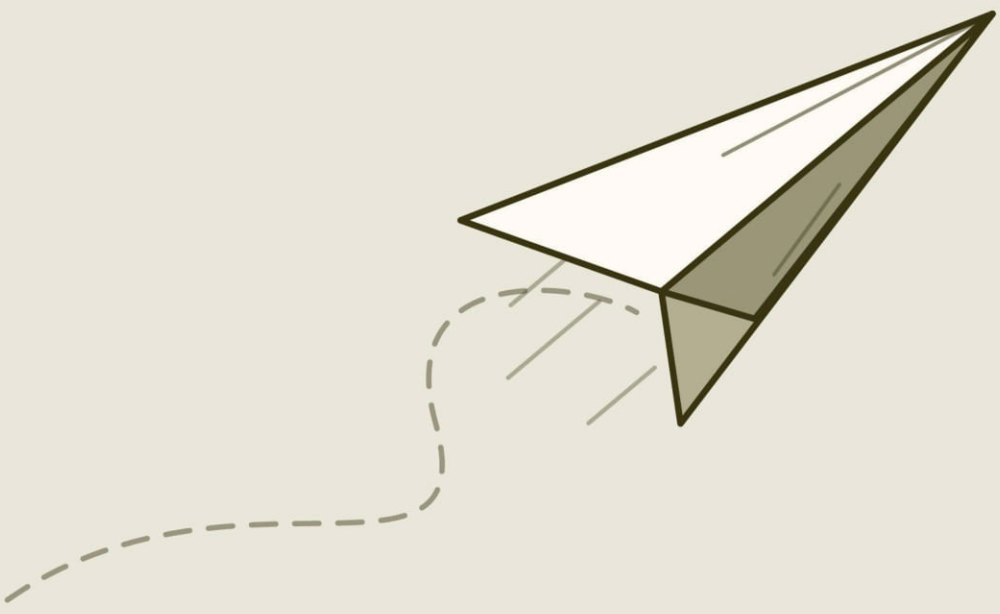
SERI PERSIAPAN TKA SMK

TKA SMK

TEKNIK PERMINYAKAN

Materi, Strategi, dan Simulasi



Handaka Lumu

by Next Level Study Indonesia

2026/2027 · SMKTPER

TKA SMK TEKNIK PERMINYAKAN

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 Perminyakan: 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 SMKTPER

© 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-perminyakan-smk-mak

Kata Pengantar

Kamu yang sedang bersiap,

Terima kasih sudah membuka buku ini. Sebelum bensin sampai ke tangki kendaraan dan gas sampai ke dapur, ada orang-orang yang bekerja jauh dari sorotan: di lantai bor yang berguncang, di stasiun pengumpul yang berdesing, di tepi tangki timbun pada pagi yang masih gelap. Mereka jarang disebut namanya. Namun negeri ini bergerak karena kerja mereka, dan kamu sedang belajar untuk menjadi salah satunya.

Buku ini lahir dari kenyataan sederhana. Soal TKA Teknik Perminyakan tidak berhenti pada nama peralatan. Soalnya bercerita tentang sumur yang tidak lagi mengalir sendiri, tangki yang hampir penuh saat cuaca panas, alarm gas yang berbunyi, atau rig yang harus dipindahkan lewat jalan sempit. Lalu kamu diminta menentukan tindakan yang paling tepat. Kisi-kisinya luas, dari dunia kerja, geologi, dan K3 sampai pemboran, produksi, pengolahan, alat ukur, dan utilitas. Karena itu buku ini saya tulis untuk menuntun kamu memahami, bukan sekadar menghafal.

Setiap sub bab menjelaskan materinya lebih dulu secara utuh, dengan gambar dan contoh yang diselesaikan langkah demi langkah. Sesudahnya baru disajikan strategi menjawab dan jebakan yang sering dipasang. Di akhir setiap bab ada kuis, dan di akhir buku ada simulasi TKA 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, kalkulator sederhana, dan kertas coretan, karena kamu akan sering membaca tabel, mengonversi satuan, dan menghitung volume. Bila skor kuis belum memuaskan, kembalilah ke sub bab yang ditunjuk tabel anjuran. Kamu juga bisa membuka latihan yang sama di LMS NLS lewat kode QR di dalam buku.

Orang yang bekerja di dekat minyak dan gas belajar satu kebiasaan sebelum kebiasaan lain: memeriksa dulu, baru bertindak, dan menolak jalan pintas ketika keselamatan dipertaruhkan. Belajarlah dengan sikap yang sama. Berjanjilah pada dirimu untuk tidak berhenti di tengah jalan. Persembahkan kesungguhanmu untuk orang tua yang menunggumu pulang membawa kabar baik, untuk guru yang sabar menuntunmu, dan untuk negeri yang kelak menyalakan lampunya dari kerja tanganmu. 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

SMKTPER-1.2 = sub bab 1.2; SMKTPER-KB1 = kuis akhir bab 1; SMKTPER-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-smktper

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 Perminyakan 1
Bagian B · Materi 11
Bab 1 · Wawasan Dunia Kerja Teknik Perminyakan 11
Sub bab 1.1 · Tahapan industri migas dari eksplorasi hingga distribusi awal 12
Sub bab 1.2 · Aktivitas pekerjaan dan jenis profesi di industri perminyakan 25
Sub bab 1.3 · Kewirausahaan dan usaha pendukung migas 38
Sub bab 1.4 · Tantangan lingkungan dan energi lebih bersih dalam migas 51
Sub bab 1.5 · Program menjaga ketersediaan minyak dan gas bumi 63
Kuis Akhir Bab 1 74
Bab 2 · Geologi Perminyakan, K3, dan Budaya Kerja 86
Sub bab 2.1 · Terbentuknya minyak bumi dan petroleum system 87
Sub bab 2.2 · Geologi dasar: batuan, struktur, dan peran geologi 100
Sub bab 2.3 · Tahapan pencarian migas di darat dan perairan 115
Sub bab 2.4 · Alat pelindung diri sesuai SOP 128
Sub bab 2.5 · Budaya kerja 5R: Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin 144
Sub bab 2.6 · Bahaya fisik, kimia, mekanik, dan potensi bahaya area kerja migas 157
Kuis Akhir Bab 2 177
Bab 3 · Teknik Pemboran Migas 191
Sub bab 3.1 · Jenis rig darat dan komponen utamanya 192
Sub bab 3.2 · Jenis rig dan peralatan pemboran yang dimobilisasi 205
Sub bab 3.3 · Mobilisasi, demobilisasi, dan moving rig 219
Sub bab 3.4 · Tahapan rig-up dan rig-down 233
Sub bab 3.5 · Lima sistem pemboran dan komponennya 246
Kuis Akhir Bab 3 263
Bab 4 · Teknik Produksi Migas 277
Sub bab 4.1 · Metode produksi sumur: sembur alam dan pengangkatan buatan 278
Sub bab 4.2 · Sistem penyelesaian sumur (well completion) 296
Sub bab 4.3 · Dari sumur siap produksi hingga produksi berkelanjutan 310
Sub bab 4.4 · Jenis dan komponen utama peralatan produksi migas 322
Sub bab 4.5 · Prinsip kerja separator 336
Kuis Akhir Bab 4 352
Bab 5 · Pengolahan, Pengukuran, dan Utilitas Migas 365
Sub bab 5.1 · Dari produksi ke pengolahan: unit proses, alur, dan produk migas 366
Sub bab 5.2 · Sifat fluida produksi: minyak, gas, dan air 383
Sub bab 5.3 · Alat ukur tekanan, suhu, laju alir, dan level cairan 397
Sub bab 5.4 · Perhitungan volume minyak, tinggi cairan, pemuaian, dan berat jenis 412
Sub bab 5.5 · Sistem utilitas: udara tekan, uap, air pendingin, listrik, dan bahan bakar 426
Kuis Akhir Bab 5 440

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

Bagian C · Simulasi TKA 455
Simulasi 1 — Prediksi TKA 2026 456
Simulasi 2 — Prediksi TKA 2026 470
Simulasi 3 — Prediksi TKA 2026 484
Bagian D · Kunci dan Pembahasan 499
Penutup 593
Lampiran 595

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Bagian A · Mengenal TKA Teknik Perminyakan

Apa itu TKA SMK Teknik Perminyakan

Tes Kemampuan Akademik (TKA) Teknik Perminyakan adalah mata pelajaran **pilihan** pada TKA jenjang SMK/MAK, untuk murid program keahlian Teknik Perminyakan. Menurut kerangka asesmen Pusat Asesmen Pendidikan (Pusmendik) Kemendikdasmen, tes ini mengukur penguasaan pengetahuan dan pemahaman konsep tentang industri minyak dan gas bumi (migas): prinsip dasar industri migas, keselamatan dan kesehatan kerja (K3/HSE), geologi perminyakan, proses pemboran, produksi, pengolahan awal, serta peralatan dan instrumentasi pendukungnya.

Muatannya mengacu pada kurikulum Merdeka sebagaimana tercantum dalam Keputusan Kepala BSKAP Kemendikdasmen Nomor 046/H/KR/2025. Artinya, yang diuji bukan seberapa banyak nama alat yang kamu hafal, tetapi apakah kamu mengerti cara kerja di lapangan migas yang benar, lalu dapat memakainya untuk memutuskan dalam kasus nyata.

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

> **Catatan jujur tentang soal asli.** Untuk mapel Teknik Perminyakan 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 serta enam contoh resmi Teknik Perminyakan dari Pusmendik. Karena itu buku ini **tidak** memuat bedah soal asli dan tidak memuat tabel persentase benar nasional: datanya memang belum ada, dan angka tidak dikarang.

Apa yang diuji: enam kompetensi, sebelas elemen, lima bab

Kisi-kisi resmi menyebut **enam kompetensi utama**: menganalisis konsep dasar kewirausahaan; menerapkan alat pelindung diri (APD) sesuai SOP; menentukan tahapan rig-up, rig-down, mobilisasi, demobilisasi, dan moving; mengidentifikasi metode produksi, peralatan produksi, dan sistem penyelesaian sumur; menerapkan alat ukur tekanan, suhu, laju alir, dan level; serta mengidentifikasi sistem utilitas. Matriks asesmennya merinci muatan menjadi sebelas elemen. Bank Soal NLS mengelompokkannya menjadi lima bab dan 28 subtopik; buku ini mengikuti

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

pengelompokan itu dengan **lima bab dan 26 sub bab** (tiga subtopik pengolahan migas digabung menjadi satu sub bab karena satu alur).

Elemen kisi-kisi	Isi menurut kisi-kisi	Bab di buku ini
1. Wawasan dunia kerja	aktivitas pekerjaan, jenis profesi, kewirausahaan, peluang usaha di industri perminyakan; tahapan industri migas	Bab 1 (sub bab 1.1–1.3)
2. Teknologi produksi dan ketersediaan migas	tantangan lingkungan, energi lebih bersih, program menjaga ketersediaan minyak dan gas bumi	Bab 1 (sub bab 1.4–1.5)
3. Geologi dan pencarian migas	proses terbentuknya minyak bumi, geologi dasar, petroleum system, tahapan pencarian di darat dan perairan	Bab 2 (sub bab 2.1–2.3)
4. K3LH dan budaya kerja	APD sesuai SOP, budaya 5R, bahaya fisik, kimia, dan mekanik	Bab 2 (sub bab 2.4–2.6)
5. Mobilisasi, moving, rig-up dan rig-down	jenis rig dan peralatan yang dimobilisasi, komponen rig darat, tahapan kerja	Bab 3 (sub bab 3.1–3.4)
6. Sistem peralatan pemboran	lima sistem pemboran dan komponennya	Bab 3 (sub bab 3.5)
7. Metode produksi dan penyelesaian sumur	metode produksi, sistem penyelesaian sumur, tahapan sampai produksi berkelanjutan	Bab 4 (sub bab 4.1–4.3)
8. Peralatan produksi dan separasi	jenis dan komponen peralatan produksi, prinsip kerja separator	Bab 4 (sub bab 4.4–4.5)
9. Pengolahan minyak, gas, dan petrokimia	beda produksi dan pengolahan, alur pengolahan, sifat fluida produksi, produk hulu sampai hilir	Bab 5 (sub bab 5.1–5.2)
10. Alat ukur dan perhitungan	alat ukur tekanan, suhu, laju alir, level; volume minyak, tinggi cairan, pemuaian, berat jenis	Bab 5 (sub bab 5.3–5.4)
11. Utilitas	udara tekan, uap, air pendingin, listrik dan generator, bahan bakar utilitas	Bab 5 (sub bab 5.5)

Dari 150 soal prediksi NLS yang dipakai di buku ini, sebarannya sebagai berikut.

Bab	Soal prediksi NLS (dari 150)	Porsi
1. Wawasan dunia kerja teknik perminyakan	24	16 %
2. Geologi perminyakan, K3, dan budaya kerja	30	20 %
3. Teknik pemboran migas	30	20 %
4. Teknik produksi migas	30	20 %
5. Pengolahan, pengukuran, dan utilitas migas	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 5

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

mendapat porsi terbesar, terutama karena hitungan volume, alat ukur, dan sifat fluida muncul berulang. Jangan meremehkan Bab 1: soal kewirausahaan memerlukan hitungan biaya dan laba yang dapat salah karena terburu-buru.

Batasan resmi yang perlu kamu ketahui

Matriks asesmen Pusmendik menuliskan batasan untuk setiap elemen. Batasan ini membantu kamu menakar kedalaman belajar.

Elemen	Batasan dalam kisi-kisi	Artinya bagi kamu
Wawasan dunia kerja	tanpa studi kelayakan bisnis lengkap, business plan profesional, atau perizinan migas tingkat lanjut	hitungan usaha cukup aritmetika: biaya, harga jasa, laba, titik impas
Teknologi bersih dan ketersediaan migas	tanpa analisis kimia lingkungan, perhitungan emisi atau karbon	kamu menjelaskan masalah dan langkah penanganannya, bukan menghitung emisi
Geologi	tanpa pemodelan cekungan, analisis log sumur, perhitungan cadangan, atau klasifikasi mineral detail	kamu mengurutkan proses dan mengenali peran batuan serta penampang sederhana
K3LH	tanpa perhitungan tingkat risiko, HAZOP, JSA, atau investigasi kecelakaan	kasusnya pekerjaan sehari-hari di rig, stasiun pengumpul, dan tangki
Pemboran	tanpa perhitungan kapasitas rig, desain program, beban angkat, hidrolika lumpur, atau well control detail	kamu mengenali komponen, fungsi sistem, dan urutan kerja, bukan merancangnya
Produksi dan separasi	tanpa analisis reservoir, optimasi, desain pompa, atau desain separator	kamu memilih metode dan peralatan dengan kriteria sederhana
Pengolahan	tanpa proses lanjutan (cracking, reforming), spesifikasi produk, atau analisis kimia produk	kamu memahami alur dan produk secara umum
Alat ukur dan perhitungan	tanpa kalibrasi, perhitungan galat, sistem kontrol, perhitungan API gravity detail, atau tabel koreksi ASTM	hitunganmu aritmetika dengan rumus atau faktor yang diberikan di soal
Utilitas	tanpa desain pendinginan, proteksi listrik, atau perhitungan konsumsi energi	kamu mengidentifikasi sistem dan menelusuri ketergantungannya

Konteks soal: dunia kerja migas yang kamu kenal

Soal TKA SMK disajikan dalam konteks dunia kerja. Hampir setiap soal dimulai dengan sebuah tempat kerja: rig darat, rig lepas pantai, stasiun pengumpul, lapangan produksi, tangki timbun, bengkel perawatan, atau usaha jasa pendukung. Tokohnya sering operator, driller, teknisi, atau murid SMK yang sedang praktik kerja lapangan (PKL). Kasusnya berupa keputusan kerja: mengurutkan tahapan, memilih APD, memilih rig atau metode produksi, membaca alat ukur, atau menghitung volume.

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

Enam contoh resmi Pusmendik untuk mapel ini menggambarkan polanya.

Konteks	Contoh pada enam contoh resmi Pusmendik
Kewirausahaan	strategi usaha jasa perawatan pompa dan tangki BBM yang menjaga mutu, K3, dan kepercayaan pelanggan (Benar/Salah)
APD dan K3	pekerjaan las dengan percikan api, panas, dan asap: pilih perlengkapan yang tepat (PG kompleks)
Moving rig	pemindahan rig antarsumur dalam satu lapangan: nilai tahapannya (Benar/Salah)
Metode produksi	tekanan reservoir masih tinggi sehingga fluida mengalir sendiri: tentukan metode produksinya (PG)
Alat ukur	tangki tertutup bertekanan yang tidak boleh dibuka: pilih alat ukur level yang sesuai (PG bergambar)
Utilitas	udara tekan, nitrogen, dan pompa transfer: nilai identifikasi sistem utilitasnya (Benar/Salah)

Cerita pembuka itu biasanya pendek. Sebagian isinya hanya latar (nama lapangan, tahun), tetapi **angka, satuan, dan syaratnya penting**: "tangki tertutup bertekanan", "angin bertiup dari barat", "dua lapisan beda tekanan", "20 bar", "minyak 55 °C". 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 Pusmendik menyusun soal dalam tiga level kognitif.

Level	Yang diminta	Contoh dari kisi-kisi
1. Pengetahuan dan Pemahaman	memahami dan mengidentifikasi	memahami tahapan industri migas, tantangan lingkungan, prinsip separator, beda produksi dan pengolahan; mengidentifikasi batuan, metode produksi, sistem penyelesaian sumur, peralatan produksi, dan sistem utilitas
2. Aplikasi	menerapkan, mengurutkan, menghitung	menerapkan APD, 5R, lima sistem pemboran, dan alat ukur; mengurutkan tahapan terbentuknya minyak, rig-up/rig-down, dan produksi berkelanjutan; menghitung volume minyak, tinggi cairan, pemuaian, dan berat jenis
3. Penalaran	menganalisis dan mengevaluasi	menganalisis kewirausahaan, sifat fluida produksi, produk migas hulu sampai hilir, jenis rig dan peralatan; mengevaluasi usaha pendukung migas dan bahaya fisik, kimia, dan mekanik

Pada soal Teknik Perminyakan, 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 beberapa langkah yang mudah tergelincir di satuan.

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

Bentuk soal dan cara menjawabnya

Kisi-kisi resmi memuat tiga bentuk soal.

Bentuk	Cara menjawab	Contoh dari paket latihan buku ini
Pilihan ganda (PG)	pilih **satu** jawaban dari lima pilihan A–E	contoh 1 di bawah
PG kompleks pilih lebih dari satu (MCMA)	pilih **semua** 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 Perminyakan, pilihan sering berupa tindakan atau peralatan yang kedengarannya sama-sama baik. Bandingkan setiap pilihan dengan **semua** keadaan di soal. Pilihan yang aman tetapi tidak menyelesaikan masalah, atau yang menyelesaikan masalah tetapi melupakan satu bahaya, tetap salah.

►. Gudang peralatan rig milik PT Sumber Bor (2027) penuh: kunci pipa rusak, saringan *shale shaker* bekas, dan kaleng cat kosong bercampur dengan peralatan yang masih dipakai. Pekerja sering perlu waktu lama untuk menemukan kunci pipa yang masih baik. Pengawas meminta langkah 5R PERTAMA yang paling tepat untuk mengatasi masalah ini. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)* Langkah tersebut adalah ....

A. Menyingkirkan barang rusak dan bekas dari gudang
B. Memberi label nama pada setiap rak sesuai jenis peralatan
C. Menyapu dan mengepel lantai gudang sampai bebas dari minyak
D. Membuat jadwal piket mingguan untuk memeriksa isi gudang
E. Memasang poster 5R di pintu gudang agar pekerja ingat

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

Pembahasan **Kunci: A**

Konsep: Urutan 5R: Ringkas (singkirkan yang tidak perlu) → Rapi (tata yang perlu) → Resik (bersihkan) → Rawat (pertahankan dengan standar) → Rajin (biasakan).

Langkah:

1. Masalah utama: barang rusak/bekas bercampur dengan peralatan yang dipakai.
2. Sebelum ditata, barang yang tidak perlu harus disingkirkan dulu (Ringkas).

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Ringkas: barang rusak dan bekas disingkirkan sehingga hanya peralatan yang diperlukan tersisa.
- **B.** ✗ Jebakan: pelabelan (Rapi) bermanfaat, tetapi jika barang bekas belum disingkirkan, rak tetap penuh barang tak terpakai.
- **C.** ✗ Membersihkan (Resik) tidak mengatasi barang yang bercampur.
- **D.** ✗ Jadwal piket termasuk Rawat/Rajin, dilakukan setelah gudang tertata.
- **E.** ✗ Poster tidak mengubah keadaan gudang.

Jawaban: A.

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.

►. Rani, operator produksi, ditugasi mengambil sampel minyak lewat lubang ukur di atap tangki timbun (2027). Minyak lapangan itu mengandung gas H2S. Atap tangki sudah berpagar pengaman penuh dan area tangki jauh dari mesin sehingga tidak bising. Saat membuka lubang ukur, uap dapat keluar dan minyak dapat terpercik ketika botol sampel ditarik.

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

APD yang perlu dipakai Rani untuk tugas itu adalah ....

(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Detektor H2S pribadi yang menyala dan sudah diuji
☐ B. Penyumbat telinga karena bekerja di area produksi
☐ C. Masker debu biasa untuk menahan uap gas H2S
☐ D. Sarung tangan tahan minyak saat menarik botol sampel
☐ E. Kacamata pengaman untuk melindungi dari percikan

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

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

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

Konsep: APD dipilih sesuai bahaya pekerjaan: gas beracun (detektor gas, alat bantu napas bila kadar tinggi), percikan cairan (kacamata), kontak kulit dengan minyak (sarung tangan tahan minyak), bising (pelindung telinga) hanya bila sumber bising ada.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ H2S dapat keluar dari lubang ukur; detektor memberi peringatan sebelum kadarnya berbahaya.
- **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: kebisingan bukan bahaya pada tugas ini (area tidak bising).
- **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: masker debu menyaring partikel, tidak menahan gas H2S.
- **Pernyataan 4** ✓ Melindungi kulit dari minyak yang menempel pada tali dan botol.
- **Pernyataan 5** ✓ Minyak dapat terpercik ke mata saat botol ditarik.

Jawaban: pernyataan 1, 4, 5.

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

►. Selama PKL (2027), Fajar mengunjungi tiga unit milik satu perusahaan: (1) stasiun pengumpul yang memisahkan gas, minyak, dan air dari sumur; (2) unit distilasi yang memanaskan minyak mentah lalu memisahkannya menjadi bensin, minyak tanah, dan solar; (3) tangki yang menampung minyak mentah sebelum dikirim lewat pipa. Fajar menulis kesimpulan di buku catatannya.
(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
Unit distilasi termasuk kegiatan produksi karena juga memakai proses pemisahan.	○	○
Stasiun pengumpul termasuk kegiatan produksi karena hanya memisahkan fluida yang keluar dari sumur.	○	○
Tangki minyak mentah termasuk kegiatan pengolahan karena letaknya sesudah separator.	○	○

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

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

Konsep: Produksi migas mengangkat fluida dari reservoir ke permukaan dan memisahkannya (gas, minyak, air) tanpa mengubah jenis zatnya. Pengolahan mengubah minyak mentah/gas menjadi produk baru melalui proses seperti distilasi.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: sama-sama "memisahkan", tetapi distilasi menghasilkan produk baru (bensin, minyak tanah, solar) dari minyak mentah → pengolahan.

• **Pernyataan 2 → Benar.** Fluida hanya dipisahkan menurut fasanya; minyaknya tetap minyak mentah.

• **Pernyataan 3 → Salah.** Letak sesudah separator tidak membuatnya pengolahan; tangki hanya menampung minyak mentah tanpa mengubahnya.

Jawaban: Salah, Benar, Salah.

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

Soal yang berupa kasus biasanya dapat diselesaikan dengan empat langkah.

Langkah	Pertanyaan yang kamu ajukan	Contoh (alarm gas berbunyi di stasiun pengumpul)
1. Fakta	Apa yang terjadi? Di mana, kapan, berapa?	alarm H2S berbunyi di dekat separator; angin bertiup dari barat ke timur
2. Aturan	Prinsip, prosedur, atau standar apa yang berlaku?	menjauh dari sumber gas, tegak lurus terhadap arah angin atau melawan angin menuju titik kumpul
3. Penerapan	Apa tindakan yang benar bila aturan itu diterapkan pada fakta?	menuju titik kumpul yang berada di arah datangnya angin, bukan di arah tiupan
4. Periksa	Apakah tindakanku aman, sesuai prosedur, dan mencakup **semua** fakta?	titik kumpul tidak melewati sumber gas; tidak ada fakta yang tertinggal

Langkah 4 adalah saringan terakhir. Pengecoh pada soal Teknik Perminyakan sering berupa **rencana yang hampir benar**: semua langkah tepat kecuali satu urutan yang tertukar, peralatan yang cocok tetapi tidak memenuhi satu syarat tekanan, atau hitungan yang benar tetapi lupa mengurangi air di dasar tangki. 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, data sumur, dan gambar

Banyak soal memberi tabel: data sumur, tabel kalibrasi tangki, daftar muatan rig, rincian biaya jasa, atau sifat tiga contoh minyak. Baca **judul kolom dan satuannya** lebih dulu, lalu tandai **syarat** yang ditulis di cerita (misalnya "tangki tidak boleh dibuka", "tekanan kerja paling tinggi

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

10 bar", "tanpa listrik jaringan"). Pada gambar, baca keterangan, label, dan arah sebelum melihat rinciannya.

Menghitung dengan tertib

Hitungan pada soal Teknik Perminyakan memakai aritmetika dasar: luas dan volume silinder, perkalian, persen, pembagian, dan konversi satuan. Soalnya jarang sulit, tetapi mudah salah karena terburu-buru. Tulis setiap langkah di lembar coretan, dan beri tanda pada hal yang sering terlewat: **satuan** (bar atau psi, liter atau meter kubik, cm atau m), **air bebas di dasar tangki**, **ruang pemuaian**, **batas isi aman** yang berbeda dari kapasitas, dan **pembulatan ke atas** pada jumlah perjalanan.

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 lingkungan, apakah sesuai prosedur atau urutan kerja yang benar, dan apakah benar-benar menyelesaikan sebab masalahnya**. Tindakan yang gagal pada salah satu dari ketiganya hampir selalu pengecoh.

Strategi 60 menit

1. **Putaran pertama (±35 menit):** kerjakan soal yang jawabannya langsung terlihat setelah membaca kasusnya, seperti soal 5R, urutan tahapan, jenis peralatan, dan penggolongan produk. Untuk soal hitungan panjang, soal gambar, atau MCMA yang ragu, tandai dulu lalu lewati.
2. **Putaran kedua (±20 menit):** kerjakan soal yang ditandai dengan empat langkah (fakta → aturan → penerapan → periksa). Coret pilihan yang jelas 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 mengurangi air bebas, memakai kapasitas sebagai batas aman, atau satuan yang tertukar.
5. **Waspadai pilihan yang terlalu mutlak**, seperti "tidak perlu diperiksa karena sudah baru" atau "semua sumur langsung dibuka penuh". Namun, jangan memilih hanya karena kata-katanya; tetap periksa dengan fakta di soal.

Cara memakai buku ini untuk Teknik Perminyakan

- **Ikuti urutan bab.** Bab 1 memberi gambaran dunia kerja. Bab 2 membekali geologi dan keselamatan yang dipakai di semua kasus. Bab 3 dan Bab 4 mengikuti perjalanan sumur: dibor, diselesaikan, lalu diproduksi. Bab 5 menutup dengan pengolahan, alat ukur, perhitungan, dan utilitas.
- **Beri waktu lebih untuk delapan sub bab prioritas**, yaitu kewirausahaan dan usaha pendukung (1.3), bahaya dan potensi bahaya area kerja (2.6), mobilisasi dan moving rig (3.3), lima sistem pemboran (3.5), metode produksi sumur (4.1), dari produksi ke

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

pengolahan (5.1), alat ukur (5.3), serta perhitungan volume dan pemuaian (5.4). Sub bab ini punya bobot soal besar atau banyak penalaran dan hitungan.

- **Kerjakan ulang contoh terselesaikan.** Setelah membaca contoh, tutup buku dan kerjakan ulang tanpa melihat jawabannya. Bila kamu bisa mengerjakannya sendiri, kamu bisa menjelaskannya.
- **Gambar sendiri.** Saat belajar pemboran dan produksi, gambarlah sketsa kecil: alur lumpur, susunan katup christmas tree, aliran di separator. Sketsa yang kamu buat sendiri lebih mudah diingat daripada gambar yang hanya dilihat.
- **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.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Bagian B · Materi

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

Bab 1 · Wawasan Dunia Kerja Teknik Perminyakan

SMKTPER-B1

Setelah mempelajari bab ini, kamu dapat:

- mengurutkan tahapan industri migas dari eksplorasi sampai distribusi awal
- mencocokkan aktivitas pekerjaan dengan profesi di rig dan lapangan produksi
- menghitung harga jasa, laba, dan titik impas usaha pendukung migas serta menilai peluang usahanya
- menjelaskan tantangan lingkungan dan langkah menuju energi yang lebih bersih
- memilih program yang tepat untuk menjaga ketersediaan minyak dan gas bumi

Peta bab

Sub bab	Judul
1.1	Tahapan industri migas dari eksplorasi hingga distribusi awal
1.2	Aktivitas pekerjaan dan jenis profesi di industri perminyakan
1.3	Kewirausahaan dan usaha pendukung migas
1.4	Tantangan lingkungan dan energi lebih bersih dalam migas
1.5	Program menjaga ketersediaan minyak dan gas bumi

Bab 1 di LMS

Buka seluruh latihan bab ini di LMS.

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

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

Sub bab 1.1 · Tahapan industri migas dari eksplorasi hingga distribusi awal

SMKTPER-1.1

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi Teknik Perminyakan meminta kamu **memahami tahapan kegiatan industri minyak dan gas bumi (migas)**, dari mencari sampai menyalurkan hasilnya. Soal tidak bertanya "apa kepanjangan migas?". Soal akan menceritakan sebuah sumur atau lapangan, lalu memintamu **mengurutkan kegiatan, menentukan langkah berikutnya setelah sebuah hasil, atau memeriksa apakah sebuah jadwal proyek masuk akal**. Kata kunci soal seperti ini adalah **urutan yang benar** (cari dulu, bor untuk membuktikan, nilai kelayakan, baru bangun fasilitas dan produksi), **syarat sebuah langkah** (tidak ada fasilitas produksi tanpa penemuan yang layak) dan **perbedaan hulu dan hilir**.

Bentuknya bisa pilihan ganda biasa, pilihan ganda kompleks, atau pernyataan Benar/Salah tentang sebuah jadwal proyek. Pengecohnya biasanya jadwal yang "hampir benar": semua kegiatan ada, tetapi dua di antaranya tertukar, atau satu kegiatan penting dilompati demi menghemat waktu.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- membedakan kegiatan hulu dan hilir migas serta menyebut contoh kegiatan masing-masing;
- mengurutkan tahapan hulu dari wilayah kerja sampai produksi dan penutupan sumur;
- menjelaskan titik keputusan "lanjut atau berhenti" pada tiap tahap dan alasannya;
- menelusuri jalur minyak dan gas dari sumur sampai distribusi awal kepada konsumen;
- menilai sebuah jadwal proyek hulu migas: apakah urutannya benar dan apakah syarat tiap langkah terpenuhi.

◆ KONSEP INTI

Minyak dan gas bumi terkubur ratusan sampai ribuan meter di bawah tanah atau dasar laut. Tidak ada yang bisa melihatnya dari permukaan. Karena itu industri migas bekerja **bertahap**: setiap tahap menambah data, dan setiap tahap berikutnya hanya dikerjakan bila data yang terkumpul menunjukkan hasilnya layak. Cara ini penting karena biayanya besar. Satu sumur eksplorasi bisa memakan biaya jutaan dolar, padahal tidak ada jaminan sumur itu menemukan migas. Perusahaan yang langsung membangun fasilitas produksi sebelum yakin ada migas yang bisa dijual akan rugi besar. Sub bab ini menjelaskan tahapan itu dari gambaran besar sampai urutan kegiatannya.

1. Hulu dan hilir

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

Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2001 tentang Minyak dan Gas Bumi membagi usaha migas menjadi dua kelompok besar. Gambar 1.1 menunjukkan letaknya pada perjalanan migas dari bawah tanah sampai ke konsumen.



Gambar 1.1 Kegiatan hulu (mencari dan mengangkat migas) berakhir di titik serah di lapangan; kegiatan hilir (mengolah, mengangkut, menyimpan, dan menjual) dimulai dari titik itu. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Kegiatan usaha hulu adalah kegiatan yang berintikan **eksplorasi** dan **eksploitasi**. Eksplorasi adalah kegiatan mencari dan membuktikan adanya migas, misalnya studi geologi, survei seismik, dan pemboran sumur eksplorasi. Eksploitasi adalah kegiatan mengambil migas dari lapangan yang sudah terbukti, mulai dari pemboran sumur pengembangan, pembangunan fasilitas, sampai produksi. Pengolahan sederhana **di lapangan**, yaitu memisahkan gas, minyak, dan air supaya minyak bisa disimpan dan dikirim, juga termasuk hulu.

Kegiatan usaha hilir adalah kegiatan yang berintikan **pengolahan, pengangkutan, penyimpanan, dan niaga** (jual beli). Pengolahan di sini berarti memurnikan dan mengubah minyak bumi atau gas bumi menjadi produk, misalnya di kilang minyak. Pengangkutan memindahkan minyak, gas, atau produk olahannya lewat pipa, kapal, atau truk. Penyimpanan adalah menerima, mengumpulkan, dan menampung di tangki atau terminal. Niaga adalah menjual, termasuk ekspor dan impor.

Cara mudah mengingat: **hulu = dari tanah sampai keluar dari lapangan; hilir = dari keluar lapangan sampai di tangan konsumen.** Sebuah kilang minyak adalah kegiatan hilir. Sebuah rig pemboran adalah kegiatan hulu. Stasiun pengumpul yang memisahkan gas dan minyak dari sumur adalah hulu, walaupun di sana ada alat-alat "pengolah".

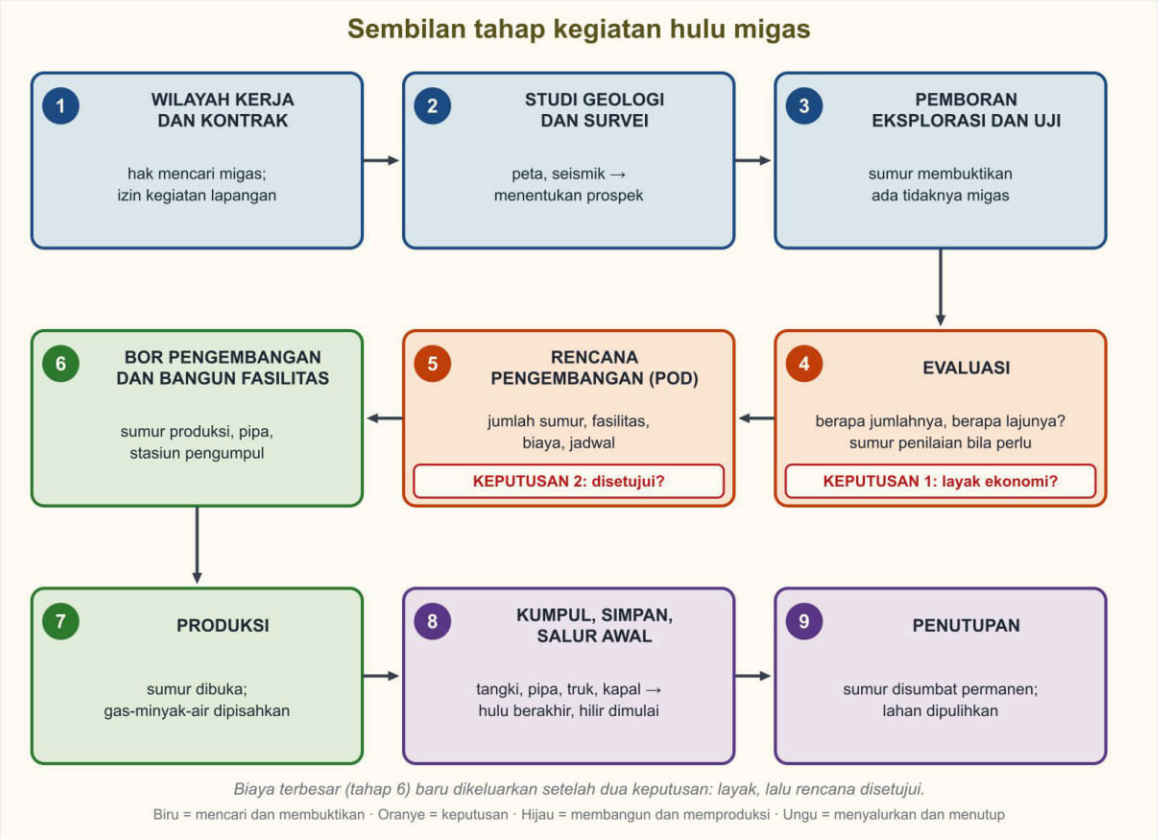
Beberapa lembaga terlibat. Pemerintah, lewat Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), menetapkan kebijakan dan **wilayah kerja** (area tertentu tempat perusahaan boleh

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

mencari dan mengambil migas). Perusahaan yang menjalankan kegiatan hulu di sebuah wilayah kerja disebut **Kontraktor Kontrak Kerja Sama (KKKS)** dan bekerja berdasarkan kontrak dengan SKK Migas, lembaga yang mengawasi kontrak hulu. Kegiatan hilir dijalankan oleh badan usaha yang berizin, dan sebagian kegiatan hilir diatur dan diawasi oleh Badan Pengatur Hilir Migas (BPH Migas). Di lapangan, pekerjaan dilakukan oleh operator dan banyak **perusahaan jasa** yang menyewakan rig, mengerjakan survei seismik, membangun fasilitas, atau mengangkut peralatan.

2. Sembilan tahap hulu secara berurutan

Setiap proyek hulu mengikuti pola yang sama, walaupun lamanya bisa sangat berbeda. Gambar 1.2 menunjukkan sembilan tahapnya beserta titik keputusannya.



Gambar 1.2 Tahap hulu migas dari wilayah kerja sampai penutupan sumur. Belah ketupat menunjukkan titik keputusan: bila hasilnya tidak layak, kegiatan berhenti atau wilayah dikembalikan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Tahap 1 — Wilayah kerja dan kontrak. Perusahaan memperoleh hak mencari migas di sebuah wilayah kerja lewat kontrak kerja sama. Tanpa kontrak dan izin, tidak ada kegiatan lapangan yang boleh dimulai.

Tahap 2 — Studi geologi dan survei. Ahli geologi dan geofisika mempelajari batuan, peta, dan data getaran bumi (seismik) untuk menemukan **prospek**, yaitu bagian bawah tanah yang diperkirakan menyimpan migas. Tahap ini murah dibandingkan pemboran. Bab 2 membahas tahapan pencarian ini lebih rinci.

Tahap 3 — Pemboran eksplorasi dan uji. Satu atau beberapa **sumur eksplorasi** dibor di

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

prospek terbaik untuk **membuktikan** apakah ada migas. Bila ada tanda migas, sumur diuji: dialirkan sebentar untuk melihat jenis fluida dan lajunya. **Pemboran adalah satu-satunya cara membuktikan** adanya migas; survei hanya memperkirakan.

Tahap 4 — Evaluasi. Hasil uji dihitung: berapa perkiraan jumlah migas, berapa lajunya, dan apakah **layak secara ekonomi** (hasil penjualan lebih besar daripada biaya mengambil dan menyalurkannya). Bila perlu, dibor sumur tambahan yang disebut **sumur penilaian** untuk memastikan luas dan besar penemuan. Inilah titik keputusan pertama: bila tidak layak, kegiatan berhenti dan wilayah dikembalikan atau dicari prospek lain.

Tahap 5 — Rencana pengembangan lapangan. Bila penemuan layak, perusahaan menyusun **rencana pengembangan lapangan** (*plan of development*, POD): berapa sumur, fasilitas apa, biaya, dan jadwal. Rencana itu harus disetujui pemerintah sebelum dikerjakan. Inilah titik keputusan kedua.

Tahap 6 — Pemboran pengembangan dan pembangunan fasilitas. Sumur-sumur produksi dibor sesuai rencana, lalu dibangun fasilitas yang diperlukan: pipa dari sumur, stasiun pengumpul, tangki, dan jalur kirim.

Tahap 7 — Produksi. Sumur dibuka dan fluida dialirkan ke stasiun pengumpul. Di sana gas, minyak, dan air dipisahkan. Produksi dipantau terus-menerus selama bertahun-tahun, bahkan puluhan tahun.

Tahap 8 — Pengumpulan, penyimpanan, dan penyaluran awal. Minyak ditampung di tangki, dihitung jumlahnya, lalu dikirim lewat pipa, truk tangki, atau kapal. Gas dikirim lewat pipa ke pembeli. Di sinilah hulu berakhir dan hilir dimulai.

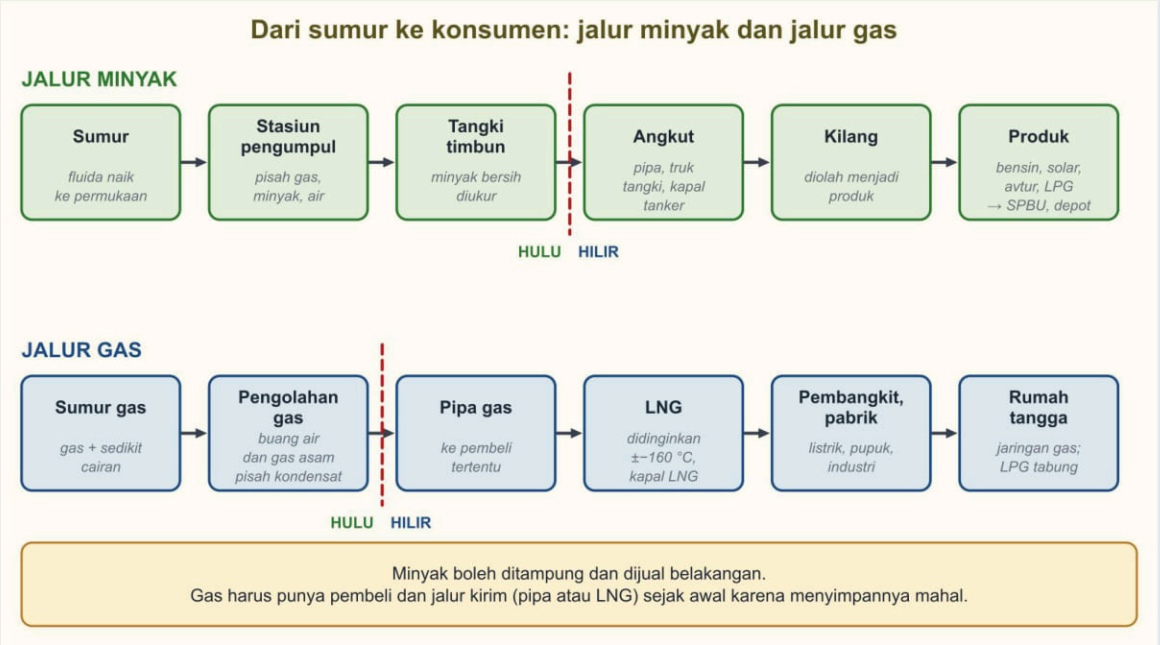
Tahap 9 — Penutupan. Bila sumur atau lapangan tidak lagi menguntungkan, sumur disumbat permanen dan fasilitas dibongkar, lalu lahan dipulihkan. Penutupan dilakukan sesuai aturan supaya tidak ada kebocoran di kemudian hari.

Ada dua hal yang sering dilupakan. **Pertama**, tahap-tahap itu punya syarat. Fasilitas produksi tidak boleh dibangun sebelum penemuan dinyatakan layak, dan produksi tidak boleh dimulai sebelum fasilitas selesai dan diuji. **Kedua**, sebagian tahap bisa berjalan bersamaan. Misalnya, sementara sumur pengembangan masih dibor, fasilitas di permukaan sudah dibangun. Namun, **urutan keputusan** tidak boleh dilompati: tidak ada pemboran pengembangan sebelum evaluasi dan persetujuan rencana.

3. Jalur minyak ke konsumen

Setelah keluar dari sumur, minyak mentah mengikuti jalur yang panjang. Gambar 1.3 membandingkannya dengan jalur gas.

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



Gambar 1.3 Minyak mentah dikirim ke kilang lalu produknya didistribusikan; gas bumi dialirkan lewat pipa atau dicairkan menjadi LNG. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **Sumur → stasiun pengumpul.** Fluida dari beberapa sumur dikumpulkan lewat pipa. Di stasiun pengumpul, minyak, gas, dan air dipisahkan. Air dibuang atau disuntikkan kembali ke dalam tanah menurut aturan.
2. **Stasiun pengumpul → tangki timbun.** Minyak bersih ditampung di tangki. Isi tangki diukur untuk mengetahui jumlah yang akan dijual (Bab 5 membahas cara menghitungnya).
3. **Tangki → pengangkutan.** Minyak dikirim lewat **pipa** (paling murah dan paling aman untuk jumlah besar), **truk tangki** (untuk jarak pendek dan jumlah kecil), atau **kapal tanker** (untuk jarak jauh dan lewat laut).
4. **Terminal → kilang.** Minyak mentah diterima di terminal dan dikirim ke kilang. Di kilang minyak mentah diolah menjadi bensin, solar, avtur, LPG, dan produk lain. Itu sudah tahap hilir.
5. **Produk → konsumen.** Produk olahan dikirim ke depot dan SPBU, lalu sampai ke kendaraan, pembangkit, pabrik, dan rumah tangga.

4. Jalur gas ke konsumen

Gas bumi tidak ditampung di tangki seperti minyak; ia harus langsung dialirkan atau diubah bentuknya. Karena itu jalurnya berbeda.

1. **Sumur → stasiun pengumpul gas.** Gas dari sumur dipisahkan dari cairan.
2. **Pengolahan gas.** Gas dibersihkan dari air, gas asam, dan cairan ikutan sebelum dijual, supaya tidak berkarat dan aman dipakai. Cairan ikutan itu, misalnya **kondensat**, dipisahkan dan dijual sendiri.
3. **Pengangkutan.** Gas dialirkan lewat **pipa** ke pembangkit listrik, pabrik pupuk, industri, dan jaringan gas rumah tangga. Untuk tujuan yang jauh atau terpisah laut, gas didinginkan sampai sekitar −160 °C sehingga menjadi cairan yang disebut **LNG** (*liquefied natural gas*)

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

dan diangkut dengan kapal khusus.

4. **Konsumen.** Gas dipakai sebagai bahan bakar atau bahan baku industri. Fraksi tertentu dari gas dipisahkan menjadi **LPG**, yang dikemas dalam tabung.

Perbedaan penting: minyak boleh ditampung dan dijual belakangan, tetapi gas **harus punya pembeli dan jalur kirim** sejak awal, karena menyimpannya mahal. Itulah sebabnya pengembangan lapangan gas hampir selalu dimulai dengan kontrak penjualan gas dan pipa yang jelas.

5. Memeriksa jadwal proyek hulu

Soal ujian sering menyajikan sebuah jadwal kegiatan dan meminta kamu menilainya. Gunakan **tiga pertanyaan** berikut.

1. **Apakah urutan keputusan benar?** Cari → bor eksplorasi → evaluasi → rencana disetujui → bor pengembangan dan bangun fasilitas → produksi.
2. **Apakah syarat setiap kegiatan sudah terpenuhi sebelum kegiatan itu dimulai?** Misalnya, "pemasangan pipa penyalur" membutuhkan keputusan bahwa lapangan akan dikembangkan.
3. **Apakah ada kegiatan yang salah golongan?** Misalnya, kilang disebut hulu atau stasiun pengumpul disebut hilir.

Jadwal yang gagal pada salah satu dari tiga pertanyaan itu adalah jadwal yang salah, seberapa pun lengkap isinya.

6. Tiga jenis sumur dan tiga kata yang sering tertukar

Dalam satu proyek hulu ada tiga jenis sumur. Tujuan sumur menentukan tahapnya, jadi hafalkan **tujuannya**, bukan sekadar namanya.

Jenis sumur	Dibor pada tahap	Tujuan	Contoh pertanyaan yang dijawab
Sumur eksplorasi	tahap 3	membuktikan apakah ada migas di prospek	"Apakah di sini ada minyak atau gas?"
Sumur penilaian	tahap 4	memastikan luas dan besar penemuan	"Sebesar apa penemuannya dan berapa lajunya?"
Sumur pengembangan	tahap 6	mengambil migas dari lapangan yang sudah dinyatakan layak	"Sumur mana yang akan memproduksikan?"

Tiga kata lain yang sering tertukar adalah **eksplorasi** (mencari dan membuktikan), **eksploitasi** (mengambil dari lapangan yang sudah terbukti), dan **produksi** (kegiatan mengalirkan migas dari sumur ke fasilitas, bagian dari eksploitasi). Perhatikan juga bahwa kata "pengolahan" punya dua arti. **Pengolahan di lapangan** (memisahkan gas, minyak, dan air supaya bisa disimpan dan dikirim) termasuk hulu. **Pengolahan di kilang** (mengubah minyak mentah menjadi bensin, solar, dan produk lain) termasuk hilir. Bab 5 akan membahas perbedaan itu lebih rinci.

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

Sekarang kamu bisa memakai semua gambaran di atas untuk satu peta besar. Gambar 1.4 merangkum hulu, hilir, kegiatan di dalamnya, dan dua titik keputusan yang menjaga biaya besar tidak dikeluarkan sebelum waktunya (lihat juga bagian Peta konsep di bawah). Jadi pada soal tahapan, selalu tanyakan dua hal: **sudah sampai tahap mana**, dan **keputusan apa yang harus sudah diambil sebelum langkah berikutnya**.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Mengurutkan sepuluh kegiatan proyek lapangan minyak

Perusahaan fiktif PT Samudra Bumi memiliki wilayah kerja di cekungan daratan Sumatra. Pada 2027 tim proyek mencatat sepuluh kegiatan tanpa urutan: (a) menyusun rencana pengembangan lapangan; (b) memproduksikan minyak ke stasiun pengumpul; (c) menandatangani kontrak wilayah kerja; (d) membor lima sumur pengembangan; (e) menganalisis data seismik 3D dan menetapkan prospek; (f) membor sumur eksplorasi dan mengujinya; (g) menyumbat sumur dan memulihkan lahan setelah lapangan tidak lagi ekonomis; (h) mengevaluasi hasil uji dan kelayakan ekonomi; (i) membangun stasiun pengumpul dan jalur pipa; (j) mengirim minyak lewat pipa ke terminal. Susunlah urutan yang benar. *Kasus disusun untuk contoh; perusahaan dan tempat fiktif.*

1. **Mulai dari hak.** Tanpa kontrak, tidak ada yang boleh dikerjakan: **(c)**.
2. **Cari sebelum bor.** Survei seismik dan penentuan prospek mendahului sumur eksplorasi: **(e)**, lalu **(f)** karena hanya pemboran yang membuktikan adanya minyak.
3. **Nilai sebelum mengembangkan.** Hasil uji harus dievaluasi lebih dulu: **(h)**.
4. **Rencana sebelum biaya besar.** Pemboran dan fasilitas hanya dikerjakan setelah rencana disusun dan disetujui: **(a)**.
5. **Bor dan bangun.** Sumur pengembangan dan fasilitas permukaan dikerjakan bersamaan menurut rencana: **(d)** dan **(i)**. Karena penyaluran butuh fasilitas, (i) tidak boleh mendahului (a).
6. **Produksi dan salur.** Setelah fasilitas siap: **(b)**, lalu **(j)** ke terminal. Pengiriman keluar lapangan tergolong awal hilir.
7. **Tutup.** Penyumbatan dan pemulihan lahan terjadi paling akhir: **(g)**.

Urutan: **c → e → f → h → a → d → i → b → j → g**.

Contoh 2 — Menilai jadwal yang melompati evaluasi

Seorang manajer proyek fiktif mengusulkan jadwal untuk lapangan gas baru: "(1) kontrak wilayah kerja; (2) survei seismik; (3) membangun jalur pipa gas sepanjang 80 km ke pabrik pupuk; (4) membor sumur eksplorasi; (5) menguji sumur; (6) menyusun rencana pengembangan." Alasannya: pembangunan pipa makan waktu dua tahun, jadi dikerjakan lebih dulu agar hemat waktu. Nilailah jadwal itu. *Kasus disusun untuk contoh; tokoh dan tempat fiktif.*

1. **Urutan keputusan.** Pipa (3) dikerjakan sebelum sumur dibor (4) dan diuji (5). Perusahaan belum tahu apakah ada gas, berapa besar, dan layak atau tidak.

