidak ada pemeriksaan), dan tidak ada penanggung jawab.
2. Usulan 1 mengganti pemeriksaan rutin dengan kegiatan jarang → tidak menjaga → salah.
3. Usulan 2 menetapkan piket dan pemeriksaan → benar.
4. Usulan 3 berhenti → salah.
5. Usulan 4 menstandarkan label tahan air → benar.
6. Usulan 5 menetapkan foto acuan dan penilaian bulanan → benar.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 ✗** Jebakan: kegiatan besar dikira cukup. Gudang kembali berantakan di sela kegiatan karena tidak ada pemeriksaan rutin yang menjaganya.
• **Pernyataan 2 ✓** Penanggung jawab yang jelas dan pemeriksaan rutin menjaga keadaan (Rawat) dan membiasakan disiplin (Rajin).
• **Pernyataan 3 ✗** Jebakan: kegagalan bertahan dikira kegagalan metode. Penyebabnya adalah tidak adanya standar dan pemeriksaan, bukan 5R itu sendiri.
• **Pernyataan 4 ✓** Label tahan air yang distandarkan mencegah label luntur; ini penyempurnaan standar (Rawat).
• **Pernyataan 5 ✓** Foto acuan membuat standar rapi terlihat jelas, sehingga penyimpangan mudah dikenali dan diperbaiki.

Jawaban: pernyataan 2, 4, 5.

No. 24 Kunci: B

Konsep: Papan alat bayangan (Rapi) membuat alat yang tidak ada langsung terlihat, dan daftar pergi-pulang (Rawat) menjelaskan ke mana perginya. Slot kosong yang sudah tercatat dipinjam dan masih

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

dalam waktu praktik adalah keadaan wajar. Slot kosong tanpa catatan apa pun tidak dapat dijelaskan, sehingga ditelusuri lebih dulu, terlebih bila itu bahan kimia yang berbahaya bila salah tangan.

Langkah:

1. Baca gambar: slot kosong ada tiga, yaitu kompas, pita ukur, dan botol HCl encer.
2. Cocokkan dengan catatan: kompas dan pita ukur tercatat dipinjam dan praktik masih berlangsung sampai 15.00 → wajar.
3. Botol HCl encer tidak ada pada catatan mana pun → tidak dapat dijelaskan dan berupa bahan kimia → ditelusuri lebih dulu.
4. Setelah itu daftar pergi-pulang diperketat agar semua pengambilan alat tercatat.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: slot kosong dikira pasti pelanggaran. Kedua alat itu tercatat dipinjam dan praktik masih berlangsung, sehingga belum perlu ditegur.
• **B.** ✓ Botol HCl satu-satunya slot kosong tanpa catatan dan berupa bahan kimia, sehingga ditelusuri lebih dulu; daftar pergi-pulang kemudian diperketat.
• **C.** ✗ Jebakan: membeli baru dikira menyelesaikan masalah. Alat yang tercatat dipinjam akan kembali, dan sistem pencatatan tetap tidak diperbaiki.
• **D.** ✗ Jebakan: mencatat hilang sebelum ditelusuri menyamakan alat yang dipinjam dengan yang tidak diketahui keberadaannya, padahal dua di antaranya jelas ada.
• **E.** ✗ Jebakan: mengisi slot dengan alat lain membuat papan tampak rapi tetapi menghilangkan tanda bahwa ada alat yang tidak ada.

Jawaban: B.

No. 25 Kunci: A

Konsep: Sikap hormat kepada masyarakat sekitar berarti mendengarkan dengan sopan, jujur tentang batas wewenang, dan mengarahkan ke pihak berwenang. Jawaban berupa dugaan atau janji di luar wewenang dapat menimbulkan kesalahpahaman dan melanggar kepercayaan. Mengabaikan atau merekam diam-diam merusak hubungan.

Langkah:

1. Tentukan wewenang: Sari belum berhak berbicara atas nama perusahaan.
2. Tentukan kebutuhan warga: pertanyaan yang dijawab oleh bagian hubungan masyarakat.
3. Pilih sikap yang sopan, jujur tentang batas wewenang, dan mengarahkan ke bagian yang tepat.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Mendengar dengan sopan dan mengarahkan ke bagian hubungan masyarakat menghormati warga sekaligus menjaga batas wewenang.
• **B.** ✗ Jebakan: menjawab dengan dugaan terlihat ramah, tetapi dapat menjadi informasi keliru yang dipegang warga sebagai keputusan perusahaan.
• **C.** ✗ Jebakan: kepastian yang menenangkan dikira baik. Sari tidak berwenang memutuskan dan jawabannya bisa menjadi janji yang tidak benar.
• **D.** ✗ Jebakan: menolak tanpa arahan membuat warga merasa diabaikan dan tidak tahu ke mana harus bertanya.
• **E.** ✗ Jebakan: merekam diam-diam melanggar kepercayaan dan tidak menjawab kebutuhan warga.

Jawaban: A.

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

Latihan sub bab 3.1

No. 1 Kunci: D

Konsep: Tampak depan memperlihatkan bentuk tinggi-lebar, tampak atas memperlihatkan lebar-kedalaman dan letak lubang yang terlihat dari atas, tampak samping memperlihatkan tinggi-kedalaman. Garis putus-putus yang memanjang dari permukaan sampai alas menandakan lubang tembus.

Langkah:

1. Tampak depan berbentuk L: kiri tinggi 40, kanan rendah 20 → balok berundak.
2. Tampak atas: lingkaran di bagian kanan (bagian rendah) → lubang tegak dari atas.
3. Tampak depan & samping: garis putus-putus dari permukaan bagian rendah sampai alas → lubang tembus.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Lingkaran pada tampak atas berada di bagian kanan, yaitu bagian rendah, bukan bagian tinggi.
- **B.** ✗ Jebakan: letaknya benar, tetapi garis putus-putus memanjang sampai alas, jadi lubangnya tembus.
- **C.** ✗ Tampak depan berbentuk L, jadi balok tidak rata.
- **D.** ✓ Bentuk L, lubang tampak sebagai lingkaran dari atas di bagian rendah, dan garis putus-putus sampai alas.
- **E.** ✗ Jebakan: lubang mendatar akan tampak sebagai lingkaran pada tampak depan atau samping, padahal lingkaran ada pada tampak atas.

Jawaban: D.

No. 2 Kunci: A, D, E

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

Konsep: Bidang miring tampak sebagai garis miring pada pandangan yang tegak lurus kemiringannya (tampak depan) dan sebagai bidang pada pandangan lain. Garis tebal = tepi terlihat; garis putus-putus = tepi tersembunyi.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ Tampak depan: sisi kiri 30, sisi kanan 10, dihubungkan garis miring.
- **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: 30 mm adalah tinggi sisi kiri; sisi kanan 10 mm.
- **Pernyataan 3** ✗ Garis itu digambar tebal, berarti tepi terlihat: batas sisi kanan (setinggi 10) dengan bidang miring di belakangnya.
- **Pernyataan 4** ✓ Dari atas, seluruh permukaan atas (bidang miring) terlihat dengan lebar 60 dan kedalaman 40.
- **Pernyataan 5** ✓ 30 − 10 = 20 mm.

Jawaban: pernyataan 1, 4, 5.

Latihan sub bab 3.2

No. 1 Kunci: A, D

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

Konsep: Proyeksi isometri memakai tiga sumbu yang saling membentuk 120° (dua sumbu 30° terhadap garis mendatar dan satu tegak). Garis yang sejajar sumbu digambar dengan ukuran penuh sesuai skala; garis miring lain dan lingkaran (menjadi elips) tidak menunjukkan ukuran sebenarnya.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ 100 cm × 1/10 = 10 cm; sumbu isometri mendatar digambar 30° terhadap garis horizontal.
- **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: perpendekan setengah dipakai pada dimetri/miring; pada isometri lebar

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

digambar penuh, 30 ÷ 10 = 3 cm.
• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: garis yang tidak sejajar sumbu isometri tidak digambar dengan ukuran sebenarnya.
• **Pernyataan 4** ✓ 10 cm × 1/10 = 1 cm pada sumbu tegak.
• **Pernyataan 5** ✗ Lingkaran pada bidang isometri tampak sebagai elips, bukan lingkaran sempurna.

Jawaban: pernyataan 1, 4.

No. 2 Kunci: D

Konsep: Tampak samping kanan diperoleh dengan melihat benda tegak lurus dari kanan. Tepi yang terlihat digambar tebal; tepi yang tertutup bagian benda di depannya digambar putus-putus.

Langkah:
1. Dari kanan: bagian rendah (tinggi 20) di depan sedalam 20 dan bagian tinggi (40) di belakang sedalam 20 → bentuk L dengan bagian tinggi di belakang.
2. Coakan berada di tengah lebar benda; dari kanan, dasarnya (tinggi 40 − 10 = 30) tertutup sisi kanan bagian tinggi → garis putus-putus pada tinggi 30.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: bentuk L benar, tetapi dasar coakan yang tersembunyi harus digambar putus-putus.
• **B.** ✗ Gambar menunjukkan bagian tinggi berada di belakang, bukan di depan.
• **C.** ✗ Benda tidak berbentuk persegi dari samping karena bagian depannya hanya setinggi 20.
• **D.** ✓ Bentuk L dengan bagian tinggi di belakang dan dasar coakan tersembunyi pada tinggi 30.
• **E.** ✗ Jebakan: dasar coakan tertutup sisi kanan bagian tinggi, jadi tidak terlihat dan tidak digambar tebal.

Jawaban: D.

Latihan sub bab 3.3

No. 1 Kunci: C

Konsep: Bila peta diperbesar atau diperkecil, skala grafis (batang skala) ikut berubah ukurannya sehingga tetap benar, sedangkan tulisan skala numerik tidak lagi berlaku. Pembesaran 200 % membuat peta 1 : 50.000 menjadi setara 1 : 25.000.

Langkah:
1. Pembesaran 200 % → setiap jarak di fotokopi 2 kali jarak di peta asli.
2. Jarak di peta asli = 8 ÷ 2 = 4 cm.
3. Jarak sebenarnya = 4 × 50.000 = 200.000 cm = 2 km (sama dengan membaca batang skala grafis yang ikut diperbesar).

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: pembesaran dikira melipatgandakan jarak sebenarnya (4 km × 2).
• **B.** ✗ Jebakan: memakai tulisan skala 1 : 50.000 yang tidak berlaku lagi setelah peta diperbesar.
• **C.** ✓ Jarak di peta asli 4 cm × 50.000 = 2 km.
• **D.** ✗ Jebakan: jarak dibagi dua sebanyak dua kali.
• **E.** ✗ Jebakan: salah konversi satuan; 8 × 50.000 cm = 4 km, bukan 0,4 km, dan pembesaran belum diperhitungkan.

Jawaban: C.

No. 2 Kunci: B

Konsep: Ukuran sebenarnya = ukuran peta × penyebut skala. Luas dihitung dari panjang dan lebar sebenarnya.

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

Langkah:

1. 4 cm × 10.000 = 40.000 cm = 400 m; 5 cm × 10.000 = 50.000 cm = 500 m.
2. Luas = 400 × 500 = 200.000 m^2 = 20 ha.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: salah satu langkah konversi kurang satu angka nol.
- **B.** ✓ 400 m × 500 m = 200.000 m^2 = 20 ha.
- **C.** ✗ Jebakan: 1 ha dianggap 1.000 m^2.
- **D.** ✗ Jebakan: kesalahan konversi satuan cm ke m.
- **E.** ✗ Jebakan: 200.000 m^2 ditulis langsung sebagai luas tanpa diubah ke hektare dan dibagi salah.

Jawaban: B.

Latihan sub bab 3.4

No. 1 Kunci: A

Konsep: Arah pada peta ditentukan dari panah utara, bukan dari tepi atas kertas. Bila utara menunjuk ke kanan kertas, maka timur ke bawah, selatan ke kiri, dan barat ke atas kertas. Jarak diukur dengan skala grafis.

Langkah:

1. Panah utara menunjuk ke kanan kertas → kanan = utara, bawah = timur, kiri = selatan, atas = barat.
2. S-03 berada di bawah pos jaga sejauh 1 ruas skala (100 m) → ±100 m di timur.
3. S-01 di kanan (utara) ±200 m; S-02 di atas (barat) ±150 m; S-04 di kiri-bawah, terutama ke kiri (selatan).

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ S-03 di bawah kertas = timur, sejauh ±100 m menurut skala grafis.
- **B.** ✗ Jebakan: bagian atas kertas dianggap utara; menurut panah, S-02 berada di barat pos jaga.
- **C.** ✗ Jebakan: kanan kertas dianggap timur; menurut panah, S-01 berada di utara.
- **D.** ✗ Jebakan: kiri kertas dianggap barat; menurut panah, S-04 berada di sebelah selatan pos jaga.
- **E.** ✗ Jebakan: arahnya benar, tetapi jaraknya salah baca skala (200 m, bukan 20 m).

Jawaban: A.

No. 2 Kunci: D

Konsep: Peta dapat memakai utara yang berbeda dengan utara jarum kompas (utara magnet). Selisihnya (deklinasi) diperhitungkan saat memindahkan arah dari kompas ke peta. Bila utara magnet berada di timur utara peta, sudut suatu arah terhadap utara peta lebih besar daripada terhadap utara magnet.

Langkah:

1. Utara magnet sudah bergeser 2° ke timur dari utara peta.
2. Arah ke puncak 58° dari utara magnet → dari utara peta 58° + 2° = 60°.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: dikurangi 2° dua kali.
- **B.** ✗ Jebakan: koreksi dikurangkan, padahal utara magnet berada di timur utara peta.
- **C.** ✗ Jebakan: bacaan kompas dipakai langsung tanpa koreksi.
- **D.** ✓ 058° + 2° = 060°.
- **E.** ✗ Jebakan: koreksi ditambahkan dua kali.

Jawaban: D.

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

Latihan sub bab 3.5

No. 1 Kunci: B, E

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

Konsep: Beda tinggi dibaca dari nilai garis kontur; jarak mendatar = panjang di peta × penyebut skala; kemiringan (%) = beda tinggi ÷ jarak mendatar × 100 %. Pada beda tinggi yang sama, jalur yang lebih pendek lebih curam.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: kedua jalur berawal di kontur 105 m dan berakhir di kontur 125 m, jadi beda tingginya sama, 20 m.
- **Pernyataan 2** ✓ 6 cm × 5.000 = 30.000 cm = 300 m.
- **Pernyataan 3** ✗ Beda tinggi sama tetapi jarak Y lebih pendek, sehingga Y lebih curam.
- **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: 6,7 % adalah kemiringan jalur X; jalur Y: 20 m ÷ 150 m × 100 % ≈ 13,3 %.
- **Pernyataan 5** ✓ X: 20 ÷ 300 × 100 % ≈ 6,7 % (memenuhi); Y ≈ 13,3 % (melebihi).

Jawaban: pernyataan 2, 5.

No. 2 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Kerapatan kontur menunjukkan kemiringan: rapat = curam, renggang = landai. Kontur indeks (tebal) digambar setiap kelipatan tertentu; banyaknya kontur biasa di antara dua kontur indeks = (selisih indeks ÷ interval) − 1.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 → Benar.** Garis kontur yang lebih rapat berarti beda tinggi yang sama dicapai pada jarak mendatar yang lebih pendek.
- **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: 25 m ÷ 5 m = 5 selang, tetapi di antara dua kontur indeks hanya ada 4 garis kontur biasa (mis. 30, 35, 40, 45 di antara 25 dan 50).
- **Pernyataan 3 → Benar.** Lereng timur lebih landai (kontur renggang), sehingga lebih aman untuk berjalan sambil membawa beban.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

Kuis Akhir Bab 3

No. 1 Kunci: B

Konsep: Volume benda dari tiga tampak diperoleh dengan membaca bentuk lengkapnya: balok dasar, dikurangi bagian yang terpotong (undakan), dikurangi lubang. Garis putus-putus yang berhenti sebelum alas menunjukkan lubang tak tembus, sehingga kedalamannya harus dibaca dari ukuran pada gambar. Massa = volume (cm^3) × massa jenis (g/cm^3).

Langkah:

1. Balok dasar: 80 × 40 × 40 = 128.000 mm^3.
2. Undakan di sebelah kanan atas: 30 × 40 × 20 = 24.000 mm^3 dikurangkan (tinggi 40 menjadi 20 sepanjang 30 mm, penuh dari depan ke belakang).
3. Lubang persegi 20 × 20 pada tampak atas; garis putus-putus pada tampak depan dan samping berhenti 25 mm dari tepi atas (tidak sampai alas): 20 × 20 × 25 = 10.000 mm^3.
4. Volume = 128.000 − 24.000 − 10.000 = 94.000 mm^3 = 94 cm^3.
5. Massa = 94 × 2,7 = 253,8 g.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: lubang dianggap tembus sampai alas (kedalaman 40 mm sehingga 16.000 mm^3); volume menjadi 88 cm^3 dan massa 237,6 g. Garis putus-putus berhenti pada kedalaman 25 mm.
- **B.** ✓ Volume 94 cm^3 (balok dikurangi undakan dan lubang tak tembus 25 mm) dikali 2,7 g/cm^3

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

menghasilkan 253,8 g.

- **C.** ✗ Jebakan: lubang diabaikan (hanya undakan yang dikurangkan): 104 cm^3 × 2,7 = 280,8 g.
- **D.** ✗ Jebakan: undakan diabaikan (hanya lubang yang dikurangkan): 118 cm^3 × 2,7 = 318,6 g.
- **E.** ✗ Jebakan: balok penuh tanpa mengurangi undakan maupun lubang: 128 cm^3 × 2,7 = 345,6 g.

Jawaban: B.

No. 2 Kunci: A

Konsep: Pada gambar berskala 1 : n, ukuran gambar = ukuran asli ÷ n. Pada dimetri 1 : 1 : ½, ukuran hasil skala pada sumbu panjang dan tinggi dipakai penuh, dan ukuran pada sumbu lebar (ke belakang) dibagi dua lagi.

Langkah:

1. Terapkan skala 1 : 10: panjang 90 ÷ 10 = 9 cm; lebar 50 ÷ 10 = 5 cm; tinggi 30 ÷ 10 = 3 cm.
2. Terapkan perbandingan sumbu 1 : 1 : ½: panjang tetap 9 cm; tinggi tetap 3 cm; lebar 5 ÷ 2 = 2,5 cm.
3. Urutan: 9 cm, 2,5 cm, 3 cm.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Skala 1 : 10 menghasilkan 9, 5, dan 3 cm; hanya sumbu lebar yang dibagi dua menjadi 2,5 cm.
- **B.** ✗ Jebakan: perbandingan sumbu 1 : 1 : ½ tidak diterapkan, sehingga lebar tetap 5 cm.
- **C.** ✗ Jebakan: sumbu tinggi ikut dipendekkan setengah; pada cara ini sumbu tinggi digambar penuh (3 cm).
- **D.** ✗ Jebakan: sumbu panjang yang dipendekkan; padahal yang dipendekkan adalah sumbu lebar (ke belakang).
- **E.** ✗ Jebakan: skala tidak diterapkan, sehingga ukuran asli dipakai sebagai ukuran gambar (dalam cm).

Jawaban: A.

No. 3 Kunci: B, D, E

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

Konsep: Garis tebal menunjukkan tepi yang terlihat dari arah pandang; garis putus-putus menunjukkan tepi yang tersembunyi. Benda terbuka di atas memperlihatkan tepi rongganya pada tampak atas (garis tebal) dan menyembunyikannya pada tampak depan dan samping (garis putus-putus). Ukuran bagian dalam dibaca dari selisih ukuran luar dan tebal dinding.

Langkah:

1. Pernyataan 1: tebal tiap dinding depan dan belakang = (60 − 50) ÷ 2 = 5 mm, bukan 10 mm → salah.
2. Pernyataan 2: nampan terbuka di atas, sehingga rongga terlihat dari atas → benar.
3. Pernyataan 3: kedalaman rongga = 20 − 5 = 15 mm, volume = 90 × 50 × 15 = 67.500 mm^3, bukan 90.000 → salah.
4. Pernyataan 4: kedalaman rongga 15 mm → benar.
5. Pernyataan 5: garis putus-putus = rongga tersembunyi di balik dinding depan → benar.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: selisih 10 mm adalah jumlah kedua dinding. Rongga ada di tengah, sehingga tiap dinding setebal 10 ÷ 2 = 5 mm.
- **Pernyataan 2** ✓ Nampan terbuka di atas, sehingga tepi rongga terlihat dari atas dan digambar dengan garis tebal.
- **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: tinggi luar 20 mm dipakai sebagai kedalaman rongga. Rongga hanya sedalam 20 − 5 = 15 mm, sehingga volumenya 90 × 50 × 15 = 67.500 mm^3.
- **Pernyataan 4** ✓ Garis putus-putus mendatar pada ketinggian 5 dari bawah adalah dasar rongga; dari tepi atas (20) ke dasar rongga (5) terdapat 15 mm.

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

• **Pernyataan 5 ✓** Rongga berada di dalam benda dan tertutup dinding depan dari arah pandang, sehingga tepinya digambar putus-putus.

Jawaban: pernyataan 2, 4, 5.

No. 4 Kunci: C

Konsep: Garis pada gambar dimetri berskala = ukuran asli ÷ penyebut skala; khusus garis lebar (sumbu ke belakang) hasilnya dibagi dua lagi karena perbandingan sumbu 1 : 1 : ½. Memeriksa tabel berarti menghitung ulang tiap baris dengan dua langkah itu.

Langkah:

1. K1: 60 ÷ 5 = 12; 40 ÷ 5 = 8 lalu ÷ 2 = 4; 20 ÷ 5 = 4 → cocok.
2. K2: 45 ÷ 5 = 9; 30 ÷ 5 = 6 lalu ÷ 2 = 3; 25 ÷ 5 = 5 → cocok.
3. K3: 80 ÷ 5 = 16; 50 ÷ 5 = 10 lalu ÷ 2 = 5, tetapi tabel menulis 10; 30 ÷ 5 = 6 → garis lebar salah.
4. K4: 35 ÷ 5 = 7; 20 ÷ 5 = 4 lalu ÷ 2 = 2; 15 ÷ 5 = 3 → cocok.
5. Baris yang salah: K3.

Analisis setiap opsi:

• **A. ✗** Jebakan: garis tinggi (20 ÷ 5 = 4) sudah benar; yang dibagi dua hanya garis lebar.
• **B. ✗** Jebakan: garis lebar K2 = 30 ÷ 5 = 6 lalu ÷ 2 = 3 cm; tabel sudah benar. Menolak ½ membuat nilai 6 tampak benar.
• **C. ✓** Garis lebar K3 seharusnya 50 ÷ 5 = 10 lalu ÷ 2 = 5 cm; tabel menulis 10 cm karena ½ tidak diterapkan.
• **D. ✗** Jebakan: garis panjang digambar penuh (35 ÷ 5 = 7); membaginya dua adalah salah.
• **E. ✗** Jebakan: skala 1 : 5 memang dipakai di semua baris, tetapi ½ pada garis lebar K3 terlewat sehingga tabel tidak seluruhnya benar.

Jawaban: C.

No. 5 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: Letak tampak pada kertas bergantung pada sistem proyeksi. Proyeksi sudut pertama (Eropa): tampak atas di bawah tampak depan, tampak samping kanan di kiri tampak depan. Proyeksi Amerika (sudut ketiga): tampak atas di atas tampak depan, tampak samping kanan di kanan tampak depan. Simbol pada kotak judul menunjukkan sistem yang dipakai; salah membaca sistem membuat nama tampak tertukar.

Langkah:

1. Pernyataan 1: proyeksi Eropa menaruh tampak atas di bawah tampak depan → benar.
2. Pernyataan 2: proyeksi Eropa menaruh tampak samping kanan di kiri tampak depan → benar.
3. Pernyataan 3: aturan Amerika membaca tampak di bawah tampak depan sebagai tampak bawah, bukan tampak atas → salah.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** Pada proyeksi sudut pertama (Eropa), tampak atas ditempatkan di bawah tampak depan, kebalikan dari proyeksi Amerika.
• **Pernyataan 2 → Benar.** Pada proyeksi sudut pertama, tampak yang dilihat dari kanan ditempatkan di sebelah kiri tampak depan, kebalikan dari proyeksi Amerika.
• **Pernyataan 3 → Salah.** Jebakan: letak tampak dianggap tidak berpengaruh. Menurut aturan Amerika, tampak yang di bawah tampak depan adalah tampak bawah, sehingga benda dapat terbaca terbalik.

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

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

No. 6 Kunci: B, D, E

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

Konsep: Tampak yang belum ada dapat disusun dari dua tampak lain: tampak atas mengambil panjang dari tampak depan dan lebar dari tampak samping. Setiap perubahan ketinggian yang terlihat dari atas menjadi satu garis tebal pada tampak atas, di posisi yang ditunjukkan tampak depan. Garis mendatar pada tampak samping hanyalah batas ketinggian.

Langkah:

1. Tampak atas memakai panjang 80 (tampak depan) dan lebar 40 (tampak samping): persegi panjang 80 × 40.
2. Tinggi berubah dari 40 ke 20 pada jarak 50 dari tepi kiri; undakan memanjang penuh dari depan ke belakang, sehingga tampak atas memiliki satu garis tebal tegak pada jarak 50.
3. Bagian rendah panjangnya 80 − 50 = 30.
4. Garis mendatar pada tampak samping (ketinggian 20) tidak muncul di tampak atas, dan garis di tampak atas tebal karena terlihat.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: tepi undakan dikira tersembunyi. Dari atas tepi itu terlihat jelas (bagian kanan lebih rendah), sehingga digambar dengan garis tebal.
• **Pernyataan 2** ✓ Tinggi benda berubah pada jarak 50 dari tepi kiri; tepi perubahan itu terlihat dari atas sebagai garis tebal tegak.
• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: angka 20 adalah ketinggian undakan pada tampak samping, bukan jarak pada tampak atas; benda berundak hanya ke arah kiri–kanan.
• **Pernyataan 4** ✓ Dari atas terlihat panjang 80 (dari tampak depan) dan lebar 40 (dari tampak samping).
• **Pernyataan 5** ✓ Bagian rendah dimulai pada jarak 50 dan berakhir pada 80, sehingga panjangnya 80 − 50 = 30.

Jawaban: pernyataan 2, 4, 5.

No. 7 Kunci: E

Konsep: Pada proyeksi ortogonal, tiap tampak dilihat tegak lurus dari satu arah. Tampak depan memperlihatkan panjang dan tinggi; tampak atas memperlihatkan panjang dan lebar; tampak samping memperlihatkan lebar dan tinggi. Ukuran yang searah dengan arah pandang tidak terlihat pada tampak itu.

Langkah:

1. Tampak atas dilihat dari atas, sehingga arah pandang searah dengan tinggi kotak dan tinggi tidak terlihat.
2. Yang terlihat adalah panjang (100 cm, kiri–kanan) dan lebar (40 cm, depan–belakang).
3. Bangunnya persegi panjang 100 cm × 40 cm.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: ukuran 100 × 12 adalah panjang dan tinggi, yaitu bangun pada tampak depan, bukan tampak atas.
• **B.** ✗ Jebakan: ukuran 40 × 12 adalah lebar dan tinggi, yaitu bangun pada tampak samping.
• **C.** ✗ Jebakan: ukuran dalam gambar tidak dijumlahkan; lebar dan tinggi tidak membentuk satu sisi yang terlihat dari atas.
• **D.** ✗ Jebakan: dari atas terlihat juga panjang kotak (100 cm), bukan hanya lebar; bangun 40 × 40 tidak sesuai dengan balok panjang itu.
• **E.** ✓ Dari atas terlihat panjang (100 cm) dan lebar (40 cm); tinggi tidak terbaca pada tampak atas.

Jawaban: E.

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

No. 8 Kunci: D

Konsep: Membaca ukuran sebenarnya dari gambar dimetri berarti membalik langkah menggambar: ukuran gambar × penyebut skala = ukuran sebenarnya; khusus sumbu lebar, hasilnya masih harus dikali dua karena sumbu itu digambar setengah. Volume balok = panjang × lebar × tinggi.

Langkah:

1. Panjang: 6 cm × 20 = 120 cm. Tinggi: 3 cm × 20 = 60 cm.
2. Lebar: garis 2 cm adalah separuh dari ukuran skala, sehingga ukuran skala = 2 × 2 = 4 cm; lebar sebenarnya = 4 × 20 = 80 cm.
3. Volume = 120 × 80 × 60 = 576.000 cm^3.
4. 576.000 ÷ 1.000.000 = 0,576 m^3.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: garis lebar dibagi dua lagi (bukan dikali dua), sehingga lebar dihitung 20 cm: 120 × 20 × 60 = 144.000 cm^3.
- **B.** ✗ Jebakan: garis lebar hanya dikali skala tanpa dikali dua (40 cm): 120 × 40 × 60 = 288.000 cm^3.
- **C.** ✗ Jebakan: garis tinggi juga dikali dua (120 cm), padahal yang digambar setengah hanya garis lebar: 120 × 80 × 120 = 1.152.000 cm^3.
- **D.** ✓ 120 × 80 × 60 = 576.000 cm^3 = 0,576 m^3 dengan lebar 80 cm yang dikoreksi dari garis ½.
- **E.** ✗ Jebakan: hasil 576.000 cm^3 dibagi 100.000 (salah satu angka nol terlewat) sehingga muncul 5,76 m^3.

Jawaban: D.

No. 9 Kunci: B, D, E

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

Konsep: Dimetri 1 : 1 : ½ menggambar dua sumbu berukuran penuh dan satu sumbu (ke belakang) setengah; isometri menggambar ketiga sumbu dengan skala sama. Memeriksa gambar berarti mengecek tiap garis terhadap aturan sistem proyeksinya, lalu menghitung perbandingan setelah diperbaiki.

Langkah:

1. Pernyataan 1: tinggi tetap 30 mm pada dimetri → salah.
2. Pernyataan 2: lebar 60 ÷ 2 = 30 mm → benar.
3. Pernyataan 3: setelah koreksi 90 : 30 : 30 = 3 : 1 : 1, bukan 3 : 2 : 1 → salah.
4. Pernyataan 4: garis panjang penuh 90 mm → benar.
5. Pernyataan 5: pada isometri garis lebar penuh 60 mm → benar.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: semua garis dikira diperpendek. Pada dimetri hanya garis lebar yang diperpendek; garis tinggi tetap 30 mm.
- **Pernyataan 2** ✓ Garis lebar (ke belakang) digambar setengah ukuran: 60 ÷ 2 = 30 mm.
- **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: perbandingan memakai garis lebar yang belum dikoreksi (60). Setelah dikoreksi: 90 : 30 : 30 = 3 : 1 : 1.
- **Pernyataan 4** ✓ Pada dimetri 1 : 1 : ½ garis panjang digambar penuh, sehingga 90 mm sudah benar (skala 1 : 1).
- **Pernyataan 5** ✓ Pada isometri ketiga garis digambar sesuai skala tanpa pemendekan, sehingga garis lebar 60 mm benar.

Jawaban: pernyataan 2, 4, 5.

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

No. 10 Kunci: A, C, E

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

Konsep: Jarak sebenarnya = jarak peta × penyebut skala. Waktu = jarak ÷ kecepatan. Waktu total terdiri atas perjalanan pergi, pengamatan, dan perjalanan pulang; kecepatan tiap ruas dapat berbeda pada arah pergi dan pulang. Jam berangkat paling lambat dihitung dengan mengurangkan total waktu dari batas waktu tiba.

Langkah:

1. Panjang ruas: 1,2 km; 0,8 km; 0,5 km.
2. Berangkat: 24 + 24 + 10 = 58 menit.
3. Pulang: ruas 3 (10 menit) + ruas 2 turun (0,8 ÷ 3 jam = 16 menit) + ruas 1 (24 menit) = 50 menit.
4. Total = 58 + 40 + 50 = 148 menit = 2 jam 28 menit.
5. Berangkat 12.30 → tiba 14.58 (cukup); berangkat 12.45 → tiba 15.13 (terlambat).

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ 4,8 × 25.000 = 120.000 cm = 1,2 km; 3,2 × 25.000 = 80.000 cm = 0,8 km; 2 × 25.000 = 50.000 cm = 0,5 km.

• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: jalur sama dikira menghasilkan waktu sama. Ruas 2 dituruni lebih cepat (3 km/jam), sehingga pulang 10 + 16 + 24 = 50 menit.

• **Pernyataan 3** ✓ Ruas 1: 1,2 ÷ 3 = 0,4 jam = 24 menit; ruas 2: 0,8 ÷ 2 = 0,4 jam = 24 menit; ruas 3: 0,5 ÷ 3 jam = 10 menit; jumlah 58 menit.

• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: waktu pengamatan dan pulang terlewat. Total 58 + 40 + 50 = 148 menit (2 jam 28 menit), sehingga berangkat 12.45 tiba 15.13.

• **Pernyataan 5** ✓ Total 148 menit = 2 jam 28 menit; 12.30 + 2 jam 28 menit = 14.58, sebelum pukul 15.00.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 5.

No. 11 Kunci: B

Konsep: Untuk kembali melalui jalur yang sama, lintasan dijalani dalam urutan terbalik (lintasan terakhir lebih dulu) dan tiap azimut diganti azimut baliknya (± 180°); jarak tiap lintasan tidak berubah. Kesalahan umum: mengubah azimut tanpa membalik urutan, membalik urutan tanpa mengubah azimut, atau menukar jarak.

Langkah:

1. Lintasan terakhir adalah lintasan 2 (150°, 250 m): azimut baliknya 150° + 180° = 330°, jarak tetap 250 m. Jalani lebih dulu.
2. Lalu lintasan 1 (060°, 400 m): azimut baliknya 060° + 180° = 240°, jarak tetap 400 m.
3. Urutan kembali: 330° sejauh 250 m, kemudian 240° sejauh 400 m.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: azimut baliknya sudah dihitung, tetapi azimut itu tertukar pasangan jarak: 240° dipasangkan dengan 250 m (seharusnya 400 m), sehingga tim tidak melewati titik belokan.

• **B.** ✓ 330° dengan 250 m membawa tim kembali ke titik belok, lalu 240° dengan 400 m membawa ke kemah; azimut dibalik dan urutan dibalik.

• **C.** ✗ Jebakan: urutan sudah terbalik, tetapi azimut tidak dibalik, sehingga tim justru berjalan makin jauh dari kemah.

• **D.** ✗ Jebakan: azimut balik benar, tetapi urutan tidak dibalik; tim berjalan dari singkapan langsung ke arah lintasan 1 sehingga tidak melewati titik belokan dan masuk ke daerah yang tidak dikenal.

• **E.** ✗ Jebakan: azimut sudah dibalik, tetapi jarak tertukar (400 m dengan 330° dan 250 m dengan 240°); tim tidak melewati titik belokan.

Jawaban: B.

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

No. 12 Kunci: B

Konsep: Skala 1 : n berarti 1 cm pada peta mewakili n cm di lapangan. Jarak sebenarnya (cm) = jarak peta (cm) × n; untuk mengubah ke meter, bagi 100.

Langkah:

1. Jarak sebenarnya dalam cm = 7,2 × 5.000 = 36.000 cm.
2. Ubah ke meter: 36.000 ÷ 100 = 360 m.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: 36.000 cm dibagi 1.000 (bukan 100) sehingga menjadi 36 m.
- **B.** ✓ 7,2 × 5.000 = 36.000 cm; 36.000 ÷ 100 = 360 m.
- **C.** ✗ Jebakan: skala terbaca 1 : 10.000 (angka nol tertukar), sehingga 7,2 × 10.000 ÷ 100 = 720 m.
- **D.** ✗ Jebakan: 36.000 cm dibagi 10 (bukan 100) sehingga menjadi 3.600 m.
- **E.** ✗ Jebakan: satuan tidak diubah; hasil dalam cm (36.000) ditulis sebagai meter.

Jawaban: B.

No. 13 Kunci: C

Konsep: Skala besar (penyebut kecil) menampilkan detail lebih banyak tetapi daerah yang dimuat lebih kecil. Untuk memilih, hitung ukuran daerah pada kertas pada tiap skala (ukuran sebenarnya ÷ penyebut), buang yang melebihi bidang gambar, lalu ambil yang terbesar di antara yang muat.

Langkah:

1. Peta 1: 15 km = 1.500.000 cm. Pada 1 : 50.000 menjadi 30 cm (> 27 cm, tidak muat); pada 1 : 100.000 menjadi 15 cm dan 10 km menjadi 10 cm (muat). Skala terbesar yang muat: 1 : 100.000.
2. Peta 2: 800 m = 80.000 cm. Pada 1 : 2.500 menjadi 32 cm (> 27 cm, tidak muat); pada 1 : 5.000 menjadi 16 cm dan 500 m menjadi 10 cm (muat). Skala terbesar yang muat: 1 : 5.000.
3. Pasangan: 1 : 100.000 dan 1 : 5.000.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: pada 1 : 50.000 wilayah 15 km menjadi 30 cm sehingga melebihi bidang gambar 27 cm.
- **B.** ✗ Jebakan: pada 1 : 2.500 area 800 m menjadi 32 cm sehingga melebihi bidang gambar 27 cm.
- **C.** ✓ Pada 1 : 100.000 peta 1 berukuran 15 × 10 cm (muat) dan pada 1 : 5.000 peta 2 berukuran 16 × 10 cm (muat); keduanya skala terbesar yang muat.
- **D.** ✗ Jebakan: 1 : 250.000 muat, tetapi bukan skala terbesar yang muat (1 : 100.000 masih muat dan lebih rinci).
- **E.** ✗ Jebakan: 1 : 10.000 untuk peta 2 muat (8 × 5 cm), tetapi bukan skala terbesar yang muat; 1 : 5.000 lebih rinci.

Jawaban: C.

No. 14 Kunci: A

Konsep: Fotokopi yang diperbesar membuat skala numerik yang tercetak tidak berlaku lagi. Skala sebenarnya = penyebut skala tercetak ÷ faktor pembesaran (250 % = 2,5). Luas dihitung dari panjang dan lebar sebenarnya; ukuran luas berubah dengan kuadrat faktor, bukan dengan faktornya.

Langkah:

1. Skala sebenarnya fotokopi: 20.000 ÷ 2,5 = 8.000, jadi 1 : 8.000.
2. Panjang sebenarnya: 5 cm × 8.000 = 40.000 cm = 400 m. Lebar sebenarnya: 3 × 8.000 = 24.000 cm = 240 m.
3. Luas = 400 × 240 = 96.000 m^2 = 9,6 ha.
4. Pemeriksaan lain: dengan skala tercetak (1 : 20.000) luasnya 60 ha; 60 ÷ $2{,}5^2$ = 60 ÷ 6,25 = 9,6 ha.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ 400 m × 240 m = 96.000 m^2 = 9,6 ha pada skala sebenarnya 1 : 8.000.
- **B.** ✗ Jebakan: luas 60 ha hanya dibagi 2,5 (bukan 2,5 kuadrat); luas berubah mengikuti kuadrat

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

faktor pembesaran.

• **C.** ✗ Jebakan: skala tercetak 1 : 20.000 dipakai langsung (1.000 m × 600 m = 60 ha), padahal fotokopi sudah diperbesar.

• **D.** ✗ Jebakan: 96.000 m^2 diubah ke hektare dengan membagi 1.000 (bukan 10.000) sehingga muncul 96 ha.

• **E.** ✗ Jebakan: faktor pembesaran justru dikalikan ke skala (1 : 50.000), sehingga luas menjadi 375 ha.

Jawaban: A.

No. 15 Kunci: E

Konsep: Pada peta berskala 1 : n, ukuran sebenarnya = ukuran peta × n. Beberapa peta yang menggambarkan objek yang sama harus menghasilkan ukuran sebenarnya yang sama setelah dikalikan skala masing-masing. Peta yang menyimpang berarti pengukurannya keliru.

Langkah:

1. Peta A: 4,5 × 10.000 = 45.000 cm = 450 m → sesuai.
2. Peta B: 1,8 × 25.000 = 45.000 cm = 450 m → sesuai.
3. Peta C: 9,0 × 5.000 = 45.000 cm = 450 m → sesuai.
4. Peta D: 0,8 × 50.000 = 40.000 cm = 400 m → tidak sesuai (seharusnya 0,9 cm).

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: 4,5 × 10.000 = 45.000 cm = 450 m, bukan 45 m; satu angka nol dilewatkan saat mengubah satuan.

• **B.** ✗ Jebakan: 1,8 × 25.000 = 45.000 cm = 450 m; 4,5 km muncul bila 45.000 cm dibagi 10.000 (bukan 100).

• **C.** ✗ Jebakan: skala besar dikira tidak muat. Peta C memakai skala terbesar dan hasilnya tetap 450 m; ukuran 9 cm muat pada kertas biasa.

• **D.** ✗ Jebakan: "semua sesuai" muncul bila hanya memeriksa sebagian; Peta D menghasilkan 400 m, bukan 450 m.

• **E.** ✓ Peta D: 0,8 × 50.000 = 40.000 cm = 400 m, tidak sama dengan 450 m (seharusnya 0,9 cm).

Jawaban: E.

No. 16 Kunci: D

Konsep: Arah berlawanan dari sebuah garis berbeda 180° dari arah semula. Azimut balik = azimut + 180° bila azimut kurang dari 180°, atau azimut − 180° bila azimut lebih besar dari 180°. Hasil selalu berada pada 0° sampai 360°.

Langkah:

1. Azimut TB-3 ke TB-4 adalah 128°, kurang dari 180°.
2. Azimut balik = 128° + 180° = 308°.
3. Periksa: selisih 308° − 128° = 180°, berarti arahnya berlawanan.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: azimut dikurangi 90° (128° − 90°), padahal arah berlawanan berbeda 180°, bukan 90°.