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

2. **Syarat langkah (3).** Jalur pipa membutuhkan keputusan bahwa lapangan akan dikembangkan, dan keputusan itu hanya bisa diambil sesudah evaluasi dan rencana pengembangan (6).
3. **Akibat.** Bila sumur ternyata kosong, pipa 80 km menjadi biaya hilang. Bila sumur menemukan gas, pipa bisa saja tidak sesuai kapasitas atau rutenya.
4. **Perbaikan.** Pindahkan (3) setelah (6): urutan yang benar 1 → 2 → 4 → 5 → 6 → 3. Untuk menghemat waktu, yang boleh dilakukan lebih awal hanyalah pekerjaan yang tidak mengunci biaya besar, misalnya studi rute dan pengurusan izin lahan.

Kesimpulan: jadwal itu **salah**, bukan karena ada kegiatan yang hilang, tetapi karena **kegiatan yang mengunci biaya besar dilakukan sebelum bukti dan keputusan**.

Contoh 3 — Menggolongkan kegiatan sebagai hulu atau hilir

Tentukan golongan lima kegiatan berikut: (1) membor sumur penilaian; (2) memisahkan gas dan minyak di stasiun pengumpul lapangan; (3) mengolah minyak mentah menjadi solar di kilang; (4) mengirim LPG tabung dari depot ke agen; (5) menyewakan rig pemboran kepada operator.

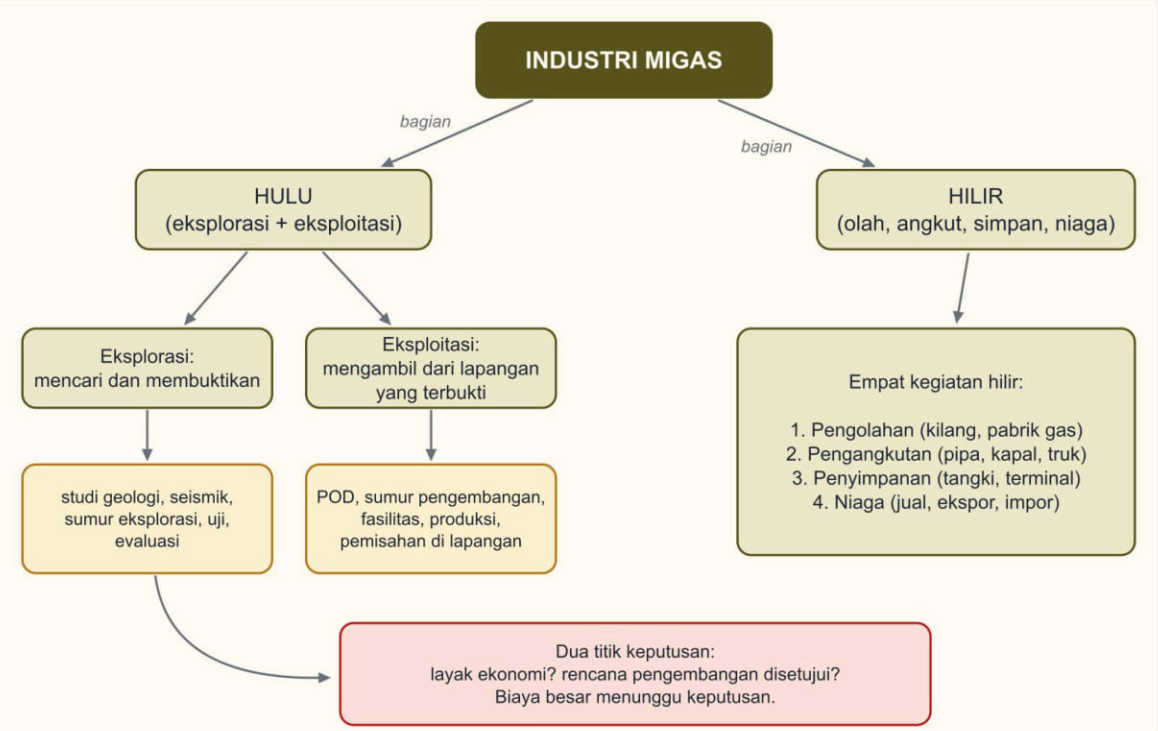
1. Membor sumur penilaian bagian dari eksplorasi: **hulu**.
2. Pemisahan di lapangan termasuk pengolahan lapangan: **hulu**.
3. Kilang mengubah minyak mentah menjadi produk: pengolahan, **hilir**.
4. Mengirim produk ke agen adalah pengangkutan dan niaga: **hilir**.
5. Rig digunakan untuk pemboran; menyewakan rig adalah jasa penunjang hulu: **hulu** (jasa pendukung).

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

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Hulu** = eksplorasi + eksploitasi (termasuk pengolahan di lapangan); **hilir** = pengolahan di kilang, pengangkutan, penyimpanan, niaga.
- **Sembilan tahap hulu:** wilayah kerja dan kontrak → studi dan survei → pemboran eksplorasi dan uji → evaluasi (keputusan 1) → rencana pengembangan disetujui (keputusan 2) → bor pengembangan dan bangun fasilitas → produksi → pengumpulan dan salur awal → penutupan.
- **Hanya pemboran** yang membuktikan adanya migas; survei hanya memperkirakan.
- **Biaya besar menunggu keputusan:** fasilitas produksi dan pipa penyalur dibangun sesudah penemuan dinyatakan layak.
- **Jalur minyak:** sumur → stasiun pengumpul → tangki → pipa/truk/kapal → kilang → produk → konsumen.
- **Jalur gas:** sumur → pengolahan gas → pipa (atau LNG) → pembangkit, industri, rumah tangga; gas butuh pembeli dan jalur kirim sejak awal.
- **Memeriksa jadwal:** urutan keputusan, syarat tiap langkah, golongan kegiatan.



Gambar 1.4 Peta konsep tahapan industri migas. 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 industri migas:

1. **Cari kata tanya:** menyusun urutan, menentukan langkah berikutnya, atau menilai jadwal.
2. **Tandai hasil terakhir dalam cerita** (sumur menemukan minyak? sudah diuji? sudah dinyatakan layak?). Langkah berikutnya bergantung pada hasil itu.
3. **Cocokkan opsi dengan sembilan tahap** dan coret opsi yang melompati evaluasi, persetujuan rencana, atau pengujian.
4. **Periksa golongan kegiatan** (hulu atau hilir) bila soal menyebut kilang, tangki, atau pipa.
5. Untuk soal jadwal, **tanyakan syarat tiap langkah**: apa yang harus sudah ada sebelum langkah itu dikerjakan?

Jebakan khas pada soal ini:

- **Produksi atau pembangunan fasilitas sebelum evaluasi dan uji sumur**, dengan alasan menghemat waktu.
- **Kilang dianggap hulu**, atau stasiun pengumpul dianggap hilir.
- **Survei dianggap membuktikan adanya migas**, padahal hanya pemboran yang membuktikan.
- **Pemboran pengembangan sebelum rencana pengembangan disetujui.**
- **Gas dan minyak dianggap sama jalurnya**; gas tidak bisa ditumpuk di tangki seperti minyak.
- **Penutupan sumur dianggap ditinggalkan begitu saja**; penutupan memerlukan penyumbatan dan pemulihan lahan.
- **Semua kegiatan dianggap harus berurutan satu-satu**, atau sebaliknya semua dianggap boleh berjalan bersamaan. Yang boleh bersamaan hanya kegiatan yang tidak saling mengunci syarat.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menguji urutan kegiatan hulu ketika sebuah hasil sudah diketahui. Pakailah Gambar 1.2: tentukan dulu tahap yang baru selesai, lalu cari tahap yang menjadi syarat langkah berikutnya.

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

►. Sumur eksplorasi Rantau Hijau-1 diuji pada Maret 2027 dan mengalirkan minyak 600 barel per hari dari lapisan batupasir. Data seismik menunjukkan struktur perangkap itu mungkin luas, tetapi batas lapisan minyaknya ke arah utara dan selatan belum diketahui. Manajemen ingin segera mengambil keputusan berikutnya sebelum menyusun rencana pengembangan lapangan dan memesan fasilitas produksi.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kegiatan yang paling tepat dilakukan berikutnya adalah ....

A. Membangun stasiun pengumpul dan pipa ke kilang terdekat
B. Mengulang survei seismik regional di seluruh cekungan
C. Membor sumur deliniasi di utara dan selatan sumur penemuan
D. Memproduksikan Rantau Hijau-1 penuh sambil menunggu data
E. Menghentikan kegiatan karena laju alir masih tergolong kecil

Pembahasan **Kunci: C**

Konsep: Urutan kegiatan hulu: survei → pemboran eksplorasi (penemuan) → pemboran deliniasi/appraisal untuk mengetahui luas dan jumlah cadangan → rencana pengembangan → pembangunan fasilitas dan produksi.

Langkah:
1. Penemuan sudah terbukti (sumur mengalirkan minyak).
2. Yang belum diketahui: batas lapisan minyak ke utara dan selatan → jumlah cadangan belum dapat dihitung.
3. Data itu diperoleh dengan membor sumur deliniasi, baru kemudian rencana pengembangan disusun.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: fasilitas dibangun setelah rencana pengembangan; tanpa data cadangan, ukuran fasilitas dapat terlalu besar atau terlalu kecil.
• **B.** ✗ Survei regional dipakai mencari prospek baru; struktur ini sudah terpetakan, yang kurang adalah bukti langsung di sumur.
• **C.** ✓ Sumur deliniasi menjawab pertanyaan batas lapisan minyak sehingga cadangan dapat dihitung.
• **D.** ✗ Jebakan: produksi penuh dari satu sumur tidak menunjukkan batas lapisan dan dapat merusak sumur sebelum rencana disusun.
• **E.** ✗ Laju 600 barel per hari dari satu sumur penemuan tidak dapat dinilai kecil sebelum luas cadangan diketahui.

Jawaban: C.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk setiap soal, tulis dulu tahap hulu yang sedang diuji, lalu coret opsi yang melompati keputusan.

1. Minyak dari Lapangan Seroja (2027) diangkat dari sumur, dipisahkan dari gas dan air di stasiun pengumpul, dialirkan lewat pipa ke tangki terminal, diangkut kapal tanker ke

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

kilang, diolah menjadi BBM, lalu dikirim ke depo dan SPBU. Siswa PKL diminta menilai pernyataan tentang rantai kegiatan 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
Pengiriman minyak mentah lewat pipa ke terminal terjadi sebelum minyak diolah di kilang.	○	○
Jika terminal rusak dan pengiriman berhenti seminggu, tangki di stasiun pengumpul dapat penuh sehingga produksi sumur harus dikurangi.	○	○
Pengolahan minyak mentah menjadi BBM di kilang termasuk kegiatan hulu karena bahan bakunya minyak mentah.	○	○

2. Konsultan menyusun rencana proyek Lapangan Bintang (2026–2027):

Kegiatan	Rencana mulai
Survei seismik 3D	Kuartal 1 2026
Pemboran sumur eksplorasi	Kuartal 3 2026
Persetujuan rencana pengembangan (POD)	Kuartal 4 2026
Pemboran sumur deliniasi	Kuartal 1 2027
Pembangunan stasiun pengumpul dan pipa	Kuartal 2 2027
Produksi awal	Kuartal 4 2027

(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. Pemboran deliniasi termasuk kegiatan hilir karena dilakukan setelah penemuan.
☐ B. Urutan survei seismik lalu pemboran eksplorasi sudah tepat.
☐ C. Persetujuan POD perlu digeser setelah pemboran deliniasi.
☐ D. Bila POD digeser, jadwal pembangunan stasiun pengumpul ikut menyesuaikan.
☐ E. Pemboran deliniasi dapat dihapus karena sumur eksplorasi sudah menemukan minyak.

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

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

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa pipa penyalur gas tidak boleh dibangun lebih dulu walaupun pekerjaannya memakan waktu dua tahun?
- Apa perbedaan stasiun pengumpul lapangan dengan kilang minyak, dan mengapa yang satu hulu dan yang lain hilir?
- **Yang harus kuingat:** hulu = eksplorasi + eksploitasi; hilir = olah, angkut, simpan, niaga; sembilan tahap hulu dengan dua titik keputusan (evaluasi dan persetujuan rencana); hanya pemboran yang membuktikan migas; biaya besar menunggu keputusan; minyak boleh ditampung, gas harus punya jalur dan pembeli.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 1.1: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

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

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Sub bab 1.2 · Aktivitas pekerjaan dan jenis profesi di industri perminyakan

SMKTPER-1.2

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi Teknik Perminyakan meminta kamu mengenali **aktivitas pekerjaan dan jenis profesi** di industri migas. Soal tidak bertanya "apa tugas driller?". Soal akan menceritakan sebuah kejadian di rig atau di lapangan produksi, lalu memintamu **menentukan siapa yang paling tepat mengerjakan atau mengatur sesuatu**, **menilai pernyataan tentang profesi pekerja dalam sebuah laporan harian**, atau **memilih profesi yang cocok dengan minat dan kemampuan seseorang**. Kata kunci soal seperti ini adalah **siapa melakukan apa** (tugas yang diuraikan lewat kegiatannya, bukan lewat nama jabatan), **di bawah siapa** (garis perintah) dan **bekerja untuk siapa** (perusahaan pemilik sumur atau kontraktor).

Bentuknya bisa pilihan ganda biasa atau pilihan ganda kompleks. Pengecohnya biasanya jabatan yang namanya "mirip" atau yang tempat kerjanya sama, misalnya driller dan derrickman yang sama-sama berada di rig, atau mud engineer dan mud logger yang sama-sama berurusan dengan lumpur dan serbuk bor.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan susunan kru rig dan garis perintahnya, dari perwakilan perusahaan sampai pekerja lantai bor;
- mencocokkan sebuah kegiatan di rig atau lapangan produksi dengan profesi yang mengerjakannya;
- membedakan profesi di rig pemboran, profesi perawatan sumur, dan profesi di lapangan produksi;
- menyebut peran ahli (geolog, insinyur perminyakan) dan petugas keselamatan (HSE) dalam proyek migas;
- memilih profesi yang sesuai dengan minat, kemampuan, dan sertifikat seseorang, serta menjelaskan jalur karier lulusan SMK.

◆ KONSEP INTI

Satu sumur migas tidak dikerjakan oleh satu jenis pekerja. Di rig pemboran saja ada puluhan orang yang bekerja bergiliran siang dan malam. Sesudah sumur berproduksi, orang lain lagi yang menjaga produksinya, memeriksa alat ukur, merawat pompa, dan mengangkut hasilnya. Karena itu industri migas punya banyak **profesi**, yaitu jenis pekerjaan yang memerlukan keahlian khusus. Kamu perlu mengenal tugasnya, supaya pada soal kamu bisa

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

memanggil orang yang tepat untuk pekerjaan yang tepat. Sub bab ini menjelaskan profesi itu dari kru rig, perawatan sumur, lapangan produksi, sampai para ahli dan petugas keselamatan.

1. Dua jenis perusahaan, dua garis kerja

Sebelum mengenal jabatan, pahami dulu bahwa orang yang bekerja di satu lokasi bisa berasal dari perusahaan yang berbeda.

- **Perusahaan pemilik sumur (operator)** adalah perusahaan yang memegang kontrak wilayah kerja dan membayar seluruh pekerjaan. Wakilnya di lokasi disebut **company man** (*company representative*). Ia memastikan pekerjaan berjalan sesuai program, biaya, dan aturan keselamatan perusahaannya. Ia **tidak memimpin kru rig**.
- **Kontraktor pemboran** adalah perusahaan jasa yang menyewakan rig beserta krunya. Kepala rig dari kontraktor ini disebut **toolpusher**. Semua kru lantai bor bekerja untuk kontraktor itu.
- **Perusahaan jasa khusus** menyediakan layanan tertentu, misalnya pengatur lumpur (*mud engineer*), pencatat data (*mud logger*), atau perawatan sumur dengan kawat (*wireline*). Mereka datang sesuai kebutuhan.

Perbedaan ini sering menjadi kunci soal. Contohnya, bila kru kurang karena beberapa pekerja sakit, yang mengganti dan mengatur kru adalah toolpusher dari kontraktor, bukan company man yang mewakili pemilik sumur. Company man hanya perlu diberi tahu bila jadwal pemboran terpengaruh.

2. Susunan kru rig dan garis perintahnya

Rig pemboran bekerja dengan sistem **bergiliran (shift)**, biasanya dua belas jam per giliran. Gambar 1.5 menunjukkan siapa berada di bawah siapa.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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



Gambar 1.5 Susunan kru rig pemboran. Garis penuh menunjukkan garis perintah kru rig; garis putus-putus menunjukkan hubungan kerja dengan perusahaan pemilik sumur dan perusahaan jasa. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Toolpusher (kepala rig). Penanggung jawab seluruh rig dan seluruh kru dari kontraktor pemboran. Tugasnya mengatur tenaga kerja dan giliran, memastikan peralatan terpelihara, mengatur kebutuhan bahan dan suku cadang, dan menjadi penghubung dengan company man. Ia jarang berada di lantai bor sepanjang waktu; ia mengatur dari kantor rig.

Driller (juru bor). Pemimpin kru pada satu giliran. Ia duduk di panel kendali dekat lantai bor dan **mengoperasikan drawworks** (mesin penggulung kabel pengangkat) serta mengendalikan pemboran. Dari panel itu ia mengamati beban pahat, putaran, tekanan pompa, dan volume tangki lumpur, lalu memberi perintah kepada kru. Keputusan tentang tindakan di lantai bor ada pada driller.

Asisten driller. Pendamping driller yang menggantikan perannya dan sering memantau peralatan pompa lumpur dan alat pencegah semburan.

Derrickman. Pekerja yang bekerja di **papan monyet** (*monkey board*), yaitu papan kerja di bagian atas menara, kira-kira di ketinggian puluhan meter. Saat rangkaian pipa dicabut, ia mengatur **ujung atas pipa** agar tersusun di rak. Di waktu lain ia biasa memantau **lumpur dan pompa lumpur** di tangki. Pekerjaan di ketinggian membuatnya wajib memakai sabuk pengaman seluruh tubuh (harness).

Floorman atau roughneck. Pekerja lantai bor. Mereka memasang **baji** (*slips*) yang menahan pipa, memasang kunci pipa (*tongs*) untuk menyambung dan melepas pipa, dan membersihkan lantai bor. Pekerjaannya berat, berbahaya, dan sangat bergantung pada kerja sama tim. Mereka bekerja di bawah arahan driller.

Roustabout. Pekerja umum di lokasi: membongkar muat peralatan, merawat lokasi, membantu mengangkat dengan crane, dan mengerjakan pekerjaan fisik pendukung di luar

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

lantai bor.

Crane operator, mekanik, elektrisi (teknisi listrik), welder. Kru pendukung yang memelihara dan memperbaiki peralatan rig: mesin, generator, jaringan listrik, dan sambungan las.

Sebagai pegangan: **perintah mengalir dari toolpusher ke driller, lalu ke derrickman dan floorman.** Company man berada di luar rantai itu: ia mewakili pemilik sumur, mengawasi kemajuan kerja terhadap program, dan hanya memberi arahan teknis kepada toolpusher.

3. Profesi layanan khusus di rig

Beberapa profesi bukan bagian dari kru rig tetapi hadir di sana, dari perusahaan jasa lain.

- **Mud engineer** (insinyur lumpur) mengatur **sifat lumpur pemboran**: berat jenisnya, kekentalannya, dan campuran bahan kimianya, supaya lumpur dapat mengangkat serbuk bor dan menahan tekanan fluida di dalam formasi (Bab 3 membahas lumpur lebih lanjut).
- **Mud logger** mengamati **serbuk bor** yang keluar bersama lumpur di *shale shaker*, mencatat jenis batuan dan **kadar gas**, serta mencatat data pemboran. Hasil catatan ini membantu ahli geologi mengetahui batuan yang sedang ditembus. Mud logger bekerja di unit pencatat data, bukan di lantai bor.
- **Petugas pencatat dan teknisi alat ukur** membaca dan merawat instrumen.

Mud engineer mengatur lumpur; mud logger membaca serbuk dan gas dari lumpur. Keduanya "berurusan dengan lumpur", tetapi tugasnya berbeda, dan inilah salah satu pengecoh paling umum.

4. Profesi perawatan sumur

Sumur yang sudah berproduksi perlu dirawat. Pekerjaan itu dikerjakan oleh kru khusus.

- **Operator wireline atau slickline** menurunkan alat ke dalam sumur memakai **kawat baja tipis** (*slickline*) atau kabel berisi penghantar listrik (*wireline*) dari sebuah unit di permukaan. Contoh pekerjaan: memasang atau mencabut sumbat di dalam tubing, mengukur tekanan atau suhu di dasar sumur. Pekerjaan ini bisa dikerjakan **tanpa rig dan tanpa mencabut tubing**.
- **Kru well service atau workover** memakai rig perawatan untuk pekerjaan yang lebih besar: mencabut tubing, mengganti peralatan di dalam sumur, atau membuka lapisan baru.

Kata kunci penentu: bila soal menyebut "kawat baja tipis dari unit di permukaan tanpa mencabut tubing", jawabannya operator slickline/wireline, bukan floorman rig pemboran.

5. Profesi di lapangan produksi

Setelah sumur selesai, pekerjaan berpindah ke **stasiun pengumpul dan lapangan produksi**.

- **Operator produksi** menjaga agar sumur dan fasilitas berjalan: memeriksa tekanan, suhu, dan level pada separator; membuka dan menutup katup; mencatat produksi

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

harian; dan menjadi orang pertama yang menangani gangguan sederhana.

- **Operator tangki dan pengiriman** mengatur penerimaan dan pengiriman minyak serta mengukur isi tangki.
- **Teknisi mekanik** merawat pompa, kompresor, dan mesin.
- **Teknisi listrik** merawat generator, panel, dan motor.
- **Teknisi instrumentasi dan kontrol** merawat alat ukur dan katup pengendali otomatis: sensor tekanan, pemosisi katup (*positioner*), kabel sinyal, dan sistem kendali di ruang kontrol. Bila katup pengendali tidak bergerak padahal udara instrumen normal dan tidak ada gangguan mekanik, dugaan terkuat adalah gangguan sinyal atau pemosisi, dan petugas yang tepat adalah teknisi instrumentasi.

6. Ahli dan petugas keselamatan

- **Geolog dan geofisikawan** mempelajari batuan dan data seismik untuk menentukan lokasi sumur (Bab 2).
- **Insinyur perminyakan** merencanakan dan mengawasi pemboran, produksi, dan perawatan sumur dari sisi teknik. Ada insinyur pemboran, insinyur produksi, dan insinyur reservoir (yang mempelajari perilaku migas di dalam batuan).
- **Petugas HSE** (*health, safety, and environment*, yaitu kesehatan, keselamatan, dan lingkungan) mengawasi aturan keselamatan, memeriksa **izin kerja**, melatih pekerja, dan memimpin tanggap darurat. HSE tidak mengoperasikan peralatan produksi dan tidak menggantikan pengawas pekerjaan, tetapi ia berwenang menghentikan pekerjaan yang tidak aman.
- **Petugas medis lokasi** merawat pekerja yang sakit atau cedera.

7. Peta tugas dan cara mencocokkan

Gambar 1.6 merangkum profesi, tempat kerja, dan ciri tugasnya.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Peta tugas profesi: tempat, alat, dan ciri tugas

Profesi	Tempat kerja	Ciri tugas (kata kunci pada soal)
Company man	kantor rig / lokasi	wakil pemilik sumur; periksa kemajuan terhadap program
Toolpusher	kantor rig	atur kru lintas giliran, alat, logistik; pegawai kontraktor
Driller	panel dekat lantai bor	operasikan drawworks; pimpin kru satu giliran
Derrickman	papan monyet (menara)	atur ujung atas pipa; pantau lumpur dan pompa
Floorman / roughneck	lantai bor	pasang baji dan kunci pipa; sambung dan lepas pipa
Mud engineer	tangki lumpur	atur berat jenis, kekentalan, dan campuran lumpur
Mud logger	unit pencatat data	baca serbuk bor dan kadar gas; catat jenis batuan
Operator slickline/wireline	unit kawat di permukaan	turunkan sumbat/alat dengan kawat; tanpa rig dan tanpa cabut tubing
Operator produksi	stasiun pengumpul	jaga separator, catat tekanan dan produksi; atur katup
Teknisi instrumentasi	ruang kontrol dan lapangan	rawat sensor, pemosisi katup, kabel sinyal
Petugas HSE	seluruh lokasi	periksa izin kerja; hentikan pekerjaan yang tidak aman

Gambar 1.6 Peta tugas profesi. Cari kata kunci tugas pada soal di kolom "Ciri tugas", lalu lihat profesinya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

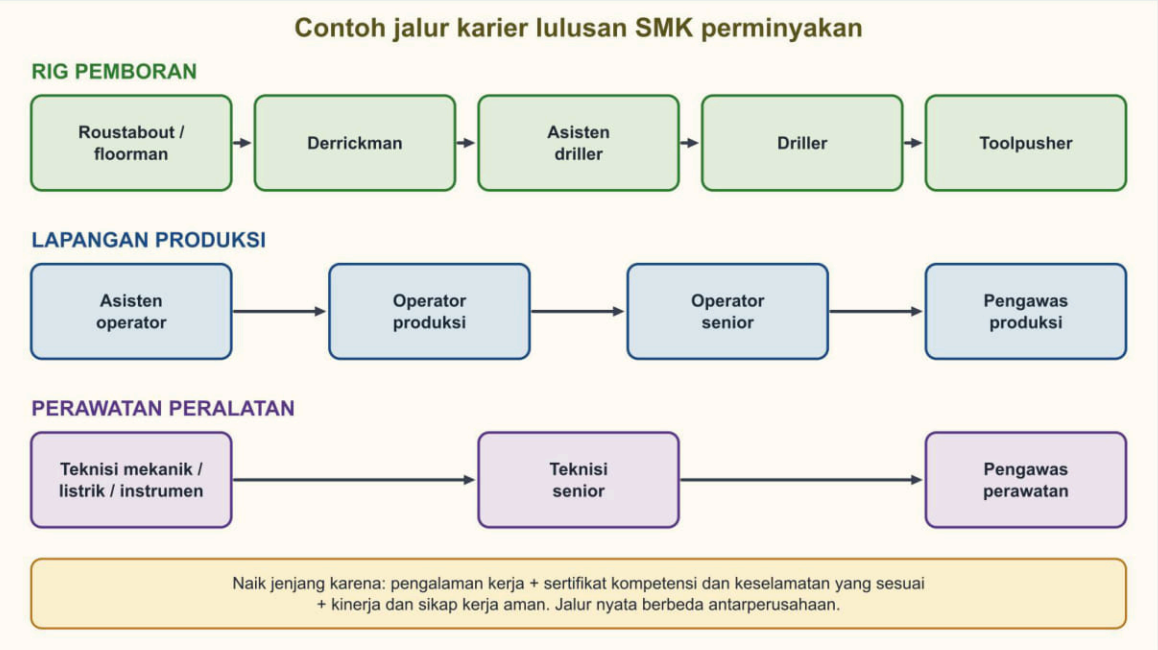
Untuk mencocokkan, gunakan **tiga petunjuk**: **(1) tempat** (lantai bor, papan monyet, ruang kendali, stasiun pengumpul), **(2) alat atau kegiatan** (drawworks, kawat baja, serbuk bor, pemosisi katup) dan **(3) siapa yang membayar atau memerintah** (pemilik sumur atau kontraktor).

8. Sertifikat dan jalur karier lulusan SMK

Tidak semua orang boleh mengerjakan semua pekerjaan. Pekerjaan berbahaya menuntut **sertifikat kompetensi**, yaitu bukti tertulis bahwa seseorang sudah dinilai mampu. Sertifikat kompetensi kerja dikeluarkan oleh lembaga sertifikasi profesi. Selain itu ada pelatihan keselamatan wajib sebelum bekerja di lokasi migas, misalnya pelatihan dasar K3 migas dan, untuk lepas pantai, pelatihan keselamatan dan evakuasi laut seperti BOSIET. Driller mengikuti pelatihan pengendalian sumur dari lembaga seperti IWCF atau IADC. Aturan tepatnya dapat berubah, jadi yang perlu kamu ingat adalah prinsipnya: **semakin berbahaya dan menentukan sebuah pekerjaan, semakin ketat syarat sertifikatnya.**

Lulusan SMK Teknik Perminyakan umumnya memulai dari posisi dasar, lalu naik karena pengalaman, sertifikat, dan kinerja. Gambar 1.7 menunjukkan contoh jalurnya.

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



Gambar 1.7 Contoh jalur karier. Jalur nyata bisa berbeda antarperusahaan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Di rig, jalur umumnya: roustabout atau floorman → derrickman → asisten driller → driller → toolpusher. Di lapangan produksi: asisten operator → operator produksi → operator senior → pengawas produksi. Jalur lain: teknisi mekanik, listrik, atau instrumentasi yang naik menjadi pengawas perawatan. Minat dan kemampuan juga menentukan pilihan: orang yang teliti mencatat dan membaca data cocok sebagai mud logger atau teknisi instrumentasi; orang yang kuat fisik dan suka bekerja dalam tim cocok sebagai kru lantai bor; orang yang peduli keselamatan cocok sebagai petugas HSE.

9. Satu hari kerja: serah terima giliran dan laporan harian

Karena rig bekerja siang malam, pekerjaan tidak boleh terputus saat pergantian giliran. Setiap pergantian dimulai dengan **serah terima giliran**: kru yang selesai memberi tahu kru berikutnya apa yang sudah dikerjakan, apa yang sedang berlangsung, peralatan yang bermasalah, dan bahaya yang perlu diwaspadai. Sebelum pekerjaan penting, kru berkumpul dalam **rapat singkat sebelum kerja** (*pre-job meeting* atau *toolbox talk*) untuk membahas langkah kerja, bahaya, dan pembagian tugas. Semua yang terjadi dicatat dalam **laporan harian** (*daily report*): kedalaman sumur, kegiatan tiap jam, bahan yang dipakai, dan kejadian penting.

Laporan harian inilah yang dibaca company man dan toolpusher, dan sering menjadi bahan soal: soal menyajikan beberapa kegiatan dalam laporan, lalu bertanya siapa yang mengerjakan masing-masing. Pegangan menjawabnya sama: lihat **tempat, alat, dan siapa yang memerintah**, bukan sekadar mengingat nama jabatan. Pekerjaan di lapangan produksi pun dicatat dalam catatan harian operator, yang diserahterimakan antar operator dengan cara yang sama.

Pemahaman ini penting karena keselamatan sangat bergantung pada komunikasi. Banyak

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

kecelakaan kerja bermula dari informasi yang tidak sampai ke orang berikutnya. Karena itu, tugas setiap profesi tidak berdiri sendiri: driller mengomunikasikan keadaan sumur kepada kru, derrickman mengabarkan keadaan lumpur, mud logger melaporkan tanda gas kepada driller dan toolpusher, dan petugas HSE memastikan semua orang tahu bahaya hari itu.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Mencocokkan lima kegiatan dengan profesinya

Laporan harian Rig-15 milik kontraktor fiktif PT Bor Nusantara (2027) mencatat lima kegiatan: (a) seorang pekerja di papan monyet mengarahkan ujung atas pipa ke rak; (b) seorang petugas mengambil serbuk bor di *shale shaker* dan menulis ada tanda gas; (c) seorang petugas memeriksa surat izin kerja panas sebelum pengelasan; (d) seorang pekerja mengoperasikan drawworks sambil memberi aba-aba kepada kru; (e) seorang petugas dari pemilik sumur memeriksa kemajuan pemboran terhadap program. Tentukan profesinya. *Kasus disusun untuk contoh; perusahaan dan tokoh fiktif.*

1. **Kegiatan (a):** ujung atas pipa diatur di papan monyet → **derrickman**.
2. **Kegiatan (b):** serbuk bor dan tanda gas dicatat → **mud logger** (bukan mud engineer, karena ia tidak mengatur campuran lumpur).
3. **Kegiatan (c):** izin kerja panas diperiksa → **petugas HSE**.
4. **Kegiatan (d):** mengoperasikan drawworks dan memimpin kru → **driller**.
5. **Kegiatan (e):** petugas dari pemilik sumur memeriksa kemajuan kerja → **company man**, bukan toolpusher (toolpusher bekerja untuk kontraktor).

Contoh 2 — Menentukan siapa yang mengatur pengganti kru

Pada giliran malam, dua floorman Rig-22 mendadak sakit dan mesin kecil di lantai bor perlu dijadwalkan perbaikannya untuk semua giliran. Perusahaan pemilik sumur hanya meminta diberi tahu dampaknya pada jadwal. Siapa yang mengatur penggantian kru dan jadwal perbaikan? *Kasus disusun untuk contoh; rig dan tokoh fiktif.*

1. **Siapa yang menyewa kru?** Kru lantai bor adalah pekerja kontraktor, bukan pegawai pemilik sumur. Karena itu mengatur kru bukan wewenang company man.
2. **Siapa yang bertanggung jawab atas seluruh rig dan semua giliran?** Driller memimpin hanya **satu giliran** dan tidak mengatur kru lintas giliran. Penanggung jawab seluruh rig adalah toolpusher.
3. **Siapa yang cukup diberi tahu?** Company man; ia hanya perlu informasi bahwa jadwal dapat terpengaruh.

Jawaban: **toolpusher**.

Contoh 3 — Memilih petugas untuk katup pengendali yang tidak bergerak

Di stasiun pengumpul fiktif Cemara (2027), katup pengendali level separator tidak bergerak walaupun pengendali mengirim sinyal membuka. Operator sudah memeriksa tekanan udara

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

instrumen normal, katup tidak terganjal, dan tidak ada kebocoran. Siapa yang sebaiknya dipanggil?

1. Penyebab mekanik dan udara sudah disingkirkan, jadi dugaan tersisa ada pada **sinyal atau pemosisi** katup.
2. Merawat sinyal, sensor, dan pemosisi adalah pekerjaan **teknisi instrumentasi dan kontrol**.
3. Mud logger dan petugas rig tidak relevan di stasiun produksi; teknisi mekanik pompa tidak merawat katup pengendali otomatis; HSE tidak memperbaiki alat.

Jawaban: **teknisi instrumentasi dan kontrol**.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

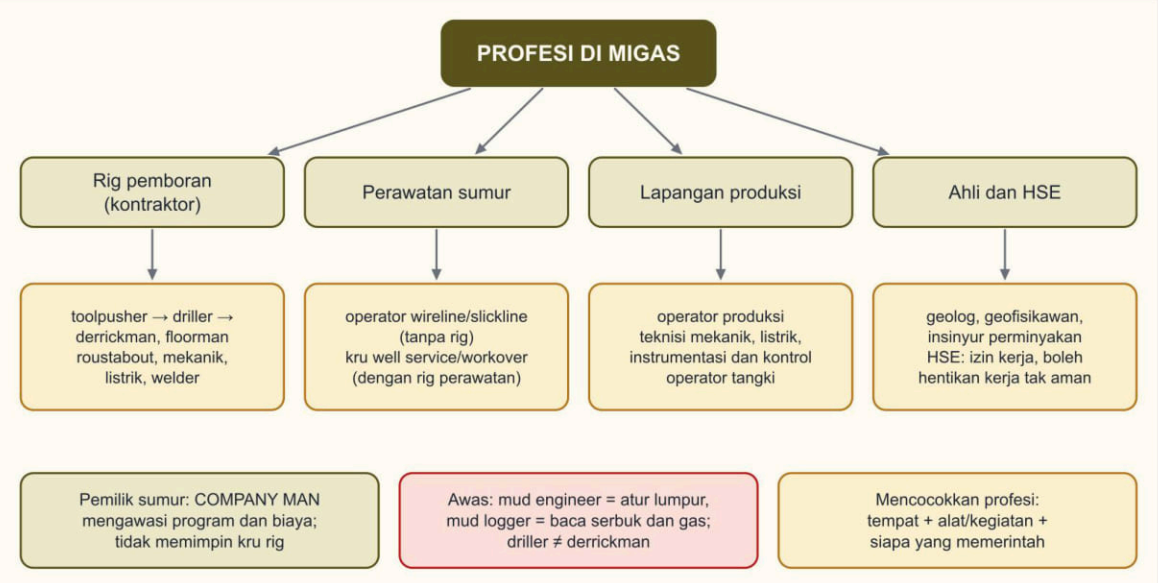
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Dua perusahaan:** pemilik sumur (company man) dan kontraktor pemboran (toolpusher dan seluruh kru rig). Perusahaan jasa khusus datang sesuai kebutuhan.
- **Garis perintah rig:** toolpusher → driller → derrickman dan floorman. Company man mengawasi program, tidak memimpin kru.
- **Driller:** mengoperasikan drawworks, memimpin satu giliran. **Derrickman:** papan monyet, ujung atas pipa. **Floorman:** baji dan kunci pipa. **Roustabout:** pekerja umum.
- **Mud engineer** mengatur sifat lumpur; **mud logger** mencatat serbuk bor dan gas.
- **Wireline/slickline:** kawat dari unit di permukaan, tanpa rig. **Well service/workover:** rig perawatan.
- **Lapangan produksi:** operator produksi, teknisi mekanik, listrik, instrumentasi dan kontrol.
- **HSE:** izin kerja, aturan keselamatan, berwenang menghentikan pekerjaan tidak aman.
- **Pencocokan:** tempat + alat/kegiatan + siapa yang memerintah. Sertifikat makin ketat untuk pekerjaan makin berbahaya.
- **Komunikasi:** serah terima giliran, rapat singkat sebelum kerja, dan laporan harian menjaga pekerjaan dan keselamatan tidak terputus.

Gambar 1.8 merangkum semuanya dalam satu peta.



Gambar 1.8 Peta konsep profesi di industri perminyakan. 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 profesi:

1. **Cari kegiatan inti dalam cerita** (mengoperasikan drawworks, mengatur ujung pipa, membaca serbuk bor, menurunkan kawat baja).
2. **Tandai tempat dan alat** (lantai bor, papan monyet, ruang kendali, stasiun pengumpul, unit kawat).
3. **Tandai siapa yang memerintah atau membayar** (pemilik sumur atau kontraktor).
4. **Cocokkan dengan Gambar 1.6** dan coret profesi yang tempat atau alatnya tidak sesuai.
5. Untuk soal minat dan kemampuan, **cocokkan syarat kerja fisik, ketelitian, dan sertifikat** dengan profil orangnya.

Jebakan khas pada soal ini:

- **Driller dan derrickman tertukar.** Yang mengoperasikan drawworks dan memimpin satu giliran adalah driller; yang bekerja di papan monyet adalah derrickman.
- **Mud engineer dan mud logger tertukar.** Pengatur campuran lumpur lain dengan pencatat serbuk dan gas.
- **Company man dianggap mengatur kru rig** atau disamakan dengan toolpusher.
- **Toolpusher dianggap bekerja untuk pemilik sumur**, padahal ia pegawai kontraktor pemboran.
- **Driller dianggap mengatur seluruh kru lintas giliran.**
- **Pekerjaan kawat baja di dalam tubing dianggap pekerjaan kru rig pemboran.**
- **HSE dianggap boleh menggantikan pengawas pekerjaan**, atau dianggap hanya "pencatat".
- **Memilih profesi dari satu minat saja** tanpa memeriksa syarat fisik dan sertifikatnya.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menguji pencocokan profesi dengan tugas yang diuraikan lewat kegiatannya. Pakailah Gambar 1.6: temukan dulu kegiatan inti dan tempatnya, lalu pasangkan dengan profesi yang tepat.

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

►. Pada shift malam di stasiun pengumpul Seruni (2027), katup pengatur level separator tidak bergerak walaupun pengendali di ruang kontrol mengirim sinyal membuka. Operator produksi sudah memeriksa bahwa tekanan udara instrumen normal, separator tidak bocor, dan katup tidak terganjal benda dari luar. Ia curiga ada masalah pada pemosisi (*positioner*) katup atau kabel sinyalnya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Petugas yang paling tepat dipanggil adalah ....

A. Mud logger dari kontraktor pemboran
B. Teknisi mekanik perawatan pompa
C. Petugas HSE yang berjaga di lokasi
D. Teknisi instrumentasi dan kontrol
E. Operator well service (kerja ulang)

Pembahasan **Kunci: D**

Konsep: Di lapangan produksi ada pembagian keahlian: operator produksi menjalankan fasilitas, teknisi instrumen menangani alat ukur, pengendali, sinyal, dan katup kontrol, teknisi mekanik menangani mesin dan pompa, dan operator well service bekerja di dalam sumur.

Langkah:
1. Udara instrumen normal dan katup tidak terganjal → bukan masalah utilitas atau mekanik luar.
2. Dugaan: positioner atau kabel sinyal → bagian sistem instrumen dan kontrol.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Mud logger bekerja di rig pemboran mencatat serbuk bor dan gas.
• **B.** ✗ Jebakan: katup memang alat mekanik, tetapi dugaan masalahnya pada positioner dan sinyal, bukan pada pompa.
• **C.** ✗ Petugas HSE mengawasi keselamatan, tidak memperbaiki instrumen.
• **D.** ✓ Positioner dan sinyal kontrol adalah bidang teknisi instrumentasi.
• **E.** ✗ Operator well service menangani pekerjaan di dalam sumur, bukan katup separator.

Jawaban: D.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk setiap soal, tulis dulu tempat, alat, dan siapa yang memerintah, lalu pilih profesinya.

1. Laporan harian Rig-09 (2027) mencatat lima kegiatan: (1) seorang pekerja di papan setinggi 27 m mengatur ujung pipa saat rangkaian dicabut; (2) dua pekerja di lantai bor memasang baji dan kunci pipa; (3) satu orang mengoperasikan *drawworks* sambil mengawasi kru lantai bor; (4) seorang petugas mengambil serbuk bor di *shale shaker* untuk dicatat jenis batuan dan kadar gasnya; (5) perwakilan perusahaan pemilik sumur memeriksa kemajuan kerja terhadap program pemboran.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

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

Pernyataan yang tepat tentang profesi para pekerja itu adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Kegiatan (4) dikerjakan driller karena ia yang mengendalikan sirkulasi lumpur.
☐ B. Kegiatan (1) dikerjakan derrickman, yang juga biasa memantau lumpur dan pompa.
☐ C. Kegiatan (3) dikerjakan driller yang memimpin kru di lantai bor.
☐ D. Perwakilan pada kegiatan (5) disebut toolpusher karena mengawasi seluruh rig.
☐ E. Pekerja pada kegiatan (2) adalah floorman (roughneck) di bawah arahan driller.

Kunci singkat: 1. B, C, E

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa company man tidak boleh mengatur kru yang sakit di sebuah rig, dan siapa yang berwenang?
- Apa perbedaan tugas mud engineer dengan mud logger, dan petunjuk apa dalam cerita yang membedakannya?
- **Yang harus kuingat:** dua garis kerja (pemilik sumur dan kontraktor); toolpusher → driller → derrickman dan floorman; mud engineer mengatur lumpur, mud logger mencatat serbuk dan gas; slickline bekerja tanpa rig; instrumentasi merawat sinyal dan pemosisi; HSE menjaga izin kerja dan keselamatan; mencocokkan = tempat + alat + siapa yang memerintah.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 1.2: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

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

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

Sub bab 1.3 · Kewirausahaan dan usaha pendukung migas

SMKTPER-1.3

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi Teknik Perminyakan meminta kamu **menganalisis konsep dasar kewirausahaan** dan **mengevaluasi jenis pekerjaan serta bidang usaha pendukung migas**. Ini kompetensi pada level penalaran. Soal tidak bertanya "apa pengertian wirausaha?". Soal akan menceritakan seorang alumni SMK yang membuka usaha jasa untuk kontraktor migas, lalu memintamu **menghitung harga jasa, memilih layanan yang paling menguntungkan saat waktu terbatas, menentukan lama balik modal sebuah sertifikasi, menilai tambahan armada, atau memilih strategi menjaga pelanggan**. Kata kunci soal seperti ini adalah **laba, bukan pendapatan**, **laba per jam** (bila waktu terbatas), **semua komponen biaya** dan **syarat mutu serta keselamatan dari pelanggan**.

Bentuknya bisa pilihan ganda biasa, pilihan ganda kompleks (beberapa strategi yang tepat), atau Benar/Salah tentang sebuah keputusan usaha. Sebagian besar hitungannya hanya aritmetika, tetapi satu komponen biaya yang terlewat atau satu persen yang dihitung dari dasar yang salah sudah cukup untuk menjatuhkan jawabanmu.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menyebut ciri wirausaha dan contoh usaha pendukung migas yang cocok dengan keahlian lulusan SMK;
- menjelaskan mengapa mutu, keselamatan, dan kepercayaan menjadi modal utama usaha jasa migas;
- membedakan biaya tetap dan biaya variabel, lalu menghitung harga jasa dengan laba persen yang ditetapkan;
- memilih layanan yang paling menguntungkan ketika waktu atau kapasitas terbatas;
- menghitung titik impas dan lama balik modal secara sederhana;
- menilai keputusan perluasan usaha dan strategi menjaga pelanggan.

◆ KONSEP INTI

Industri migas tidak hanya membutuhkan orang yang bekerja di rig dan kilang. Di sekelilingnya tumbuh banyak usaha kecil dan menengah yang menjual jasa dan barang kepada perusahaan migas: bengkel, katering, angkutan, kalibrasi alat ukur, pengelasan, penyewaan alat, pelatihan K3, dan pengelolaan limbah. Seorang lulusan SMK Teknik Perminyakan bisa menjadi pekerja, tetapi bisa juga menjadi **wirausaha**, yaitu orang yang membuka usaha sendiri, menanggung risikonya, dan berusaha mendapat laba dari usaha itu. Sub bab ini menjelaskan cara berpikir wirausaha di bidang migas, dari mengenali peluang sampai menghitung laba dan menilai

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

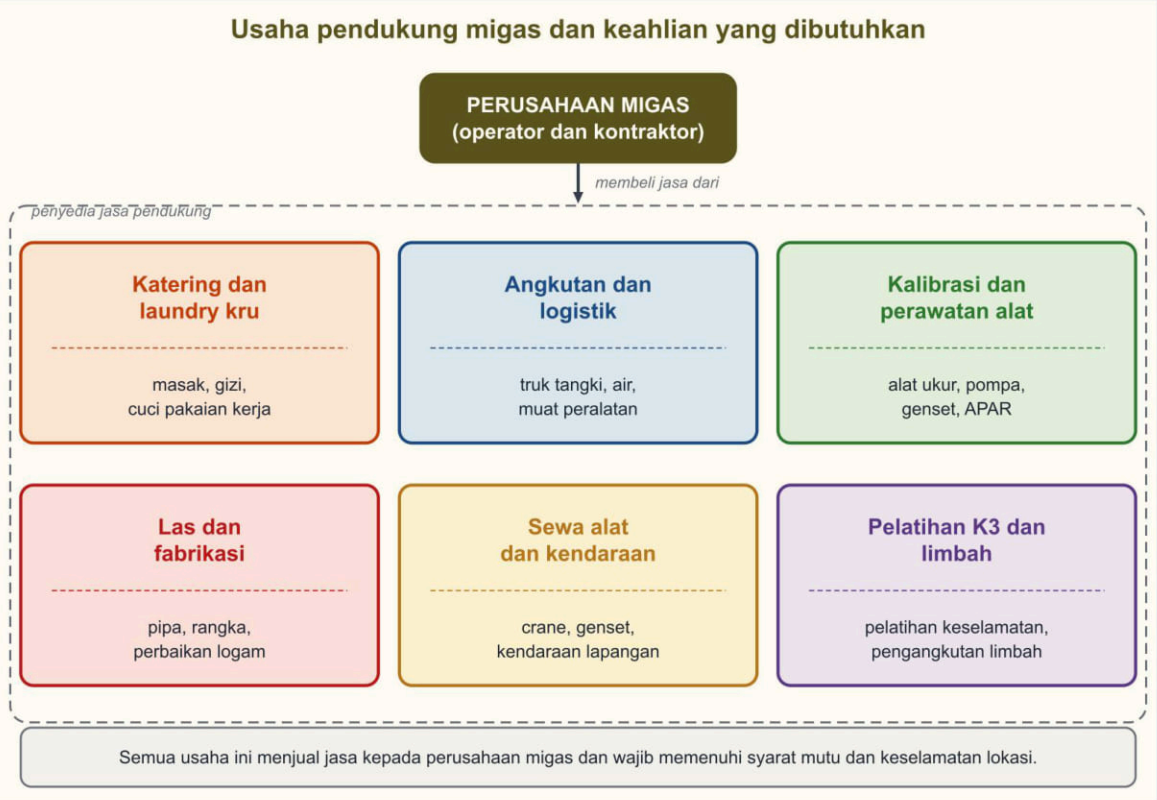
keputusan.

1. Ciri wirausaha dan peluang usaha pendukung migas

Wirausaha yang berhasil biasanya memiliki beberapa ciri.

- **Jeli melihat kebutuhan.** Ia mengamati apa yang dibutuhkan pelanggan dan belum tersedia, misalnya kontraktor rig kecil yang tidak punya teknisi kalibrasi sendiri.
- **Berani menanggung risiko yang dihitung.** Ia mau memakai modal, tetapi memeriksa dulu hitungannya.
- **Disiplin pada mutu dan waktu.** Pelanggan migas tidak menoleransi hasil kerja yang membahayakan atau terlambat.
- **Mau belajar dan mengurus sertifikat** yang dibutuhkan pekerjaannya.
- **Jujur dan menjaga hubungan** dengan pelanggan, pegawai, dan pemasok.

Gambar 1.9 memetakan bidang usaha pendukung migas dan keahlian yang dibutuhkan.



Gambar 1.9 Contoh usaha pendukung migas. Setiap bidang bisa dirintis dari keahlian lulusan SMK. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Ingat bahwa **usaha pendukung bukan usaha migas inti.** Pemilik katering untuk kru rig tidak mengebor sumur; ia menjual makanan. Pemilik bengkel kalibrasi tidak memproduksi minyak; ia menjual jaminan bahwa alat ukur menunjukkan angka yang benar. Meskipun begitu, ia bekerja di lingkungan yang sangat berbahaya, sehingga syarat keselamatan dan mutunya ketat. Kisi-kisi resmi membatasi bagian ini pada konsep dasar: kamu tidak perlu menyusun rencana bisnis profesional atau studi kelayakan lengkap.

2. Modal utama: mutu, keselamatan, dan kepercayaan

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

Perusahaan migas umumnya mewajibkan penyedia jasa memenuhi syarat keselamatan dan mutu sebelum diberi pekerjaan, dan mencatat rekam jejaknya. Karena itu tiga hal berikut menentukan apakah usaha jasa bertahan.

1. **Mutu hasil kerja.** Alat ukur yang dikalibrasi sembarangan dapat menyebabkan keputusan salah di lapangan. Pelanggan yang pernah dirugikan akan berhenti memakai jasa itu.
2. **Keselamatan kerja.** Pekerja yang masuk lokasi migas wajib memenuhi aturan keselamatan lokasi. Usaha yang menyuruh pekerjanya melanggar aturan dapat dicoret dari daftar penyedia jasa, selain membahayakan nyawa.
3. **Kepercayaan.** Pelanggan mempercayakan pekerjaan penting kepada usaha yang tepat waktu, jujur melaporkan masalah, dan mengikuti petunjuk pabrik atau prosedur.

Contoh nyata dari kasus soal: seorang pengusaha jasa cuci pakaian kerja tahan api mendapat keluhan karena cucian terlambat dan lapisan tahan api rusak oleh pemutih yang dilarang pabrik. Strategi yang tepat adalah **memperbaiki penyebab** (mencuci sesuai petunjuk pabrik, menjadwalkan ambil dan antar secara tetap, memeriksa hasil, dan melapor jujur), bukan hanya memberi potongan harga atau mengganti merek pemutih. Potongan harga tidak memulihkan pakaian yang sudah rusak, dan pemutih jenis apa pun yang dilarang tetap melanggar petunjuk.

3. Biaya, pendapatan, dan laba

Tiga istilah ini sering dicampur, padahal artinya berbeda.

- **Pendapatan (omzet)** adalah seluruh uang yang diterima dari penjualan jasa atau barang.
- **Biaya** adalah seluruh uang yang dikeluarkan untuk menghasilkan jasa atau barang itu.
- **Laba** adalah pendapatan dikurangi biaya.

Laba = pendapatan − biaya. Usaha yang pendapatannya besar bisa saja labanya kecil atau bahkan rugi bila biayanya lebih besar. Itulah sebabnya soal selalu menanyakan laba, bukan pendapatan.

Biaya dibagi dua jenis menurut perilakunya.

Jenis biaya	Arti	Contoh pada usaha jasa migas
Biaya tetap	jumlahnya sama walaupun jumlah pekerjaan berubah	sewa bengkel per bulan, gaji teknisi tetap, cicilan alat, asuransi
Biaya variabel	berubah menurut jumlah pekerjaan	suku cadang, bahan kimia, bahan bakar per perjalanan, upah per jam, ongkos antar

Satu komponen biaya yang terlewat membuat harga jasa terlalu murah dan laba berubah menjadi rugi. Karena itu teknik menghitung yang aman adalah **membuat daftar semua komponen biaya lebih dulu**. Gambar 1.10 menunjukkan contoh rincian biaya satu pekerjaan.

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

Rincian biaya satu pekerjaan: kalibrasi transmitter suhu

Dokumen fiktif, Kalibrasi Lintang, 2027

Komponen biaya	Perhitungan	Jumlah
Bahan kalibrasi	1 paket	Rp85.000
Upah teknisi	2 jam × Rp40.000	Rp80.000
Transport ke lokasi	1 kali	Rp135.000
BIAYA TOTAL		**Rp300.000**
Laba 30 % dari biaya	30 % × Rp300.000	Rp90.000
HARGA JASA PER UNIT	biaya + laba	**Rp390.000**

Jebakan: bila transport terlewat, biaya hanya Rp165.000 dan harga Rp214.500, sehingga usaha rugi Rp85.500 setiap unit.

Gambar 1.10 Rincian biaya satu pekerjaan kalibrasi dan penetapan harga dengan laba persen dari biaya (dokumen fiktif). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

4. Menetapkan harga jasa dengan laba persen

Cara paling umum menetapkan harga jasa adalah **biaya ditambah laba persen**.

Harga jasa = biaya total + (laba persen × biaya total), atau **harga = biaya × (1 + laba persen)**.

Perhatikan kata "dari apa". Bila soal menyebut "laba 25 % **dari biaya**", maka laba = 25 % × biaya. Bila soal menyebut "laba 25 % **dari harga jual**", hitungannya berbeda: harga = biaya ÷ (1 − 0,25). Selisihnya cukup besar. Untuk biaya Rp300.000, laba 25 % dari biaya menghasilkan harga Rp375.000, sedangkan laba 25 % dari harga menghasilkan harga Rp400.000. Baca teks soal dengan teliti, dan jangan menukar dasar perhitungannya.

Urutan hitung yang aman:

1. Daftar semua komponen biaya untuk **satu** unit pekerjaan.
2. Jumlahkan menjadi **biaya total** per unit.
3. Hitung laba persen dari dasar yang disebut soal.
4. Jumlahkan biaya dan laba menjadi harga.
5. Bulatkan sesuai aturan soal (bila diminta).

5. Waktu atau kapasitas terbatas: pilih laba per jam

Kadang pesanan lebih banyak daripada waktu yang tersedia. Seorang pengusaha dengan satu teknisi yang bekerja 40 jam per minggu hanya dapat mengerjakan sejumlah pekerjaan. Agar laba maksimal, bukan layanan dengan **harga tertinggi** atau **laba per unit tertinggi** yang didahulukan, tetapi layanan dengan **laba per jam kerja** tertinggi, karena **jam teknisi adalah sumber daya yang terbatas**.

Laba per jam = laba per unit ÷ waktu yang dipakai per unit.

Layanan dengan laba per jam tertinggi dikerjakan sebanyak permintaannya, lalu layanan peringkat berikutnya, sampai jam habis. Bila masih ada sisa jam yang tidak cukup untuk layanan berikutnya, periksa apakah kombinasi lain memberi hasil lebih besar. Pada soal sederhana, urutan laba per jam hampir selalu memberi jawaban yang tepat. Contoh 2 di bawah menunjukkan caranya.

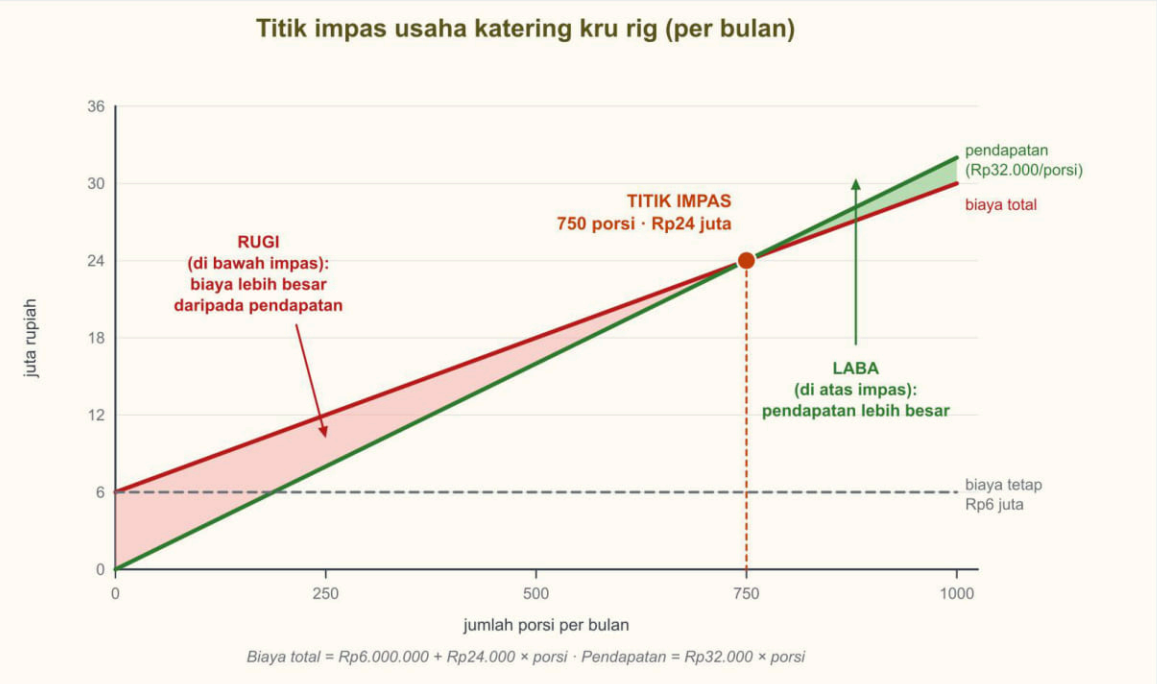
6. Titik impas dan balik modal

Titik impas adalah keadaan ketika pendapatan sama dengan biaya total, sehingga laba nol. Jumlah pekerjaan di titik impas adalah:

Jumlah impas = biaya tetap ÷ (harga per unit − biaya variabel per unit).

Selisih harga dan biaya variabel disebut **laba kontribusi per unit**, yaitu sumbangan tiap unit untuk menutup biaya tetap. Pekerjaan di bawah jumlah impas membuat rugi; di atasnya membuat laba. Gambar 1.11 menunjukkan garis pendapatan dan garis biaya yang berpotongan di titik impas.

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



Gambar 1.11 Titik impas usaha katering untuk kru rig dengan biaya tetap Rp6.000.000 per bulan (hitungan Contoh 4). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Lama balik modal dipakai untuk menilai sebuah investasi, misalnya biaya sertifikasi atau membeli alat. Hitungannya:

Lama balik modal = total biaya investasi ÷ tambahan laba per bulan.

"Total biaya investasi" harus mencakup **semua** yang hilang atau dikeluarkan, termasuk laba yang hilang selama masa pelatihan bila usaha harus tutup. Bila hasil bagi tidak bulat, **bulatkan ke atas**, karena modal baru kembali penuh pada akhir bulan itu.

7. Menilai perluasan usaha

Pertanyaan khas: "Perlukah menambah armada atau alat untuk menerima pekerjaan baru?" Jawabannya ditentukan oleh **laba tambahan**, bukan oleh pendapatan tambahan.

Laba tambahan = laba dari pekerjaan baru − biaya tambahan yang muncul.

Pekerjaan baru yang menghasilkan pendapatan besar bisa saja menurunkan laba bila biaya sewa, asuransi, dan upah tambahan lebih besar. Pertimbangkan juga hal yang tidak berupa uang: apakah usaha sanggup menjaga mutu dan jadwal pelanggan lama, apakah syarat keselamatan terpenuhi, dan apakah usaha terlalu bergantung pada satu pelanggan. Pelanggan tunggal yang berhenti memesan dapat menjatuhkan usaha.

8. Memilih strategi memperbaiki usaha

Bila pelanggan mengeluh, cari **sebab** keluhannya lebih dulu, lalu pilih langkah yang memperbaiki sebab itu. Langkah yang hanya menutupi gejala (potongan harga, permintaan maaf tanpa perbaikan) tidak menyelesaikan masalah. Langkah yang tepat biasanya memuat tiga unsur: **mengikuti prosedur atau petunjuk pabrik, menjadwalkan pekerjaan secara tertib, dan memeriksa serta melaporkan hasil secara jujur.**

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

9. Memilih kontrak ketika kapasitas terbatas

Usaha jasa migas sering menerima tawaran **kontrak**, yaitu kesepakatan tertulis untuk melayani pelanggan dalam jangka waktu tertentu dengan jumlah, harga, dan syarat yang disepakati. Dapur katering, truk, atau bengkel hanya mampu melayani sampai batas tertentu, sehingga pemilik harus memilih kontrak mana yang diambil. Gunakan **laba per kontrak**, bukan pendapatan per kontrak.

Laba kontrak per hari = jumlah unit × (harga − biaya variabel per unit) − biaya tetap kontrak per hari.

Biaya tetap kontrak, misalnya biaya antar ke lokasi yang jauh, bisa membuat kontrak yang tampak besar menjadi kurang menguntungkan. Periksa tiga hal berurutan: **(1)** apakah kapasitas cukup untuk kontrak itu (jumlah unit dan jadwalnya), **(2)** berapa laba per hari setelah semua biaya, dan **(3)** apakah kontrak itu mungkin diambil bersama kontrak lain tanpa melebihi kapasitas. Bila dua kontrak tidak bisa diambil sekaligus karena kapasitas, bandingkan labanya. Jangan memilih "kedua-duanya supaya pendapatan maksimal" bila kapasitas tidak cukup, sebab pekerjaan yang melebihi kapasitas membuat mutu dan ketepatan waktu turun.

10. Kontrak, penagihan, dan arus kas

Tiga hal praktis lain sering muncul dalam kasus usaha jasa.

- **Penagihan.** Pelanggan besar biasanya membayar sesudah pekerjaan selesai dan tagihan diperiksa, kadang 30 hari atau lebih kemudian. Selama menunggu, usaha tetap harus membayar upah, bahan, dan sewa. Karena itu usaha butuh **modal kerja** yang cukup, yaitu uang tunai untuk membiayai kegiatan sebelum pembayaran masuk. Usaha yang untung di kertas tetap bisa macet bila uang tunainya habis.
- **Arus kas.** Catat uang masuk dan uang keluar secara rutin, bahkan dengan buku sederhana. Catatan itu membantu menghitung laba, mengetahui komponen biaya yang terlewat, dan menolak pekerjaan yang ternyata merugikan.
- **Ketergantungan pada satu pelanggan.** Bila sebagian besar pendapatan berasal dari satu kontraktor, perubahan jadwal atau berhentinya kontrak itu langsung mengguncang usaha. Cara mengurangi risikonya adalah mencari pelanggan lain dan menjaga mutu bagi semuanya.

Kisi-kisi resmi tidak menuntut laporan keuangan lengkap atau analisis bisnis mendalam. Namun, kamu harus terbiasa memikirkan **uang masuk, uang keluar, dan kapasitas** sebelum menerima sebuah pekerjaan.

▣ CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Menetapkan harga jasa kalibrasi dengan laba persen

Bengkel fiktif Kalibrasi Lintang akan mengerjakan kalibrasi satu transmitter suhu untuk kontraktor migas kecil (2027). Biaya satu unit: bahan kalibrasi Rp85.000; upah teknisi 2 jam

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

dengan upah Rp40.000 per jam; transport ke lokasi Rp135.000. Pemilik menetapkan laba 30 % dari biaya. Berapa harga jasa per unit? *Kasus disusun untuk contoh; bengkel dan tokoh fiktif.*

1. **Daftar komponen biaya:** bahan Rp85.000; upah 2 × Rp40.000 = Rp80.000; transport Rp135.000.
2. **Biaya total:** 85.000 + 80.000 + 135.000 = **Rp300.000**.
3. **Laba:** 30 % × 300.000 = Rp90.000 (dasarnya biaya, sesuai soal).
4. **Harga:** 300.000 + 90.000 = **Rp390.000**.
5. **Periksa jebakan:** bila laba 30 % dihitung dari harga, hasilnya 300.000 ÷ 0,7 ≈ Rp428.571, jadi dasar perhitungan harus sesuai soal; bila transport dilupakan, harga menjadi hanya Rp214.500 dan usaha rugi.

Contoh 2 — Memilih layanan dengan laba per jam tertinggi

Pengusaha fiktif Dewi punya satu teknisi dengan waktu 40 jam per minggu. Pesanan minggu depan dan data layanannya:

Layanan	Laba per unit	Waktu per unit	Pesanan maksimal
A: perawatan pompa kecil	Rp200.000	4 jam	7 unit
B: pemeriksaan APAR	Rp60.000	1 jam	12 unit
C: servis genset	Rp360.000	8 jam	3 unit

Layanan apa yang didahulukan dan berapa laba maksimal minggu itu? *Kasus disusun untuk contoh; tokoh dan data fiktif.*

1. **Hitung laba per jam:** A = 200.000 ÷ 4 = Rp50.000; B = 60.000 ÷ 1 = Rp60.000; C = 360.000 ÷ 8 = Rp45.000.
2. **Urutkan:** B (Rp60.000) → A (Rp50.000) → C (Rp45.000).
3. **Isi jam:** B semua 12 unit memakai 12 jam; sisa 28 jam. A semua 7 unit memakai 28 jam; sisa 0. C tidak sempat.
4. **Hitung laba:** 12 × 60.000 = 720.000; 7 × 200.000 = 1.400.000; total **Rp2.120.000**.
5. **Periksa kombinasi lain:** menukar sebagian A dengan C atau mengambil kombinasi lain memberi laba lebih kecil (misalnya 5 A + 12 B + 1 C = Rp2.080.000). Urutan laba per jam benar.

Jawaban: dahulukan **B, lalu A**, dengan laba maksimal **Rp2.120.000**. Layanan C yang labanya per unit paling besar justru tidak diambil.

Contoh 3 — Lama balik modal investasi sertifikasi

Pemilik bengkel las fiktif Cahya harus mengikuti sertifikasi juru las pipa seharga Rp15.000.000. Selama pelatihan satu bulan, bengkelnya tutup sehingga ia kehilangan laba biasa Rp2.500.000. Setelah bersertifikat, labanya bertambah Rp4.000.000 per bulan dari pekerjaan pipa. Berapa bulan, setelah bengkel buka kembali, agar seluruh biaya tertutup? *Kasus disusun untuk contoh; tokoh dan bengkel fiktif.*

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

1. **Total investasi:** biaya sertifikasi + laba yang hilang = 15.000.000 + 2.500.000 = **Rp17.500.000**.
2. **Hitung lama:** 17.500.000 ÷ 4.000.000 = 4,375 bulan.
3. **Bulatkan ke atas:** modal baru tertutup penuh pada akhir bulan ke-**5**.

Jawaban: **5 bulan**. Bila laba yang hilang dilupakan, hasilnya 3,75 bulan atau 4 bulan, yaitu jawaban pengecoh.

Contoh 4 — Menghitung titik impas dan menilai sebuah kontrak

Usaha katering fiktif Bu Sari melayani kru rig (2027). Biaya tetap per bulan (sewa dapur dan gaji tetap) Rp6.000.000. Harga jual Rp32.000 per porsi dan biaya variabel Rp24.000 per porsi. Berapa porsi per bulan agar impas, dan apa untung rugi bila kontrak 40 porsi per hari selama 25 hari per bulan? *Kasus disusun untuk contoh; tokoh dan data fiktif.*

1. **Laba kontribusi per porsi:** 32.000 − 24.000 = Rp8.000.
2. **Jumlah impas:** 6.000.000 ÷ 8.000 = **750 porsi** per bulan.
3. **Jumlah kontrak:** 40 × 25 = 1.000 porsi per bulan, lebih besar dari 750, jadi usaha untung.
4. **Laba bulanan:** (1.000 × 8.000) − 6.000.000 = **Rp2.000.000**.

Jawaban: titik impas **750 porsi**; kontrak itu **menguntungkan** dengan laba Rp2.000.000 per bulan. Bila kontrak hanya 600 porsi, labanya 600 × 8.000 − 6.000.000 = −Rp1.200.000, yaitu rugi.

Contoh 5 — Memilih satu dari dua kontrak katering

Dapur fiktif Bu Mira hanya mampu menyiapkan 160 porsi per hari. Ia menerima dua tawaran dan tidak bisa mengambil keduanya sekaligus karena jumlahnya 200 porsi. Kontrak X: 120 porsi per hari, harga Rp40.000 per porsi, biaya bahan dan tenaga Rp31.000 per porsi, biaya antar Rp450.000 per hari. Kontrak Y: 80 porsi per hari, harga Rp46.000 per porsi, biaya bahan dan tenaga Rp33.000 per porsi, biaya antar Rp120.000 per hari. Kontrak mana yang dipilih? *Kasus disusun untuk contoh; tokoh dan data fiktif.*

1. **Periksa kapasitas.** X = 120 porsi dan Y = 80 porsi, masing-masing di bawah 160, sehingga keduanya boleh diambil satu per satu; jumlah keduanya 200 melebihi kapasitas.
2. **Laba kontrak X:** 120 × (40.000 − 31.000) − 450.000 = 120 × 9.000 − 450.000 = 1.080.000 − 450.000 = **Rp630.000** per hari.
3. **Laba kontrak Y:** 80 × (46.000 − 33.000) − 120.000 = 80 × 13.000 − 120.000 = 1.040.000 − 120.000 = **Rp920.000** per hari.
4. **Bandingkan pendapatan hanya sebagai pembanding:** X = 120 × 40.000 = Rp4.800.000; Y = 80 × 46.000 = Rp3.680.000. Pendapatan X lebih besar, tetapi labanya lebih kecil.

Jawaban: pilih **kontrak Y** dengan laba Rp920.000 per hari, walaupun pendapatannya lebih kecil. Penyebabnya, kontrak X memberi laba kontribusi lebih kecil per porsi dan menanggung biaya antar yang jauh lebih besar.

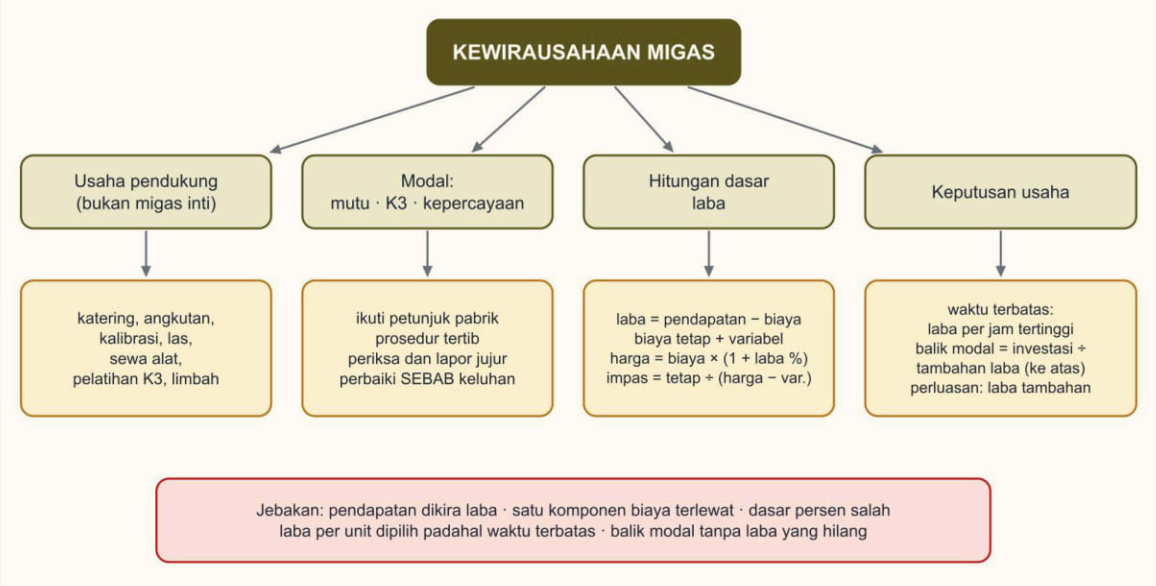
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Usaha pendukung migas:** bengkel, katering, angkutan, kalibrasi, las, sewa alat, pelatihan K3, pengelolaan limbah. Modal utamanya mutu, keselamatan, dan kepercayaan.
- **Laba = pendapatan – biaya.** Soal menanyakan laba, bukan pendapatan.
- **Biaya tetap** (sewa, gaji tetap) dan **biaya variabel** (bahan, bahan bakar, upah per jam); **semua komponen** harus masuk.
- **Harga = biaya × (1 + laba %)**; periksa dasarnya: laba dari biaya atau dari harga.
- **Waktu terbatas:** dahulukan **laba per jam** tertinggi.
- **Impas = biaya tetap ÷ (harga – biaya variabel per unit).**
- **Balik modal = total investasi (termasuk laba yang hilang) ÷ tambahan laba per bulan**, dibulatkan ke atas.
- **Perluasan:** nilai **laba tambahan** setelah biaya tambahan, bukan pendapatan tambahan.
- **Kontrak:** laba per hari = unit × (harga − biaya variabel) − biaya tetap kontrak; periksa kapasitas; pilih laba, bukan pendapatan.
- **Uang tunai:** pelanggan besar membayar belakangan, jadi usaha butuh modal kerja; jangan bergantung pada satu pelanggan.
- **Perbaiki sebab**, bukan gejala keluhan.

Gambar 1.12 merangkum semuanya dalam satu peta.



Gambar 1.12 Peta konsep kewirausahaan dan usaha pendukung migas. 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 kewirausahaan:

1. **Tentukan yang ditanyakan:** harga, layanan prioritas, balik modal, impas, atau strategi.
2. **Daftar semua angka dan satuan**, lalu tandai komponen biaya yang mudah terlewat (transport, upah, laba yang hilang, ongkos antar).
3. **Pilih rumus yang cocok** (Gambar 1.10 dan 1.11 serta bagian 4–6) dan tulis tiap langkah.
4. **Periksa dasar persen** ("dari biaya" atau "dari harga").
5. **Cocokkan dengan opsi**; angka pengecoh sengaja dibuat dari kesalahan umum.
6. Untuk soal strategi, **cari sebab masalah** dan pilih langkah yang memperbaikinya.

Jebakan khas pada soal ini:

- **Memilih layanan dari harga tertinggi atau laba per unit tertinggi**, padahal waktu terbatas menuntut laba per jam.
- **Memilih kontrak dari pendapatan terbesar**, padahal laba setelah biaya antar dan biaya variabel bisa lebih kecil.
- **Satu komponen biaya terlewat** (transport, laba yang hilang saat pelatihan).
- **Laba dihitung dari harga** padahal soal menyebut dari biaya, atau sebaliknya.
- **Balik modal dibulatkan ke bawah** atau tidak memasukkan laba yang hilang.
- **Menambah armada karena pendapatan tambahan besar**, tanpa mengurangkan sewa dan asuransi.
- **Potongan harga dianggap menyelesaikan keluhan mutu.**
- **Menerima pekerjaan tanpa syarat keselamatan** atau tanpa kapasitas.

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menguji pemilihan layanan saat waktu teknisi terbatas. Hitung laba per jam tiap layanan dahulu, lalu bandingkan dengan opsi.

►. Nanda, alumni SMK Perminyakan, membuka jasa kalibrasi alat ukur untuk kontraktor migas kecil (2027). Ia hanya punya satu teknisi dengan waktu kerja 40 jam per minggu, sedangkan pesanan minggu depan melebihi waktu itu. Data layanannya:

Layanan	Harga per unit	Laba per unit	Waktu teknisi per unit
Kalibrasi *pressure gauge*	Rp120.000	Rp50.000	1 jam
Kalibrasi detektor gas	Rp250.000	Rp60.000	1 jam
Kalibrasi *transmitter* tekanan	Rp400.000	Rp150.000	3 jam

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

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

Agar laba minggu itu sebesar mungkin, layanan yang sebaiknya didahulukan adalah ....

A. Detektor gas, karena laba per jam teknisinya paling besar
B. Transmitter, karena laba yang didapat per unitnya paling besar
C. Pressure gauge, karena persentase labanya terhadap harga terbesar
D. Transmitter, karena harga jual per unitnya paling tinggi
E. Pressure gauge, karena harga jual per unitnya paling rendah

Pembahasan **Kunci: A**

Konsep: Bila satu sumber daya terbatas (di sini jam kerja teknisi), prioritas diberikan kepada produk yang memberi laba paling besar untuk setiap satuan sumber daya itu.

Langkah:

1. Laba per unit dari tabel: gauge Rp50.000; detektor Rp60.000; transmitter Rp150.000.
2. Laba per jam: gauge 50.000 : 1 = Rp50.000; detektor 60.000 : 1 = Rp60.000; transmitter 150.000 : 3 = Rp50.000.
3. Laba per jam terbesar: detektor gas.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Rp60.000 per jam, lebih besar dari dua layanan lain (Rp50.000 per jam).
- **B.** ✗ Jebakan: laba per unit memang terbesar (Rp150.000), tetapi memakan 3 jam sehingga hanya Rp50.000 per jam.
- **C.** ✗ Jebakan: persentase laba gauge 50/120 ≈ 42% memang tertinggi, tetapi yang terbatas adalah jam teknisi, bukan modal.
- **D.** ✗ Harga jual tinggi belum tentu memberi laba tinggi; biaya dan waktunya juga besar.
- **E.** ✗ Harga murah mungkin menarik pelanggan, tetapi tidak berarti laba per jam terbesar.

Jawaban: A.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Tulis semua komponen biaya dan satuannya lebih dulu, lalu hitung satu langkah demi satu langkah.

1. Usaha katering milik Bu Lestari menyediakan makan untuk kru rig (2027). Dapurnya hanya mampu menyiapkan 160 porsi per hari, sehingga ia harus memilih satu dari dua tawaran kontrak:

Data	Kontrak Rig-A	Kontrak Rig-B
Porsi per hari	150	90
Harga per porsi	Rp38.000	Rp45.000
Biaya bahan dan tenaga per porsi	Rp30.000	Rp32.000
Biaya antar per hari	Rp600.000	Rp150.000

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

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

A. Rig-A, karena pendapatan hariannya jauh lebih besar
B. Rig-B, karena laba harian setelah biaya antar lebih besar
C. Rig-A, karena total selisih harga dan biaya porsinya lebih besar
D. Rig-B, karena harga jual per porsinya lebih tinggi
E. Mengambil keduanya agar pendapatan harian maksimal

2. Rizky membuka jasa cuci *coverall* tahan api untuk kru rig (2027). Dua pelanggan besarnya mengeluh: cucian sering terlambat dua hari, dan beberapa *coverall* lapisan tahan apinya rusak setelah dicuci memakai pemutih. Petunjuk pabrik coverall melarang pemakaian pemutih jenis apa pun. Rizky menimbang beberapa strategi agar pelanggan tidak pindah.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Strategi yang tepat untuk usaha Rizky adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Mengganti pemutih dengan merek lain yang lebih lembut di kain.
☐ B. Mencuci sesuai petunjuk pabrik coverall agar sifat tahan apinya terjaga.
☐ C. Memberi potongan harga kepada pelanggan yang mengeluh tanpa mengubah proses.
☐ D. Membuat jadwal ambil dan antar tetap untuk setiap rig.
☐ E. Memeriksa lapisan tahan api setelah dicuci dan melaporkan coverall yang rusak kepada pelanggan.

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

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa usaha dengan pendapatan besar bisa tetap rugi, dan angka apa yang harus kamu periksa?
- Dalam soal harga jasa, apa bedanya "laba 25 % dari biaya" dengan "laba 25 % dari harga jual", dan mengapa itu penting?
- **Yang harus kuingat:** laba = pendapatan − biaya; semua komponen biaya masuk; harga = biaya × (1 + laba %); waktu terbatas → laba per jam; impas = biaya tetap ÷ (harga − biaya variabel); balik modal = investasi total ÷ tambahan laba per bulan, bulatkan ke atas; perluasan dinilai dari laba tambahan; keluhan diperbaiki dari sebabnya.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 1.3: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.
next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktper&node=SMKTPER-1.3

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

Sub bab 1.4 · Tantangan lingkungan dan energi lebih bersih dalam migas

SMKTPER-1.4

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi Teknik Perminyakan meminta kamu **menjelaskan tantangan lingkungan dan konsep energi lebih bersih dalam industri migas**, termasuk teknologi proses produksi yang lebih bersih. Soal tidak bertanya "apa itu energi bersih?". Soal akan menceritakan sebuah lapangan dengan masalah nyata, misalnya air terproduksi yang hampir meluap, gas yang dibakar di suar, uap yang lepas dari tangki, atau pipa bocor yang mengalirkan minyak ke parit, lalu memintamu **memilih penanganan yang paling tepat, menilai usulan menekan emisi, atau menentukan tindakan pertama**. Kata kunci soal seperti ini adalah **hentikan sumber dulu**, **kurangi sumber emisi sebelum menutupi dampaknya**, **manfaatkan, bukan buang**, dan **cocokkan cara dengan sifat limbahnya** (minyak, garam, gas, uap).

Bentuknya bisa pilihan ganda biasa atau pernyataan Benar/Salah tentang beberapa usulan. Pengecohnya biasanya tindakan yang "tampak peduli lingkungan" tetapi memindahkan masalah, misalnya membuang air ke sungai pada saat debit tinggi, atau membersihkan tanah tercemar sebelum sumber kebocoran dihentikan. Kisi-kisi membatasi bagian ini pada pemahaman: kamu tidak perlu menghitung emisi atau merancang sistem pengendali pencemaran.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menyebut dampak lingkungan utama pada tiap tahap kegiatan migas dan cara mengendalikannya;
- menjelaskan mengapa air terproduksi tidak boleh dibuang sembarangan dan cara penanganannya;
- membedakan pembakaran gas di suar dan pelepasan langsung ke udara, serta menjelaskan cara memanfaatkan gas ikutan;
- menilai usulan menekan emisi: mengurangi sumber, memakai energi lebih bersih, dan menangkap uap;
- mengurutkan tindakan tanggap tumpahan minyak dengan benar.

◆ KONSEP INTI

Migas memberi energi untuk kendaraan, listrik, dan industri, tetapi kegiatannya meninggalkan jejak pada lingkungan. Tanah, air, dan udara di sekitar lapangan bisa tercemar bila pengelolaannya lalai. Selain itu pembakaran bahan bakar fosil melepaskan gas rumah kaca yang

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

menjadi salah satu penyebab perubahan iklim. Karena itu industri migas dituntut bekerja **dengan dampak sekecil mungkin** dan bergerak ke arah **energi yang lebih bersih**. Sub bab ini menjelaskan tantangan itu dan langkah yang lazim ditempuh, dari lapangan produksi sampai tanggap darurat.

1. Dampak lingkungan sepanjang rantai kegiatan

Gambar 1.13 memetakan dampak yang mungkin muncul pada tiap tahap, beserta pengendaliannya.

Dampak lingkungan pada tiap tahap kegiatan migas

Tahap	Dampak yang mungkin muncul	Pengendalian
Survei dan pemboran	serbuk bor dan lumpur bekas bising, pembukaan lahan	wadah tertutup dan berlabel serahkan ke pengelola limbah berizin; pulihkan lahan
Produksi	air terproduksi (asin, berminyak) gas ikutan; uap tangki	pisah minyak, injeksi ulang air manfaatkan gas; penangkap uap
Mesin dan peralatan	asap genset diesel metana dari penggerak katup bergas	genset gas, surya, jaringan listrik penggerak listrik atau udara; efisiensi
Penyimpanan dan angkut	tumpahan, kebocoran pipa dan tangki	inspeksi rutin, katup pengaman tanggap tumpahan lima langkah
Penutupan	sumur tidak tersumbat, lahan rusak	sumbat permanen sesuai aturan pemulihan lahan

Urutan prinsip: kurangi atau hentikan sumber → manfaatkan → olah → buang aman sebagai pilihan terakhir.

Gambar 1.13 Dampak lingkungan dan pengendalian pada tiap tahap kegiatan migas. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Ringkasnya, ada **lima sumber dampak** yang paling sering muncul di soal.

1. **Air terproduksi**: air yang ikut keluar dari sumur bersama minyak dan gas.
2. **Limbah pemboran**: serbuk bor dan lumpur bekas.
3. **Gas ikutan**: gas yang ikut keluar bersama minyak, yang bila dibakar atau dilepas menambah emisi.
4. **Emisi mesin dan peralatan**: asap genset diesel, kendaraan, dan peralatan lain.
5. **Tumpahan dan kebocoran**: minyak atau bahan kimia yang keluar dari pipa, tangki, atau wadah.

Prinsip pengendaliannya selalu berurutan: **(1) kurangi atau hentikan sumbernya, (2) manfaatkan kembali, (3) olah agar aman, (4) buang secara aman dan sesuai aturan sebagai pilihan terakhir.** Pengendalian yang hanya memindahkan masalah ke tempat lain (misalnya membuang air ke sungai) tidak termasuk penanganan yang baik.

2. Air terproduksi

Hampir semua sumur minyak mengeluarkan air bersama minyaknya. Air ini disebut **air terproduksi** (*produced water*). Semakin tua lapangan, semakin banyak airnya; lapangan tua bisa menghasilkan air jauh lebih banyak daripada minyak. Air itu bukan air bersih. Ia mengandung

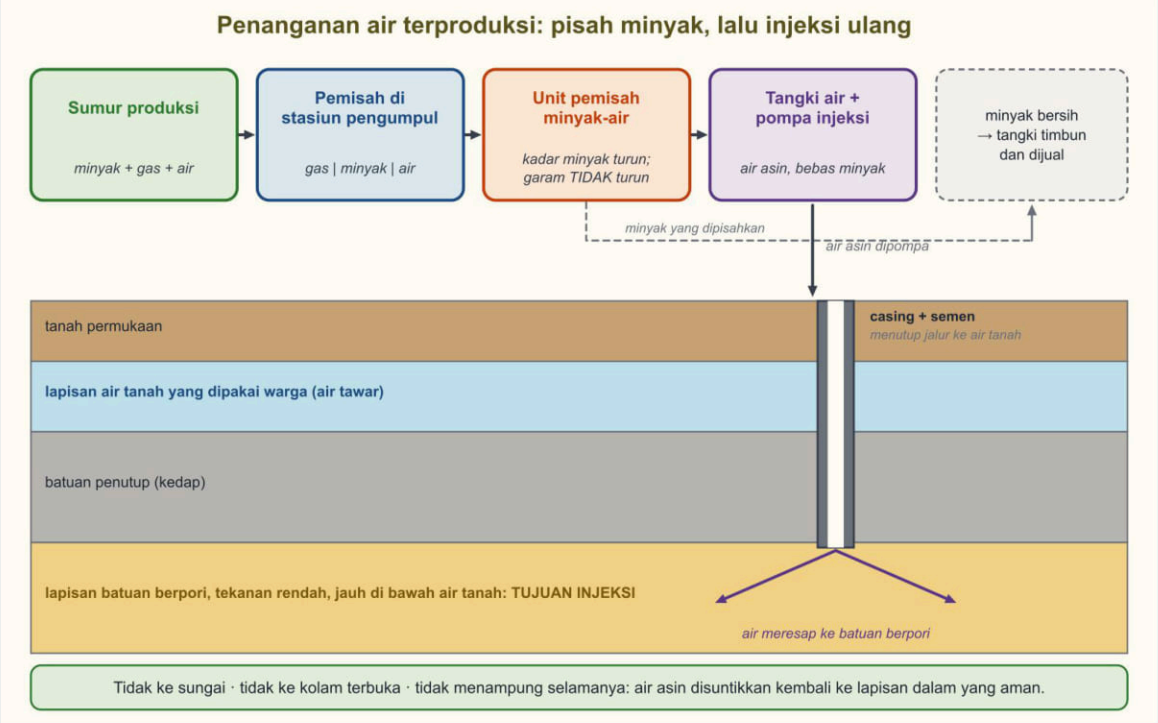
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

sisa minyak dan **garam tinggi**, kadang juga zat lain dari batuan dalam bumi. Karena itu air ini tidak boleh dibuang ke sungai, sawah, atau tanah begitu saja: sisa minyaknya mencemari, dan garamnya merusak tanaman dan air tawar.

Penanganan yang lazim:

1. **Pisahkan sisa minyak** dari air memakai unit pemisah minyak dan air di stasiun pengumpul. Minyak yang didapat kembali dijual.
2. **Perhatikan garamnya.** Unit pemisah minyak-air menurunkan kadar minyak tetapi **tidak mengurangi garam**. Air yang sudah bebas minyak tetap asin dan tetap tidak boleh dibuang ke lingkungan.
3. **Injeksikan kembali** air itu ke dalam bumi lewat **sumur injeksi**. Ada dua tujuan: membuang air terproduksi dengan aman, atau menyuntikkannya ke reservoir untuk menjaga tekanan (Sub bab 1.5). Lapisan tujuan harus berupa batuan berpori yang jauh di bawah lapisan air tanah dan terpisah dari lapisan itu oleh batuan penutup serta casing dan semen yang baik, supaya air asin tidak naik atau merembes ke air tanah.

Gambar 1.14 menunjukkan alurnya.



Gambar 1.14 Alur penanganan air terproduksi. Air asin tidak dibuang ke permukaan, tetapi disuntikkan kembali ke lapisan dalam yang aman. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Pilihan lain yang tampak mudah tetapi keliru: **memperluas kolam terbuka** (air menguap, tetapi garam dan minyak sisa tertinggal dan mencemari), **menampung selamanya** (tidak menyelesaikan masalah, tangki penuh juga), atau **memindahkan ke kolam lain** (hanya memindahkan masalah).

3. Gas ikutan: dibakar, dilepas, atau dimanfaatkan

Bersama minyak sering keluar **gas ikutan** (*associated gas*), yang terutama terdiri dari **metana**.

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

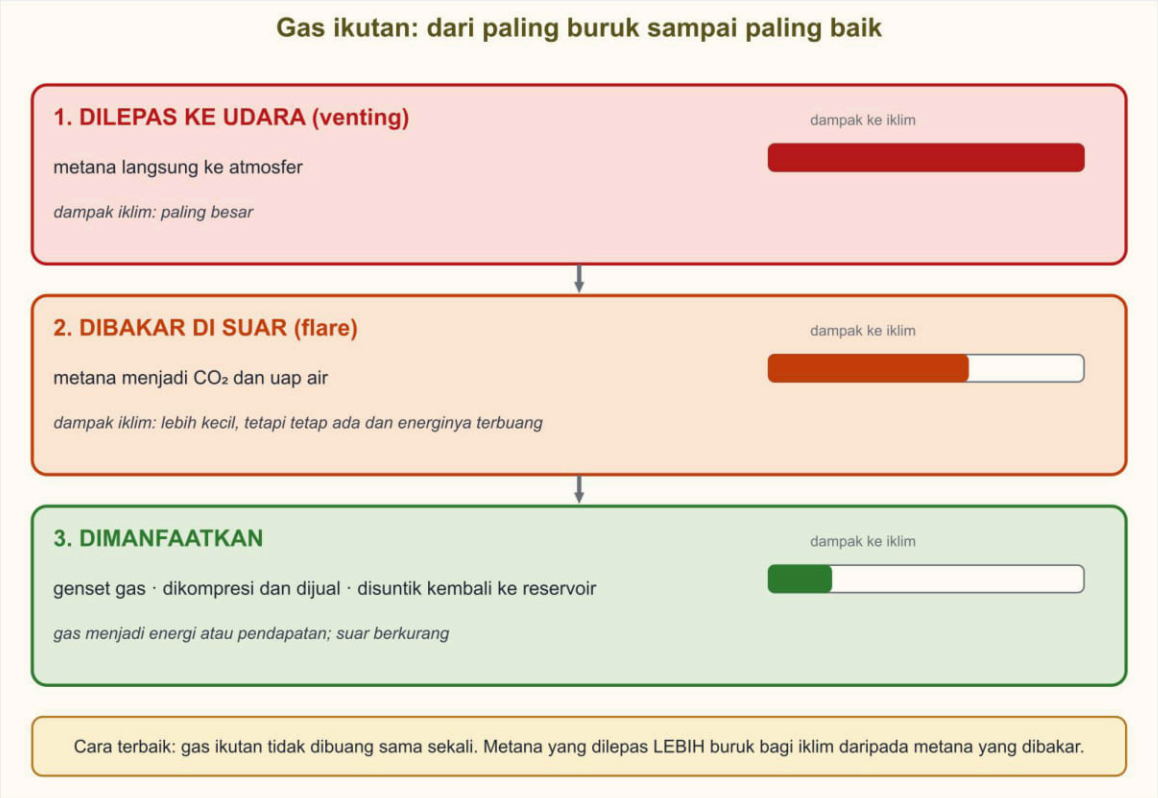
Bila tidak ada pipa atau pembeli, gas ini dulu dibakar atau dilepas. Ada dua cara membuangnya.

- **Dibakar di suar (*flare*).** Metana terbakar menjadi karbon dioksida dan uap air. Ada dampak karena CO_2 dilepas, tetapi cara ini lebih baik daripada melepasnya.
- **Dilepas langsung ke udara (*venting*).** Metana mengalir ke atmosfer. Per molekul, metana jauh lebih kuat memanaskan atmosfer daripada karbon dioksida, sehingga **pelepasan metana tanpa dibakar lebih buruk bagi iklim daripada membakarnya di suar**. Jebakan khas: menganggap membakar metana "lebih buruk" daripada melepasnya.

Cara terbaik adalah **tidak membuang sama sekali**, yaitu **memanfaatkan gas ikutan**.

Pemanfaatan	Cara	Hasil
Bahan bakar genset gas	gas ikutan dipakai menggerakkan mesin/genset gas di lapangan	gas yang dibakar di suar berkurang; pemakaian solar berkurang
Dikompresi dan dijual	gas dialirkan lewat pipa ke pembeli atau dikemas	gas menjadi pendapatan, bukan limbah
Disuntikkan kembali	gas dimasukkan kembali ke reservoir	tekanan terjaga; gas tersimpan
Pengganti gas instrumen	alat yang digerakkan gas bumi diganti penggerak listrik tenaga surya atau udara	pelepasan metana dari peralatan berhenti

Gambar 1.15 menunjukkan perbandingan cara-cara itu.



Gambar 1.15 Urutan pilihan menangani gas ikutan, dari paling buruk (dilepas) sampai paling baik (dimanfaatkan). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Ada juga sumber metana yang sering tidak terlihat: **peralatan pneumatik** (penggerak katup bertenaga gas) yang melepas sedikit gas setiap kali bekerja, **ventilasi tangki timbun** yang melepas uap hidrokarbon, dan **kebocoran kecil** di sambungan. Pengendaliannya: mengganti penggerak bergas dengan penggerak listrik atau udara, memasang **unit penangkap uap** (*vapor recovery*) pada tangki sehingga uap ditangkap lagi, dan memeriksa kebocoran secara berkala.

4. Emisi mesin dan energi yang lebih bersih

Banyak lapangan jauh dari jaringan listrik dan memakai genset diesel untuk pompa dan peralatan. Genset diesel menghasilkan asap dan gas rumah kaca. Beberapa langkah menuju energi lebih bersih:

- **Mengganti bahan bakar** dari diesel ke gas ikutan (genset gas), karena gas membakar lebih bersih dan menghasilkan karbon dioksida lebih sedikit untuk energi yang sama.
- **Memakai energi terbarukan**, misalnya panel surya untuk peralatan kecil seperti penggerak katup dan alat ukur jarak jauh, atau sistem gabungan surya-genset.
- **Menyambung ke jaringan listrik** (elektrifikasi) bila lapangan dekat dengan jaringan, sehingga mesin diesel tidak perlu menyala terus.
- **Meningkatkan efisiensi**: mematikan peralatan yang tidak dipakai, merawat pompa dan genset agar tidak boros, dan menyesuaikan jumlah genset dengan beban.
- **Menangkap dan menyimpan karbon** (*carbon capture and storage*, CCS) sebagai pengenalan: karbon dioksida ditangkap dan disuntikkan ke batuan dalam bumi supaya tidak lepas ke udara. Cara ini mahal dan belum dipakai di semua lapangan.

Perhatikan jebakannya: **mengganti genset diesel lama dengan genset diesel baru tidak menghentikan pembakaran gas di suar**. Genset diesel baru hanya lebih efisien sedikit; ia tidak memakai gas ikutan. Usulan yang tepat harus **mengenai sumber masalahnya**.

Istilah **energi lebih bersih** pada soal bukan berarti nol dampak. Artinya cara yang melepaskan **lebih sedikit gas rumah kaca dan pencemar per satuan energi** daripada cara lama. Gas bumi sering disebut bahan bakar fosil yang lebih bersih daripada batubara atau minyak karena karbon dioksidanya lebih sedikit untuk energi yang sama, tetapi kebocoran metana dapat mengurangi keunggulan itu.

5. Limbah pemboran dan limbah lainnya

Pemboran menghasilkan **serbuk bor** dan **lumpur bekas**. Bahan kimia lumpur, oli bekas, kaleng cat, dan lampu bekas termasuk limbah yang harus dikelola khusus. Prinsipnya:

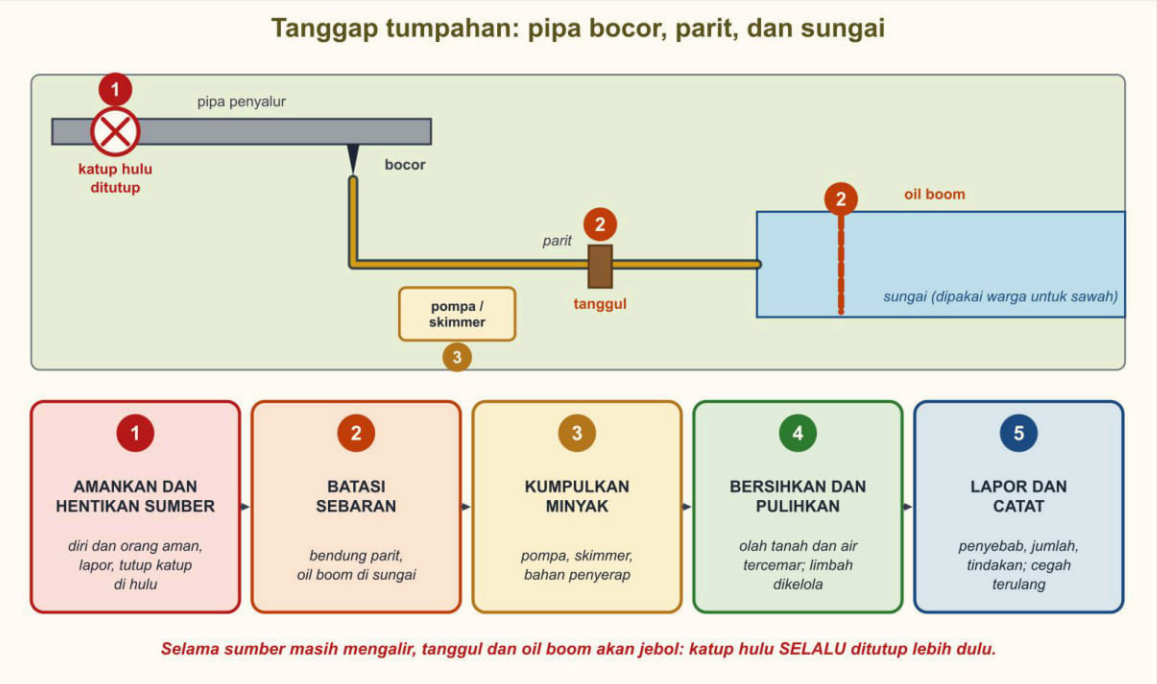
1. **Pisahkan** limbah berbahaya dari limbah biasa.
2. **Tampung** dalam wadah dan tempat yang tertutup, tidak bocor, dan berlabel.
3. **Serahkan** kepada pengelola limbah berizin untuk diolah atau dimusnahkan, dan simpan catatannya.

Larangan umum: membuang limbah ke tanah, parit, atau sungai, dan membakar limbah sembarangan.

6. Tanggap tumpahan minyak

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

Tumpahan terjadi bila pipa, tangki, atau wadah bocor. Operator pertama yang tiba harus bertindak sebelum tim tanggap darurat datang. Urutannya penting. Gambar 1.16 menunjukkan lima langkah dan alasannya.



Gambar 1.16 Lima langkah tanggap tumpahan, dengan contoh kebocoran pipa yang mengalir ke parit dan sungai. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **Amankan orang dan hentikan sumber.** Pastikan keselamatan diri dan orang di sekitar (hindari api dan uap), laporkan segera, dan **tutup katup di hulu kebocoran** supaya minyak berhenti keluar. Selama sumber masih mengalir, semua langkah lain sia-sia.
2. **Batasi sebaran.** Bendung parit, pasang tanggul tanah, atau pasang *oil boom* (pagar apung penahan minyak) bila minyak sudah mencapai air, supaya minyak tidak menyebar ke sungai atau sawah.
3. **Kumpulkan minyak.** Sedot atau tampung minyak dengan pompa, *skimmer* (penyendok minyak di permukaan air), atau bahan penyerap.
4. **Bersihkan dan pulihkan.** Kerok atau olah tanah dan air yang tercemar; limbah hasil pembersihan dikelola sebagai limbah berbahaya.
5. **Lapor dan catat.** Dokumentasikan penyebab, jumlah, dan tindakan, lalu pelajari agar tidak terulang.

Jebakan khas: **memasang penahan atau mengeruk tanah sebelum katup ditutup** (minyak terus mengalir sehingga penahan jebol), **memotret dan menunggu** (tidak bertindak), atau **menyemprot bahan pengurai langsung** (belum ada pengumpulan; bahan kimia tanpa kendali menambah pencemar).

7. Cara menilai usulan lingkungan

Gunakan **tiga pertanyaan** berikut pada setiap usulan.

1. **Apakah usulan itu mengenai sumber masalahnya?** Usulan yang tidak menyentuh sumber

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

(misalnya mengganti genset diesel dengan diesel lagi untuk masalah gas suar) salah.

2. **Apakah usulan itu mengurangi, memanfaatkan, atau mengolah, bukan sekadar memindahkan atau menutupi?** Membuang air ke sungai memindahkan masalah.
3. **Apakah usulan itu sesuai dengan keadaan lapangan?** Bila lapangan jauh dari listrik, solusi yang membutuhkan jaringan PLN tidak cocok; panel surya atau gas ikutan lebih cocok.

8. Pencegahan, pemantauan, dan peran semua pekerja

Cara terbaik menghadapi tantangan lingkungan adalah mencegahnya. Kegiatan migas umumnya diwajibkan memiliki izin lingkungan dan memantau dampaknya, dan perusahaan menjalankannya lewat beberapa kebiasaan kerja.

- **Inspeksi rutin.** Operator berkeliling memeriksa pipa, sambungan, tangki, dan wadah bahan kimia untuk menemukan rembesan sebelum menjadi tumpahan. Kebocoran kecil yang dilaporkan hari ini jauh lebih murah daripada tumpahan besok.
- **Pemantauan.** Perusahaan memeriksa mutu air yang keluar dari lokasi, kadar uap di sekitar tangki, dan kelayakan tempat penyimpanan limbah, lalu mencatat hasilnya.
- **Kesiapan tanggap darurat.** Peralatan tumpahan (oil boom, bahan penyerap, pompa) disiapkan di dekat lokasi berisiko, dan kru dilatih memakainya lewat latihan berkala.
- **Peran semua pekerja.** Setiap orang di lokasi wajib melapor bila melihat tetesan minyak, bau gas, atau wadah yang bocor. Tidak ada kebocoran yang "terlalu kecil untuk dilaporkan".
- **Hubungan dengan warga sekitar.** Warga memakai sungai, sawah, dan sumur di sekitar lokasi. Karena itu laporan dan penanganan yang cepat bukan hanya soal aturan, melainkan juga soal kepercayaan antara perusahaan dan masyarakat.

Semua kebiasaan itu mengarah ke satu prinsip yang sudah kamu lihat sepanjang sub bab ini: **kendalikan di sumbernya, sebelum masalahnya sampai ke lingkungan.** Gambar 1.17 pada bagian Peta konsep merangkum semuanya.