• **B.** ✗ Jebakan: urutan pengurangan terbalik (180° − 128°), yang tidak menghasilkan arah berlawanan.

• **C.** ✗ Jebakan: azimut tidak diubah; arah yang sama menuju TB-4 lagi, bukan kembali ke TB-3.

• **D.** ✓ 128° + 180° = 308°; arah ini berlawanan dengan arah semula.

• **E.** ✗ Jebakan: azimut ditambah 90° (128° + 90°), padahal arah berlawanan berbeda 180°.

Jawaban: D.

No. 17 Kunci: 1S 2B 3B

Konsep: Ukuran sebenarnya = ukuran gambar × penyebut skala; sumbu yang digambar setengah (garis lebar pada dimetri 1 : 1 : ½) harus dikali dua dahulu. Volume balok = panjang × lebar × tinggi, dan 1 m^3 = 1.000.000 cm^3.

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

Langkah:

1. Panjang sebenarnya = 10 × 5 = 50 cm; tinggi sebenarnya = 4 × 5 = 20 cm.
2. Lebar sebenarnya = 3 × 2 × 5 = 30 cm.
3. Volume = 50 × 30 × 20 = 30.000 cm^3 = 0,03 m^3.
4. Pernyataan 1 salah (tinggi 20 cm), pernyataan 2 benar, pernyataan 3 benar.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: garis tinggi dikira ikut setengah. Garis tinggi berukuran penuh, sehingga tinggi sebenarnya 4 × 5 = 20 cm.
• **Pernyataan 2 → Benar.** Garis lebar 3 cm adalah setengah dari ukuran skala (6 cm); 6 × 5 = 30 cm.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Panjang 10 × 5 = 50 cm, lebar 30 cm, tinggi 20 cm; volume 50 × 30 × 20 = 30.000 cm^3 = 0,03 m^3.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

No. 18 Kunci: B, C, E

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

Konsep: Sifat kontur: kontur rapat berarti lereng terjal dan kontur renggang berarti landai; pada lembah, kontur melengkung membentuk V yang ujungnya menunjuk ke arah hulu (lebih tinggi), dan air mengalir menjauhi ujung V; kontur tertutup yang dikelilingi kontur berangka lebih kecil adalah bukit, dengan puncak lebih tinggi daripada kontur tertutup terdalam tetapi kurang dari satu interval di atasnya.

Langkah:

1. Pernyataan 1: kontur sekeliling makin kecil ke luar → bukit, bukan cekungan → salah.
2. Pernyataan 2: V menunjuk ke utara → hulu di utara, utara lebih tinggi → benar.
3. Pernyataan 3: barat rapat, timur renggang → lereng barat lebih curam → benar.
4. Pernyataan 4: air mengalir menjauhi ujung V, yaitu ke selatan → salah.
5. Pernyataan 5: 170 m < puncak < 175 m → benar.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 ✗** Jebakan: kontur tanpa garis lain di dalamnya dikira cekungan. Garis di sekelilingnya makin rendah ke luar, sehingga bagian dalamnya lebih tinggi, yaitu bukit.
• **Pernyataan 2 ✓** Pada lembah, kontur melengkung menunjuk ke arah hulu (lebih tinggi); ujung V menghadap utara, sehingga utara lebih tinggi.
• **Pernyataan 3 ✓** Kontur rapat berarti jarak datar antar kontur kecil, sehingga lereng terjal; sisi barat rapat, sisi timur renggang.
• **Pernyataan 4 ✗** Jebakan: air dikira mengalir ke arah ujung V. Ujung V menunjuk ke hulu, sehingga air mengalir menjauhi ujung V, yaitu ke selatan.
• **Pernyataan 5 ✓** Interval kontur 5 m dan tidak ada kontur 175 m di dalamnya, sehingga puncak berada di antara 170 m dan 175 m.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

No. 19 Kunci: A, C, D

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

Konsep: Saluran air limpasan perlu kemiringan dalam batas tertentu: terlalu landai air tidak mengalir, terlalu curam dasar saluran terkikis. Kemiringan = beda tinggi ÷ jarak datar × 100 %, dengan jarak datar dari jarak peta × penyebut skala. Setiap jalur dihitung sendiri-sendiri, bukan dinilai dari panjang atau beda tingginya saja.

Langkah:

1. Skala 1 : 2.000 berarti 1 cm = 20 m. Jalur 1: 120 m, beda tinggi 6 m → 5 %.
2. Jalur 2: 180 m, beda tinggi 2 m → sekitar 1,11 %.

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

3. Jalur 3: 300 m, beda tinggi 8 m → sekitar 2,67 %.
4. Batas 1 % sampai 4 %: jalur 1 melampaui, jalur 2 dan 3 memenuhi.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✓ Jarak datar 15 × 20 = 300 m; beda tinggi 106 − 98 = 8 m; 8 ÷ 300 × 100 ≈ 2,67 %, di antara 1 % dan 4 %.
• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: beda tinggi kecil dikira terlalu landai. Yang menentukan adalah perbandingan dengan jarak: 2 ÷ 180 × 100 ≈ 1,11 %, masih di atas batas bawah 1 %.
• **Pernyataan 3** ✓ Jarak datar 6 × 20 = 120 m; beda tinggi 106 − 100 = 6 m; 6 ÷ 120 × 100 = 5 %, lebih dari 4 %.
• **Pernyataan 4** ✓ Jarak datar 9 × 20 = 180 m; beda tinggi 106 − 104 = 2 m; 2 ÷ 180 × 100 ≈ 1,11 %, antara 1 % dan 4 %.
• **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: jalur terpanjang dikira paling landai. Kemiringan jalur 3 (2,7 %) lebih besar daripada jalur 2 (1,1 %); yang menentukan adalah beda tinggi dibanding jarak.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 4.

No. 20 Kunci: C

Konsep: Pada peta yang diputar, arah utara ditunjukkan oleh panah utara, bukan tepi atas kertas. Garis kisi yang sejajar panah utara membentuk petak: arah sejajar panah adalah utara–selatan, arah tegak lurusnya timur–barat. Azimut ditentukan dari posisi titik terhadap pos jaga pada kisi; jarak diagonal dihitung dari selisih utara–selatan dan timur–barat (atau dari skala).

Langkah:
1. Hitung petak kisi dari pos jaga ke S-3 searah panah utara dan tegak lurus panah: 2 petak ke arah utara (searah panah) dan 2 petak ke arah barat (berlawanan dengan timur, yaitu sisi kiri panah).
2. Utara dan barat sama jauh (200 m dan 200 m), sehingga arahnya barat laut, yaitu azimut 360° − 45° = 315°.
3. Jarak diagonal: sekitar 283 m, dibulatkan ± 280 m (selisih 200 m dan 200 m, bukan dijumlahkan).

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: azimut 045° adalah timur laut; S-3 berada di sisi barat, sehingga timur dan barat tertukar.
• **B.** ✗ Jebakan: azimut 135° adalah tenggara; S-3 berada di sisi utara dan barat, bukan selatan dan timur.
• **C.** ✓ S-3 berada 2 petak ke utara dan 2 petak ke barat dari pos jaga: azimut 315° dan jarak sekitar 283 m ≈ 280 m.
• **D.** ✗ Jebakan: jarak dijumlahkan (200 + 200 = 400 m), padahal jarak garis lurus adalah diagonal, sekitar 283 m.
• **E.** ✗ Jebakan: S-3 terlihat lurus di atas pos jaga pada kertas, sehingga tepi atas kertas dianggap utara; arah sebenarnya diukur dari panah utara, yaitu 315°.

Jawaban: C.

No. 21 Kunci: A

Konsep: Kemiringan lereng atau jalan dinyatakan dengan perbandingan beda tinggi terhadap jarak datar. Dalam persen: kemiringan = beda tinggi ÷ jarak datar × 100. Beda tinggi diperoleh dari selisih ketinggian dua titik; jarak datar diukur mendatar, bukan sepanjang kemiringan.

Langkah:
1. Beda tinggi = 124 − 112 = 12 m.
2. Kemiringan = 12 ÷ 150 × 100 = 8 %.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ 12 ÷ 150 = 0,08; dikali 100 menjadi 8 %.

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

• **B.** ✗ Jebakan: hanya beda tinggi (12 m) yang ditulis sebagai persen, tanpa dibagi jarak datar.
• **C.** ✗ Jebakan: pembagian terbalik (150 ÷ 12 = 12,5) sehingga hasilnya bukan kemiringan.
• **D.** ✗ Jebakan: hasil bagi 0,08 ditulis sebagai persen tanpa dikali 100.
• **E.** ✗ Jebakan: ketinggian titik akhir (124 m) dipakai sebagai beda tinggi (124 ÷ 150 ≈ 83 %), padahal beda tinggi adalah selisih 12 m.

Jawaban: A.

No. 22 Kunci: E

Konsep: Pada peta kontur, ketinggian garis yang tidak diberi angka diperoleh dengan menghitung garis dari kontur berangka sesuai interval kontur. Beda tinggi dua titik = selisih ketinggian kedua kontur; jarak datar dibaca dari skala atau petak kisi. Kemiringan = beda tinggi ÷ jarak datar × 100 %.

Langkah:
1. Garis tebal terluar 100 m; menuju ke dalam garis tipis berikutnya 105, 110, 115, 120 m, lalu garis tebal 125 m (interval 5 m).
2. A berada pada garis tipis pertama dari luar → 105 m. B berada pada garis tipis keempat dari luar → 120 m. Beda tinggi = 120 − 105 = 15 m.
3. Jarak datar A–B pada garis kisi mendatar: 2 petak × 50 m = 100 m.
4. Kemiringan = 15 ÷ 100 × 100 % = 15 %.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: jarak datar dibaca 200 m (4 petak, atau kedua sisi garis kisi terhitung), sehingga 15 ÷ 200 = 7,5 %.
• **B.** ✗ Jebakan: A dibaca kontur 100 m (garis tebal terdekat) sehingga beda tinggi 20 m: 20 ÷ 100 = 20 %.
• **C.** ✗ Jebakan: beda tinggi diambil dari dua kontur berangka (125 − 100 = 25 m) tanpa memperhatikan posisi A dan B: 25 ÷ 100 = 25 %.
• **D.** ✗ Jebakan: jarak datar dibaca 50 m (satu petak): 15 ÷ 50 = 30 %.
• **E.** ✓ A = 105 m, B = 120 m, beda tinggi 15 m pada jarak datar 100 m: 15 ÷ 100 × 100 % = 15 %.

Jawaban: E.

No. 23 Kunci: D

Konsep: Jarak sebenarnya = jarak peta × penyebut skala (1 cm pada skala 1 : 2.000 = 20 m). Kemiringan = beda tinggi ÷ jarak datar × 100 %. Memilih jalur berarti menyaring dengan syarat batas kemiringan lebih dulu, baru membandingkan panjang di antara yang lolos.

Langkah:
1. Jarak datar: J1 = 4,0 × 20 = 80 m; J2 = 5,0 × 20 = 100 m; J3 = 6,5 × 20 = 130 m; J4 = 3,0 × 20 = 60 m.
2. Kemiringan: J1 = 10 ÷ 80 = 12,5 %; J2 = 9 ÷ 100 = 9 %; J3 = 12 ÷ 130 ≈ 9,2 %; J4 = 8 ÷ 60 ≈ 13,3 %.
3. Yang memenuhi batas 10 %: J2 dan J3. Yang terpendek: J2 (100 m).

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: J4 terpendek tetapi kemiringannya 13,3 % (melebihi 10 %); beda tinggi kecil tidak berarti landai.
• **B.** ✗ Jebakan: skala dibaca 1 cm = 200 m sehingga J1 tampak 1,25 %; sebenarnya J1 = 10 ÷ 80 = 12,5 %.
• **C.** ✗ Jebakan: J3 memenuhi batas (9,2 %), tetapi J2 lebih landai (9 %) dan lebih pendek.
• **D.** ✓ J2 menempuh 100 m dengan beda tinggi 9 m (9 %), memenuhi batas, dan lebih pendek daripada J3.
• **E.** ✗ Jebakan: J1 dan J4 memang melampaui batas, tetapi J2 dan J3 memenuhinya.

Jawaban: D.

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

No. 24 Kunci: B, D, E

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

Konsep: Utara magnet (jarum kompas) dapat berbeda dari utara peta; selisihnya disebut deklinasi dan dicantumkan di tepi peta. Bila utara magnet berada di barat utara peta, azimut magnet = azimut peta + deklinasi, sehingga azimut peta = azimut magnet − deklinasi. Hasil negatif ditambah 360°, hasil lebih dari 360° dikurangi 360°.

Langkah:

1. Deklinasi 4° barat: azimut peta = azimut magnet − 4°.
2. S-1: 092° − 4° = 088°.
3. S-2: 003° − 4° = −1°, ditambah 360° menjadi 359°.
4. Pernyataan 1 dan 3 menambahkan koreksi → salah; pernyataan 2, 4, dan 5 benar.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: koreksi ditambahkan. Utara magnet di barat utara peta, sehingga azimut magnet lebih besar 4° daripada azimut peta; koreksinya dikurangkan.
• **Pernyataan 2** ✓ Azimut magnet = azimut peta + 4°, sehingga azimut peta = 092° − 4° = 088°.
• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: koreksi ditambahkan, sama seperti kesalahan untuk S-1; seharusnya dikurangkan (003° − 4°).
• **Pernyataan 4** ✓ 003° − 4° = −1°; azimut negatif ditambah 360° menjadi 359° (arah hampir tepat ke utara, sedikit di sebelah barat).
• **Pernyataan 5** ✓ Karena utara magnet berada di barat utara peta, sudut yang diukur dari utara magnet searah jarum jam bertambah 4° untuk arah yang sama.

Jawaban: pernyataan 2, 4, 5.

No. 25 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Pada peta yang diputar, arah utara ditunjukkan oleh panah utara. Bila panah utara miring ke kanan sebesar a dari tepi atas kertas, arah tepi atas kertas berada a di sebelah kiri utara, sehingga azimutnya 360° − a. Jarak sebenarnya = jarak peta × penyebut skala.

Langkah:

1. Pernyataan 1: 3 cm × 5.000 = 15.000 cm = 150 m → benar.
2. Pernyataan 2: atas kertas bukan utara karena panah utara miring → salah.
3. Pernyataan 3: azimut arah atas kertas = 360° − 40° = 320° → benar.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** 3 cm × 5.000 = 15.000 cm = 150 m.
• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: tepi atas kertas dianggap utara. Utara ditunjukkan panah utara yang miring 40°, sehingga arah "atas kertas" bukan utara.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Panah utara miring 40° ke kanan dari arah atas kertas, sehingga arah atas kertas berada 40° di sebelah kiri (berlawanan arah jarum jam) dari utara: 360° − 40° = 320°.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

Latihan sub bab 4.1

No. 1 Kunci: E

Konsep: Geologi memiliki cabang menurut objek kajiannya. Geologi teknik menerapkan geologi untuk perencanaan bangunan: daya dukung tanah dan batuan, kestabilan lereng dan tanggul, serta kedalaman fondasi; datanya diperoleh dari pemboran dan uji kekuatan tanah/batuan.

Langkah:

1. Pertanyaan perusahaan: daya dukung, kestabilan tanggul, kedalaman fondasi → kajian geologi teknik.

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

2. Ketiganya dijawab dengan data kekuatan tanah dan batuan pada berbagai kedalaman (pemboran dan uji).

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Umur lapisan (paleontologi) tidak menunjukkan kekuatan tanah.
- **B.** ✗ Jebakan: kadar nikel penting untuk penambangan, tetapi tidak menjawab daya dukung fondasi.
- **C.** ✗ Tidak ada masalah gunung api dalam kasus.
- **D.** ✗ Jebakan: kekar memang dapat memengaruhi kekuatan batuan, tetapi pengukuran di sungai tidak memberi data tanah lapuk di bawah lokasi bangunan.
- **E.** ✓ Data kekuatan tanah dan batuan sampai kedalaman fondasi menjawab ketiga pertanyaan.

Jawaban: E.

Latihan sub bab 4.2

No. 1 Kunci: C

Konsep: Suhu batuan di kerak bumi naik seiring kedalaman. Suhu pada kedalaman tertentu = suhu dekat permukaan + kenaikan suhu.

Langkah:

1. Kenaikan = 600 ÷ 100 × 3 °C = 18 °C.
2. Suhu = 27 + 18 = 45 °C.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: hanya kenaikannya, lupa menambahkan suhu permukaan.
- **B.** ✗ Jebakan: hanya menambah 3 °C sekali.
- **C.** ✓ 27 °C + 18 °C = 45 °C.
- **D.** ✗ Jebakan: kenaikan dihitung dua kali lipat (6 °C per 100 m).
- **E.** ✗ Jebakan: 600 × 0,3 °C, kenaikan dihitung per meter, bukan per 100 m.

Jawaban: C.

No. 2 Kunci: A

Konsep: Litosfer yang kaku terpecah menjadi lempeng-lempeng yang bergerak di atas astenosfer yang lunak dan dapat mengalir perlahan.

Langkah:

1. Lempeng = potongan litosfer yang kaku.
2. Di bawahnya astenosfer dapat mengalir → menjadi "landasan" tempat lempeng bergeser.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Sesuai data: lapisan kaku di atas lapisan yang dapat mengalir.
- **B.** ✗ Jebakan: inti luar memang cair, tetapi letaknya ±2.900 km di bawah, dipisahkan mantel yang tebal dari kerak.
- **C.** ✗ Ketebalan kerak tidak menjelaskan mengapa lempeng dapat bergerak.
- **D.** ✗ Data menyebutkan litosfer kaku, bukan meleleh.
- **E.** ✗ Pasang surut laut tidak menggerakkan lempeng.

Jawaban: A.

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

Latihan sub bab 4.3

No. 1 Kunci: A, C, D, E

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

Konsep: Siklus batuan: batuan beku/metamorf/sedimen di permukaan → pelapukan, erosi, pengangkutan, pengendapan → pembatuan menjadi batuan sedimen → panas dan tekanan tanpa meleleh menjadi batuan metamorf → peleburan menjadi magma → pembekuan menjadi batuan beku.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Granit mengandung kuarsa; pelapukan dan erosi melepaskan butir kuarsa yang diangkut sungai.

• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: urutannya terbalik; granit adalah batuan beku dari magma yang membeku di dalam bumi.

• **Pernyataan 3** ✓ Pembatuan (kompaksi dan sementasi) mengubah pasir lepas menjadi batupasir.

• **Pernyataan 4** ✓ Metamorfisme tanpa peleburan mengubah batupasir kuarsa menjadi kuarsit.

• **Pernyataan 5** ✓ Peleburan menghasilkan magma; magma yang membeku menjadi batuan beku, menutup siklus.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 4, 5.

No. 2 Kunci: C, E

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

Konsep: Batubara terbentuk dari tumbuhan rawa yang tertimbun (gambut), lalu terpadatkan dan terpanaskan seiring penimbunan sehingga peringkatnya naik: gambut → lignit → subbituminus → bituminus → antrasit. Daerah prospek adalah daerah bekas rawa purba.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: panas memang mematangkan batubara yang sudah ada, tetapi batubara hanya terbentuk dari tumbuhan, bukan dari batuan beku.

• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: batugamping terumbu memang berasal dari makhluk hidup (koral), tetapi batubara hanya terbentuk dari tumbuhan rawa, bukan hewan laut.

• **Pernyataan 3** ✓ Sisa tumbuhan dan endapan rawa purba adalah lingkungan pembentuk batubara.

• **Pernyataan 4** ✗ Gambut adalah tahap awal; kadar airnya tinggi dan kalorinya rendah.

• **Pernyataan 5** ✓ Tekanan dan panas akibat penimbunan menaikkan peringkat batubara (lignit → subbituminus → bituminus → antrasit).

Jawaban: pernyataan 3, 5.

Latihan sub bab 4.4

No. 1 Kunci: E

Konsep: Batuan yang mirip dibedakan dari ciri kuncinya: marmer (kristal kalsit saling mengunci, tanpa fosil, metamorf) vs batugamping (butir/fosil, sedimen); batuapung (terang, sangat ringan) vs basalt berlubang (gelap); serpih (lunak) vs batusabak (keras, metamorf); kuarsit (butir menyatu, pecah menembus butir) vs batupasir (butir tersemen).

Langkah:

1. G4: kristal saling mengunci, tanpa fosil, dekat intrusi → batugamping yang termetamorfosis → marmer.
2. Ciri sampel lain sesuai dengan nama yang tertulis.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: batuapung juga berlubang, tetapi berwarna terang dan sangat ringan; G2 gelap → basalt berlubang.

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

• **B.** ✗ Jebakan: batusabak juga membelah, tetapi keras dan metamorf; G3 lunak dan berbutir lempung → serpih.
• **C.** ✗ Granit dapat mengandung sedikit biotit; dominasi kuarsa dan feldspar terang menunjukkan granit.
• **D.** ✗ Jebakan: kuarsit juga dari kuarsa, tetapi butirnya menyatu; G5 butirnya membulat dan tersemen → batupasir.
• **E.** ✓ Kristal kalsit yang saling mengunci tanpa fosil dekat intrusi adalah ciri marmer, bukan batugamping.

Jawaban: E.

No. 2 Kunci: C

Konsep: Mineral ditentukan dari gabungan sifat fisik: kekerasan (dibandingkan dengan kuku, pisau, kaca), reaksi dengan HCl, belahan/pecahan, kilap, dan berat jenis. Satu sifat saja belum memadai untuk membedakan mineral yang mirip.

Langkah:
1. Tidak tergores pisau dan menggores kaca → kekerasan > 5,5 → feldspar atau kuarsa.
2. Tidak ada belahan, pecahan konkoidal → kuarsa (feldspar memiliki belahan 2 arah).

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Kalsit lunak (3) dan berbuih dengan HCl.
• **B.** ✗ Gipsum sangat lunak, tergores kuku.
• **C.** ✓ Keras > 5,5, tidak berbuih, tanpa belahan dengan pecahan konkoidal → kuarsa.
• **D.** ✗ Jebakan: feldspar juga keras dan menggores kaca, tetapi memiliki belahan 2 arah.
• **E.** ✗ Jebakan: barit memang tidak berbuih, tetapi lunak (tergores pisau) dan terasa berat.

Jawaban: C.

Latihan sub bab 4.5

No. 1 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: Sungai berkelok (meander) terbentuk oleh tenaga eksogen: arus deras di bagian luar kelokan mengikis tebing, arus lambat di bagian dalam mengendapkan pasir (gosong). Mineral berat seperti emas dan pasir besi terkonsentrasi di tempat arus melambat.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Benar.** Arus di bagian dalam kelokan lambat sehingga pasir dan butiran berat seperti emas mengendap.
• **Pernyataan 2 → Benar.** Arus yang lebih deras di bagian luar kelokan mengikis tebing (erosi lateral).
• **Pernyataan 3 → Salah.** Jebakan: patahan dapat membelokkan sungai, tetapi meander terbentuk oleh erosi di bagian luar dan pengendapan di bagian dalam kelokan, yaitu tenaga eksogen.

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

No. 2 Kunci: A

Konsep: Bentang alam dan endapan sering terbentuk oleh kerja sama tenaga endogen dan eksogen. Vulkanisme (endogen) menghasilkan material letusan; air hujan dan aliran lahar (eksogen) mengangkut dan mengendapkannya di sungai.

Langkah:
1. Asal material: abu, pasir, dan bongkah andesit hasil letusan → endogen.
2. Pengangkut: banjir lahar dingin saat hujan → eksogen.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Material berasal dari letusan dan diangkut lahar ke sungai.

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

• **B.** ✗ Jebakan: pelapukan memang proses eksogen, tetapi kasus menyebutkan material baru datang dari lereng gunung setiap banjir lahar.
• **C.** ✗ Jebakan: lava membeku menjadi batuan padu, bukan campuran pasir-kerikil yang tidak terpilah.
• **D.** ✗ Tidak ada pasir pantai atau pengangkatan dasar laut dalam kasus.
• **E.** ✗ Batugamping tidak disebutkan; endapannya berupa andesit.

Jawaban: A.

Latihan sub bab 4.6

No. 1 Kunci: A

Konsep: Contoh alur diambil dengan memahat alur seragam memotong seluruh tebal lapisan. Perlengkapan: meteran (panjang alur), palu dan pahat (memotong alur), terpal (menampung serpihan), kantong dan label (menyimpan dan mengenali contoh).

Langkah:
1. Mengukur → meteran; memahat → palu dan pahat; menampung → terpal; menyimpan → kantong dan label.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Semua langkah kerja terlayani.
• **B.** ✗ Kompas dan HCl tidak dipakai untuk memahat dan menampung contoh alur.
• **C.** ✗ Jebakan: berguna untuk mencatat lokasi, tetapi tidak ada alat pemahat yang tepat dan penampung serpihan.
• **D.** ✗ Bor tangan tidak membuat alur di dinding, dan kantong tanpa label membuat contoh tidak dapat dikenali.
• **E.** ✗ Jebakan: palu dan pahat tepat, tetapi tidak ada meteran, penampung, kantong, dan label.

Jawaban: A.

No. 2 Kunci: A, C, D, E

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

Konsep: Kompas geologi: jarum dan lingkaran derajat untuk arah (jurus), nivo mata sapi untuk mendatarkan kompas, klinometer dan nivo tabung untuk besar kemiringan yang diukur tegak lurus jurus.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✓ Jarum hanya terbaca benar bila kompas datar; nivo mata sapi menunjukkan kedataran.
• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: klinometer untuk membaca besar kemiringan; arah jurus dibaca dari jarum pada lingkaran derajat.
• **Pernyataan 3** ✓ Jurus adalah garis mendatar pada bidang lapisan, sehingga sisi kompas ditempelkan pada bidang itu dalam posisi datar.
• **Pernyataan 4** ✓ Kemiringan diukur pada arah tegak lurus jurus, tempat bidang paling miring.
• **Pernyataan 5** ✓ Nivo tabung pada klinometer menunjukkan saat pembacaan sudut kemiringan sudah tepat.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 4, 5.

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

Latihan sub bab 4.7

No. 1 Kunci: C, D, E

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

Konsep: Langkah pengamatan singkapan: tentukan dan plot lokasi (GPS), dokumentasikan dengan pembanding ukuran, ukur kedudukan pada bidang lapisan yang masih di tempatnya, deskripsikan batuan, lalu ambil sampel segar dan beri label lengkap.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✗ Mencatat lokasi dan kedudukan dilakukan sebelum singkapan diganggu, agar data sampel dapat ditelusuri.
- **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: bongkah longsor sudah berpindah dan berputar; kedudukan lapisan diukur pada bidang lapisan yang masih di tempat asalnya.
- **Pernyataan 3** ✓ Lokasi dicatat paling awal agar semua data terikat pada titik yang jelas.
- **Pernyataan 4** ✓ Foto dengan pembanding menunjukkan ukuran dan keadaan asli singkapan.
- **Pernyataan 5** ✓ Label lengkap membuat sampel dapat dikenali dan ditelusuri ke titik pengamatan.

Jawaban: pernyataan 3, 4, 5.

No. 2 Kunci: E

Konsep: Label sampel menghubungkan sampel dengan titik pengamatan. Data label diperiksa terhadap SOP dan batas daerah penelitian; isian yang mustahil (misalnya koordinat di luar daerah) menandakan salah catat dan harus dicek ulang sebelum sampel dianalisis.

Langkah:

1. Semua label memuat kelima isian wajib.
2. X: SP-01 450.820, SP-02 451.230, SP-04 451.900 → di dalam 450.000–452.000; SP-03 415.230 → di luar.
3. Y keempat sampel di dalam 9.120.000–9.122.000.
4. SP-03 kemungkinan salah tulis (angka tertukar) → periksa ulang.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Litologi berbeda wajar karena singkapan berbeda.
- **B.** ✗ Kasus menyebutkan pengambilan dua hari, jadi tanggal berbeda wajar.
- **C.** ✗ Kasus menyebutkan dua kolektor, jadi kolektor berbeda wajar.
- **D.** ✗ Jebakan: 451.900 masih di dalam batas 452.000, jadi tidak salah.
- **E.** ✓ X 415.230 di luar 450.000–452.000; kemungkinan angka tertukar dari 451.230 atau salah catat.

Jawaban: E.

Kuis Akhir Bab 4

No. 1 Kunci: B, D, E

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

Konsep: Tiap cabang geologi menjawab pertanyaan yang berbeda: hidrogeologi (air tanah), geologi teknik (kekuatan batuan dan lereng), stratigrafi (urutan dan sebaran lapisan), mineralogi (mineral), geologi struktur (lipatan, sesar, kedudukan lapisan), dan vulkanologi (gunung api). Pilih cabang dari data yang benar-benar dibutuhkan masalahnya.

Langkah:

1. Masalah 1: riwayat letusan, bukan air; hidrogeologi tidak menjawabnya → salah.
2. Masalah 2: sumur kering → data muka air dan aliran → hidrogeologi → benar.
3. Masalah 3: mineral pengotor butuh pemerian mineral, bukan jurus dan kemiringan → salah.

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

4. Masalah 4: retakan dinding → kuat batuan dan bidang lemah → geologi teknik → benar.
5. Masalah 5: urutan dan jenis lapisan → stratigrafi → benar.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: gunung api dan mata air sama-sama dekat tambang sehingga dikira berkaitan. Riwayat letusan dipelajari lewat endapan dan batuan gunung api, bukan debit air.
• **Pernyataan 2** ✓ Hidrogeologi mempelajari air tanah; peta muka air dan arah aliran menunjukkan apakah tambang memengaruhi sumur.
• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: pengukuran lapangan dikira cukup untuk semua pertanyaan. Mineral pengotor dikenali dari pemerian dan analisis contoh pasir (mineralogi), bukan dari arah lapisan.
• **Pernyataan 4** ✓ Geologi teknik menilai kuat batuan dan bidang lemah untuk keselamatan lereng.
• **Pernyataan 5** ✓ Mencatat jenis, tebal, dan urutan lapisan batuan adalah pekerjaan stratigrafi.

Jawaban: pernyataan 2, 4, 5.

No. 2 Kunci: B

Konsep: Geologi punya banyak cabang. Stratigrafi mempelajari urutan, sebaran, dan hubungan lapisan batuan; lapisan penanda (misalnya serpih dengan fosil khas) dipakai untuk mencocokkan lapisan yang sama di tempat berbeda (korelasi). Geomorfologi mempelajari bentuk permukaan, hidrogeologi air tanah, mineralogi mineral, dan geologi teknik sifat batuan untuk bangunan dan lereng.

Langkah:
1. Tujuan: memastikan dua temuan batubara adalah satu lapisan yang sama, yaitu menghubungkan lapisan antartempat.
2. Bukti yang tersedia: serpih berfosil yang sama di bawah batubara pada kedua bor, hanya kedalamannya berbeda (62 m dan 118 m).
3. Menghubungkan lapisan memakai lapisan penanda adalah pekerjaan stratigrafi.
4. Periksa pengecoh: bentuk permukaan, air tanah, kadar, dan kuat batuan tidak menunjukkan apakah dua lapisan itu sama.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: bentuk permukaan memang penting untuk peta, tetapi tidak memberi tahu apakah dua lapisan di dalam tanah sama.
• **B.** ✓ Mencocokkan lapisan antarbor memakai lapisan penanda berfosil adalah korelasi stratigrafi; kedalaman berbeda tetap dapat satu lapisan karena lapisan bisa miring atau bergeser.
• **C.** ✗ Jebakan: air tanah diukur di lubang bor yang sama, tetapi tinggi muka air tidak menunjukkan kesamaan lapisan batubara.
• **D.** ✗ Jebakan: kadar abu menggoda karena menyangkut batubara, tetapi dua lapisan berbeda dapat berkadar sama; kadar bukan bukti satu lapisan.
• **E.** ✗ Jebakan: kuat batuan atap penting untuk keselamatan tambang, tetapi bukan alat untuk menentukan apakah lapisan di dua bor sama.

Jawaban: B.

No. 3 Kunci: A

Konsep: Suhu dan tekanan batuan naik seiring kedalaman. Kerak benua tebalnya 30–70 km, jadi tambang 4 km masih jauh di dalam kerak, tetapi suhunya sudah tinggi. Makin dalam lorong, makin besar biaya pendinginan, ventilasi, dan penyangga, sehingga penambangan hanya berlangsung pada kedalaman yang masih ekonomis dan aman.

Langkah:
1. Data: suhu batuan 60 °C pada 4 km sehingga lorong perlu didinginkan banyak.
2. Kerak benua puluhan kilometer, jadi 4 km masih di dalam kerak dan masih berupa batuan padat.
3. Penyebab batas kedalaman adalah suhu, tekanan, dan biaya yang naik, bukan habisnya batuan.

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

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Suhu dan tekanan naik dengan kedalaman; pendinginan, ventilasi, dan penyangga makin mahal sehingga tambang dibatasi kedalaman ekonomis.

• **B.** ✗ Jebakan: panas dikira berarti batuan mencair. Pada kedalaman puluhan kilometer kerak masih padat; yang cair adalah inti luar yang jauh lebih dalam.

• **C.** ✗ Jebakan: pekerjaan berhenti di 4 km dikira batas kerak. Kerak benua setebal puluhan kilometer, sehingga 4 km masih kerak.

• **D.** ✗ Jebakan: bahan galian terbentuk pada banyak kedalaman; yang membatasi penambangan adalah biaya dan keselamatan, bukan letak bahan galian.

• **E.** ✗ Jebakan: masalah dikira hanya panjang alat. Tekanan dan suhu menghentikan penambangan jauh sebelum pusat bumi, dan pusat bumi adalah inti.

Jawaban: A.

No. 4 Kunci: D

Konsep: Keputusan tambang memadukan beberapa cabang geologi. Geologi ekonomi menjawab apakah bijihnya layak (kadar), geologi teknik apakah dinding aman, dan hidrogeologi apakah ada air yang harus dikendalikan. Hasil yang menambah biaya atau risiko tidak membatalkan rencana, tetapi harus dimasukkan dalam perhitungan sebelum keputusan.

Langkah:

1. Kadar layak sampai 70 m, jadi kedalaman 60 m berada dalam batas.
2. Batuan dinding kuat sampai 80 m, jadi 60 m aman dari sisi lereng.
3. Muka air tanah 20 m dan rembesan deras di bawahnya berarti 40 m terakhir akan dikerjakan di bawah muka air tanah: pemompaan dan pengaturan air menjadi biaya tambahan.
4. Kesimpulan: 60 m layak dan aman, tetapi biaya pemompaan harus dihitung sebelum keputusan akhir.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: hanya dua penyelidikan yang dibaca. Hasil hidrogeologi (rembesan deras di bawah 20 m) diabaikan, padahal menambah biaya besar.

• **B.** ✗ Jebakan: muka air tanah dikira batas galian. Batuan di bawah muka air tetap dapat digali asal air dipompa dan dikendalikan.

• **C.** ✗ Jebakan: hanya kekuatan batuan yang dilihat. Kadar layak hanya sampai 70 m, sehingga 80 m melewati batas kadar dan menambah biaya rembesan.

• **D.** ✓ Kadar layak sampai 70 m, dinding kuat sampai 80 m, dan rembesan di bawah 20 m dicatat sebagai biaya pemompaan yang dihitung dulu: ketiga hasil terpakai.

• **E.** ✗ Jebakan: satu hasil dianggap menggugurkan yang lain. Rembesan tidak membuat hasil kadar dan kekuatan batuan menjadi tidak berlaku.

Jawaban: D.

No. 5 Kunci: A

Konsep: Pada model berskala, jarak sebenarnya dibagi skala. Kedalaman diukur dari permukaan, sedangkan jarak dari suatu batas ke pusat bumi sama dengan jari-jari dikurangi kedalaman batas itu.

Langkah:

1. Jarak batas mantel–inti luar ke pusat bumi: 6.371 − 2.900 = 3.471 km (kedalaman batas itu diukur dari permukaan).
2. Skala 1 cm = 500 km: 3.471 ÷ 500 = 6,942 cm ≈ 6,9 cm.
3. Cek pengecoh: 2.900 ÷ 500 = 5,8; (5.150 − 2.900) ÷ 500 = 4,5; 5.150 ÷ 500 = 10,3; 6.371 ÷ 500 = 12,7.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ 6.371 − 2.900 = 3.471 km dan 3.471 ÷ 500 ≈ 6,9 cm: jarak batas mantel–inti luar sampai pusat model.

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

• **B.** ✗ Jebakan: kedalaman 2.900 km langsung dibagi skala (5,8 cm). Itu jarak dari permukaan ke batas, bukan dari batas ke pusat.
• **C.** ✗ Jebakan: yang dihitung tebal inti luar (5.150 − 2.900 = 2.250 km → 4,5 cm); lidi harus sampai ke pusat, bukan hanya melewati inti luar.
• **D.** ✗ Jebakan: kedalaman batas inti dalam (5.150 km) dibagi skala; itu jarak dari permukaan ke batas inti dalam.
• **E.** ✗ Jebakan: seluruh jari-jari (6.371 km → 12,7 cm) dipakai; itu panjang dari permukaan sampai pusat, bukan dari batas mantel.

Jawaban: A.

No. 6 Kunci: B

Konsep: Batuan karbonat (batugamping, marmer) bereaksi dengan asam, ditandai berbuih bila ditetesi HCl encer, sehingga dapat menetralkan air asam. Pemilihan batuan untuk kebutuhan nyata menimbang ciri (reaksi asam) dan jumlah yang tersedia.

Langkah:
1. Syarat 1: bereaksi dengan asam → berbuih HCl → K1 dan K2 (karbonat), bukan K3 dan K4.
2. Syarat 2: jumlah ribuan ton per bulan → sebaran meluas dan tebal.
3. K1 meluas dan tebal 40 m; K2 hanya jalur sempit 20 m di dekat intrusi.
4. Pilihan: K1.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: lunak dikira cocok untuk netralisasi. K3 tidak berbuih dengan HCl sehingga tidak menetralkan asam.
• **B.** ✓ K1 bereaksi kuat dengan HCl (karbonat) dan menyebar luas serta tebal sehingga jumlahnya cukup untuk kebutuhan ribuan ton per bulan.
• **C.** ✗ Jebakan: keras dan tahan lama dikira nilai tambah; K4 tidak berbuih sehingga tidak bereaksi dengan asam.
• **D.** ✗ Jebakan: K2 juga berbuih kuat, tetapi hanya berupa jalur sempit sehingga jumlahnya kecil; ciri kimianya benar, jumlahnya tidak mencukupi.
• **E.** ✗ Jebakan: lunak dan mudah digores tidak sama dengan bereaksi dengan asam; K3 tidak berbuih.

Jawaban: B.

No. 7 Kunci: B, D, E

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

Konsep: Tenaga endogen berasal dari dalam bumi (tektonik: sesar dan lipatan; vulkanisme; gempa) dan membentuk atau mengubah relief. Tenaga eksogen berasal dari luar (pelapukan, erosi, angkutan, dan pengendapan oleh air, angin, es, gelombang). Bentang alam dapat dipengaruhi keduanya; yang dinilai adalah penyebab langsung bentuknya.

Langkah:
1. Pengamatan 1: ngarai → pengikisan sungai langsung → eksogen → pernyataan salah.
2. Pengamatan 2: gawir dan pergeseran lapisan → sesar → endogen → benar.
3. Pengamatan 3: bukit pasir → pengangkutan angin → eksogen → salah.
4. Pengamatan 4: lapisan bergelombang → lipatan → endogen → benar.
5. Pengamatan 5: kerucut, kawah, lava → vulkanisme → endogen → benar.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: tinggi dinding dikira bukti tenaga endogen. Ngarai dibentuk langsung oleh erosi sungai (eksogen); pengangkutan daerah hanya sebab awal.
• **Pernyataan 2** ✓ Pergeseran batuan sepanjang bidang patahan adalah sesar, hasil tenaga endogen.
• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: letak dekat gunung api dikira penyebab. Bukit pasir dibentuk angin yang

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

mengangkut dan menimbun pasir (eksogen).

• **Pernyataan 4 ✓** Pelipatan lapisan oleh tekanan dalam kerak adalah kerja tenaga endogen.

• **Pernyataan 5 ✓** Gunung api dan lava hasil vulkanisme termasuk tenaga endogen.

Jawaban: pernyataan 2, 4, 5.

No. 8 Kunci: 1S 2B 3B

Konsep: Mineral berat seperti magnetit dilepas dari batuan beku gunung api oleh pelapukan, diangkut sungai, lalu dikumpulkan gelombang di pantai (endapan sedimen). Endapan yang tertimbun, dipadatkan, dan disemen menjadi batuan sedimen. Warna dan berat butir tidak menunjukkan batuan itu batuan beku.

Langkah:

1. Pernyataan 1: pasir besi adalah butiran hasil angkutan dan pengendapan, bukan lelehan yang membeku → salah.
2. Pernyataan 2: sumber magnetit adalah andesit dan basal di hulu → benar.
3. Pernyataan 3: endapan yang tertimbun, dipadatkan, dan disemen menjadi batuan sedimen → benar.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: warna hitam dan beratnya dikira tanda batuan beku. Pasir itu butiran lepas hasil angkutan dan pengendapan, yaitu endapan sedimen.

• **Pernyataan 2 → Benar.** Pelapukan dan erosi andesit atau basal melepas butir magnetit yang lalu diangkut sungai ke muara.

• **Pernyataan 3 → Benar.** Endapan yang tertimbun, dipadatkan, dan disemen menjadi batuan sedimen.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

No. 9 Kunci: E

Konsep: Bahan baku semen terdiri atas sumber kapur (batugamping, bereaksi kuat dengan asam) dan sumber lempung (lempung atau batulempung, lunak dan plastis, tidak bereaksi dengan asam). Pemilihan memperhitungkan jenis, jumlah cadangan, dan jarak ke pabrik.

Langkah:

1. Sumber kapur: berbuih kuat dengan HCl → A dan B.
2. Sumber lempung: lunak, plastis, tidak berbuih → C.
3. Cadangan: A 8 juta ton (besar), B 0,2 juta ton (sangat kecil), C 3 juta ton (cukup).
4. Pasangan terbaik: A (kapur, besar) dan C (lempung). Pasangan lain tidak memenuhi kedua jenis atau cadangannya kecil.

Analisis setiap opsi:

• **A. ✗** Jebakan: keduanya sumber kapur; tidak ada sumber lempung dalam pasangan itu.

• **B. ✗** Jebakan: jenisnya lengkap (kapur dan lempung), tetapi cadangan B hanya 0,2 juta ton sehingga cepat habis; A jauh lebih besar.

• **C. ✗** Jebakan: melimpah dan dekat, tetapi C hanya sumber lempung dan D batupasir kuarsa bukan sumber kapur; tidak ada bahan kapur dalam pasangan itu.

• **D. ✗** Jebakan: cadangan besar dan keras dikira nilai tambah; E tidak berbuih dan sangat keras, bukan sumber lempung.

• **E. ✓** A adalah sumber kapur 8 juta ton dan C sumber lempung 3 juta ton, keduanya dekat dan cukup besar untuk kebutuhan pabrik.

Jawaban: E.

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

No. 10 Kunci: B, C, E

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

Konsep: Uji HCl encer pada permukaan segar menunjukkan karbonat bila berbuih; sebagian batuan karbonat, misalnya dolomit, bereaksi lambat pada permukaan utuh tetapi jelas pada serbuk. Karena itu hasil negatif pada permukaan utuh belum menyingkirkan karbonat; uji ulang pada serbuk dan catat semua hasil bersama kekerasannya.

Langkah:

1. Hasil: permukaan utuh sedikit berbuih; serbuk berbuih banyak; mudah digores pisau baja.
2. Serbuk berbuih banyak → ada mineral karbonat → pernyataan 2 benar; pernyataan 1 salah.
3. Dua hasil berbeda harus dicatat keduanya → pernyataan 3 benar; pernyataan 4 salah.
4. Tergores pisau baja (±5,5) → lebih lunak daripada pisau, sesuai karbonat (±3–4) → pernyataan 5 benar.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 ✗** Jebakan: satu hasil negatif dianggap cukup. Serbuk sampel berbuih banyak, sehingga mineral karbonat ada, walaupun reaksinya lambat pada permukaan utuh.
• **Pernyataan 2 ✓** Reaksi kuat pada serbuk menunjukkan karbonat; serbuk memperluas permukaan sehingga reaksinya terlihat.
• **Pernyataan 3 ✓** Dua hasil yang berbeda adalah data penting; mencatat keduanya mencegah kesimpulan keliru.
• **Pernyataan 4 ✗** Jebakan: uji pada permukaan utuh dianggap satu-satunya yang sah. Uji serbuk melengkapi uji permukaan, dan hasil keduanya perlu dicatat.
• **Pernyataan 5 ✓** Pisau baja berkekerasan sekitar 5,5; mineral yang tergores olehnya lebih lunak, dan mineral karbonat berkekerasan sekitar 3–4.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

No. 11 Kunci: A

Konsep: Undak (teras) sungai terbentuk ketika sungai terus mengikis dasarnya lebih dalam; dasar sungai lama tertinggal sebagai undak yang lebih tinggi dan lebih tua. Kerikil bulat menunjukkan angkutan oleh air sungai. Proses ini adalah kerja tenaga eksogen (erosi dan pengendapan oleh air), sering dipicu pengangkatan daerah (endogen).

Langkah:

1. Kerikil dan pasir bulat, mirip kerikil sungai sekarang → undak adalah endapan sungai.
2. Undak berada di atas dasar sungai sekarang → dulu dasar sungai berada setinggi undak, lalu sungai mengikis lebih dalam.
3. Yang paling tinggi ditinggalkan paling dulu → paling tua.

Analisis setiap opsi:

• **A. ✓** Undak tertinggi bekas dasar sungai paling awal; pengikisan berlanjut sehingga undak yang lebih rendah lebih muda.
• **B. ✗** Jebakan: kerikil bulat tersusun bertingkat dikira kerja laut. Mirip kerikil sungai sekarang dan terletak di tepi sungai, bukan pantai.
• **C. ✗** Jebakan: tampak seperti anak tangga sehingga dikira kerja lava; tetapi lava menghasilkan batuan beku, bukan kerikil bulat.
• **D. ✗** Jebakan: longsoran menghasilkan campuran bongkah bersudut yang tidak terpilah, bukan kerikil bulat bertumpuk teratur.
• **E. ✗** Jebakan: undak setinggi 18 m tidak mungkin dibentuk satu banjir, dan jejak sungai yang sudah turun menunjukkan beberapa tahap.

Jawaban: A.

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

No. 12 Kunci: C

Konsep: Batuan sedimen terbentuk dari endapan yang melewati pemadatan (ditekan beban endapan di atasnya sehingga rongga mengecil) dan penyemenan (mineral dari air tanah mengikat butir). Pencairan lalu pembekuan menghasilkan batuan beku, sedangkan panas dan tekanan tinggi tanpa pelelehan menghasilkan batuan metamorf.

Langkah:

1. Data: pasir lepas di dekat permukaan dan batupasir keras di kedalaman 420 m pada jenis butir yang sama.
2. Perbedaan hanya pada kedalaman: beban endapan di atasnya makin besar dan air tanah membawa mineral perekat.
3. Proses yang menyatukan butir endapan: pemadatan dan penyemenan.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: bila pasir mencair lalu membeku, hasilnya batuan beku, dan butir pasir tidak akan lagi tampak sebagai butir terpisah yang terikat.
- **B.** ✗ Jebakan: pelapukan menghancurkan batuan, bukan menyatukan butir menjadi batu.
- **C.** ✓ Pemadatan oleh beban endapan dan penyemenan oleh mineral dari air tanah mengubah pasir lepas menjadi batupasir.
- **D.** ✗ Jebakan: panas dan tekanan tinggi tanpa pelelehan mengubah batuan menjadi metamorf (misalnya kuarsit), dan itu tidak diperlukan pada batupasir di 420 m.
- **E.** ✗ Jebakan: pengangkutan dan pengendapan adalah tahap sebelum pembatuan; yang ditanyakan adalah proses pengerasan.

Jawaban: C.

No. 13 Kunci: C

Konsep: Perencanaan perlengkapan memenuhi dua syarat: setiap kebutuhan tugas punya alat yang melayaninya, dan jumlah bobot tidak melebihi batas. Alat tambahan yang tidak dibutuhkan hanya menambah bobot.

Langkah:

1. Kebutuhan dan alat: koordinat → GPS; jurus dan kemiringan → kompas geologi; karbonat → HCl; memecah dan mengambil sampel → palu; mencatat dan label → kantong, label, dan buku lapangan.
2. Set minimal: GPS 0,2 + kompas 0,3 + HCl 0,1 + palu 0,9 + kantong dan label 0,5 + buku 0,3 = 2,3 kg, di bawah batas 2,5 kg.
3. Opsi A: 2,05 kg tetapi tanpa buku lapangan → kebutuhan mencatat tidak terpenuhi.
4. Opsi B: tambah pita ukur → 2,7 kg > 2,5 kg → melampaui batas.
5. Opsi D: tanpa GPS → koordinat tidak tercatat. Opsi E: tanpa HCl → uji karbonat tidak terlaksana.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: bobotnya aman dan ada loupe, tetapi tidak ada buku lapangan untuk mencatat, sehingga kebutuhan tidak lengkap.
- **B.** ✗ Jebakan: pita ukur tampak berguna, tetapi tidak diminta, dan total 2,7 kg melampaui batas 2,5 kg.
- **C.** ✓ Semua lima kebutuhan terpenuhi dengan total 2,3 kg, di bawah batas 2,5 kg.
- **D.** ✗ Jebakan: loupe ringan dan berguna, tetapi tanpa GPS koordinat singkapan tidak dapat dicatat.
- **E.** ✗ Jebakan: bobot 2,25 kg di bawah batas dan ada loupe, tetapi tanpa HCl pemeriksaan karbonat tidak dapat dilakukan.

Jawaban: C.

No. 14 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Sesar adalah patahan tempat batuan bergeser, hasil tenaga endogen. Lapisan yang terputus oleh sesar tidak hilang, melainkan berpindah. Bila besar pergeseran lebih besar daripada tebal lapisan,

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

lubang bor pada ketinggian semula tidak akan memotongnya, sehingga ketinggian rencana harus disesuaikan dengan pergeseran.

Langkah:
1. Lapisan terputus dan bergeser di sepanjang bidang berisi pecahan batuan → sesar (endogen) → pernyataan 1 benar.
2. Jenis dan tebal sama di kedua sisi → lapisan yang sama, hanya bergeser → pernyataan 2 salah.
3. Pergeseran 5 m > tebal 3 m → bor pada ketinggian semula meleset; harus dibor 5 m lebih rendah → pernyataan 3 benar.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Benar.** Pergeseran lapisan sepanjang bidang berisi pecahan batuan adalah ciri sesar yang dibentuk tenaga endogen.
• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: terputus dikira hilang. Jenis dan tebal sama di kedua sisi menunjukkan lapisan yang sama, hanya berpindah posisi.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Lapisan di sisi kanan berada 5 m lebih rendah; tebalnya hanya 3 m sehingga pada ketinggian semula bor tidak memotongnya.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 15 Kunci: A, C, E

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

Konsep: Siklus batuan memiliki banyak jalur dan tidak satu arah. Semua batuan dapat melapuk dan menjadi sedimen; sedimen dapat menjadi batuan sedimen (pemadatan dan penyemenan) atau, dengan panas dan tekanan tanpa meleleh, batuan metamorf; batuan yang meleleh lalu membeku menjadi batuan beku.

Langkah:
1. Pernyataan 1: sekis → lapuk → erosi → angkutan → kerikil dan pasir → benar.
2. Pernyataan 2: melompati tahap pelapukan dan pengendapan → salah.
3. Pernyataan 3: batuan sedimen + panas dan tekanan tanpa meleleh → metamorf → benar.
4. Pernyataan 4: arah panah dibalik; kerikil yang mengeras menjadi batuan sedimen → salah.
5. Pernyataan 5: sekis meleleh → magma → membeku → batuan beku → benar.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 ✓** Batuan metamorf pun dapat melapuk dan tererosi; butirnya terangkut dan diendapkan sebagai sedimen.
• **Pernyataan 2 ✗** Jebakan: jalur panah dianggap langsung. Batupasir terbentuk dari butir endapan; sekis harus lebih dulu melapuk, terangkut, dan diendapkan.
• **Pernyataan 3 ✓** Panas dan tekanan tinggi tanpa pelelehan mengubah batuan sedimen menjadi batuan metamorf.
• **Pernyataan 4 ✗** Jebakan: pembatuan dikira menghasilkan sekis. Kerikil yang mengeras menjadi batuan sedimen (konglomerat); sekis berasal dari batuan lain yang diubah panas dan tekanan.
• **Pernyataan 5 ✓** Pelelehan batuan menjadi magma lalu membeku adalah jalur menuju batuan beku.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 5.

No. 16 Kunci: B, C, E

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

Konsep: Alat geologi dipakai dan dirawat menurut sifatnya: kompas dijauhkan dari benda logam dan magnet; palu dipakai dengan kacamata pelindung; HCl encer dibawa dalam botol tetes tertutup dan dipakai sedikit; loupe dibersihkan dengan kain lunak; buku lapangan ditulis dengan pensil dan kesalahan dicoret, tidak dihapus.

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

Langkah:
1. Pernyataan 1: palu baja menyimpangkan jarum kompas → salah.
2. Pernyataan 2: serpihan batu terpental → kacamata pelindung → benar.
3. Pernyataan 3: botol tetes tertutup, teteskan sedikit → benar.
4. Pernyataan 4: pasir menggores lensa → salah.
5. Pernyataan 5: pensil dan coretan satu garis → benar.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 ✗** Jebakan: kemudahan dijangkau dianggap penting. Benda baja seperti palu memengaruhi jarum kompas dan dapat membuat pembacaan menyimpang.
• **Pernyataan 2 ✓** Pecahan batu dapat melukai mata sehingga kacamata pelindung wajib dipakai.
• **Pernyataan 3 ✓** Botol tetes tertutup mengurangi tumpahan; sedikit larutan pada permukaan segar cukup untuk uji.
• **Pernyataan 4 ✗** Jebakan: goresan dianggap dapat dihilangkan dengan menggosok. Pasir justru menggores lensa; bersihkan dengan kain lunak.
• **Pernyataan 5 ✓** Pensil tidak luntur bila basah, dan tulisan yang dicoret tetap terbaca sehingga data tidak hilang.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

No. 17 Kunci: E

Konsep: Batas antarlapisan bumi menentukan lapisan tempat sebuah titik berada. Kerak benua ±35 km dan kerak samudra ±7 km sehingga pada kedalaman yang sama, titik di bawah samudra bisa sudah berada di mantel sedangkan titik di bawah daratan masih di kerak. Mantel berakhir pada 2.900 km, di bawahnya inti luar sampai 5.150 km.

Langkah:
1. P: 20 km di bawah daratan; kerak benua ±35 km, jadi 20 km < 35 km → kerak.
2. Q: 20 km di bawah dasar laut; kerak samudra ±7 km, jadi 20 km > 7 km → sudah melewati kerak → mantel.
3. R: 3.100 km; mantel berakhir 2.900 km dan inti luar sampai 5.150 km, jadi 2.900 < 3.100 < 5.150 → inti luar.

Analisis setiap opsi:
• **A. ✗** Jebakan: tebal kerak diseragamkan (±35 km) untuk Q dan batas mantel dianggap lebih dalam dari 3.100 km; keduanya salah.
• **B. ✗** Jebakan: P dianggap sudah di mantel padahal kerak benua masih ±35 km; hanya R yang benar.
• **C. ✗** Jebakan: Q benar, tetapi R dikira masih mantel padahal mantel berakhir di 2.900 km dan 3.100 km sudah inti luar.
• **D. ✗** Jebakan: R benar (inti luar), tetapi Q dikira di kerak padahal kerak samudra hanya ±7 km.
• **E. ✓** P (20 km < 35 km) di kerak; Q (20 km > 7 km) di mantel; R (2.900 < 3.100 < 5.150 km) di inti luar.

Jawaban: E.

No. 18 Kunci: B

Konsep: Sungai yang keluar dari lereng curam ke dataran kehilangan kecepatan arus sehingga material kasar (kerikil, pasir) diendapkan membentuk kipas aluvial. Endapan ini lepas dan tebal sehingga mudah digali tanpa peledakan. Puncak lava dan tebing batuan beku padat adalah batuan keras, sedangkan rawa hanya menimbun lumpur halus.

Langkah:
1. Syarat: sirtu (kerikil dan pasir) dalam jumlah besar, lepas, tanpa peledakan.
2. L1 dan L4: batuan keras dan padat → perlu peledakan, bukan kerikil dan pasir lepas.

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

3. L3: lumpur halus, bukan kerikil dan pasir.
4. L2: kerikil dan pasir lepas setebal puluhan meter di kipas aluvial → sesuai.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: dekat gunung api dikira berarti banyak kerikil; puncak berlava keras harus dibongkar dengan peledakan.
• **B.** ✓ Kerikil dan pasir tak terpilah setebal puluhan meter di kipas aluvial lepas dan banyak sehingga cocok sebagai sirtu tanpa peledakan.
• **C.** ✗ Jebakan: lunak dikira cocok; lumpur halus bukan kerikil dan pasir sehingga bukan sirtu.
• **D.** ✗ Jebakan: batuan padat dikira bahan bangunan yang baik, tetapi untuk sirtu lepas tanpa peledakan, batuan padat tidak sesuai.
• **E.** ✗ Jebakan: dua lokasi dekat gunung api dipilih sekaligus, tetapi keduanya batuan keras, bukan kerikil dan pasir lepas.

Jawaban: B.

No. 19 Kunci: D

Konsep: Kekerasan relatif ditentukan dengan uji goresan: mineral yang menggores lebih keras daripada yang tergores (skala Mohs disusun dengan cara ini). Beberapa hasil uji berpasangan dapat dirangkai menjadi satu urutan.

Langkah:

1. Q menggores S → S < Q.
2. P menggores Q → Q < P.
3. R menggores P → P < R.
4. Rangkai: S < Q < P < R. Urutan dari paling lunak ke paling keras: S, Q, P, R.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: urutan dibalik (paling keras ke paling lunak), padahal soal meminta dari yang paling lunak.
• **B.** ✗ Jebakan: P dan Q tertukar; Q menggores S dan tergores P sehingga Q berada di antara S dan P.
• **C.** ✗ Jebakan: S dan Q tertukar; Q menggores S sehingga S lebih lunak, bukan lebih keras.
• **D.** ✓ S < Q < P < R dari tiga hasil uji berurutan: tiap sampel lebih lunak daripada yang menggoresnya.
• **E.** ✗ Jebakan: R dan P tertukar; R menggores P sehingga R lebih keras, tidak lebih lunak.

Jawaban: D.

No. 20 Kunci: A, B, D

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

Konsep: Tebal kerak dihitung dari permukaan batuan (daratan atau dasar laut) sampai batas kerak–mantel. Air laut berada di atas kerak dan bukan bagian kerak. Titik bor berada di dalam kerak bila kedalamannya kurang dari tebal kerak, dan di dalam mantel bila lebih.

Langkah:

1. L1: 12 km < 42 km → di dalam kerak → pernyataan 1 benar.
2. L2: 12 km > 8 km → di mantel → pernyataan 2 benar.
3. L3: tebal kerak 6 km, air laut tidak dihitung; 12 km > 6 km → di mantel, bukan di kerak → pernyataan 3 salah.
4. Kerak L3 (6 km) < kerak L2 (8 km) → bor ke mantel lebih pendek di L3 → pernyataan 4 benar.
5. Dari permukaan laut ke batas kerak–mantel di L3: 5 + 6 = 11 km, bukan 6 km → pernyataan 5 salah.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Bor 12 km belum mencapai batas kerak–mantel pada 42 km.
• **Pernyataan 2** ✓ Kerak samudra di L2 hanya 8 km; bor 12 km dari dasar laut melewatinya.
• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: air laut dianggap bagian dari kerak. Bor dihitung dari dasar laut, dan air

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

laut bukan batuan kerak; di L3 bor melewati kerak 6 km.

• **Pernyataan 4** ✓ Mantel dicapai setelah menembus kerak: 6 km di L3 dan 8 km di L2.

• **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: tebal air laut dilupakan. Dari permukaan laut batas itu berada pada 5 + 6 = 11 km.

Jawaban: pernyataan 1, 2, 4.

No. 21 Kunci: A

Konsep: Dalam menentukan urutan kejadian, benda yang menjadi fragmen di dalam batuan lain lebih tua daripada batuan yang memuatnya. Kerikil yang membulat menunjukkan sudah terangkut air (aus). Tidak adanya zona ubahan panas menunjukkan granit tidak menerobos konglomerat. Batas tegas dengan permukaan tererosi menunjukkan granit sudah tersingkap dan tererosi sebelum konglomerat menumpang di atasnya.

Langkah:

1. Kerikil granit ada di dalam konglomerat → granit lebih tua daripada konglomerat.
2. Kerikil membulat → sudah terangkut dan aus → granit lebih dulu tersingkap dan lapuk.
3. Tidak ada zona ubahan panas dan batas tegas pada permukaan granit yang tererosi → granit tidak menerobos konglomerat; konglomerat menumpang kemudian.
4. Urutan: granit membeku → tersingkap dan lapuk → kerikil terangkut → konglomerat terbentuk.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Granit membeku lebih dulu, tersingkap dan lapuk, kerikilnya terangkut dan diendapkan hingga membentuk konglomerat di atas granit yang tererosi.

• **B.** ✗ Jebakan: konglomerat dianggap lebih tua karena menumpang di atas granit; tetapi kerikil granit di dalamnya membuktikan granit sudah ada lebih dulu, dan tidak ada zona ubahan akibat penerobosan.

• **C.** ✗ Jebakan: urutan awalnya benar, tetapi kerikil tidak dapat "masuk" ke konglomerat yang sudah terbentuk; kerikil adalah bahan penyusunnya.

• **D.** ✗ Jebakan: kerikil granit ada lebih dulu daripada granit yang tersingkap; urutan ini mengandaikan kerikil terbentuk sebelum granit.

• **E.** ✗ Jebakan: granit yang membeku di dalam konglomerat akan menghasilkan zona ubahan panas dan bukan kerikil membulat.

Jawaban: A.

No. 22 Kunci: D

Konsep: Setiap alat geologi lapangan punya fungsi: GPS (koordinat), loupe (butir kecil), HCl encer (uji karbonat), klinometer (sudut kemiringan), palu geologi (memecah dan mengambil sampel). Sudut lereng dibaca dengan klinometer atau bagian klinometer pada kompas geologi.

Langkah:

1. Kebutuhan: besar sudut lereng (derajat).
2. Alat yang membaca sudut kemiringan: klinometer.
3. Alat lain mengukur hal yang berbeda: koordinat, butir, kandungan karbonat, pengambilan sampel.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: GPS menunjukkan posisi, bukan sudut lereng; elevasinya juga tidak teliti untuk sudut.

• **B.** ✗ Jebakan: loupe dipakai untuk mengamati butir mineral, bukan mengukur sudut.

• **C.** ✗ Jebakan: HCl menguji ada tidaknya karbonat, bukan sudut kemiringan.

• **D.** ✓ Klinometer membaca sudut kemiringan sehingga dapat dibandingkan dengan batas 45°.

• **E.** ✗ Jebakan: palu dipakai untuk memecah batu dan mengambil sampel, bukan mengukur sudut.

Jawaban: D.

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

No. 23 Kunci: B, D, E

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

Konsep: Pola arah kemiringan pada peta membantu menafsirkan struktur: kemiringan yang saling menghadap ke tengah dengan batuan termuda di tengah menunjukkan sinklin; kemiringan yang saling membelakangi dengan batuan tertua di tengah menunjukkan antiklin. Data di dekat benda logam diukur ulang, dan letak sumbu ditentukan dari titik tambahan di antara dua titik yang berlawanan arah kemiringannya.

Langkah:
1. Baca pola: T1, T2, T3 miring ke timur; T4, T6, T7 miring ke barat → saling menghadap ke tengah; formasi tengah lebih muda → sinklin.
2. T5 diukur 1,5 m dari menara baja dan jurusnya (N 40° E) tidak mengikuti titik lain → anomali, perlu diukur ulang.
3. Sumbu ada di antara T3 (miring ke timur) dan T4 (miring ke barat); kemiringan yang landai menunjukkan dekat sumbu, bukan pasti tepat.
4. Pernyataan 1 salah, 2 benar, 3 salah, 4 benar, 5 benar.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 ✗** Jebakan: nilai paling menonjol dikira bukti struktur. T5 diukur dekat menara baja sehingga jarum kompas menyimpang; datanya tidak dapat dipakai menafsirkan.
• **Pernyataan 2 ✓** Lapisan di kedua sisi miring menuju bagian tengah dan batuan termuda di tengah adalah ciri sinklin.
• **Pernyataan 3 ✗** Jebakan: kemiringan paling landai dikira tanda sumbu tepat. Landai hanya menunjukkan sumbu berada dekat; sumbu terletak di antara T3 dan T4, belum pasti di T3.
• **Pernyataan 4 ✓** Benda logam mengganggu jarum kompas; titik yang dicurigai anomali diukur ulang di tempat bebas gangguan.
• **Pernyataan 5 ✓** Sumbu berada di antara dua titik yang kemiringannya berlawanan arah; titik tambahan di sana mempersempit letaknya.

Jawaban: pernyataan 2, 4, 5.

No. 24 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: Data lapangan yang meragukan tidak dihapus. Bacaan diperiksa dengan batas selisih yang ditentukan SOP; bila melampaui batas, titik diukur ulang. Hasil ulang yang memenuhi batas dirata-ratakan dan dilaporkan, sedangkan bacaan awal tetap tercatat beserta keterangan penyebab keraguan.

Langkah:
1. Selisih bacaan awal: 36 − 31 = 5° > 3° → meragukan, wajib diukur ulang → pernyataan 1 benar.
2. Selisih hasil ulang: 35 − 33 = 2° ≤ 3° → memenuhi; rata-rata (33 + 35) ÷ 2 = 34° → pernyataan 2 benar.
3. Bacaan awal tidak boleh dihapus → pernyataan 3 salah.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Benar.** Selisih 36 − 31 = 5° lebih besar daripada 3°, jadi bacaan dianggap meragukan.
• **Pernyataan 2 → Benar.** Selisih 35 − 33 = 2° ≤ 3°; rata-ratanya (33 + 35) ÷ 2 = 34°, dan bacaan awal tidak dihapus.
• **Pernyataan 3 → Salah.** Jebakan: bacaan lama dianggap tidak berguna. SOP melarang menghapus; bacaan awal tetap tercatat dengan keterangan kompas basah.

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

No. 25 Kunci: E

Konsep: Bongkah lepas dapat berputar saat jatuh sehingga ukurannya tidak mewakili lapisan di tempatnya. Data yang tidak sebanding dikeluarkan dari perhitungan rata-rata, tetapi tetap dicatat lengkap dengan keterangan. Rata-rata hanya dihitung dari data sebanding.

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

Langkah:

1. Data singkapan tetap: titik 1, 2, 3, 5, 6. Titik 4 pada bongkah lepas → tidak sebanding.
2. Rata-rata jurus: (75 + 77 + 74 + 76 + 75) ÷ 5 = 75,4 ≈ N 75° E.
3. Rata-rata kemiringan: (22 + 24 + 23 + 25 + 22) ÷ 5 = 23,2 ≈ 23°.
4. Titik 4 tidak dirata-ratakan tetapi tetap dicatat dengan keterangan bongkah lepas.
5. Laporan: N 75° E / 23° (titik 4 dicatat sebagai bongkah lepas).

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: keenam data dirata-ratakan (jurus 79,2; kemiringan 26,2), sehingga data bongkah lepas ikut memengaruhi hasil.
• **B.** ✗ Jebakan: nilai paling menonjol dipilih "untuk keselamatan", padahal diukur pada bongkah lepas, bukan pada lapisan yang tetap.
• **C.** ✗ Jebakan: satu titik dipakai dengan alasan dicatat awal; lima titik sebanding memberi gambaran lebih baik daripada satu titik.
• **D.** ✗ Jebakan: hasilnya benar (N 75° E / 23°), tetapi data titik 4 dihapus; SOP melarang menghapus data, hanya mengeluarkannya dari rata-rata.
• **E.** ✓ Rata-rata lima titik singkapan = N 75° E / 23°, dan titik 4 tetap dicatat dengan keterangan bongkah lepas.

Jawaban: E.

Latihan sub bab 5.1

No. 1 Kunci: 1S 2B 3B

Konsep: Tahapan: prospeksi → eksplorasi (pemetaan, pemboran, perhitungan cadangan) → studi kelayakan dan dokumen lingkungan → konstruksi (sarana tambang) → penambangan → pengolahan → reklamasi (bertahap) dan pascatambang.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: pemboran itu untuk menghitung cadangan, jadi termasuk tahap eksplorasi, bukan eksploitasi.
• **Pernyataan 2 → Benar.** Sarana dibangun setelah tambang dinyatakan layak, sebelum penambangan dimulai.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Reklamasi bertahap mengurangi luas lahan terbuka dan biaya di akhir tambang.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

No. 2 Kunci: C

Konsep: Eksplorasi berjenjang: prospeksi → eksplorasi umum (sebaran, data berjarak lebar) → eksplorasi rinci (data rapat untuk menghitung cadangan dengan keyakinan tinggi) → studi kelayakan (menilai untung-rugi dan teknis tambang).

Langkah:

1. Sumur uji dan bor rapat untuk menghitung cadangan berkeyakinan tinggi → eksplorasi rinci.
2. Hasil cadangan dipakai dalam studi kelayakan.

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

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Prospeksi mencari indikasi awal; sebaran bauksit sudah diketahui.

• **B.** ✗ Belum ada penambangan; kegiatannya masih pemboran untuk menghitung cadangan.

• **C.** ✓ Data rapat untuk menghitung cadangan adalah eksplorasi rinci, dan hasilnya menjadi dasar studi kelayakan.

• **D.** ✗ Konstruksi membangun sarana tambang, bukan membuat sumur uji.

• **E.** ✗ Jebakan: urutannya terbalik; studi kelayakan memakai hasil eksplorasi rinci.

Jawaban: C.

Latihan sub bab 5.2

No. 1 Kunci: E

Konsep: Endapan yang dangkal, menyebar luas, dan lunak ditambang dengan tambang terbuka dangkal: tanah pucuk dikupas, lalu bijih digali langsung dengan ekskavator tanpa peledakan.

Langkah:

1. Dangkal (5–25 m), luas, lunak, tanpa batuan keras di atasnya → tambang terbuka dangkal.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: metodenya tepat, tetapi kasus menyebutkan material dapat digali langsung, jadi peledakan hanya menambah biaya dan bahaya.

• **B.** ✗ Kapal keruk bekerja di air (sungai/kolam), bukan di punggung bukit.

• **C.** ✗ Quarry berjenjang tinggi dengan peledakan untuk batuan keras, sedangkan laterit lunak.

• **D.** ✗ Jebakan: bijih nikel berada di lapisan lapuk; batuan segar di bawahnya bukan bijih sehingga tidak perlu digali.

• **E.** ✓ Endapan dangkal, luas, dan lunak cocok dikupas dan digali langsung.

Jawaban: E.

No. 2 Kunci: B, D, E

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

Konsep: Tambang terbuka (open pit) dipakai untuk tubuh bijih besar dekat permukaan (tembaga, emas, nikel). Cirinya: dinding berjenjang, jalan tambang melingkar, alat besar dan produksi tinggi, serta nisbah pengupasan yang naik seiring kedalaman.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: jalan tegak lurus dinding terlalu curam; ramp dibuat melingkar atau berkelok dengan kemiringan yang aman bagi truk bermuatan.

• **Pernyataan 2** ✓ Jenjang mengurangi kemiringan keseluruhan dinding dan menjadi lantai kerja alat.

• **Pernyataan 3** ✗ Urat sempit dan dalam membutuhkan pengupasan sangat banyak; lebih cocok tambang bawah tanah.

• **Pernyataan 4** ✓ Pit melebar ke atas seiring bertambah dalam, sehingga nisbah pengupasan naik.

• **Pernyataan 5** ✓ Ruang kerja terbuka memungkinkan ekskavator dan truk besar.

Jawaban: pernyataan 2, 4, 5.

Latihan sub bab 5.3

No. 1 Kunci: B, D

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

Konsep: Faktor pemilihan metode: kedalaman, bentuk dan ukuran endapan, nisbah pengupasan, dan sifat batuan. Endapan dekat permukaan dengan nisbah kecil → tambang terbuka; endapan dalam, tipis, atau bernisbah sangat besar → tambang bawah tanah.

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

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: dinding stabil tidak menolong bila tanah penutup yang harus dikupas 40 kali banyaknya bijih.

• **Pernyataan 2** ✓ Tubuh bijih besar dekat permukaan dengan nisbah 2,5 ekonomis ditambang open pit.

• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: lapisan mendatar dangkal dengan nisbah 4 justru cocok untuk tambang terbuka (strip mine/open cut).

• **Pernyataan 4** ✓ Urat tipis yang dalam dengan nisbah 40 tidak ekonomis bila ditambang terbuka.

• **Pernyataan 5** ✗ Quarry untuk batuan bangunan/industri; batubara berlapis mendatar ditambang dengan strip mine/open cut.

Jawaban: pernyataan 2, 4.

No. 2 Kunci: D

Konsep: Pemilihan lokasi dan metode tambang mempertimbangkan banyak faktor sekaligus: nisbah pengupasan (biaya), keadaan air tanah (biaya pemompaan, kestabilan), dan jarak ke permukiman (keselamatan dan lingkungan).

Langkah:

1. L1: air tanah 5 m, dasar pit 30 m jauh di bawah muka air tanah → pemompaan besar.
2. L3: jarak permukiman 200 m < 500 m → tidak memenuhi.
3. L4: nisbah 7 > 5 → tidak memenuhi.
4. L2: nisbah 4, air tanah 40 m (di bawah dasar pit 30 m), jarak 1,5 km → memenuhi semua.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: nisbah L3 memang terkecil, tetapi hanya 200 m dari permukiman.

• **B.** ✗ Jebakan: L1 memenuhi nisbah dan jarak, tetapi dasar pit 25 m di bawah muka air tanah sehingga biaya pemompaan tinggi.

• **C.** ✗ Nisbah L4 (7) melebihi batas 5.

• **D.** ✓ L2 memenuhi ketiga syarat.

• **E.** ✗ L3 melanggar jarak permukiman dan L1 bermasalah air tanah.

Jawaban: D.

Latihan sub bab 5.4

No. 1 Kunci: B

Konsep: Lintasan pemetaan dibuat memotong (tegak lurus) jurus lapisan agar setiap lapisan terlewati berurutan. Lintasan sejajar jurus hanya melewati satu atau sedikit lapisan.

Langkah:

1. Jurus utara–selatan → lintasan yang memotong jurus berarah barat–timur.
2. Sungai Lempur mengalir barat → timur dan bersingkapan baik.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: singkapannya memang banyak, tetapi sungai utara–selatan sejajar jurus sehingga hanya melewati satu atau dua lapisan.

• **B.** ✓ Arah barat–timur memotong jurus, sehingga semua lapisan terlewati berurutan.

• **C.** ✗ Lintasan sejajar jurus hanya menyusuri lapisan yang sama.

• **D.** ✗ Jebakan: sumur uji hanya melihat lapisan di satu titik dan dangkal, tidak memperlihatkan urutan seluruh lapisan.

• **E.** ✗ Jebakan: arahnya memang memotong jurus, tetapi singkapan tertutup tanah dan rumah sehingga lapisan tidak dapat diamati.

Jawaban: B.

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

No. 2 Kunci: B

Konsep: Pemboran tambahan (pengisian) ditempatkan di tempat data paling tidak pasti. Batas sebaran endapan berada di antara lubang yang masih mengandung bijih dan lubang yang tidak mengandung bijih.

Langkah:
1. B2 masih 7 m bijih, B3 sudah 0 m → batas timur ada di antara B2 dan B3.
2. Lubang tambahan di antara keduanya mempersempit letak batas.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ B1 dan B2 sama-sama berbijih tebal; di antaranya tidak ada batas yang dicari.
• **B.** ✓ Batas berubah dari ada bijih (B2) menjadi tidak ada (B3) di selang ini.
• **C.** ✗ Jebakan: B3 dan B4 sama-sama tanpa bijih; lubang di antaranya hampir tidak menambah informasi batas.
• **D.** ✗ Barat B1 sudah di luar batas IUP.
• **E.** ✗ Jebakan: B3 sudah menembus batuan segar; mengebor lebih dalam tidak menemukan lapisan bijih yang berada di atas batuan segar.

Jawaban: B.

Latihan sub bab 5.5

No. 1 Kunci: D

Konsep: Keserasian alat muat dan alat angkut: jumlah truk = waktu siklus truk ÷ waktu muat satu truk. Dengan jumlah itu, setiap kali ekskavator selesai memuat, truk berikutnya sudah tiba.

Langkah:
1. Waktu siklus truk = 4 + 7 + 2 + 7 = 20 menit.
2. Jumlah truk = 20 ÷ 4 = 5 truk.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: hanya waktu angkut bermuatan yang dibagi (7 ÷ 4 ≈ 2).
• **B.** ✗ Jebakan: hanya waktu angkut dan kembali (14 ÷ 4 = 3,5 → 3); ekskavator akan sering menunggu.
• **C.** ✗ Jebakan: waktu dimuat tidak ikut dijumlahkan (16 ÷ 4 = 4).
• **D.** ✓ Siklus 20 menit ÷ 4 menit = 5 truk.
• **E.** ✗ Jebakan: truk keenam hanya akan antre karena siklus sudah terpenuhi oleh 5 truk.

Jawaban: D.

No. 2 Kunci: 1S 2B 3B

Konsep: Urutan eksploitasi tambang terbuka: pembersihan lahan → pengupasan tanah pucuk (disimpan) → pengupasan tanah penutup → penggalian bahan galian → pemuatan dan pengangkutan.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: pohon dan tanah pucuk berada di atas tanah penutup, jadi lahan dibersihkan dan tanah pucuk dikupas lebih dulu.
• **Pernyataan 2 → Benar.** Tanah pucuk berada di bawah vegetasi dan di atas tanah penutup; disimpan terpisah untuk reklamasi.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Bahan galian berada di bawah tanah penutup, sehingga tanah penutup dipindahkan lebih dulu.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

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

Latihan sub bab 5.6

No. 1 Kunci: C

Konsep: Grizzly (saringan batang) dipasang sebelum crusher primer untuk memisahkan material halus yang tidak perlu dihancurkan. Material halus langsung diteruskan, sehingga crusher hanya menerima bongkah besar, tidak tersumbat, dan kapasitasnya naik.

Langkah:

1. Penyebab: material halus (35 %) ikut masuk crusher padahal tidak perlu dihancurkan.
2. Solusi: pisahkan sebelum crusher → grizzly.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Bukaan yang lebih kecil justru membuat crusher lebih mudah tersumbat dan produk menjadi lebih halus dari yang diperlukan.
- **B.** ✗ Jebakan: kapasitas bertambah, tetapi material halus tetap menyumbat dan mengauskan kedua crusher.
- **C.** ✓ Material halus dipisahkan sebelum crusher sehingga crusher tidak tersumbat dan tidak cepat aus.
- **D.** ✗ Jebakan: air dalam jumlah banyak membuat tanah menjadi lumpur yang makin lengket.
- **E.** ✗ Bongkah besar tidak mendorong tanah keluar; material halus tetap masuk ke ruang crusher.

Jawaban: C.

No. 2 Kunci: A, B, E

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

Konsep: Pengolahan bahan galian memperkecil ukuran bertahap: peremukan (crushing) primer dan sekunder, lalu penggerusan (grinding) bila mineral berharga berbutir halus. Nisbah reduksi = ukuran umpan ÷ ukuran produk. Setiap alat memiliki batas ukuran umpan.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ 80 ÷ 20 = 4.
- **Pernyataan 2** ✓ Cone crusher: 20 ÷ 4 = 5, lebih besar dari 4.
- **Pernyataan 3** ✗ Produk berukuran sampai 4 cm, jadi masih bercampur butir yang lebih besar dari 2 cm; perlu diayak. Lagi pula bijih ini diolah untuk emas, bukan dijual sebagai batu split.
- **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: jaw crusher memang peremuk primer, tetapi umpan maksimumnya 80 cm; bongkah 100 cm harus diperkecil dulu.
- **Pernyataan 5** ✓ Butiran emas yang halus hanya terbebas bila bijih digerus sampai sangat halus.

Jawaban: pernyataan 1, 2, 5.

Kuis Akhir Bab 5

No. 1 Kunci: D

Konsep: Urat sempit, tegak, dan dalam tidak cocok ditambang terbuka karena nisbah pengupasan sangat besar. Pada batuan sisi yang lemah dipilih tambang bawah tanah cut and fill: urat digali berlapis, rongga yang selesai ditimbun kembali dengan material sehingga dinding tetap tertahan dan limbah tidak menumpuk di permukaan.

Langkah:

1. Ciri: urat sempit (1,2 m), tegak, dalam (250 m), kadar tinggi, batuan sisi lemah, penutup tebal.
2. Terbuka lebar → membuang batuan sangat banyak (nisbah besar) dan dinding sulit stabil → tidak cocok.
3. Cut and fill: urat digali sedikit demi sedikit dan rongga ditimbun kembali → dinding aman dan limbah kembali ke bawah.

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

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: kadar tinggi dikira membenarkan tambang terbuka; urat sempit dan dalam membuat batuan yang dibuang jauh lebih banyak daripada bijih.

• **B.** ✗ Jebakan: quarry untuk batuan masif di bukit; urat dalam di bawah tanah penutup tebal tidak dapat dijangkau dari permukaan.

• **C.** ✗ Jebakan: room and pillar untuk lapisan mendatar yang luas; urat tegak sempit tidak membentuk ruang dengan pilar.

• **D.** ✓ Cut and fill cocok untuk urat tegak sempit dan dalam; rongga yang ditimbun kembali menahan dinding yang lemah dan mengurangi limbah di permukaan.

• **E.** ✗ Jebakan: kapal keruk bekerja pada endapan lepas di bawah air; urat emas ini batuan padat di bawah tanah.

Jawaban: D.

No. 2 Kunci: E

Konsep: Setiap tahap dimulai setelah tahap sebelumnya selesai: eksplorasi mendahului studi kelayakan, studi kelayakan dan izin mendahului konstruksi, konstruksi mendahului produksi. Reklamasi dikerjakan bertahap pada blok yang selesai ditambang, tidak menunggu seluruh tambang tutup.

Langkah:

1. Proyek 1: baru prospeksi → seharusnya eksplorasi, bukan membeli crusher → tidak sesuai.
2. Proyek 2: eksplorasi selesai → seharusnya studi kelayakan dulu, bukan membangun jalan → tidak sesuai.
3. Proyek 3: izin produksi belum terbit → belum boleh menggali untuk dijual → tidak sesuai.
4. Proyek 4: sebagian blok sudah selesai → seharusnya direklamasi bertahap, bukan ditunda → tidak sesuai.
5. Proyek 5: kelayakan dan izin lengkap → tahap berikutnya konstruksi → sesuai.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: pemetaan baru tahap awal; membeli peralatan pengolahan sebelum eksplorasi dan kelayakan tidak beralasan.