▣ CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Menghitung waktu sampai kolam penuh dan memilih penanganan

Lapangan fiktif Sungai Mas (2027) menghasilkan 800 m^3 air terproduksi per hari. Kolam penampungnya berkapasitas 30.000 m^3 dan sekarang terisi 24.000 m^3. Air itu mengandung sisa minyak dan garam tinggi. Dua sumur tua berpori bertekanan rendah, jauh di bawah lapisan air tanah, bisa dipakai sebagai sumur injeksi. Dalam berapa hari kolam penuh dan penanganan apa yang tepat? *Kasus disusun untuk contoh; lapangan dan angka fiktif.*

1. **Ruang kosong kolam:** 30.000 − 24.000 = 6.000 m^3.
2. **Lama sampai penuh:** 6.000 ÷ 800 = 7,5 hari. Kolam penuh pada hari ke-8; selama 7 hari penuh masih cukup, jadi penanganan harus siap dalam seminggu.
3. **Pilih penanganan:** pisahkan sisa minyak dengan unit pemisah (garam tidak berkurang), lalu **injeksikan** air ke sumur tua yang aman.

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

4. **Alasan menolak opsi lain:** membuang ke sungai mencemari garam dan minyak sisa; memperluas kolam hanya menunda dan menyisakan garam; menampung selamanya tidak menyelesaikan.

Jawaban: kolam penuh dalam sekitar **7,5 hari**; penanganan yang tepat **pisah minyak lalu injeksi ulang**.

Contoh 2 — Menilai tiga usulan menekan emisi

Lapangan fiktif Rawa Bening (2027) memiliki 8 tangki timbun berventilasi terbuka, genset diesel untuk semua pompa, dan gas ikutan yang dibakar di suar. Tiga usulan: (a) mengganti genset diesel dengan genset diesel baru yang lebih hemat; (b) memakai gas ikutan sebagai bahan bakar genset gas; (c) memasang unit penangkap uap pada ventilasi tangki. Nilai tiap usulan. *Kasus disusun untuk contoh; lapangan fiktif.*

1. **(a)** Genset baru tetap memakai diesel dan **tidak menyentuh gas yang dibakar di suar**. Hemat bahan bakar sedikit, tetapi tidak mengurangi pembakaran gas: **tidak tepat sebagai jawaban atas masalah suar**.
2. **(b)** Gas ikutan dipakai menjadi bahan bakar sehingga **gas yang dibakar di suar berkurang** dan **pemakaian solar berkurang**: **tepat**.
3. **(c)** Unit penangkap uap menangkap uap hidrokarbon yang selama ini lepas lewat ventilasi: **tepat**.

Hasil: (a) tidak tepat; (b) dan (c) tepat.

Contoh 3 — Mengurutkan lima langkah tumpahan

Pipa penyalur fiktif di Lapangan Cempaka bocor (2027). Minyak mengalir lewat parit menuju sungai yang dipakai warga mengairi sawah. Operator pertama menulis lima langkah: (P) memasang oil boom di sungai; (Q) menutup katup di hulu pipa; (R) memompa minyak yang terkumpul di parit ke tangki penampung; (S) melaporkan kejadian dan mencatat jumlah tumpahan; (T) membendung parit dengan tanggul tanah. Urutan terbaik adalah? *Kasus disusun untuk contoh; tempat dan tokoh fiktif.*

1. **Hentikan sumber dulu:** (Q).
2. **Batasi sebaran:** bendung parit (T) lebih dulu karena dekat sumber, lalu pasang oil boom di sungai (P) sebagai lapis kedua.
3. **Kumpulkan minyak:** (R) setelah minyak ditahan.
4. **Lapor dan catat:** (S). Laporan awal dilakukan segera, dan pencatatan akhir dilengkapi di tahap penutup.

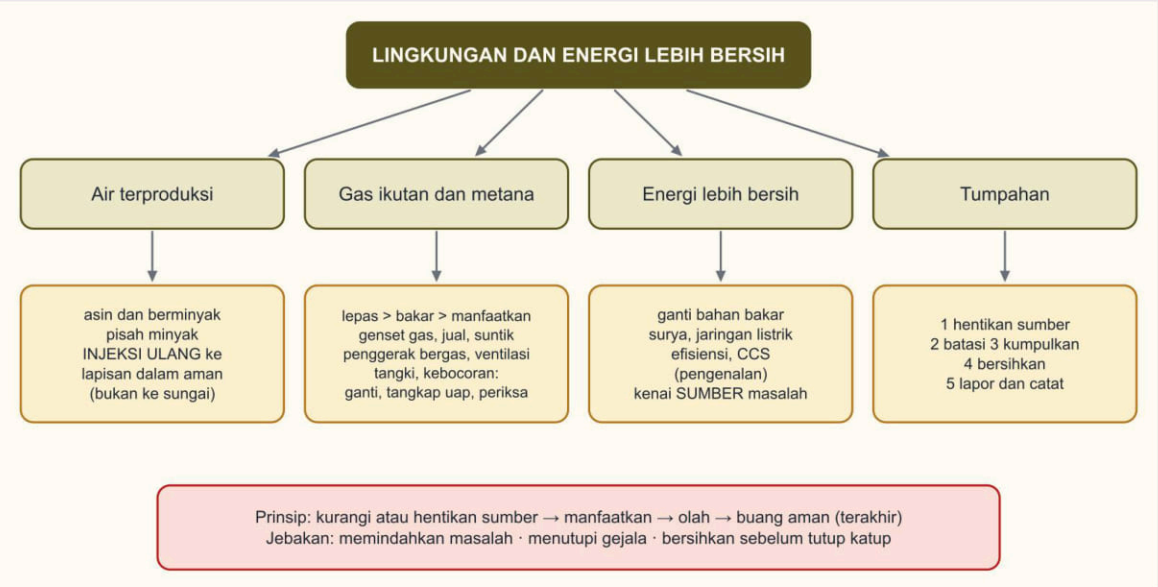
Urutan: **Q – T – P – R – S**.

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

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Lima sumber dampak:** air terproduksi, limbah pemboran, gas ikutan, emisi mesin, tumpahan.
- **Prinsip:** hentikan atau kurangi sumber → manfaatkan → olah → buang aman sebagai pilihan terakhir.
- **Air terproduksi:** asin dan berminyak; pisahkan minyak, **injeksi ulang** ke lapisan dalam yang aman; jangan dibuang ke sungai.
- **Gas ikutan:** dilepas (terburuk) → dibakar di suar → **dimanfaatkan** (genset gas, dikompresi dan dijual, disuntikkan kembali). Metana yang dilepas lebih buruk bagi iklim daripada yang dibakar.
- **Sumber metana tersembunyi:** penggerak katup bergas, ventilasi tangki, sambungan bocor; solusi: penggerak listrik atau surya, penangkap uap, pemeriksaan kebocoran.
- **Energi lebih bersih:** ganti bahan bakar, energi terbarukan, jaringan listrik, efisiensi, CCS (pengenalan).
- **Tumpahan:** amankan dan **hentikan sumber** → batasi → kumpulkan → bersihkan dan pulihkan → lapor dan catat.
- **Menilai usulan:** mengenai sumbernya? mengurangi/memanfaatkan, bukan memindahkan? cocok dengan lapangan?



Gambar 1.17 Peta konsep tantangan lingkungan dan energi lebih bersih. 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 lingkungan migas:

1. **Tentukan jenis masalah:** air, gas, uap, emisi mesin, atau tumpahan.
2. **Tentukan sumbernya** (apa yang terus mengalir atau lepas) dan **sifat limbahnya** (asin, berminyak, mudah menguap).
3. **Pilih urutan prinsip:** hentikan sumber → manfaatkan → olah → buang aman.
4. **Coret opsi yang hanya memindahkan masalah** atau menunda tanpa menyelesaikan.
5. **Periksa kecocokan dengan lapangan** (jauh dari listrik, dekat sungai, kolam hampir penuh).

Jebakan khas pada soal ini:

- **Membersihkan atau membendung sebelum menutup katup sumber kebocoran.**
- **Membuang air terproduksi ke sungai** pada saat debit tinggi, dengan alasan "terencerkan".
- **Memperluas kolam terbuka** atau **menampung selamanya**.
- **Mengganti genset diesel lama dengan diesel baru** untuk masalah gas suar.
- **Menganggap membakar metana lebih buruk daripada melepasnya.**
- **Menganggap unit pemisah minyak-air juga menghilangkan garam.**
- **Menyemprot bahan pengurai kimia** sebelum minyak dikumpulkan.
- **Menganggap energi bersih berarti tanpa dampak sama sekali.**

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menguji penilaian beberapa usulan menekan emisi. Pakailah Gambar 1.15: tanyakan untuk tiap usulan apakah ia mengenai sumber emisi yang disebut di cerita.

►. Lapangan tua Sungai Lilin (2027) memiliki 12 tangki timbun yang ventilasinya terbuka sehingga uap hidrokarbon terlepas ke udara. Genset diesel menyalakan pompa angguk, padahal gas ikutan dari separator selama ini dibakar di suar bakar (*flare*). Tim lingkungan membahas tiga usulan untuk menekan emisi tanpa menurunkan produksi minyak. *(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
Mengganti seluruh genset diesel dengan genset baru yang juga berbahan bakar diesel akan menghentikan pembakaran gas ikutan di flare.	○	○
Memakai gas ikutan sebagai bahan bakar genset gas mengurangi gas yang dibakar di flare dan mengurangi pemakaian solar.	○	○
Memasang unit penangkap uap pada ventilasi tangki mengurangi hidrokarbon yang lepas ke udara.	○	○

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

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

Konsep: Konsep energi lebih bersih di migas: mengurangi gas yang dibakar atau dilepas (flaring dan venting), memanfaatkan gas ikutan, dan mengurangi bahan bakar fosil yang lebih kotor.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: genset baru mungkin lebih irit, tetapi gas ikutan tetap tidak dipakai sehingga flare tetap menyala.

• **Pernyataan 2 → Benar.** Gas yang semula dibuang menjadi bahan bakar; dua sumber emisi berkurang sekaligus.

• **Pernyataan 3 → Benar.** Uap yang ditangkap dapat dikembalikan ke sistem atau dipakai, tidak terlepas ke udara.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Tulis dulu jenis masalah dan sumbernya, lalu pilih urutan atau usulan yang mengenai sumber itu.

1. Lapangan Kapuas (2027) menghasilkan 6.000 barel air terproduksi per hari yang mengandung sisa minyak dan kadar garam tinggi. Kolam penampungnya hampir penuh, dan sungai di dekatnya dipakai warga. Tersedia unit pemisah minyak-air yang dapat menurunkan kadar minyak, tetapi tidak mengurangi garam. Ada juga dua sumur tua yang menembus lapisan batuan berpori bertekanan rendah, jauh di bawah lapisan air tanah warga.

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

Penanganan yang paling tepat adalah ....

A. Memisahkan minyaknya, lalu membuang air ke sungai saat debit tinggi
B. Memisahkan minyaknya, lalu menginjeksikan air lewat sumur tua itu
C. Memperluas kolam terbuka agar lebih banyak air yang dapat menguap
D. Menampung air di tangki tertutup sampai produksi lapangan berakhir
E. Mengangkut air ke kolam lapangan lain yang juga hampir penuh

Kunci singkat: 1. B

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa air terproduksi yang sudah bebas minyak tetap tidak boleh dibuang ke sungai?
- Dalam tumpahan pipa yang mengalir ke parit, mengapa katup di hulu ditutup lebih dulu daripada memasang penahan minyak?
- **Yang harus kuingat:** lima sumber dampak; prinsip hentikan–manfaatkan–olah–buang aman; air terproduksi: pisah minyak lalu injeksi ulang; gas ikutan: lepas lebih buruk daripada bakar,

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

manfaatkan lebih baik; metana tersembunyi di penggerak bergas dan ventilasi tangki; tumpahan: hentikan sumber dulu; usulan yang baik mengenai sumber masalahnya.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 1.4: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

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

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Sub bab 1.5 · Program menjaga ketersediaan minyak dan gas bumi

SMKTPER-1.5

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi Teknik Perminyakan meminta kamu **menjelaskan program untuk menjaga ketersediaan minyak dan gas bumi**. Soal tidak bertanya "sebutkan jenis-jenis program". Soal akan menceritakan sebuah lapangan yang produksinya turun, lengkap dengan data sumur, tekanan, dan anggaran, lalu memintamu **memilih program yang paling tepat**: reaktivasi sumur, kerja ulang, injeksi air, injeksi uap, sumur sisip, atau eksplorasi baru. Kata kunci soal seperti ini adalah **penyebab penurunan** (apa yang sebenarnya terjadi pada sumur atau reservoir), **jangka waktu** ("dalam 12 bulan" atau "jangka panjang"), **anggaran** dan **tambahan produksi per biaya**.

Bentuknya bisa pilihan ganda biasa atau pilihan ganda kompleks. Pengecohnya biasanya program yang "terdengar besar" tetapi tidak menjawab penyebab atau jangka waktunya, misalnya survei seismik di blok baru untuk permintaan menambah produksi dalam setahun, atau pompa berkapasitas besar untuk masalah minyak yang sangat kental. Kisi-kisi membatasi bagian ini pada pemahaman program, bukan analisis reservoir atau perhitungan tekanan dan perolehan.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan mengapa produksi sebuah lapangan menurun dari tahun ke tahun;
- membedakan tiga kelompok program: menambah cadangan, menambah produksi dari yang ada, dan menambah perolehan;
- menjelaskan reaktivasi sumur, kerja ulang, sumur sisip, injeksi air, dan injeksi uap beserta kapan masing-masing dipakai;
- mencocokkan penyebab penurunan dengan program yang tepat;
- memilih program berdasarkan jangka waktu dan anggaran, dengan menghitung tambahan produksi per biaya.

◆ KONSEP INTI

Lapangan migas tidak berproduksi tetap selamanya. Setelah mencapai puncak, produksinya turun dari tahun ke tahun. Negara dan perusahaan perlu menjaga **ketersediaan** migas, yaitu agar jumlah yang bisa diproduksi tetap memenuhi kebutuhan. Caranya bukan hanya mencari lapangan baru, tetapi juga menahan penurunan lapangan yang sudah ada dan mengambil lebih banyak dari lapangan itu. Sub bab ini menjelaskan alasan penurunan dan program yang lazim dipakai, dari yang cepat dan murah sampai yang lama dan besar.

1. Mengapa produksi menurun

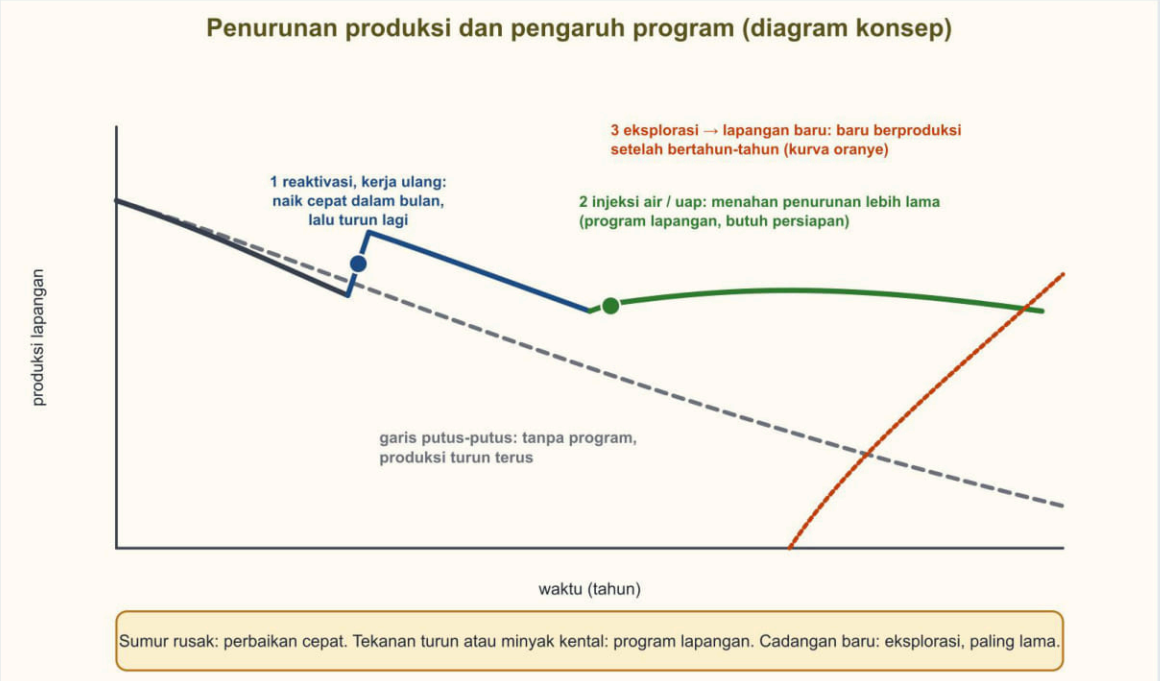
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Bayangkan reservoir sebagai spons besar yang berisi minyak dan gas di bawah tekanan. Setiap kali minyak diambil, ada tiga hal yang perlahan berubah.

1. **Tekanan reservoir turun.** Tekanan yang mendorong minyak ke sumur berkurang, sehingga laju alir makin kecil dan sumur akhirnya tidak bisa mengalir sendiri.
2. **Kadar air naik.** Air dari lapisan di bawah atau di sekitar minyak ikut tertarik ke sumur. Makin tua sumur, makin banyak airnya dan makin sedikit minyaknya. Sumur yang kadar airnya sangat tinggi menghasilkan sangat sedikit minyak bersih.
3. **Peralatan sumur rusak atau tersumbat.** Pompa aus, tubing bocor, atau lubang perforasi tersumbat endapan membuat sumur berhenti atau turun produksinya padahal minyaknya masih ada di dalam batuan.

Dua penyebab pertama berasal dari **reservoir**; penyebab ketiga berasal dari **sumur**. Ini perbedaan paling penting: **kerusakan sumur dapat diperbaiki dengan cepat dan relatif murah**, sedangkan **penurunan tekanan reservoir memerlukan program besar** seperti injeksi. Karena itu langkah pertama selalu **mendiagnosis penyebab**.

Gambar 1.18 menunjukkan gambaran umum penurunan produksi dan pengaruh program yang berbeda.



Gambar 1.18 Diagram konsep penurunan produksi dan pengaruh program (bentuk kurva menggambarkan gagasan, bukan data lapangan nyata). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

2. Tiga kelompok program

Program menjaga ketersediaan migas dibagi menurut apa yang dicapainya.

Kelompok A — menambah cadangan baru. Eksplorasi di wilayah baru atau lapisan yang lebih dalam (Sub bab 1.1 dan Bab 2). Hasilnya cadangan baru, tetapi **butuh waktu bertahun-tahun**: survei, pemboran eksplorasi, evaluasi, rencana, lalu pembangunan. Tidak bisa menjawab permintaan "menambah produksi dalam 12 bulan".

Kelompok B — menambah produksi dari yang sudah ada. Mengembalikan atau meningkatkan produksi dari sumur dan lapangan yang sudah dikembangkan: reaktivasi sumur, kerja ulang, optimasi, dan sumur sisip. Hasilnya **cepat**, sering dalam hitungan bulan.

Kelompok C — menambah perolehan. Mengambil **lebih banyak persen minyak yang masih tertinggal** di dalam reservoir lewat injeksi dan metode lain. Ini program lapangan, relatif besar dan memerlukan persiapan.

Pengertian **faktor perolehan** (*recovery factor*) membantu: itu adalah **persentase minyak awal di reservoir yang dapat diproduksi**. Bila setelah puluhan tahun hanya sekitar 25 % yang terambil dan tekanan turun jauh, berarti **sebagian besar minyak masih tertinggal** dan program peningkatan perolehan layak dipertimbangkan.

3. Reaktivasi sumur dan kerja ulang

Reaktivasi sumur adalah menghidupkan kembali sumur yang berhenti berproduksi. **Kerja ulang** (*workover*) adalah pekerjaan perawatan di dalam sumur memakai rig perawatan atau peralatan khusus untuk memperbaiki masalah sumur. Keduanya paling cocok bila **penyebab berhentinya adalah masalah teknis sumur**, bukan habisnya minyak.

Penyebab sumur berhenti atau turun	Pekerjaan yang tepat
pompa rusak atau aus	ganti pompa
tubing bocor	ganti atau perbaiki tubing
perforasi tersumbat endapan	bersihkan perforasi; asamkan (stimulasi) bila tersumbat endapan yang larut asam
kadar air sangat tinggi	tutup lapisan penghasil air; sumur dengan air 98 % tidak layak diaktifkan lagi
pasir masuk ke sumur	pasang saringan atau perbaiki completion

Sebuah sumur layak direaktivasi bila **minyaknya masih ada** dan **perbaikan masuk akal biayanya**. Sumur yang kadar airnya 98 % hanya memberi sedikit minyak per sumur, sehingga menghabiskan anggaran untuk sumur seperti itu tidak menambah produksi secara berarti. Itulah sebabnya soal sering memberi data "minyak per sumur bila aktif lagi" untuk dibandingkan.

4. Optimasi dan sumur sisip

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

Optimasi produksi adalah menyetel sumur dan peralatan yang sudah ada agar menghasilkan lebih baik: mengganti pompa berkapasitas lebih sesuai, menyetel choke, atau memperbaiki jalur alir. Biayanya kecil, tetapi tambahannya terbatas dan hanya efektif bila masalahnya memang pada pengaturan.

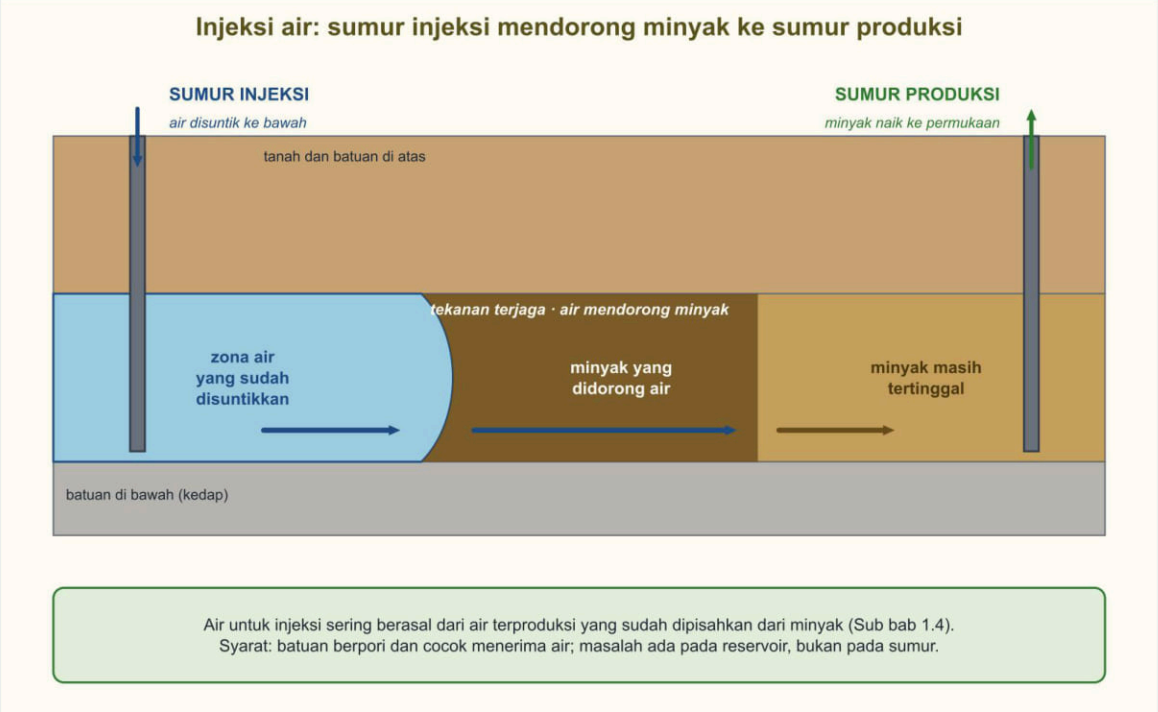
Sumur sisip (*infill well*) adalah sumur tambahan yang dibor **di antara sumur yang ada** atau di **bagian lapangan yang belum dilalui sumur mana pun**. Programnya cocok bila peta reservoir menunjukkan ada minyak yang belum terjangkau atau terkuras. Biayanya besar karena melibatkan pemboran baru, tetapi masih termasuk kegiatan pengembangan lapangan yang sudah dikenal. Jebakan: membor sumur sisip sebanyak mungkin **tidak otomatis menambah perolehan** bila tekanan reservoir sudah rendah atau penyebab masalahnya bukan jarak antar sumur.

5. Injeksi air dan gas: menjaga tekanan dan mendorong minyak

Bila tekanan reservoir turun jauh dan tidak ada kerusakan sumur, penyebab utamanya adalah **reservoir yang kehilangan energi**. Programnya adalah **menambah energi** dari luar.

Injeksi air (*waterflood*) menyuntikkan air ke reservoir lewat **sumur injeksi**. Air itu melakukan dua hal: **menjaga tekanan** reservoir dan **mendorong minyak** ke arah sumur produksi. Air yang dipakai sering berasal dari **air terproduksi** yang sudah dipisahkan dari minyak (Sub bab 1.4), sehingga satu program menyelesaikan dua masalah: menambah minyak dan mengelola air.

Gambar 1.19 menunjukkan susunan sumur injeksi dan produksi.



Gambar 1.19 Injeksi air pada penampang reservoir. Air disuntikkan di sumur injeksi, mendorong minyak ke sumur produksi, dan menjaga tekanan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Injeksi gas bekerja serupa dengan memakai gas. Syarat injeksi air: lapisan batuan harus berpori dan cocok menerima air, dan sumbernya (air) tersedia. Injeksi air bukan solusi bila penyebab

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

masalah ada di sumur (misalnya pompa rusak).

6. Metode peningkatan perolehan lain: uap untuk minyak berat

Minyak berat sangat **kental**: ia sulit mengalir ke sumur walaupun jumlahnya besar. Masalahnya bukan tekanan atau kerusakan sumur, tetapi **kekentalan**. Menurunkan kekentalan memerlukan panas. Metode yang dipakai adalah **injeksi uap** (*steam injection*): uap panas disuntikkan ke reservoir sehingga minyak memanas, menjadi lebih encer, dan lebih mudah mengalir ke sumur produksi.

Pilihan lain yang keliru untuk minyak kental: **membuka choke lebih besar** (tidak mengubah kekentalan di reservoir), **memasang pompa berkapasitas besar** (pompa tidak membuat minyak lebih encer), atau **menutup sumur yang lajunya kecil** (tidak menaikkan tekanan dengan cara yang menyelesaikan kekentalan). Metode lain, seperti injeksi bahan kimia atau gas khusus, termasuk program peningkatan perolehan lanjutan. Cukup kenali namanya: kamu tidak perlu menghitung atau merancangnya.

Istilah yang sering dipakai untuk kelompok ini: **IOR** (*improved oil recovery*, peningkatan perolehan secara umum, termasuk injeksi air) dan **EOR** (*enhanced oil recovery*, peningkatan perolehan lanjutan, misalnya uap atau bahan kimia). Soal TKA jarang menuntut kamu membedakan keduanya secara ketat; yang diuji adalah kecocokan program dengan masalahnya.

7. Cara memilih program

Gambar 1.20 menyajikan tabel perbandingan program. Gunakan **empat langkah** untuk memilih.

Perbandingan program menjaga ketersediaan migas

Program	Cocok bila ...	Hasil	Biaya
Reaktivasi sumur	sumur mati karena masalah teknis ringan (pompa, tubing)	cepat (bulan)	rendah
Kerja ulang	perforasi tersumbat, lapisan air perlu ditutup, ganti peralatan	cepat (bulan)	sedang
Optimasi produksi	peralatan sudah ada tetapi pengaturan kurang pas	cepat	rendah
Sumur sisip	ada bagian lapangan yang belum dilalui sumur	sedang (tahun)	tinggi
Injeksi air / gas	tekanan turun jauh, sumur sehat, batuan cocok	sedang (1–2 tahun)	tinggi
Injeksi uap	minyak berat sangat kental	sedang sampai lama	sangat tinggi
Eksplorasi baru	perlu cadangan baru (bukan menambah produksi cepat)	lama (bertahun-tahun)	sangat tinggi

Pilih dari: penyebab masalah → jangka waktu → anggaran (tambahan produksi per biaya).

Gambar 1.20 Perbandingan program: kapan dipakai, kecepatan hasil, dan biaya relatif. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **Cari penyebab penurunan** dari data soal: pompa rusak, tubing bocor, perforasi tersumbat, kadar air tinggi, tekanan turun, minyak kental, atau bagian lapangan yang belum dilalui sumur.
2. **Cocokkan penyebab dengan program** (tabel di bagian 3 dan Gambar 1.20).

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

3. **Periksa jangka waktu**: bila diminta hasil dalam 12 bulan, coret program yang butuh bertahun-tahun (eksplorasi baru, EOR yang belum lolos uji).
4. **Periksa anggaran**: bila dananya terbatas, hitung **tambahan produksi per biaya** dan dahulukan yang terbesar, bukan yang jumlah sumurnya terbanyak atau yang paling canggih.

Tambahan produksi per biaya = tambahan produksi sumur ÷ biaya pekerjaan. Bila biayanya sama untuk semua pekerjaan, cukup bandingkan tambahan produksi per sumur. Bila biayanya berbeda, bandingkan tambahan produksi per rupiah.

8. Menggabungkan program dan memantau hasilnya

Dalam praktik, perusahaan jarang memakai satu program saja. Mereka menyusun **paket program** menurut waktu. Pekerjaan cepat seperti reaktivasi dan kerja ulang dikerjakan lebih dulu karena hasilnya segera terlihat dan dananya relatif kecil; hasilnya "membeli waktu" sambil program yang lebih besar, misalnya injeksi air, dipersiapkan. Sementara itu tim geologi dan eksplorasi bekerja untuk cadangan baru yang hasilnya baru muncul beberapa tahun kemudian. Urutan ini mengikuti dua pertanyaan yang sama dengan soal: **apa penyebabnya, dan seberapa cepat hasilnya dibutuhkan?**

Setiap program harus **dipantau**. Produksi tiap sumur dicatat, kadar air diukur, dan tekanan diperiksa berkala. Bila setelah kerja ulang produksi sumur tidak naik, penyebab yang didiagnosis mungkin keliru dan perlu diperiksa ulang. Bila sumur produksi di dekat sumur injeksi mulai mengeluarkan banyak air, itu tanda air sudah sampai ke sumur produksi dan pengaturan injeksi perlu ditinjau. Program yang tidak memberi hasil dihentikan agar dana tidak terbuang.

Semua upaya ini bertujuan menjaga ketersediaan migas: produksi dalam negeri yang terjaga membantu memenuhi kebutuhan energi tanpa bergantung sepenuhnya pada pasokan dari luar. Namun, untuk soal, yang perlu kamu kuasai adalah **logika memilih**: penyebab, program yang cocok, jangka waktu, dan anggaran.

Educational Institutions

▣ CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Memilih pekerjaan reaktivasi dengan anggaran terbatas

Lapangan fiktif Teluk Padi (2027) punya sumur yang berhenti berproduksi dalam tiga kelompok. Anggaran tahun ini Rp6.000 juta. Data:

Kelompok	Jumlah sumur	Penyebab berhenti	Minyak per sumur bila aktif	Biaya per sumur
K	12	tubing bocor	30 barel per hari (bph)	Rp450 juta
L	8	pompa rusak	22 bph	Rp300 juta
M	20	kadar air 97 %	2 bph	Rp350 juta

Kombinasi pekerjaan apa yang paling menambah produksi? *Kasus disusun untuk contoh; lapangan dan angka fiktif.*

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

1. **Hitung tambahan produksi per Rp1 juta:** K = 30 ÷ 450 ≈ 0,067 bph; L = 22 ÷ 300 ≈ 0,073 bph; M = 2 ÷ 350 ≈ 0,006 bph.
2. **Urutkan:** L (0,073) → K (0,067) → M (0,006). Kelompok M hampir tidak menambah produksi karena kadar airnya sangat tinggi.
3. **Isi anggaran:** semua 8 sumur L menghabiskan 8 × 300 = Rp2.400 juta dan menambah 8 × 22 = 176 bph. Sisa dana Rp3.600 juta cukup untuk 3.600 ÷ 450 = 8 sumur K, menambah 8 × 30 = 240 bph.
4. **Total:** 176 + 240 = **416 bph**, biaya 2.400 + 3.600 = Rp6.000 juta (tepat habis).
5. **Periksa kombinasi lain:** 10 K + 5 L menghasilkan 300 + 110 = 410 bph; 12 K + 2 L menghasilkan 360 + 44 = 404 bph. Keduanya lebih kecil dari 416.

Jawaban: kerjakan **8 sumur L dan 8 sumur K** dengan tambahan **416 bph**. Pilihan "sumur terbanyak" (kelompok M) adalah jebakan.

Contoh 2 — Memilih program untuk lapangan tua

Lapangan fiktif Kenari Barat (2027) berproduksi puluhan tahun. Tekanan reservoir turun dari 2.000 psi menjadi 700 psi. Minyak yang sudah terambil sekitar 25 % dari minyak awal. Uji sumur tidak menemukan kerusakan di sekitar lubang sumur. Air terproduksi ditampung di kolam, dan lapisan batuan cocok untuk diinjeksi air. Program apa yang paling tepat untuk menambah perolehan? *Kasus disusun untuk contoh; lapangan dan angka fiktif.*

1. **Diagnosis:** tekanan turun jauh, tidak ada kerusakan sumur, dan 75 % minyak masih tertinggal: **reservoir kehilangan energi**.
2. **Cocokkan:** programnya menambah energi, yaitu **injeksi air**.
3. **Periksa syarat:** batuan cocok menerima air dan air tersedia (air terproduksi di kolam). Syarat terpenuhi, dan injeksi air sekaligus mengurangi beban kolam.
4. **Alasan menolak yang lain:** pengasaman semua sumur tidak berguna karena tidak ada kerusakan; mengganti pompa tidak menambah tekanan; sumur sisip sebanyak mungkin tidak menyelesaikan tekanan yang turun; mengalihkan seluruh dana ke blok baru tidak menjawab tujuan menambah perolehan lapangan ini.

Jawaban: **menginjeksikan air terproduksi ke reservoir lewat sumur injeksi**.

Contoh 3 — Memilih dua program untuk minyak berat

Lapangan fiktif Kelapa Hijau (2027) berisi minyak berat yang sangat kental walaupun masih banyak tersisa. Peta reservoir menunjukkan bagian yang belum dilalui sumur mana pun. Dua program yang tepat apa saja? *Kasus disusun untuk contoh; lapangan fiktif.*

1. **Masalah pertama: kekentalan.** Programnya menurunkan kekentalan dengan panas: **injeksi uap**.
2. **Masalah kedua: bagian lapangan yang belum terjangkau.** Programnya menambah titik pengambilan: **sumur sisip** di bagian itu.
3. **Menolak yang lain:** membuka choke tidak mengubah kekentalan; pompa besar tidak membuat minyak lebih encer; menutup sumur berlaju kecil tidak menyelesaikan kekentalan.

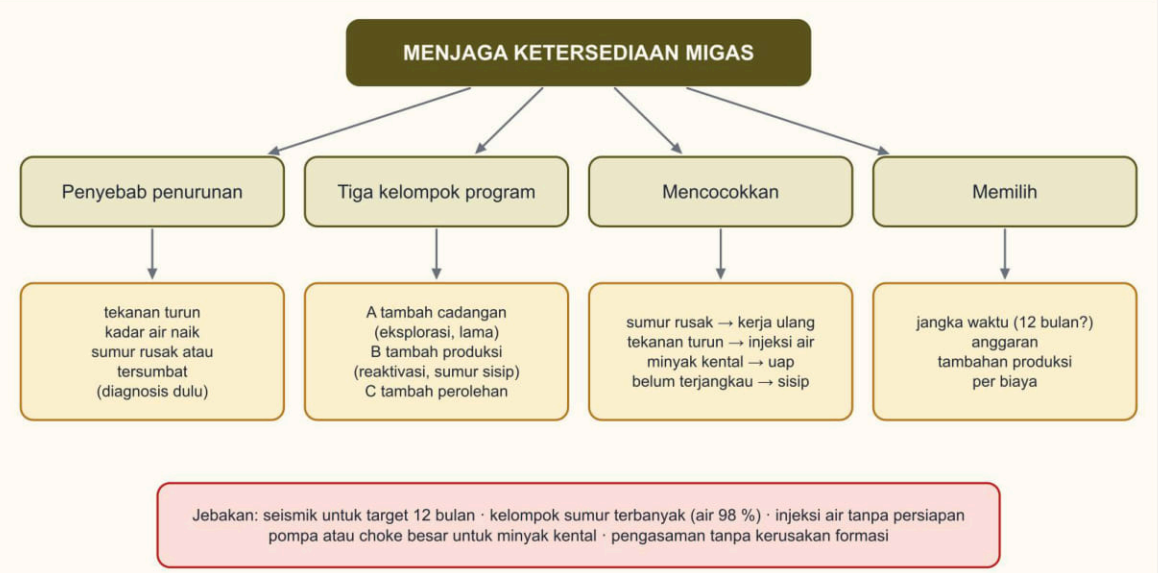
Jawaban: **injeksi uap dan sumur sisip** di bagian lapangan yang belum dilalui sumur.

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

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Penurunan produksi:** tekanan reservoir turun, kadar air naik, peralatan sumur rusak atau tersumbat. Pertama **diagnosis penyebab**.
- **Tiga kelompok program:** (A) tambah cadangan (eksplorasi, bertahun-tahun); (B) tambah produksi dari yang ada (reaktivasi, kerja ulang, optimasi, sumur sisip; cepat); (C) tambah perolehan (injeksi air dan gas, uap, kimia).
- **Sumur rusak teknis** (pompa, tubing, perforasi) → reaktivasi atau kerja ulang; **air 98 %** tidak layak diaktifkan.
- **Tekanan turun, sumur sehat** → injeksi air (jaga tekanan, dorong minyak); air terproduksi dapat dipakai.
- **Minyak kental** → injeksi uap (panas menurunkan kekentalan); pompa besar dan choke besar bukan jawaban.
- **Bagian lapangan belum dilalui sumur** → sumur sisip.
- **Memilih:** penyebab → program → jangka waktu → anggaran (tambahan produksi per biaya).
- Gambar 1.21 merangkum semuanya.



Gambar 1.21 Peta konsep program menjaga ketersediaan migas. 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 program ketersediaan migas:

1. **Baca masalah dan data:** apa penyebab penurunan, berapa tekanan, berapa kadar air, apa kondisi sumur?
2. **Tandai jangka waktu dan anggaran** ("dalam 12 bulan", "anggaran hanya untuk 10 pekerjaan").
3. **Cocokkan penyebab dengan program** (reaktivasi/kerja ulang, injeksi air, uap, sumur sisip).
4. **Coret program yang tidak menjawab penyebab atau melebihi jangka waktu.**
5. **Bila ada angka, hitung tambahan produksi per biaya** dan periksa total terhadap anggaran.

Jebakan khas pada soal ini:

- **Memilih eksplorasi atau survei seismik** untuk permintaan menambah produksi dalam 12 bulan.
- **Memilih kelompok sumur terbanyak** padahal tambahan produksi per sumurnya sangat kecil (kadar air 98 %).
- **Injeksi air di seluruh lapangan tahun ini** padahal baru sampai uji laboratorium.
- **Pengasaman semua sumur** padahal tidak ada kerusakan formasi.
- **Pompa berkapasitas besar atau choke lebih besar untuk minyak kental.**
- **Sumur sisip sebanyak mungkin** sebagai jawaban atas tekanan reservoir yang turun.
- **Menutup sumur berlaju kecil agar tekanan naik.**
- **Memilih program paling canggih atau paling mahal** padahal penyebabnya sederhana.

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menguji pemilihan beberapa program sekaligus berdasarkan data sumur dan jangka waktu. Pakailah tabel Gambar 1.20: tentukan penyebab tiap kelompok sumur, lalu jangka waktunya.

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

►. Produksi Lapangan Kenanga turun 9% per tahun (2027). Kepala lapangan diminta memilih program yang dapat menambah produksi dari lapangan itu sendiri dalam 12 bulan ke depan. Data: ada 14 sumur yang berhenti hanya karena pompanya rusak, 6 sumur turun produksinya karena lubang perforasi tersumbat endapan, dan rencana injeksi air (*waterflood*) baru sampai uji laboratorium batuan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Program yang memenuhi permintaan tersebut adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Survei seismik di blok baru di luar lapangan Kenanga
☐ B. Mengaktifkan lagi 14 sumur dengan mengganti pompanya
☐ C. Melaksanakan injeksi air di seluruh lapangan tahun ini
☐ D. Kerja ulang (workover) 6 sumur untuk membersihkan perforasi
☐ E. Membor sumur eksplorasi baru untuk mencari lapisan lebih dalam

Pembahasan **Kunci: B, D**

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

Konsep: Program menjaga ketersediaan migas: optimasi produksi, reaktivasi sumur, kerja ulang (workover), pemboran sisipan, injeksi (EOR), dan eksplorasi. Masing-masing berbeda sasaran (lapangan lama atau cadangan baru) dan waktu hasilnya.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✗ Mencari cadangan baru di luar lapangan, bukan menambah produksi lapangan Kenanga, dan hasilnya butuh bertahun-tahun.
• **Pernyataan 2** ✓ Sumurnya masih berisi minyak; penggantian pompa cepat mengembalikan produksi.
• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: injeksi air memang menambah perolehan minyak, tetapi rencananya baru tahap uji laboratorium; desain dan fasilitasnya belum siap dalam 12 bulan.
• **Pernyataan 4** ✓ Membersihkan perforasi mengembalikan aliran dari lapisan yang sudah terbukti.
• **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: tampak menambah produksi, tetapi masih mencari cadangan (belum terbukti) dan hasilnya tidak dapat dijamin dalam 12 bulan.

Jawaban: pernyataan 2, 4.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Tulis dulu penyebab penurunan dan jangka waktu yang diminta, lalu pilih program.

1. Lapangan Teratai sudah berproduksi puluhan tahun (2027). Tekanan reservoirnya turun dari 2.000 psi menjadi 700 psi, sedangkan minyak yang sudah terambil baru sekitar 25% dari minyak di tempat. Hasil uji sumur tidak menemukan kerusakan formasi di sekitar lubang sumur. Air terproduksi selama ini ditampung di kolam, dan lapisan batuannya cocok untuk diinjeksi air.

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

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

Program yang paling tepat untuk menambah perolehan minyak lapangan itu adalah ....

A. Mengasamkan semua sumur untuk membersihkan pori di sekitar lubang
B. Membor sumur sisipan sebanyak mungkin di antara sumur yang ada
C. Mengganti pompa semua sumur dengan pompa berkapasitas besar
D. Menginjeksikan air terproduksi ke reservoir melalui sumur injeksi
E. Mengalihkan seluruh anggaran untuk eksplorasi di blok yang baru

Kunci singkat: 1. D

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa survei seismik di blok baru tidak menjawab permintaan menambah produksi lapangan dalam 12 bulan?
- Apa yang membedakan sumur yang cocok direaktivasi dengan lapangan yang memerlukan injeksi air?
- **Yang harus kuingat:** penurunan produksi berasal dari tekanan turun, air naik, atau sumur rusak; diagnosis penyebab lebih dulu; kerusakan sumur → reaktivasi atau kerja ulang; tekanan turun → injeksi air; minyak kental → uap; bagian belum terjangkau → sumur sisip; eksplorasi butuh bertahun-tahun; anggaran terbatas → hitung tambahan produksi per biaya.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 1.5: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktper&node=SMKTPER-1.5

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

Kuis Akhir Bab 1

SMKTPER-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-smktper&node=SMKTPER-KB1

1. Lapangan Delima milik sebuah perusahaan di Sumatra Selatan menghasilkan minyak mentah dan gas bumi pada 2027. Minyak akan dikirim ke kilang, sedangkan gas ditawarkan kepada pembangkit listrik di pulau seberang. Tim komersial mendiskusikan cara menyalurkan keduanya.
(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
Minyak mentah dapat ditampung di tangki timbun dan dijual kemudian, sedangkan gas harus punya pembeli dan jalur kirim sejak awal.	○	○
Gas yang dialirkan lewat pipa dapat ditumpuk di tangki timbun biasa seperti minyak mentah selama menunggu pembeli.	○	○
Untuk tujuan yang terpisah laut, gas dapat didinginkan menjadi cairan (LNG) lalu diangkut dengan kapal khusus.	○	○

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

2. Sumur eksplorasi Pandan-1 di wilayah kerja milik PT Laut Tenang diuji pada Februari 2027 dan mengalirkan gas dari lapisan batupasir. Laju alirnya tampak menarik, tetapi belum diketahui seberapa luas lapisan gasnya dan apakah penemuan itu layak secara ekonomi. Manajer proyek diminta menetapkan langkah berikutnya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Langkah berikutnya yang paling tepat adalah ....

A. Membangun pipa gas ke pembeli agar gas segera dapat dijual setelah rencana disetujui
B. Mengevaluasi hasil uji dan membor sumur penilaian bila perlu untuk memastikan luasnya
C. Memesan peralatan produksi supaya pemboran sumur pengembangan segera dimulai
D. Menyumbat Pandan-1 secara permanen karena tahap pencarian dianggap sudah selesai
E. Mengulang survei seismik di seluruh wilayah kerja sebelum menentukan langkah apa pun mengenai lapangan itu

3. PT Laut Kidul mencatat enam kegiatan untuk lapangan gas Mangga (2027): (P) menyusun dan mengajukan rencana pengembangan lapangan; (Q) mengevaluasi seluruh hasil uji, termasuk sumur penilaian, beserta kelayakan ekonominya; (R) membor sumur penilaian; (S) membangun stasiun pengumpul dan jalur pipa; (T) memproduksikan gas kepada pembeli; (U) membor sumur eksplorasi dan mengujinya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Urutan kegiatan yang paling tepat adalah ....

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

4. Seorang konsultan memeriksa jadwal pengembangan lapangan minyak Beringin milik PT Samudra Cahaya (2027):

Bulan	Kegiatan
1–3	menandatangani kontrak wilayah kerja
4–9	survei seismik 3D dan penentuan prospek
10–24	membangun stasiun pengumpul dan pipa 60 km ke kilang
13–16	membor sumur eksplorasi
17	menguji sumur eksplorasi
28	menyusun rencana pengembangan lapangan

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

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

A. Memindahkan pengujian sumur eksplorasi ke bulan 4 agar hasilnya sudah diketahui sebelum survei seismik 3D selesai dikerjakan
B. Menghapus pemboran eksplorasi karena survei seismik 3D sudah cukup membuktikan adanya minyak di prospek yang dipilih
C. Mempercepat penyusunan rencana pengembangan lapangan ke bulan 3 sebelum survei seismik dan pemboran eksplorasi dikerjakan
D. Membiarkan jadwal apa adanya karena pembangunan pipa yang memakan waktu lama harus dimulai sedini mungkin di wilayah itu
E. Memindahkan pembangunan stasiun dan pipa ke sesudah rencana disetujui, sedangkan studi rute dan izin lahan tetap lebih awal

5. Laporan harian Rig-31 milik kontraktor PT Bor Mutiara (2027) mencatat lima kegiatan: (1) seorang petugas memeriksa berat jenis dan kekentalan lumpur di tangki lalu menambahkan bahan kimia; (2) seorang pekerja membongkar muat pipa dari truk dengan bantuan crane; (3) seorang petugas di unit pencatat mencatat serbuk bor dan kadar gas yang keluar bersama lumpur; (4) seorang petugas dari perusahaan pemilik sumur memeriksa kemajuan kerja terhadap program dan biaya; (5) seorang pekerja menyambung dua pipa di lantai bor dengan kunci pipa.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat tentang profesi para pekerja itu adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Kegiatan (1) dikerjakan mud engineer, yang mengatur sifat lumpur pemboran.
☐ B. Kegiatan (3) dikerjakan mud engineer karena ia juga bertugas mengurus lumpur.
☐ C. Kegiatan (4) dikerjakan company man, yang mewakili perusahaan pemilik sumur.
☐ D. Kegiatan (5) dikerjakan derrickman yang bekerja di papan monyet menara.
☐ E. Kegiatan (2) dikerjakan roustabout, pekerja umum di lokasi rig.

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

6. Konsultan sebuah perusahaan energi di Kalimantan Timur menyusun daftar kegiatan dalam satu rantai migas pada 2027 dan meminta siswa PKL, Raka, menggolongkannya sebagai hulu atau hilir menurut undang-undang migas.
(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. Menganalisis data seismik 3D untuk menetapkan prospek termasuk kegiatan hulu.
☐ B. Menguji sumur eksplorasi dan menghitung laju alirnya termasuk kegiatan hilir karena sumur itu sudah mengalirkan minyak.
☐ C. Menampung minyak di tangki terminal ekspor lalu memuatnya ke kapal tanker termasuk kegiatan hilir.
☐ D. Menjual bensin di SPBU termasuk kegiatan hulu karena bensin berasal dari minyak bumi.
☐ E. Mengalirkan gas lewat pipa transmisi dari pengolahan gas ke pembangkit listrik termasuk kegiatan hilir.

7. Sumur Kemuning-3 (2027) sudah berproduksi. Kepala lapangan ingin mengetahui tekanan dan suhu di dasar sumur. Pengukuran dilakukan dengan menurunkan alat pengukur memakai kawat dari sebuah unit kecil di permukaan, tanpa rig dan tanpa mencabut tubing.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Petugas yang paling tepat melakukan pekerjaan itu adalah ....

A. Driller yang mengoperasikan drawworks di rig
B. Derrickman yang bekerja di papan monyet menara
C. Mud engineer yang mengatur sifat lumpur bor
D. Operator wireline atau slickline dari unit kawat
E. Operator tangki yang mengatur penerimaan dan pengiriman minyak

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

8. Lapangan Rawa Jernih (2027) menghasilkan air terproduksi dalam jumlah besar bersama minyaknya. Tim lingkungan mendiskusikan sifat dan penanganan air 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. Air terproduksi mengandung sisa minyak dan garam, sehingga tidak boleh dibuang langsung ke sungai.
☐ B. Unit pemisah minyak-air juga menghilangkan kadar garam sehingga airnya sudah aman dibuang langsung ke sungai.
☐ C. Menginjeksikan air terproduksi ke lapisan berpori yang dalam dan terpisah dari air tanah adalah cara penanganan yang tepat.
☐ D. Membuang air terproduksi ke sungai saat debit sungai sedang tinggi aman karena airnya akan terencerkan.
☐ E. Pada lapangan yang makin tua, jumlah air terproduksi biasanya makin banyak dibanding jumlah minyaknya.

9. Bengkel kalibrasi alat ukur milik Maya di Cilacap (2027) mempunyai biaya tetap per bulan: sewa Rp3.500.000, gaji teknisi tetap Rp4.500.000, dan cicilan alat Rp1.200.000. Harga rata-rata satu kalibrasi Rp260.000, dengan biaya variabel (bahan dan transport) rata-rata Rp95.000 per unit.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Jumlah kalibrasi minimal per bulan agar bengkel tidak rugi adalah ....

A. 35 unit
B. 55 unit
C. 56 unit
D. 97 unit
E. 101 unit

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

10. Usaha angkutan limbah lumpur bor milik Hendra melayani beberapa rig di Kutai (2027). Dua pelanggan mengeluh: truk sering terlambat satu hari karena rute dan jadwal berubah-ubah, dan beberapa kali lumpur menetes di jalan karena bak truk bocor. Penyedia jasa angkutan limbah diwajibkan memiliki izin dan menyerahkan bukti serah terima limbah. Hendra menimbang beberapa strategi agar pelanggan tidak pindah.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Strategi yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

- ☐ A. Memberi potongan harga kepada pelanggan yang mengeluh tanpa mengubah cara kerja.
- ☐ B. Memeriksa bak truk sebelum berangkat dan menunda keberangkatan bila bak bocor.
- ☐ C. Membuat jadwal dan rute tetap, lalu memberi tahu pelanggan lebih awal bila ada perubahan.
- ☐ D. Menambah muatan tiap truk melebihi kapasitas agar jumlah perjalanan berkurang.
- ☐ E. Menyimpan bukti serah terima limbah dan mengikuti syarat izin yang diminta penyedia jasa.