• **B.** ✗ Jebakan: jumlah bahan galian sudah dihitung, tetapi belum ada studi kelayakan; konstruksi mendahuluinya.

• **C.** ✗ Jebakan: studi kelayakan layak dianggap cukup; izin produksi belum terbit sehingga penggalian untuk dijual belum boleh.

• **D.** ✗ Jebakan: menunda dianggap lebih mudah; reklamasi dikerjakan bertahap pada blok yang telah selesai ditambang.

• **E.** ✓ Studi kelayakan layak, izin produksi dan dokumen lingkungan terbit: tahap berikutnya konstruksi jalan angkut dan kolam pengendap.

Jawaban: E.

No. 3 Kunci: D

Konsep: Nisbah pengupasan = tebal tanah penutup ÷ tebal bahan galian. Tebal tanah penutup sama dengan kedalaman atap lapisan. Tebal batubara = kedalaman dasar − kedalaman atap. Blok layak ditambang terbuka bila nisbah tidak melebihi batas.

Langkah:

1. Tebal tanah penutup = kedalaman atap = 18 m.
2. Tebal batubara = 21 − 18 = 3 m.
3. Nisbah = 18 ÷ 3 = 6.
4. Bandingkan dengan batas 6,5: 6 ≤ 6,5 → layak ditambang terbuka.

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

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: kedalaman dasar (21 m) dipakai sebagai tebal tanah penutup, sehingga nisbah 21 ÷ 3 = 7 dan keputusannya terbalik.
• **B.** ✗ Jebakan: kedalaman atap dibagi kedalaman dasar (18 ÷ 21 = 0,86), bukan dibagi tebal batubara.
• **C.** ✗ Jebakan: pembagian dibalik (3 ÷ 18 = 0,17), seolah semakin kecil semakin layak.
• **D.** ✓ Tebal penutup 18 m ÷ tebal batubara 3 m = 6, tidak melebihi batas 6,5.
• **E.** ✗ Jebakan: hitungannya benar (6), tetapi "mendekati batas" dianggap tidak layak; yang menentukan adalah tidak melebihi batas.

Jawaban: D.

No. 4 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: Sumber daya adalah perkiraan jumlah bahan galian hasil eksplorasi; cadangan adalah bagian dari sumber daya yang layak ditambang secara teknis, ekonomis, dan hukum menurut studi kelayakan. Perubahan biaya, harga, dan metode dapat menggeser jumlah cadangan.

Langkah:

1. 12 juta ton adalah sumber daya; 7,5 juta ton lolos kelayakan → cadangan; sisanya 12 − 7,5 = 4,5 juta ton tetap sumber daya → pernyataan 1 benar.
2. Biaya naik → sebagian cadangan tidak lagi layak → pernyataan 2 benar.
3. Menyebut seluruh sumber daya sebagai cadangan tanpa kelayakan → pernyataan 3 salah.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** Cadangan adalah bagian sumber daya yang terbukti layak menurut studi kelayakan; sisanya tetap sumber daya.
• **Pernyataan 2 → Benar.** Kelayakan bergantung pada biaya dan harga; biaya naik membuat sebagian bahan galian tidak lagi layak, sedangkan jumlah di tanah tetap.
• **Pernyataan 3 → Salah.** Jebakan: jumlah yang ada di tanah dianggap sama dengan yang layak ditambang. Cadangan hanya ditetapkan setelah studi kelayakan.

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

No. 5 Kunci: B, D, E

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

Konsep: Studi kelayakan menilai apakah tambang layak secara teknis dan ekonomis: perolehan pengolahan, pilihan metode, rencana produksi, biaya, harga jual, dan aspek lingkungan. Pembangunan sarana permanen (konstruksi) dan penggalian untuk dijual (produksi) dikerjakan sesudahnya.

Langkah:

1. Kegiatan 1 (dermaga permanen) adalah konstruksi → bukan studi kelayakan.
2. Kegiatan 2 (biaya dan harga) → inti studi kelayakan.
3. Kegiatan 3 (menggali untuk dijual) adalah produksi → bukan studi kelayakan.
4. Kegiatan 4 (uji perolehan pengolahan) → bagian studi kelayakan.
5. Kegiatan 5 (metode dan rencana produksi) → bagian studi kelayakan.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: pengapalan dikira bagian perencanaan. Membangun dermaga adalah konstruksi yang baru dilakukan setelah tambang dinyatakan layak dan izin terbit.
• **Pernyataan 2** ✓ Perbandingan biaya dan harga menentukan apakah tambang menguntungkan, inti studi kelayakan.
• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: menggali dianggap menghemat waktu. Produksi baru boleh setelah studi kelayakan dan izin; menggali lebih dulu mengabaikan hasil kelayakan.
• **Pernyataan 4** ✓ Perolehan pengolahan memengaruhi pendapatan sehingga diuji dalam studi kelayakan.

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

• **Pernyataan 5 ✓** Metode dan rencana produksi dipilih memakai data eksplorasi untuk menghitung biaya dan hasil.

Jawaban: pernyataan 2, 4, 5.

No. 6 Kunci: B

Konsep: Quarry sering memiliki lapisan lapuk di atas batuan segar. Lapisan lapuk digali langsung, sedangkan batuan segar yang keras dibongkar dengan peledakan terkendali yang dikerjakan hanya oleh juru ledak bersertifikat dengan prosedur pengamanan. Jarak ke permukiman memengaruhi pengendalian getaran dan debu.

Langkah:

1. Lapisan atas 4 m lapuk → dapat digali ekskavator.
2. Andesit segar keras → tidak dapat digali langsung → dibongkar dengan peledakan terkendali oleh juru ledak bersertifikat.
3. Permukiman 350 m → getaran dan debu dijaga, bukan alasan mengganti metode menjadi bawah tanah.

Analisis setiap opsi:

• **A. ✗** Jebakan: lapisan atas yang lunak dikira mewakili seluruh bukit; batuan segar di bawahnya tidak dapat digali langsung.
• **B. ✓** Lapisan lapuk digali ekskavator dan andesit segar dibongkar terkendali (peledakan hanya oleh juru ledak bersertifikat), dengan dampak ke permukiman dijaga.
• **C. ✗** Jebakan: meledakkan seluruh bukit sekaligus tidak terkendali, berbahaya bagi permukiman, dan melanggar prosedur peledakan.
• **D. ✗** Jebakan: batuan masif di bukit tidak memerlukan tambang bawah tanah; getaran dapat dijaga dengan peledakan terkendali.
• **E. ✗** Jebakan: kapal keruk dipakai untuk endapan di bawah air dan tidak dapat melunakkan andesit segar.

Jawaban: B.

No. 7 Kunci: A

Konsep: Metode dipilih menurut bentuk dan kedalaman endapan serta sifat batuannya. Endapan dangkal, lepas, luas, dan tertutup tanah tipis ditambang terbuka dangkal: tanah penutup dikupas, bahan galian digali langsung. Tambang bawah tanah dan quarry berjenjang untuk kondisi lain, dan kapal keruk untuk endapan di bawah air.

Langkah:

1. Ciri: lapisan lepas, 6 m, luas, penutup 0,5 m, dapat digali langsung tanpa peledakan.
2. Dangkal dan penutup tipis → tidak perlu bawah tanah.
3. Dapat digali langsung → tidak perlu peledakan atau quarry berjenjang tinggi; bukan endapan di bawah air → bukan kapal keruk.

Analisis setiap opsi:

• **A. ✓** Lapisan dangkal, lepas, dan luas dengan penutup tipis ditambang terbuka dangkal: kupas penutup, gali dengan ekskavator.
• **B. ✗** Jebakan: room and pillar dipakai untuk lapisan dalam; di sini lapisan hanya 0,5 m di bawah tanah pucuk.
• **C. ✗** Jebakan: kapal keruk dipakai untuk endapan di bawah air atau di kolam; lempung ini berada di dataran kering.
• **D. ✗** Jebakan: quarry berjenjang tinggi untuk batuan keras yang diledakkan; lempung dapat digali langsung.

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

• **E.** ✗ Jebakan: cut and fill untuk urat sempit dan dalam dengan batuan lemah; tidak sesuai untuk lapisan dangkal luas.

Jawaban: A.

No. 8 Kunci: A, C, D

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

Konsep: Pemilihan metode menurut ciri endapan: batuan masif tanpa penutup → quarry berjenjang; urat sempit dan dalam → bawah tanah; lapisan datar dangkal dan luas → terbuka strip; endapan lepas di bawah air → kapal keruk atau isap; endapan lepas di darat → digali langsung tanpa peledakan.

Langkah:

1. Kasus A: batuan masif tanpa penutup → quarry berjenjang → cocok.
2. Kasus B: urat tipis dalam → terbuka lebar tidak cocok walaupun kadar tinggi.
3. Kasus C: lapisan datar dangkal luas → terbuka strip → cocok.
4. Kasus D: pasir lepas di bawah air → kapal keruk atau isap → cocok.
5. Kasus E: pasir lepas → digali langsung; peledakan tidak diperlukan → tidak cocok.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Batuan masif tanpa penutup di bukit ditambang quarry berjenjang.
• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: kadar tinggi dianggap cukup. Urat 1 m yang dalam membuat nisbah pengupasan sangat besar; bawah tanah lebih sesuai.
• **Pernyataan 3** ✓ Lapisan batubara dangkal, datar, dan luas lazim ditambang terbuka sistem strip.
• **Pernyataan 4** ✓ Endapan lepas di bawah air dikerjakan dengan kapal keruk atau kapal isap.
• **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: kuarsa itu keras dan dikira perlu diledakkan. Pasir kuarsa lepas dapat digali langsung tanpa peledakan.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 4.

No. 9 Kunci: C

Konsep: Tahapan usaha pertambangan berurutan: prospeksi → eksplorasi → studi kelayakan dan perizinan → konstruksi (persiapan sarana) → produksi (penambangan) → pengolahan dan penjualan → reklamasi dan pascatambang. Setelah studi kelayakan dan izin selesai, tahap berikutnya adalah konstruksi, sebelum penggalian produksi dimulai.

Langkah:

1. Tahap yang sudah selesai: eksplorasi, studi kelayakan, perizinan.
2. Tahap berikutnya dalam urutan: konstruksi (jalan angkut, kolam pengendap, fasilitas), lalu produksi.
3. Pengecoh adalah tahap sebelumnya (eksplorasi) atau tahap sesudah produksi (pengolahan, reklamasi, penutupan).

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: eksplorasi sudah selesai dan sudah dipakai untuk studi kelayakan; mengulangnya mundur satu tahap tanpa alasan.
• **B.** ✗ Jebakan: reklamasi dikira dapat dikerjakan lebih dulu; lahan belum ditambang sehingga belum ada yang direklamasi.
• **C.** ✓ Konstruksi jalan angkut, kolam pengendap, dan fasilitas adalah tahap sesudah izin terbit dan sebelum produksi.
• **D.** ✗ Jebakan: pengolahan dan pengiriman baru ada setelah ada batu yang digali (produksi).
• **E.** ✗ Jebakan: penutupan tambang adalah tahap akhir, bukan tahap sebelum penggalian pertama.

Jawaban: C.

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

No. 10 Kunci: C

Konsep: Volume balok = tinggi × lebar × panjang. Tonase = volume × densitas. Kapasitas harian = kapasitas per jam × jam kerja efektif. Jumlah hari = tonase ÷ kapasitas harian; karena hari kerja dihitung penuh, hasil pecahan dibulatkan ke atas.

Langkah:

1. Volume = 6 × 12 × 50 = 3.600 m^3.
2. Tonase = 3.600 × 2,5 = 9.000 ton.
3. Kapasitas harian = 420 × 7 = 2.940 ton.
4. Hari = 9.000 ÷ 2.940 = 3,06 → dibulatkan ke atas menjadi 4 hari (3 hari baru 8.820 ton).

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: volume (m^3) dianggap sama dengan tonase (3.600 ÷ 2.940 ≈ 1,2 lalu 2 hari); densitas tidak dipakai.
- **B.** ✗ Jebakan: 3,06 dibulatkan ke bawah menjadi 3 hari; pada hari ketiga baru 8.820 ton selesai, masih sisa 180 ton.
- **C.** ✓ 9.000 ton ÷ 2.940 ton per hari = 3,06 hari, dibulatkan ke atas karena hari dihitung penuh: 4 hari.
- **D.** ✗ Jebakan: kapasitas 420 ton dibaca sebagai kapasitas per hari (9.000 ÷ 420 ≈ 21,4 sehingga 22 hari), padahal itu per jam.
- **E.** ✗ Jebakan: densitas dipakai sebagai pembagi (3.600 ÷ 2,5 = 1.440 ton, kurang dari kapasitas sehari), sehingga tampak selesai dalam 1 hari.

Jawaban: C.

No. 11 Kunci: B

Konsep: Produksi = jumlah rit × muatan per rit. Sisa target = target − produksi sampai saat itu. Rit yang dibutuhkan = sisa ÷ muatan per rit, dibulatkan ke atas karena rit dihitung bila penuh.

Langkah:

1. Jumlah rit Senin–Jumat = 46 + 44 + 18 + 40 + 42 = 190 rit.
2. Produksi = 190 × 22 = 4.180 ton.
3. Sisa target = 4.800 − 4.180 = 620 ton.
4. Rit Sabtu = 620 ÷ 22 = 28,18 → dibulatkan ke atas menjadi 29 rit (28 rit baru 616 ton, masih kurang).

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: 28,18 dibulatkan ke bawah menjadi 28 rit; 28 × 22 = 616 ton, masih kurang 4 ton dari sisa 620 ton.
- **B.** ✓ Sisa 4.800 − 4.180 = 620 ton dan 620 ÷ 22 = 28,18, dibulatkan ke atas menjadi 29 rit.
- **C.** ✗ Jebakan: produksi yang sudah tercapai (4.180 ton) dan jumlah rit yang sudah dikerjakan (190) dikira sisa.
- **D.** ✗ Jebakan: Rabu dibaca 22 rit (bukan 18), sehingga produksi tampak 4.268 ton dan sisa 532 ton.
- **E.** ✗ Jebakan: muatan dibaca 20 ton (bukan 22), sehingga produksi tampak 3.800 ton dan sisa 1.000 ton.

Jawaban: B.

No. 12 Kunci: B, C, E

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

Konsep: Lubang gagal ledak (misfire) adalah bahan peledak yang tidak meledak dan tetap berbahaya. Prosedurnya: area dikosongkan dan dijaga, pekerjaan di area itu dihentikan, hanya juru ledak bersertifikat yang menangani, jalan masuk ditandai dengan larangan, dan kejadian dilaporkan serta dicatat.

Langkah:

1. Pernyataan 1: menggali dekat lubang gagal ledak berbahaya → salah.

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

2. Pernyataan 2: area dikosongkan dan dijaga, pekerjaan dihentikan → benar.
3. Pernyataan 3: hanya juru ledak bersertifikat menangani, kejadian dilaporkan → benar.
4. Pernyataan 4: satu lubang diabaikan demi target → salah.
5. Pernyataan 5: tanda larangan dan pencatatan → benar.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 ✗** Jebakan: kehati-hatian dianggap cukup. Menggali dekat lubang gagal ledak dapat memicunya; area tidak boleh dikerjakan alat atau pekerja lain.
• **Pernyataan 2 ✓** Pengamanan area dan penghentian pekerjaan adalah langkah pertama menghadapi gagal ledak.
• **Pernyataan 3 ✓** Penanganan gagal ledak adalah wewenang juru ledak bersertifikat, dan kejadian dilaporkan kepada penanggung jawab teknik.
• **Pernyataan 4 ✗** Jebakan: jumlah kecil dianggap tidak berbahaya. Satu lubang gagal ledak sudah cukup untuk melukai pekerja; target tidak boleh mengalahkan keselamatan.
• **Pernyataan 5 ✓** Tanda larangan mencegah orang masuk, dan pencatatan membuat kejadian dapat ditindaklanjuti.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

No. 13 Kunci: A, C, E

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

Konsep: Pemilihan blok menimbang beberapa faktor sekaligus: nisbah pengupasan terhadap batas ekonomis, stabilitas batuan, kadar dan harga, serta izin, lingkungan, dan keselamatan (misalnya permukiman). Nisbah terkecil tidak otomatis dimulai lebih dulu, dan kadar tinggi tidak otomatis membenarkan nisbah yang melebihi batas.

Langkah:
1. Blok Y: nisbah 3,6 ≤ 4, batuan stabil, izin jelas → layak → pernyataan 1 benar.
2. Blok X: nisbah paling kecil, tetapi di bawah permukiman → belum dapat dimulai → pernyataan 2 salah, pernyataan 3 benar.
3. Blok Z: nisbah 5,2 > 4; kadar tinggi tidak otomatis menutupnya → pernyataan 4 salah.
4. Batas nisbah ekonomis dapat dihitung ulang dengan kadar dan harga → pernyataan 5 benar.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 ✓** Nisbah 3,6 ≤ 4, batuan stabil, dan izin jelas: memenuhi semua faktor.
• **Pernyataan 2 ✗** Jebakan: nisbah terkecil dianggap menentukan. Blok X berada di bawah permukiman, sehingga ada hambatan keselamatan dan izin yang harus selesai dulu.
• **Pernyataan 3 ✓** Faktor lingkungan, keselamatan, dan izin dapat menghalangi blok yang nisbahnya baik.
• **Pernyataan 4 ✗** Jebakan: kadar tinggi dianggap otomatis menutup biaya. Nisbah 5,2 > 4; kelayakan harus dihitung, bukan diasumsikan.
• **Pernyataan 5 ✓** Batas nisbah ekonomis bergantung pada kadar dan harga; perhitungan ulang dapat mengubah batasnya.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 5.

No. 14 Kunci: D

Konsep: Pengolahan batu split: peremukan primer oleh jaw crusher mengecilkan bongkah besar, peremukan sekunder oleh cone crusher mengecilkan lebih lanjut, dan ayakan memisahkan fraksi menurut ukuran. Fraksi yang masih lebih besar dari ukuran produk dikembalikan ke crusher yang sesuai (sirkuit tertutup).

Langkah:
1. Umpan 60 cm terlalu besar untuk cone crusher → jaw crusher dulu (primer).

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

2. Hasil jaw masih kasar → cone crusher (sekunder).
3. Ayakan memisahkan produk 1–2 cm, 2–3 cm, dan abu batu; fraksi besar dikembalikan untuk diremuk ulang.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: cone crusher tidak dapat menerima bongkah 60 cm; urutan primer dan sekunder terbalik.
• **B.** ✗ Jebakan: ayakan di awal tidak mengecilkan bongkah, dan jaw crusher bukan untuk meremuk fraksi halus.
• **C.** ✗ Jebakan: jaw crusher lalu ayakan memisahkan ukuran, tetapi batu yang terlalu besar tidak kembali diremuk sehingga produk tidak sesuai.
• **D.** ✓ Jaw crusher lebih dulu, cone crusher berikutnya, dan ayakan memisahkan produk dengan fraksi besar kembali diremuk.
• **E.** ✗ Jebakan: ayakan di awal tidak mengecilkan bongkah, dan produk tidak boleh dijual sebelum diayak.

Jawaban: D.

No. 15 Kunci: A

Konsep: Tonase = volume × densitas. Jumlah rit = tonase ÷ kapasitas muatan per rit. Satu rit sudah mencakup perjalanan muat sampai kembali, sehingga tidak dihitung dua kali.

Langkah:

1. Tonase = 2.400 × 1,6 = 3.840 ton.
2. Rit = 3.840 ÷ 16 = 240 rit.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ 2.400 m^3 × 1,6 ton/m^3 = 3.840 ton; 3.840 ÷ 16 = 240 rit.
• **B.** ✗ Jebakan: volume (m^3) dibagi kapasitas (ton) tanpa mengalikan densitas: satuan tidak cocok.
• **C.** ✗ Jebakan: densitas dipakai sebagai pembagi (2.400 ÷ 1,6 = 1.500, lalu ÷ 16 ≈ 94), padahal densitas dikalikan.
• **D.** ✗ Jebakan: tonase dikira jumlah rit; belum dibagi kapasitas truk.
• **E.** ✗ Jebakan: tiap rit dihitung dua kali karena kembali kosong; satu rit sudah mencakup pergi dan pulang.

Jawaban: A.

No. 16 Kunci: 1S 2B 3B

Konsep: Nisbah pengupasan di sebuah titik = tebal tanah penutup ÷ tebal bahan galian. Bila lapisan miring ke bawah, tanah penutup bertambah dan nisbah naik ke arah yang lebih dalam. Batas nisbah memisahkan bagian yang layak ditambang terbuka dari bagian yang lebih sesuai ditunda atau ditambang bawah tanah. Rata-rata beberapa titik tidak mewakili bagian yang melebihi batas.

Langkah:

1. Nisbah: BH-1 = 12 ÷ 3 = 4; BH-2 = 18 ÷ 3 = 6; BH-3 = 24 ÷ 3 = 8.
2. Rata-rata nisbah (4 + 6 + 8) ÷ 3 = 6, tetapi BH-3 = 8 > 6 → pernyataan 1 salah.
3. Nisbah naik dari 4 ke 8 karena atap makin dalam → pernyataan 2 benar.
4. BH-2 tepat 6 dan setelahnya > 6 → pernyataan 3 benar.

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

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: rata-rata dianggap mewakili seluruh daerah. Nisbah BH-3 adalah 8 (> 6), sehingga bagian itu tidak layak walaupun rata-ratanya 6.

• **Pernyataan 2 → Benar.** BH-1: 12 ÷ 3 = 4; BH-3: 24 ÷ 3 = 8. Tebal lapisan tetap, atap makin dalam, nisbah naik.

• **Pernyataan 3 → Benar.** BH-2: 18 ÷ 3 = 6, tepat pada batas; setelahnya nisbah melebihi 6.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

No. 17 Kunci: E

Konsep: Pada grid persegi panjang, jumlah titik pada satu arah = panjang ÷ spasi + 1 (titik di kedua tepi ikut dihitung). Jumlah lubang = hasil kali kedua arah. Spasi yang makin kecil menghasilkan data yang makin rapat tetapi lubang yang jauh lebih banyak.

Langkah:

1. Spasi 400 m: (1.200 ÷ 400 + 1) × (800 ÷ 400 + 1) = 4 × 3 = 12 lubang.
2. Spasi 200 m: (1.200 ÷ 200 + 1) × (800 ÷ 200 + 1) = 7 × 5 = 35 lubang.
3. Spasi 100 m: (1.200 ÷ 100 + 1) × (800 ÷ 100 + 1) = 13 × 9 = 117 lubang.
4. Anggaran paling banyak 40 lubang: spasi 100 m (117) melebihi; spasi 200 m (35) masih dalam anggaran dan lebih rapat daripada 400 m (12).
5. Pilihan: spasi 200 m dengan 35 lubang.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: angkanya benar (12 lubang), tetapi bukan yang paling rapat; 35 lubang masih dalam anggaran.

• **B.** ✗ Jebakan: jumlah titik dihitung tanpa menambah 1 (6 × 4 = 24); titik di tepi tidak terhitung.

• **C.** ✗ Jebakan: tanpa menambah 1 (12 × 8 = 96) dan tetap melebihi anggaran 40 lubang.

• **D.** ✗ Jebakan: 117 lubang adalah hitungan benar untuk 100 m, tetapi jauh melebihi anggaran 40.

• **E.** ✓ 7 × 5 = 35 lubang, tidak lebih dari 40, dan spasi 200 m lebih rapat daripada 400 m.

Jawaban: E.

No. 18 Kunci: B

Konsep: Perolehan inti = panjang inti yang diperoleh ÷ panjang run × 100 %. Run dengan perolehan di bawah syarat ditandai, penyebabnya dicatat, dan bagian yang hilang dicatat sebagai hilang pada interval yang tepat, bukan diisi dengan data dugaan.

Langkah:

1. Panjang run = 15,0 − 12,0 = 3,0 m.
2. Perolehan = 2,1 ÷ 3,0 × 100 % = 70 %.
3. 70 % < 85 % → ditandai di log, penyebab batuan hancur dicatat.
4. Bagian hilang = 3,0 − 2,1 = 0,9 m, dicatat sebagai hilang pada interval 13,4–14,3 m (panjang interval 0,9 m).

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: yang dihitung adalah bagian hilang (30 %), bukan perolehan; panjang hilang 0,9 m, bukan 2,1 m.

• **B.** ✓ Perolehan 2,1 ÷ 3,0 = 70 % < 85 %, ditandai, dan bagian hilang 0,9 m dicatat pada interval 13,4–14,3 m.

• **C.** ✗ Jebakan: bagian hilang diisi "sama dengan di atasnya"; data tidak boleh diisi dugaan, dan 70 % tidak memenuhi syarat 85 %.

• **D.** ✗ Jebakan: angka 85 % adalah syarat, bukan hasil; perolehan sebenarnya 70 %.

• **E.** ✗ Jebakan: pembagian dibalik (3,0 ÷ 2,1 = 143 %); inti tidak mungkin lebih panjang daripada run.

Jawaban: B.

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

No. 19 Kunci: C

Konsep: Perolehan inti suatu lubang = jumlah panjang inti ÷ jumlah panjang seluruh run × 100 %. Merata-ratakan persentase tiap run keliru karena run yang panjangnya berbeda tidak berbobot sama. Run yang perolehannya di bawah syarat ditandai satu per satu.

Langkah:

1. Perolehan tiap run: R1 = 2,85 ÷ 3,0 = 95 %; R2 = 2,40 ÷ 3,0 = 80 %; R3 = 1,50 ÷ 1,5 = 100 %; R4 = 1,20 ÷ 3,0 = 40 %.
2. Di bawah 85 %: R2 (80 %) dan R4 (40 %).
3. Jumlah run = 3,0 + 3,0 + 1,5 + 3,0 = 10,5 m; jumlah inti = 2,85 + 2,40 + 1,50 + 1,20 = 7,95 m.
4. Perolehan lubang = 7,95 ÷ 10,5 × 100 % = 75,7 %.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: rata-rata persentase tiap run (78,8 %) dipakai dan run 2 (80 %) tidak dianggap di bawah syarat.
- **B.** ✗ Jebakan: perolehan 78,8 % adalah rata-rata persentase empat run; benar bahwa run 2 dan run 4 di bawah syarat, tetapi angka lubangnya salah.
- **C.** ✓ 7,95 ÷ 10,5 = 75,7 % dan run 2 (80 %) serta run 4 (40 %) di bawah 85 %.
- **D.** ✗ Jebakan: perolehan lubang benar (75,7 %), tetapi run 2 yang berperolehan 80 % tidak ditandai padahal di bawah 85 %.
- **E.** ✗ Jebakan: yang dihitung bagian hilang (100 − 75,7 = 24,3 %), bukan perolehan.

Jawaban: C.

No. 20 Kunci: A

Konsep: Nisbah pengupasan = tebal tanah penutup ÷ tebal bahan galian. Tebal tanah penutup = kedalaman atap; tebal batubara = dasar − atap. Untuk blok di antara dua bor, kedua nilai dirata-ratakan lebih dulu, baru dibagi. Blok yang nisbahnya melebihi batas tidak layak ditambang terbuka.

Langkah:

1. Baca gambar: BH-1 atap 14 m, dasar 17 m (tebal 3 m); BH-2 atap 20 m, dasar 24 m (tebal 4 m); BH-3 atap 32 m, dasar 35 m (tebal 3 m).
2. Blok I: tanah penutup rata-rata (14 + 20) ÷ 2 = 17 m; tebal batubara rata-rata (3 + 4) ÷ 2 = 3,5 m; nisbah 17 ÷ 3,5 = 4,86 ≈ 4,9 ≤ 6 → layak.
3. Blok II: tanah penutup rata-rata (20 + 32) ÷ 2 = 26 m; tebal batubara rata-rata (4 + 3) ÷ 2 = 3,5 m; nisbah 26 ÷ 3,5 = 7,43 ≈ 7,4 > 6 → tidak layak.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Blok I 17 ÷ 3,5 ≈ 4,9 (layak) dan blok II 26 ÷ 3,5 ≈ 7,4 (tidak layak), dihitung dari atap dan tebal sesuai aturan rata-rata.
- **B.** ✗ Jebakan: kedalaman dasar dipakai sebagai tanah penutup (20,5 ÷ 3,5 ≈ 5,9 dan 29,5 ÷ 3,5 ≈ 8,4); keputusannya sama, tetapi angkanya salah.
- **C.** ✗ Jebakan: ketiga bor digabung ((14 + 20 + 32) ÷ 3 = 22 dibagi 3,3 = 6,6) sehingga blok I yang layak ikut dinyatakan tidak layak.
- **D.** ✗ Jebakan: nisbah blok II benar (7,4), tetapi dinilai layak karena letaknya paling dalam, padahal 7,4 melebihi batas 6.
- **E.** ✗ Jebakan: nisbah dihitung per bor lalu dirata-ratakan ((4,67 + 5) ÷ 2 ≈ 4,8 dan (5 + 10,67) ÷ 2 ≈ 7,8); aturan soal meminta rata-rata tebal lebih dulu.

Jawaban: A.

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

No. 21 Kunci: A, D, E

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

Konsep: Inti bor adalah data primer yang tidak dapat diambil ulang. Karena itu inti dilabeli tahan lama (lubang, kotak, interval kedalaman), disusun menurut kedalaman, bagian hilang ditandai dengan balok penanda, dan sebagian inti disimpan sebagai arsip pembanding.

Langkah:

1. Pernyataan 1: label lengkap dan urutan kedalaman → benar.
2. Pernyataan 2: seluruh inti digiling, tidak ada arsip → salah.
3. Pernyataan 3: label mudah luntur → salah.
4. Pernyataan 4: separuh inti disimpan sebagai arsip → benar.
5. Pernyataan 5: bagian hilang ditandai balok penanda → benar.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Label lengkap dan susunan menurut kedalaman membuat inti dapat ditelusuri dan diperiksa ulang.
• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: sampel dianggap lebih mewakili bila seluruh inti dipakai. Tanpa arsip, hasil analisis tidak dapat diperiksa ulang.
• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: kemudahan memperbaiki dianggap penting. Label yang luntur membuat inti tidak dapat ditelusuri; label harus tahan lama.
• **Pernyataan 4** ✓ Arsip separuh inti menjadi bukti pembanding bila ada keraguan terhadap hasil analisis.
• **Pernyataan 5** ✓ Balok penanda menunjukkan letak dan panjang bagian hilang sehingga kedalaman inti di sebelahnya tetap tepat.

Jawaban: pernyataan 1, 4, 5.

No. 22 Kunci: A, C, E

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

Konsep: Perencanaan jalan angkut memperhatikan lebar jalan menurut lebar kendaraan terlebar, prioritas di tanjakan, saluran drainase yang terbuka, dan tanggul pengaman di tepi jurang. Aturan perusahaan menetapkan lebar minimum, dan hitungan harus dibandingkan dengan lebar jalan yang ada.

Langkah:

1. Lebar minimum dua arah = 3,5 × 3,2 = 11,2 m; jalan 9 m < 11,2 m → pernyataan 1 benar.
2. Dua kali lebar truk = 6,4 m bukan aturan perusahaan → pernyataan 2 salah.
3. Truk bermuatan diberi prioritas di tanjakan → pernyataan 3 benar.
4. Saluran air ditutup membuat air menggenang → pernyataan 4 salah.
5. Tanggul pengaman di tepi jurang → pernyataan 5 benar.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ 3,5 × 3,2 = 11,2 m; lebar 9 m kurang dari 11,2 m.
• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: lebar dua truk dianggap cukup. Aturan perusahaan menetapkan 3,5 kali lebar truk, yaitu 11,2 m, untuk ruang bersimpangan dan jarak aman.
• **Pernyataan 3** ✓ Truk bermuatan lebih sulit berhenti dan berjalan kembali di tanjakan, sehingga diberi prioritas.
• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: air dikira hanya masalah becek. Saluran harus terbuka agar air terbuang; bila ditutup, air menggenang dan jalan makin licin.
• **Pernyataan 5** ✓ Tanggul pengaman mencegah truk keluar jalan di tepi jurang.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 5.

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

No. 23 Kunci: B, C, E

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

Konsep: Aliran massa suatu fraksi = persentase fraksi × laju umpan ayakan. Persentase dihitung terhadap umpan ayakan (bukan terhadap produk). Jumlah semua fraksi sama dengan umpan, dan fraksi yang lebih besar dari ukuran produk dikembalikan ke crusher.

Langkah:

1. Fraksi 2–4 cm: 0,35 × 300 = 105 ton per jam → pernyataan 1 (150) salah.
2. Fraksi lebih dari 4 cm: 0,25 × 300 = 75 ton per jam, dikembalikan → pernyataan 2 benar.
3. Abu batu: 0,10 × 300 = 30 ton per jam → pernyataan 3 benar.
4. Dasar persentase adalah umpan ayakan → pernyataan 4 salah.
5. Jumlah persentase 100 % → seluruh umpan 300 ton per jam → pernyataan 5 benar.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: 35 % × 300 = 105, bukan 150; 150 ton per jam adalah 50 %.
- **Pernyataan 2** ✓ 25 % × 300 = 75 ton per jam; fraksi terlalu besar kembali diremuk.
- **Pernyataan 3** ✓ 10 % × 300 = 30 ton per jam.
- **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: dasar persentase tertukar. Soal menetapkan persentase dihitung terhadap umpan ayakan, bukan terhadap produk.
- **Pernyataan 5** ✓ 25 + 35 + 30 + 10 = 100 %, sehingga jumlah fraksi sama dengan umpan.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

No. 24 Kunci: E

Konsep: Dalam sirkuit tertutup keadaan tunak, laju produk sama dengan laju umpan baru. Umpan ayakan lebih besar daripada umpan baru karena memuat beban balik. Bila bagian lolos ayakan adalah p dari umpan ayakan, umpan ayakan = produk ÷ p, dan beban balik = (1 − p) × umpan ayakan.

Langkah:

1. Produk = umpan baru = 200 ton per jam (keadaan tunak, tanpa kehilangan).
2. Produk adalah bagian lolos = 60 % dari umpan ayakan, sehingga umpan ayakan = 200 ÷ 0,6 = 333,3 ton per jam.
3. Beban balik = bagian tertahan = 40 % × 333,3 = 133,3 ton per jam.
4. Cek: lolos 0,6 × 333,3 = 200 ton per jam dan tertahan 133,3; jumlahnya 333,3 = umpan ayakan.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: 40 % dihitung dari umpan baru (0,4 × 200 = 80), padahal persentase pada diagram berlaku untuk umpan ayakan.
- **B.** ✗ Jebakan: 60 % dari umpan baru (0,6 × 200 = 120) dipakai, padahal 60 % adalah bagian lolos dan dihitung dari umpan ayakan.
- **C.** ✗ Jebakan: beban balik dikira sama dengan umpan baru; bila demikian umpan ayakan 400 ton per jam dan 60 % lolos 240 ton per jam, tidak sama dengan produk 200 ton per jam.
- **D.** ✗ Jebakan: umpan ayakan (333 ton per jam) dikira beban balik; yang kembali hanya bagian tertahan.
- **E.** ✓ Umpan ayakan 200 ÷ 0,6 ≈ 333 ton per jam dan 40 % darinya, ±133 ton per jam, kembali ke cone crusher.

Jawaban: E.

No. 25 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Ukuran lubang ayakan menentukan batas atas ukuran produk yang lolos. Memperbesar lubang mengurangi bagian tertahan (beban balik) tetapi membuat produk lebih kasar; keputusannya harus menjaga produk tetap sesuai syarat pembeli.

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

Langkah:

1. Lubang lebih besar → batu 3–4 cm lolos → beban balik berkurang → pernyataan 1 benar.
2. Ayakan ikut menentukan ukuran produk → pernyataan 2 salah.
3. Produk dapat memuat batu sampai 4 cm, melampaui syarat 1–3 cm → pernyataan 3 benar.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** Batu 3–4 cm yang semula tertahan kini lolos, jadi bagian yang kembali ke crusher berkurang.

• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: crusher dianggap satu-satunya penentu ukuran. Ayakan menentukan batas atas ukuran produk yang lolos.

• **Pernyataan 3 → Benar.** Batu yang lolos lubang 4 cm dapat mencapai 4 cm; produk bisa melampaui batas atas 3 cm.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

Simulasi 1 — Prediksi TKA 2026

No. 1 Kunci: A

Konsep: Dalam tim pemboran, juru bor mengoperasikan mesin, helper membantu menangani batang dan inti, surveyor menentukan posisi, mekanik merawat alat, dan geolog pemboran mendeskripsi inti serta memutuskan hal yang bergantung pada jenis batuan, seperti batas lapisan dan kapan lubang dihentikan.

Langkah:

1. Dasar keputusan: mengenali batuan dasar segar dari inti.
2. Mengenali dan mendeskripsi batuan dari inti adalah tugas geolog pemboran.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Geolog pemboran mengenali batuan dasar dari inti dan mencatat batasnya di log bor.

• **B.** ✗ Jebakan: juru bor memang mengetahui kedalaman, tetapi pengenalan jenis batuan untuk menghentikan lubang adalah tugas geolog.

• **C.** ✗ Jebakan: helper memegang inti, tetapi tugasnya menyusun, bukan menilai jenis batuan.

• **D.** ✗ Surveyor menentukan posisi lubang, bukan isi lubangnya.

• **E.** ✗ Mekanik merawat alat dan tidak menilai batuan.

Jawaban: A.

No. 2 Kunci: B

Konsep: Ringkas: memilah barang yang tidak diperlukan menurut aturan (di sini daftar masa simpan); Rapi: menata sisanya dengan label dan tempat tetap agar mudah ditemukan.

Langkah:

1. Ringkas: sampel yang melewati masa simpan dipilah sesuai daftar.
2. Rapi: sampel yang tersisa ditata dan diberi label.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Rak baru menambah tempat, tetapi kantong tanpa label tetap sulit ditemukan.

• **B.** ✓ Memilah sesuai aturan lalu menata berlabel menyelesaikan masalah penuh dan sulit dicari.

• **C.** ✗ Jebakan: kantong tanpa label bisa saja sampel baru yang masih diperlukan; label dicocokkan dulu dengan catatan.

• **D.** ✗ Resik penting, tetapi tidak menyelesaikan masalah sampel sulit ditemukan.

• **E.** ✗ Memindahkan ke halaman membuat sampel rusak terkena hujan dan tetap tidak tertata.

Jawaban: B.

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

No. 3 Kunci: A

Konsep: Panjang di peta = jarak sebenarnya ÷ penyebut skala (dalam satuan yang sama).

Langkah:
1. 500 m = 50.000 cm.
2. 50.000 ÷ 25.000 = 2 cm.

Analisis setiap opsi:
- **A.** ✓ 50.000 cm ÷ 25.000 = 2 cm.
- **B.** ✗ Jebakan: dihitung untuk 1 km, bukan 500 m.
- **C.** ✗ Jebakan: 500 dibagi 100 tanpa memakai skala.
- **D.** ✗ Jebakan: 25.000 dibagi 2.000, perhitungan yang tidak memakai jarak 500 m.
- **E.** ✗ Jebakan: salah konversi 500 m menjadi 500.000 cm.

Jawaban: A.

No. 4 Kunci: B

Konsep: Pada koordinat grid, selisih X menunjukkan pergeseran timur–barat dan selisih Y pergeseran utara–selatan. Jarak lurus dihitung dengan teorema Pythagoras.

Langkah:
1. $\Delta X = 451.000 - 450.200 = +800$ m (ke timur); $\Delta Y = 9.121.000 - 9.120.200 = +800$ m (ke utara).
2. Timur dan utara sama besar → timur laut.
3. Jarak = $\sqrt{(800^2 + 800^2)} \approx 1.131$ m ≈ 1,1 km.

Analisis setiap opsi:
- **A.** ✗ Jebakan: arahnya terbalik (dari S-09 ke pos jaga).
- **B.** ✓ ΔX dan ΔY sama-sama +800 m → timur laut, sekitar 1,1 km.
- **C.** ✗ Jebakan: 800 + 800 = 1.600 m dijumlahkan langsung, bukan dengan Pythagoras.
- **D.** ✗ Jebakan: Y dianggap bertambah ke selatan.
- **E.** ✗ Hanya memperhitungkan ΔY dan mengabaikan pergeseran ke timur.

Jawaban: B.

No. 5 Kunci: B, D, E

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

Konsep: Teknologi pemantauan (sensor, IoT, radar lereng) mengirim data secara otomatis dan terus-menerus sehingga bahaya dapat dikenali lebih awal. Keputusan diambil dengan membandingkan data terhadap batas dalam prosedur, dan pemeriksaan langsung tetap diperlukan.

Analisis setiap pernyataan:
- **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: 12 mm/jam masih di bawah 20 mm/jam, jadi statusnya kuning, belum merah.
- **Pernyataan 2** ✓ Laju yang terus bertambah adalah tanda lereng makin tidak stabil.
- **Pernyataan 3** ✗ Sensor membantu, tetapi pemeriksaan langsung (retakan, rembesan air) tetap dilakukan karena sensor hanya mengukur titik tertentu.
- **Pernyataan 4** ✓ Data waktu nyata memberi waktu untuk bertindak sebelum longsor terjadi.
- **Pernyataan 5** ✓ Pukul 09.00 laju 6 mm/jam > 5 mm/jam → status kuning.

Jawaban: pernyataan 2, 4, 5.

No. 6 Kunci: E

Konsep: Evakuasi kebakaran: pilih jalur keluar yang menjauhi api dan asap walaupun lebih jauh, lalu berkumpul di titik kumpul yang aman, yaitu yang tidak berada di arah angin membawa asap.

Langkah:
1. Pintu Timur lebih dekat, tetapi jalurnya melewati Gudang Oli dan koridor timur yang penuh asap.

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

2. Pintu Barat jauh dari api dan koridor barat bebas asap.
3. Angin bertiup ke timur → asap terbawa ke Titik Kumpul 1; Titik Kumpul 2 di barat bebas asap.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: Pintu Timur memang terdekat, tetapi jalurnya melewati api dan asap tebal, dan Titik Kumpul 1 terkena asap.
• **B.** ✗ Jalur barat masih aman; menunggu di dalam gedung yang terbakar membahayakan.
• **C.** ✗ Jebakan: pintunya tepat, tetapi Titik Kumpul 1 berada di arah angin yang membawa asap.
• **D.** ✗ Melewati koridor berasap tetap berbahaya walaupun membawa APAR.
• **E.** ✓ Jalur barat bebas api dan asap, dan Titik Kumpul 2 berada di sisi angin datang sehingga tidak terkena asap.

Jawaban: E.

No. 7 Kunci: D

Konsep: Pertambangan berkelanjutan menghemat sumber daya, termasuk air. Air proses dapat didaur ulang: lumpur diendapkan di kolam pengendap, lalu air jernihnya dipakai kembali sehingga pengambilan air baru dan pencemaran berkurang.

Langkah:

1. Syarat: produksi jalan, pengambilan air sungai dan air tanah tidak bertambah.
2. Daur ulang air bekas cucian setelah lumpurnya diendapkan memenuhi syarat itu.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Pengambilan air bertambah, melanggar syarat dan merugikan warga hilir.
• **B.** ✗ Air keruh tetap mencemari sungai yang dipakai warga.
• **C.** ✗ Jebakan: air memang hemat, tetapi produksi pasir bersih berhenti dan perusahaan merugi.
• **D.** ✓ Air didaur ulang sehingga produksi tetap jalan tanpa menambah pengambilan air.
• **E.** ✗ Jebakan: air sungai tidak berkurang, tetapi pengambilan air tanah melanggar syarat dan dapat mengeringkan sumur warga.

Jawaban: D.

No. 8 Kunci: B, C, E

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

Konsep: Elevasi titik di antara dua kontur ditaksir dengan interpolasi sebanding jarak. Puncak bukit berada di dalam kontur tertutup tertinggi: lebih tinggi dari nilai kontur itu, tetapi kurang dari kontur berikutnya. Kedalaman lubang = elevasi permukaan − elevasi sasaran.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: TB-1 tepat di tengah antara 120 dan 125, jadi elevasinya sekitar 122,5 m.
• **Pernyataan 2** ✓ Di tengah antara 120 dan 125 m → 120 + 2,5 = 122,5 m.
• **Pernyataan 3** ✓ Puncak berada di dalam kontur 140 dan tidak ada kontur 145, jadi elevasinya di antara keduanya.
• **Pernyataan 4** ✗ Elevasi puncak hanya diketahui di antara 140 dan 145 m, sehingga beda tingginya di antara 17,5 dan 22,5 m, tidak dapat dipastikan tepat 17,5 m.
• **Pernyataan 5** ✓ 122,5 − 100 = 22,5 m.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

No. 9 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Benda silinder berlubang tampak sebagai lingkaran sepusat pada pandangan searah sumbunya, dan sebagai persegi panjang dengan garis putus-putus (dinding dalam) pada pandangan tegak lurus sumbunya. Tebal dinding = (diameter luar − diameter dalam) ÷ 2.

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

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** Dinding dalam (Ø80) tidak terlihat dari atas sehingga digambar putus-putus, berjarak sama dengan diameter dalam.

• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: 100 − 80 = 20 mm adalah selisih diameter; tebal dinding = 20 ÷ 2 = 10 mm.

• **Pernyataan 3 → Benar.** Dari samping, pipa terlihat sepanjang 300 dan setinggi 100, dengan dinding dalam tersembunyi.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 10 Kunci: D

Konsep: Geologi memiliki cabang menurut objek kajiannya. Vulkanologi mempelajari gunung api, termasuk pemantauan aktivitas (status), gas vulkanik, dan bahaya letusan; informasi ini menjadi dasar keselamatan kegiatan di sekitar gunung api aktif.

Langkah:

1. Bahaya utama: gas beracun dan peningkatan aktivitas gunung → kajian vulkanologi.
2. Informasi harian yang menentukan izin turun: status aktivitas dan kadar gas.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Fosil tidak berkaitan dengan keselamatan harian di kawah.

• **B.** ✗ Jebakan: kadar belerang penting untuk harga, tetapi tidak menentukan aman tidaknya turun ke kawah.

• **C.** ✗ Umur batuan tidak berubah setiap hari dan tidak menunjukkan bahaya saat itu.

• **D.** ✓ Status gunung dan kadar gas menentukan aman tidaknya penambang turun hari itu.

• **E.** ✗ Jebakan: kekerasan batuan berguna untuk memilih alat, bukan untuk keselamatan dari gas dan letusan.

Jawaban: D.

No. 11 Kunci: E

Konsep: Etika kerja: pegawai tidak menerima pemberian dari pihak yang berkepentingan dengan hasil kerjanya (gratifikasi), karena dapat memengaruhi atau menimbulkan kecurigaan terhadap kejujuran data. Pemberian ditolak dengan sopan dan dilaporkan.

Langkah:

1. Pembeli berkepentingan dengan hasil sampel (dasar harga).
2. Aturan melarang menerima pemberian → tolak dan laporkan agar tercatat.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: menyerahkan ke atasan memang baik, tetapi amplop sempat diterima dan dibawa selama sampling, melanggar larangan menerima pemberian dan membuat hasil sampel dicurigai.

• **B.** ✗ Jebakan: menolak sudah tepat, tetapi pemberian ke koperasi karyawan tetap pemberian dari pembeli kepada perusahaan tempat Yogi bekerja dan tidak dilaporkan.

• **C.** ✗ Besar kecilnya isi tidak mengubah larangan; pemberian dari pihak berkepentingan tetap dapat memengaruhi atau dicurigai memengaruhi hasil.

• **D.** ✗ Jebakan: menolak sudah tepat, tetapi tanpa laporan, upaya pembeli tidak diketahui perusahaan.

• **E.** ✓ Menolak dengan sopan dan melapor menjaga kejujuran dan mengikuti aturan.

Jawaban: E.

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

No. 12 Kunci: A, C

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

Konsep: APD tambang bawah tanah: helm dengan lampu kepala, sepatu bot berujung baja tahan air, pelindung telinga di dekat mesin, kacamata bening, rompi reflektif, dan alat penyelamat diri (self-rescuer) untuk keadaan darurat asap atau gas.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Helm melindungi kepala dari benturan dan batu jatuh, dan lampu kepala menerangi jalan.

• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: lantai basah dan berbatu membutuhkan sepatu bot karet berujung baja yang tahan air dan benturan.

• **Pernyataan 3** ✓ Self-rescuer memberi udara yang aman sementara selama menuju tempat aman.

• **Pernyataan 4** ✗ Kacamata hitam membuat pandangan makin gelap di terowongan; yang dipakai kacamata pelindung bening.

• **Pernyataan 5** ✗ Bising mesin bor tetap merusak pendengaran walau sebentar; pelindung telinga tetap dibawa.

Jawaban: pernyataan 1, 3.

No. 13 Kunci: C

Konsep: Di terowongan buntu tanpa ventilasi, kadar oksigen turun dan gas berbahaya terkumpul (bahaya kimia/udara). Pengendalian utamanya rekayasa teknik: ventilasi mekanis (blower dan pipa udara) serta pengukuran gas dengan detektor sebelum dan selama bekerja.

Langkah:

1. Gejala pusing, sesak, dan lilin redup → kekurangan oksigen/gas berbahaya.
2. Penyebab: tidak ada aliran udara → alirkan udara segar dan ukur kadar gas.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Masker kain basah tidak menambah oksigen dan tidak menyaring gas.

• **B.** ✗ Bekerja lebih cepat tidak menghilangkan bahaya; pingsan dapat terjadi lebih awal.

• **C.** ✓ Ventilasi menghilangkan penyebab, dan pengukuran gas memastikan udara aman.

• **D.** ✗ Jebakan: lilin memang redup bila oksigen kurang, tetapi bukan alat ukur yang dapat diandalkan dan api dapat memicu gas mudah terbakar.

• **E.** ✗ Jebakan: helm dan sepatu memang APD tambang, tetapi tidak melindungi dari udara yang buruk.

Jawaban: C.

No. 14 Kunci: C

Konsep: Setiap lapisan bumi memiliki bahan penyusun yang khas. Batuan ultrabasa berasal dari mantel dan mengandung nikel. Bila terangkat ke permukaan di daerah tropis, batuan ini lapuk kuat dan nikel terkumpul di tanah laterit.

Langkah:

1. Laterit nikel berada di atas batuan ultrabasa.
2. Data: batuan ultrabasa (mantel) mengandung nikel dan terangkat ke permukaan oleh tumbukan lempeng.
3. Pelapukan di permukaan memekatkan nikel di laterit.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Data menyebut kerak benua kaya silika; granit tidak disebut sebagai sumber nikel.

• **B.** ✗ Jebakan: pelapukan memang memekatkan nikel, tetapi data menyebut kerak benua kaya silika dan aluminium, bukan nikel; laterit itu berada di atas batuan ultrabasa.

• **C.** ✓ Batuan ultrabasa asal mantel yang terangkat dan lapuk adalah sumber nikel laterit.

• **D.** ✗ Jebakan: inti memang kaya besi-nikel, tetapi berada ribuan km di bawah dan tidak naik ke

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

permukaan; yang terangkat adalah mantel atas.

• **E. ✗** Data menyebutkan kerak benua kaya silika dan aluminium, bukan nikel.

Jawaban: C.

No. 15 Kunci: 1S 2B 3S

Konsep: Kegiatan eksplorasi meliputi pemetaan, sumur/parit uji, dan pemboran. Sumur uji murah dan memperlihatkan profil secara langsung tetapi hanya untuk endapan dangkal; pemboran dipakai untuk endapan yang dalam.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: pengamatan langsung memang kelebihan sumur uji, tetapi menggali sumur 60–80 m sangat mahal dan berbahaya; batubara sedalam itu diselidiki dengan pemboran.

• **Pernyataan 2 → Benar.** Laterit dangkal (0–12 m) dapat digali sumur uji dengan biaya wajar dan profilnya terlihat langsung.

• **Pernyataan 3 → Salah.** Singkapan hanya memberi data di permukaan; tebal dan mutu lapisan di kedalaman 60–80 m tetap memerlukan pemboran.

Jawaban: Salah, Benar, Salah.

No. 16 Kunci: A, C, D, E

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

Konsep: Ayakan bertingkat disusun dari lubang terbesar di atas ke lubang terkecil di bawah. Hasilnya: tertahan deck atas (kasar), tertahan deck bawah (ukuran produk), dan lolos deck bawah (halus). Lubang ayakan diperiksa rutin karena keausan mengubah ukuran produk.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 ✓** Deck halus yang menerima bongkah besar akan cepat aus dan tersumbat.

• **Pernyataan 2 ✗** Jebakan: bila 1 cm di atas, semua butir > 1 cm (termasuk > 3 cm) tertahan bersama di deck atas, sehingga produk 1–3 cm tidak terpisah dari butir kasar.

• **Pernyataan 3 ✓** Lolos lubang 3 cm tetapi tertahan lubang 1 cm.

• **Pernyataan 4 ✓** Butir yang lebih kecil dari lubang 1 cm lolos sebagai abu batu.

• **Pernyataan 5 ✓** Lubang yang membesar meloloskan butir kasar ke deck bawah, sehingga produk tercampur butir terlalu besar.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 4, 5.

No. 17 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: Tenaga endogen berupa tekanan mendatar melipat lapisan batuan. Antiklin: lapisan miring menjauhi sumbu, batuan tertua di inti. Lapisan yang sama tersingkap di kedua sayap lipatan.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** Lapisan miring menjauhi sumbu dengan batuan tertua di tengah adalah ciri antiklin, hasil perlipatan oleh gaya tektonik.

• **Pernyataan 2 → Benar.** Pada lipatan, lapisan yang sama muncul di kedua sayap; batubara dapat dicari di sayap timur.

• **Pernyataan 3 → Salah.** Jebakan: lapisan sedimen semula diendapkan hampir mendatar; kemiringan 30° di kedua sayap terjadi karena perlipatan.

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

No. 18 Kunci: C

Konsep: Selama diangkut air, butir batuan saling bertumbukan sehingga sudutnya membulat, ukurannya mengecil, dan ukurannya makin seragam (terpilah). Butir kasar, menyudut, dan bercampur ukuran (breksi) menunjukkan pengangkutan pendek, dekat dengan sumbernya.

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

Langkah:

1. Ciri pengangkutan pendek: butir kasar, menyudut, pemilahan buruk.
2. Hanya K3 memiliki ketiganya (breksi).

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: K1 memang kasar, tetapi butirnya membulat dan terpilah baik, tanda sudah diangkut jauh (konglomerat).
- **B.** ✗ Butir lempung yang halus justru dapat diangkut paling jauh.
- **C.** ✓ Butir kasar, menyudut, dan tidak terpilah menandakan jarak angkut pendek.
- **D.** ✗ Butir pasir yang membulat dan terpilah baik menandakan pengangkutan yang relatif jauh.
- **E.** ✗ Butir halus, membulat, dan terpilah menunjukkan pengangkutan jauh.

Jawaban: C.

No. 19 Kunci: A, B, D

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

Konsep: Tahap ditentukan oleh tujuan kegiatan, bukan oleh ada tidaknya penjualan. Eksplorasi: pemetaan, sumur uji, pemboran, analisis sampel, perhitungan cadangan. Konstruksi: membangun sarana. Eksploitasi: pengupasan, penggalian, pengangkutan bahan galian.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ Pemetaan untuk mengetahui sebaran batuan dan bijih adalah kegiatan eksplorasi.
- **Pernyataan 2** ✓ Menghitung jumlah dan kadar cadangan adalah tujuan eksplorasi.
- **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: belum ada produksi, tetapi membangun sarana termasuk tahap konstruksi.
- **Pernyataan 4** ✓ Sumur uji adalah cara eksplorasi untuk melihat langsung profil dan tebal lapisan.
- **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: belum ada penjualan, tetapi pengupasan untuk mengambil bijih termasuk tahap penambangan (eksploitasi).

Jawaban: pernyataan 1, 2, 4.

No. 20 Kunci: E

Konsep: Data jurus dan kemiringan dari beberapa titik dianalisis untuk menentukan kedudukan umum lapisan. Ke arah kemiringan, lapisan makin dalam; ke arah sebaliknya, lapisan sudah tererosi; sejajar jurus, kedalamannya tetap.

Langkah:

1. Ketiga data konsisten: jurus utara–selatan, miring ±20° ke timur.
2. Ke timur 10 m → lapisan ±3,6 m di bawah permukaan (< 5 m) → tertembus sumur 5 m.
3. Ke timur 100 m → ±36 m, terlalu dalam.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Ke barat (berlawanan arah kemiringan), lapisan sudah tererosi di atas permukaan.
- **B.** ✗ Di singkapan, lapisan sudah terlihat di permukaan; sumur tidak menunjukkan lapisan di bawah tanah penutup.
- **C.** ✗ Jebakan: ke arah jurus, lapisan tetap tersingkap di permukaan, tidak bertambah dalam.
- **D.** ✗ Jebakan: arahnya benar, tetapi 100 m membuat lapisan ±36 m di bawah permukaan, jauh melebihi sumur 5 m.
- **E.** ✓ Ke timur 10 m, lapisan berada ±3,6 m di bawah permukaan sehingga tertembus sumur sedalam 5 m.

Jawaban: E.

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

No. 21 Kunci: C, D

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

Konsep: Kadar batas (cut-off grade) adalah kadar terendah yang masih menguntungkan untuk ditambang. Kadar batas dipengaruhi harga dan biaya: bila harga naik, kadar batas dapat diturunkan sehingga jumlah bijih bertambah. Faktor ekonomi ini ikut menentukan rencana dan metode penambangan.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: 1,4 % masih di bawah 1,5 %, jadi B2 belum termasuk bijih.
- **Pernyataan 2** ✗ 70.000 ton adalah jumlah semua blok, termasuk blok di bawah kadar batas.
- **Pernyataan 3** ✓ B1 (20.000) + B3 (10.000) = 30.000 ton.
- **Pernyataan 4** ✓ B2 (1,4 %) menjadi bijih, menambah 15.000 ton.
- **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: B4 berkadar 1,2 %, masih di bawah 1,3 %; yang bertambah hanya B2 sebesar 15.000 ton.

Jawaban: pernyataan 3, 4.

No. 22 Kunci: D

Konsep: Produksi armada = jumlah truk × rit per hari × muatan per rit. Jumlah truk yang diperlukan = target ÷ produksi satu truk; truk tambahan = kebutuhan − truk yang ada.

Langkah:

1. Produksi satu truk = 8 × 25 = 200 ton/hari; armada sekarang 4 × 200 = 800 ton/hari.
2. Kebutuhan truk = 1.600 ÷ 200 = 8 truk.
3. Tambahan = 8 − 4 = 4 truk.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: kekurangan 800 ton dibagi 800 ton (produksi seluruh armada), bukan produksi satu truk.
- **B.** ✗ Jebakan: kekurangan 800 ton dibagi 400 ton, seolah-olah satu truk mengangkut dua kali lipat.
- **C.** ✗ Jebakan: kekurangan 800 ton dibagi 25 ton × 10 rit (rit salah dibaca).
- **D.** ✓ Kekurangan 800 ton ÷ 200 ton per truk = 4 truk tambahan.
- **E.** ✗ Jebakan: 8 adalah jumlah seluruh truk yang dibutuhkan, belum dikurangi 4 truk yang sudah ada.

Jawaban: D.

No. 23 Kunci: B

Konsep: Genesa dan urutan pembentukan batuan dibaca dari penampang: lapisan sedimen yang di bawah lebih tua (superposisi); batuan beku intrusi lebih muda daripada batuan yang diterobosnya; lapisan yang menutupi bidang erosi lebih muda daripada semua yang terpotong bidang itu.

Langkah:

1. L1, L2, L3 diendapkan berurutan dari bawah.
2. Andesit I menerobos L1–L3 → lebih muda dari L3.
3. I terpotong bidang erosi dan tidak menembus L4 → erosi terjadi setelah intrusi.
4. L4 diendapkan paling akhir di atas bidang erosi.
5. Jadi andesit tertutup L4; untuk menambangnya L4 harus dikupas.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Intrusi menerobos L1–L3, jadi tidak mungkin lebih tua dari lapisan itu.
- **B.** ✓ Sesuai superposisi, intrusi memotong L1–L3, dan L4 menutupi bidang erosi yang memotong intrusi.
- **C.** ✗ Urutannya terbalik; L4 berada paling atas sehingga paling muda.
- **D.** ✗ Jebakan: bila intrusi terjadi setelah L4, andesit akan menembus L4, padahal gambar

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

menunjukkan I berhenti di bawah L4.

• **E.** ✗ Jebakan: I juga menerobos L2 dan L3, jadi intrusi terjadi setelah L3 terbentuk.

Jawaban: B.

No. 24 Kunci: A

Konsep: Batu blok (dimension stone) seperti marmer dan granit hias ditambang secara quarry dengan memotong blok (gergaji kawat atau pemboran berderet), tanpa peledakan, agar blok tidak retak. Metode dipilih sesuai bentuk endapan dan syarat produk.

Langkah:

1. Endapan di lereng bukit tanpa tanah penutup tebal → quarry.
2. Produk harus blok utuh tanpa retak → potong blok tanpa peledakan.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Quarry dengan pemotongan menghasilkan blok utuh tanpa retakan.

• **B.** ✗ Jebakan: bongkah utuh mungkin ada, tetapi getaran ledakan menimbulkan retakan halus di dalam blok dan banyak marmer terbuang.

• **C.** ✗ Endapan tersingkap di permukaan; tambang bawah tanah mahal dan tidak perlu.

• **D.** ✗ Jebakan: tambang terbuka memang tepat, tetapi crusher menghancurkan marmer menjadi batu split, bukan blok.

• **E.** ✗ Air bertekanan dipakai untuk material lepas, tidak dapat memotong marmer yang keras.

Jawaban: A.

No. 25 Kunci: A, B, D

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

Konsep: GPS genggam menentukan posisi dari sinyal satelit; ketelitiannya turun di bawah pohon rapat, tebing, atau lembah sempit. Koordinat dicatat bersama nomor titik, dan titik yang tak terjangkau dapat ditentukan dari titik terdekat ditambah arah dan jarak.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Akurasi membaik setelah GPS menerima sinyal dari banyak satelit di tempat terbuka.

• **Pernyataan 2** ✓ Nomor yang sama menghubungkan koordinat, catatan, dan sampel.

• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: posisinya memang tepat di singkapan, tetapi tebing dan pohon rapat menghalangi sinyal sehingga koordinat kurang teliti.

• **Pernyataan 4** ✓ Posisi singkapan dapat dihitung dari titik yang diketahui ditambah arah (kompas) dan jarak.

• **Pernyataan 5** ✗ Elevasi GPS genggam umumnya kurang teliti dibandingkan posisi mendatarnya; dibandingkan dengan peta kontur.

Jawaban: pernyataan 1, 2, 4.

Simulasi 2 — Prediksi TKA 2026

No. 1 Kunci: B, E

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

Konsep: Perangkat lunak pemodelan mempercepat perhitungan cadangan, tetapi hasilnya hanya sebaik data masukannya. Data harus divalidasi dan hasil yang tidak wajar ditelusuri oleh geolog sebelum dipakai untuk keputusan.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: perangkat lunak hanya menghitung data yang dimasukkan; hasil yang tidak wajar harus diperiksa dulu.

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

• **Pernyataan 2** ✓ Kemungkinan salah ketik (8,0 m); log bor asli menjadi pembandingnya.
• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: data yang sangat menyimpang memengaruhi perhitungan di sekitar lubang itu, seperti terlihat dari cadangan yang melonjak.
• **Pernyataan 4** ✗ Perangkat lunak tidak menilai kewajaran geologi; geolog tetap memeriksa data dan hasil.
• **Pernyataan 5** ✓ Validasi data mencegah kesalahan masukan menghasilkan keputusan yang salah.

Jawaban: pernyataan 2, 5.

No. 2 Kunci: D

Konsep: Dalam tim tambang, surveyor mengukur di lapangan, geolog menyediakan data geologi, sedangkan drafter/operator SIG mengolah dan menggabungkan berbagai data menjadi peta dengan kelengkapan peta yang benar.

Langkah:
1. Data lapangan sudah lengkap; yang dibutuhkan adalah pengolahan menjadi peta berlapis.
2. Pengolahan data menjadi peta dengan SIG adalah tugas drafter/operator SIG.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: surveyor memang berkaitan dengan peta, tetapi data ukur sudah tersedia; mengukur ulang tidak diperlukan.
• **B.** ✗ Geolog menyediakan data bor, bukan menyusun peta kemajuan tambang.
• **C.** ✗ Dispatcher mengatur alat, tidak membuat peta.
• **D.** ✓ Drafter/operator SIG menggabungkan data menjadi peta berlapis lengkap dengan skala, legenda, dan arah utara.
• **E.** ✗ Juru bor mencatat data pemboran, tidak mengolah peta.

Jawaban: D.

No. 3 Kunci: B

Konsep: Konservasi bahan galian berarti memanfaatkan bahan galian secara optimal: bijih kadar rendah yang belum ekonomis tidak dibuang, tetapi ditimbun terpisah dan dicatat (tonase, kadar, lokasi) agar dapat diolah saat teknologi atau harga memungkinkan.

Langkah:
1. Bijih 1,2–1,4 % belum dapat dijual sekarang.
2. Unit pengolah kadar rendah direncanakan 5 tahun lagi → bijih masih bernilai kelak.
3. Ditimbun terpisah dan dicatat.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Bercampur dengan tanah penutup membuat bijih hilang dan sulit diambil kembali.
• **B.** ✓ Bijih tetap terpisah, tercatat, dan dapat diolah kelak.
• **C.** ✗ Jebakan: pencampuran memang dipakai di tambang, tetapi bila kadar campuran di bawah syarat pembeli, seluruh muatan ditolak.
• **D.** ✗ Jebakan: bahan memang terpakai, tetapi nikelnya hilang selamanya sebagai timbunan jalan.
• **E.** ✗ Bijih yang tertutup timbunan reklamasi sulit dan mahal diambil kembali.

Jawaban: B.

No. 4 Kunci: C

Konsep: Korban pingsan di ruang sempit seperti sumur uji kemungkinan disebabkan kekurangan oksigen atau gas berbahaya. Penolong tanpa alat bantu napas dapat ikut pingsan. Prosedur: jangan masuk tanpa alat, alirkan udara segar, panggil tim penyelamat terlatih.

Langkah:
1. Sumur sempit tertutup dua hari → udara di dasar kemungkinan buruk.

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

2. Penolong tanpa alat napas berisiko menjadi korban kedua.
3. Alirkan udara dengan blower dan panggil tim dengan alat napas.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: tali memang membantu menarik penolong, tetapi masker kain basah tidak memberi oksigen, sehingga penolong dapat ikut pingsan.
• **B.** ✗ Jebakan: menahan napas tidak dapat diandalkan; mengangkat korban butuh waktu dan tenaga.
• **C.** ✓ Mencegah korban kedua, memperbaiki udara, dan mendatangkan penolong terlatih.
• **D.** ✗ Asap genset mengandung gas beracun yang dapat masuk ke sumur.
• **E.** ✗ Jebakan: tali memang alat penyelamat, tetapi korban yang pingsan tidak dapat mengikatkannya sendiri.

Jawaban: C.

No. 5 Kunci: E

Konsep: Bahan kimia berbahaya disimpan sesuai label: di wadah asli, tempat sejuk berventilasi, rak bawah (mengurangi bahaya tumpah dari atas), dan dipisahkan dari bahan yang dapat bereaksi dengannya (untuk asam: basa, logam, bahan mudah terbakar).

Langkah:

1. Syarat label: sejuk, berventilasi, rak bawah, terpisah dari basa, logam, bahan mudah terbakar.
2. Periksa setiap tempat; hanya lemari bahan kimia berventilasi di rak bawah yang memenuhi semuanya.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Rak atas dan terkena panas matahari melanggar syarat sejuk dan rak bawah.
• **B.** ✗ Jebakan: rak bawah sudah tepat, tetapi kapur tohor dan soda api adalah basa yang bereaksi hebat dengan asam.
• **C.** ✗ Rak logam dan bensin melanggar larangan dekat logam dan bahan mudah terbakar.
• **D.** ✗ Jebakan: sejuk dan rak bawah, tetapi berdampingan dengan wadah logam yang dapat bereaksi dengan asam.
• **E.** ✓ Memenuhi semua syarat penyimpanan pada label.

Jawaban: E.

No. 6 Kunci: D

Konsep: Pada gambar isometri, panjang sebenarnya hanya dapat diukur sejajar sumbu isometri. Titik pada sebuah bidang ditentukan dengan menarik garis sejajar sumbu dari titik-titik yang sudah diukur pada rusuk.

Langkah:

1. Titik tengah rusuk panjang (30 mm) dan rusuk lebar (20 mm) diukur sepanjang rusuknya.
2. Dari kedua titik ditarik garis sejajar sumbu isometri; perpotongannya adalah pusat lubang.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: arah mendatar dan tegak di kertas bukan arah sumbu isometri bidang atas, sehingga titiknya meleset.
• **B.** ✗ Garis mendatar di kertas tidak sejajar sumbu isometri.
• **C.** ✗ Lubang pada bidang atas isometri tampak sebagai elips, dan letaknya harus dari balok yang sudah digambar.
• **D.** ✓ Garis sejajar sumbu dari titik tengah rusuk berpotongan tepat di pusat bidang atas.
• **E.** ✗ Perkiraan tanpa pengukuran tidak memenuhi ketelitian gambar teknik.

Jawaban: D.

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

No. 7 Kunci: C

Konsep: Etika kerja menuntut kejujuran dan tanggung jawab, termasuk mengakui kesalahan sendiri secepatnya agar data diperbaiki secara resmi dan tercatat.

Langkah:

1. Data tertukar dapat membuat lokasi pemboran salah.
2. Melapor segera memungkinkan koreksi resmi sebelum data dipakai.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: hasil yang tertukar belum tentu tampak aneh, sehingga kesalahan bisa tidak pernah terungkap dan lokasi pemboran salah.
- **B.** ✗ Jebakan: urutannya mungkin benar, tetapi koreksi diam-diam tanpa catatan resmi tidak dapat ditelusuri dan melanggar prosedur.
- **C.** ✓ Laporan segera membuat data diperbaiki secara resmi dan tercatat.
- **D.** ✗ Jebakan: teman menjadi tahu, tetapi pembimbing dan laboratorium tidak, sehingga data tetap tidak dikoreksi.
- **E.** ✗ Jebakan: sampel baru dari titik itu mungkin mirip, tetapi mengirimnya diam-diam dengan kode lama adalah pemalsuan data.

Jawaban: C.

No. 8 Kunci: A

Konsep: 5R di lapangan: Rapi berarti sampel punya tempat khusus yang terpisah dan mudah dikenali; label tahan air menjaga identitas sampel; Ringkas memisahkan sampel dari barang lain.

Langkah:

1. Penyebab: sampel bercampur logistik dan label tidak tahan air.
2. Tempat khusus + label tahan air mencegah tertukar dan luntur.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Sampel terpisah, labelnya tahan air, sehingga tidak tertukar dan tidak luntur.
- **B.** ✗ Ini mengulang penyebab masalah.
- **C.** ✗ Spidol biasa tetap luntur, dan di luar tenda sampel kehujanan.
- **D.** ✗ Jebakan: membersihkan (Resik) baik, tetapi penyebab tertukar dan luntur tidak diatasi.
- **E.** ✗ Waktu perjalanan delapan jam pulang-pergi setiap hari menghentikan pekerjaan pemetaan.

Jawaban: A.

No. 9 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Di sekitar mesin bor: pelindung telinga untuk bising, sepatu berujung baja untuk benda jatuh, helm, kacamata, sarung tangan yang pas, dan pakaian kerja yang tidak longgar agar tidak terlilit bagian yang berputar.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 → Benar.** Bising terus-menerus merusak pendengaran.
- **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: lengan panjang memang melindungi kulit, tetapi pakaian longgar dapat terlilit batang bor yang berputar; pakaian kerja harus pas badan.
- **Pernyataan 3 → Benar.** Ujung baja melindungi jari kaki dari benda berat.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 10 Kunci: A

Konsep: Skala grafis menunjukkan panjang sebenarnya dari satu ruas di peta (di sini satu kotak kisi = 200 m). Rute dipilih yang memenuhi semua syarat, lalu panjangnya dihitung dari jumlah ruas × panjang per ruas.

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

Langkah:

1. Rute 1 melewati hutan lindung → ditolak.
2. Rute 2 menyeberangi sungai tanpa jembatan → ditolak.
3. Rute 3: turun 1 kotak, ke kanan 9 kotak (melalui jembatan), naik 5 kotak, ke kiri 1 kotak = 16 kotak.
4. Panjang = 16 × 200 m = 3.200 m = 3,2 km.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Rute 3 memenuhi kedua syarat dan panjangnya 16 kotak × 200 m = 3,2 km.
- **B.** ✗ Jebakan: satu kotak dianggap 100 m.
- **C.** ✗ Jebakan: ruas pendek turun ke jalur jembatan dan ruas ke kiri menuju crusher tidak dihitung (14 kotak).
- **D.** ✗ Jebakan: lebih pendek, tetapi menyeberangi sungai tanpa jembatan.
- **E.** ✗ Jebakan: lebih pendek, tetapi memotong hutan lindung.

Jawaban: A.

No. 11 Kunci: A, C, D

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

Konsep: Pada proyeksi ortogonal, setiap ukuran dibaca dari pandangan yang memperlihatkannya: lebar dan dalam coakan dari tampak depan, panjangnya dari tampak atas. Garis putus-putus menunjukkan tepi yang tersembunyi.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ Pada tampak atas, kedua garis alur melintang dari tepi depan sampai tepi belakang.
- **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: alur memang tembus depan–belakang, tetapi dari kanan alur di tengah benda tertutup sisi kanan yang utuh, sehingga hanya dasar alurnya tampak sebagai garis putus-putus.
- **Pernyataan 3** ✓ 40 − 15 = 25 mm.
- **Pernyataan 4** ✓ Dari kanan, dasar alur di tengah benda tertutup oleh bagian kanan yang utuh.
- **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: 30 adalah jarak dari tepi; lebar alur 80 − 30 − 30 = 20 mm.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 4.

No. 12 Kunci: E

Konsep: Azimut diukur dari utara searah jarum jam. Arah yang membelok dari utara ke barat berada di kuadran barat laut, sehingga azimutnya = 360° − sudut beloknya.

Langkah:

1. 30° dari utara ke arah barat → kuadran barat laut.
2. Azimut = 360° − 30° = 330°.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: 30° adalah belokan ke arah timur (timur laut), bukan barat.
- **B.** ✗ Jebakan: 90° − 30°, sudut diukur dari arah timur.
- **C.** ✗ Jebakan: 90° + 30°, arah tenggara.
- **D.** ✗ Jebakan: 270° + 30°, sudut diukur dari arah barat ke utara.
- **E.** ✓ 360° − 30° = 330° (barat laut).

Jawaban: E.

No. 13 Kunci: D

Konsep: Pemilihan metode mempertimbangkan banyak faktor sekaligus: nisbah pengupasan (ekonomi), keadaan permukaan (desa, sawah), dan kekuatan batuan (kebutuhan penyangga). Endapan dalam bernisbah besar di bawah permukiman lebih sesuai ditambang bawah tanah, dan atap yang lemah harus disangga.

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

Langkah:
1. Nisbah 30 > batas 8 → tambang terbuka tidak ekonomis.
2. Ada desa dan sawah di atas → tambang terbuka harus memindahkan desa.
3. Batuan atap lemah → tambang bawah tanah memerlukan penyangga.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: lapisan mendatar dan tebal memang menguntungkan, tetapi nisbah 30 jauh di atas batas 8 dan ada desa di atasnya.
• **B.** ✗ Jebakan: memindahkan desa memang menghilangkan satu hambatan, tetapi nisbah 30 tetap jauh di atas batas 8.
• **C.** ✗ Jebakan: metodenya benar, tetapi atap yang lemah akan runtuh tanpa penyangga.
• **D.** ✓ Sesuai semua faktor: nisbah besar, ada desa, atap lemah perlu disangga.
• **E.** ✗ Jebakan: atap yang lemah memang menyulitkan, tetapi dapat diatasi dengan penyangga, sehingga endapan tetap dapat ditambang.

Jawaban: D.

No. 14 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: Pengolahan bijih: peremukan (crushing) memperkecil bongkah, penggerusan (grinding) menghaluskan sampai mineral berharga terlepas, ayakan (screening) memisahkan menurut ukuran. Ukuran giling ditentukan oleh ukuran terlepasnya mineral.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Benar.** Bongkah bijih harus diperkecil dulu sampai sesuai ukuran umpan ball mill.
• **Pernyataan 2 → Benar.** Pada 0,5 mm kasiterit sudah terlepas; penggerusan lebih halus hanya menambah energi dan dapat membuat butiran terlalu halus untuk dipisahkan.
• **Pernyataan 3 → Salah.** Jebakan: ayakan hanya memisahkan butir menurut ukuran; butir yang tertahan dikembalikan ke alat peremuk atau penggerus untuk dihancurkan.

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

No. 15 Kunci: E

Konsep: Magma yang membeku lambat di dalam bumi (intrusi) membentuk kristal besar yang saling mengunci; lava yang membeku cepat di permukaan membentuk kristal halus, kaca, dan lubang gas. Batuan intrusi dapat tersingkap setelah batuan di atasnya tererosi.

Langkah:
1. R1 berkristal kasar → membeku lambat di dalam bumi (intrusi), kini tersingkap karena erosi.
2. R2 berkristal halus dan berlubang gas → lava yang membeku cepat di permukaan.
3. Pembeli butuh kristal besar dan padat → tubuh intrusi seperti R1.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Lava berlubang gas berkristal halus dan tidak padat.
• **B.** ✗ Pasir sungai adalah butiran lepas, bukan batuan padat untuk lempengan.
• **C.** ✗ Batuan sedimen bukan batuan beku berkristal.
• **D.** ✗ Jebakan: bagian lava yang tebal memang mendingin sedikit lebih lambat, tetapi tetap membeku di permukaan sehingga kristalnya jauh lebih halus daripada intrusi.
• **E.** ✓ Tubuh intrusi membeku lambat sehingga kristalnya besar dan padat, sesuai permintaan pembeli.

Jawaban: E.

No. 16 Kunci: A

Konsep: Reklamasi dilakukan berurutan: penataan lahan (melandaikan lereng, mengatur saluran air) → penebaran tanah pucuk → penanaman → pemeliharaan dan pemantauan. Tanpa penataan, lereng curam mudah longsor dan tanah pucuk terkikis hujan.

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

Langkah:

1. Lereng 45° tidak stabil dan tanah pucuk akan terkikis hujan.
2. Tata dan landaikan lereng dulu, tebar tanah pucuk, lalu tanam sebelum musim hujan.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Urutan yang benar membuat lereng stabil dan tanaman tumbuh baik.
- **B.** ✗ Menata lereng setelah tanaman tumbuh akan merusak tanaman.
- **C.** ✗ Jebakan: tanah pucuk memang dibutuhkan, tetapi pada lereng 45° akan terkikis hujan.
- **D.** ✗ Jebakan: rumput memang cepat tumbuh, tetapi lereng 45° tetap rawan longsor dan tanpa tanah pucuk rumput sulit tumbuh.
- **E.** ✗ Terpal tidak memulihkan lahan dan semak liar tidak memenuhi rencana reklamasi.

Jawaban: A.

No. 17 Kunci: B

Konsep: Tebal sebenarnya lapisan diukur tegak lurus bidang lapisan. Pada lapisan miring, pengukuran tegak (vertikal) menghasilkan angka yang lebih besar dari tebal sebenarnya. Data yang diukur dengan cara berbeda diukur ulang, bukan dihapus.

Langkah:

1. T1, T2, T4 diukur tegak lurus: 1,8–1,9 m.
2. T3 diukur vertikal pada lapisan miring 45° → lebih besar dari tebal sebenarnya.
3. SOP: ukur ulang T3 dengan cara yang benar; jangan dihapus.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: rata-rata memasukkan data T3 yang diukur dengan cara salah sehingga tebal menjadi terlalu besar.
- **B.** ✓ T3 diukur ulang dengan cara yang sama dengan titik lain, sesuai SOP.
- **C.** ✗ Jebakan: perbedaannya karena cara mengukur, bukan karena lapisan menebal.
- **D.** ✗ T3 bukan tebal sebenarnya; memakainya membuat cadangan terlalu besar.
- **E.** ✗ SOP melarang menghapus data.

Jawaban: B.

No. 18 Kunci: B, C

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

Konsep: Log bor mencatat kedalaman, jenis batuan, batas lapisan, perolehan dan inti hilang, serta keadaan inti (retak, hancur). Inti difoto dan dideskripsi segera di lokasi agar data lengkap, jujur, dan dapat ditelusuri.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✗ Batas batuan diukur pada inti dengan meteran dan dicocokkan dengan kedalaman run, bukan diperkirakan.
- **Pernyataan 2** ✓ Data ini menunjukkan perolehan inti dan bagian yang tidak terwakili.
- **Pernyataan 3** ✓ Foto merekam keadaan asli inti untuk pemeriksaan ulang.
- **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: inti hancur adalah data (misalnya zona retak atau sesar) dan tetap disimpan di posisinya.
- **Pernyataan 5** ✗ Inti dideskripsi segera di lokasi sebelum mengering, berubah warna, atau tertukar.

Jawaban: pernyataan 2, 3.

No. 19 Kunci: 1S 2B 3B

Konsep: Peralatan lapangan dipilih sesuai fungsinya: palu runcing untuk batuan keras, palu pipih untuk batuan berlapis, meteran untuk ukuran/tebal, kantong dan label (ganda) untuk sampel.

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

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: ujung runcing cocok untuk memecah batuan beku yang keras; ujung pipih (seperti pahat) cocok untuk membelah batuan berlapis mengikuti bidang lapisannya.
• **Pernyataan 2 → Benar.** Tebal lapisan diukur dengan meteran tegak lurus bidang lapisan.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Label ganda menjaga identitas sampel selama pengangkutan.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

No. 20 Kunci: C, D, E

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

Konsep: Gerakan massa tanah (longsor cepat, rayapan lambat) adalah proses eksogen yang dipicu gravitasi dan air hujan. Pencegahannya: mengatur aliran air (saluran), menanam vegetasi berakar dalam, dan menata kemiringan lereng.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Kasus menyebutkan tidak ada gempa; longsor dipicu hujan deras.
• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: rayapan berlangsung sangat lambat; tiang yang miring sedikit demi sedikit adalah tandanya, bukan roboh mendadak.
• **Pernyataan 3** ✓ Tanah jenuh air lebih berat dan gesekan antarbutirnya berkurang.
• **Pernyataan 4** ✓ Rayapan menggerakkan lapisan atas tanah secara perlahan ke bawah lereng.
• **Pernyataan 5** ✓ Saluran mengurangi air yang meresap, dan akar mengikat tanah.