11. Produksi Lapangan Seroja (2027) turun 8 % per tahun. Kepala lapangan diminta memilih program yang dapat menambah produksi dari lapangan itu sendiri dalam 12 bulan ke depan. Data: 9 sumur berhenti hanya karena kabel listrik pompanya putus, 5 sumur turun produksi karena perforasinya tersumbat endapan, rencana injeksi uap baru sampai studi laboratorium, dan sebuah blok di luar lapangan belum pernah disurvei.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Program yang memenuhi permintaan itu adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

- ☐ A. Survei seismik 3D di blok di luar lapangan yang belum pernah disurvei sebelumnya.
- ☐ B. Mengganti kabel pompa pada 9 sumur yang berhenti karena kabel putus.
- ☐ C. Melaksanakan injeksi uap di seluruh lapangan mulai tahun ini setelah studi laboratorium.
- ☐ D. Kerja ulang pada 5 sumur untuk membersihkan perforasi yang tersumbat.
- ☐ E. Membor sumur eksplorasi di blok di luar lapangan untuk mencari lapisan baru.

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

12. Lapangan Bukit Lintang (2027) terletak 45 km dari jaringan PLN dan menerima banyak sinar matahari. Empat puluh katup pengendali di sumur digerakkan oleh gas bumi bertekanan, dan gas yang sudah dipakai dilepas ke udara. Tiap penggerak listrik pengganti hanya memerlukan daya sangat kecil. Tim lingkungan mencari cara paling efektif menghentikan pelepasan metana itu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Usulan yang paling tepat adalah ....

A. Menarik jaringan kabel PLN sejauh 45 km hanya untuk menyalakan penggerak kecil di sumur
B. Memasang genset diesel kecil di setiap sumur untuk menyalakan penggerak listrik katup
C. Memasang pipa pelepas yang lebih panjang agar gas penggerak lepas jauh dari para pekerja
D. Mengganti penggerak katup dengan penggerak listrik bertenaga panel surya dan baterai kecil
E. Membakar gas penggerak katup di suar kecil pada setiap sumur supaya metana tidak lepas

13. Lapangan Teluk Sari (2027) jauh dari jaringan PLN. Tim lingkungan menemukan tiga sumber pelepasan metana: penggerak katup bergas yang melepas gas setiap kali bekerja, ventilasi tangki timbun yang melepas uap hidrokarbon, dan sambungan pipa gas yang sering merembes. Tim menyusun beberapa usulan untuk menekan pelepasan itu tanpa menghentikan produksi.
(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. Mengganti penggerak katup bergas dengan penggerak listrik bertenaga panel surya.
☐ B. Menutup ventilasi tangki rapat-rapat tanpa katup pelepas tekanan agar uap tidak keluar.
☐ C. Memasang unit penangkap uap pada tangki timbun.
☐ D. Memeriksa sambungan pipa gas secara berkala dan memperbaiki yang merembes.
☐ E. Menambah jumlah suar agar gas ikutan terbakar lebih cepat.

14. Lapangan Pesisir (2027) mempunyai tiga kelompok sumur yang berhenti berproduksi. Anggaran tahun ini Rp5.400 juta.

Kelompok	Jumlah sumur	Penyebab berhenti	Minyak per sumur bila aktif	Biaya per sumur
K	10	tubing bocor	36 bph	Rp480 juta
L	9	pompa rusak	24 bph	Rp270 juta
M	14	kadar air 96 %	3 bph	Rp300 juta

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

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kombinasi pekerjaan yang paling menambah produksi adalah ....

A. 10 sumur K dan 2 sumur L, sekitar 408 bph
B. 7 sumur K dan 7 sumur L, sekitar 420 bph
C. 9 sumur L, 4 sumur K, dan 3 sumur M, sekitar 369 bph
D. 9 sumur L dan 8 sumur K, sekitar 504 bph
E. 9 sumur L dan 6 sumur K, sekitar 432 bph

15. Pada Rig-18 (2027), dua floorman sakit dan sebuah kompresor kecil perlu dijadwalkan perbaikannya untuk semua giliran. Perusahaan pemilik sumur hanya meminta diberi tahu bila jadwal pemboran terpengaruh. Beberapa orang di kantor rig berbeda pendapat tentang siapa berwenang apa.
(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. Toolpusher mengatur pengganti kru dan jadwal perbaikan karena ia bertanggung jawab atas seluruh rig dan kru kontraktor.
☐ B. Company man berwenang memerintahkan floorman secara langsung karena ia mewakili pemilik sumur yang membayar pekerjaan.
☐ C. Driller memimpin kru pada satu giliran dan mengoperasikan drawworks di panel dekat lantai bor.
☐ D. Petugas HSE memimpin kru lantai bor selama izin kerja berlaku agar pekerjaan lebih aman.
☐ E. Perwakilan pemilik sumur harus memperbaiki sendiri kompresor karena pemilik sumur menanggung biayanya.

16. Pompa transfer minyak di stasiun pengumpul Cempaka (2027) berbunyi kasar dan suhu rumah bantalannya naik. Operator produksi memastikan pompa itu sudah dihentikan dan diisolasi. Pompa harus dibongkar untuk mengganti bantalan yang aus.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Petugas yang paling tepat membongkar dan mengganti bantalan adalah ....

A. Teknisi mekanik
B. Teknisi instrumentasi dan kontrol
C. Mud logger
D. Geolog lapangan
E. Petugas tanggap darurat medis

17. Rig-14 selesai membor sumur eksplorasi di dekat area persawahan di Jambi (2027). Lumpur bekas dan serbuk bor menumpuk dan akan dibersihkan dari lokasi. Pengawas lingkungan menimbang cara penanganannya.

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

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

A. Menampung limbah dalam wadah atau kolam berlapis tertutup lalu menyerahkannya ke pengelola limbah berizin
B. Menimbun limbah di lahan kosong dekat lokasi agar biaya pengangkutan limbah dapat dihemat sepenuhnya
C. Mengalirkan limbah cair ke parit menuju sawah saat hujan deras supaya terencerkan oleh air hujan
D. Membakar limbah padat di lokasi pemboran agar volumenya berkurang sebelum rig dipindahkan ke sumur lain
E. Membiarkan limbah di kolam terbuka karena lumpur akan mengendap dan menjadi aman dengan sendirinya

18. Pipa penyalur kondensat milik PT Karang Biru bocor di dekat parit irigasi yang menuju kolam ikan warga di Indramayu (2027). Operator pertama yang tiba menulis lima tindakan: (P) menutup katup di hulu kebocoran; (Q) memasang tanggul tanah di parit agar kondensat tidak mengalir ke kolam ikan; (R) memompa kondensat yang terkumpul ke truk tangki; (S) mengerok tanah yang tercemar dan mengirimnya sebagai limbah berbahaya; (T) melengkapi catatan penyebab dan jumlah tumpahan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Urutan tindakan yang paling tepat adalah ....

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

19. Sebelas sumur di Lapangan Mutiara (2027) menurun produksinya dalam dua tahun terakhir. Tekanan reservoir masih tinggi dan minyak yang tersisa banyak. Uji sumur menunjukkan hambatan di sekitar lubang sumur akibat endapan kerak yang larut dalam asam. Pompa dan tubing semua sumur dalam kondisi baik.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Program yang paling tepat untuk menaikkan produksi sumur-sumur itu adalah ....

A. Stimulasi asam melalui kerja ulang pada sebelas sumur untuk melarutkan endapan kerak
B. Injeksi air di seluruh lapangan untuk menaikkan tekanan reservoir yang sudah tinggi
C. Mengganti semua pompa dengan pompa berkapasitas lebih besar agar minyak terisap lebih banyak
D. Membor sumur sisip sebanyak mungkin di antara sumur yang sudah ada
E. Injeksi uap ke seluruh lapangan untuk menurunkan kekentalan minyak di reservoir

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

20. Rini lulus SMK Teknik Perminyakan pada 2027 dengan sertifikat kompetensi instrumentasi. Ia teliti membaca alat ukur dan senang memecahkan masalah sinyal. Ia takut bekerja di ketinggian, tidak suka pekerjaan fisik berat, dan siap bekerja bergiliran di stasiun produksi. Guru BK menunjukkan lima lowongan dari kontraktor dan operator di lapangan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Lowongan yang paling sesuai dengan Rini adalah ....

A. Derrickman di rig darat yang bekerja di papan monyet pada ketinggian puluhan meter
B. Floorman di lantai bor yang menyambung pipa dengan kunci pipa dan baji sepanjang giliran
C. Roustabout yang membongkar muat peralatan berat dan membersihkan lokasi pemboran
D. Toolpusher yang memimpin seluruh kru rig dan memerlukan pengalaman belasan tahun
E. Asisten teknisi instrumentasi dan kontrol di stasiun pengumpul dengan sistem giliran

21. Yusuf mengelola usaha pengiriman air bersih ke rig dengan dua truk yang sudah penuh jadwal (2027). Sebuah kontraktor menawarkan 40 perjalanan tambahan per bulan. Setiap perjalanan memberi laba Rp350.000 setelah dikurangi bahan bakar dan upah sopir. Untuk melayaninya Yusuf harus menyewa satu truk Rp8.000.000 per bulan, membayar asuransi Rp1.200.000 per bulan, dan menambah biaya perawatan Rp800.000 per bulan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Bila kontrak 40 perjalanan diambil, laba tambahan Yusuf sekitar Rp4.000.000 per bulan.	○	○
Karena laba setiap perjalanan Rp350.000, kontrak itu pasti menguntungkan tanpa perlu menghitung biaya sewa truk.	○	○
Bila perjalanan yang benar-benar dipesan hanya 28 per bulan, kontrak itu membuat Yusuf rugi.	○	○

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

22. Bengkel milik Taufik di Dumai ingin menerima pekerjaan kalibrasi tekanan untuk kontraktor migas (2027). Ia harus membeli alat uji tekanan Rp24.000.000 dan mengirim operator ke pelatihan Rp3.000.000. Selama pelatihan, bengkel kehilangan laba biasa Rp1.800.000. Setelah beroperasi, labanya bertambah Rp3.500.000 per bulan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Lama waktu setelah bengkel beroperasi agar seluruh biaya investasi tertutup adalah ....

A. 7 bulan
B. 8 bulan
C. 9 bulan
D. 10 bulan
E. 12 bulan

23. Manajer produksi sebuah perusahaan di Sumatra Utara diminta menaikkan produksi lapangannya dalam 12 bulan pada 2027. Ia mendiskusikan beberapa program dengan timnya.
(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
Eksplorasi blok baru tidak dapat menjawab target kenaikan produksi dalam 12 bulan karena butuh bertahun-tahun sampai berproduksi.	○	○
Kerja ulang pada sumur yang rusak secara teknis dapat menaikkan produksi dalam hitungan bulan.	○	○
Injeksi air di seluruh lapangan yang baru lolos uji laboratorium dapat langsung menambah produksi pada bulan pertama.	○	○

24. Bengkel perawatan milik Sarah mempunyai satu tim teknisi dengan waktu kerja 36 jam per minggu (2027). Pesanan minggu depan lebih banyak daripada waktu tersedia. Data layanan:

Layanan	Laba per unit	Waktu per unit	Pesanan maksimal
Servis genset	Rp520.000	8 jam	3 unit
Kalibrasi pressure gauge	Rp90.000	1,5 jam	10 unit
Servis kompresor	Rp700.000	12 jam	3 unit
Uji APAR	Rp45.000	1 jam	12 unit

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

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pilihan yang menghasilkan laba terbesar minggu itu adalah ....

A. Servis kompresor 3 unit, karena laba per unitnya paling besar; laba Rp2.100.000
B. Servis genset 3 unit lalu kalibrasi 8 unit; laba Rp2.280.000
C. Servis genset 3 unit lalu servis kompresor 1 unit; laba Rp2.260.000
D. Kalibrasi 10 unit, servis genset 2 unit, dan uji APAR 5 unit; laba Rp2.165.000
E. Uji APAR 12 unit, kalibrasi 10 unit, dan servis genset 1 unit; laba Rp1.960.000

25. Bengkel las milik Indra di Balikpapan menerima pesanan perbaikan satu flensa pipa untuk kontraktor migas kecil (2027). Rincian biaya satu pekerjaan:

Komponen biaya	Jumlah
Bahan las dan gas pelindung	Rp240.000
Upah teknisi 3 jam	Rp55.000 per jam
Transport ke lokasi	Rp95.000

Indra menetapkan laba 40 % dari biaya total.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Harga jasa per pekerjaan yang tepat adalah ....

A. Rp500.000
B. Rp567.000
C. Rp700.000
D. Rp833.300
E. Rp905.000

Tabel skor dan anjuran

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 1.1 · Tahapan industri migas dari eksplorasi hingga distribusi awal	1, 2, 3, 4, 6	___ / 5	Ulangi hlm. 12
Sub bab 1.2 · Aktivitas pekerjaan dan jenis profesi di industri perminyakan	5, 7, 15, 16, 20	___ / 5	Ulangi hlm. 25
Sub bab 1.3 · Kewirausahaan dan usaha pendukung migas	9, 10, 21, 22, 24, 25	___ / 6	Ulangi hlm. 38
Sub bab 1.4 · Tantangan lingkungan dan energi lebih bersih dalam migas	8, 12, 13, 17, 18	___ / 5	Ulangi hlm. 51
Sub bab 1.5 · Program menjaga ketersediaan minyak dan gas bumi	11, 14, 19, 23	___ / 4	Ulangi hlm. 63

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

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

Bab 2 · Geologi Perminyakan, K3, dan Budaya Kerja

SMKTPER-B2

Setelah mempelajari bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan proses terbentuknya minyak bumi dan peran tiap unsur petroleum system
- mengenali jenis batuan, struktur, dan peran geologi dalam perminyakan
- mengurutkan tahapan pencarian migas di darat dan di perairan
- memilih alat pelindung diri sesuai jenis pekerjaan dan SOP
- menerapkan budaya kerja 5R di area kerja migas
- mengenali bahaya fisik, kimia, dan mekanik serta mengendalikannya

Peta bab

Sub bab	Judul
2.1	Terbentuknya minyak bumi dan petroleum system
2.2	Geologi dasar: batuan, struktur, dan peran geologi
2.3	Tahapan pencarian migas di darat dan perairan
2.4	Alat pelindung diri sesuai SOP
2.5	Budaya kerja 5R: Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin
2.6	Bahaya fisik, kimia, mekanik, dan potensi bahaya area kerja migas

Bab 2 di LMS

Buka seluruh latihan bab ini di LMS.

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

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

Sub bab 2.1 · Terbentuknya minyak bumi dan petroleum system

SMKTPER-2.1

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi Teknik Perminyakan meminta kamu **memahami geologi perminyakan**, yaitu bagaimana minyak dan gas bumi terbentuk, ke mana ia bergerak, dan di mana ia tertahan. Soal tidak meminta kamu menyebut definisi. Soal akan menceritakan sebuah sumur, sebuah penampang, atau data lapisan batuan, lalu bertanya **lapisan mana yang berperan sebagai apa**, **urutan peristiwa yang benar**, atau **mengapa sebuah sumur kering** padahal tampaknya semua syarat sudah ada.

Bentuk soalnya bisa pilihan ganda biasa, pilihan ganda kompleks, atau susunan kartu peristiwa yang harus diurutkan. Pengecohnya biasanya satu unsur yang tertukar (batuan penutup dengan reservoir), satu unsur yang dianggap sudah bekerja padahal belum (batuan induk yang belum matang), atau urutan waktu yang dibalik (minyak lewat sebelum perangkap ada).

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan urutan terbentuknya minyak bumi dari sisa makhluk hidup sampai tertahan di perangkap;
- menyebut lima unsur petroleum system dan peran masing-masing, serta pentingnya waktu;
- memakai suhu dan kedalaman untuk menilai apakah batuan induk belum matang, sedang menghasilkan minyak, atau sudah menghasilkan gas;
- mengenali tiga jenis perangkap (antiklin, patahan, stratigrafi) pada gambar penampang;
- menelusuri unsur mana yang gagal pada sebuah sumur kering.

◆ KONSEP INTI

Minyak bumi tidak ditemukan dalam "danau" bawah tanah. Ia terkumpul di dalam batuan, pada celah-celah kecil di antara butiran, seperti air yang meresap di dalam spons. Untuk sampai ke sana, minyak menempuh perjalanan geologi yang sangat panjang, sering kali jutaan tahun. Perjalanan itu hanya berhasil bila beberapa syarat terpenuhi **pada tempat dan waktu yang tepat**. Kumpulan syarat inilah yang disebut ***petroleum system*** (sistem minyak bumi). Mempelajarinya membuatmu mengerti mengapa ahli geologi bisa menunjuk lokasi sumur, dan mengapa sebagian sumur tetap kering.

1. Dari sisa makhluk hidup menjadi bahan induk minyak

Awal cerita ada di cekungan. **Cekungan sedimen** adalah daerah yang amblas perlahan sehingga menampung endapan dalam jumlah tebal, bisa berupa dasar laut dangkal, delta sungai, atau

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

danau purba. Di perairan seperti itu hidup banyak **plankton** dan **alga**, makhluk renik yang melayang di air. Ketika mati, tubuhnya turun ke dasar dan bercampur dengan lumpur halus. Kalau dasarnya miskin oksigen, sisa makhluk itu tidak habis membusuk. Ia tertimbun lumpur baru, lalu tertimbun lagi, dan bahan organiknya terawetkan di dalam lapisan lumpur.

Lumpur halus yang menumpuk, memadat, lalu menjadi batuan disebut **serpih** (lihat sub bab 2.2). Serpih yang kaya sisa makhluk hidup tampak gelap, bahkan hitam. Bahan organik yang terawetkan dalam batuan disebut **kerogen**. Serpih kaya kerogen inilah yang disebut **batuan induk** (*source rock*), yaitu batuan tempat minyak dan gas bumi **terbentuk**. Batuan induk belum berisi minyak ketika baru diendapkan. Ia hanya memiliki **bahan** yang dapat menjadi minyak bila dipanaskan.

Jenis bahan asalnya memengaruhi hasilnya. Sisa alga dan plankton cenderung menghasilkan minyak (dan gas), sedangkan sisa tumbuhan darat, misalnya serasah hutan rawa yang tertimbun, cenderung menghasilkan gas. Karena itu cekungan yang dahulu berupa laut atau danau yang kaya plankton lebih menjanjikan untuk minyak.

2. Penimbunan dan pematangan

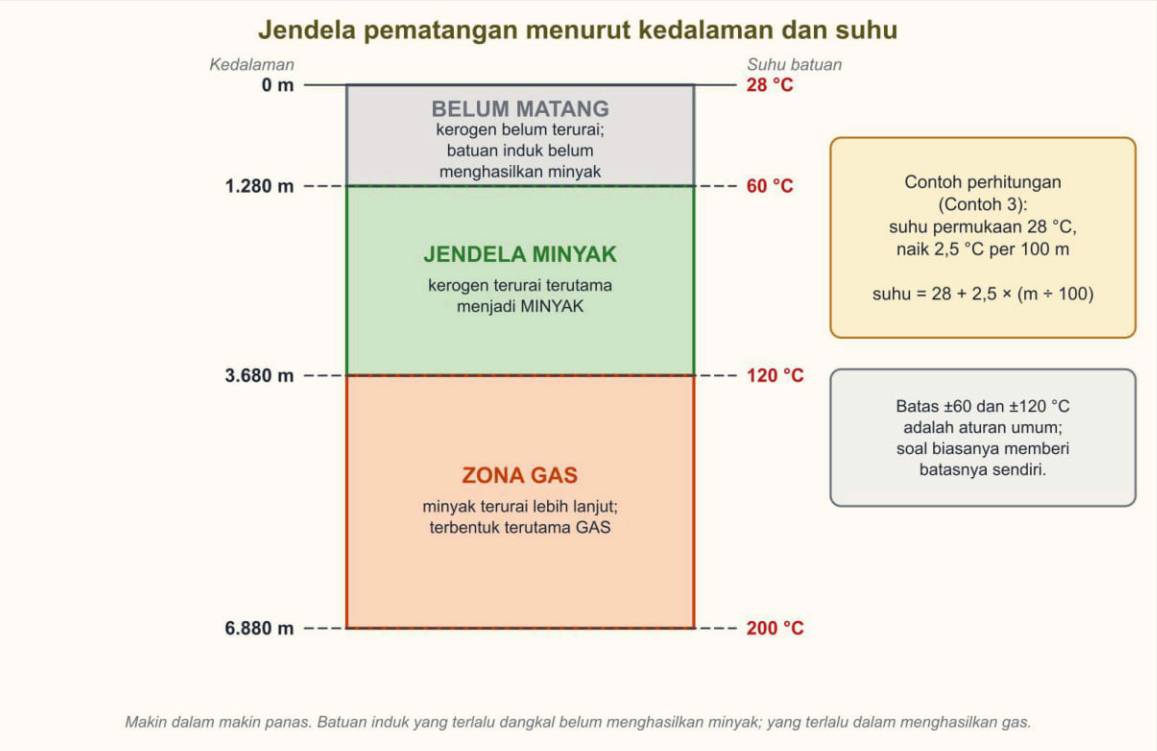
Endapan baru terus menumpuk di atas batuan induk sehingga batuan induk terkubur semakin dalam. Makin dalam suatu lapisan, makin tinggi suhunya, karena bumi makin panas ke arah dalam. Di banyak tempat suhu batuan naik sekitar 2,5 sampai 3,5 °C setiap 100 m kedalaman. Angka ini berbeda dari daerah ke daerah, jadi soal akan memberikannya.

Pada suhu yang cukup tinggi, kerogen **terurai** menjadi molekul yang lebih kecil. Proses ini disebut **pematangan** (*maturation*). Ada tiga keadaan yang harus kamu bedakan:

- **Belum matang.** Suhu masih rendah, kerogen belum terurai. Batuan induk berisi bahan, tetapi belum menghasilkan minyak. Batuan induk yang terkubur dangkal berada di keadaan ini.
- **Matang untuk minyak.** Pada suhu sekitar **60 sampai 120 °C**, kerogen terurai terutama menjadi minyak. Rentang suhu ini disebut **jendela minyak** (*oil window*).
- **Menghasilkan gas.** Pada suhu yang lebih tinggi lagi, minyak ikut terurai menjadi molekul yang lebih kecil sehingga yang terbentuk terutama **gas**. Pembentukan gas dapat berlanjut sampai kira-kira 200 °C.

Gambar 2.1 memperlihatkan ketiga keadaan itu menurut kedalaman, dengan contoh suhu permukaan 28 °C dan kenaikan 2,5 °C setiap 100 m.

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



Gambar 2.1 Suhu batuan makin tinggi ke arah dalam. Batuan induk yang belum matang berada di bagian atas, jendela minyak di tengah, dan zona gas di bawah. Kedalaman batas dihitung dari contoh suhu permukaan 28 °C dan kenaikan 2,5 °C per 100 m (rumus di Contoh 3). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Perlu kamu ketahui dua hal. Pertama, angka 60–120 °C adalah **aturan umum**. Sumber yang berbeda menuliskan batas yang agak berbeda, tergantung jenis kerogen dan lamanya batuan dipanaskan, sehingga soal biasanya memberi batasnya sendiri. Kedua, suhu bukan satu-satunya faktor, tetapi untuk keperluan soal SMK kamu cukup menghubungkan **suhu → keadaan batuan induk**.

Dari tahap ini lahir istilah **dapur** (*kitchen*), yaitu bagian cekungan tempat batuan induk sudah terkubur cukup dalam sehingga sedang menghasilkan minyak. Tempat lain di cekungan yang batuan induknya dangkal tetap belum matang.

3. Migrasi: perjalanan keluar dari batuan induk

Minyak yang baru terbentuk memenuhi pori batuan induk dan terdorong keluar karena tekanan. Minyak (dan gas) lebih ringan daripada air yang mengisi pori-pori batuan di sekitarnya. Karena itu ia cenderung **bergerak ke atas**, seperti gelembung minyak yang naik di dalam air. Perpindahan ini disebut **migrasi**.

Migrasi tidak berlangsung lewat batuan sembarang. Minyak hanya bisa lewat batuan yang berpori dan pori-porinya saling terhubung, misalnya batupasir, atau lewat **patahan**, yaitu retakan besar pada batuan yang disertai pergeseran. Jalan seperti itu disebut **jalur migrasi**. Batuan kedap, seperti serpih tebal, menghentikan minyak.

Minyak yang terus naik bisa berakhir dengan dua cara. Bila tidak ada yang menghentikannya, ia sampai di permukaan bumi sebagai **rembesan minyak** (*oil seep*), yaitu bercak minyak di tanah atau gelembung minyak di air. Rembesan adalah tanda bahwa di bawah sana ada batuan induk

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

yang menghasilkan minyak. Rembesan juga tanda bahwa minyak **lolos**, yaitu tidak tertahan. Bila ada yang menghentikannya, minyak berkumpul dan membentuk akumulasi, yang akan kita bahas berikut ini.

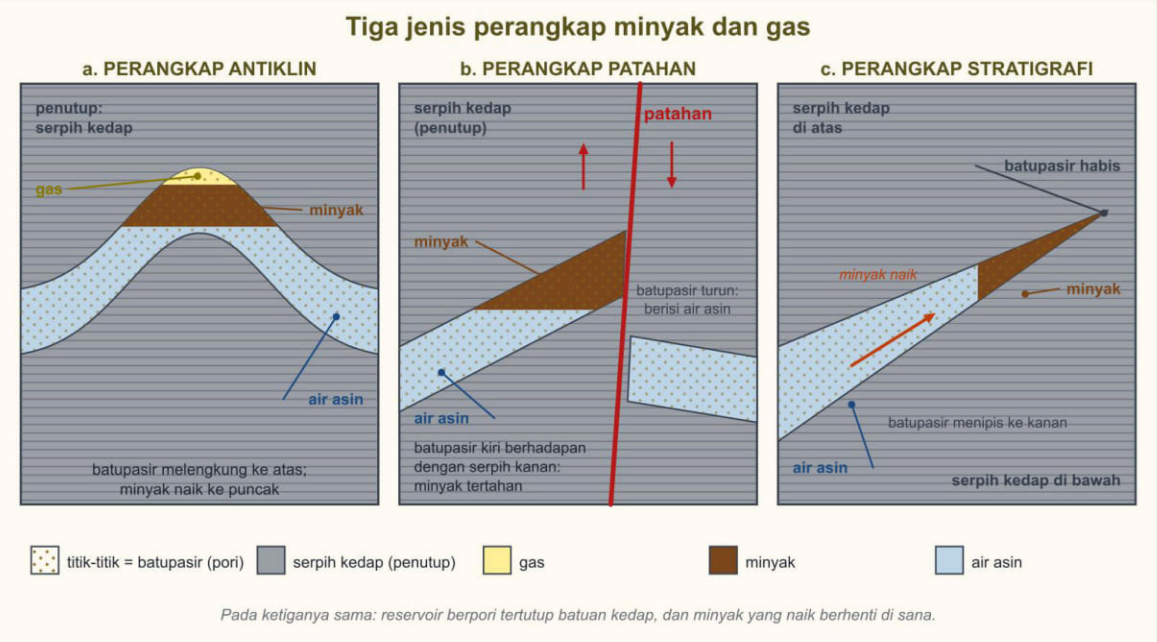
4. Reservoir, batuan penutup, dan perangkap

Tiga unsur berikutnya bekerja bersama.

Batuan reservoir adalah batuan yang **menyimpan** minyak dan **mengalirkannya**. Syaratnya ada dua: berpori (banyak ruang kosong di antara butirnya) dan pori-porinya saling terhubung (sub bab 2.2 menjelaskan ini lebih dalam). Batupasir dan batugamping berongga adalah reservoir yang paling umum.

Batuan penutup (*seal* atau *cap rock*) adalah batuan **kedap** yang berada di atas reservoir dan **menahan** minyak agar tidak naik terus. Serpih tebal, batulempung, dan lapisan garam adalah contoh batuan penutup. Tanpa penutup, reservoir sebaik apa pun akan kosong karena minyaknya naik dan lolos.

Perangkap (*trap*) adalah **bentuk geologi** yang membuat reservoir dan penutup tersusun sedemikian rupa sehingga minyak berkumpul pada satu tempat dan tidak bisa menyebar lagi. Bayangkan mangkuk yang ditelungkupkan di dalam bak air: gelembung udara yang naik akan terkumpul di bawah dasar mangkuk. Mangkuk itu perangkapnya. Ada beberapa jenis (lihat Gambar 2.2).



Gambar 2.2 Tiga jenis perangkap: antiklin (lapisan melengkung ke atas), patahan (reservoir berhadapan dengan batuan kedap), dan stratigrafi (reservoir menipis dan habis di antara batuan kedap). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

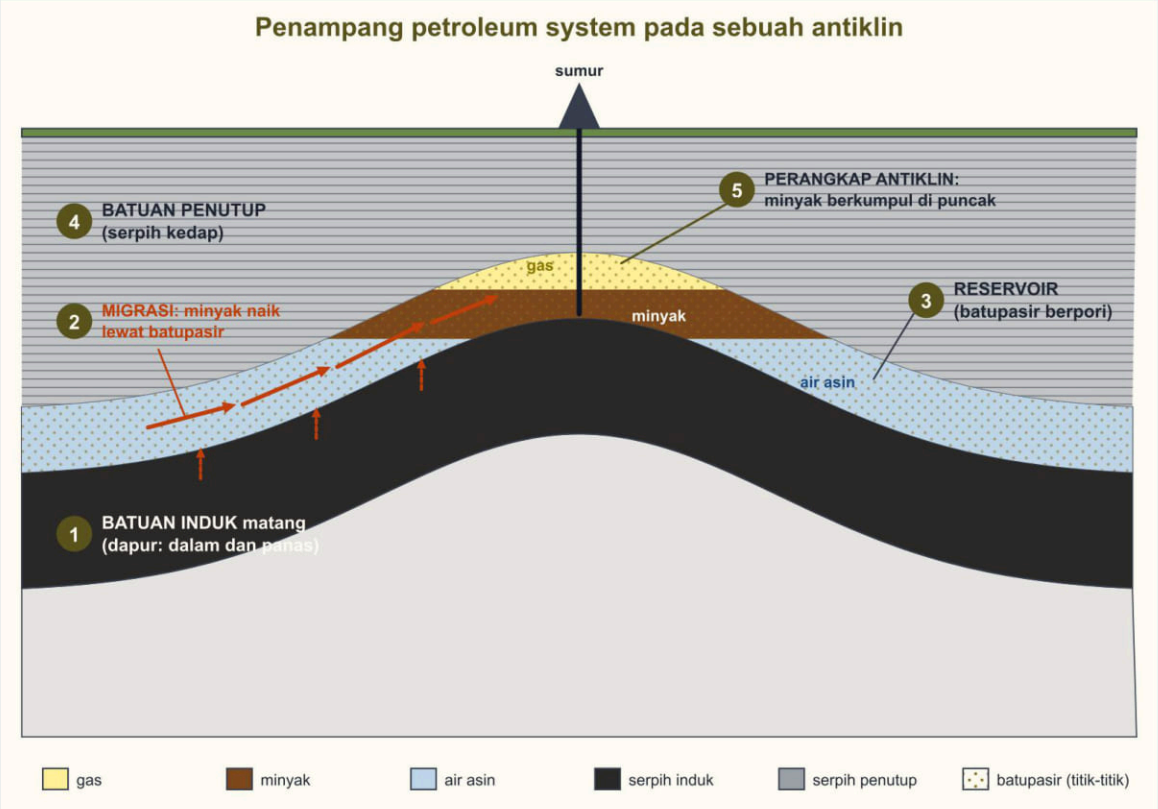
- **Perangkap antiklin. Antiklin** adalah lipatan lapisan yang melengkung ke atas seperti punggung atap. Bila batupasir yang berpori tertutup serpih kedap lalu terlipat menjadi antiklin, minyak naik dan berkumpul di bagian **puncak** lipatan, tepat di bawah penutup.
- **Perangkap patahan.** Pergeseran sepanjang patahan dapat membuat batupasir reservoir di

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

satu sisi berhadapan dengan serpih kedap di sisi lain. Minyak yang naik berhenti di hadapan serpih itu.

- **Perangkap stratigrafi.** Di sini bukan lipatan atau patahan yang menahan minyak, melainkan **bentuk lapisannya**. Contohnya batupasir yang makin ke atas makin tipis dan akhirnya habis, terjepit di antara batuan kedap.
- **Kubah garam.** Lapisan garam bisa naik menembus lapisan di atasnya membentuk kubah. Garam kedap sehingga minyak yang naik menghadapi dinding garam dan tertahan. Jenis ini kamu cukup kenal namanya.

Sekarang kita punya gambaran penuh. Gambar 2.3 menunjukkan seluruh unsur pada satu penampang.



Gambar 2.3 Penampang petroleum system pada sebuah antiklin: (1) batuan induk matang, (2) migrasi lewat batupasir dan patahan, (3) reservoir batupasir, (4) batuan penutup, (5) perangkap antiklin. Gas, minyak, dan air tersusun menurut massa jenisnya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Perhatikan susunan fluida di dalam reservoir pada gambar itu. Gas paling ringan sehingga berada paling atas, minyak di tengah, dan air asin yang selalu ada di dalam batuan berada paling bawah. Susunan ini mengikuti **massa jenis**: yang paling ringan naik paling tinggi. Itu sebabnya sumur yang dibor di puncak antiklin menembus gas atau minyak, sedangkan sumur di tepi bawah antiklin lebih dahulu mengenai air.

5. Lima unsur dan satu syarat: waktu

Dengan demikian, petroleum system terdiri atas **lima unsur**:

No	Unsur	Peran	Bila tidak ada atau gagal
1	Batuan induk	tempat minyak terbentuk	tidak ada minyak yang terbentuk

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

2	Pematangan dan migrasi	mengubah kerogen menjadi minyak lalu membawanya keluar	batuan induk tidak menghasilkan, atau minyak tidak sampai ke reservoir
3	Batuan reservoir	menyimpan dan mengalirkan	tidak ada ruang untuk minyak
4	Batuan penutup	menahan minyak	minyak lolos ke atas
5	Perangkap	mengumpulkan minyak pada satu tempat	minyak menyebar, tidak terkumpul

Namun lima unsur ini belum cukup. Ada syarat keenam yang sering dilupakan, yaitu **waktu**. Perhatikan urutannya pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Dua garis waktu untuk satu cekungan khayalan. Atas: perangkap sudah ada sebelum minyak bermigrasi (berhasil). Bawah: perangkap baru terbentuk setelah minyak lewat (gagal). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Aturannya sederhana: **perangkap dan penutup harus sudah ada ketika minyak lewat**. Bila minyak bermigrasi lebih dahulu, sedangkan antiklin baru terbentuk jutaan tahun kemudian, minyak itu sudah menyebar atau lolos, sehingga antiklin yang baru terbentuk hanya berisi air atau sedikit sisa. Sebaliknya, bila perangkap sudah ada sejak awal dan minyak datang kemudian, minyak terkumpul. Para ahli menyebut saat paling banyak minyak terbentuk dan bergerak sebagai saat kritis. Urutannya selalu sama: **bahan terawetkan → tertimbun → matang → migrasi → terperangkap**.

6. Sumur kering: unsur mana yang gagal?

Sumur kering (*dry hole*) adalah sumur yang tidak menemukan minyak atau gas dalam jumlah yang layak diambil. Sumur kering tidak berarti "tidak ada petroleum system di sana". Ia berarti **setidaknya satu unsur gagal**. Ahli geologi menelusurinya dengan satu pertanyaan per unsur,

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

seperti pada tabel berikut.

Pertanyaan	Bukti bahwa unsur itu baik	Bukti bahwa unsur itu gagal
Ada batuan induk yang matang?	serpih gelap kaya organik, suhu 60–120 °C, rembesan minyak di sekitar	serpih dangkal, suhu rendah, atau tidak ada serpih organik
Minyak bisa sampai ke reservoir?	jalur batupasir atau patahan yang menyambung	batupasir terputus oleh serpih tebal atau patahan yang menghadapkannya dengan batuan kedap
Reservoir ada dan bermutu?	batupasir berpori, pori terhubung	batuan rapat atau pori tak terhubung
Penutup utuh?	serpih tebal tanpa retakan menembus	patahan terbuka memotong penutup, atau penutup tererosi
Perangkap ada pada saat minyak lewat?	struktur sudah terbentuk sebelum migrasi	struktur terbentuk jauh sesudah migrasi

Kata kuncinya adalah **mencari data yang bertentangan dengan penjelasan**. Jika soal berkata batuan induk sudah matang dan menghasilkan minyak, penjelasan "batuan induk belum matang" pasti salah. Jika soal berkata ada rembesan minyak di permukaan, minyak memang sampai ke daerah itu, sehingga penjelasan "minyak belum sempat bermigrasi" lemah. Dengan menyingkirkan penjelasan yang dibantah data, tersisa unsur yang gagal.

Satu catatan penting: **migrasi yang terhalang tidak berarti tidak ada minyak di cekungan**. Dapurnya bisa menghasilkan banyak minyak, tetapi jalan menuju struktur tertentu tertutup. Struktur di sisi lain jalan yang terbuka bisa saja penuh minyak.

7. Hubungan dengan pekerjaan di lapangan

Semua penjelasan di atas bukan sekadar teori. Ahli geologi memakainya untuk memilih tempat membor, dan teknisi perminyakan memakainya untuk memahami mengapa sumur menembus gas, minyak, atau air pada kedalaman tertentu. Misalnya, sumur yang menembus batupasir bergas di atas dan berair asin di bawah menunjukkan kontak antarfluida. Di sub bab 4.2 kamu akan memakainya untuk memilih tempat perforasi. Sub bab 2.2 melanjutkan dengan jenis batuan, dan sub bab 2.3 dengan cara mencari perangkap.

> **Pengayaan.** Para ahli juga membedakan jenis kerogen (tipe I, II, dan III) dan memodelkan sejarah pemanasan batuan secara rinci untuk memperkirakan kapan minyak terbentuk dan berapa banyak. Hal itu tingkat kuliah dan tidak dibutuhkan untuk soal TKA SMK.

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

▣ CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Menunjuk peran lapisan pada penampang

Tim geologi PT Rimba Pasir mengebor sumur Lengkuas-1 pada 2027 di daratan Sumatra Selatan. Kolom batuan dari atas ke bawah tercatat seperti ini. Lapisan A (1.000–1.080 m): batulempung tebal, kedap. Lapisan B (1.080–1.150 m): batupasir berpori, pori saling terhubung, berisi minyak. Lapisan C (1.150–1.900 m): serpih abu-abu terang, tidak organik. Lapisan D (2.300–2.450 m): serpih hitam kaya bahan organik. Strukturnya antiklin, dan suhu di lapisan D sekitar 87 °C. Tentukan peran tiap lapisan. *Kasus disusun untuk contoh; perusahaan dan lokasi fiktif.*

1. **Cari yang menghasilkan.** Hanya D berupa serpih hitam kaya bahan organik, jadi D adalah **batuan induk**. Suhu 87 °C berada di antara 60 dan 120 °C, jadi D **sudah matang untuk minyak**.
2. **Cari yang menyimpan.** B berpori, pori terhubung, dan berisi minyak: **reservoir**.
3. **Cari yang menahan.** A kedap dan berada langsung di atas B: **batuan penutup**.
4. **Periksa lapisan C.** C serpih, tetapi tidak organik dan tidak kedap sebagai penutup reservoir (letaknya di bawah B). Ia hanya lapisan yang dilewati dalam perjalanan. Serpih tidak otomatis batuan induk: harus kaya bahan organik.
5. **Bentuk strukturnya.** Antiklin yang menahan minyak di puncaknya adalah **perangkap**. Migrasi dari D ke B berlangsung lewat jalur batupasir atau patahan yang menyambungkannya.

Jawaban: D batuan induk matang; B reservoir; A batuan penutup; antiklin perangkap; C bukan satu pun dari tiga peran itu.

Contoh 2 — Mencari penyebab sumur kering

Sumur Pasir Putih-3 pada 2027 menembus batupasir berpori dan berpori terhubung, tertutup serpih kedap tebal, pada struktur antiklin yang jelas. Serpih induk di bawahnya hari ini berada pada suhu 95 °C. Studi sejarah cekungan menunjukkan serpih induk itu mencapai kematangan puncak 12 juta tahun lalu, dan sebagian besar minyaknya bermigrasi ke arah barat laut pada 12 sampai 6 juta tahun lalu. Antiklin di lokasi sumur baru terbentuk 4 juta tahun lalu. Tidak ada rembesan minyak di permukaan dan tidak ada patahan terbuka. Batupasir hanya berisi air asin. Apa penyebab sumur kering? *Kasus disusun untuk contoh; nama dan tempat fiktif.*

1. **Batuan induk.** Suhu 95 °C di jendela minyak, dan sudah menghasilkan banyak minyak. Penyebab "batuan induk belum matang" **ditolak**.
2. **Reservoir.** Batupasir berpori dan terhubung. Penyebab "reservoir buruk" **ditolak**.
3. **Penutup.** Serpih kedap tebal tanpa patahan terbuka. Tidak ada rembesan di permukaan, jadi minyak tidak lolos lewat penutup. Penyebab "penutup bocor" **ditolak**.
4. **Waktu.** Minyak bermigrasi pada 12–6 juta tahun lalu, sedangkan antiklin baru terbentuk 4 juta tahun lalu, yaitu **setelah** minyak lewat. Saat minyak datang, perangkap di lokasi itu belum ada, sehingga minyak bergerak terus ke arah barat laut.
5. **Kesimpulan.** Unsur yang gagal adalah **waktu**: perangkap terbentuk setelah migrasi utama.

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

Jawaban: perangkap terlambat terbentuk (minyak sudah lewat); bukan karena batuan induk, reservoir, atau penutup.

Contoh 3 — Menentukan keadaan batuan induk dari suhu

Di Cekungan Banyu Asin (fiktif, 2027) suhu permukaan 28 °C dan suhu batuan naik 2,5 °C setiap 100 m. Serpih kaya organik ditemukan pada tiga kedalaman: 1.100 m, 2.400 m, dan 4.100 m. Gunakan jendela minyak 60–120 °C dan anggap gas terbentuk di atas 120 °C. Tentukan keadaan serpih pada tiap kedalaman, dan kedalaman batas jendela minyak. *Kasus disusun untuk contoh; cekungan fiktif.*

1. **Rumus suhu.** Suhu = 28 + 2,5 × (kedalaman ÷ 100).
2. **1.100 m:** 28 + 2,5 × 11 = 28 + 27,5 = **55,5 °C**. Di bawah 60 °C: **belum matang**.
3. **2.400 m:** 28 + 2,5 × 24 = 28 + 60 = **88 °C**. Di antara 60 dan 120: **jendela minyak**.
4. **4.100 m:** 28 + 2,5 × 41 = 28 + 102,5 = **130,5 °C**. Di atas 120: **terutama gas**.
5. **Batas jendela minyak.** Kedalaman = (suhu − 28) ÷ 2,5 × 100. Untuk 60 °C: (60 − 28) ÷ 2,5 × 100 = **1.280 m**. Untuk 120 °C: (120 − 28) ÷ 2,5 × 100 = **3.680 m**. Jendela minyak berada pada kedalaman 1.280–3.680 m.
6. **Periksa.** 1.100 m kurang dari 1.280 m (belum matang), 2.400 m berada di antara keduanya, dan 4.100 m lebih dari 3.680 m. Hasilnya cocok dengan langkah 2–4.

Jawaban: 1.100 m belum matang; 2.400 m menghasilkan minyak; 4.100 m terutama gas; jendela minyak 1.280–3.680 m.

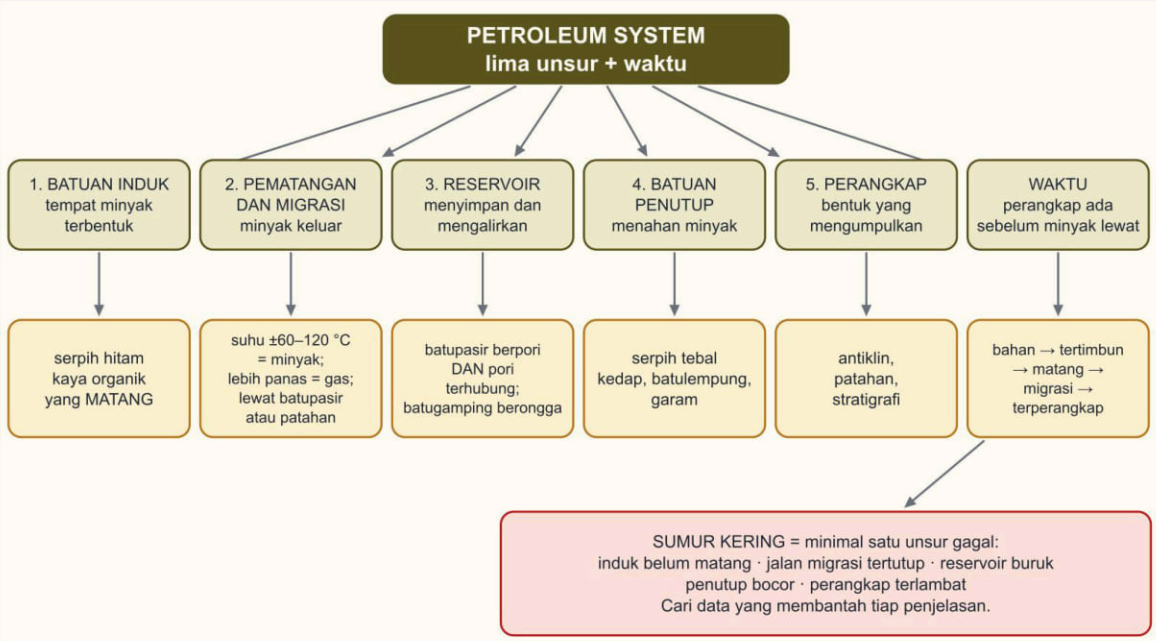
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Urutan:** sisa makhluk hidup terawetkan di lumpur → tertimbun → **pematangan** oleh suhu → **migrasi** → tertahan **reservoir** di bawah **penutup** pada **perangkap**.
- **Lima unsur:** batuan induk, pematangan–migrasi, reservoir, penutup, perangkap; **syarat keenam: waktu** (perangkap harus sudah ada saat minyak lewat).
- **Batuan induk** = serpih kaya organik; ia berbeda dari reservoir. Batuan induk belum matang tidak menghasilkan minyak.
- **Jendela suhu:** belum matang (di bawah ±60 °C) → minyak (±60–120 °C) → gas (di atas ±120 °C).
- **Perangkap:** antiklin, patahan, stratigrafi (dan kubah garam). Minyak berkumpul di bagian tertinggi di bawah penutup; gas di atas minyak, air di bawah.
- **Sumur kering** = minimal satu unsur gagal; cari data yang membantah tiap penjelasan.

Gambar 2.5 merangkum hubungan konsep-konsep tersebut.



Gambar 2.5 Peta konsep terbentuknya minyak bumi dan petroleum system. 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 petroleum system:

1. **Beri nama pada setiap lapisan atau kartu** dalam soal: apakah ia penghasil (induk), penyimpan (reservoir), penahan (penutup), atau bentuk (perangkap)?
2. **Cek suhu** bila ada. Hitung suhu pada kedalaman itu dan bandingkan dengan jendela yang diberikan.
3. **Untuk soal urutan**, tulis: bahan terawetkan → tertimbun → matang → migrasi → terperangkap. Susun kartu mengikuti urutan itu.
4. **Untuk sumur kering**, coret penjelasan yang dibantah oleh data soal. Yang tersisa adalah unsur gagal.
5. **Periksa waktu:** apakah perangkap sudah ada ketika minyak lewat?

Jebakan khas pada soal ini:

- **Penutup dan reservoir tertukar.** Serpih sebagai reservoir adalah salah. Serpih halus dan kedap, jadi menjadi penutup atau batuan induk. Reservoir adalah batuan berpori dan terhubung.
- **Batuan induk belum matang dianggap menghasilkan.** Serpih kaya organik di kedalaman dangkal belum menghasilkan minyak. Periksa suhunya.
- **Paling dalam dianggap paling baik.** Di atas batas atas jendela, yang terbentuk terutama gas.
- **Perangkap terbentuk setelah minyak lewat** dianggap tidak masalah. Padahal waktu adalah syarat.
- **Migrasi terhalang dianggap tidak ada minyak sama sekali.** Dapur tetap bisa menghasilkan; yang gagal hanya jalannya.
- **Rembesan minyak dianggap tanda reservoir baik.** Rembesan hanya membuktikan ada minyak yang bermigrasi dan sebagian lolos.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut meminta kamu mencari penyebab sumur kering dari beberapa data yang saling bertentangan. Pakai Tabel pertanyaan per unsur di bagian 6: coret penjelasan yang dibantah data, lalu lihat unsur yang tersisa.

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

►. Tim geologi mengevaluasi sumur kering Bukit Asam-2 (2026). Hasil studi: batuan induk serpih di bawahnya sudah matang dan menghasilkan minyak; batupasir di lokasi sumur berpori dan permeabel; strukturnya berupa antiklin yang jelas dengan serpih kedap di atasnya. Namun puncak antiklin dipotong patahan terbuka yang menerus sampai permukaan, dan di permukaan dekat patahan itu ditemukan rembesan minyak. Di sumur itu batupasir hanya berisi air asin.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penjelasan yang paling tepat mengapa sumur itu kering adalah ....

A. Batuan induk belum matang sehingga belum menghasilkan minyak
B. Batupasir tidak mampu menyimpan minyak karena porinya sempit
C. Minyak belum sempat bermigrasi sampai ke antiklin tersebut
D. Antiklin terlalu kecil untuk menampung minyak yang bermigrasi
E. Minyak lolos lewat patahan yang memotong lapisan penutupnya

Pembahasan **Kunci: E**

Konsep: Petroleum system terdiri atas batuan induk, migrasi, batuan reservoir, batuan penutup, dan perangkap. Semua unsur harus berfungsi; bila lapisan penutup terpotong jalur terbuka (misalnya patahan), minyak lolos ke atas.

Langkah:
1. Batuan induk matang dan reservoir baik → minyak terbentuk dan dapat disimpan.
2. Rembesan minyak di permukaan → minyak memang bermigrasi ke daerah itu.
3. Patahan terbuka memotong penutup di puncak antiklin → minyak lolos ke permukaan, batupasir tinggal berisi air.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Bertentangan dengan data: batuan induk sudah matang dan menghasilkan minyak.
• **B.** ✗ Bertentangan dengan data: batupasir berpori dan permeabel.
• **C.** ✗ Jebakan: tampak mungkin, tetapi rembesan minyak di dekat patahan menunjukkan minyak sudah sampai ke struktur itu.
• **D.** ✗ Ukuran antiklin tidak dipersoalkan data; yang bermasalah adalah penutupnya.
• **E.** ✓ Patahan terbuka menjadi jalan keluar minyak sehingga penutup tidak lagi menyekat.

Jawaban: E.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Tulis dulu suhu atau urutan yang kamu pakai, baru pilih jawaban.

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

1. Tim eksplorasi menemukan serpih kaya bahan organik di tiga cekungan (2027): Cekungan X pada kedalaman 600 m, Cekungan Y pada 2.200 m, dan Cekungan Z pada 4.500 m. Di daerah itu suhu permukaan 30 °C dan suhu batuan naik 3 °C setiap 100 m. Bahan organik berubah menjadi minyak pada suhu sekitar 60–120 °C; di atas 120 °C yang terbentuk terutama gas.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Cekungan yang serpihnya saat ini paling mungkin menghasilkan minyak adalah ....

A. Cekungan X
B. Cekungan Z
C. Cekungan X dan Y
D. Cekungan Y dan Z
E. Cekungan Y

Kunci singkat: 1. E

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa serpih kaya organik di kedalaman dangkal belum menjadi batuan induk yang menghasilkan minyak?
- Sebuah antiklin yang bagus ternyata hanya berisi air asin, padahal batuan induk di cekungan itu sudah matang. Sebutkan dua kemungkinan penyebab yang terkait waktu dan jalan migrasi.
- **Yang harus kuingat:** lima unsur (induk, pematangan–migrasi, reservoir, penutup, perangkap) dan syarat waktu; jendela minyak ±60–120 °C; perangkap harus ada sebelum minyak lewat; sumur kering = satu unsur gagal.

Latihan interaktif di LMS
Sub bab 2.1: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.
next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktper&node=SMKTPER-2.1

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

Sub bab 2.2 · Geologi dasar: batuan, struktur, dan peran geologi

SMKTPER-2.2

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi Teknik Perminyakan meminta kamu **mengenali batuan dan struktur geologi yang berkaitan dengan minyak dan gas bumi**. Soal biasanya memberi tabel hasil pengamatan batuan (jenis batuan, porositas, apakah pori terhubung, isi fluida), gambar penampang tegak lapisan batuan, atau ciri serpihan batuan dari sumur yang sedang dibor. Lalu kamu diminta **memilih lapisan yang layak diproduksikan**, **memilih lokasi sumur**, atau **menyebut jenis batuan dari cirinya**.