Jawaban: pernyataan 3, 4, 5.

No. 21 Kunci: B, C, E

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

Konsep: Kemiringan lereng = beda tinggi ÷ jarak mendatar × 100 %. Beda tinggi antara dua kontur = interval kontur; jarak mendatar = jarak di peta × penyebut skala. Untuk mengurangi kemiringan jalan, jalan dibuat berkelok agar lebih panjang.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: 5 mm × 10.000 = 50.000 mm = 50 m, bukan 5 m.
• **Pernyataan 2** ✓ 10 m ÷ 50 m × 100 % = 20 %.
• **Pernyataan 3** ✓ 2 mm × 10.000 = 20 m; 10 ÷ 20 × 100 % = 50 %.
• **Pernyataan 4** ✗ Kemiringan bagian bawah 20 %, melebihi batas 10 %.
• **Pernyataan 5** ✓ 10 m ÷ 10 % = 100 m, dua kali 50 m; jalan dibuat berkelok.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

No. 22 Kunci: B

Konsep: Geologi memiliki cabang menurut objek kajiannya. Mineralogi mempelajari jenis, sifat, dan jumlah mineral; datanya dipakai untuk menilai mutu bahan galian, misalnya kandungan mineral pengotor dalam pasir kuarsa.

Langkah:

1. Warna kehijauan pada kaca berasal dari mineral pengotor (terutama yang mengandung besi) yang tidak tampak bila pasir dilihat sekilas.
2. Jenis dan jumlah mineral dalam pasir → kajian mineralogi.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Umur endapan tidak menunjukkan mutu pasir untuk kaca.
• **B.** ✓ Jenis dan jumlah mineral pengotor langsung menjawab syarat pembeli.
• **C.** ✗ Jebakan: jurus dan kemiringan berguna untuk rencana tambang, tetapi tidak menunjukkan mutu pasir.

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

- **D.** ✗ Muka air tanah berguna untuk penirisan, bukan mutu pasir.
- **E.** ✗ Kegempaan tidak berkaitan dengan syarat mutu kaca.

Jawaban: B.

No. 23 Kunci: A, B, D

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

Konsep: Endapan aluvial (plaser) berupa material lepas yang mengandung mineral berat (timah, emas). Penambangannya memanfaatkan air: tambang semprot di darat dan kapal keruk/isap di laut; mineral berat dipisahkan berdasarkan perbedaan berat jenis.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ Kapal keruk/isap mengambil pasir lepas dari dasar laut.
- **Pernyataan 2** ✓ Semprotan air bertekanan meruntuhkan pasir lepas, lalu lumpurnya dipompa ke alat pemisah.
- **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: kasiterit memang keras, tetapi endapannya berupa butiran lepas dalam pasir sehingga tidak perlu diledakkan.
- **Pernyataan 4** ✓ Kasiterit jauh lebih berat daripada kuarsa sehingga mengendap lebih cepat di alat pemisah seperti jig atau sakan.
- **Pernyataan 5** ✗ Endapan lepas di dasar laut dangkal ditambang dengan kapal, bukan terowongan.

Jawaban: pernyataan 1, 2, 4.

No. 24 Kunci: C

Konsep: Penirisan tambang: debit yang diperlukan = volume air masuk ÷ jam kerja pompa; jumlah pompa = debit yang diperlukan ÷ debit satu pompa, dibulatkan ke atas.

Langkah:

1. Debit yang diperlukan = 3.600 ÷ 20 = 180 m^3/jam.
2. Jumlah pompa = 180 ÷ 60 = 3 pompa.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: satu pompa bekerja 20 jam hanya memindahkan 1.200 m^3, sepertiga air yang masuk.
- **B.** ✗ Jebakan: dihitung dengan 24 jam (3.600 ÷ 24 = 150; 150 ÷ 60 = 2,5) lalu dibulatkan ke bawah.
- **C.** ✓ 3.600 ÷ 20 = 180 m^3/jam; 180 ÷ 60 = 3 pompa.
- **D.** ✗ Jebakan: jam perawatan ikut dikurangkan dua kali (3.600 ÷ 16 = 225; 225 ÷ 60 ≈ 3,75 → 4).
- **E.** ✗ Jebakan: kelebihan pompa; 3 pompa sudah memindahkan seluruh 3.600 m^3.

Jawaban: C.

No. 25 Kunci: A, D

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

Konsep: Deskripsi batuan beku: warna menunjukkan kandungan mineral (terang = kaya kuarsa-feldspar; gelap = kaya mineral besi-magnesium), ukuran kristal menunjukkan kecepatan pendinginan (kasar = lambat/intrusi, halus = cepat/lava), dan tekstur porfiri menunjukkan dua tahap pendinginan.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ Ciri granit: terang, kristal kasar, kuarsa dan feldspar.
- **Pernyataan 2** ✗ Kuarsa berwarna terang; batuan gelap seperti B2 justru miskin kuarsa.
- **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: warna gelap menunjukkan mineral besi-magnesium, bukan tempat membeku; kristal kasar menunjukkan B4 membeku lambat di dalam bumi.
- **Pernyataan 4** ✓ Tekstur porfiri: kristal besar (fenokris) dalam massa kristal halus, ciri andesit.
- **Pernyataan 5** ✗ Kecepatan membeku dilihat dari ukuran kristal: B2 halus (cepat), B4 kasar (lambat).

Jawaban: pernyataan 1, 4.

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

Simulasi 3 — Prediksi TKA 2026

No. 1 Kunci: C

Konsep: Skala dipilih sesuai kebutuhan: makin besar skala (penyebut kecil), makin rinci tetapi makin sempit daerah yang muat di kertas.

Langkah:

1. Syarat 1: 25 m = 2.500 cm → 2.500 ÷ penyebut ≥ 0,5 cm → penyebut ≤ 5.000.
2. Syarat 2: 2 km = 200.000 cm → 200.000 ÷ penyebut ≤ 50 cm → penyebut ≥ 4.000.
3. Yang memenuhi keduanya: 1 : 5.000 (titik 5 mm, daerah 40 cm).

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Pada 1 : 100.000, jarak 25 m hanya 0,25 mm sehingga simbol bertumpuk.
- **B.** ✗ Pada 1 : 25.000, jarak 25 m hanya 1 mm.
- **C.** ✓ Jarak 25 m menjadi 5 mm dan daerah 2 km menjadi 40 cm, muat di kertas.
- **D.** ✗ Jebakan: titik bor jelas (12,5 mm), tetapi daerah 2 km menjadi 100 cm, tidak muat.
- **E.** ✗ Jebakan: sangat rinci, tetapi daerah 2 km menjadi 200 cm.

Jawaban: C.

No. 2 Kunci: C

Konsep: Insinyur/ahli geoteknik menganalisis kestabilan lereng dan merancang geometri lereng (sudut, tinggi jenjang). Surveyor menyediakan data pergeseran, sedangkan petugas lain menjalankan tindakan operasional.

Langkah:

1. Yang diminta: analisis penyebab, perhitungan keamanan, rekomendasi sudut dan tinggi jenjang.
2. Itu tugas insinyur geoteknik; data surveyor menjadi masukannya.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: surveyor menyediakan data pergeseran, tetapi tidak merancang sudut lereng yang baru.
- **B.** ✗ Mutu batuan untuk produksi bukan analisis kestabilan.
- **C.** ✓ Analisis kestabilan dan rancangan lereng adalah tugas geoteknik.
- **D.** ✗ Meratakan retakan tidak menganalisis penyebab dan dapat membahayakan operator.
- **E.** ✗ Jebakan: mengalihkan truk memang tindakan pengamanan sementara, tetapi bukan analisis dan rekomendasi lereng.

Jawaban: C.

No. 3 Kunci: 1S 2B 3B

Konsep: Proyeksi piktorial memperlihatkan tiga sisi benda dalam satu gambar. Isometri: ketiga sumbu berukuran penuh. Dimetri: dua sumbu berukuran sama, satu sumbu (biasanya ke belakang) diperpendek, misalnya ½.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: perpendekan setengah hanya pada dimetri; pada isometri rusuk ke belakang tetap 30 mm.
- **Pernyataan 2 → Benar.** 30 mm × ½ = 15 mm.
- **Pernyataan 3 → Benar.** Proyeksi piktorial (isometri, dimetri) memperlihatkan depan, samping, dan atas dalam satu gambar.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

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

No. 4 Kunci: A

Konsep: Getaran seluruh tubuh termasuk bahaya fisik. Pengendalian yang paling efektif menghilangkan sumbernya; di tambang, sumber utama getaran truk adalah permukaan jalan yang rusak.

Langkah:
1. Truk dan kursi baik → sumber getaran adalah jalan yang bergelombang dan berlubang.
2. Perbaikan jalan mengurangi getaran di sumbernya.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Menghilangkan sumber getaran sehingga semua operator terlindungi.
• **B.** ✗ Jebakan: kursi berperedam mengurangi getaran yang diterima, tetapi kursi lama masih baik dan sumber getarannya (jalan) tetap ada.
• **C.** ✗ Sumbat telinga melindungi dari bising, bukan getaran.
• **D.** ✗ Jebakan: pembatasan waktu (administratif) mengurangi paparan, tetapi lebih lemah daripada menghilangkan sumber getaran.
• **E.** ✗ Jebakan: kecepatan rendah memang mengurangi getaran, tetapi sumbernya tetap ada dan produksi turun.

Jawaban: A.

No. 5 Kunci: B, C, E

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

Konsep: Bekerja di atas atau dekat air memerlukan rompi pelampung, alas kaki antiselip, rekan kerja, dan alat penolong (ring pelampung bertali). Pekerjaan listrik di tempat basah dilakukan setelah aliran listrik diputus dan dengan pelindung berisolasi.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: sepatu bot tinggi justru terisi air bila terjatuh ke kolam; pelampung tetap diperlukan.
• **Pernyataan 2** ✓ Rompi pelampung menjaga pekerja tetap mengapung bila terjatuh ke kolam dalam.
• **Pernyataan 3** ✓ Rekan dan ring pelampung memungkinkan pertolongan cepat bila ada yang terjatuh.
• **Pernyataan 4** ✗ Kabel listrik di tempat basah berisiko menyengat; listrik dimatikan lebih dulu dan sarung tangan berisolasi dipakai.
• **Pernyataan 5** ✓ Sol antiselip mengurangi risiko terpeleset dan jatuh ke kolam.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

No. 6 Kunci: E

Konsep: Pertambangan berkelanjutan mengurangi emisi dengan menghemat energi di sumbernya. Bila dana terbatas, pilih program yang mengatasi penyebab terbesar pemborosan bahan bakar.

Langkah:
1. Penyebab terbesar (±60 %): jalan bergelombang dan tanjakan 15 %.
2. Program yang mengatasinya: perbaikan jalan dan pelandaian tanjakan.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: truk baru memang lebih hemat, tetapi umur truk hanya sebagian kecil penyebab dan biayanya sangat besar.
• **B.** ✗ Jebakan: pohon menyerap karbon, tetapi pemakaian solar tidak berkurang.
• **C.** ✗ Jebakan: langkah ini murah dan benar, tetapi hanya mengatasi penyebab kecil (±10 %).
• **D.** ✗ Harga lebih murah tidak mengurangi jumlah solar yang dibakar.
• **E.** ✓ Mengatasi penyebab terbesar (±60 %) sehingga penurunan solar dan emisi paling banyak.

Jawaban: E.

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

No. 7 Kunci: A, C

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

Konsep: Orientasi peta: putar peta sampai arah utaranya searah utara kompas, jauh dari benda logam. Setelah itu, arah benda di peta sama dengan di lapangan, dan posisi dapat ditentukan dari arah ke beberapa benda yang dikenali.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Utara peta sudah searah utara sebenarnya, sehingga semua arah di peta cocok dengan lapangan.

• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: tulisan judul tidak menunjukkan arah; orientasi memakai panah utara dan kompas.

• **Pernyataan 3** ✓ Bila menara terlihat di timur, tim berada di barat menara; bila bukit terlihat di utara, tim berada di selatan bukit.

• **Pernyataan 4** ✗ Badan kendaraan dari logam membelokkan jarum kompas.

• **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: arahnya terbalik; bila menara terlihat di timur, tim berada di sebelah barat menara.

Jawaban: pernyataan 1, 3.

No. 8 Kunci: A

Konsep: Silinder tampak sebagai lingkaran bila dilihat searah sumbunya, dan sebagai persegi panjang (panjang × diameter) bila dilihat tegak lurus sumbunya.

Langkah:

1. Sumbu kiri–kanan → dilihat dari samping (searah sumbu) tampak lingkaran Ø40.
2. Dari depan dan dari atas (tegak lurus sumbu) tampak persegi panjang 100 × 40.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Depan dan atas tegak lurus sumbu (persegi panjang), samping searah sumbu (lingkaran).

• **B.** ✗ Jebakan: lingkaran terlihat dari arah sumbu, yaitu dari samping, bukan dari depan.

• **C.** ✗ Dari samping, silinder tampak sebagai lingkaran.

• **D.** ✗ Dari atas, silinder yang rebah tampak persegi panjang.

• **E.** ✗ Dari depan, silinder yang sumbunya kiri–kanan tampak persegi panjang.

Jawaban: A.

No. 9 Kunci: D

Konsep: Pada keadaan darurat banjir di pit, pekerjaan dihentikan dan orang serta alat dievakuasi ke tempat yang lebih tinggi melalui jalur keluar sebelum jalan tertutup air; jauhi kaki lereng yang dapat longsor.

Langkah:

1. Air naik lebih cepat daripada kemampuan pompa → genangan bertambah.
2. Jalan keluar hanya ramp timur → harus dipakai sebelum terendam.
3. Dinding mengalirkan lumpur → jauhi kaki lereng.

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

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Pompa tidak mampu mengimbangi; bertahan berarti terjebak.

• **B.** ✗ Jebakan: alat memang terselamatkan dari genangan sementara, tetapi gundukan di lantai pit dapat ikut terendam atau tertimpa longsoran, dan orang tetap berada di pit.

• **C.** ✗ Jebakan: pompa tambahan membantu, tetapi pemasangannya butuh waktu sementara air naik cepat dan pekerja tetap berada di dalam pit.

• **D.** ✓ Evakuasi lewat satu-satunya jalan keluar ke tempat tinggi sebelum terendam.

• **E.** ✗ Jebakan: melapor memang wajib, tetapi menunggu jawaban di lantai pit membuang waktu; pekerja melapor sambil bergerak ke tempat aman.

Jawaban: D.

No. 10 Kunci: B

Konsep: Etika kerja dalam geologi menuntut data lapangan yang jujur: data yang tidak diamati dicatat sebagai belum diamati, bukan dikarang. Kendala dilaporkan agar pekerjaan dijadwalkan ulang.

Langkah:

1. Tiga titik tidak diamati karena hujan.
2. Data jujur: catat sebagai belum diamati dan sampaikan kendala kepada pembimbing.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Data perkiraan yang ditulis sebagai hasil pengamatan adalah data karangan.

• **B.** ✓ Data tetap jujur dan kekurangannya dapat diselesaikan melalui jadwal ulang.

• **C.** ✗ Jebakan: tanda bintang tanpa penjelasan tetap membuat pembaca mengira data itu hasil pengamatan.

• **D.** ✗ Jebakan: tidak ada data karangan, tetapi menyembunyikan tugas yang belum dikerjakan juga tidak jujur.

• **E.** ✗ Jebakan: data itu memang hasil pengamatan, tetapi bukan milik kelompok ini; memakainya tanpa menyebut sumber adalah ketidakjujuran.

Jawaban: B.

No. 11 Kunci: A, D

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

Konsep: Teknologi industri 4.0 seperti kamera AI membantu deteksi dini bahaya, tetapi tidak menggantikan pengendalian dasar (istirahat, APD) dan dapat keliru, sehingga hasilnya diperiksa manusia dan penggunaannya terbuka bagi pekerja.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Peringatan waktu nyata memungkinkan tindakan sebelum terjadi kecelakaan.

• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: kamera hanya mendeteksi gejala; pencegahan kelelahan tetap melalui istirahat dan pemeriksaan kesehatan.

• **Pernyataan 3** ✗ Kasus menunjukkan ada peringatan keliru; pengawas perlu memeriksa sebelum mengambil tindakan.

• **Pernyataan 4** ✓ Keterbukaan penggunaan data menjaga kepercayaan dan hak pekerja.

• **Pernyataan 5** ✗ Kamera tidak melindungi tubuh saat terjadi benturan; sabuk pengaman tetap wajib.

Jawaban: pernyataan 1, 4.

No. 12 Kunci: D

Konsep: Endapan batuan yang membentuk bukit di atas dataran ditambang dengan quarry sisi bukit (side hill): penambangan dimulai dari atas dan membentuk jenjang-jenjang menurun agar dinding stabil dan setiap jenjang menjadi lantai kerja.

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

Langkah:

1. Endapan berada di atas dataran (bukit) → quarry sisi bukit.
2. Syarat stabil dan lantai datar → berjenjang dari atas ke bawah.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Batugamping tersingkap di permukaan; tambang bawah tanah mahal dan tidak perlu.
- **B.** ✗ Jebakan: quarry tipe lubang dipakai bila endapan berada di bawah permukaan dataran, sedangkan batugamping ini membentuk bukit.
- **C.** ✗ Kapal keruk untuk material lepas di air, bukan batugamping padu.
- **D.** ✓ Jenjang dari puncak menurun menjaga dinding stabil dan menyediakan lantai kerja datar.
- **E.** ✗ Jebakan: menggali kaki bukit membuat bagian atasnya menggantung dan runtuh.

Jawaban: D.

No. 13 Kunci: C, E

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

Konsep: Analisis data lintasan: batas batuan ditarik di antara dua titik yang batuannya berbeda dan dipersempit dengan pengamatan tambahan. Pada lapisan yang tidak terlipat, lapisan makin muda ke arah kemiringan (superposisi).

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: titik 2 masih batupasir dan titik 3 sudah batulempung, sehingga batasnya di antara 100 m dan 200 m, belum diketahui tepatnya.
- **Pernyataan 2** ✗ Searah kemiringan, lapisan yang dijumpai berada di atas lapisan sebelumnya, jadi makin muda.
- **Pernyataan 3** ✓ Batugamping berada lebih jauh ke arah kemiringan, sehingga posisinya di atas batupasir (superposisi).
- **Pernyataan 4** ✗ Selang 100 m di antara kedua titik tidak diamati; lapisan tipis dapat saja ada.
- **Pernyataan 5** ✓ Batas berada di selang itu dan letaknya baru dapat ditentukan dengan pengamatan tambahan.

Jawaban: pernyataan 3, 5.

No. 14 Kunci: B

Konsep: Bongkah bijih (float) terangkut ke hilir dari sumbernya, makin jauh makin membulat dan makin sedikit. Sumbernya berada di hulu titik pertama ditemukannya bongkah dan di hilir titik terakhir yang tidak mengandungnya.

Langkah:

1. S2 tidak ada, S3 banyak dan bersudut → sumber di antara S2 dan S3.
2. Dua anak sungai bermuara di selang itu → telusuri anak sungai dan lerengnya.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ S5 justru tidak mengandung bongkah, dan bongkah bergerak menjauhi sumbernya.
- **B.** ✓ Sumber berada di selang S2–S3, termasuk anak sungai yang bermuara di situ.
- **C.** ✗ Jebakan: menelusuri ke hulu memang cara umum, tetapi di S1 dan S2 sudah tidak ada bongkah.
- **D.** ✗ Jebakan: bongkah di S3 sudah terangkut air; sumbernya di lereng atau anak sungai, bukan di dasar sungai.
- **E.** ✗ Tidak adanya bongkah di S1 justru membantu mempersempit letak sumber.

Jawaban: B.

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

No. 15 Kunci: E

Konsep: Batuan metamorf dideskripsi dari strukturnya: berfoliasi (sabak, filit, sekis, gneis) atau tidak (marmer, kuarsit). Sabak berfoliasi sangat halus dan mudah dibelah menjadi lempeng tipis yang rata dan keras, sehingga dipakai sebagai batu atap.

Langkah:

1. Syarat: lempeng tipis rata, kuat, tahan cuaca.
2. M1 (sabak) membelah tipis rata dan keras → memenuhi.
3. Sampel lain gagal salah satu syarat.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ M3 (sekis) mudah hancur.
- **B.** ✗ Jebakan: M4 (marmer) padat, tetapi lunak dan larut oleh air hujan yang sedikit asam, serta tidak membelah tipis.
- **C.** ✗ Jebakan: M5 (kuarsit) paling keras, tetapi tidak dapat dibelah menjadi lempeng tipis.
- **D.** ✗ Jebakan: M2 (filit) memang berfoliasi halus, tetapi membelah tidak rata dan mudah remuk.
- **E.** ✓ M1 membelah tipis rata dan keras, memenuhi semua syarat.

Jawaban: E.

No. 16 Kunci: C

Konsep: Pada sirkuit tertutup, ayakan menentukan ukuran produk: material > 3 cm tertahan deck atas dan dikembalikan ke cone crusher; produk adalah yang tertahan deck bawah. Batu besar hanya dapat masuk ke produk bila deck atas tidak berfungsi.

Langkah:

1. Produk 1–3 cm = material yang tertahan deck bawah.
2. Batu 5 cm seharusnya tertahan deck atas dan kembali ke cone crusher.
3. Batu 5 cm masuk produk → deck atas bocor/robek.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Grizzly yang rapat hanya menambah umpan jaw crusher; semua material tetap melewati ayakan.
- **B.** ✗ Jebakan: produk crusher yang kasar tetap disaring deck atas dan dikembalikan ke cone crusher, jadi tidak masuk produk.
- **C.** ✓ Deck atas yang robek meloloskan batu > 3 cm ke deck bawah, lalu tertahan sebagai produk.
- **D.** ✗ Bila cone crusher berhenti, produk berkurang, bukan tercampur batu besar.
- **E.** ✗ Jebakan: deck bawah yang robek membuat produk kehilangan butir halus ke abu batu, bukan tercampur batu besar.

Jawaban: C.

No. 17 Kunci: D

Konsep: Medan magnet bumi dibangkitkan oleh gerakan logam cair di inti luar dan menjangkau seluruh permukaan, sehingga jarum kompas menunjuk utara magnet. Batuan yang kaya mineral bermagnet (magnetit) menimbulkan medan magnet setempat yang membelokkan jarum di dekatnya.

Langkah:

1. Kompas normal 20 m dari singkapan → medan magnet bumi (dari inti) baik-baik saja.
2. Penyimpangan hanya di atas singkapan magnetit → gangguan magnet setempat dari batuan itu.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Medan magnet dari inti mencakup seluruh bumi; bila berubah, kompas di tempat lain juga terganggu.
- **B.** ✗ Jebakan: kompas yang rusak juga salah di tempat lain, padahal 20 m dari singkapan bacaannya normal.
- **C.** ✗ Kutub dan utara geografis tidak bergeser mengikuti batuan.

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

• **D.** ✓ Magnetit menimbulkan medan magnet setempat yang membelokkan jarum hanya di dekat singkapan.
• **E.** ✗ Jebakan: suhu singkapan tidak setinggi itu sampai dapat membelokkan jarum; penyimpangannya bersifat magnetis.

Jawaban: D.

No. 18 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Pelapukan (proses eksogen): fisik (pecah tanpa perubahan zat), kimia (pelarutan, oksidasi), biologis (akar, hewan, mikroorganisme). Pelarutan batugamping membentuk bentang alam karst (gua, dolina, sungai bawah tanah).

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Benar.** Air hujan yang sedikit asam melarutkan batugamping; hasilnya bentang alam karst.
• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: berlubang memang terlihat secara fisik, tetapi prosesnya pelarutan kimia, jadi termasuk pelapukan kimia.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Akar tumbuhan (makhluk hidup) menekan dan membuka rekahan.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 19 Kunci: E

Konsep: Profil topografi dibaca dari peta kontur: kontur tertutup yang makin kecil menunjukkan bukit; kontur rapat berarti lereng curam, kontur renggang berarti landai. Elevasi titik dibaca dari kontur terdekat.

Langkah:
1. Kontur tertutup dengan nilai naik ke tengah (sampai 150 m) → bukit.
2. Dari A ke puncak, kontur sangat rapat → naik curam.
3. Dari puncak ke B, kontur renggang → turun landai.
4. A berada di kontur 100 m; B di antara kontur 120 dan 125 m → B lebih tinggi dari A.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Kerapatan kontur terbalik: sisi A yang rapat (curam), sisi B yang renggang (landai).
• **B.** ✗ Jebakan: bentuk naik-turunnya benar, tetapi B (±122 m) lebih tinggi dari A (100 m).
• **C.** ✗ Jebakan: bentuknya benar, tetapi B tidak berada pada kontur 100 m.
• **D.** ✗ Nilai kontur naik ke tengah, jadi bagian tengah adalah bukit, bukan lembah.
• **E.** ✓ Sisi A rapat (naik curam), sisi B renggang (turun landai), dan B ±122 m lebih tinggi dari A (100 m).

Jawaban: E.

No. 20 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: Tahapan: eksplorasi → studi kelayakan → konstruksi (sarana) → penambangan → pengolahan → reklamasi dan pascatambang (pemantauan setelah penutupan).

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Benar.** Sarana tambang dibangun pada tahap konstruksi, setelah studi kelayakan dan sebelum penambangan.
• **Pernyataan 2 → Benar.** Pascatambang memastikan lahan dan lingkungan pulih setelah kegiatan tambang berakhir.
• **Pernyataan 3 → Salah.** Jebakan: mutu batu memang perlu diketahui lebih dulu, tetapi itu dilakukan melalui uji sampel eksplorasi; pengolahan memproses batu yang sudah ditambang.

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

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

No. 21 Kunci: B, D, E

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

Konsep: Genesa batuan sedimen ditentukan lingkungan pengendapannya: butir kasar mengendap dekat sumber/muara, butir halus jauh di laut tenang; terumbu karang tumbuh di laut dangkal yang jernih dan menjadi batugamping. Endapan yang tertimbun mengalami pembatuan.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: butir berat justru mengendap paling dulu saat arus melambat, dekat muara atau di sungai.
- **Pernyataan 2** ✓ Butir pasir lebih besar dan berat daripada lumpur sehingga mengendap lebih dulu.
- **Pernyataan 3** ✗ Karang membutuhkan air jernih; lumpur di muara menghambat pertumbuhannya.
- **Pernyataan 4** ✓ Pembatuan lumpur menghasilkan batulempung/serpih.
- **Pernyataan 5** ✓ Pasir terkumpul di lingkungan berarus seperti pantai dan muara; laut dalam didominasi lumpur halus.

Jawaban: pernyataan 2, 4, 5.

No. 22 Kunci: B

Konsep: Geologi memiliki cabang menurut objek kajiannya. Geokimia mempelajari kandungan unsur kimia dalam batuan, tanah, air, dan sedimen; dalam eksplorasi, kadar unsur di banyak contoh dipakai untuk menemukan daerah anomali yang menunjuk sumber bijih.

Langkah:

1. Tujuan: melacak sumber emas dari kandungan logam → geokimia.
2. Data kunci: kadar emas dan unsur penunjuk di setiap titik contoh.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Fosil tidak menunjukkan sumber emas.
- **B.** ✓ Kadar unsur di banyak titik menunjukkan anak sungai dengan anomali tertinggi.
- **C.** ✗ Jebakan: arus memengaruhi pengangkutan, tetapi tidak menunjukkan dari mana emas berasal.
- **D.** ✗ Kemiringan lereng untuk perencanaan jalan, bukan untuk melacak emas.
- **E.** ✗ Umur batuan tidak menunjukkan kandungan emas.

Jawaban: B.

No. 23 Kunci: B, C

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

Konsep: Produksi alat gali-muat = (3.600 ÷ waktu siklus dalam detik) × isi bucket per siklus. Waktu siklus yang lebih lama menurunkan produksi; jumlah tumpahan untuk satu truk = kapasitas bak ÷ isi bucket.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: 3.600 ÷ 30 = 120 siklus, bukan 60.
- **Pernyataan 2** ✓ 120 siklus × 2 m^3 = 240 m^3/jam.
- **Pernyataan 3** ✓ 240 × 8 = 1.920 m^3.
- **Pernyataan 4** ✗ Siklus lebih lama berarti siklus per jam lebih sedikit (90), sehingga produksi turun menjadi 180 m^3/jam.
- **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: 20 ÷ 2 = 10 kali tumpahan.

Jawaban: pernyataan 2, 3.

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

No. 24 Kunci: A, B, D, E

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

Konsep: Faktor pemilihan dan kelayakan tambang tidak hanya keadaan endapan, tetapi juga ekonomi: harga jual, biaya penambangan, dan biaya angkut yang dipengaruhi jarak dan prasarana. Laba per ton = harga jual − semua biaya per ton.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ 400.000 − 150.000 − 100.000 = 150.000.

• **Pernyataan 2** ✓ 400.000 − 120.000 − 300.000 = −20.000 (rugi).

• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: biaya tambang Z memang lebih murah, tetapi harga jualnya lebih rendah; laba Z = 350.000 − 130.000 − 120.000 = 100.000, lebih kecil dari X.

• **Pernyataan 4** ✓ 400.000 − 120.000 − 150.000 = 130.000 (untung).

• **Pernyataan 5** ✓ Kasus blok Y menunjukkan biaya angkut dapat membuat blok yang murah ditambang menjadi rugi.

Jawaban: pernyataan 1, 2, 4, 5.

No. 25 Kunci: A

Konsep: Memplot titik dari data arah dan jarak: busur derajat untuk menggambar sudut azimut dari arah utara peta, dan penggaris untuk mengukur jarak di peta sesuai skala (240 m pada 1 : 10.000 = 2,4 cm).

Langkah:

1. Sudut 135° dari utara peta → busur derajat.
2. Jarak 240 m → 2,4 cm di peta → penggaris.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Busur derajat menggambar arah, penggaris mengukur jarak di peta.

• **B.** ✗ Loupe dan HCl untuk mendeskripsi batuan.

• **C.** ✗ Palu dan pahat untuk mengambil sampel.

• **D.** ✗ Jebakan: GPS dipakai di lapangan; di kemah yang diperlukan alat gambar untuk memplot data yang sudah diukur.

• **E.** ✗ Klinometer mengukur kemiringan, bukan memplot arah dan jarak di peta.

Jawaban: A.

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

Penutup

Kamu sudah sampai di akhir buku ini. Itu sendiri adalah bukti bahwa kamu mampu menepati janji belajarmu.

Lima strategi yang paling penting untuk TKA Teknik Geologi Pertambangan:

1. **Baca kasusnya dengan pensil.** Garis bawahi syarat, angka, satuan, dan keadaan lapangan seperti "pembesaran 200 %", "interval kontur 5 m", "perolehan inti minimal 90 %", "batas nisbah paling besar 6", atau "kabut menutup kemah". Satu keadaan yang terlewat sering menjadi pembeda jawaban.
2. **Ikuti empat langkah: fakta → aturan → penerapan → periksa.** Tindakan yang benar aman bagi pekerja dan orang di sekitar, sesuai SOP, dan menyelesaikan masalahnya, bukan hanya gejalanya.
3. **Hitung sendiri sebelum melihat pilihan.** Angka pengecoh sengaja dibuat dari kesalahan yang paling sering: satuan tidak diubah, jarak miring dipakai sebagai jarak datar, perbesaran fotokopi dilupakan, volume dikira tonase, atau fraksi dikembalikan ke crusher yang salah.
4. **Baca peta, gambar, dan tabel sebelum membaca pilihan.** Tentukan dulu skala, arah utara, interval kontur, arah pandang, jenis garis, dan satuan kolom. Pada soal batuan dan data lapangan, nilai dulu ciri yang dapat dipercaya sebelum menyimpulkan.
5. **Pada soal pilih lebih dari satu dan Benar/Salah, nilai setiap pernyataan sendiri.** Jangan menebak jumlah jawaban yang benar.

Sepekan sebelum ujian:

- Kerjakan satu Simulasi TKA pada jam yang sama dengan jadwal ujianmu, lengkap dengan waktunya.
- Ulangi soal yang pernah kamu jawab salah, lalu baca lagi "Strategi dan jebakan" di sub babnya.
- Tulis ulang tanpa melihat buku: hierarki pengendalian bahaya, rumus skala dan kemiringan, siklus batuan, urutan tahapan penambangan, dan langkah menghitung produksi (volume → tonase → ritase).
- Jangan memaksakan materi baru pada malam terakhir. Siapkan perlengkapan ujian sehari sebelumnya, dan beristirahatlah dengan cukup.

Teruslah belajar lewat LMS Next Level Study; pindai kode QR di setiap bab.

Ahli geologi dan teknisi tambang yang baik mencatat apa yang benar-benar ia lihat, mengukur ulang bila ragu, dan menolak perintah yang membahayakan orang lain. Bawalah kebiasaan itu ke mana pun kamu melangkah. Ilmu yang kamu kumpulkan hari ini adalah bekal yang kelak kamu persembahkan untuk keluargamu, untuk rekan kerja yang pulang dengan selamat berkat kehati-hatianmu, dan untuk negeri yang kekayaan buminya kamu jaga. Bekerjalah dengan sungguh-

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

sungguh dan jujur, sepenuh hati dan segenap tenaga. Apa pun hasil ujianmu nanti, kesungguhan yang kamu bangun selama belajar akan tetap menjadi milikmu.

Selamat berjuang.

Handaka Lumu

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Lampiran

Lampiran 1 · Glosarium

Istilah disusun menurut abjad. Kolom terakhir menunjukkan sub bab tempat istilah dijelaskan.

Istilah	Arti	Sub bab
5R	lima kegiatan menata dan menjaga tempat kerja: Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin	2.4
5S	padanan Jepang untuk 5R: seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke	2.4
Abu batu	fraksi paling halus hasil ayakan batu; produk samping yang dijual terpisah	5.6
Agregat	batu pecah atau butir batu yang dipakai sebagai bahan beton atau jalan	4.4
Air asam tambang	air bersifat asam yang terbentuk ketika batuan bersulfida terkena udara dan air, sehingga melarutkan logam	1.3
Akuifer	lapisan batuan atau tanah yang menyimpan dan mengalirkan air tanah	4.1
Alat pelindung diri (APD)	perlengkapan yang dipakai pekerja untuk memisahkan sebagian atau seluruh tubuh dari bahaya di tempat kerja	2.3
Aluvium	endapan sungai berupa kerikil, pasir, dan lumpur di dataran banjir	4.3
Ambang	batas nilai pada prosedur yang menentukan status aman, waspada, atau bahaya	1.2
Anomali	nilai pengukuran yang menyimpang dari sekitarnya dan menjadi petunjuk adanya benda atau bijih di bawah tanah	4.1
Antiklin	lipatan melengkung ke atas dengan batuan tertua di inti	4.5
APAR	alat pemadam api ringan: tabung pemadam yang dapat dibawa satu orang	2.2
APD (alat pelindung diri)	perlengkapan yang dipakai pekerja untuk melindungi tubuh bila bahaya masih tersisa	2.1
APD lapangan	perlengkapan pelindung seperti helm, kacamata pelindung, sarung tangan, dan sepatu tertutup	4.6
Arah kemiringan (dip direction)	arah ke mana bidang lapisan turun; selalu tegak lurus terhadap jurus	4.7
Astenosfer	bagian mantel di bawah litosfer yang lunak dan dapat mengalir pelan, landasan gerak lempeng	4.2
Atap lapisan	bagian atas suatu lapisan; kedalamannya dari permukaan sama dengan tebal tanah penutup di atasnya	5.3

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

Aturan tangan kanan	kesepakatan bahwa bidang miring ke sisi kanan orang yang menghadap searah jurus, sehingga arah kemiringan sama dengan jurus ditambah 90°	4.7
Audit 5R	pemeriksaan berkala keadaan 5R suatu area oleh pengawas atau rekan dari area lain	2.4
Ayakan (screen)	permukaan berlubang yang memisahkan butiran menurut ukuran	5.6
Azimut	sudut arah yang diukur dari utara searah jarum jam, dari 0° sampai 360°	3.4
Azimut balik	azimut arah kebalikan; azimut pergi ditambah 180° bila kurang dari 180°, atau dikurangi 180° bila 180° atau lebih	3.4
Bahaya	sumber atau keadaan yang berpotensi menimbulkan cedera atau penyakit	2.1
Bahaya biologis	bahaya dari makhluk hidup atau hasilnya: nyamuk, ular, lintah, jamur, bakteri, air tercemar	2.1
Bahaya ergonomis	bahaya dari ketidakcocokan pekerjaan dengan tubuh: angkat beban, posisi kerja, gerakan berulang	2.1
Bahaya fisik	bahaya dari energi atau keadaan fisik: bising, getaran, panas, penerangan, lereng, benda jatuh	2.1
Bahaya kimia	bahaya dari zat kimia: debu silika, gas, uap, solar, asam, basa	2.1
Baku mutu	batas mutu air atau udara yang harus dipenuhi sebelum dilepas ke lingkungan	1.3
Ball mill	tabung berputar berisi bola baja untuk menggerus bijih	5.6
Basal	batuan beku ekstrusif gelap berbutir sangat halus	4.4
Basis data bor	kumpulan digital data lubang bor: koordinat, kedalaman, deskripsi, dan hasil analisis	1.2
Batang skala	nama lain skala grafis: garis atau batang berruas yang diberi angka jarak sebenarnya	3.3
Batas nisbah	nisbah pengupasan terbesar yang masih memberi laba menurut perusahaan; blok di atas batas tidak layak ditambang terbuka	5.3
Batu blok (batu dimensi)	batu utuh tanpa retakan yang dipotong menjadi blok, misalnya marmer dan granit hias	5.2
Batu split	batu pecah berukuran tertentu yang dihasilkan crusher untuk agregat	5.2
Batuan	padatan alami penyusun kerak bumi yang tersusun dari satu atau banyak mineral	4.3
Batuan beku	batuan yang terbentuk dari membekunya magma atau lava	4.3
Batuan beku ekstrusif	batuan beku yang membeku cepat di permukaan sehingga berkristal halus atau berupa kaca	4.3
Batuan beku intrusif	batuan beku yang membeku lambat di dalam bumi sehingga berkristal kasar	4.3

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

Batuan metamorf	batuan yang berubah akibat panas, tekanan, atau cairan panas tanpa meleleh	4.3
Batuan sedimen	batuan yang terbentuk dari endapan yang tertimbun dan mengeras	4.3
Batuapung	gelas gunung api berbusa yang sangat ringan	4.4
bcm (bank cubic meter)	meter kubik batuan di tempat aslinya sebelum digali dan menjadi gembur	5.3
Beban balik (circulating load)	bahan yang dikembalikan dari ayakan ke crusher dan berputar dalam sirkuit	5.6
Beda tinggi	selisih ketinggian dua titik, dibaca dari angka kontur	3.5
Belahan	kecenderungan mineral pecah pada bidang rata tertentu	4.4
Bentuk kuadran	cara menulis arah sebagai sudut dari utara atau selatan menuju timur atau barat, mis. U 30° B	3.4
Bias	penyimpangan hasil ke satu arah, misalnya kadar rata-rata terlalu tinggi karena hanya mengambil bagian kaya	2.5
Bibir jenjang (crest)	batas atas muka jenjang	5.5
Bidang erosi	permukaan tidak rata bekas pengikisan yang memotong batuan di bawahnya	4.3
Blok	bagian endapan yang dinilai dan ditambang sebagai satu satuan	5.3
Bongkah lepas (float)	bongkah batuan berbijih yang terangkut air dari sumbernya	5.4
Bot karet berujung pengaman	bot karet tahan air yang diberi pelindung ujung kaki, dipakai di tempat basah	2.3
Breksi	batuan sedimen berpecahan menyudut yang tersemen	4.3
Bukaan (setelan)	celah di bawah rahang crusher yang menentukan ukuran produk terbesar	5.6
Bukit	bentuk lahan menonjol yang kontur tertutupnya naik ke arah tengah	3.5
Buku lapangan	buku catatan asli geolog berisi nomor titik, angka pengukuran, deskripsi, dan sketsa; ditulis dengan pensil	4.6
Bulldozer	alat pendorong untuk merapikan tumpukan dan membuka jalan	5.5
Cadangan	bagian sumber daya yang setelah faktor penambangan, ekonomi, dan lingkungan dinilai layak ditambang	5.1
Cara menggambar	pembulatan faktor skala ke 1 (isometri) dan 1, ½, 1 (dimetri) agar pekerjaan mudah	3.2
Cedera tulang belakang	kerusakan pada tulang punggung atau leher yang dapat diperparah bila korban dipindahkan sembarangan	2.2
Cekungan (depresi)	bentuk lahan rendah tertutup yang kontur tertutupnya turun ke arah tengah dan diberi tanda bulu	3.5
Cone crusher	peremuk kerucut yang menekan batuan di celah antara kerucut berputar dan mangkuk; biasanya crusher sekunder	5.6

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

Crusher primer	crusher pertama yang menerima bongkah besar langsung dari tambang	5.6
Crusher sekunder	crusher yang memperkecil lagi produk crusher primer	5.6
Daerah prospek	bagian wilayah yang tandanya menjanjikan dan layak diselidiki lebih jauh	5.1
Daftar periksa pergi-pulang	daftar alat yang diparaf saat dibawa dan saat dikembalikan	2.4
Dana jaminan reklamasi	dana yang ditempatkan perusahaan sebagai jaminan pelaksanaan reklamasi dan pascatambang	5.1
Dasar lapisan	bagian bawah suatu lapisan; tebal lapisan = kedalaman dasar dikurangi kedalaman atap	5.3
Data anomali	data yang menyimpang jauh dari data lain yang sebanding	4.7
Data sebanding	data dari bidang yang sama, diukur dengan cara yang sama, dan tidak terganggu	4.7
dB(A)	satuan tingkat bising dengan pembobotan A yang menyerupai kepekaan telinga manusia	2.3
Debu silika	debu batuan sangat halus yang terhirup dan dapat menyebabkan silikosis	2.1
Debu silika kristalin	debu halus dari batuan berkuarsa; bila terhirup lama menyebabkan silikosis	2.3
Dek ayakan	tingkat permukaan ayakan; dek atas berlubang paling besar	5.6
Deklinasi	selisih sudut antara utara magnetik dan utara acuan peta; bernilai timur (+) atau barat (−)	3.4
Delta	endapan berbentuk kipas di muara sungai	4.5
Densitas	massa per satuan isi, dalam ton/m³	5.5
Diagram alir (flowsheet)	bagan kotak dan panah yang menunjukkan urutan alat dan arah aliran bahan	5.6
Diameter	panjang garis lurus melalui pusat lingkaran; tebal dinding pipa = (diameter luar − diameter dalam) ÷ 2	3.1
Digitalisasi	pemakaian data dan teknologi digital untuk menggantikan atau mempercepat pekerjaan manual	1.2
Dimetri	proyeksi aksonometri dengan dua sumbu berskala sama dan satu sumbu berbeda; pada buku ini 1 : ½ : 1	3.2
Dispatcher	petugas ruang kendali yang mengatur tujuan dan jumlah truk berdasarkan data layar	1.1
Dolina	cekungan berbentuk mangkuk di daerah karst	4.5
Dolomit	karbonat yang berbuih sangat lambat dengan HCl kecuali diserbukkan	4.4
Dump truck	alat angkut dengan bak yang dapat dimiringkan untuk menumpahkan muatan	5.5

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

Earmuff	penutup telinga berbantalan yang menutup seluruh daun telinga dan dihubungkan pita	2.3
Efisiensi energi	memakai energi lebih sedikit untuk pekerjaan yang sama, misalnya dengan memperbaiki jalan angkut	1.3
Ekskavator	alat gali dan muat berlengan dengan bucket	5.5
Eksploitasi	kegiatan menggali dan mengambil bahan galian	5.5
Eksplorasi	tahap menyelidiki sebaran, tebal, jumlah, dan mutu endapan dengan pemetaan rinci, pemboran, dan analisis sampel	1.1
Eksplorasi rinci	eksplorasi dengan titik bor dan sumur uji rapat untuk menghitung jumlah dan kadar dengan yakin	5.1
Eksplorasi umum	eksplorasi dengan titik pengamatan berjarak lebar untuk mengetahui sebaran endapan	5.1
Eliminasi	menghilangkan bahaya sama sekali	2.1
Elips	bentuk lingkaran pada bidang miring dalam gambar piktorial	3.2
Energi terbarukan	energi dari sumber yang pulih alami, misalnya matahari	1.3
Etika kerja	nilai dan aturan sikap di tempat kerja: kejujuran, tanggung jawab, disiplin, dan kerahasiaan	2.5
Faktor fotokopi	angka pembesaran atau pengecilan hasil fotokopi, misalnya 200 % = 2 kali dan 70 % = 0,7 kali	3.3
Faktor skala sumbu	pengali panjang garis sepanjang suatu sumbu (1 pada isometri; 1, ½, 1 pada dimetri)	3.2
Foliasi	susunan mineral pipih yang sejajar sehingga batuan mudah dibelah berlembar	4.3
Fosil	sisa atau jejak makhluk hidup purba yang tersimpan dalam batuan	4.1
Fotogrametri	cara mengukur dari foto yang saling bertampalan	1.2
Full body harness	sabuk tubuh penuh (bahu, dada, paha) dengan cincin D di punggung untuk menahan jatuh	2.3
Gali dan isi kembali (cut and fill)	metode bawah tanah pada urat tegak: irisan digali lalu rongganya diisi kembali	5.2
Gambar oblik kabinet	jenis gambar lain dengan sumbu ke belakang berskala ½ dan miring 30° atau 45°; bukan dimetri aksonometri	3.2
Gambar teknik	bahasa bergambar dengan aturan baku untuk menjelaskan bentuk dan ukuran benda	3.1
Gambut	sisa tumbuhan rawa yang tertimbun dan menjadi tahap awal batubara	4.3
Garis kontur	garis pada peta yang menghubungkan titik-titik berketinggian sama	3.5
Garis pertahanan terakhir	sebutan APD: dipakai sesudah eliminasi, substitusi, rekayasa, dan pengendalian administratif belum cukup menghilangkan bahaya	2.3
Garis putus-putus	garis untuk tepi yang tersembunyi di balik bagian benda lain	3.1

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

Garis sumbu	garis titik-strip tipis yang menandai pusat lubang atau poros	3.1
Garis tebal menerus	garis untuk tepi dan batas benda yang terlihat dari arah pandang	3.1
Garis ukur dan garis bantu	garis tipis berpanah untuk menuliskan ukuran dan garis tipis yang menariknya keluar dari benda	3.1
Gas rumah kaca	gas di atmosfer (CO_2, CH_4, N_2O, uap air) yang menahan sebagian panas dari bumi	1.3
Gawir	tebing lurus yang terbentuk oleh sesar	4.5
Gelombang seismik	getaran yang dipancarkan gempa dan dipakai untuk mengetahui isi bumi	4.2
Gempa bumi	getaran akibat pelepasan energi tiba-tiba, umumnya di sesar dan batas lempeng	4.5
Geofisika	cabang geologi yang mempelajari sifat fisika bumi (gravitasi, magnet, listrik, seismik) lewat pengukuran	4.1
Geokimia	cabang geologi yang mempelajari kandungan unsur kimia di batuan, tanah, air, dan sedimen	4.1
Geolog eksplorasi	profesional yang memetakan batuan dan menafsirkan sebaran endapan untuk menentukan lokasi pemboran	1.1
Geolog pemboran	geolog yang mendeskripsikan inti bor, mencatat batas lapisan, dan menyarankan kapan lubang cukup	1.1
Geolog tambang (grade control)	petugas di muka kerja yang menilai mutu material, mengambil contoh, dan menentukan produk atau buangan	1.1
Geologi	ilmu tentang bumi padat: materi penyusunnya, proses yang membentuknya, dan sejarahnya	4.1
Geologi ekonomi	cabang geologi yang mempelajari bahan galian bernilai ekonomi: pembentukan, sebaran, tebal, dan kadar	4.1
Geologi lingkungan	penerapan geologi untuk menjaga dan memulihkan lingkungan, misalnya mutu air dan stabilitas lahan	4.1
Geologi sejarah	cabang geologi yang menyusun riwayat bumi menurut skala waktu geologi	4.1
Geologi struktur	cabang geologi yang mempelajari lipatan, sesar, kekar, dan kemiringan lapisan akibat gaya	4.1
Geologi tambang	penerapan geologi sehari-hari di tambang, misalnya pengendalian kadar	4.1
Geologi teknik	cabang geologi terapan untuk konstruksi: kekuatan tanah dan batuan, fondasi, lereng, dan tanggul	4.1
Geomorfologi	cabang geologi yang mempelajari bentuk muka bumi dan proses pembentuknya	4.1
Gerakan massa	perpindahan tanah atau batuan menuruni lereng karena gravitasi	4.5

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

GNSS	istilah umum sistem satelit navigasi (termasuk GPS) yang dipakai untuk menentukan posisi	1.2
Goggle	kacamata rapat yang menutup seluruh mata, dipakai bila ada percikan cairan atau debu sangat halus	2.3
Gosong pasir	endapan pasir landai di sisi dalam kelokan sungai	4.5
GPS	sistem satelit navigasi milik Amerika Serikat	1.2
GPS genggam	penerima sinyal satelit yang menghitung koordinat dan ketinggian tempat pemegangnya	4.6
Gradien panas bumi	kenaikan suhu batuan tiap kilometer kedalaman, kira-kira 25–30 °C/km di kerak benua	4.2
Granit	batuan beku intrusif terang berkristal kasar dengan kuarsa dan feldspar	4.4
Grizzly	saringan batang kasar sebelum crusher primer untuk meloloskan serpihan halus dan tanah	5.6
Gudang inti bor (core shed)	gudang penyimpanan kotak inti bor beserta catatan pemborannya	2.4
Gunung api	bukit atau gunung berkawah hasil penumpukan material letusan	4.5
Hak menyatakan keberatan	hak pekerja menolak pekerjaan yang syarat keselamatan atau APD-nya diragukan (UU Nomor 1 Tahun 1970)	2.5
HCl encer	asam klorida kira-kira 5–10 persen untuk mengenali karbonat lewat buih	4.4
Hektare (ha)	satuan luas lahan; 1 ha = 10.000 m^2	3.3
Helm	pelindung kepala dari benda jatuh dan benturan; di tambang bawah tanah juga tempat lampu kepala	2.3
Hidrogeologi	cabang geologi yang mempelajari air tanah: asal, kedalaman, aliran, dan lapisan penyimpannya	4.1
Hierarki pengendalian	urutan lima cara mengendalikan bahaya dari yang terkuat: eliminasi, substitusi, rekayasa, administratif, APD	2.1
Hierarki perintah	urutan wewenang di tempat kerja dari pelaksana, pengawas, hingga pimpinan	2.5
Hubungan potong	aturan bahwa sesuatu yang memotong batuan lain lebih muda daripada yang dipotong	4.3
Industri 4.0	tahap industri yang memadukan sensor, jaringan, komputer, dan perangkat lunak sehingga mesin dan data terhubung	1.2
Integritas data	keadaan data yang sama persis dengan yang diamati atau diukur dan diperoleh menurut prosedur	2.5
Interpolasi	menaksir ketinggian titik di antara dua kontur dengan membandingkan jaraknya ke kedua kontur	3.5
Interval kontur	beda tinggi antara dua garis kontur yang berurutan	3.5

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

Inti bor	silinder batuan yang keluar dari pemboran inti	5.4
Inti dalam	bola logam padat di pusat bumi dengan jari-jari sekitar 1.220 km	4.2
Inti hilang (core loss)	bagian run yang tidak terambil sebagai inti dan dicatat sebagai hilang	5.4
Inti luar	lapisan logam cair (besi dan nikel) pada kedalaman sekitar 2.900–5.150 km	4.2
IoT (Internet of Things)	benda yang dilengkapi sensor dan terhubung ke jaringan sehingga datanya dapat dipantau jarak jauh	1.2
IPR	izin pertambangan rakyat untuk wilayah pertambangan rakyat yang luas dan investasinya terbatas	5.1
Isometri	proyeksi aksonometri dengan skala sama pada tiga sumbu (1 : 1 : 1) dan sumbu 120° satu sama lain	3.2
IUP	izin usaha pertambangan, izin pokok untuk mengusahakan mineral atau batubara	5.1
Jalan angkut	jalan di tambang untuk truk bermuatan, dengan batas kemiringan yang ditetapkan	3.5
Jalan angkut (ramp)	jalan melingkar atau berkelok pada dinding tambang untuk truk bermuatan	5.2
Jalur evakuasi	jalur keluar yang ditandai untuk menyelamatkan diri dari bahaya	2.2
Jalur pelaporan	urutan pihak tempat laporan disampaikan, dari atasan langsung sampai saluran pengaduan	2.5
Jaminan reklamasi	dana jaminan yang ditempatkan perusahaan agar reklamasi tetap terlaksana	1.3
Jarak datar	jarak antara dua titik pada bidang mendatar, seperti terukur pada peta	3.5
Jarak sebenarnya	jarak di lapangan, sama dengan jarak peta dikali penyebut skala	3.3
Jaw crusher	peremuk rahang yang memakai satu rahang tetap dan satu rahang bergerak; biasanya crusher primer	5.6
Jenjang	undakan pada dinding tambang terbuka	2.2
Jenjang (bench)	tingkat bertangga pada dinding tambang yang menjaga kestabilan dan menjadi lantai kerja alat	5.2
Juru bor	operator mesin bor yang mengebor sesuai rencana dan mencatat kedalaman	1.1
Juru ledak	petugas bersertifikat yang berwenang menangani bahan peledak dan lubang yang tidak meledak	1.1
Jurus (strike)	arah garis datar pada bidang lapisan, yaitu garis perpotongan bidang lapisan dengan bidang datar	4.7
Kacamata safety	kacamata berlensa tahan benturan, dengan pelindung samping, untuk menahan serpihan dan debu	2.3
Kadar	persentase unsur berharga dalam batuan atau bijih	2.5

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

Kadar batas (cut-off grade)	kadar terendah yang masih memberi laba bila ditambang	5.3
Kaki jenjang (toe)	batas bawah muka jenjang	5.5
Kalsit	mineral kalsium karbonat berkekerasan 3 yang berbuih dengan HCl	4.4
Kanal darurat	jalur radio atau telepon khusus untuk melapor keadaan darurat	2.2
Kapal keruk	kapal yang mengeruk endapan lepas dengan rangkaian timba; kapal isap menyedotnya dengan pipa	5.2
Karbonat	mineral atau batuan yang mengandung gugus karbonat, misalnya kalsit	4.4
Karst	bentang alam hasil pelarutan batugamping oleh air hujan yang sedikit asam	4.5
Kartrid gas	penyaring yang dipasang pada respirator untuk menahan uap atau gas tertentu, bukan debu	2.3
Kartu merah	tanda untuk barang yang tidak diperlukan sampai penanggung jawab memutuskan nasibnya	2.4
Keadaan darurat	kejadian mendadak yang mengancam nyawa, harta, atau lingkungan dan membutuhkan tindakan segera	2.2
Kedalaman endapan	jarak dari permukaan tanah sampai endapan	5.3
Kekar	retakan pada batuan tanpa pergeseran berarti	4.1
Kelas kebakaran	pengelompokan kebakaran menurut bahan yang terbakar: A padat, B cair atau gas, C listrik, D logam	2.2
Kemiringan (dip)	sudut antara bidang lapisan dan bidang datar, diukur pada garis kemiringan terbesar (0° sampai 90°)	4.7
Kemiringan lereng	beda tinggi dibagi jarak datar dikali 100 %; 100 % setara sudut 45°	3.5
Kepala Teknik Tambang	penanggung jawab teknik dan keselamatan operasi tambang	2.5
Kepala Teknik Tambang (KTT)	pemimpin tertinggi di lapangan yang bertanggung jawab atas operasional teknik pertambangan sesuai kaidah yang baik	1.1
Kepasan (fit)	ketepatan APD menempel di tubuh pemakai; menentukan seberapa besar perlindungan yang sebenarnya	2.3
Kerahasiaan data	kewajiban menjaga data milik perusahaan agar tidak disebarkan tanpa izin	2.5
Kerak	lapisan terluar bumi yang tipis, tempat semua tambang dan lubang bor berada	4.2
Kerak benua	kerak penyusun daratan, tebal kira-kira 30–70 km, kaya silika dan aluminium	4.2
Kerak samudra	kerak penyusun dasar laut, tebal kira-kira 5–10 km, bahannya terutama basal	4.2
Kestabilan lereng	kemampuan dinding galian bertahan tanpa longsor	5.3
Ketelitian grafis	ketelitian terkecil yang dapat dibaca pada peta, sekitar 0,5 mm di peta, setara 12,5 m pada skala 1 : 25.000	3.3

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

Kisaran	selisih antara nilai terbesar dan nilai terkecil dalam sekelompok data	4.7
Klastik	tersusun dari butir hasil rombakan batuan lain	4.3
Klinometer	bagian kompas atau alat tersendiri untuk mengukur sudut kemiringan tanpa memakai jarum magnet	4.6
Kolam pengendap	kolam yang memperlambat air berlumpur supaya butiran lumpur mengendap sebelum air dilepas	1.3
Kompaksi	pemadatan endapan oleh berat endapan di atasnya sehingga rongga mengecil	4.3
Kompas geologi	kompas bersudut dan bernivo untuk mengukur azimut dan kemiringan, mis. jenis Brunton	3.4
Konglomerat	batuan sedimen berkerikil membulat yang tersemen	4.3
Konstruksi (persiapan)	tahap membangun sarana tambang seperti jalan, kolam pengendap, dan unit pengolahan sebelum produksi	5.1
Konstruksi tambang	tahap membangun jalan angkut, saluran air, bengkel, dan fasilitas lain sebelum produksi	1.1
Kontaminasi silang	tercemarnya sampel oleh sisa sampel sebelumnya yang tertinggal di alat	2.4
Kontur biasa	garis kontur tipis di antara dua kontur indeks	3.5
Kontur indeks	garis kontur yang digambar lebih tebal dan diberi angka ketinggian, biasanya tiap beberapa interval	3.5
Konveksi mantel	aliran sangat lambat batuan mantel yang memindahkan panas ke atas	4.2
Koordinat kisi	pasangan angka X (timur) dan Y (utara) dalam meter yang menyebut letak titik pada peta berkisi	3.4
Korban kedua	penolong yang ikut menjadi korban karena tidak menilai bahaya lebih dulu	2.2
Korelasi lapisan	menghubungkan lapisan batuan yang sama di dua tempat berbeda, misalnya di dua lubang bor	4.1
Kotak inti	kotak berisi inti bor yang disusun menurut kedalaman, dilabel nomor lubang dan kedalaman	2.4
Kuarsit	batuan metamorf dari batupasir kuarsa dengan butir menyatu dan sangat keras	4.4
Laba per ton	harga jual dikurangi biaya tambang dan biaya angkut per ton	5.3
Label ganda	label di luar kantong sampel ditambah kartu label di dalamnya agar sampel tetap dapat dikenali	4.6
Lahar hujan	aliran campuran air dengan material letusan yang terbawa hujan di sungai gunung api	4.5
Laterit	tanah hasil pelapukan kimia kuat di daerah tropis yang dapat memekatkan nikel atau aluminium	4.2
Lava	magma yang sudah keluar sampai ke permukaan	4.3

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

Lebar jenjang	lebar lantai datar jenjang tempat alat bekerja	5.5
Lembah	bentuk lahan rendah memanjang tempat air mengalir; kontur berbentuk V atau U yang menunjuk ke arah lebih tinggi (hulu)	3.5
Lembar data keselamatan bahan	dokumen yang menjelaskan sifat bahan kimia, cara menyimpan, dan tindakan bila terpapar	2.1
Lempeng tektonik	potongan litosfer yang bergerak perlahan di atas astenosfer	4.2
Lereng keseluruhan	kemiringan rata-rata seluruh dinding pit, lebih landai daripada muka jenjang	5.5
Liberasi	terlepasnya mineral berharga dari batuan induknya saat dihancurkan	5.6
Limbah B3	limbah bahan berbahaya dan beracun, misalnya oli bekas dan aki bekas, yang harus dikelola khusus	1.3
Lintasan	jalur berjalan yang dipilih untuk memetakan; lintasan yang baik memotong jurus lapisan	5.4
Lipatan	lapisan batuan yang melengkung akibat tekanan mendatar	4.5
Litifikasi (pembatuan)	proses endapan lepas menjadi batuan lewat kompaksi dan sementasi	4.3
Litosfer	lapisan luar bumi yang kaku (kerak ditambah mantel teratas), tebal kira-kira 100 km	4.2
Logging	pencatatan sistematis inti ke dalam log: kedalaman, batuan, retakan, perolehan	5.4
Lolos dan tertahan	butir lebih kecil dari lubang lolos (undersize); butir lebih besar tertahan (oversize)	5.6
Longsor	gerakan massa cepat di sepanjang bidang gelincir, biasanya dipicu hujan lebat	4.5
Loupe	kaca pembesar lipat berperbesaran sekitar 10 kali untuk mengamati butir mineral kecil	4.6
Lubang mendatar	lubang yang sumbunya mendatar; tampak sebagai lingkaran pada tampak yang tegak lurus sumbunya	3.1
Lubang tambahan	lubang bor yang dipasang di tempat data paling tidak pasti, misalnya di batas sebaran endapan	5.4
Lubang tembus	lubang yang menembus benda dari satu sisi ke sisi seberang; garis putus-putusnya sampai tepi seberang	3.1
Lubang tidak tembus (buntu)	lubang yang berhenti di dalam benda; garis putus-putusnya berhenti di tengah dengan garis dasar	3.1
Magma	batuan cair panas di dalam bumi	4.3
Malaria	penyakit yang ditularkan nyamuk Anopheles, risiko di lokasi eksplorasi di hutan	2.1
Mantel	lapisan di bawah kerak setebal kurang lebih 2.900 km; padat tetapi dapat mengalir sangat lambat	4.2

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

Marmer	batuan metamorf dari batugamping dengan kristal kalsit saling mengunci	4.3
Masif	seragam, tidak berlapis atau berfoliasi	4.4
Mata angin	arah acuan di bumi; empat utama (utara, timur, selatan, barat) dan empat antara (timur laut, tenggara, barat daya, barat laut)	3.4
Matriks risiko	tabel yang mengalikan kemungkinan dan akibat untuk menentukan tingkat risiko	2.1
Mawar angin	lingkaran yang memuat arah-arah mata angin beserta sudutnya	3.4
Meander	kelokan sungai: tebing luar tergerus, sisi dalam mengendapkan pasir	4.5
Medan magnet bumi	medan yang ditimbulkan gerak logam cair di inti luar dan membuat kompas menunjuk utara	4.2
Megaskopis	dapat diamati dengan mata telanjang atau alat sederhana	4.4
Metamorfisme kontak	perubahan batuan di sekitar tubuh magma akibat panas	4.3
Metamorfisme regional	perubahan batuan di wilayah luas akibat panas dan tekanan, misalnya pada tumbukan lempeng	4.3
Mineral	zat padat alami, bukan hasil kehidupan, dengan susunan kimia tertentu dan atom tersusun teratur membentuk kristal	4.1
Mineral berat	mineral berbobot jenis besar seperti kasiterit dan emas yang mengendap lebih dulu dari pasir	5.2
Mineralogi	cabang geologi yang mempelajari mineral: jenis, sifat, dan jumlahnya	4.1
Misfire	lubang ledak yang gagal meledak; hanya juru ledak yang boleh menanganinya	5.5
Misfire (gagal ledak)	lubang ledak yang bahan peledaknya tidak meledak sehingga area harus dikosongkan dan ditangani juru ledak	1.1
Model blok	model tiga dimensi bawah tanah yang dibagi blok kecil dengan perkiraan mutu dan tebal	1.2
Model tinggi permukaan	model digital ketinggian permukaan yang dihasilkan dari foto atau pengukuran	1.2
Moho	batas antara kerak dan mantel yang ditandai gelombang gempa tiba-tiba lebih cepat	4.2
Muka air tanah	permukaan atas air tanah, diukur kedalamannya di sumur	4.1
Muka jenjang	dinding miring atau hampir tegak yang menjadi tempat penggalian	5.5
N95	kelas respirator yang menyaring paling sedikit 95 persen partikel berukuran 0,3 mikron	2.3
Nilai ambang batas bising	batas bising di tempat kerja, 85 dB(A) untuk 8 jam kerja per hari menurut aturan K3 lingkungan kerja	2.3
Nisbah pengupasan	perbandingan tebal tanah penutup dengan tebal bahan galian	5.2
Nisbah pengupasan (stripping ratio)	perbandingan banyaknya tanah penutup yang dikupas dengan banyaknya bahan galian yang diperoleh	5.3

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

Nisbah reduksi	ukuran umpan terbesar dibagi ukuran produk terbesar suatu alat	5.6
Nivo mata sapi	gelembung bulat pada kompas yang menunjukkan kompas sudah datar bila berada di tengah	4.6
Nivo tabung	gelembung berbentuk tabung pada klinometer yang menandai saat sudut kemiringan boleh dibaca	4.6
Notasi kuadran	penulisan arah dengan sudut dari utara atau selatan terdekat, paling besar 90°, misalnya S 70° W	4.7
Ofiolit	potongan kerak samudra dan mantel atas yang terangkat ke daratan	4.2
Open pit	tambang terbuka berjenjang berbentuk corong untuk tubuh bijih yang besar dan membulat	5.2
Orientasi peta	memutar peta sampai arah utara di peta sejajar dengan arah utara di lapangan	3.4
Ortofoto	foto udara yang sudah dikoreksi sehingga skalanya seragam seperti peta	1.2
P3K	pertolongan pertama pada kecelakaan: bantuan awal sebelum tenaga medis tiba	2.2
Paleontologi	cabang geologi yang mempelajari fosil	4.1
Palu berujung pipih	palu geologi dengan ujung seperti pahat, cocok untuk membelah batuan berlapis tipis mengikuti bidang lapisan	4.6
Palu berujung runcing	palu geologi dengan ujung seperti beliung, cocok untuk memecah batuan keras yang padat	4.6
Palu geologi	palu berkepala baja untuk memecah batuan, membuka permukaan segar, dan mengambil sampel	4.6
Palung	cekungan sempit yang sangat dalam di dasar laut pada zona penunjaman	4.2
Panah utara	tanda pada peta yang menunjukkan arah utara; arah di peta ditentukan dari panah ini, bukan dari sisi atas kertas	3.4
Panjang miring	panjang lintasan sepanjang permukaan lereng; lebih panjang daripada jarak datar	3.5
Panjang, lebar, tinggi	tiga ukuran benda: kiri–kanan, depan–belakang, dan bawah–atas	3.1
Papan alat bergambar (shadow board)	papan berisi siluet setiap alat sehingga alat yang hilang terlihat dari tempat kosongnya	2.4
Pascatambang	kegiatan terencana setelah tambang berakhir untuk memulihkan fungsi lingkungan dan fungsi sosial wilayah	1.1
PASS	cara memakai APAR: Tarik pin, Arahkan ke pangkal api, Tekan handel, Sapukan	2.2
Pecahan konkoidal	pecahan melengkung seperti pecahan botol, misalnya pada kuarsa	4.4
Pelana (saddle)	titik rendah di antara dua puncak yang sekaligus tinggi di antara dua lembah	3.5

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

Pelapukan biologis	pelapukan oleh makhluk hidup, misalnya akar pohon di retakan	4.5
Pelapukan fisik	pemecahan batuan tanpa mengubah zat penyusunnya	4.5
Pelapukan kimia	perubahan atau pelarutan zat penyusun batuan, misalnya batugamping oleh air hujan	4.5
Pelindung wajah (face shield)	pelindung transparan untuk seluruh wajah; dipakai bersama kacamata safety, bukan penggantinya	2.3
Pemantauan armada	pelacakan posisi dan keadaan truk dan ekskavator lewat GPS dan jaringan	1.2
Pembatas gerak (work restraint)	tali yang dibuat cukup pendek sehingga pekerja tidak dapat mencapai tepi yang berbahaya	2.3
Pemberaian	melepaskan bahan galian dari massa batuan agar dapat dimuat	5.5
Pemberian dari pihak berkepentingan	uang atau barang dari pihak yang punya kepentingan atas hasil kerja; ditolak dan dilaporkan	2.5
Pembersihan lahan	menyingkirkan pohon dan semak sebelum pengupasan	5.5
Pembesaran tegak	perbesaran skala tegak penampang terhadap skala mendatar agar naik-turunnya terlihat	3.5
Pembimbing industri	orang di perusahaan yang membimbing siswa praktik dan berwenang atas data tempat PKL	2.5
Pemboran inti (diamond drilling)	pemboran yang menghasilkan silinder batuan utuh yang disebut inti	5.4
Pemboran serbuk (RC)	pemboran yang menghasilkan serpihan batuan yang dibawa naik oleh aliran udara	5.4
Pemetaan geologi	kegiatan mengamati batuan di lapangan dan menuangkannya ke dalam peta geologi	5.4
Pemilahan	keseragaman ukuran butir; seragam disebut terpilah baik	4.4
Pemurnian	tahap lanjut pada logam untuk memisahkan logam dari bijihnya, misalnya dengan peleburan	5.1
Penahan jatuh (fall arrest)	perangkat yang menahan pekerja yang sudah terjatuh, berupa harness dan tali berperedam kejut maksimal 1,8 meter	2.3
Penambangan (produksi)	tahap mengambil bahan galian: menggali, memuat, dan mengangkut	5.1
Penampang (profil)	gambar irisan tegak bumi sepanjang sebuah garis pada peta	3.5
Pengawas operasional	petugas yang ditunjuk memimpin dan memeriksa pekerjaan di area tertentu agar sesuai prosedur	1.1
Pengawas teknik	petugas yang menjaga alat, instalasi, dan sarana tambang tetap aman dan layak pakai	1.1
Pengendalian administratif	mengubah cara kerja: SOP, rotasi, jadwal istirahat, rambu, pelatihan, izin kerja	2.1
Pengendalian rekayasa	mengubah alat atau tempat kerja agar orang terpisah dari bahaya, misalnya penutup dan penghisap debu	2.1

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

Penggerusan (grinding)	menghaluskan bahan sampai ukuran sangat kecil agar mineral berharga terlepas	5.6
Pengolahan	tahap menaikkan mutu atau mengubah bentuk bahan galian agar sesuai syarat pembeli	5.1
Pengolahan bahan galian	kegiatan menyiapkan bahan galian agar sesuai ukuran dan mutu yang diminta	5.6
Penunjaman	masuknya lempeng yang lebih berat ke bawah lempeng lain	4.2
Penyamaran data	mengaburkan identitas data (nama lokasi, koordinat) tanpa mengubah isinya sehingga menyesatkan	2.5
Penyangga	kayu, baja, atau baut batuan yang menahan atap lorong tambang bawah tanah	5.3
Penyebut skala	angka kedua pada skala 1 : n, yaitu n, yang menyatakan berapa kali jarak peta diperbesar menjadi jarak sebenarnya	3.3
Penyelidikan umum	tahap awal mencari tanda-tanda endapan di suatu wilayah dengan pemetaan awal	1.1
Penyelidikan umum (prospeksi)	tahap awal mencari tanda bahan galian dan mengetahui kondisi geologi regional	5.1
Peremukan (crushing)	memperkecil bongkah batuan dengan menekan atau memukulnya	5.6
Peridotit	batuan gelap kaya olivin dan piroksen penyusun mantel, sumber nikel	4.2
Perintah yang sah	perintah yang sesuai SOP, peraturan, dan keselamatan	2.5
Perizinan operasi produksi	izin untuk tahap konstruksi, penambangan, pengolahan, serta pengangkutan dan penjualan	5.1
Perlapisan	susunan lapisan sejajar yang khas pada batuan sedimen	4.4
Perlindungan ganda	pemakaian earmuff di atas sumbat telinga pada bising sangat tinggi (panduan NIOSH: mulai 100 dB(A))	2.3
Permukaan segar	permukaan batuan yang baru dipecahkan dan belum lapuk	4.4
Perolehan	persen bahan galian yang berhasil diambil dari seluruh yang ada	5.2
Perolehan inti (core recovery)	panjang inti yang didapat dibagi panjang run dikalikan 100 %	5.4
Pertambangan berkelanjutan	menambang dengan meminimalkan dampak dan memulihkan lahan sambil tetap memenuhi kebutuhan bahan galian	1.3
Perubahan iklim	perubahan jangka panjang pola cuaca dan suhu bumi, yang dipercepat oleh emisi gas rumah kaca	1.3
Peta dasar	peta topografi atau citra yang dibawa ke lapangan untuk memplot titik pengamatan	4.6
Peta geologi	peta yang menunjukkan sebaran batuan, jurus dan kemiringan, serta struktur	5.4
Peta Rupabumi Indonesia	peta dasar nasional yang diterbitkan Badan Informasi Geospasial (BIG) dalam deret skala tertentu	3.3

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

Petrologi	cabang geologi yang mempelajari batuan: asal, susunan mineral, tekstur, dan pengelompokannya	4.1
Piezometer	alat pengukur tekanan air di dalam tanah atau batuan	1.2
Pit	lubang galian tambang terbuka	2.2
Pita ukur	meteran gulung atau lipat untuk mengukur jarak lintasan dan tebal lapisan	4.6
Porfiri	tekstur kristal besar tersebar dalam massa kristal halus	4.4
Preparasi sampel	tahap mengeringkan, meremukkan, membagi, dan menggerus sampel sebelum dianalisis	5.6
Produk samping	hasil yang bukan tujuan utama pengolahan tetapi masih bernilai	5.6
Proyeksi aksonometri	proyeksi piktorial dari arah miring sehingga ketiga sumbu benda tampak; isometri, dimetri, trimetri	3.2
Proyeksi ortogonal	cara menggambar dengan melihat benda tegak lurus dari satu arah sehingga satu bidang tampak dengan bentuk dan ukuran sebenarnya	3.1
Proyeksi piktorial	gambar tunggal yang memperlihatkan benda tampak seperti benda nyata dengan tiga sisi sekaligus	3.2
Proyeksi sebenarnya	proyeksi tegak lurus yang memendekkan sumbu (0,82 pada isometri; 0,94 dan 0,47 pada dimetri)	3.2
Punggungan	bentuk lahan meninggi memanjang; kontur berbentuk U atau V yang menunjuk ke arah lebih rendah	3.5
Quarry	tambang terbuka untuk batuan bangunan atau bahan industri seperti andesit, granit, batugamping, dan marmer	5.2
Quarry sisi bukit	quarry yang dimulai dari puncak bukit dan turun berjenjang	5.2
Radar lereng	alat yang memindai dinding tambang untuk mengukur pergeseran sangat kecil	1.2
Rajin (shitsuke)	membiasakan 5R sampai dilakukan tanpa disuruh	2.4
Rantai komando	urutan pihak yang memberi dan menerima perintah saat keadaan darurat	2.2
Rapi (seiton)	menata barang di tempat tetap, berlabel, dan berurutan agar mudah ditemukan	2.4
Rata-rata	jumlah semua data dibagi banyaknya data; hanya dihitung dari data yang sebanding	4.7
Rawat (seiketsu)	menjaga hasil tiga R pertama lewat standar, daftar periksa, dan pemeriksaan rutin	2.4
Rayapan tanah	gerakan massa sangat lambat yang tandanya pohon atau tiang miring pelan	4.5
Reklamasi	kegiatan sepanjang tahapan usaha pertambangan untuk menata, memulihkan, dan memperbaiki lingkungan agar berfungsi kembali	1.3

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

Reklamasi bertahap	reklamasi blok demi blok segera setelah selesai ditambang, tidak menunggu seluruh tambang selesai	1.3
Resik (seiso)	membersihkan tempat kerja dan alat sambil memeriksa kerusakannya	2.4
Respirator partikulat	alat pelindung pernapasan yang menempel rapat di wajah dan memakai bahan penyaring partikel halus (mis. N95)	2.3
Ringkas (seiri)	memisahkan barang yang diperlukan dari yang tidak diperlukan dengan aturan	2.4
Risiko	ukuran kemungkinan bahaya menimbulkan kerugian dan seberapa parah akibatnya (kemungkinan × akibat)	2.1
Rit	satu kali perjalanan pulang-pergi truk membawa muatan	5.5
RJP	resusitasi jantung paru: tindakan menekan dada dan memberi napas bantuan oleh orang terlatih	2.2
ROM (run of mine)	tumpukan bahan galian hasil tambang yang belum diolah	5.5
Rompi reflektif	rompi berwarna terang dengan pita pemantul agar pekerja terlihat oleh operator kendaraan; bukan pelindung benda jatuh	2.3
RQD	persentase jumlah potongan inti utuh dan keras sepanjang 10 cm atau lebih terhadap panjang run	5.4
Ruang dan pilar	metode bawah tanah pada lapisan mendatar: ruang digali dan pilar ditinggalkan menyangga atap	5.2
Run	satu kali pemboran dengan tabung inti dari kedalaman awal sampai akhir sebelum ditarik	5.4
Sabak	batuan metamorf berbutir sangat halus yang membelah menjadi lempeng rata	4.4
Saluran pengelak	saluran yang mengalihkan air hujan bersih agar tidak masuk ke area tambang	1.3
Sampler	petugas yang mengambil dan menyiapkan sampel menurut SOP	1.1
Sampling grid	pengambilan sampel pada titik-titik berpola kotak agar mewakili seluruh blok	2.5
Segitiga api	tiga unsur api: panas, bahan bakar, dan oksigen	2.2
Seismologi	cabang geologi yang mempelajari gempa bumi dan perambatan gelombangnya	4.1
Sementasi	pengendapan mineral di rongga antarbutir yang merekatkan butir menjadi batuan	4.3
Sepatu safety	sepatu dengan ujung pengaman, sol tahan tusukan, dan sol antiselip untuk benda jatuh dan paku	2.3
Serbuk kimia kering	media APAR serbuk yang cocok untuk kelas A, B, dan C (jenis ABC)	2.2
Sesar	bidang patahan batuan yang disertai pergeseran	4.1
Siklus batuan	rangkaian perubahan batuan antarkelompok yang tidak berhenti dan tidak harus berurutan	4.3

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

Silikosis	penyakit paru yang tidak dapat disembuhkan akibat menghirup debu silika dalam jangka panjang	2.1
Simbol proyeksi	gambar kerucut terpancung pada lembar gambar yang menunjukkan susunan tampak yang dipakai	3.1
Simulasi darurat	latihan berkala menghadapi kebakaran, gempa, atau evakuasi agar tindakan benar menjadi kebiasaan	2.2
Singkapan	bagian batuan yang tersingkap di permukaan bumi dan dapat diamati langsung	4.7
Sinklin	lipatan melengkung ke bawah dengan batuan termuda di inti	4.5
SIPB	surat izin penambangan batuan untuk mengusahakan jenis batuan tertentu	5.1
Sirkuit tertutup	rangkaian pengolahan yang mengembalikan bahan kebesaran ke crusher	5.6
Skala 1 : n	satu satuan di gambar mewakili n satuan di benda	3.2
Skala besar	skala dengan penyebut kecil (misalnya 1 : 1.000): daerah yang digambar sempit tetapi detailnya banyak	3.3
Skala efektif	skala yang berlaku pada fotokopi, yaitu penyebut skala asli dibagi faktor fotokopi	3.3
Skala grafis	skala berbentuk batang berangka jarak sebenarnya yang ikut membesar atau mengecil bila peta diperbesar atau diperkecil	3.3
Skala kecil	skala dengan penyebut besar (misalnya 1 : 250.000): daerah yang digambar luas tetapi detailnya sedikit	3.3
Skala Mohs	urutan kekerasan 10 mineral standar dari talk (1) sampai intan (10)	4.4
Skala numerik	skala yang ditulis dengan angka, misalnya 1 : 25.000, artinya 1 cm di peta mewakili 25.000 cm di lapangan	3.3
Skala peta	perbandingan antara jarak di peta dan jarak sebenarnya di lapangan yang diukur pada garis datar	3.3
SOP	prosedur operasi standar: langkah kerja baku yang harus diikuti agar hasil dan keselamatan terjamin	1.1
Spasi bor	jarak antartitik lubang bor	5.4
Stalagmit	endapan kalsit yang menjulang dari lantai gua	4.5
Stalaktit	endapan kalsit yang menggantung dari langit-langit gua	4.5
Standar kompetensi	ketentuan kemampuan yang harus dimiliki untuk pekerjaan tertentu, dibuktikan dengan uji dan sertifikat	1.1
Stratigrafi	cabang geologi yang mempelajari urutan, ketebalan, sebaran, dan umur lapisan batuan	4.1
Strip mining (open cut)	tambang terbuka pada lapisan mendatar yang dangkal: kupas jalur, ambil bahan galian, timbun balik	5.2

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

Struktur batuan	susunan keseluruhan bagian batuan, misalnya berlapis, masif, atau berfoliasi	4.4
Studi kelayakan	kajian untuk menilai apakah usaha tambang layak dari segi teknik, biaya, dan lingkungan	1.1
Substitusi	mengganti sumber bahaya dengan yang lebih aman	2.1
Sudut ketiga (proyeksi Amerika)	susunan tampak: tampak atas di atas tampak depan, tampak kanan di kanan tampak depan	3.1
Sudut pertama (proyeksi Eropa)	susunan tampak: tampak atas di bawah tampak depan, tampak kanan di kiri tampak depan	3.1
Sumbat telinga (earplug)	pelindung telinga kecil yang dimasukkan ke saluran telinga	2.3
Sumber daya	bagian endapan yang diperkirakan ada dan berpeluang wajar diambil secara ekonomis	5.1
Sumbu lipatan	garis tengah lipatan tempat arah kemiringan lapisan berbalik	4.7
Sumbu panjang, lebar, tinggi	tiga garis arah pada gambar piktorial; sumbu tinggi tegak lurus	3.2
Sumbu yang diperpendek	sumbu yang digambar lebih pendek dari ukuran yang sudah diskalakan; pada dimetri buku ini sumbu ke belakang (½)	3.2
Sumur uji	lubang galian kecil untuk melihat langsung profil dan tebal lapisan	5.1
Sumur uji dan parit uji	galian kecil untuk melihat langsung endapan dangkal dan mengambil sampel	5.4
Sumuran (shaft)	lubang masuk tegak ke tambang bawah tanah	5.2
Sumuran (sump)	kolam di dasar pit tempat air ditampung lalu dipompa keluar	5.5
Superposisi	aturan bahwa pada lapisan sedimen yang belum terganggu, lapisan bawah lebih tua	4.3
Surveyor tambang	petugas yang mengukur dan memetakan posisi, elevasi, volume, dan batas izin	1.1
Tabung inti (core barrel)	tabung di atas mata bor tempat inti masuk dan ditarik ke permukaan	5.4
Tailing	sisa batuan setelah mineral berharga dipisahkan dari bijih	5.6
Tambang aluvial (plaser)	tambang pada endapan lepas di sungai atau laut dangkal yang mengandung mineral berat	5.2
Tambang bawah tanah	tambang yang mengambil bahan galian lewat lubang atau terowongan tanpa membuka seluruh permukaan	5.2
Tambang semprot	cara menambang endapan lepas dengan menyemprotkan air bertekanan lalu memompa lumpurnya	5.2
Tambang terbuka	tambang yang mengambil bahan galian dari permukaan dengan mengupas tanah penutup	5.2
Tampak (pandangan)	satu gambar datar hasil melihat benda dari satu arah	3.1
Tampak atas	gambar benda dilihat dari atas; memuat panjang dan lebar	3.1

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

Tampak depan	gambar benda dilihat dari depan; memuat panjang dan tinggi	3.1
Tampak samping	gambar benda dilihat dari kanan atau kiri; memuat lebar dan tinggi	3.1
Tanah penutup (overburden)	tanah dan batuan lapuk yang menutupi bahan galian dan miskin hara	1.3
Tanah pucuk	lapisan tanah paling atas yang subur; dikupas, disimpan terpisah, dan dipakai kembali saat reklamasi	5.1
Tanah pucuk (topsoil)	lapisan tanah paling atas yang gelap, gembur, dan kaya hara serta mikroorganisme	1.3
Tebal lapisan	selisih kedalaman dasar dan atap lapisan di satu lubang bor	5.3
Tebal sebenarnya	tebal lapisan yang diukur tegak lurus bidang lapisan	4.7
Tekstur	ukuran, bentuk, dan susunan butir atau kristal penyusun batuan	4.4
Tektonisme	gerak kerak bumi yang menghasilkan pengangkatan, lipatan, dan sesar	4.5
Tempat penimbunan (waste dump)	lokasi yang dirancang stabil untuk membuang tanah penutup	5.5
Tenaga eksogen	tenaga dari luar bumi yang mengikis dan mengendapkan, seperti pelapukan dan erosi	4.5
Tenaga endogen	tenaga dari dalam bumi yang membangun relief, seperti lipatan, sesar, dan vulkanisme	4.5
Tidak diamati	catatan resmi untuk titik atau data yang tidak sempat diperoleh, beserta alasannya	2.5
Tim tanggap darurat	tim terlatih yang menangani keadaan darurat di lokasi kerja	2.2
Timbunan	tumpukan tanah penutup atau batuan limbah hasil penggalian	3.5
Titik jalan (waypoint)	titik di GPS yang diberi nomor untuk menandai lokasi pengamatan agar dapat dikunjungi lagi	4.6
Titik kontrol	titik di lapangan dengan koordinat dan tinggi yang diukur teliti untuk mengikat model foto ke posisi nyata	1.2
Titik kumpul	tempat aman yang ditetapkan sebagai tujuan evakuasi dan penghitungan orang	2.2
Titik periksa	titik yang diukur tetapi tidak dipakai mengikat, dipakai menguji ketelitian hasil model	1.2
Titik tambat (angkur)	tempat menambatkan tali pelindung jatuh; harus mampu menahan beban minimal 15 kilonewton	2.3
Tonase	massa bahan galian; volume dikali densitas	5.5
Trimetri	proyeksi aksonometri dengan ketiga sumbu berskala berbeda	3.2
Uji gores	cara menaksir kekerasan dengan menggoreskan benda yang kekerasannya diketahui pada batuan atau mineral	4.6
Uji goresan	pemeriksaan kekerasan dengan menggores batuan atau mineral dengan benda pembanding	4.4

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

Ukur ulang	mengukur lagi di tempat yang bebas gangguan bila sebuah data meragukan	4.7
Ukuran bersama	ukuran yang muncul di dua tampak dan dipakai untuk memeriksa kecocokan dan menamai tampak	3.1
Ultrabasa	batuan dengan kandungan silika sangat rendah, kaya magnesium dan besi	4.2
Umpan ayakan	semua bahan yang masuk ke ayakan, termasuk beban balik	5.6
Umur tambang	lamanya produksi, dihitung kasar dari cadangan dibagi produksi per tahun	5.1
Urat	endapan tipis berbentuk pipih yang mengisi retakan batuan, biasanya hampir tegak	5.3
Usaha pertambangan	rangkaian kegiatan dari penyelidikan umum, eksplorasi, studi kelayakan, konstruksi, penambangan, pengolahan dan/atau pemurnian, pengangkutan dan penjualan, sampai pascatambang	1.1
Utara magnetik	arah yang ditunjuk jarum kompas, menuju kutub magnet bumi yang tidak berimpit dengan kutub geografis	3.4
Utara peta (utara kisi)	arah garis-garis kisi tegak pada peta, acuan arah di atas kertas	3.4
Utara sejati	arah menuju Kutub Utara bumi (poros putaran bumi)	3.4
Validasi data	pemeriksaan data masukan terhadap catatan asli sebelum dipakai	1.2
Ventilasi	pengaliran udara segar ke ruang kerja, misalnya dengan blower	2.1
Vesikular	tekstur berlubang-lubang bekas gelembung gas	4.4
Vulkanisme	proses naiknya magma sampai ke permukaan	4.5
Vulkanologi	cabang geologi yang mempelajari gunung api, aktivitas, gas, dan bahaya letusannya	4.1
Waktu siklus	waktu satu putaran penuh kegiatan alat, misalnya gali, putar, tumpah, kembali	5.5
Waktu tempuh	lama perjalanan, sama dengan jarak dibagi kecepatan	3.3
Wheel loader	alat muat beroda ban untuk memindahkan tumpukan material	5.5
Zona jatuhan batu	daerah di kaki dinding jenjang yang berbahaya karena batu jatuh dan longsoran	2.2

Lampiran 2 · Daftar sumber acuan

Semua nama orang, perusahaan, tempat, dan angka pada soal latihan, kuis, dan contoh adalah rekaan untuk latihan dan diberi keterangan di soalnya; buku ini tidak memuat data statistik dari sumber luar. Fakta teknis di materi diperiksa pada sumber berikut. Sebagian peraturan hanya terbaca dari ringkasan; karena itu materi menjelaskan **prinsip**, bukan nomor pasal. Daftar sumber gambar ada di lampiran berikutnya.