Soal hitungan di sub bab ini hanya aritmetika: porositas dihitung dari volume pori dibagi volume total. Pengecohnya biasanya batuan yang "tampak bagus pada satu sifat", misalnya porositasnya paling besar tetapi pori-porinya tidak terhubung, atau berisi minyak tetapi bukan batuan yang dapat mengalirkannya.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menyebut tiga jenis batuan dan menjelaskan bagaimana batuan sedimen terbentuk;
- membedakan batupasir, serpih, dan batugamping dari ciri dan perannya dalam minyak bumi;
- menghitung porositas dan menjelaskan mengapa pori yang terhubung (permeabilitas) sama pentingnya;
- membaca penampang yang memuat antiklin, sinklin, dan patahan, lalu menunjuk lokasi sumur yang tepat;
- mengenali jenis batuan dari serbuk bor;
- menjelaskan peran geologi dalam memilih lokasi dan menilai reservoir.

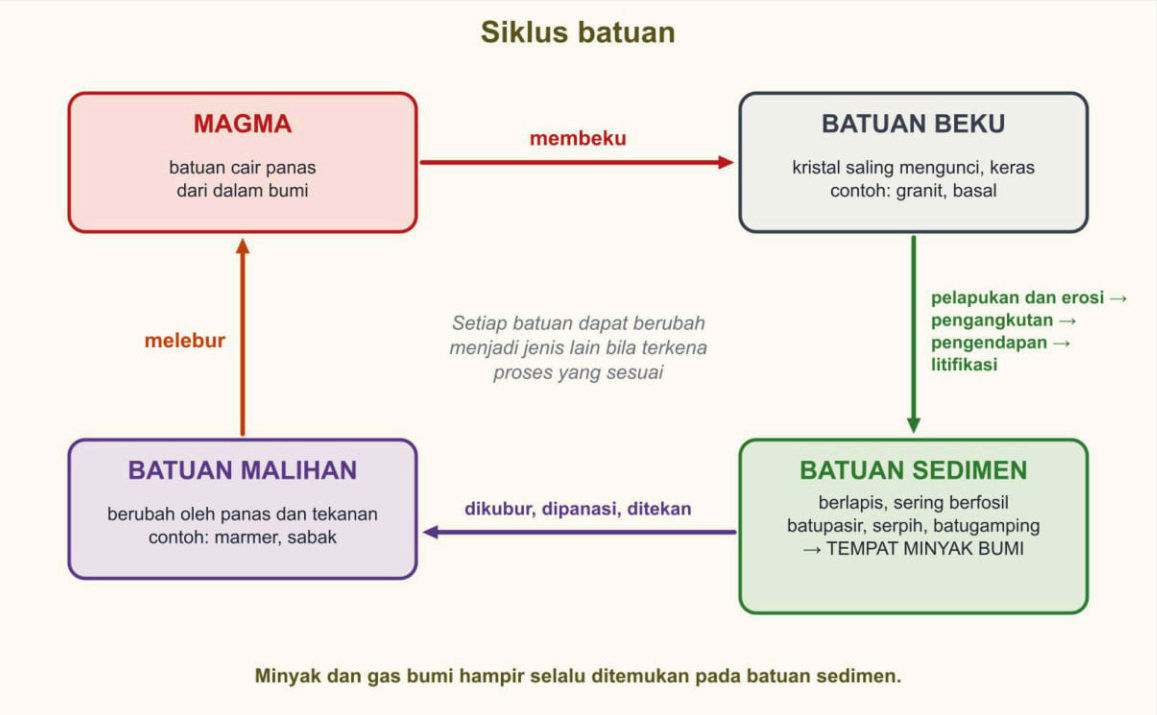
◆ KONSEP INTI

Pada sub bab 2.1 kamu mengenal lima unsur petroleum system. Hampir semuanya berupa **batuan**: batuan induk, batuan reservoir, batuan penutup. Karena itu orang yang bekerja di industri minyak harus bisa mengenali batuan dan bentuknya di bawah tanah. Teknisi di lapangan juga memakainya setiap hari, misalnya saat membaca laporan serbuk bor atau memahami mengapa sumur menembus satu lapisan dan melewatkan lapisan lain. Sub bab ini menjelaskan jenis-jenis batuan, sifat yang membuat batuan menjadi reservoir, bentuk lapisan di bawah tanah, cara mengenali batuan dari sumur, dan pekerjaan geologi.

1. Tiga jenis batuan dan siklusnya

Batuan dibagi menjadi tiga kelompok menurut cara terbentuknya (lihat Gambar 2.6).

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



Gambar 2.6 Siklus batuan: batuan beku, sedimen, dan malihan saling berubah lewat pembekuan, pelapukan dan pengendapan, serta pemanasan dan penekanan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Batuan beku** terbentuk ketika magma (batuan cair panas dari dalam bumi) membeku. Bila membeku perlahan di bawah tanah, kristalnya besar dan kasar, seperti granit. Bila membeku cepat di permukaan, kristalnya halus, seperti basal. Ciri umumnya: terdiri atas kristal yang **saling mengunci**, keras, dan tidak berlapis.
- **Batuan sedimen** terbentuk dari bahan yang sudah ada sebelumnya. Batuan yang tersingkap di permukaan lapuk, pecah menjadi kerikil, pasir, dan lumpur. Bahan itu diangkut air, angin, atau es, lalu diendapkan di cekungan. Endapan yang menumpuk menekan lapisan di bawahnya sehingga memadat. Cairan yang mengandung mineral mengisi sela-sela butiran lalu mengeras seperti semen, sehingga butiran-butiran itu merekat menjadi batu. Seluruh proses pemadatan dan perekatan ini disebut **litifikasi**. Batuan sedimen berlapis-lapis, dan sering memuat fosil.
- **Batuan malihan** (metamorf) terbentuk ketika batuan lain berubah oleh panas dan tekanan tinggi tanpa mencair, misalnya batugamping menjadi marmer.

Batuan apa pun dapat berubah menjadi batuan lain bila terkena proses yang sesuai: batuan beku lapuk menjadi sedimen, sedimen terkubur dalam menjadi malihan, malihan yang mencair lalu membeku menjadi batuan beku. Inilah yang disebut **siklus batuan**.

Yang penting bagi dunia perminyakan: **minyak dan gas bumi hampir selalu ditemukan pada batuan sedimen**, sebab batuan induk, reservoir, dan penutup semuanya batuan sedimen. Batuan beku dan malihan yang rapat dan tidak berpori biasanya bukan tempat minyak. Itulah sebabnya, di dasar cekungan sering ada "batuan dasar" yang keras. Bila pahat bor menembus batuan beku dasar cekungan, ahli geologi biasanya menganggap tidak ada lagi lapisan sedimen yang layak, dan pemboran dihentikan.

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

2. Batuan sedimen penting dan ciri-cirinya

Batuan sedimen dikelompokkan menurut asal butirannya. Tiga yang paling penting di industri minyak dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Contoh batuan: (a) batupasir, (b) serpih, (c) batugamping. Foto: Darla Sondrol (a, GeoDIL 236), Mike Davis (b, GeoDIL 241), Nessa Eull (c, GeoDIL 485), Geoscience Digital Image Library, lisensi CC0 1.0. Diubah: ketiga foto disusun berdampingan, dipangkas, dan diberi label Indonesia.

Batupasir tersusun dari butiran pasir, kebanyakan kuarsa (mineral bening yang keras), yang saling berlekatan. Bila diraba, permukaannya kasar seperti ampelas halus. Di antara butiran ada ruang kosong, sehingga batupasir **berpori**. Bila butirannya cukup besar dan ruang-ruang itu saling bersambung, batupasir **mengalirkan cairan dengan baik**. Karena itu batupasir adalah batuan reservoir yang paling umum.

Serpih tersusun dari lumpur yang sangat halus, yaitu lempung dan lanau, yang memadat. Butirannya begitu kecil sehingga tidak terlihat dengan mata. Serpih biasanya berlapis tipis, lunak, dan mudah terbelah sejajar lapisan. Serpih yang kaya sisa makhluk hidup tampak hitam dan menjadi **batuan induk**. Serpih tebal yang tidak organik menjadi **batuan penutup**, sebab celah di antara butirannya begitu sempit sehingga minyak sulit lewat.

Batugamping tersusun dari kalsium karbonat (kapur), sebagian besar dari cangkang dan rangka makhluk laut seperti koral dan kerang. Ciri khasnya: **berbuih bila ditetesi asam klorida encer**, karena kapur bereaksi dengan asam menghasilkan gelembung gas. Batugamping murni umumnya rapat dan kedap. Tetapi bila batuan itu **berongga** (misalnya bekas terumbu karang yang berlubang-lubang atau memiliki banyak retakan), ia menjadi reservoir yang sangat baik.

Beberapa sedimen lain juga perlu kamu kenal namanya: **konglomerat** (kerikil yang merekat, lebih kasar dari pasir), **batulanau** (antara pasir dan lempung), **dolomit** (mirip batugamping), dan **evaporit** seperti garam batu dan gipsum, yang terbentuk ketika air asin menguap. Lapisan garam sangat kedap sehingga menjadi batuan penutup yang unggul.

3. Porositas dan permeabilitas: dua sifat reservoir

Bayangkan dua spons dalam ember berisi air. Spons pertama besar dan berongga, dan air mengalir keluar dengan mudah ketika ditekan. Spons kedua berongga juga, tetapi setiap rongganya tertutup dindingnya sendiri sehingga air terkurung. Keduanya menyimpan air, tetapi hanya yang pertama mau melepasnya. Dua sifat batuan reservoir ada di perumpamaan ini.

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

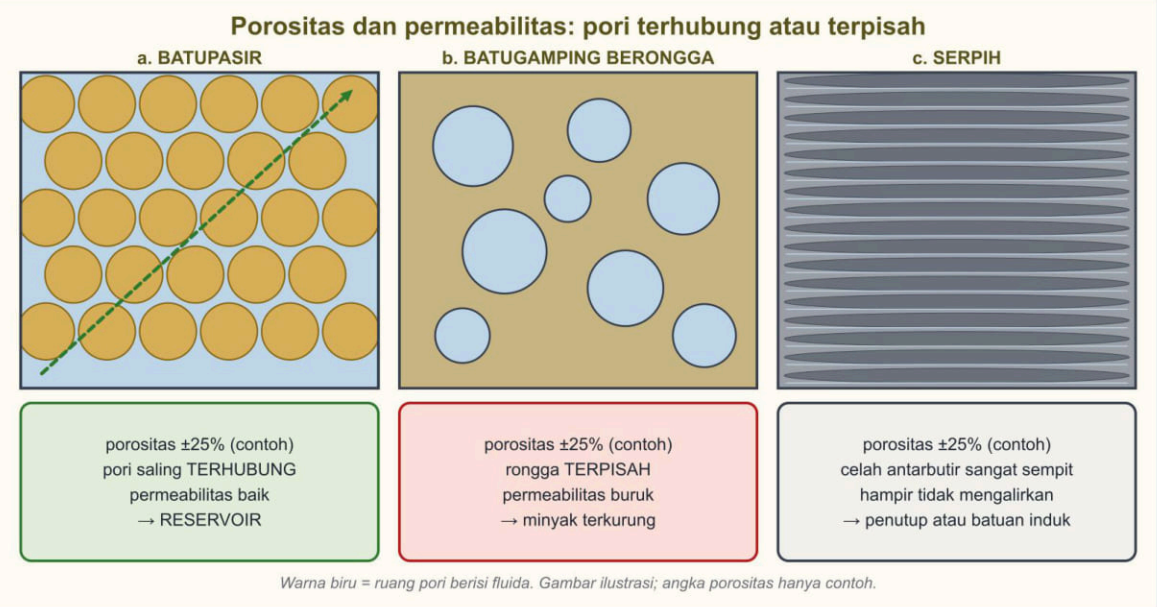
Porositas adalah kemampuan batuan **menyimpan** fluida, yaitu seberapa besar bagian batuan yang berupa ruang kosong (pori). Dinyatakan dalam persen:

$$\text{porositas} = \frac{\text{volume pori}}{\text{volume total batuan}} \times 100\%$$

Misalnya sepotong batuan bervolume 200 cm^3 yang volume porinya 36 cm^3 memiliki porositas 36 ÷ 200 × 100% = 18%. Perhatikan bahwa pembaginya adalah **volume total batuan** (butiran ditambah pori), bukan volume butiran.

Permeabilitas adalah kemampuan batuan **mengalirkan** fluida. Ia bergantung pada apakah pori-pori **saling terhubung** dan seberapa lebar jalan di antaranya. Satuannya darcy; untuk batuan reservoir dipakai milidarcy. Di buku ini kamu cukup memahami artinya: permeabilitas tinggi berarti fluida mudah mengalir, rendah berarti sulit mengalir. Pada soal biasanya permeabilitas diwakili keterangan seperti "pori saling terhubung baik" atau "pori tidak terhubung".

Gambar 2.8 memperlihatkan hubungan keduanya.



Gambar 2.8 Tiga batuan dengan porositas hampir sama: pori terhubung (permeabilitas baik), pori terpisah (permeabilitas buruk), dan pori sangat sempit (serpih). Hanya yang pertama menjadi reservoir. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Pelajaran dari gambar itu: **porositas tinggi belum tentu berarti reservoir yang baik**. Serpih bahkan dapat berporositas besar, tetapi celah antarbutir lempungnya begitu sempit sehingga fluida hampir tidak bergerak. Batugamping berongga dapat berporositas 30%, tetapi bila rongganya tidak saling bersambung, minyak di dalamnya terkurung dan tidak akan mengalir ke sumur. Sebaliknya, batupasir berporositas sedang tetapi pori-porinya terhubung baik dapat menjadi reservoir yang bagus.

Selain porositas dan permeabilitas, reservoir yang dipilih untuk diproduksikan harus **berisi minyak atau gas**, bukan air asin. Air asin (air formasi) hampir selalu ada di bawah akumulasi minyak. Maka tiga syarat layak diperforasi, yaitu berpori, terhubung, dan berisi hidrokarbon,

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

harus dipenuhi **bersamaan**.

Tabel berikut merangkum peran tiga batuan tadi.

Batuan	Pori dan aliran	Peran paling umum dalam petroleum system
Batupasir	berpori; pori umumnya terhubung	**reservoir**
Serpih	pori sangat sempit; sulit mengalirkan	**batuan induk** (bila hitam dan kaya organik) atau **penutup** (bila tebal dan kedap)
Batugamping	rapat dan kedap; kecuali berongga atau retak	**reservoir** (bila berongga atau retak) atau penutup (bila rapat)
Garam, gipsum	sangat kedap	**penutup**
Batuan beku dan malihan	rapat	biasanya bukan tempat minyak; **batuan dasar**

4. Lipatan dan patahan: bentuk lapisan di bawah tanah

Lapisan batuan sedimen diendapkan hampir mendatar. Namun tekanan di kerak bumi dapat melipat atau mematahkannya. Dua bentuk ini menentukan di mana minyak berkumpul.

Lipatan terjadi ketika lapisan melengkung. Lengkungan ke atas disebut **antiklin**, mirip punggung atap atau tutup mangkuk. Lengkungan ke bawah disebut **sinklin**, mirip cekungan mangkuk. Pada antiklin, bagian tertinggi disebut **puncak**, dan sisi miringnya disebut **sayap**. Karena minyak dan gas bergerak naik, ia berkumpul di **puncak antiklin** bila di atasnya ada penutup. Sinklin adalah bagian terendah lipatan. Minyak bergerak menjauhi sinklin sehingga sinklin bukan perangkap, dan sumur yang dibor di dasar sinklin cenderung menembus air.

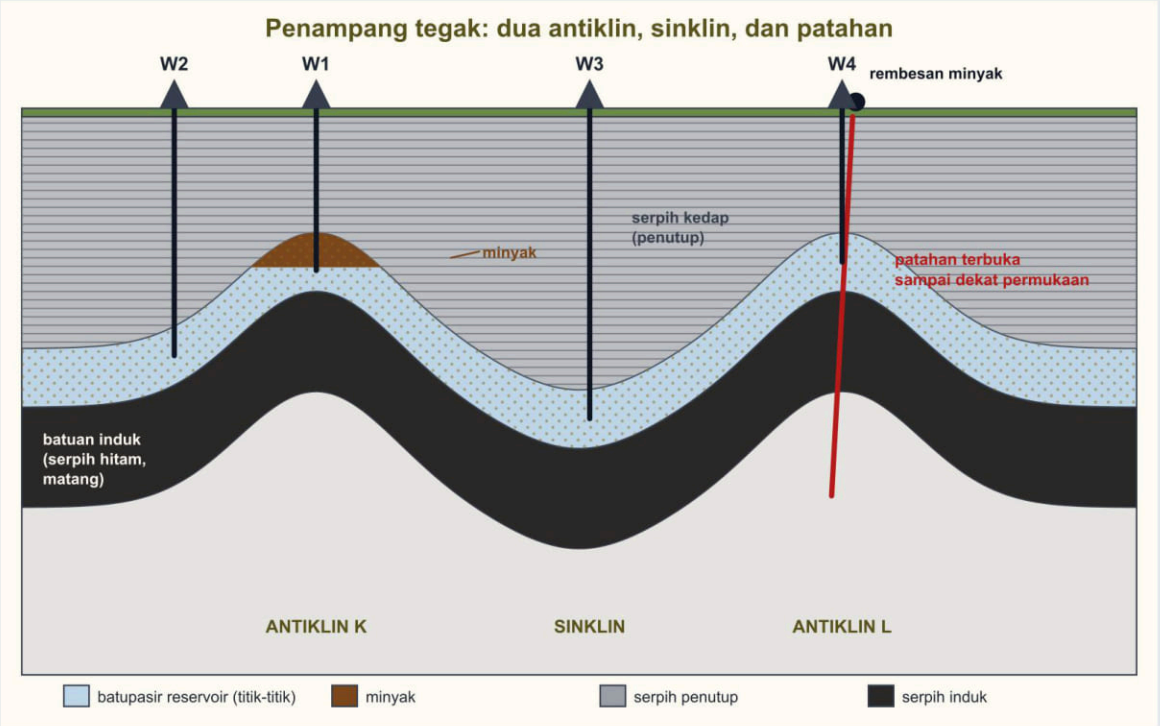
Patahan terjadi ketika lapisan retak dan sisi-sisinya bergeser. Pergeseran dapat naik atau turun (patahan turun atau patahan naik), atau mendatar. Akibat pergeseran, lapisan di satu sisi dapat berhadapan dengan lapisan yang berbeda di sisi lain. Patahan berperan dengan dua cara yang berlawanan, dan inilah jebakan terbesar pada soal:

- **Patahan menutup.** Bila batupasir reservoir di satu sisi berhadapan dengan serpih kedap di sisi lain, minyak yang naik tertahan di hadapan serpih itu. Patahan ini membentuk perangkap.
- **Patahan bocor.** Bila patahan terbuka dan menerus sampai ke dekat permukaan, ia menjadi jalan bagi minyak untuk lolos. Patahan seperti ini merusak batuan penutup yang dipotongnya. Di permukaan dekat patahan itu sering muncul rembesan minyak.

Satu hal lagi: batuan penutup bisa **hilang** karena terkikis. Bila puncak antiklin terkikis sampai batupasir tersingkap di permukaan, minyak di dalamnya lolos ke udara, walaupun bentuk antiklinnya masih terlihat bagus.

Gambar 2.9 menunjukkan semuanya dalam satu penampang.

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



Gambar 2.9 Penampang tegak: antiklin K dengan penutup utuh, antiklin L yang puncaknya dipotong patahan terbuka, sinklin di antaranya, dan empat usulan lokasi sumur (W1–W4). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Cara membaca penampang yang aman, urut dari bawah ke atas:

1. Cari **batuan induk** (serpih gelap di bagian bawah) dan lihat apakah ada jalur batupasir atau patahan yang menyambungnya ke reservoir.
2. Cari **reservoir** (lapisan berpori, biasanya diberi titik-titik) dan telusuri bentuknya: di mana bagian tertingginya?
3. Cari **penutup** di atasnya: apakah utuh, atau terpotong patahan terbuka, atau tererosi?
4. Tentukan **perangkap**: bagian tertinggi reservoir yang penutupnya utuh.
5. Baru terakhir **pilih lokasi sumur** pada bagian itu, pada kedalaman yang menembus reservoir.

5. Mengenali batuan dari serbuk bor

Saat sumur dibor, pahat menghancurkan batuan menjadi serpihan kecil. Serpihan itu disebut **serbuk bor** (*cuttings*). Lumpur pemboran membawanya naik ke permukaan lewat ruang antara pipa dan dinding lubang, lalu **saringan getar** (*shale shaker*) memisahkan serbuk dari lumpur (sub bab 3.5 membahas alur lumpur). Petugas yang disebut *mud logger* atau ahli geologi sumur mengambil contoh serbuk, mencucinya, lalu memeriksanya dengan kaca pembesar atau mikroskop. Hasilnya dicatat per kedalaman sehingga terbentuk "kolom batuan" sumur itu.

Dari serbuk bor, jenis batuan dikenali dari ciri-cirinya:

Ciri serbuk	Batuan
butiran pasir (sering kuarsa) terlihat, kasar bila diraba, tidak berbuih dengan asam encer	**batupasir**
sangat halus, berlapis tipis, lunak, sering gelap	**serpih**
putih atau krem, **berbuih kuat** bila ditetesi asam klorida encer, kadang ada pecahan cangkang	**batugamping**
kristal kasar yang **saling mengunci**, sangat keras, tidak berlapis, tidak berbuih	**batuan beku** (sering batuan dasar)

Ada tambahan yang penting. Serbuk juga diperiksa untuk **tanda minyak**: bercak minyak, bau minyak, atau pendaran di bawah lampu sinar ultraviolet. Detektor gas di permukaan juga mencatat gas yang terbawa lumpur. Bila batupasir berpori dan serbuknya menunjukkan tanda minyak, batupasir itu calon reservoir.

Uji asam harus dilakukan oleh petugas terlatih dengan kacamata pengaman dan sarung tangan, memakai asam encer dalam jumlah kecil.

Satu keterbatasan harus kamu pahami: **serbuk bor tiba di permukaan terlambat**. Lumpur butuh waktu untuk naik dari dasar lubang, sehingga serbuk yang kamu ambil pukul sekarang berasal dari kedalaman beberapa menit sebelumnya. Selisih waktu ini disebut **waktu tempuh** (*lag time*). Bila pahat terus mengebor, kedalaman asal serbuk lebih dangkal daripada kedalaman pahat saat ini. Contoh 3 menghitungnya.

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

6. Singkapan dan peran geologi

Di permukaan, batuan yang tampak langsung disebut **singkapan** (*outcrop*), misalnya tebing sungai atau potongan jalan. Ahli geologi memetakan singkapan untuk menduga susunan lapisan di bawah tanah. Pemetaan seperti ini sangat membantu, tetapi **tidak cukup**: singkapan hanya memperlihatkan batuan di permukaan. Di bawahnya bisa ada lapisan lain, lipatan tersembunyi, atau patahan yang tidak terlihat. Karena itu singkapan digabungkan dengan survei seismik dan pemboran (sub bab 2.3).

Peran geologi dalam industri minyak dapat dirangkum dalam dua kegiatan utama:

- **Memilih lokasi**: menentukan di cekungan mana, pada struktur mana, dan di titik mana sumur eksplorasi dibor.
- **Menilai reservoir**: setelah sumur dibor, mengidentifikasi lapisan mana yang berpori, terhubung, dan berisi minyak, serta lapisan mana yang akan diperforasi (sub bab 4.2).

Teknisi perminyakan berhubungan dengan hasil kerja ini setiap hari. Rencana pemboran memuat kedalaman target, peringatan lapisan yang bertekanan atau berisi gas, dan kedalaman yang harus dicatat serbuk bornya.

> **Pengayaan.** Ahli geologi juga mengukur sifat batuan lewat alat yang diturunkan ke dalam sumur (log sumur), dan membedakan lingkungan pengendapan batupasir, misalnya sungai atau pantai. Hal itu di atas batasan TKA SMK dan tidak dipakai dalam soal.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Memilih reservoir dari data inti batuan

Sumur Nangka-4 (fiktif, 2027) menembus lima lapisan. Laboratorium menguji contoh inti dan melaporkan hasil berikut. Perusahaan menetapkan lapisan layak diperforasi bila porositasnya paling sedikit 12%, pori-porinya saling terhubung, dan berisi minyak. Lapisan mana yang layak? *Kasus disusun untuk contoh; perusahaan dan sumur fiktif.*

Lapisan	Batuan	Volume total (cm^3)	Volume pori (cm^3)	Pori	Isi
M1	batupasir halus	200	36	terhubung	minyak
M2	batugamping padat	150	6	hampir tidak ada	jejak minyak
M3	batupasir kasar	250	65	terhubung	air asin
M4	serpih	120	30	sangat sempit, tidak terhubung	air
M5	batugamping berongga	180	54	rongga terpisah	minyak

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

1. **Hitung porositas** tiap lapisan: M1 = 36 ÷ 200 = 18%; M2 = 6 ÷ 150 = 4%; M3 = 65 ÷ 250 = 26%; M4 = 30 ÷ 120 = 25%; M5 = 54 ÷ 180 = 30%.
2. **Uji syarat 1 (porositas ≥ 12%)**: lolos M1, M3, M4, M5. M2 gugur (4%).
3. **Uji syarat 2 (pori terhubung)**: M1 dan M3 terhubung; M4 dan M5 tidak terhubung, jadi gugur.
4. **Uji syarat 3 (berisi minyak)**: M1 berisi minyak; M3 berisi air asin, jadi gugur.
5. **Kesimpulan:** hanya **M1** lolos ketiganya. Perhatikan jebakannya: M5 berporositas paling besar (30%) dan berisi minyak, tetapi rongganya terpisah; M3 berporositas besar dan terhubung, tetapi berisi air.

Jawaban: lapisan **M1**. Porositas M1 = 18%.

Contoh 2 — Memilih lokasi sumur pada penampang

Perhatikan Gambar 2.9. Ahli geologi mengusulkan empat lokasi: W1 di puncak antiklin K, W2 di sayap kiri antiklin K, W3 di dasar sinklin di antara kedua antiklin, dan W4 di puncak antiklin L yang dipotong patahan terbuka. Batuan induk di bawah sudah matang dan sudah mengisi lapisan batupasir. Lokasi mana yang paling berpeluang menemukan minyak, dan mengapa yang lain kurang tepat? *Kasus disusun untuk contoh; peta dan nama lokasi fiktif.*

1. **Tentukan reservoir dan jalur.** Batupasir bertitik-titik adalah reservoir; minyak masuk dari serpih induk di bawah dan naik mengikuti kemiringan lapisan.
2. **Periksa W1 (puncak K).** Bagian tertinggi reservoir, tertutup serpih utuh, tanpa patahan memotong penutup. Minyak berkumpul di sini. **Layak.**
3. **Periksa W2 (sayap K).** Masih di reservoir, tetapi lebih rendah daripada puncak. Lapisan di sini lebih dahulu berisi air bila batas minyak–air berada di atas titik ini. Peluangnya lebih kecil daripada W1.
4. **Periksa W3 (sinklin).** Bagian terendah; minyak bergerak menjauh dari sini ke puncak antiklin. Cenderung air. **Tidak layak.**
5. **Periksa W4 (puncak L).** Bentuknya antiklin dan reservoirnya tinggi, tetapi penutupnya dipotong patahan terbuka yang menerus ke dekat permukaan. Minyak bocor. **Tidak layak** (jebakan: tampak seperti perangkap).

Jawaban: **W1**. W2 kurang tinggi, W3 di sinklin, W4 penutupnya bocor oleh patahan terbuka.

Contoh 3 — Mengenali batuan dari serbuk bor dan menghitung kedalaman asalnya

Sumur eksplorasi Kelapa-1 (fiktif, 2027) dibor dengan laju 18 m per jam. Waktu tempuh serbuk dari dasar lubang ke saringan getar adalah 30 menit. Pukul 14.00 pahat berada pada kedalaman 1.842 m. Mud logger mengambil empat contoh serbuk: S1 sangat halus, berlapis tipis, lunak, abu-abu gelap, tidak berbuih; S2 butiran pasir kuarsa kasar, tidak berbuih, ada bercak minyak dan bau minyak; S3 putih, berbuih kuat dengan asam encer, ada pecahan cangkang; S4 kristal kasar saling mengunci, sangat keras, tidak berbuih. Tentukan jenis batuan masing-masing, siapa calon reservoir, dan kedalaman asal serbuk yang diambil pukul 14.00. *Kasus disusun untuk contoh; sumur fiktif.*

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

1. **S1**: halus, berlapis, lunak → **serpih** (kemungkinan batuan induk atau penutup).
2. **S2**: butiran pasir, ada tanda minyak → **batupasir** berisi minyak, **calon reservoir**.
3. **S3**: berbuih kuat dengan asam, ada cangkang → **batugamping**.
4. **S4**: kristal saling mengunci, keras → **batuan beku**. Jika itu batuan dasar, pemboran biasanya berhenti.
5. **Kedalaman asal serbuk.** Dalam 30 menit pahat maju 18 × 0,5 = 9 m. Jadi serbuk yang tiba pukul 14.00 berasal dari 1.842 − 9 = **1.833 m**. Bila kedalaman 1.842 m langsung dipakai untuk menggambar kolom batuan, batas lapisan bergeser 9 m terlalu dalam.

Jawaban: S1 serpih; S2 batupasir (calon reservoir); S3 batugamping; S4 batuan beku; serbuk pukul 14.00 berasal dari **1.833 m**.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- Tiga jenis batuan: **beku**, **sedimen**, **malihan**. Minyak hampir selalu pada **batuan sedimen**; batuan beku kristal kasar keras biasanya batuan dasar.
- **Batupasir** = reservoir; **serpih** = batuan induk (hitam, kaya organik) atau penutup (tebal, kedap); **batugamping** berbuih dengan asam, reservoir bila berongga atau retak; garam = penutup.
- **Porositas** = volume pori ÷ volume total × 100%. **Permeabilitas** = pori terhubung. Reservoir butuh keduanya **dan** berisi minyak.
- **Antiklin** (melengkung ke atas) menahan minyak di puncak bila penutup utuh; **sinklin** bukan perangkap.
- **Patahan** dapat menutup (berhadapan dengan serpih) atau bocor (terbuka sampai permukaan). Penutup yang tererosi juga membuat minyak lolos.
- **Serbuk bor** dikenali dari ciri (butir pasir, halus berlapis, berbuih asam, kristal saling mengunci) dan tiba terlambat sebesar waktu tempuh.
- Geologi: **memilih lokasi** dan **menilai reservoir**; singkapan saja tidak cukup.

Gambar 2.10 merangkum hubungan konsep-konsep tersebut.



Gambar 2.10 Peta konsep batuan, struktur, dan peran geologi. 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 geologi dasar:

1. **Tandai syarat** yang diminta soal (porositas minimal, pori terhubung, berisi minyak) dan uji lapisan satu per satu terhadap **semua** syarat.
2. **Hitung porositas** bila volume diberikan: volume pori ÷ volume total. Jangan membagi dengan volume butiran.
3. **Pada penampang**, telusuri dari batuan induk ke reservoir ke penutup, lalu cari bagian tertinggi dengan penutup utuh.
4. **Periksa patahan dan erosi** sebelum memilih puncak antiklin.
5. **Pada serbuk bor**, cocokkan ciri dengan tabel batuan. Ingat uji asam untuk batugamping.

Jebakan khas pada soal ini:

- **Porositas tertinggi dianggap reservoir terbaik.** Padahal pori tidak terhubung membuat minyak terkurung.
- **Serpih dianggap reservoir** karena kaya organik atau porinya banyak. Serpih adalah induk atau penutup.
- **Sinklin dianggap perangkap utama** karena "cekungan menampung". Minyak bergerak naik, bukan turun.
- **Puncak antiklin dipilih tanpa memeriksa penutup.** Patahan terbuka atau erosi membuatnya bocor.
- **Lapisan berisi air asin dipilih karena kualitas batuannya terbaik.** Hasilnya air.
- **Lokasi dipilih hanya dari singkapan.** Singkapan tidak menunjukkan struktur yang tertutup.
- **Batuan yang berbuih dan keras dikira batuan beku.** Batugamping berbuih dengan asam dan sering memuat cangkang.

Educational Institutions

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut memberi data lima lapisan lengkap dengan porositas, keterhubungan pori, dan isi fluida. Pakai bagian 3: uji setiap lapisan terhadap tiga syarat reservoir yang layak diperforasi.

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

►. Sumur Talang-5 menembus lima lapisan (2027). Ahli geologi lapangan merangkum hasil pengamatan contoh batuan:

Lapisan	Jenis batuan	Porositas	Pori saling terhubung	Fluida
L1	serpih gelap kaya bahan organik	4%	hampir tidak	jejak minyak
L2	batupasir sedang	21%	baik	minyak
L3	batugamping berongga	24%	tidak terhubung	minyak
L4	batupasir halus	15%	sedang	air asin
L5	batupasir kasar	23%	baik	air asin

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

Lapisan yang paling layak diperforasi untuk produksi minyak adalah ....

A. L1, karena kaya bahan organik penghasil minyak
B. L2, karena berisi minyak dan porinya terhubung baik
C. L3, karena porositasnya paling besar dan berisi minyak
D. L5, karena porositasnya besar dan porinya terhubung baik
E. L2 dan L4 bersama-sama agar laju alirnya lebih besar

Pembahasan **Kunci: B**

Konsep: Batuan reservoir harus mampu menyimpan fluida (porositas) dan mengalirkannya (permeabilitas, yaitu pori yang saling terhubung). Lapisan yang diproduksi juga harus berisi minyak, bukan air.

Langkah:

1. Syarat: berisi minyak, berpori, pori terhubung.
2. Berisi minyak: L1 (jejak), L2, L3.
3. Pori terhubung baik dan berpori: hanya L2.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: L1 adalah batuan induk; porositas 4% dan pori hampir tidak terhubung sehingga minyak tidak dapat dialirkan.
• **B.** ✓ Berisi minyak, porositas 21%, pori terhubung baik.
• **C.** ✗ Jebakan: porositas tinggi, tetapi pori tidak terhubung sehingga minyak tidak dapat mengalir ke sumur.
• **D.** ✗ Jebakan: kualitas batuannya sangat baik, tetapi isinya air asin.
• **E.** ✗ Membuka L4 hanya menambah produksi air asin, bukan minyak.

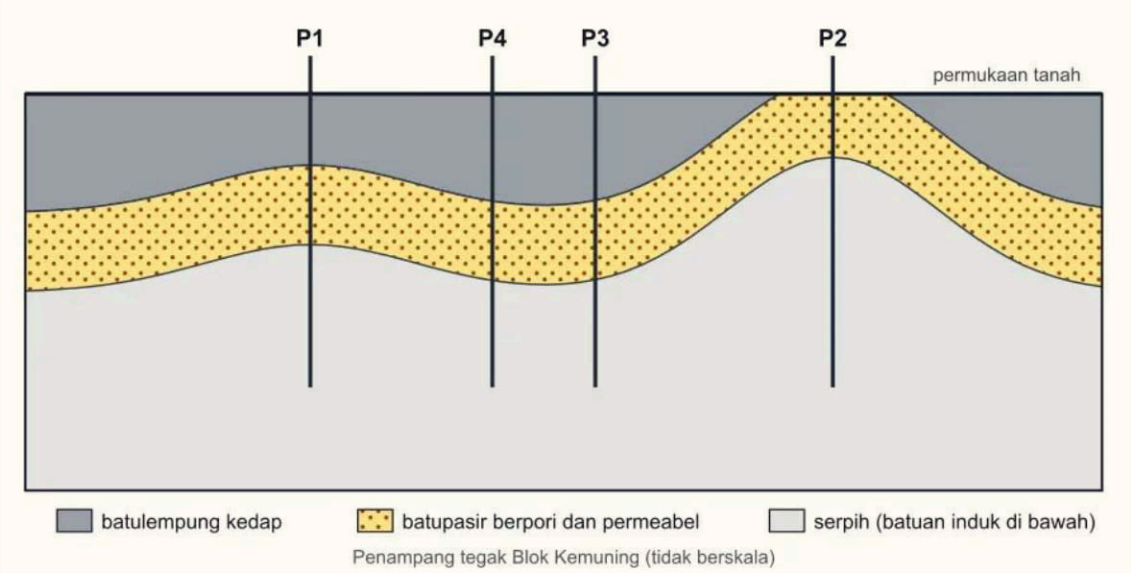
Jawaban: B.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Tulis dulu syarat yang kamu uji, lalu coret pilihan yang tidak memenuhi salah satunya.

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

1. Gambar menunjukkan penampang tegak lapisan batuan di Blok Kemuning (2027). Minyak dari serpih di bagian bawah sudah bermigrasi naik ke lapisan batupasir. Tim geologi mengusulkan empat lokasi sumur eksplorasi, P1 sampai P4, dan meminta Laras, teknisi geologi, memilih lokasi yang paling berpeluang menemukan minyak.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Lokasi yang paling tepat adalah ....



Penampang tegak Blok Kemuning (tidak berskala)

A. Hanya P1
B. Hanya P2
C. Hanya P3
D. Hanya P4
E. P1 dan P2

Kunci singkat: 1. A

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

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa sebuah batugamping berporositas 30% dapat menjadi reservoir yang gagal, dan serpih tidak dapat dipakai sebagai reservoir walaupun porinya banyak?
- Pada Gambar 2.9, jelaskan mengapa W4 bukan lokasi yang baik walaupun berada di puncak antiklin.
- **Yang harus kuingat:** batupasir = reservoir, serpih = induk atau penutup, batugamping berbuih dengan asam; porositas = volume pori ÷ volume total; reservoir butuh pori terhubung dan berisi minyak; antiklin menahan minyak di puncak bila penutupnya utuh; patahan bisa menutup atau bocor.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 2.2: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

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

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Sub bab 2.3 · Tahapan pencarian migas di darat dan perairan

SMKTPER-2.3

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi Teknik Perminyakan meminta kamu **memahami tahapan pencarian minyak dan gas bumi**, baik di daratan maupun di perairan. Soal tidak meminta daftar alat. Soal menceritakan sebuah blok yang akan dicari migasnya, lalu memintamu **menyusun urutan kegiatan**, **menentukan survei berikutnya setelah sebuah hasil**, atau **menilai usulan** tim, misalnya usulan alat yang dipakai di laut, alat yang cocok di dekat permukiman, atau kapan seismik tiga dimensi pantas dilakukan.

Bentuknya bisa pilihan ganda kompleks, pernyataan Benar/Salah, atau pilihan ganda biasa. Pengecohnya sering berupa urutan yang dibalik (pemboran lebih dahulu daripada seismik), alat yang tertukar antara darat dan laut, atau anggapan bahwa hasil survei sudah memastikan adanya minyak.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menyusun tahapan pencarian migas dari studi geologi sampai pemboran eksplorasi, dan menjelaskan alasan urutannya (luas dan murah ke sempit dan mahal);
- menjelaskan apa yang diukur oleh survei gravitasi, magnetik, dan seismik, serta apa yang tidak dapat dibuktikan olehnya;
- membedakan seismik dua dimensi dan tiga dimensi, serta menentukan kapan masing-masing dipakai;
- menyebut alat seismik di darat dan di laut dan pertimbangan lapangannya;
- menjelaskan arti prospek dan sumur kering dalam rangkaian pencarian.

◆ KONSEP INTI

Migas terkubur ratusan sampai ribuan meter di bawah tanah atau dasar laut. Tidak ada cara melihatnya dari permukaan. Ahli perminyakan seperti dokter yang ingin mengetahui kondisi bagian dalam tubuh pasien tanpa membedahnya: mereka memakai alat pemeriksa dari yang paling sederhana dan murah sampai yang rinci dan mahal. Pencarian migas berjalan dengan cara yang sama. Setiap tahap menyaring: wilayah yang tidak menjanjikan dibuang, dan wilayah yang menjanjikan diperiksa lebih teliti. Dengan cara ini uang yang besar tidak dihabiskan di tempat yang salah. Pembahasan di bawah ini mengikuti urutan tersebut.

1. Urutan besar: dari luas dan murah ke sempit dan mahal

Gambar 2.11 menunjukkan enam tahap pencarian dan bagaimana luas daerah yang diperiksa makin mengecil sementara biaya per luas makin besar.

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



Gambar 2.11 Enam tahap pencarian migas. Makin ke bawah, daerah yang diperiksa makin sempit dan biaya tiap kilometer persegi makin besar. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Keenam tahap itu:

1. **Studi geologi permukaan dan data yang ada.** Peta geologi, singkapan batuan, rembesan minyak, citra satelit, dan data sumur lama dikumpulkan dan dipelajari.
2. **Survei gravitasi dan magnetik** (regional). Mengukur kondisi bumi dari udara, laut, atau darat untuk melihat bentuk dan kedalaman cekungan sedimen.
3. **Seismik dua dimensi (2D).** Lintasan-lintasan survei yang berjarak lebar untuk memetakan struktur secara umum dan menemukan calon perangkap.
4. **Seismik tiga dimensi (3D).** Jaringan rapat yang hanya dipasang di daerah yang sudah tampak menjanjikan, untuk menggambar perangkap secara rinci.
5. **Penafsiran dan penentuan prospek.** Semua data dipadukan; bagian yang memenuhi syarat petroleum system dinyatakan **prospek**, dan lokasi sumur dipilih.
6. **Pemboran eksplorasi.** Sumur dibor pada prospek untuk membuktikan ada atau tidaknya migas.

Dua catatan agar tidak keliru. **Pertama**, tahap-tahap ini mendahului dan menyaring satu sama lain. Survei detail tidak boleh dilakukan sebelum survei umum menunjukkan tempat yang pantas diperiksa, dan pemboran tidak boleh dilakukan sebelum prospek ditentukan. **Kedua**, tidak semua cekungan melalui seluruh tahap. Bila data seismik lama sudah ada, studi dapat langsung memakainya, dan bila di sebuah cekungan belum ada tanda yang baik, pencarian berhenti di tahap awal. Ini menjadi titik keputusan sebagaimana pada sub bab 1.1.

2. Studi geologi permukaan

Tahap pertama hampir tidak memerlukan alat mahal. Ahli geologi berjalan di lapangan, memetakan **singkapan** (batuan yang tampak di tebing, sungai, atau potongan jalan), mencatat arah dan kemiringan lapisan, mengambil contoh batuan dan fosil, dan mencari **rembesan minyak atau gas** di tanah dan air. Ia juga mempelajari citra satelit dan peta lama. Hasilnya adalah peta geologi dan dugaan awal tentang cekungan dan struktur di bawah tanah, misalnya apakah ada lipatan antiklin yang tampak sampai ke permukaan.

Kekuatan tahap ini adalah biayanya yang rendah dan luas cakupannya. Kelemahannya, seperti dijelaskan pada sub bab 2.2, singkapan hanya memperlihatkan permukaan. Lapisan yang tertutup tanah tebal, rawa, atau laut tidak terlihat. Karena itu tahap berikutnya diperlukan.

3. Survei gravitasi dan magnetik

Survei gravitasi memakai alat yang disebut *gravimeter* untuk mengukur variasi sangat kecil pada tarikan gravitasi bumi. Batuan yang padat menarik sedikit lebih kuat, dan batuan yang ringan menarik sedikit lebih lemah. Endapan sedimen di dalam cekungan lebih ringan daripada batuan dasar di sekitarnya, jadi cekungan sedimen yang tebal biasanya terdeteksi sebagai daerah dengan tarikan gravitasi yang lebih rendah.

Survei magnetik memakai *magnetometer* untuk mengukur medan magnet bumi, yang dipengaruhi oleh mineral dalam batuan di bawahnya. Batuan dasar yang beku sering lebih bersifat magnetik daripada sedimen sehingga data magnetik membantu menduga kedalaman

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

batuan dasar, yaitu kedalaman dasar cekungan.

Kedua survei ini dapat dilakukan dari pesawat, kapal, atau di darat, dan murah untuk daerah yang luas. Hasilnya berupa peta yang menunjukkan di mana cekungan sedimen tebal berada dan berapa kira-kira kedalamannya. Namun gambarnya kasar. Survei ini **tidak** menunjukkan perangkap, apalagi minyak. Fungsi utamanya: **memilih daerah** mana yang layak diperiksa dengan seismik.

4. Seismik: "gema" untuk memotret lapisan

Seismik bekerja seperti sonar kelelawar atau gema di gua. Alat menghasilkan getaran di permukaan; getaran merambat ke dalam bumi dan **memantul** pada batas antarlapisan batuan, lalu kembali ke permukaan dan direkam oleh penerima. Makin dalam lapisan, makin lama gemanya kembali. Dari waktu tempuh dan kecepatan rambat, ahli geofisika menghitung kedalaman setiap lapisan. Rekaman dari ribuan titik diolah komputer menjadi gambar penampang lapisan batuan di bawah tanah, tempat antiklin, patahan, dan bentuk lapisan lain dapat dikenali.

Seismik 2D merekam di sepanjang **garis**. Hasilnya penampang tegak seperti irisan kue di bawah garis itu. Lintasan dipasang berjauhan (jarak beberapa kilometer), sehingga satu blok luas dapat dipetakan secara umum dengan biaya yang wajar. Cukup untuk menemukan **calon** perangkap.

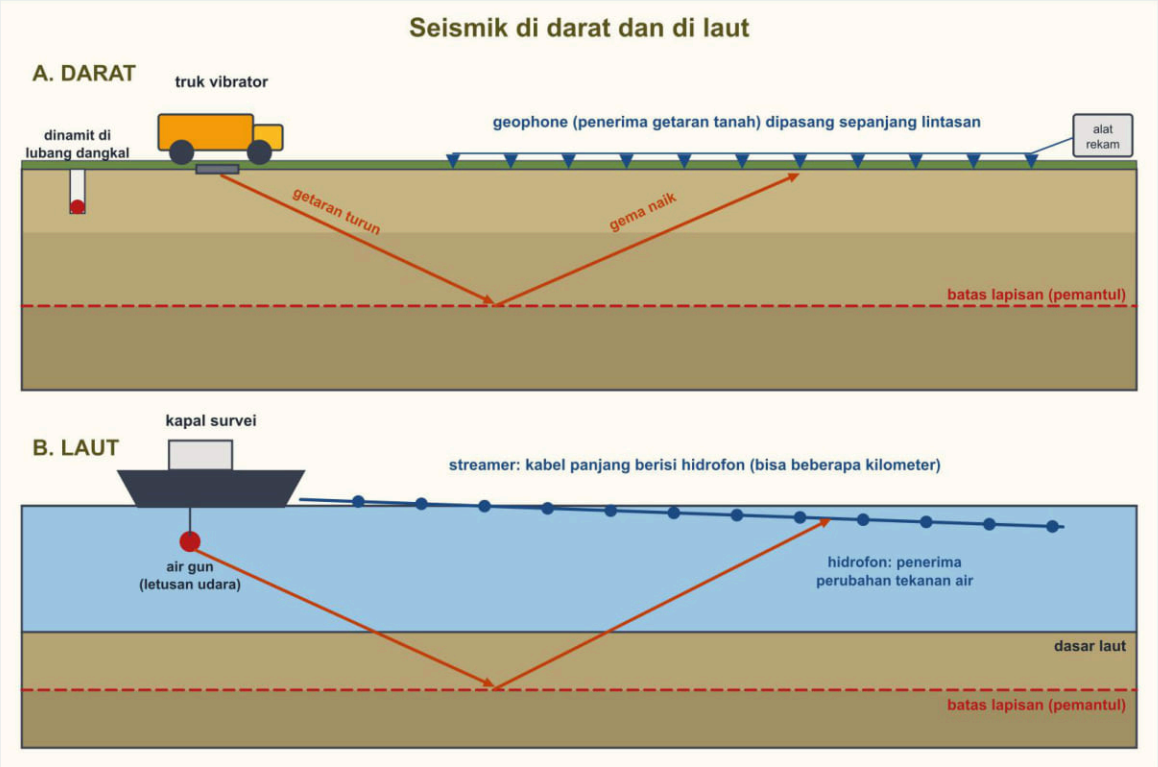
Seismik 3D merekam pada **jaringan** garis yang sangat rapat sehingga hasilnya berupa "balok data" yang dapat diiris ke segala arah. Gambarnya jauh lebih rinci: batas perangkap, patahan kecil, dan bentuk lapisan tampak jelas. Namun biaya per luas jauh lebih besar dan pengolahannya lebih lama. Karena itu seismik 3D **dipusatkan pada daerah prospek yang sudah ditunjukkan oleh 2D**, bukan disebar ke seluruh blok. Gambar 2.13 di bagian 6 memperlihatkan prinsip ini.

Satu hal yang harus kamu pahami sejak awal: **seismik menggambarkan bentuk dan letak lapisan, bukan isinya.** Dari gambar seismik kamu bisa melihat antiklin, tetapi kamu tidak bisa memastikan antiklin itu berisi minyak, gas, atau air, apalagi berapa jumlahnya. Ahli geofisika memang berusaha menduga isi fluida dari ciri rekaman tertentu, tetapi hasilnya tetap dugaan. Untuk membuktikan, perlu pemboran.

5. Seismik di darat dan di laut

Prinsipnya sama (sumber getaran, penerima, rekam), tetapi alatnya berbeda. Gambar 2.12 menyandingkan keduanya.

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



Gambar 2.12 Seismik darat (atas): truk vibrator atau dinamit sebagai sumber, geophone sebagai penerima. Seismik laut (bawah): kapal menarik air gun dan streamer berisi hidrofon. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Di darat, sumber getarannya berupa:

- **Truk vibrator** (*vibroseis*). Sebuah pelat berat di bawah truk digetarkan ke tanah dengan getaran terkendali yang berlangsung beberapa detik. Tidak ada ledakan. Cocok untuk daerah terbuka dan datar. Keterbatasannya, truk berat sulit masuk rawa, hutan lebat, atau medan curam, dan dapat merusak jalan atau lahan basah.
- **Dinamit.** Muatan kecil ditanam di lubang bor dangkal lalu diledakkan. Energinya kuat dan lubangnya dapat dibuat di medan sulit, tetapi pekerjaan peledakan membawa risiko keselamatan dan memerlukan jarak aman serta izin khusus.

Penerimanya adalah ***geophone***, alat kecil yang ditancapkan ke tanah dan peka terhadap getaran tanah. Ratusan sampai ribuan geophone dipasang sepanjang lintasan, lalu dihubungkan ke alat perekam.

Di laut, kapal survei menarik dua perangkat:

- ***Air gun***, sumber getaran berupa letusan udara bertekanan tinggi yang dilepaskan ke dalam air secara berulang dengan kekuatan terukur.
- ***Streamer***, yaitu kabel panjang yang ditarik di belakang kapal dan berisi banyak **hidrofon**, penerima yang peka terhadap perubahan tekanan air. Karena sangat panjang (bisa beberapa kilometer), streamer tidak dapat dibelokkan tajam; kapal harus berbelok dengan putaran lebar.

Bila perairannya sangat dangkal, banyak penghalang di dasar, atau ada instalasi di sana, kabel penerima kadang diletakkan di dasar laut sebagai ganti streamer. Hal itu cukup kamu ketahui.

Tabel berikut membandingkan pertimbangan di lapangan.

Aspek	Darat	Laut
Sumber	truk vibrator atau dinamit	air gun
Penerima	geophone di tanah	hidrofon pada streamer
Izin dan koordinasi	pemilik lahan, pemerintah desa, kawasan hutan, permukiman, kebun	kapal dan lalu lintas laut, nelayan, otoritas pelayaran, kawasan konservasi
Penghalang	rawa, hutan, sungai, medan curam, jalan	cuaca dan gelombang, arus, kapal lain, alat tangkap ikan
Hal khusus yang harus dijaga	keselamatan peledakan, kerusakan lahan dan jalan	alat tangkap tersangkut streamer; dampak suara bagi biota laut
Biaya	cukup besar; besar bila medan sulit	sangat besar karena kapal khusus dan awak banyak

Pelajaran penting dari tabel: **peralatan dan cara kerja darat tidak dipindahkan mentah ke laut**. Kapal tidak punya tanah untuk ditancapi geophone, dan truk tidak dapat berjalan di air. Sosialisasi kepada nelayan sebelum survei laut adalah bagian dari rencana kerja, bukan tambahan.