Sumber	Yang dipakai

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

Pusat Asesmen Pendidikan (Pusmendik) Kemendikdasmen, Kerangka Asesmen TKA SMK/MAK dan halaman kisi-kisi Teknik Geologi Pertambangan	bentuk soal dan level kognitif; **halaman kisi-kisi tidak dapat dibuka saat buku disusun**, sehingga bab disusun dari Peta Topik Bank Soal NLS
Pusmendik Kemendikdasmen, TKA SMK 2025 Projek Kreatif dan Kewirausahaan	acuan bentuk, panjang, dan tingkat kesulitan soal
Peraturan Menteri ESDM Nomor 26 Tahun 2018 tentang Pelaksanaan Kaidah Pertambangan yang Baik dan Pengawasan Pertambangan Mineral dan Batubara	tahapan usaha pertambangan, kepala teknik tambang, reklamasi dan pascatambang (dibaca dari teks penuh)
Ringkasan Kepmen ESDM Nomor 1827 K/30/MEM/2018; ringkasan peraturan juru ledak; ringkasan UU Minerba dan PP 96/2021	prinsip kaidah teknik, wewenang, perizinan (tanpa nomor pasal)
NIOSH/CDC (Hierarchy of Controls, pengendalian debu silika); OSHA; MSHA	hierarki pengendalian, praktik K3 umum, tanggap darurat, keselamatan kendaraan tambang
Permenaker Nomor 5 Tahun 2018, Nomor 9 Tahun 2016, Permenaker 8/2010 (APD), Permenaker 04/MEN/1980; artikel Kemenkes tentang kelas kebakaran	kebisingan, kerja di ketinggian, APD, jenis APAR (sebagian dari ringkasan)
BNPB dan BMKG (panduan menghadapi gempa)	tindakan saat gempa
IPCC AR6 Synthesis Report; US EPA GHG Equivalencies Calculator; IEA (mineral kritis dan transisi energi)	perubahan iklim, faktor emisi bahan bakar (angka contoh), kebutuhan mineral
USGS (Topographic Map, Geologic Time, Open-File Report 95-0831, pubs.usgs.gov) dan buku teks geologi dasar	peta topografi, umur bumi, metode geofisika eksplorasi, lapisan bumi, batuan
Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 (Peta Rupabumi Indonesia)	skala dan interval kontur peta dasar (sebagian terbaca dari ringkasan)
NOAA NCEI, World Magnetic Model WMM-2025	deklinasi magnetik di Indonesia (dihitung Oktober 2026)
ISO 5456-3 (representasi aksonometri) dan buku teks gambar teknik SMK	isometri dan dimetri, jenis garis, proyeksi sudut pertama dan ketiga
Ringkasan SNI 4726:2019 dan Kode KCMI 2017 (sumber daya dan cadangan) serta buku teks penambangan dasar	tahap eksplorasi dan sumber daya, metode penambangan, nisbah pengupasan, perolehan inti
Wikimedia Commons, USGS, NASA, KITLV, NARA	foto dan citra berlisensi terbuka (rinci di Daftar sumber gambar)
Pemberitaan skema TKA 2026	jumlah soal dan waktu mata pelajaran pilihan

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

Lampiran 3 · Lembar jawaban kosong

Lembar ini boleh difotokopi. Untuk soal PG, lingkari satu huruf. Untuk pilih lebih dari satu (MCMA), lingkari semua huruf yang benar. Untuk Benar/Salah, tulis B atau S untuk setiap pernyataan.

No	Jawaban	No	Jawaban	No	Jawaban
1	A B C D E	10	A B C D E	19	A B C D E
2	A B C D E	11	A B C D E	20	A B C D E
3	A B C D E	12	A B C D E	21	A B C D E
4	A B C D E	13	A B C D E	22	A B C D E
5	A B C D E	14	A B C D E	23	A B C D E
6	A B C D E	15	A B C D E	24	A B C D E
7	A B C D E	16	A B C D E	25	A B C D E
8	A B C D E	17	A B C D E		
9	A B C D E	18	A B C D E		

Skor: _____ / _____ · Waktu yang dipakai: _____ menit

Lampiran 4 · Catatan edisi

Edisi 1 (2026/2027), dibagikan gratis untuk pelajar Indonesia sebagai dedikasi Next Level Study Indonesia untuk bangsa; boleh diperbanyak dan dibagikan untuk belajar, tetapi tidak untuk diperjualbelikan. Semua soal latihan, kuis, dan simulasi TKA diambil dari Bank Soal NLS dengan kode yang sama dengan LMS. Bila kamu menemukan kesalahan, sampaikan kepada pengajarmu agar dapat diperbaiki pada edisi berikutnya.

Daftar sumber gambar

Gambar materi yang diambil dari sumber berlisensi terbuka dipakai sesuai lisensinya dengan menyebut pembuatnya; gambar lain digambar oleh tim Next Level Study Indonesia.

Gambar	Judul	Pembuat	Lisensi	Sumber
Gambar 1.1	Rantai kegiatan usaha pertambangan dan profesi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.2	Rig pemboran eksplorasi bekerja pada malam hari	Geomartin	CC BY-SA 3.0	https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=15744665
Gambar 1.3	Peta tugas dan profesi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.4	Contoh struktur organisasi tambang (fiktif)	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.5	Peta konsep profil jabatan dan peran profesi	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 1.6	Target titik kontrol darat dan stasiun GNSS	Steinninn	CC BY 4.0	https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=195425979
Gambar 1.7	Titik kontrol dan titik periksa	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.8	Alur drone, foto, model 3D, volume	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.9	Operator drone dan pengawas di tambang batu	Riccardo.salvini	CC BY 4.0	https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=84924409
Gambar 1.10	Layar pemantauan armada fiktif	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.11	Skema pemantauan lereng tambang	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.12	Peta konsep teknologi Industri 4.0 dan digitalisasi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.13	Gas rumah kaca dan sumber emisi tambang	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.14	Tanah pucuk dikupas, disimpan terpisah, dipakai lagi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.15	Saluran air dan kolam pengendap	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.16	Reklamasi bertahap per blok	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.17	Lahan bekas tambang yang direklamasi dan ditanami	Chris Morgan	CC BY-SA 2.0	https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=126119955
Gambar 1.18	Peta konsep pertambangan berkelanjutan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.1	Empat golongan bahaya di tempat kerja	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.2	Matriks risiko 3 x 3	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.3	Hierarki pengendalian bahaya	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.4	Pengendalian debu dengan penutup dan penghisap	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.5	Peta konsep bahaya dan pengendalian	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.6	Urutan tindakan darurat	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.7	Segitiga api dan kelas kebakaran	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 2.8	Cara memakai APAR (PASS)	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.9	Rambu titik kumpul	Ibrahim Husain Meraj	CC BY-SA 4.0; diubah: dipangkas	https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=113343060
Gambar 2.10	Tindakan saat gempa di dalam pit	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.11	Alur tindakan kecelakaan alat	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.12	Peta konsep prosedur darurat	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.13	Pekerja dengan APD dasar	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.14	Tabel bahaya dan APD yang tepat	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.15	Memilih pelindung telinga menurut bising	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.16	Masker kain dan respirator partikulat	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.17	Harness, tali, dan titik tambat	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.18	Peta konsep APD dasar	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.19	Lima prinsip 5R berurutan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.20	Papan alat bergambar	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.21	Gudang inti sebelum dan sesudah 5R	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.22	Contoh label sampel dan daftar periksa pergi-pulang	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.23	Peta konsep budaya kerja 5R	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.24	Pengambilan sampel grid dan memilih-milih	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.25	Buku lapangan yang jujur dan yang dimanipulasi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.26	Pohon keputusan menimbang perintah atasan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.27	Alur melapor temuan yang melanggar SOP	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.28	Peta konsep etika kerja	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 3.1	Benda berundak dan tiga tampaknya	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.2	Simbol proyeksi Eropa dan Amerika	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.3	Dudukan sampel berlubang dan ukuran tiap tampak	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.4	Lubang tembus, tidak tembus, dan mendatar	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.5	Membentuk benda dari tiga tampak	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.6	Peta konsep proyeksi ortogonal	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.7	Gambar ortogonal dan gambar piktorial	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.8	Sumbu isometri dan dimetri	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.9	Faktor skala sumbu isometri dan dimetri	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.10	Kotak sampel dalam isometri dan dimetri	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.11	Memperbaiki gambar dimetri yang salah	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.12	Peta konsep proyeksi piktorial	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.13	Peta dengan skala numerik dan skala grafis	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.14	Tiga pekerjaan dengan skala	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.15	Tabel konversi skala	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.16	Skala besar dan skala kecil pada satu lembar kertas	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.17	Fotokopi 200 persen: skala numerik tidak berlaku, skala grafis ikut membesar	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.18	Peta konsep skala peta	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.19	Mawar angin dan azimut	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.20	Azimut dan azimut balik	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.21	Tiga macam utara dan koreksi deklinasi	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 3.22	Peta lokasi sampel dengan panah utara miring	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.23	Kompas geologi dengan label berbahasa Indonesia	Matt Affolter (QFL247)	CC BY-SA 3.0; diubah: diberi label berbahasa Indonesia dan diperkecil menjadi lebar 1.600 px; hasil suntingan tetap CC BY-SA 3.0	https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=14716174
Gambar 3.24	Rute kembali dengan dua lintasan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.25	Peta konsep orientasi arah utara	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.26	Dari bukit ke peta kontur	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.27	Peta kontur bukit dan lembah	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.28	Kontur rapat dan renggang	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.29	Bentuk lahan pada peta kontur	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.30	Cara menghitung kemiringan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.31	Jalur lurus dan jalur berkelok pada lereng yang sama	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.32	Penampang dari peta kontur	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.33	Memilih lokasi kolam pengendap	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.34	Peta konsep garis kontur	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.1	Cabang-cabang ilmu geologi	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 4.2	Mineralogi, petrologi, stratigrafi, dan paleontologi (montase empat foto)	Derek Ramsey (kuarsa ametis); Dexter Perkins (granit biotit); James St. John (batupasir dan batubara, Wyoming); Michael Rowe (fosil amonit)	CC BY-SA 4.0 (kuarsa, amonit); CC0 (granit); CC BY 2.0 (stratigrafi); diubah: dipotong, disusun menjadi montase, dan diberi label berbahasa Indonesia; hasil suntingan yang memuat bahan CC BY-SA tetap CC BY-SA	https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=38414542; https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=163474268; https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=83656810; https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=121453710
Gambar 4.3	Geologi struktur, geomorfologi, dan hidrogeologi (montase tiga foto)	James St. John (sesar pada rijang berlapis, California); Jakub Hałun (Bromo dan Semeru, Jawa Timur); Michael Rivera (stasiun pemantau sumur, Georgia, AS)	CC BY 2.0 (sesar); CC BY-SA 4.0 (Bromo); CC BY-SA 3.0 (sumur pantau); diubah: dipotong, disusun menjadi montase, dan diberi label berbahasa Indonesia; hasil suntingan yang memuat bahan CC BY-SA tetap CC BY-SA	https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=97209872; https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=129042990; https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=33268183
Gambar 4.4	Geologi teknik, geologi ekonomi, dan geofisika (montase tiga foto)	Lindie Brewer, U.S. Geological Survey (longsoran lereng, Cape Mendocino); Reinhard Kraasch (bijih nikel laterit); Tapatio (survei magnetik)	domain publik (USGS); CC BY-SA 4.0 (bijih nikel laterit); CC BY-SA 3.0 (survei magnetik); diubah: dipotong, disusun menjadi montase, dan diberi label berbahasa Indonesia; hasil suntingan yang memuat bahan CC BY-SA tetap CC BY-SA	https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=9852295; https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=128073468; https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=5916318
Gambar 4.5	Alur data geologi untuk keputusan tambang	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.6	Peta konsep cabang ilmu geologi	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 4.7	Penampang bumi berskala	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.8	Kerak benua dan kerak samudra	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.9	Peridotit (batuan penyusun mantel), sebagian sudah berubah menjadi serpentin	Nessa Eull (GeoDIL, Universitas North Dakota)	CC0; diubah: diperkecil	https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=163476833
Gambar 4.10	Suhu menurut kedalaman	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.11	Tiga jenis batas antarlempeng	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.12	Lempeng tektonik di sekitar Indonesia dan Palung Sunda	Eric Gaba (Sting) dan kontributor; data lempeng Peter Bird	CC BY 2.5; diubah: label berbahasa Inggris diganti bahasa Indonesia, legenda ditambahkan	https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=8357551
Gambar 4.13	Peta konsep struktur lapisan bumi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.14	Batuan beku intrusif dan ekstrusif	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.15	Batuan beku, sedimen, dan metamorf di alam (montase 5 foto)	a: Brocken Inaglory (CC BY-SA 3.0); b: Dexter Perkins (CC0); c: James St. John (CC BY 2.0); d: Thomas Bjørkan (CC BY-SA 3.0); e: Wittylama (CC BY-SA 4.0)	CC BY-SA 4.0 (gabungan CC0, CC BY, CC BY-SA); diubah: dipotong dan digabung menjadi montase, diberi label dalam bahasa Indonesia	https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2748343; https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=163487347; c: https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=60349535; https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=15447464; https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=56280640
Gambar 4.16	Pembatuan: kompaksi dan sementasi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.17	Metamorfisme kontak dan marmer	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.18	Siklus batuan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.19	Urutan kejadian dari penampang	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.20	Bahan galian dan batuan asalnya	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.21	Peta konsep genesa batuan dan siklus batuan	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 4.22	Tekstur dan struktur batuan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.23	Skala Mohs dan benda uji	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.24	Uji HCl encer	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.25	Contoh batuan beku (montase 6 foto)	a: Dexter Perkins; b: Joseph H. Hartman; c: Twyla Baker; d: Nessa Eull; f: Mike Davis (GeoDIL, CC0); e: James St. John (CC BY 2.0)	CC0 dan CC BY 2.0 (gabungan); diubah: dipotong dan digabung menjadi montase, diberi label dalam bahasa Indonesia	https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=163474268; https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=163474412; https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=163474636; https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=163476808; e: https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=128624369; https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=163476686
Gambar 4.26	Contoh batuan sedimen (montase 7 foto)	a, c, e: Dexter Perkins (a), Nessa Eull (c, e, f, g); b: Darla Sondrol; d: Mike Davis (GeoDIL, CC0)	CC0; diubah: dipotong dan digabung menjadi montase, diberi label dalam bahasa Indonesia	https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=163474206; https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=163476851; https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=163476867; https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=163475791; https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=163476901; https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=163476908; https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=163476970
Gambar 4.27	Contoh batuan metamorf (montase 6 foto)	a: Dexter Perkins; b, c: Mike Davis; d: Shannon Heinle; e, f: Nessa Eull (GeoDIL, CC0)	CC0; diubah: dipotong dan digabung menjadi montase, diberi label dalam bahasa Indonesia	https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=163474248; https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=163476713; https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=163476373; https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=163476488; https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=163477030; https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=163476699
Gambar 4.28	Diagram alir penentuan batuan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.29	Peta konsep deskripsi fisik dan penentuan batuan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.30	Tenaga endogen dan eksogen	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.31	Lipatan dan sesar	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 4.32	Bentang alam hasil tenaga endogen: sesar, lipatan, gunung api (montase 5 foto)	a: John Wiley (CC BY 3.0); b: foto "Sesar Lembang" oleh pengguna Flickr "Thank You (25 Millions) views from Fresno, USA" (CC BY 2.0); c: pengguna Wikipedia "Not home" (domain publik); d: Acroterion (CC BY-SA 4.0); e: Thomas Hirsch (CC BY-SA 3.0)	CC BY-SA 4.0 (gabungan domain publik, CC BY, CC BY-SA); diubah: dipotong dan digabung menjadi montase, diberi label dalam bahasa Indonesia	https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=6028782; https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=181461652; https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=8972379; https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=20584212; https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=70552
Gambar 4.33	Rayapan tanah dan longsor	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.34	Kerja sungai dan meander	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.35	Bentang alam hasil tenaga eksogen: karst, sungai berkelok, delta (montase 4 foto)	a: Mamansukirman06 (CC BY-SA 4.0); b: Thomas Fuhrmann (CC BY-SA 4.0); c: Achmad Rabin Taim (CC BY 2.0); d: Uni Eropa, Copernicus Sentinel-1 (EC DG DEFIS) (CC BY 4.0)	CC BY-SA 4.0 (gabungan CC BY, CC BY-SA); diubah: dipotong dan digabung menjadi montase, diberi label dalam bahasa Indonesia	https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=118470951; https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=78896144; https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=13289490; https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=199830057
Gambar 4.36	Penampang karst	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.37	Tabel membaca tanda di lapangan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.38	Peta konsep gaya endogen dan eksogen serta bentang alam	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.39	Perlengkapan geologi lapangan: GPS genggam, palu geologi, buku lapangan, dan kompas	Evgeniya Soldatova	CC BY 4.0; diubah: diperkecil ke lebar 1.600 px	https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=90492353
Gambar 4.40	Palu geologi dan loupe	Hannes Grobe, AWI	CC BY 3.0; diubah: diperkecil ke lebar 1.600 px	https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3659839

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

Gambar	Judul	Pembuat	Lisensi	Sumber
Gambar 4.41	Kompas geologi (tipe Brunton) dengan bagian-bagiannya	Matt Affolter (QFL247)	CC BY-SA 3.0; diubah: diperkecil; nomor penanda dan keterangan berbahasa Indonesia ditambahkan (lisensi turunan tetap CC BY-SA 3.0)	https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=14716174
Gambar 4.42	Tabel alat geologi lapangan: fungsi, data, dan perhatian	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.43	Urutan bekerja di satu singkapan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.44	Peta konsep peralatan geologi lapangan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.45	Jurus, kemiringan, dan arah kemiringan pada bidang lapisan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.46	Lapisan batupasir miring pada singkapan (kiri) dan pengukuran kemiringan dengan kompas dan klinometer (kanan)	James St. John (kiri, CC BY 2.0); pengunggah Wikimedia Commons (kanan, domain publik)	CC BY 2.0 (kiri); domain publik (kanan); diubah: dua foto disusun berdampingan, diperkecil, label Indonesia ditambahkan	https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=84516010; https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1315327
Gambar 4.47	Satu bidang dalam tiga cara penulisan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.48	Cara memegang kompas geologi untuk jurus dan kemiringan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.49	Contoh halaman buku lapangan (dokumen fiktif)	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.50	Tabel data lima titik dan sebaran jurus	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.51	Dua pola data sepanjang lintasan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.52	Peta konsep analisis data pengukuran geologi lapangan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.1	Sembilan tahap usaha pertambangan	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 5.2	Eksplorasi: rig pemboran eksplorasi (kiri) dan kotak inti bor (kanan)	ExplorationGeologist (kiri, CC BY 4.0); kallerna (kanan, CC BY-SA 4.0)	CC BY-SA 4.0 (gabungan; kiri CC BY 4.0, kanan CC BY-SA 4.0); diubah: dua foto disusun berdampingan, diperkecil, label Indonesia ditambahkan	https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=179007374; https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=141490686
Gambar 5.3	Hubungan sumber daya dan cadangan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.4	Produksi: truk bijih di jalan angkut tambang terbuka (kiri) dan reklamasi lahan bekas tambang batubara (kanan)	Randi Ang (kiri, CC BY 2.0); U.S. National Archives, Documerica (kanan, tanpa batasan hak cipta)	CC BY 2.0 (kiri); domain publik (kanan); diubah: dua foto disusun berdampingan, diperkecil, label Indonesia ditambahkan	https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=8290822; https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=53400295
Gambar 5.5	Contoh jadwal tahapan sebuah tambang fiktif	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.6	Peta konsep tahapan penambangan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.7	Penampang empat metode penambangan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.8	Tambang terbuka berjenjang untuk bijih tembaga dan emas di Pulau Sumbawa	Iso1600	CC BY-SA 3.0; diubah: diperkecil ke lebar 1.600 px	https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=6762590
Gambar 5.9	Quarry marmer: dinding berjenjang dan blok yang telah dipotong	Wittylama	CC BY-SA 4.0; diubah: dipotong (crop) bagian atas dan bawah, diperkecil ke lebar 1.600 px	https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=56280640
Gambar 5.10	Tambang terbuka dangkal di Indonesia: lokasi penambangan batubara (kiri) dan tambang nikel laterit (kanan)	Marwan Mohamad (kedua foto)	CC BY-SA 4.0; diubah: dua foto disusun berdampingan, diperkecil, label Indonesia ditambahkan	https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=46786400; https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=155893999
Gambar 5.11	Tambang timah aluvial di Belitung (foto lama): tambang semprot (kiri) dan kapal keruk (kanan)	Anonim (koleksi KITLV, kedua foto)	CC BY 4.0; diubah: dua foto disusun berdampingan, diperkecil, label Indonesia ditambahkan	https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=103976346; https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=103960004

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

Gambar	Judul	Pembuat	Lisensi	Sumber
Gambar 5.12	Lorong tambang batubara bawah tanah dengan metode ruang dan pilar (penyangga kayu)	Dennis G. Jarvis	CC BY-SA 2.0; diubah: diperkecil ke lebar 1.600 px	https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=65817983
Gambar 5.13	Ruang dan pilar serta gali dan isi kembali	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.14	Tabel metode, ciri endapan, dan komoditas	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.15	Peta konsep metode penambangan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.16	Bentuk endapan dan kecenderungan metode penambangan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.17	Nisbah pengupasan sebagai perbandingan tebal dan bcm per ton	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.18	Penampang empat lubang bor dengan atap dan dasar lapisan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.19	Ekskavator mengupas tanah penutup di tambang terbuka batubara (foto arsip)	Russell Lee	domain publik (NARA)	https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=16863659
Gambar 5.20	Pohon keputusan pemilihan metode penambangan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.21	Lapisan dengan atap miring dan batas pit menurut nisbah	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.22	Peta konsep faktor pemilihan metode penambangan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.23	Lintasan pemetaan yang memotong jurus lapisan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.24	Pemboran inti dan pemboran serbuk (RC)	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.25	Mesin bor serbuk (RC) di lokasi eksplorasi	Blastcube	CC BY-SA 3.0	https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=16503741
Gambar 5.26	Kotak inti bor berlabel kedalaman	kallerna	CC BY-SA 4.0	https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=141490686
Gambar 5.27	Contoh log inti dengan perolehan inti per run	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.28	Run pemboran dan perolehan inti	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.29	Spasi lubang bor 200 m dan 400 m	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 5.30	Peta konsep eksplorasi: pemetaan dan pemboran	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.31	Quarry batuan di Kebumen	SATELIT BM9	CC BY-SA 4.0	https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=135723968
Gambar 5.32	Urutan kerja tambang terbuka	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.33	Prosedur kewaspadaan sebelum, saat, dan sesudah peledakan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.34	Penampang jenjang dan bagian-bagiannya	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.35	Ekskavator hidrolik besar di tambang batubara terbuka	Calistemon	CC BY-SA 4.0	https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=116895958
Gambar 5.36	Siklus gali, muat, dan angkut serta waktunya	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.37	Dump truck di jalan angkut tambang terbuka dengan jenjang di belakangnya	Randi Ang	CC BY 2.0	https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=8290822
Gambar 5.38	Peta konsep kegiatan eksploitasi bahan galian	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.39	Unit peremuk bergerak diisi bongkah hasil peledakan dengan wheel loader	Hufi	CC BY-SA 2.0 de	https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=36964102
Gambar 5.40	Ayakan dua dek, fraksi, dan hasilnya	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.41	Ayakan pada unit penghancuran batubara	Sujasmir	CC BY-SA 4.0	https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=49320196
Gambar 5.42	Diagram alir unit pengolahan batu split	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.43	Sirkuit tertutup dengan beban balik	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.44	Quarry dengan unit pengolahan dan tumpukan produk	Christian Amet	CC BY 2.5	https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=842146
Gambar 5.45	Peta konsep pengolahan bahan galian	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—

Tabel silang sub bab dan soal

Sub bab	Soal

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

Sub bab	Soal
1.1 · Profil jabatan serta tugas dan peran profesi di bidang pertambangan	Bedah Prediksi 07 no. 5; Latihan 1.1 no. 1; Latihan 1.1 no. 2; Kuis Bab 1 no. 1; Kuis Bab 1 no. 2; Kuis Bab 1 no. 5; Kuis Bab 1 no. 6; Kuis Bab 1 no. 8; Kuis Bab 1 no. 9; Kuis Bab 1 no. 10; Kuis Bab 1 no. 14; Simulasi 1 no. 1; Simulasi 2 no. 2; Simulasi 3 no. 2
1.2 · Teknologi Industri 4.0 dan digitalisasi di bidang geologi pertambangan	Bedah Prediksi 07 no. 2; Latihan 1.2 no. 1; Kuis Bab 1 no. 3; Kuis Bab 1 no. 4; Kuis Bab 1 no. 7; Kuis Bab 1 no. 11; Kuis Bab 1 no. 12; Kuis Bab 1 no. 13; Kuis Bab 1 no. 15; Kuis Bab 1 no. 24; Simulasi 1 no. 5; Simulasi 2 no. 1; Simulasi 3 no. 11
1.3 · Isu perubahan iklim dan praktik pertambangan berkelanjutan	Bedah Prediksi 07 no. 3; Latihan 1.3 no. 1; Latihan 1.3 no. 2; Kuis Bab 1 no. 16; Kuis Bab 1 no. 17; Kuis Bab 1 no. 18; Kuis Bab 1 no. 19; Kuis Bab 1 no. 20; Kuis Bab 1 no. 21; Kuis Bab 1 no. 22; Kuis Bab 1 no. 23; Kuis Bab 1 no. 25; Simulasi 1 no. 7; Simulasi 2 no. 3; Simulasi 3 no. 6
2.1 · Bahaya fisik, kimia, biologis, dan ergonomis di tempat kerja	Bedah Prediksi 07 no. 1; Latihan 2.1 no. 1; Latihan 2.1 no. 2; Kuis Bab 2 no. 1; Kuis Bab 2 no. 2; Kuis Bab 2 no. 3; Kuis Bab 2 no. 4; Kuis Bab 2 no. 5; Simulasi 1 no. 13; Simulasi 2 no. 5; Simulasi 3 no. 4
2.2 · Prosedur darurat kebakaran, gempa, dan kecelakaan	Bedah Prediksi 07 no. 4; Latihan 2.2 no. 1; Latihan 2.2 no. 2; Kuis Bab 2 no. 6; Kuis Bab 2 no. 7; Kuis Bab 2 no. 9; Kuis Bab 2 no. 13; Kuis Bab 2 no. 15; Simulasi 1 no. 6; Simulasi 2 no. 4; Simulasi 3 no. 9
2.3 · Penggunaan alat pelindung diri dasar	Bedah Prediksi 07 no. 10; Latihan 2.3 no. 1; Latihan 2.3 no. 2; Kuis Bab 2 no. 8; Kuis Bab 2 no. 10; Kuis Bab 2 no. 11; Kuis Bab 2 no. 12; Kuis Bab 2 no. 17; Simulasi 1 no. 12; Simulasi 2 no. 9; Simulasi 3 no. 5
2.4 · Penerapan budaya kerja 5R di laboratorium, gudang alat, dan lapangan	Bedah Prediksi 07 no. 19; Latihan 2.4 no. 1; Latihan 2.4 no. 2; Kuis Bab 2 no. 14; Kuis Bab 2 no. 16; Kuis Bab 2 no. 21; Kuis Bab 2 no. 23; Kuis Bab 2 no. 24; Simulasi 1 no. 2; Simulasi 2 no. 8
2.5 · Etika kerja di lingkungan kerja	Bedah Prediksi 08 no. 5; Latihan 2.5 no. 1; Kuis Bab 2 no. 18; Kuis Bab 2 no. 19; Kuis Bab 2 no. 20; Kuis Bab 2 no. 22; Kuis Bab 2 no. 25; Simulasi 1 no. 11; Simulasi 2 no. 7; Simulasi 3 no. 10
3.1 · Proyeksi ortogonal tampak depan, atas, dan samping	Bedah Prediksi 07 no. 11; Latihan 3.1 no. 1; Latihan 3.1 no. 2; Kuis Bab 3 no. 1; Kuis Bab 3 no. 3; Kuis Bab 3 no. 5; Kuis Bab 3 no. 6; Kuis Bab 3 no. 7; Simulasi 1 no. 9; Simulasi 2 no. 11; Simulasi 3 no. 8
3.2 · Proyeksi piktorial isometri dan dimetri	Bedah Prediksi 07 no. 12; Latihan 3.2 no. 1; Latihan 3.2 no. 2; Kuis Bab 3 no. 2; Kuis Bab 3 no. 4; Kuis Bab 3 no. 8; Kuis Bab 3 no. 9; Kuis Bab 3 no. 17; Simulasi 2 no. 6; Simulasi 3 no. 3
3.3 · Skala peta numerik dan grafis	Bedah Prediksi 07 no. 17; Latihan 3.3 no. 1; Latihan 3.3 no. 2; Kuis Bab 3 no. 10; Kuis Bab 3 no. 12; Kuis Bab 3 no. 13; Kuis Bab 3 no. 14; Kuis Bab 3 no. 15; Simulasi 1 no. 3; Simulasi 2 no. 10; Simulasi 3 no. 1
3.4 · Orientasi arah utara pada peta	Bedah Prediksi 07 no. 9; Latihan 3.4 no. 1; Latihan 3.4 no. 2; Kuis Bab 3 no. 11; Kuis Bab 3 no. 16; Kuis Bab 3 no. 20; Kuis Bab 3 no. 24; Kuis Bab 3 no. 25; Simulasi 1 no. 4; Simulasi 2 no. 12; Simulasi 3 no. 7
3.5 · Garis kontur, interval kontur, dan kemiringan lereng	Bedah Prediksi 07 no. 7; Latihan 3.5 no. 1; Latihan 3.5 no. 2; Kuis Bab 3 no. 18; Kuis Bab 3 no. 19; Kuis Bab 3 no. 21; Kuis Bab 3 no. 22; Kuis Bab 3 no. 23; Simulasi 1 no. 8; Simulasi 2 no. 21; Simulasi 3 no. 19

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

Sub bab	Soal
4.1 · Pengertian, ruang lingkup, dan cabang ilmu geologi	Bedah Prediksi 07 no. 14; Latihan 4.1 no. 1; Kuis Bab 4 no. 1; Kuis Bab 4 no. 2; Kuis Bab 4 no. 4; Simulasi 1 no. 10; Simulasi 2 no. 22; Simulasi 3 no. 22
4.2 · Struktur lapisan bumi dan karakteristiknya	Bedah Prediksi 07 no. 15; Latihan 4.2 no. 1; Latihan 4.2 no. 2; Kuis Bab 4 no. 3; Kuis Bab 4 no. 5; Kuis Bab 4 no. 17; Kuis Bab 4 no. 20; Simulasi 1 no. 14; Simulasi 3 no. 17
4.3 · Genesa batuan dan siklus batuan	Bedah Prediksi 07 no. 13; Latihan 4.3 no. 1; Latihan 4.3 no. 2; Kuis Bab 4 no. 8; Kuis Bab 4 no. 12; Kuis Bab 4 no. 15; Kuis Bab 4 no. 21; Simulasi 1 no. 23; Simulasi 2 no. 15; Simulasi 3 no. 21
4.4 · Deskripsi fisik dan penentuan jenis batuan	Bedah Prediksi 07 no. 20; Latihan 4.4 no. 1; Latihan 4.4 no. 2; Kuis Bab 4 no. 6; Kuis Bab 4 no. 9; Kuis Bab 4 no. 10; Kuis Bab 4 no. 19; Simulasi 1 no. 18; Simulasi 2 no. 25; Simulasi 3 no. 15
4.5 · Gaya endogen dan eksogen serta bentang alam yang dihasilkan	Bedah Prediksi 07 no. 8; Latihan 4.5 no. 1; Latihan 4.5 no. 2; Kuis Bab 4 no. 7; Kuis Bab 4 no. 11; Kuis Bab 4 no. 14; Kuis Bab 4 no. 18; Simulasi 1 no. 17; Simulasi 2 no. 20; Simulasi 3 no. 18
4.6 · Jenis dan fungsi peralatan geologi lapangan	Bedah Prediksi 07 no. 18; Latihan 4.6 no. 1; Latihan 4.6 no. 2; Kuis Bab 4 no. 13; Kuis Bab 4 no. 16; Kuis Bab 4 no. 22; Simulasi 1 no. 25; Simulasi 2 no. 19; Simulasi 3 no. 25
4.7 · Langkah kerja dan analisis data pengukuran geologi lapangan	Bedah Prediksi 07 no. 16; Latihan 4.7 no. 1; Latihan 4.7 no. 2; Kuis Bab 4 no. 23; Kuis Bab 4 no. 24; Kuis Bab 4 no. 25; Simulasi 1 no. 20; Simulasi 2 no. 17; Simulasi 3 no. 13
5.1 · Urutan tahapan penambangan dari prospeksi hingga reklamasi	Bedah Prediksi 07 no. 6; Latihan 5.1 no. 1; Latihan 5.1 no. 2; Kuis Bab 5 no. 2; Kuis Bab 5 no. 4; Kuis Bab 5 no. 5; Kuis Bab 5 no. 9; Simulasi 1 no. 19; Simulasi 2 no. 16; Simulasi 3 no. 20
5.2 · Metode penambangan dan contoh komoditasnya	Bedah Prediksi 07 no. 21; Latihan 5.2 no. 1; Latihan 5.2 no. 2; Kuis Bab 5 no. 1; Kuis Bab 5 no. 6; Kuis Bab 5 no. 7; Kuis Bab 5 no. 8; Simulasi 1 no. 24; Simulasi 2 no. 23; Simulasi 3 no. 12
5.3 · Faktor pemilihan metode penambangan	Bedah Prediksi 07 no. 25; Latihan 5.3 no. 1; Latihan 5.3 no. 2; Kuis Bab 5 no. 3; Kuis Bab 5 no. 13; Kuis Bab 5 no. 16; Kuis Bab 5 no. 20; Simulasi 1 no. 21; Simulasi 2 no. 13; Simulasi 3 no. 24
5.4 · Kegiatan eksplorasi: pemetaan dan pemboran	Bedah Prediksi 07 no. 22; Latihan 5.4 no. 1; Latihan 5.4 no. 2; Kuis Bab 5 no. 17; Kuis Bab 5 no. 18; Kuis Bab 5 no. 19; Kuis Bab 5 no. 21; Simulasi 1 no. 15; Simulasi 2 no. 18; Simulasi 3 no. 14
5.5 · Kegiatan eksploitasi bahan galian	Bedah Prediksi 07 no. 24; Latihan 5.5 no. 1; Latihan 5.5 no. 2; Kuis Bab 5 no. 10; Kuis Bab 5 no. 11; Kuis Bab 5 no. 12; Kuis Bab 5 no. 15; Kuis Bab 5 no. 22; Simulasi 1 no. 22; Simulasi 2 no. 24; Simulasi 3 no. 23
5.6 · Pengolahan bahan galian: crushing, grinding, dan screening	Bedah Prediksi 07 no. 23; Latihan 5.6 no. 1; Latihan 5.6 no. 2; Kuis Bab 5 no. 14; Kuis Bab 5 no. 23; Kuis Bab 5 no. 24; Kuis Bab 5 no. 25; Simulasi 1 no. 16; Simulasi 2 no. 14; Simulasi 3 no. 16

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

NEXT LEVEL STUDY INDONESIA

Era Baru Pendidikan

TKA SMK TGP

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 Geologi Pertambangan: 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-smktgp

GRATIS · TIDAK UNTUK DIPERJUALBELIKAN

SMKTGP · Edisi 1 · Gratis untuk pelajar Indonesia · 2026/2027