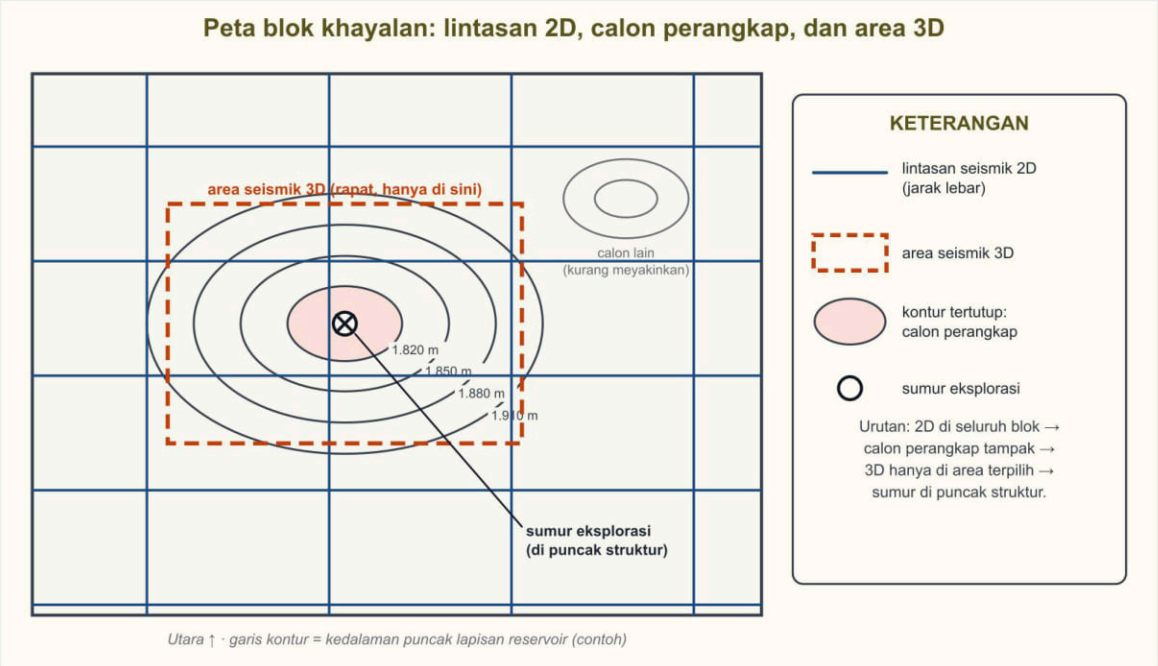
6. Dari data menjadi prospek

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

Setelah seismik 2D dan 3D dikumpulkan, ahli geofisika dan geologi menafsirkannya bersama. Bagian bawah tanah yang tampak sebagai perangkap tetapi datanya belum cukup disebut **calon** (*lead*). Calon yang sudah dipelajari lebih lengkap dan memenuhi syarat petroleum system disebut **prospek**.

Untuk menilai prospek, tim menanyakan kembali lima unsur yang kamu pelajari pada sub bab 2.1: adakah batuan induk yang matang di dekatnya, adakah jalur migrasi, adakah reservoir yang bermutu, adakah penutup yang utuh, dan apakah perangkap sudah terbentuk sebelum minyak lewat? Tiap unsur diberi tingkat keyakinan. Semakin banyak unsur yang meyakinkan, semakin tinggi peluang keberhasilan. Prospek dengan peluang tertinggi dibor lebih dahulu.

Gambar 2.13 memperlihatkan peta sebuah blok dengan lintasan 2D, calon perangkap, dan area 3D yang dipilih.



Gambar 2.13 Peta blok khayalan: lintasan seismik 2D dipasang lebar; setelah calon perangkap tampak, seismik 3D hanya dipasang di area terpilih, dan sumur eksplorasi dibor di puncak struktur. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

7. Pemboran eksplorasi: bukti terakhir

Sumur eksplorasi dibor pada prospek untuk membuktikan apakah ada migas. Selama pemboran, serbuk bor diperiksa (sub bab 2.2), gas yang terbawa lumpur dipantau, dan sering dilakukan pengukuran dengan alat yang diturunkan ke dalam sumur. Bila ada tanda migas, sumur diuji untuk mengetahui jenis fluida dan lajunya (sub bab 1.1).

Hasilnya dapat berupa **penemuan** atau **sumur kering**. Sumur kering tidak berarti seluruh wilayah kerja kosong. Sumur itu hanya menjawab keadaan di satu titik. Penyebabnya bisa salah satu unsur petroleum system yang gagal di lokasi itu (sub bab 2.1), sementara prospek lain di blok yang sama masih layak. Data dari sumur kering tetap berharga, karena dipakai memperbaiki tafsiran seismik untuk prospek berikutnya.

> **Pengayaan.** Di daerah yang belum punya data seismik, kadang dipakai pemeriksaan rembesan gas halus di tanah atau citra satelit resolusi tinggi sebagai penyaring tambahan sebelum seismik. Hal ini cukup kamu ketahui sebagai tambahan.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Mengurutkan tujuh kegiatan pencarian

Tim eksplorasi PT Tanjung Bening (fiktif) mencatat tujuh kegiatan di Blok Teluk Pasir pada 2027, tanpa urutan: (a) seismik 3D pada area prospek; (b) memetakan singkapan dan menyusun peta geologi; (c) mengebor sumur eksplorasi; (d) survei gravitasi dan magnetik regional; (e) seismik 2D di seluruh blok; (f) menentukan prospek dan lokasi sumur dari hasil tafsiran; (g) menguji sumur dan mengevaluasi hasilnya. Susunlah urutan yang benar. *Kasus disusun untuk contoh; perusahaan dan blok fiktif.*

1. **Mulai dari yang paling murah dan luas.** Peta geologi dari singkapan: **(b)**.
2. **Lanjut ke cekungan secara umum.** Gravitasi dan magnetik regional menunjukkan bentuk dan kedalaman cekungan: **(d)**.
3. **Seismik umum sebelum rinci.** Seismik 2D memetakan struktur di seluruh blok: **(e)**. Hasilnya menunjukkan area yang menjanjikan.
4. **Seismik rinci hanya di area terpilih.** Seismik 3D pada area prospek: **(a)**.
5. **Tentukan prospek sebelum membor.** Tafsiran semua data lalu memilih lokasi sumur: **(f)**.
6. **Bor untuk membuktikan, lalu uji.** Pemboran **(c)**, kemudian uji sumur dan evaluasi **(g)**.

Urutan: **b → d → e → a → f → c → g**.

Contoh 2 — Memilih survei berikutnya dari hasil sebelumnya

Pada 2027 PT Rawa Kenanga (fiktif) memegang blok seluas 2.400 km². Survei gravitasi dan magnetik menunjukkan cekungan sedimen tebal seluas 700 km² dan belum ada seismik sama sekali. Anggaran tahun ini Rp 60 miliar. Satuan biaya khayalan untuk contoh: seismik 2D Rp 25 juta per km lintasan; seismik 3D Rp 300 juta per km². Tim ragu antara dua rencana. Rencana X: seismik 3D di seluruh cekungan 700 km². Rencana Y: seismik 2D dengan 12 lintasan sepanjang

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

masing-masing 35 km; hasilnya menunjukkan calon perangkap seluas 60 km^2, lalu 3D hanya di 60 km^2 itu. Tentukan biaya kedua rencana dan rencana yang tepat. *Kasus disusun untuk contoh; perusahaan, blok, dan biaya fiktif.*

1. **Biaya rencana X.** 700 km^2 × Rp 300 juta = Rp 210.000 juta = **Rp 210 miliar**. Jauh melebihi anggaran Rp 60 miliar.
2. **Biaya 2D pada rencana Y.** Panjang lintasan 12 × 35 = 420 km. Biaya 420 × Rp 25 juta = Rp 10.500 juta = **Rp 10,5 miliar**.
3. **Biaya 3D pada rencana Y.** 60 km^2 × Rp 300 juta = Rp 18.000 juta = **Rp 18 miliar**.
4. **Jumlah rencana Y.** Rp 10,5 miliar + Rp 18 miliar = **Rp 28,5 miliar**, di bawah anggaran dan menyisakan Rp 31,5 miliar.
5. **Pertimbangan lain.** Rencana X memakai seismik rinci untuk daerah yang belum diketahui perangkapnya sehingga sebagian besar biaya terbuang di tempat yang kosong. Rencana Y mengikuti prinsip luas dan murah dahulu.

Jawaban: rencana **Y** (Rp 28,5 miliar); rencana X (Rp 210 miliar) tidak sesuai anggaran dan tidak efisien.

Contoh 3 — Menilai usulan survei di darat dan di laut

PT Samudra Karya (fiktif) merencanakan dua survei pada 2027. Di daratan, jalurnya melewati sawah, tambak, dan beberapa kampung. Di laut dangkal, sebuah blok berukuran 80 km × 30 km akan disurvei 2D dengan lintasan sepanjang 80 km berjarak 5 km, memakai kapal yang menarik streamer dan air gun. Seorang anggota tim mengusulkan: (1) memakai geophone dan truk vibrator di laut karena alatnya sudah ada; (2) di darat dekat kampung, memakai truk vibrator lebih dahulu daripada dinamit; (3) menyosialisasikan jadwal kepada nelayan sebelum survei laut; (4) langsung membor sumur di laut karena seismik pasti menunjukkan jumlah minyak. Nilailah dan hitung jumlah lintasan dan waktu rekaman bila kecepatan kapal 8 km/jam. *Kasus disusun untuk contoh; perusahaan dan lokasi fiktif.*

1. **Usulan 1 salah.** Geophone ditancapkan ke tanah; di laut penerimanya hidrofon pada streamer, dan sumbernya air gun. Truk tidak bisa berjalan di air.
2. **Usulan 2 masuk akal.** Dekat permukiman, ledakan menimbulkan risiko bagi bangunan dan warga, sedangkan truk vibrator tidak meledak. Syaratnya, truk dapat lewat di jalur itu tanpa merusak sawah dan tambak; jika tidak, dipertimbangkan cara lain dengan izin dan jarak aman.
3. **Usulan 3 benar.** Streamer panjang dapat menyangkut alat tangkap, dan perahu nelayan perlu tahu jalur kapal.
4. **Usulan 4 salah.** Seismik menunjukkan bentuk lapisan, bukan jumlah minyak. Sumur eksplorasi dibor setelah prospek ditentukan.
5. **Hitung lintasan.** Lebar blok 30 km dengan jarak 5 km menghasilkan 30 ÷ 5 + 1 = **7 lintasan**. Panjang total = 7 × 80 = **560 km**.

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

6. **Hitung waktu rekam.** 560 ÷ 8 = **70 jam** pelayaran saat merekam. Waktu sebenarnya lebih lama karena kapal harus berbelok lebar di ujung lintasan, menunggu cuaca, dan menghindari kapal lain.

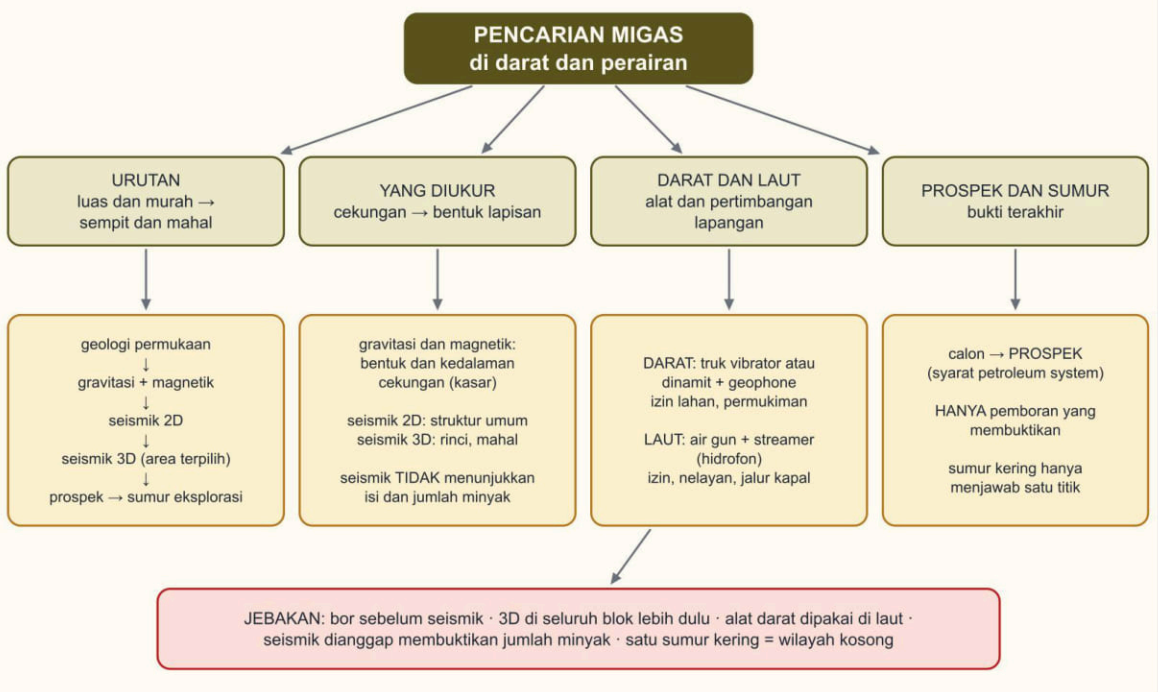
Jawaban: usulan 2 dan 3 benar; usulan 1 dan 4 salah. Terdapat 7 lintasan, total 560 km, ±70 jam rekaman.

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Urutan:** geologi permukaan → gravitasi dan magnetik → seismik 2D → seismik 3D (area terpilih) → penentuan prospek → pemboran eksplorasi. Dasar urutan: **luas dan murah dahulu, sempit dan mahal kemudian**.
- Gravitasi dan magnetik: melihat **cekungan** secara kasar. Seismik: memotret **bentuk lapisan** (2D umum dan murah; 3D rinci dan mahal).
- Seismik **tidak** membuktikan isi atau jumlah minyak; **hanya pemboran** yang membuktikan.
- **Darat:** truk vibrator atau dinamit + geophone. **Laut:** air gun + streamer berisi hidrofon. Koordinasi dengan pemilik lahan atau nelayan adalah bagian dari rencana.
- **Calon → prospek** (memenuhi syarat petroleum system). **Sumur kering** hanya menjawab satu titik.

Gambar 2.14 merangkum hubungan konsep-konsep tersebut.



Gambar 2.14 Peta konsep tahapan pencarian migas di darat dan perairan. 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 pencarian migas:

1. **Tandai kegiatan yang sudah selesai** dalam cerita (survei apa, hasilnya apa). Langkah berikutnya bergantung pada hasil itu.
2. **Periksa luas dan biaya:** pilih kegiatan yang **lebih sempit dan lebih rinci** daripada yang sudah selesai, dan jangan melompat ke yang paling mahal.
3. **Cocokkan alat dengan medan:** darat (geophone, vibrator, dinamit), laut (air gun, streamer, hidrofon).
4. **Cek klaim "pasti":** kata seperti "pasti ada minyak", "jumlah minyak", atau "pemboran tidak perlu" menunjukkan pernyataan keliru.
5. **Cek pertimbangan sosial dan keselamatan** di cerita (permukiman, nelayan, jalur kapal).

Jebakan khas pada soal ini:

- **Pemboran sebelum seismik.** Sumur eksplorasi dibor pada prospek yang sudah ditentukan.
- **Seismik 3D di seluruh blok sebelum ada hasil 2D** (atau sebelum survei regional).
- **Alat darat dipindahkan ke laut** (geophone di laut, air gun di darat).
- **Hasil seismik dianggap membuktikan jumlah minyak** sehingga pemboran dilewati.
- **Hasil negatif satu sumur dianggap seluruh wilayah kosong.**
- **Pertimbangan nelayan atau permukiman diabaikan** karena dianggap bukan urusan teknis.

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut meminta kamu menilai beberapa usulan dalam sebuah rencana pencarian di darat dan perairan. Pakai urutan pada Gambar 2.11 dan tabel pada bagian 5, lalu uji setiap usulan satu per satu.

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

►. PT Bumi Selaras akan mencari minyak di dua daerah (2027): perairan dangkal di lepas pantai dan daratan yang sebagian jalur surveinya melewati permukiman. Ketua tim menyusun rencana kerja, lalu meminta Galih, teknisi muda, menilai beberapa usulan anggota tim.

(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. Di perairan, kapal survei menarik sumber air gun dan kabel streamer berisi hidrofon.

☐ B. Data seismik dipakai setelah sumur eksplorasi dibor untuk memastikan minyaknya ada.

☐ C. Di jalur dekat permukiman, truk vibrator lebih sesuai daripada dinamit karena tanpa ledakan.

☐ D. Sumur eksplorasi dibor di titik yang menurut tafsiran seismik merupakan perangkap.

☐ E. Hasil seismik sudah menunjukkan jumlah minyak sehingga pemboran dapat dilewati.

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

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

Konsep: Tahapan pencarian migas: studi geologi → survei geofisika (gravitasi, magnetik, seismik) → penafsiran dan penentuan prospek → pemboran eksplorasi. Seismik darat memakai dinamit atau truk vibrator dengan geofon; seismik laut memakai air gun dan hidrofon.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Survei seismik laut memakai air gun sebagai sumber gelombang dan hidrofon pada streamer sebagai penerima.

• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: urutannya terbalik; seismik dipakai lebih dulu untuk memetakan perangkap dan memilih lokasi sumur.

• **Pernyataan 3** ✓ Truk vibrator menghasilkan getaran terkendali tanpa ledakan sehingga lebih aman di dekat rumah.

• **Pernyataan 4** ✓ Hasil survei dipakai menentukan lokasi pemboran eksplorasi.

• **Pernyataan 5** ✗ Seismik menggambarkan struktur lapisan, bukan memastikan isi dan jumlah minyak; pemboran tetap diperlukan.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 4.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Tulis dulu kegiatan yang sudah selesai dalam cerita, lalu tentukan apa yang paling logis dilakukan berikutnya.

1. Blok Rawa Sari (2027) seluas 3.000 km^2 baru selesai disurvei gravitasi dan magnetik. Hasilnya menunjukkan cekungan batuan sedimen setebal sekitar 4 km, tetapi blok itu belum pernah disurvei seismik. Anggaran eksplorasi tahun depan terbatas, dan tim harus memutuskan kegiatan 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.)

Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Seismik 2D dengan jarak lintasan lebar tepat dilakukan berikutnya untuk memetakan struktur secara umum.	○	○
Seismik 3D sebaiknya langsung dilakukan di seluruh blok karena hasilnya paling rinci.	○	○
Seismik 3D yang lebih rinci dapat difokuskan pada daerah yang tampak sebagai perangkap pada data 2D.	○	○

Kunci singkat: 1. 1B 2S 3B

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa seismik 3D tidak langsung dipasang di seluruh blok yang baru selesai disurvei gravitasi dan magnetik?
- Sebutkan dua perbedaan alat dan dua perbedaan pertimbangan lapangan antara survei seismik di darat dan di laut.
- **Yang harus kuingat:** luas dan murah dahulu, sempit dan mahal kemudian; seismik menggambar bentuk, hanya pemboran yang membuktikan; darat = vibrator atau dinamit + geophone, laut = air gun + streamer; prospek ditentukan sebelum pemboran eksplorasi; sumur kering bukan berarti wilayah kosong.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 2.3: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

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

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

Sub bab 2.4 · Alat pelindung diri sesuai SOP

SMKTPER-2.4

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi Teknik Perminyakan meminta kamu **menerapkan alat pelindung diri (APD) sesuai SOP**. Soal menceritakan sebuah pekerjaan di lapangan migas (mengambil sampel dari tangki, mengelas, menuang bahan kimia, naik ke tempat tinggi, masuk tangki, menolong rekan yang pingsan), lengkap dengan bahayanya, lalu memintamu **memilih perlengkapan yang tepat**, **menilai kelengkapan APD seseorang**, atau **menentukan tindakan yang aman**.

Bentuk yang sering muncul adalah pilihan ganda kompleks dan pernyataan Benar/Salah: beberapa perlengkapan disebut, dan kamu memilih yang benar-benar sesuai bahaya. Pengecohnya biasanya APD yang lengkap tetapi **salah jenis** (sarung tangan kulit untuk asam, masker debu untuk gas, sabuk pinggang untuk ketinggian), atau APD yang **tidak dibutuhkan** pada pekerjaan itu (pelindung telinga di tempat yang sunyi), atau anggapan bahwa APD menggantikan uji gas dan izin kerja.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan mengapa APD adalah garis pertahanan terakhir dan bukan satu-satunya pengaman;
- menyebut APD untuk tiap bagian tubuh serta bahaya yang ditangkalnya;
- memilih APD dari bahaya sebuah pekerjaan (H2S, percikan las, bahan kimia korosif, bising, ketinggian, ruang terbatas, sampel tangki);
- menjelaskan perbedaan masker debu, respirator berfilter, dan alat bantu napas mandiri;
- menjelaskan perlengkapan penahan jatuh dan perlengkapan masuk ruang terbatas;
- memeriksa dan merawat APD sebelum dan sesudah dipakai.

◆ KONSEP INTI

Sebuah rig atau stasiun pengumpul penuh bahaya: bahan yang mudah terbakar, gas beracun, mesin berputar, bising, tempat tinggi, dan bahan kimia yang membakar kulit. Karena itu setiap pekerja memakai **alat pelindung diri**, yaitu perlengkapan yang dipakai di badan untuk mengurangi akibat bahaya yang masih tersisa. Namun APD bukan alat ajaib. Sub bab ini menjelaskan tempat APD dalam usaha menjaga keselamatan, jenis-jenisnya, cara memilihnya, dan cara merawatnya.

1. APD adalah garis pertahanan terakhir

Ahli keselamatan kerja menyusun cara mengendalikan bahaya dari yang paling kuat sampai yang paling lemah. Urutan ini disebut **hierarki pengendalian**:

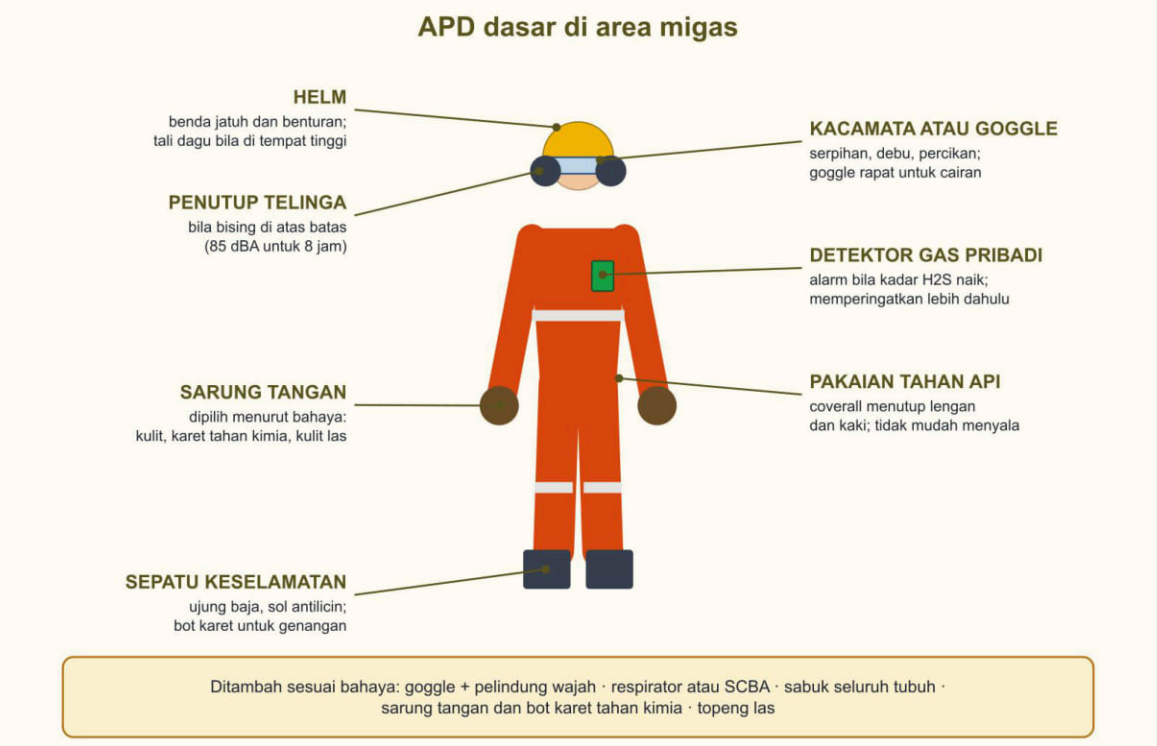
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

1. **Eliminasi**: menghilangkan bahaya itu sendiri (misalnya pekerjaan di ketinggian dihapus dengan memindahkan alat ke lantai).
2. **Substitusi**: mengganti bahaya dengan yang lebih aman (bahan pembersih yang kurang beracun).
3. **Rekayasa teknik**: mengubah alat atau tempat kerja agar bahaya terpisah dari pekerja (pagar pengaman, ventilasi, pelindung mesin, sistem deteksi gas).
4. **Administratif**: mengubah cara kerja (prosedur, izin kerja, pelatihan, jadwal bergilir, rambu).
5. **APD**: perlengkapan yang dipakai pekerja.

APD berada di urutan terakhir karena **bergantung pada pekerja**: ia harus dipakai dengan benar dan terus-menerus, dan bila gagal, tidak ada pengaman lain di belakangnya. Itu tidak berarti APD boleh diabaikan. Ketika bahayanya tidak bisa dihilangkan seluruhnya, APD wajib dipakai. Tetapi APD **tidak boleh menggantikan** langkah yang lebih kuat, misalnya uji gas sebelum masuk tangki. Sub bab 2.6 membahas hierarki ini lebih rinci.

2. APD menurut bagian tubuh

Gambar 2.15 menunjukkan seorang teknisi dengan APD dasar yang dipakai di banyak area migas.



Gambar 2.15 APD dasar di area migas dan bahaya yang ditangkalnya. Pekerjaan tertentu menambah APD khusus (lihat Gambar 2.16). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Kepala: helm keselamatan. Melindungi dari benda jatuh dan benturan. Untuk pekerjaan di tempat tinggi, helm dilengkapi **tali dagu** supaya tidak lepas dan jatuh menimpa orang di bawah.

Mata dan wajah. Ada tiga tingkat, dan tingkat yang lebih tinggi bukan sekadar "lebih tebal":

- **Kacamata pengaman** dengan pelindung samping: untuk serpihan dan debu kasar yang

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

datang dari depan dan samping.

- **Goggle** (kacamata rapat): menutup rapat seluruh sekeliling mata. Wajib untuk percikan cairan, debu halus, dan bahan kimia. Kacamata biasa terbuka di sisi-sisinya sehingga cairan bisa masuk.
- **Pelindung wajah** (*face shield*): menutup seluruh wajah dari percikan besar. Ia dipakai **di atas goggle**, bukan sebagai pengganti goggle. Untuk pengelasan dipakai topeng las dengan kaca penyaring cahaya.

Telinga: penyumbat atau penutup telinga. Suara keras yang berlangsung lama merusak pendengaran, tidak terasa sakit, dan tidak dapat pulih. Satuan tingkat bunyi adalah **desibel A (dBA)**. Di Indonesia, Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 5 Tahun 2018 menetapkan nilai ambang batas kebisingan **85 dBA untuk paparan 8 jam per hari**; makin keras bunyinya, makin pendek waktu yang diperbolehkan, seperti pada tabel di bawah ini.

Tingkat bunyi (dBA)	Waktu paparan maksimum per hari
85	8 jam
88	4 jam
91	2 jam
94	1 jam
97	30 menit
100	15 menit

Jadi pompa 92 dBA yang dihadapi 2 jam melewati batas (batas pada 91 dBA hanya 2 jam), dan perlu pelindung telinga. Sebaliknya, bila di tempat kerja tidak ada sumber bising, pelindung telinga tidak diperlukan. APD harus **sesuai bahaya**, bukan sekadar "dipakai semua".

Pernapasan. Ada tiga tingkat, yang sering dicampuradukkan:

- **Masker debu** (penyaring partikel): menahan debu dan serbuk, tidak menahan gas dan uap.
- **Respirator berkartrid** (penyaring gas): kartrid khusus menyerap gas atau uap tertentu, misalnya uap pelarut. Ia hanya untuk kadar yang tidak terlalu tinggi **dan** bila udaranya cukup oksigen. Jenis kartrid harus cocok dengan zat yang dihadapi.
- **Alat bantu napas mandiri** (*self-contained breathing apparatus*, **SCBA**): pemakainya membawa tabung udara bersih di punggung dan bernapas dari tabung itu, terlepas dari udara sekitar. Dipakai ketika kadar gas beracun tinggi, kadarnya tidak diketahui, oksigen kurang, atau untuk menolong. Sistem lain memasok udara lewat selang dari tabung di luar area bahaya (udara suplai).

Tangan: sarung tangan. Pilih menurut bahaya: **kulit** untuk mengangkat pipa dan benda kasar; **karet atau bahan tahan kimia** untuk minyak, pelarut, asam, dan basa; **tahan panas** atau kulit las untuk pengelasan. Satu aturan yang sering diuji: **tebal tidak sama dengan tahan kimia**. Sarung tangan kulit menyerap larutan sehingga bahan kimia tetap mengenai kulit.

Badan: pakaian kerja. *Coverall* (baju kerja satu potong) yang menutup lengan dan kaki. Di area

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

yang mudah terbakar dipakai **pakaian tahan api** (*flame-resistant*) yang tidak mudah menyala. Pakaian dari bahan sintetik biasa dapat meleleh dan menempel di kulit bila terkena api. Untuk bahan kimia korosif ditambah celemek atau baju tahan kimia.

Kaki: sepatu keselamatan. Ujungnya dilindungi baja atau bahan keras, solnya antilicin dan tahan minyak. Untuk genangan atau bahan kimia dipakai **bot karet**.

Tempat tinggi: sabuk pengaman seluruh tubuh (*full body harness*), yang dibahas di bagian 6. **Di laut:** pelampung.

Alat pantau: detektor gas pribadi. Alat kecil yang dijepitkan di pakaian dan membunyikan alarm bila kadar gas (misalnya H2S) melewati batas. Detektor tidak melindungi tubuh, tetapi memperingatkan lebih dahulu sehingga pekerja sempat menyelamatkan diri. Detektor sering dipakai bersama APD dan diperlakukan sebagai bagian dari perlengkapan wajib.

3. Memilih APD dari bahaya pekerjaan

Cara memilih APD selalu dalam tiga langkah: **(1) pekerjaan apa**, **(2) bahaya apa yang ada dan ke bagian tubuh mana mengarah**, **(3) APD apa yang menangkal bahaya itu**. Gambar 2.16 memperlihatkan pola ini untuk pekerjaan umum di migas.

Bahaya pekerjaan → bagian tubuh → APD yang tepat

Pekerjaan	Bahaya	Yang terancam	APD yang tepat
Mengelas dan memotong pipa	percikan logam, cahaya las, panas	mata, wajah, tangan, badan	topeng las · sarung tangan kulit las · pakaian tahan api · sepatu keselamatan
Menuang soda api atau asam	debu dan percikan korosif	mata, wajah, kulit	goggle + pelindung wajah · sarung tangan karet tahan kimia · baju tahan kimia · bot karet
Membongkar pompa 98 dBA	bising melewati batas	telinga	penyumbat atau penutup telinga (ditambah sarung tangan dan kacamata)
Mengambil sampel tangki yang mengandung H2S	uap H2S, percikan minyak, minyak di kulit	napas, mata, tangan	detektor H2S pribadi · kacamata atau goggle · sarung tangan tahan minyak
Bekerja di papan monyet	jatuh dari ketinggian, benda jatuh	seluruh tubuh, kepala, orang di bawah	sabuk seluruh tubuh + penambat ke angkur di atas · helm bertali dagu · perkakas diikat
Menolong korban H2S kadar tinggi	gas beracun, oksigen mungkin kurang	napas	SCBA (atau udara suplai) · detektor gas · bekerja berpasangan · alarm lebih dahulu

Perhatikan: APD yang cocok menjawab BAHAYA yang ada, bukan sekadar "lengkap".

Gambar 2.16 Bahaya, bagian tubuh yang terancam, dan APD yang tepat untuk enam pekerjaan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Contoh penalarannya. Seorang operator mengambil sampel minyak dari lubang ukur di atap tangki yang minyaknya mengandung H2S. Bahayanya: uap H2S yang keluar saat lubang dibuka, minyak yang terpercik ke mata, dan minyak menempel di tangan. APD yang cocok: detektor H2S pribadi, kacamata atau goggle, dan sarung tangan tahan minyak. Pelindung telinga tidak dibutuhkan bila tempatnya tidak bising. Masker debu tidak menahan gas. Ini contoh bahwa lengkap bukan berarti benar: perlengkapan yang tepat adalah yang **menjawab bahaya yang**

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

ada.

4. H2S dan alat bantu napas

Hidrogen sulfida (H2S) adalah gas beracun yang sering terkandung dalam minyak dan gas bumi tertentu. Pada kadar sangat rendah ia berbau telur busuk. Sub bab 2.6 menjelaskan sifatnya lebih lengkap. Untuk memilih APD, tiga fakta berikut sudah cukup:

- **Penciuman tidak dapat dijadikan alarm.** Pada kadar tinggi (sekitar 100 ppm ke atas), hidung justru berhenti mencium baunya, sehingga pekerja merasa "sudah tidak ada baunya" padahal gas semakin berbahaya.
- **Kadar tinggi dapat membuat orang pingsan dalam waktu singkat.** Karena itu pemantauan harus memakai detektor gas, bukan hidung. Detektor pribadi umumnya diatur membunyikan alarm pada kadar rendah (sekitar 5 sampai 10 ppm) dan alarm tinggi (sekitar 15 ppm).
- **Batas paparan.** Peraturan K3 lingkungan kerja di Indonesia (Permenaker 5/2018) menetapkan nilai ambang batas H2S **1 ppm** (rata-rata 8 jam) dan kadar ambang batas jangka pendek **5 ppm**. Banyak perusahaan memakai angka serupa untuk syarat memulai pekerjaan.

Akibatnya bagi APD: **masker debu tidak menahan H2S.** Respirator berkartrid yang disetujui untuk H2S hanya untuk kadar yang tidak terlalu tinggi dan bila oksigen cukup. Pada kadar tinggi, kadar tidak diketahui, atau ketika pekerja harus menolong korban, dipakai **SCBA** atau udara suplai. Tabel di bawah merangkumnya.

Keadaan	APD pernapasan
Debu dan serbuk	masker debu
Uap atau gas kadar rendah yang jenisnya diketahui, oksigen cukup	respirator berkartrid yang cocok
H2S kadar tinggi, kadar tidak diketahui, oksigen kurang, atau menolong korban	SCBA atau udara suplai

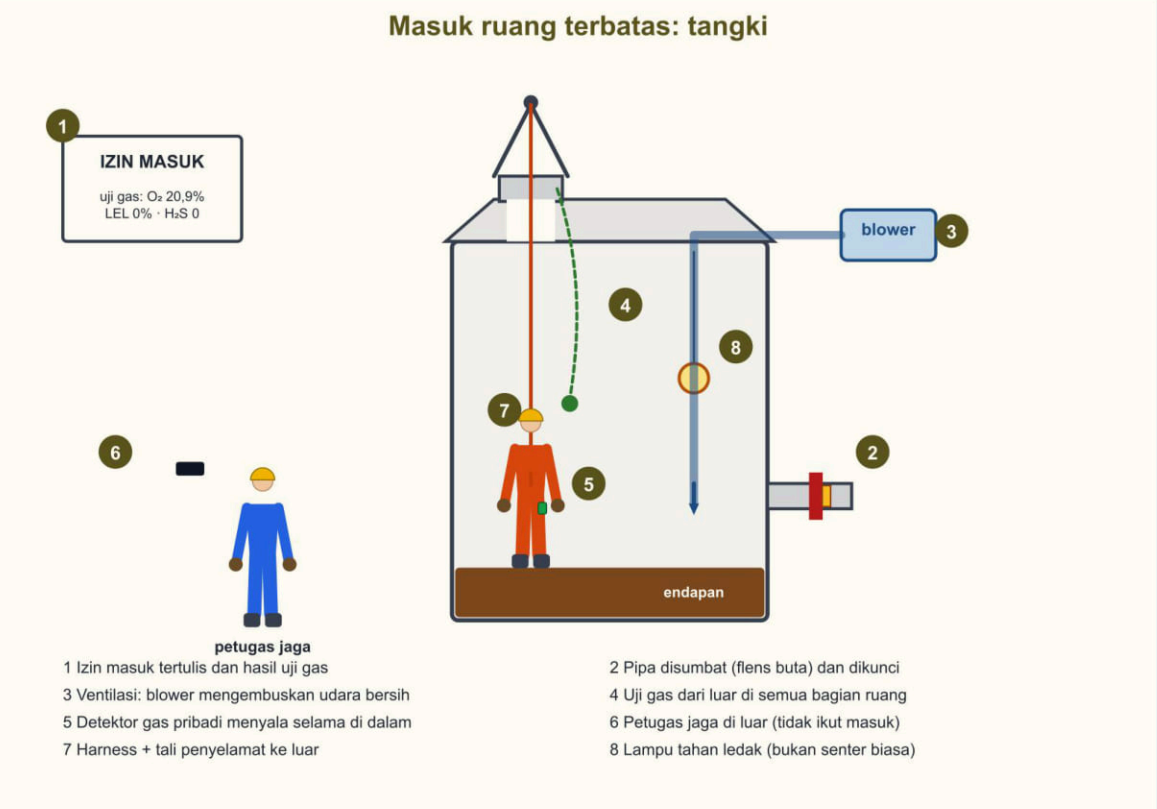
Satu aturan keselamatan lagi: **menolong korban gas tanpa alat bantu napas hampir selalu menambah korban.** Penolong yang menahan napas lalu berlari ke korban sering ikut pingsan. Penolong yang tepat membunyikan alarm, memakai SCBA, dan bekerja **berpasangan** supaya ada orang yang tahu bila penolong sendiri terjatuh. Catatan keselamatan kerja di ruang terbatas menyebut bahwa sebagian besar korban jiwa justru calon penolong.

5. Ruang terbatas

Ruang terbatas adalah ruang yang cukup besar untuk dimasuki orang, tetapi pintu masuk dan keluarnya sempit atau terbatas, dan tidak dirancang untuk ditempati terus-menerus. Contohnya tangki, bejana, silo, lubang orang (*manhole*), parit dalam, dan pipa besar. Bahayanya: gas beracun atau mudah terbakar menumpuk, oksigen bisa kurang, bahan mengubur atau menelan pekerja, dan sulit menolong dari luar. Gambar 2.17 menunjukkan perlengkapan dan petugas

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

pada saat masuk tangki.



Gambar 2.17 Persiapan masuk tangki: izin masuk, tangki dikosongkan dan diisolasi, uji gas dari luar, pemantauan gas terus-menerus, ventilasi, petugas jaga di luar, harness dan tali penyelamat, dan lampu tahan ledak. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Prinsip masuk ruang terbatas yang aman, urut dari persiapan sampai selesai:

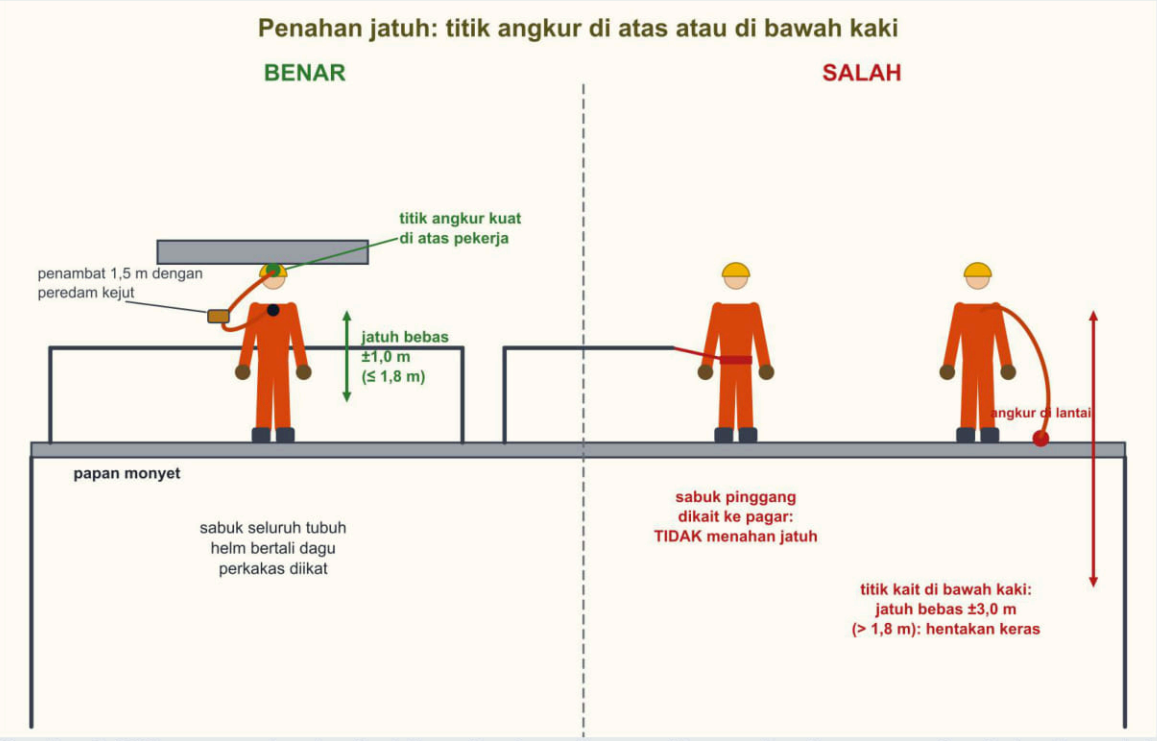
1. **Izin masuk.** Pekerjaan hanya dimulai bila ada izin tertulis yang mencatat siapa masuk, untuk apa, berapa lama, hasil uji gas, dan alat penyelamat.
2. **Isolasi.** Pipa yang menuju tangki ditutup dan disumbat (misalnya dengan flens buta) supaya tidak ada cairan atau gas masuk, dan peralatan yang bergerak dimatikan dan dikunci.
3. **Kosongkan, bersihkan, dan beri ventilasi.** Ventilasi alami biasanya tidak cukup; dipakai blower. Udara diembuskan dari luar, bukan oksigen murni, karena oksigen murni membuat bahan mudah terbakar.
4. **Uji gas dari luar sebelum masuk**, di seluruh bagian ruang (dari atas ke bawah dan sisi ke sisi): kadar oksigen, gas mudah terbakar (%LEL), dan gas beracun seperti H2S. Hasilnya dicatat pada izin.
5. **Pemantauan terus-menerus.** Hasil uji awal bisa berubah. Endapan di dasar tangki dapat melepaskan H2S dan uap minyak ketika diaduk. Karena itu pekerja membawa **detektor gas pribadi** yang menyala selama di dalam.
6. **Petugas jaga di luar.** Satu orang menjaga di luar, mencatat siapa di dalam, berkomunikasi, dan memanggil bantuan. Ia **tidak boleh masuk** untuk menolong.
7. **Perlengkapan penyelamat.** Pekerja memakai **harness** dengan **tali penyelamat** yang terhubung ke luar sehingga dapat ditarik keluar tanpa penolong ikut masuk.
8. **Peralatan yang tidak memercikkan api.** Lampu dan alat listrik harus jenis **tahan ledak**; senter biasa dapat memercikkan api di dekat uap minyak.
9. **APD sesuai bahaya.** Misalnya sarung tangan tahan minyak, karena endapan minyak langsung mengenai kulit.

Bila ruang tidak dapat dibuat aman, **pekerja tidak masuk**.

6. Bekerja di ketinggian: penahan jatuh

Di rig, pekerjaan di ketinggian itu biasa. Anggota kru yang disebut *derrickman* bekerja di **papan monyet** (*monkeyboard*), sebuah panggung kecil di menara, belasan sampai dua puluhan meter di atas lantai bor, untuk menangani ujung atas pipa. Di tempat setinggi itu jatuh hampir pasti fatal. Gambar 2.18 menunjukkan perlengkapan penahan jatuh.

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



Gambar 2.18 Sistem penahan jatuh: titik angkur kuat di atas, tali penambat dengan peredam kejut, dan sabuk seluruh tubuh. Bagian kanan memperlihatkan titik kait yang salah (di bawah kaki, sabuk pinggang, dikait pagar). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Sistem penahan jatuh terdiri atas tiga bagian yang bekerja sebagai satu rangkaian:

- **Titik angkur**: tempat rangkaian dikaitkan. Harus kuat menahan beban orang yang jatuh (bukan pagar, pipa kecil, atau bagian sembarang) dan sebaiknya berada **di atas** pekerja.
- **Penambat**: tali atau tali penambat dengan **peredam kejut**, yang memanjang dan melunakkan hentakan saat menahan jatuh.
- **Sabuk pengaman seluruh tubuh** (*full body harness*): tali yang melingkar di bahu, dada, dan paha. Saat jatuh, gaya tahan tersebar di badan. **Sabuk pinggang tidak boleh dipakai untuk menahan jatuh**, sebab menekan perut dan tulang belakang serta tubuh bisa terlepas.

Mengapa titik angkur di atas? Jarak jatuh bebas adalah jarak yang ditempuh tubuh sebelum tali menjadi kencang. Panduan produsen umumnya membatasi jarak jatuh bebas tidak lebih dari **1,8 m (6 kaki)** karena hentakan saat tali kencang semakin keras bila jatuhnya lebih jauh. Contoh 2 menghitungnya: titik kait di atas kepala menghasilkan jarak jatuh bebas pendek, sedangkan titik kait di bawah kaki membuat tubuh jatuh jauh lebih panjang dan hentakannya keras.

Beberapa aturan tambahan: kaitkan penambat **sebelum** melangkah ke tepi; pagar setinggi pinggang tidak melindungi bila pekerja harus menjangkau ke luar pagar; alat dan perkakas diikat atau diletakkan dalam tas supaya tidak jatuh menimpa orang di bawah (benda jatuh adalah bahaya tersendiri); hindari bekerja saat hujan, licin, atau angin kencang tanpa pengamanan tambahan; dan siapkan **rencana penyelamatan**, sebab tubuh yang tergantung lama di harness juga berbahaya. Di menara rig tersedia alat turun darurat. Di Indonesia, pekerjaan di ketinggian diatur dalam Permenaker 9/2016 tentang keselamatan dan kesehatan kerja pada pekerjaan di ketinggian, dan umumnya mewajibkan sabuk seluruh tubuh serta pengawasan.

7. Memeriksa dan merawat APD

APD yang rusak sama berbahayanya dengan tidak memakai APD. Karena itu:

- **Periksa sebelum dipakai, setiap kali.** Helm: retak, penyok, tali dagu putus. Kacamata dan goggle: tergores, terlalu keruh, karet pecah. Sarung tangan: sobek atau bocor. *Harness*: serat sobek, jahitan putus, gesper atau cincin berkarat atau bengkok, kulit tali berbulu. Penambat dan peredam kejut: terpotong, sudah mengembang. SCBA: tekanan tabung cukup, segel masker rapat, alarm bunyi. Detektor gas: menyala, diuji dengan gas uji atau tombol uji, baterai cukup, **kalibrasi** masih berlaku.
- **Gunakan dengan benar.** Helm dipasang tegak dan tali dagu dikencangkan; respirator dan SCBA memerlukan uji kerapatan masker terhadap wajah; jenggot yang menghalangi masker perlu dicukur.
- **Ganti bila rusak atau kedaluwarsa.** *Harness* dan penambat yang sudah menahan jatuh **diganti**, karena seratnya mungkin sudah rusak walau tampak utuh. Helm, filter, dan kartrid memiliki batas umur dari produsen.
- **Bersihkan dan simpan** di tempat bersih, kering, tidak terkena sinar matahari terus-menerus atau bahan kimia. Respirator pribadi tidak dipinjamkan.
- **Lapor** bila ada APD yang tidak sesuai, tidak ada, atau tidak nyaman dipakai.

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

Satu pesan akhir: **APD, izin kerja, dan alat deteksi adalah satu paket.** Sebelum pekerjaan berbahaya dimulai, izin kerja dikeluarkan (sub bab 2.6), uji gas dilakukan, dan baru kemudian APD dipakai. APD lengkap tanpa uji gas tidak membuat pekerjaan aman.

> **Pengayaan.** Standar internasional dan produsen mengelompokkan APD dalam tingkat dan kelas (kelas pelindung telinga, kelas tahan api, faktor perlindungan respirator). Pemilihan rinci seperti itu di atas batasan TKA SMK dan tidak dipakai dalam soal.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Memilih APD untuk empat pekerjaan

Pada 2027 empat pekerjaan dijadwalkan di sebuah stasiun pengumpul fiktif (PT Muara Sagu): (a) memotong dan mengelas pipa kecil di bengkel; (b) membongkar pompa lumpur yang bising 98 dBA selama 3 jam; (c) membersihkan tumpahan solar kecil dari parit dengan kain; (d) memeriksa sambungan pipa di dekat area yang berpotensi H2S. Tentukan APD yang paling penting untuk tiap pekerjaan. *Kasus disusun untuk contoh; perusahaan dan stasiun fiktif.*

1. **Pekerjaan (a), mengelas.** Bahaya: cahaya las yang menyilaukan, percikan logam panas, panas, dan kebakaran pakaian. APD: **topeng las** (mata dan wajah), **sarung tangan kulit las**, **pakaian tahan api**, dan sepatu keselamatan. Sarung tangan karet bukan pilihan karena tidak tahan panas.
2. **Pekerjaan (b), pompa bising.** Periksa tabel nilai ambang batas: 97 dBA hanya diperbolehkan 30 menit dan 100 dBA 15 menit. Pada 98 dBA, batasnya antara 15 dan 30 menit, sedangkan pekerjaan 3 jam atau 180 menit jauh melebihinya. **Pelindung telinga wajib.** Tambahan: sarung tangan untuk pegangan, kacamata untuk percikan oli, dan sepatu keselamatan.
3. **Pekerjaan (c), solar di parit.** Bahaya: kulit terkena solar, uap hidrokarbon yang mudah terbakar, dan licin. APD: **sarung tangan tahan minyak** (karet, bukan kain atau kulit), **bot karet**, kacamata atau goggle, dan pakaian kerja. Tidak ada percikan api: tidak memakai alat yang memercikkan api.
4. **Pekerjaan (d), H2S.** Bahaya: gas beracun yang kadarnya dapat berubah dan tidak boleh dipantau dengan hidung. APD: **detektor H2S pribadi** yang menyala dan sudah diuji; **SCBA** tersedia dan dapat dijangkau bila alarm tinggi berbunyi; dan petugas berpasangan. Masker debu tidak menahan gas.

Jawaban: (a) topeng las, sarung tangan las, pakaian tahan api; (b) pelindung telinga; (c) sarung tangan dan bot tahan minyak; (d) detektor H2S pribadi dan SCBA siaga.

Contoh 2 — Menilai rencana kerja di papan monyet

Raka, anggota kru Rig WO-07 (fiktif, 2027), harus naik ke papan monyet setinggi 22 m untuk memasang ulang pengait tali yang longgar, sekitar 40 menit. Rencana kerjanya: (1) sabuk pinggang dikait ke pagar papan; (2) helm tanpa tali dagu; (3) kunci pas dibawa di saku jaket; (4) tidak ada rencana penyelamatan karena "pekerjaannya sebentar". Nilai rencana itu dan

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

bandingkan jarak jatuh bebas bila penambat 1,5 m dikait di atas kepala (titik angkur 0,5 m di atas cincin punggung harness) dengan dikait di bawah kaki (cincin punggung 1,5 m di atas kaki). Batas jarak jatuh bebas 1,8 m. *Kasus disusun untuk contoh; kru dan rig fiktif.*

1. **Butir 1 salah.** Sabuk pinggang tidak menahan jatuh dengan aman dan pagar bukan titik angkur yang dirancang menahan beban jatuh. Yang benar: **sabuk seluruh tubuh** yang dikaitkan ke titik angkur kuat.
2. **Butir 2 salah.** Helm tanpa tali dagu dapat lepas saat jatuh atau tersangkut sehingga menimpa orang di bawah. Yang benar: helm bertali dagu.
3. **Butir 3 salah.** Kunci pas di saku dapat jatuh dan menimpa orang di bawah dengan kecepatan tinggi. Yang benar: perkakas diikat dengan tali ke harness atau dimasukkan ke tas tertutup.
4. **Butir 4 salah.** Lamanya pekerjaan tidak mengurangi risiko jatuh. Rencana penyelamatan tetap wajib, termasuk siapa menurunkan korban dan dengan alat apa.
5. **Hitung jarak jatuh bebas (perkiraan sederhana).** Titik kait di atas kepala: cincin berada 0,5 m di bawah titik angkur; tali menegang setelah cincin turun sampai 1,5 m di bawah titik angkur, sehingga jatuh bebas = 1,5 − 0,5 = **1,0 m**, di bawah 1,8 m. Titik kait di kaki: cincin 1,5 m di atas titik angkur; tali menegang bila cincin turun sampai 1,5 m di bawah titik angkur, yaitu jatuh sejauh 1,5 + 1,5 = **3,0 m**, melebihi 1,8 m dan hentakannya jauh lebih keras.

Jawaban: keempat butir rencana salah dan harus diperbaiki; titik kait di atas kepala menghasilkan jarak jatuh bebas ±1,0 m (aman) dan di kaki ±3,0 m (melebihi batas).

Contoh 3 — Menilai kesiapan masuk tangki air terproduksi

Dua pekerja dari PT Karya Muara (fiktif, 2027) akan masuk tangki air terproduksi TA-02 yang sudah dikosongkan untuk menyekop endapan. Delapan hal tercatat: (1) izin masuk sudah ditandatangani; (2) pipa masuk tangki sudah dikunci dan diberi tanda; (3) uji gas dari luar menunjukkan oksigen 20,9%, gas mudah terbakar 0% LEL, H2S 0 ppm, sehingga tidak perlu pemantauan lagi; (4) satu petugas jaga berada di luar; (5) petugas jaga akan ikut masuk bila ada yang pingsan; (6) pekerja memakai harness dengan tali penyelamat ke luar; (7) lampu yang dipakai senter biasa; (8) sarung tangan kain disediakan. Tandai tiap butir benar atau salah dan perbaiki. *Kasus disusun untuk contoh; perusahaan dan tangki fiktif.*

1. **(1) Benar.** Izin tertulis adalah syarat awal.
2. **(2) Benar.** Isolasi mencegah cairan atau gas masuk.
3. **(3) Salah.** Uji awal baik, tetapi endapan yang diaduk dapat melepaskan H2S dan uap minyak. Pekerja perlu **detektor gas pribadi** dan pemantauan selama bekerja.
4. **(4) Benar.** Petugas jaga wajib ada di luar.
5. **(5) Salah.** Petugas jaga tidak boleh masuk. Ia memanggil bantuan, dan korban ditarik lewat tali penyelamat atau ditolong tim dengan SCBA.
6. **(6) Benar.** Harness dan tali memungkinkan penarikan tanpa penolong ikut masuk.
7. **(7) Salah.** Dekat uap minyak harus lampu **tahan ledak**.

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

8. **(8) Salah.** Kain menyerap minyak dan tidak melindungi. Pilih sarung tangan tahan minyak.

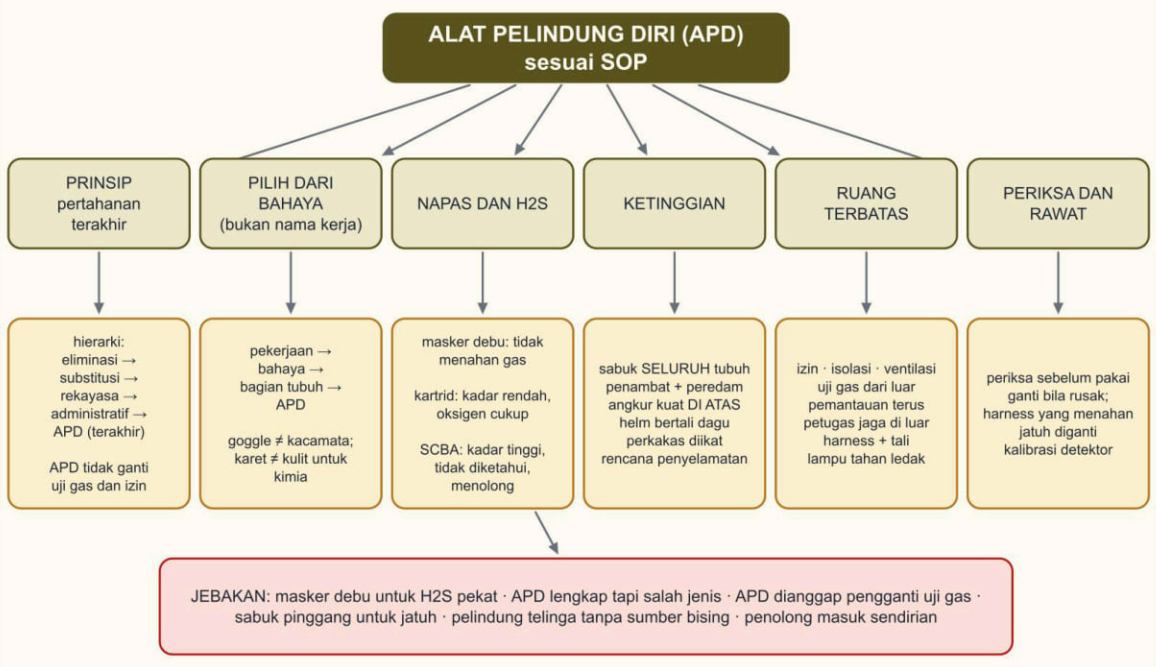
Jawaban: benar = 1, 2, 4, 6; salah = 3, 5, 7, 8 (beserta perbaikannya).

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **APD adalah pertahanan terakhir** (setelah eliminasi, substitusi, rekayasa, dan administratif). APD tidak menggantikan uji gas, izin kerja, atau alat deteksi.
- **Pilih APD dari bahaya pekerjaan:** pekerjaan → bahaya → bagian tubuh → APD. APD yang lengkap tetapi salah jenis tetap salah.
- **Mata:** kacamata → goggle (percikan cairan, debu halus) → pelindung wajah di atas goggle. **Sarung tangan:** kulit (mekanik), karet tahan kimia (asam, basa, minyak), kulit las (panas). **Pelindung telinga** bila bising (85 dBA untuk 8 jam; makin keras makin singkat).
- **Napas:** masker debu tidak menahan gas; respirator berkartrid untuk kadar rendah dan oksigen cukup; **SCBA** untuk kadar tinggi, tidak diketahui, oksigen kurang, atau menolong. Penolong berpasangan dan memakai SCBA.
- **Ketinggian:** sabuk seluruh tubuh, penambat berpeledam kejut, titik angkur kuat **di atas**, helm bertali dagu, perkakas diikat, rencana penyelamatan. Sabuk pinggang tidak menahan jatuh.
- **Ruang terbatas:** izin, isolasi, ventilasi, uji gas dari luar, pemantauan terus, petugas jaga di luar, harness dan tali, lampu tahan ledak.
- **Periksa dan rawat** APD setiap kali; ganti yang rusak atau sudah menahan jatuh.

Gambar 2.19 merangkum hubungan konsep-konsep tersebut.



Gambar 2.19 Peta konsep alat pelindung diri sesuai SOP. 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. **Tandai bahaya** yang disebut cerita (gas, percikan, cairan korosif, bising, tinggi, ruang sempit) dan bagian tubuh yang terancam.
2. **Cari pernyataan yang menyebut bahaya tidak ada** ("area tidak bising", "pagar penuh") dan coret APD yang hanya menjawab bahaya itu.
3. **Cocokkan APD dengan bahaya**, bukan dengan nama pekerjaan. Cek jenis bahan sarung tangan, jenis kacamata, jenis pernapasan.
4. **Cek tingkat gas:** tinggi atau tidak diketahui → SCBA; masker debu tidak pernah menahan gas.
5. **Cek langkah lain:** apakah soal menyuruh APD menggantikan uji gas, izin, atau petugas jaga? Pernyataan seperti itu salah.

Jebakan khas pada soal ini:

- **Masker filter atau masker debu dipakai untuk H2S pekat.** Masker debu tidak menahan gas, dan respirator berkartrid tidak untuk kadar tinggi.
- **APD lengkap tetapi salah jenis:** kacamata biasa untuk soda api atau asam, sarung tangan kulit untuk asam, sarung tangan kain untuk minyak.
- **APD dianggap menggantikan uji gas.** Uji gas, pemantauan, dan izin tetap wajib.
- **Sabuk pinggang dianggap penahan jatuh,** atau harness dikait di bawah kaki atau ke pagar.
- **Pelindung telinga dipilih tanpa sumber bising,** karena "di area produksi semua pakai".
- **Penolong masuk sendirian** atau menahan napas, padahal harus berpasangan dan memakai SCBA.
- **Senter biasa dipakai dekat uap minyak.** Perlu lampu tahan ledak.

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut meminta kamu memilih beberapa APD untuk satu pekerjaan, sambil mengabaikan perlengkapan yang tidak sesuai bahaya. Pakai tiga langkah di bagian 3: bahaya, bagian tubuh, APD.

►. Rani, operator produksi, ditugasi mengambil sampel minyak lewat lubang ukur di atap tangki timbun (2027). Minyak lapangan itu mengandung gas H2S. Atap tangki sudah berpagar pengaman penuh dan area tangki jauh dari mesin sehingga tidak bising. Saat membuka lubang ukur, uap dapat keluar dan minyak dapat terpercik ketika botol sampel ditarik.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

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

APD yang perlu dipakai Rani untuk tugas itu adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Detektor H2S pribadi yang menyala dan sudah diuji
☐ B. Penyumbat telinga karena bekerja di area produksi
☐ C. Masker debu biasa untuk menahan uap gas H2S
☐ D. Sarung tangan tahan minyak saat menarik botol sampel
☐ E. Kacamata pengaman untuk melindungi dari percikan

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

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

Konsep: APD dipilih sesuai bahaya pekerjaan: gas beracun (detektor gas, alat bantu napas bila kadar tinggi), percikan cairan (kacamata), kontak kulit dengan minyak (sarung tangan tahan minyak), bising (pelindung telinga) hanya bila sumber bising ada.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ H2S dapat keluar dari lubang ukur; detektor memberi peringatan sebelum kadarnya berbahaya.
- **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: kebisingan bukan bahaya pada tugas ini (area tidak bising).
- **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: masker debu menyaring partikel, tidak menahan gas H2S.
- **Pernyataan 4** ✓ Melindungi kulit dari minyak yang menempel pada tali dan botol.
- **Pernyataan 5** ✓ Minyak dapat terpercik ke mata saat botol ditarik.

Jawaban: pernyataan 1, 4, 5.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk tiap soal, tulis dulu bahaya yang ada, baru nilai APD satu per satu.

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

1. Dewi, kru rig, ditugasi menuang 20 karung soda api (NaOH bubuk) ke *hopper* pencampur lumpur selama sekitar 2 jam (2027). Debu soda api dapat beterbangan dan cairan lumpur dapat terpercik; keduanya menimbulkan luka bakar kimia pada kulit dan mata. Di dekat *hopper* terdapat pompa lumpur dengan kebisingan 92 dBA. Dewi sudah memakai helm, sepatu keselamatan, dan *coverall*.
(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
Kacamata pengaman biasa sudah melindungi mata Dewi dari debu dan percikan soda api.	○	○
Sarung tangan kulit las lebih tepat daripada sarung tangan karet tahan kimia karena lebih tebal.	○	○
Pelindung telinga perlu dipakai karena bising 92 dBA dari pompa lumpur selama 2 jam.	○	○

2. Tangki timbun T-05 sudah dikosongkan dan dibilas (2027). Uji gas di dalamnya: oksigen 20,9%, gas mudah terbakar 0% LEL, H2S 0 ppm. Namun lumpur endapan di dasar tangki dapat melepaskan H2S dan uap minyak saat diaduk. Dua pekerja akan masuk lewat lubang orang (*manhole*) untuk menyekop endapan, sementara satu petugas berjaga di luar.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Perlengkapan yang tepat untuk pekerja yang masuk adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Masker debu biasa, karena hasil uji gas awal menunjukkan udara aman
☐ B. Detektor gas pribadi yang terus menyala selama berada di dalam tangki
☐ C. Tanpa sarung tangan agar pegangan pada sekop lebih mantap
☐ D. Full body harness dengan tali penyelamat ke petugas jaga di luar
☐ E. Senter biasa yang terang karena ruang di dalam tangki gelap

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

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa masker debu tidak dapat menggantikan alat bantu napas ketika kadar H2S tinggi, dan mengapa penolong korban H2S harus berpasangan?
- Seorang pekerja akan naik ke tempat tinggi dengan sabuk pinggang yang dikait ke pagar. Sebutkan dua kesalahan dan perbaikannya.
- **Yang harus kuingat:** APD pertahanan terakhir dan tidak menggantikan uji gas atau izin; pilih APD dari bahaya (bukan dari nama pekerjaan); goggle untuk percikan dan debu halus, sarung tangan karet untuk bahan kimia; SCBA untuk H2S tinggi; sabuk seluruh tubuh dengan

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

titik angkur di atas; ruang terbatas = izin, isolasi, uji gas, pemantauan, petugas jaga, tali penyelamat.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 2.4: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

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

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Sub bab 2.5 · Budaya kerja 5R: Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin

SMKTPER-2.5

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi Teknik Perminyakan meminta kamu **menerapkan budaya kerja 5R** di tempat kerja migas. Soal menceritakan sebuah gudang peralatan, rumah alat rig, lantai bor, bengkel, atau area pompa, lengkap dengan masalahnya (alat tercampur barang rusak, hasil penataan tidak bertahan, barang tanpa label), lalu memintamu **menentukan langkah 5R yang paling tepat**, **mencocokkan tindakan dengan prinsipnya**, atau **menilai pernyataan** tentang sebuah program 5R.

Bentuknya sering pilihan ganda biasa atau pernyataan Benar/Salah yang tingkat kesulitannya mudah sampai sedang, tetapi pengecohnya halus: langkah yang bermanfaat tetapi **bukan yang paling tepat sekarang**, atau tindakan yang dimasukkan ke prinsip yang keliru. Misalnya, membersihkan lantai terasa baik, tetapi bila masalahnya barang rusak yang menumpuk, langkah yang tepat adalah menyingkirkannya dahulu.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menyebut lima prinsip 5R dengan arti dan contohnya di tempat kerja migas;
- mencocokkan sebuah tindakan dengan prinsip 5R yang tepat;
- menyebut alat bantu 5R (label merah, tempat tetap, bayangan alat, daftar periksa, audit);
- menjelaskan urutan menerapkan 5R dan alasan urutannya;
- menjelaskan mengapa hasil 5R sering tidak bertahan dan cara menjaganya;
- menghubungkan 5R dengan keselamatan kerja.

NEXT LEVEL STUDY

◆ KONSEP INTI

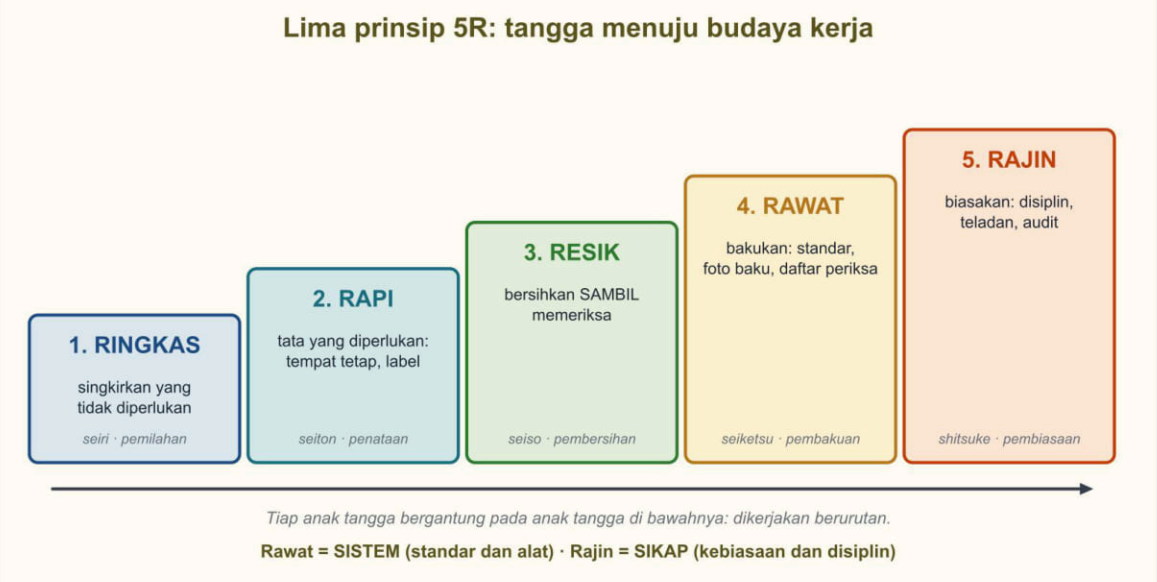
Bayangkan seorang kru rig yang mendengar alarm gas, lalu harus mengambil alat deteksi dari gudang. Gudangnya penuh kardus, kaleng cat kosong, dan peralatan rusak yang bercampur dengan alat baik. Ia membutuhkan lima menit untuk menemukan alat yang benar-benar berfungsi. Dalam keadaan darurat, lima menit itu bisa menentukan nyawa. Tempat kerja yang tertata membuat pekerjaan lebih cepat, lebih aman, dan lebih nyaman. **5R** adalah cara sederhana untuk membangun tempat kerja seperti itu, sekaligus kebiasaan yang menjaganya.

1. Asal dan arti 5R

5R berasal dari gerakan penataan tempat kerja di Jepang yang dikenal sebagai **5S**. Lima kata Jepangnya (*seiri*, *seiton*, *seiso*, *seiketsu*, *shitsuke*) kemudian diberi padanan lima kata Indonesia yang berawalan huruf R. Karena itu istilahnya **5R**. Sumber atau perusahaan yang berbeda kadang memakai padanan sedikit berbeda (misalnya "Pemilahan" atau "Penataan"), tetapi buku ini memakai kelima kata yang dipakai dalam soal: **Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin**.

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

Gambar 2.20 menunjukkan kelima prinsip sebagai tangga: tiap anak tangga bergantung pada anak tangga di bawahnya.



Gambar 2.20 Lima prinsip 5R: Ringkas (singkirkan yang tidak perlu), Rapi (tata yang perlu), Resik (bersihkan sambil memeriksa), Rawat (bakukan dengan standar), Rajin (biasakan dengan disiplin). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

2. Lima prinsip dan contohnya di tempat kerja migas

Ringkas (pemilahan): **menyingkirkan yang tidak diperlukan** dari tempat kerja, sehingga yang tersisa hanya yang dipakai. Barang rusak, bekas, berlebih, atau tidak jelas kegunaannya dipisahkan dari barang yang dipakai. Prinsip ini menjawab pertanyaan "Apa yang perlu ada di sini?". Contohnya: menyingkirkan saringan *shale shaker* yang sobek dari rumah alat, kunci pipa yang rusak, dan kaleng cat kosong dari gudang. Barang yang belum jelas kegunaannya tidak langsung dibuang. Ia diberi **label merah** dan dipindahkan ke **area tampung** sementara. Setelah itu diputuskan bersama pihak yang berwenang: dipakai lagi, dipindah ke bagian lain, dijual, atau dibuang. Membuang adalah salah satu hasil Ringkas, tetapi Ringkas bukan sekadar membuang.

Rapi (penataan): **menata yang diperlukan** dengan tempat tetap, jelas, dan mudah diambil serta dikembalikan. Prinsip ini menjawab "Di mana barang ini harus berada?". Alatnya: **label** pada rak, **tempat tetap** untuk tiap barang, **bayangan alat** (gambar bentuk alat pada papan sehingga alat yang belum kembali langsung terlihat), garis atau cat lantai untuk jalur jalan dan tempat tabung. Aturan praktis: barang yang sering dipakai diletakkan paling dekat dan paling mudah dijangkau; barang berat di rak bawah; jalur evakuasi dan pemadam api selalu bebas.

Resik (pembersihan): **membersihkan** lantai, mesin, alat, dan perlengkapan. Namun Resik juga **kegiatan memeriksa**. Peralatan yang bersih lebih mudah menunjukkan kelainan: rembesan minyak, retakan pada selang, baut yang kendor, kabel terkelupas. Karena itu, ketika petugas membersihkan rangka pompa dan menemukan rembesan di sambungan, tindakan yang tepat adalah **menandai dan melaporkannya** supaya diperbaiki dengan prosedur yang aman, bukan hanya mengelapnya. Mengelap menghilangkan bukti, bukan penyebabnya. Prinsip ini juga mencari **sumber kotor**: tetesan oli dari sambungan diperbaiki, bukan dilap setiap hari.

Rawat (pembakuan): **membakukan** hasil tiga prinsip sebelumnya supaya dapat dipertahankan. Hasil penataan yang bagus hanya bertahan bila ada **standar** yang sama untuk semua orang: aturan penempatan, label, **foto kondisi baku** ("beginilah area ini seharusnya"), **daftar periksa** (apa yang diperiksa, kapan, siapa), serta penanggung jawab tiap area. Perhatikan bahwa Rawat di sini bukan "merawat mesin". Ini kata untuk **merawat hasil 5R** dengan standar. Tanpa standar, satu shift menaruh selang di kiri dan shift lain di kanan, dan area kembali berantakan.

Rajin (pembiasaan): **membiasakan** diri dan seluruh tim menjalankan 5R dengan disiplin, tanpa perlu disuruh. Rajin adalah **sikap**, sedangkan Rawat adalah **sistem**. Contohnya, pekerja mengembalikan alat ke tempatnya setiap selesai dipakai tanpa diingatkan, atau pekerja baru dilatih 5R pada hari pertama dan atasan memberi contoh dengan membereskan area sendiri. Pelatihan, keteladanan atasan, audit rutin, dan pengakuan atas disiplin yang konsisten membentuk Rajin.

Cara mudah membedakan **Rawat** dan **Rajin**: Rawat berkaitan dengan **aturan dan alat** (standar, foto, daftar periksa), Rajin berkaitan dengan **orang dan perilaku** (kebiasaan, disiplin, teladan).

Tabel berikut memberi contoh tindakan dan prinsipnya, dengan alasan.

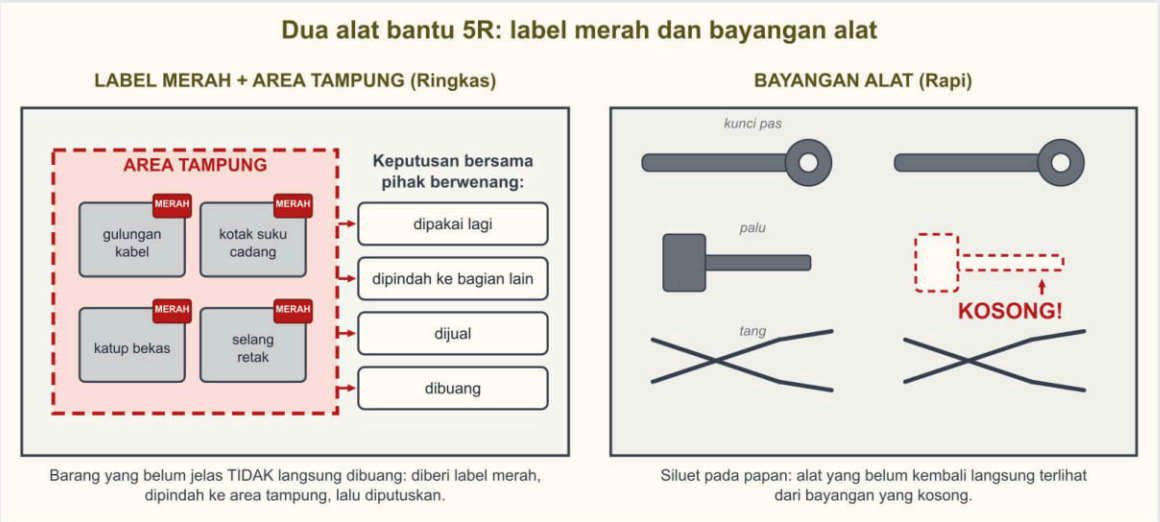
Tindakan	Prinsip	Alasan

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

menyingkirkan kaleng cat kosong dari rumah alat	Ringkas	barang tidak diperlukan disingkirkan
memberi label merah pada kabel tak jelas dan memindahkannya ke area tampung	Ringkas	memilah barang belum jelas
menggambar bentuk kunci pada papan dinding	Rapi	tempat tetap yang jelas
memberi label nama pada rak	Rapi	penataan agar mudah ditemukan
mengelap oli di sekitar pompa sambil memeriksa baut	Resik	membersihkan sekaligus memeriksa
menemukan retak selang saat membersihkan, lalu melapor	Resik	pemeriksaan bagian dari Resik
menempel foto kondisi baku lemari alat	Rawat	standar tertulis dan visual
menyusun daftar periksa harian yang diisi tiap shift	Rawat	pembakuan dan pemantauan
mengembalikan alat ke tempatnya tanpa disuruh	Rajin	disiplin sebagai kebiasaan
atasan ikut membereskan area dan melatih pekerja baru	Rajin	teladan dan pembiasaan

3. Alat bantu 5R

5R memakai beberapa alat sederhana yang terlihat jelas dari kejauhan. Gambar 2.21 memperlihatkan dua yang paling umum.



Gambar 2.21 Kiri: label merah dan area tampung untuk barang belum jelas (Ringkas). Kanan: papan bayangan alat; alat yang tidak ada langsung terlihat dari bayangannya yang kosong (Rapi). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

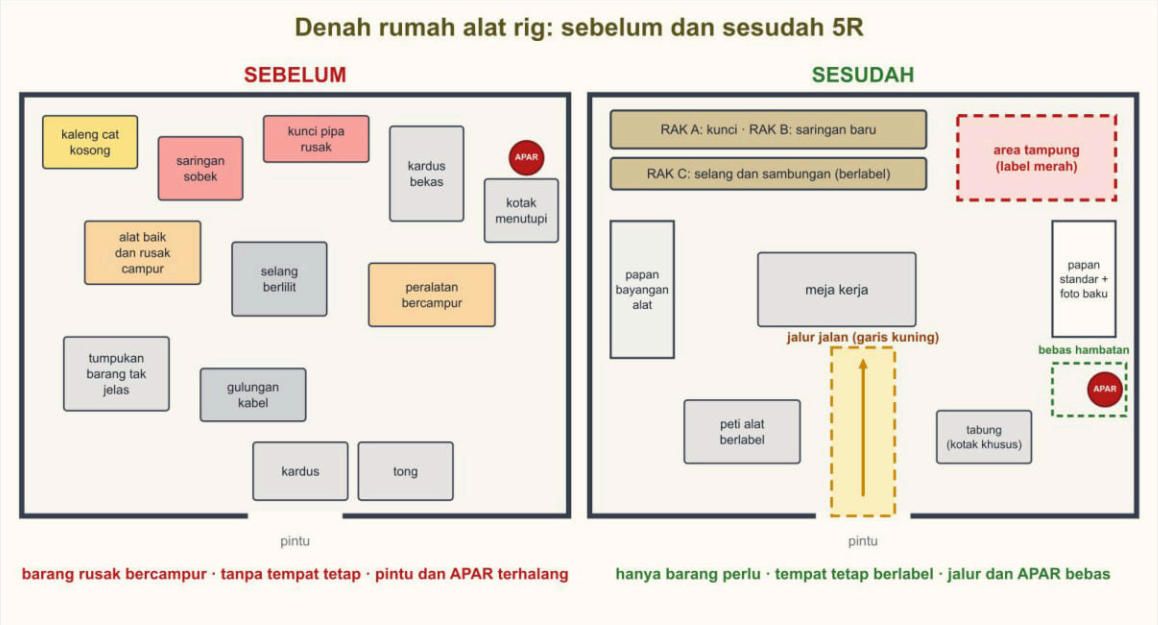
- **Label merah dan area tampung**: untuk memisahkan barang yang belum jelas nasibnya (Ringkas).
- **Bayangan alat** dan **tempat tetap berlabel** (Rapi).
- **Pemarkaan lantai**: garis kuning untuk jalan, kotak untuk tabung dan tempat sampah, tanda untuk APAR dan jalur evakuasi (Rapi).
- **Foto kondisi baku** yang ditempel di area (Rawat).

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

- **Daftar periksa** harian atau mingguan dan jadwal tugas (Rawat).
- **Audit 5R**: pemeriksaan berkala memakai daftar periksa dan skor, disertai tindak lanjut (Rawat dan Rajin).

4. Urutan menerapkan 5R

5R dikerjakan **berurutan**, dan alasannya masuk akal. Menata (Rapi) barang yang belum dipilah hanya merapikan barang yang tidak perlu. Membersihkan (Resik) tempat yang masih penuh barang membuang tenaga. Standar (Rawat) baru dapat dibuat setelah tempatnya tertata. Dan kebiasaan (Rajin) hanya tumbuh bila ada standar yang jelas. Gambar 2.22 memperlihatkan contoh rumah alat sebelum dan sesudah 5R.



Gambar 2.22 Denah sebuah rumah alat rig sebelum dan sesudah 5R: barang rusak disingkirkan, alat diberi tempat tetap, jalur dan APAR dibebaskan, dan papan standar dipasang. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Educational Institutions

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

Langkah praktisnya:

1. **Foto kondisi awal** dan tetapkan area serta penanggung jawabnya.
2. **Ringkas**: pilah semua barang; singkirkan yang tidak perlu; beri label merah dan pindahkan yang belum jelas.
3. **Rapi**: beri tempat tetap, label, dan bayangan alat; bebaskan jalur evakuasi dan APAR.
4. **Resik**: bersihkan seluruh area, periksa alat, dan perbaiki sumber kotor.
5. **Rawat**: tetapkan standar, foto kondisi baku, daftar periksa, dan jadwal.
6. **Rajin**: latih tim, beri teladan, adakan audit rutin dan tindak lanjutnya.

Untuk soal "langkah pertama yang paling tepat" pada gudang yang berantakan oleh barang rusak, jawabannya **Ringkas**. Untuk soal "hasil penataan tidak bertahan karena tiap shift beda", jawabannya **Rawat**, yaitu membuat standar yang sama. Kamu menentukan langkah dengan **membaca masalahnya**: tidak boleh menjawab hanya karena langkah itu "bagus".

5. Kaitan 5R dengan keselamatan kerja

5R bukan hanya soal rapi. Ia menunjang keselamatan:

- **Jalur evakuasi dan pintu darurat bebas** dari barang, sehingga pekerja dapat keluar cepat saat alarm.
- **APAR (alat pemadam api ringan) mudah terlihat dan terjangkau**, tidak tertutup tumpukan barang.
- **Lantai bersih dan kering** mengurangi terpeleset; tumpahan oli dan solar lebih cepat terlihat.
- **Bahan mudah terbakar dan bahan kimia** tidak menumpuk sembarangan dan diberi label.
- **Alat yang rusak tersingkir** dari tempat kerja, sehingga tidak terpakai secara tidak sengaja.
- **Kelainan peralatan** (rembesan, retakan, kabel terkelupas) terlihat lebih dini lewat Resik.

Namun 5R **tidak menggantikan** pengendalian bahaya lain. Gudang yang rapi tetap membutuhkan izin kerja untuk kerja panas dan APD yang sesuai bahaya (sub bab 2.4 dan 2.6).

6. Mengapa hasil 5R tidak bertahan, dan cara menjaganya

Banyak tempat kerja pernah "5R" tetapi berantakan lagi dalam beberapa minggu. Penyebabnya hampir selalu sama:

- **Tidak ada standar** (Rawat): setiap orang punya patokan sendiri.
- **Tidak ada kebiasaan** (Rajin): penataan dianggap proyek sekali jadi, bukan cara kerja sehari-hari.
- **Audit tanpa tindak lanjut**: temuan dicatat, tetapi tidak ada perbaikan dan tidak ada yang bertanggung jawab.
- **Hanya kerja bakti atau lomba sekali**: kegiatan sesaat tidak membentuk budaya. Lomba dapat memberi semangat, tetapi budaya terbentuk dari standar dan kebiasaan harian.
- **Barang baru masuk tanpa tempat** karena Ringkas dan Rapi tidak dilanjutkan.
- **Atasan tidak memberi contoh.**

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

Cara menjaganya: standar tertulis dengan foto, penanggung jawab per area, daftar periksa harian, audit mingguan atau bulanan dengan skor, tindak lanjut yang dicatat sampai selesai, serta pelatihan dan teladan. Audit membuat hasil 5R terukur, seperti pada Contoh 3.

> **Pengayaan.** Banyak perusahaan menambah prinsip keenam, yaitu *Safety* (keselamatan), sehingga disebut 6S atau 5R+K3. Hal itu cukup kamu ketahui sebagai tambahan.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Memasangkan sepuluh tindakan dengan prinsip

Kru Rig-12 milik PT Sumber Karya (fiktif) menjalankan program 5R pada Maret 2027 dan mencatat sepuluh tindakan: (a) membuang kaleng cat kosong dari rumah alat; (b) menggambar siluet kunci pipa pada papan dinding; (c) mengelap oli di sekitar pompa sambil memeriksa baut; (d) menempel foto kondisi baku lemari alat lengkap dengan nama penanggung jawab; (e) mengembalikan alat ke tempatnya setiap selesai dipakai tanpa disuruh; (f) memberi label merah pada gulungan kabel yang tidak jelas kegunaannya lalu memindahkannya ke area tampung; (g) mengecat garis kuning jalur jalan dan kotak tempat tabung; (h) menyusun daftar periksa harian lantai bor yang diisi tiap shift; (i) membersihkan filter udara kompresor, menemukan retakan, dan melapor; (j) melatih pekerja baru pada hari pertama sementara atasan ikut membereskan area. Cocokkan tiap tindakan dengan prinsip 5R. *Kasus disusun untuk contoh; perusahaan dan rig fiktif.*

1. **(a)** menyingkirkan barang yang tidak dibutuhkan → **Ringkas**.
2. **(f)** memilah barang belum jelas dengan label merah dan area tampung → **Ringkas**.
3. **(b)** tempat tetap yang jelas untuk setiap kunci → **Rapi**.
4. **(g)** pemarkaan jalur dan tempat barang → **Rapi**.
5. **(c)** membersihkan sambil memeriksa baut → **Resik**.
6. **(i)** membersihkan lalu menemukan retakan → **Resik** (pembersihan sekaligus pemeriksaan).
7. **(d)** foto kondisi baku dan penanggung jawab → **Rawat** (standar).
8. **(h)** daftar periksa harian → **Rawat** (pembakuan dan pemantauan).
9. **(e)** disiplin tanpa disuruh → **Rajin**.
10. **(j)** pelatihan dan teladan atasan → **Rajin**.

Jawaban: Ringkas = a, f; Rapi = b, g; Resik = c, i; Rawat = d, h; Rajin = e, j. Perhatikan jebakannya: (a) dan (f) bukan Rapi walaupun hasilnya tampak "rapi", dan (i) bukan Rawat walaupun menyangkut perawatan alat.

Contoh 2 — Menyusun rencana agar 5R bertahan

Enam minggu setelah kerja bakti besar, rumah alat Rig-12 di Contoh 1 kembali berantakan: selang dan kunci diletakkan sembarangan, tiap shift punya cara sendiri, dan hasil audit bulan lalu tidak pernah ditindaklanjuti. Kepala rig meminta rencana lima tindakan yang membuat 5R

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

bertahan. Susun rencana dan sebutkan prinsip yang diperkuat. *Kasus disusun untuk contoh; kru dan rig fiktif.*

1. **Diagnosis.** Penataan sudah pernah dilakukan, jadi Ringkas dan Rapi pernah berhasil. Yang gagal: patokan yang sama (Rawat), kebiasaan (Rajin), dan tindak lanjut audit.
2. **Tindakan 1: standar tertulis dan foto kondisi baku** untuk tiap rak dan lemari, dipajang di area. Memperkuat **Rawat**.
3. **Tindakan 2: penanggung jawab tiap area** yang tercantum pada papan, bergilir tiap bulan. Memperkuat **Rawat**.
4. **Tindakan 3: daftar periksa harian** (5 menit di akhir shift) dan **audit mingguan** oleh kepala rig. Memperkuat **Rawat** dan **Rajin**.
5. **Tindakan 4: tindak lanjut temuan audit** dicatat dengan tenggat dan ditutup sampai selesai. Mencegah audit tanpa tindak lanjut; memperkuat **Rajin**.
6. **Tindakan 5: pelatihan 5R untuk pekerja baru dan teladan kepala rig**, yaitu ia ikut mengembalikan alat ke tempatnya. Memperkuat **Rajin**.
7. **Yang tidak dipilih.** Membeli rak baru tidak mengubah kebiasaan; sanksi tanpa standar tidak memberi patokan; mengulang kerja bakti tidak membentuk kebiasaan harian.

Jawaban: standar dan foto baku; penanggung jawab area; daftar periksa dan audit; tindak lanjut temuan; pelatihan dan teladan. Rawat dan Rajin yang diperkuat.

Contoh 3 — Menghitung skor audit 5R dan menentukan prioritas

Audit rumah alat Rig-12 pada April 2027 menilai tiap prinsip dengan skala 0 sampai 20 (skala khayalan untuk contoh). Hasil: Ringkas 18, Rapi 16, Resik 19, Rawat 9, Rajin 8. Hitung persentase tiap prinsip, skor total, dan tentukan prinsip yang diprioritaskan. *Kasus disusun untuk contoh; audit fiktif.*

1. **Persentase tiap prinsip** = skor ÷ 20 × 100%. Ringkas 18 ÷ 20 = **90%**; Rapi 16 ÷ 20 = **80%**; Resik 19 ÷ 20 = **95%**; Rawat 9 ÷ 20 = **45%**; Rajin 8 ÷ 20 = **40%**.
2. **Skor total** = 18 + 16 + 19 + 9 + 8 = **70 dari 100**, yaitu **70%**.
3. **Prioritas.** Dua nilai terendah adalah Rajin (40%) dan Rawat (45%). Artinya fisik area sudah bagus (Ringkas, Rapi, Resik di atas 80%), tetapi **standar dan kebiasaan lemah**. Itulah penyebab berantakan lagi.
4. **Tindak lanjut.** Perkuat Rawat dan Rajin (Contoh 2); jangan mengulang Ringkas dan Rapi.
5. **Periksa.** Skor total 70% tampak "cukup baik", padahal dua prinsip di bawah 50%. Karena itu nilai rata-rata saja tidak cukup; lihat prinsip yang terendah.

Jawaban: 90%, 80%, 95%, 45%, 40%; total 70 dari 100 (70%); prioritaskan **Rawat dan Rajin**.

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

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Ringkas** = singkirkan yang tidak perlu (label merah, area tampung). **Rapi** = tata yang perlu (tempat tetap, label, bayangan alat). **Resik** = bersihkan **sambil memeriksa**; temuan dilaporkan. **Rawat** = bakukan dengan standar, foto, daftar periksa. **Rajin** = biasakan dengan disiplin dan teladan.
- Rawat = sistem; Rajin = sikap. Rawat di 5R bukan merawat mesin.
- **Urutan:** Ringkas → Rapi → Resik → Rawat → Rajin; tiap langkah bergantung pada langkah sebelumnya. Langkah awal gudang berantakan: Ringkas.
- **Mengapa tidak bertahan:** tanpa standar, tanpa kebiasaan, audit tanpa tindak lanjut, kegiatan sesaat (kerja bakti atau lomba), atasan tidak memberi contoh.
- **Kaitan K3:** jalur evakuasi dan APAR bebas, lantai bersih, kelainan alat terlihat lebih dini.

Gambar 2.23 merangkum hubungan konsep-konsep tersebut.



Gambar 2.23 Peta konsep budaya kerja 5R. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal 5R:

1. **Baca masalahnya** dan tentukan akar masalah: barang berlebih (Ringkas), tempat tidak jelas (Rapi), kotor atau kelainan belum terdeteksi (Resik), tidak ada patokan (Rawat), tidak ada disiplin (Rajin).
2. **Tentukan apa yang sudah dilakukan** dalam cerita; langkah berikutnya melanjutkan, bukan mengulang.
3. **Cocokkan tindakan dengan definisi**, bukan dengan kesan "rapi" atau "bersih".
4. **Perhatikan kata kunci:** "langkah pertama" biasanya Ringkas; "agar bertahan di semua shift" biasanya Rawat; "tanpa perlu diingatkan" biasanya Rajin.
5. **Untuk audit**, periksa apakah ada tindak lanjut.

Jebakan khas pada soal ini:

- **Prinsip tertukar:** membuang barang dikira Rapi atau Resik; padahal itu Ringkas. Menggambar bentuk alat dikira Ringkas; padahal itu Rapi. Mengelap alat dikira Rawat; padahal itu Resik.
- **Semua barang disimpan** karena "siapa tahu terpakai", atau semua dibuang tanpa kejelasan. Yang belum jelas diberi label merah dan ditampung.
- **Resik dianggap hanya membersihkan**, sehingga temuan rembesan atau retakan tidak dilaporkan.
- **Rawat dianggap perawatan mesin**, padahal artinya membakukan hasil 5R.
- **Audit tanpa tindak lanjut** dianggap sudah cukup.
- **Lomba atau kerja bakti sekali** dianggap membuat budaya bertahan.
- **Membeli rak atau memberi sanksi** dianggap solusi, padahal masalahnya standar dan kebiasaan.

Educational Institutions

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menceritakan area yang sudah ditata dengan 5R tetapi kembali berantakan karena tidak ada patokan. Pakai bagian 2 dan bagian 6: tentukan prinsip yang belum berjalan, lalu pilih langkah yang memperkuatnya.

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

►. Bulan lalu area pompa transfer di stasiun pengumpul Mawar sudah dirapikan dengan 5R (2027). Kini area itu kembali berantakan: setiap shift menaruh selang dan kunci di tempat berbeda, dan tidak ada patokan kondisi area yang dianggap baik. Supervisor ingin hasil penataan bertahan di semua shift.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Langkah yang paling tepat adalah ....

A. Mengulang pemilahan barang dan membuang yang tidak terpakai
B. Membeli rak baru yang lebih besar untuk selang dan kunci
C. Memberi sanksi kepada shift yang terakhir memakai area itu
D. Mengadakan kerja bakti membersihkan area setiap akhir bulan
E. Membuat standar tertulis dan foto kondisi baku tiap shift

Pembahasan **Kunci: E**

Konsep: Rawat (seiketsu) membakukan hasil Ringkas, Rapi, dan Resik dengan standar yang jelas (aturan, label, foto kondisi baku, daftar periksa) agar dapat dipertahankan; Rajin membiasakannya.

Langkah:
1. Penyebab: tidak ada patokan yang sama antar-shift.
2. Solusi: buat standar (Rawat) yang dipakai semua shift.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Barang tidak perlu sudah dipilah bulan lalu; masalahnya penempatan yang berubah-ubah.
• **B.** ✗ Rak baru tidak membuat setiap shift menaruh barang di tempat yang sama.
• **C.** ✗ Sanksi tanpa standar tidak memberi patokan yang harus diikuti.
• **D.** ✗ Jebakan: membersihkan (Resik) bermanfaat, tetapi tidak menetapkan tempat dan kondisi baku.
• **E.** ✓ Standar tertulis dan foto kondisi baku membuat semua shift punya patokan yang sama.

Jawaban: E.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Tulis dulu akar masalahnya dalam satu kalimat, lalu tentukan prinsip yang tepat.

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

1. Gudang peralatan rig milik PT Sumber Bor (2027) penuh: kunci pipa rusak, saringan *shale shaker* bekas, dan kaleng cat kosong bercampur dengan peralatan yang masih dipakai. Pekerja sering perlu waktu lama untuk menemukan kunci pipa yang masih baik. Pengawas meminta langkah 5R PERTAMA yang paling tepat untuk mengatasi masalah ini. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)* Langkah tersebut adalah ....

A. Menyingkirkan barang rusak dan bekas dari gudang
B. Memberi label nama pada setiap rak sesuai jenis peralatan
C. Menyapu dan mengepel lantai gudang sampai bebas dari minyak
D. Membuat jadwal piket mingguan untuk memeriksa isi gudang
E. Memasang poster 5R di pintu gudang agar pekerja ingat

2. Kru Rig-04 menata rumah alat (2027): mereka mengeluarkan saringan *shale shaker* bekas yang sudah sobek, menggambar bentuk setiap kunci pada papan dinding agar alat yang belum kembali langsung terlihat, dan mengelap lumpur dari kunci pipa setiap selesai dipakai. Pengawas meminta siswa PKL menilai catatan berikut. *(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
Mengeluarkan saringan shale shaker bekas yang sobek dari rumah alat termasuk langkah Rapi.	○	○
Menggambar bentuk kunci pada papan dinding agar alat yang belum kembali langsung terlihat termasuk Rapi.	○	○
Mengelap lumpur dari kunci pipa setiap selesai dipakai termasuk langkah Ringkas.	○	○

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

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

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa petugas yang menemukan rembesan minyak saat Resik sebaiknya menandai dan melaporkannya, bukan hanya mengelapnya?
- Sebuah audit 5R menghasilkan Ringkas 90%, Rapi 85%, Resik 80%, Rawat 40%, Rajin 35%. Prinsip mana yang harus diprioritaskan dan mengapa?
- **Yang harus kuingat:** Ringkas (singkirkan), Rapi (tata), Resik (bersihkan dan periksa), Rawat (bakukan dengan standar), Rajin (biasakan); berurutan; hasil tidak bertahan tanpa standar, kebiasaan, dan tindak lanjut audit; kaitkan dengan jalur evakuasi dan APAR bebas.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 2.5: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

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

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Sub bab 2.6 · Bahaya fisik, kimia, mekanik, dan potensi bahaya area kerja migas

SMKTPER-2.6

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi Teknik Perminyakan meminta kamu **mengevaluasi potensi bahaya fisik, kimia, dan mekanik di area kerja migas**. Ini sub bab dengan soal terberat di Bab 2, karena soal hampir selalu berbentuk kasus yang memadukan beberapa hal sekaligus: alarm gas dan arah angin, hasil uji udara sebelum pengelasan, izin kerja yang belum lengkap, pengangkatan beban dekat jaringan listrik, kartu pengamatan dengan nilai risiko, atau pompa yang akan dibongkar.

Bentuknya sering pilihan ganda kompleks atau pilihan ganda biasa dengan tingkat kesulitan sedang sampai sulit. Setiap pernyataan harus diuji terhadap data cerita satu per satu. Pengecohnya biasanya pernyataan yang **terdengar aman** (angin turun sebentar, APAR sudah ada, hasil uji pagi tadi masih baik) padahal salah satu syarat keselamatan belum terpenuhi.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- membedakan bahaya dan risiko, serta memakai nilai risiko sederhana (kemungkinan × keparahan) untuk menentukan tindakan;
- menggolongkan bahaya menjadi fisik, kimia, dan mekanik dengan contoh di lantai bor, stasiun pengumpul, dan tangki;
- menjelaskan sifat H2S, uap hidrokarbon, bahan kimia korosif, dan gas lemas, serta arti kadar oksigen dan %LEL;
- menjelaskan segitiga api dan syarat terjadinya ledakan;
- menyusun pengendalian bertingkat dan menjelaskan isolasi energi (kunci dan label);
- membaca izin kerja panas dan menilai apakah pekerjaan boleh dimulai;
- menentukan titik kumpul yang tepat dari arah angin, letak tanah, dan jarak;
- menjelaskan fungsi kartu pengamatan.

◆ KONSEP INTI

Pekerjaan migas termasuk pekerjaan dengan bahaya tertinggi: ada bahan yang mudah terbakar di bawah tekanan, gas beracun yang tidak terlihat, mesin raksasa yang berputar, beban berton-ton yang diangkat, tempat tinggi, panas, dan bising. Meskipun begitu, kecelakaan bukan nasib. Hampir selalu ada tanda sebelumnya, dan hampir selalu ada cara mencegahnya. Seorang teknisi yang baik **mengenali bahaya lebih dulu, lalu mengendalikannya sebelum bekerja**. Sub bab ini membahas apa saja bahaya itu, bagaimana menilainya, dan bagaimana mengendalikannya.

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

1. Bahaya, risiko, dan nilai risiko sederhana

Dua kata ini sering tertukar, padahal artinya berbeda.

- **Bahaya** (*hazard*) adalah **sumber** yang berpotensi menimbulkan cedera, sakit, atau kerusakan. Contoh: lantai licin oleh lumpur, kabel terkelupas, gas H2S.
- **Risiko** (*risk*) adalah **gabungan seberapa mungkin** bahaya itu menimbulkan celaka dan **seberapa parah** akibatnya.

Lantai licin ada di mana-mana (bahayanya sama), tetapi risikonya berbeda: lantai licin di lorong kantor yang jarang dilalui berisiko rendah, sedangkan lantai licin di tepi lubang tanpa pagar di tempat tinggi berisiko tinggi, sebab bila jatuh akibatnya parah.

Banyak perusahaan menilai risiko dengan angka sederhana pada **kartu pengamatan** atau lembar penilaian risiko:

nilai risiko = kemungkinan × keparahan

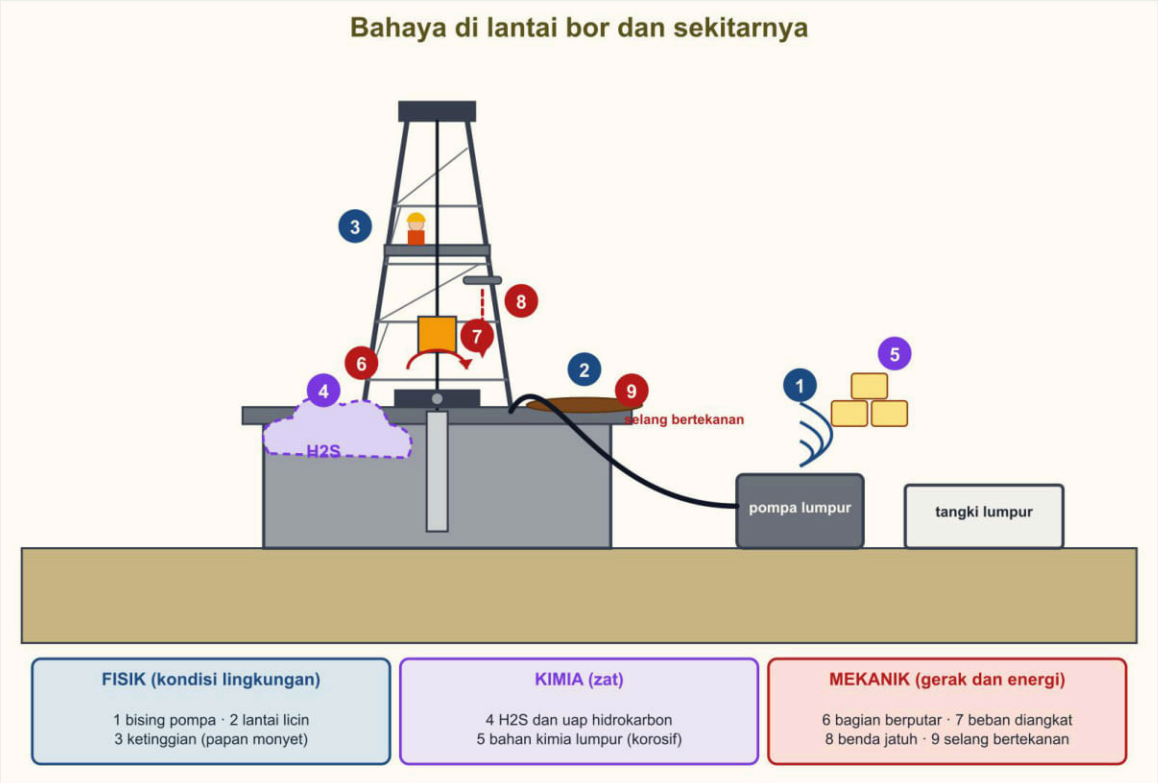
Kemungkinan dan keparahan masing-masing diberi nilai (misalnya 1 sampai 5, makin besar makin sering atau makin parah). Perusahaan lalu menetapkan **tindakan untuk tiap rentang nilai**, misalnya "nilai tinggi: hentikan pekerjaan segera; nilai sedang: perbaiki dalam waktu singkat; nilai rendah: jadwalkan". Aturan dan ambang batasnya ditentukan perusahaan, dan soal akan **memberikannya**; kamu hanya menghitung dan memutuskan. Perhatikan satu hal yang sering jadi jebakan: temuan dengan **kemungkinan tertinggi belum tentu risiko tertinggi**. Bising yang selalu terjadi (kemungkinan 5) dengan akibat ringan (2) bernilai 10, lebih rendah daripada benda berat yang jarang jatuh (3) tetapi bisa mematikan (5) yang bernilai 15.

2. Tiga kelompok bahaya

Gambar 2.24 memperlihatkan bahaya-bahaya di sebuah lantai bor yang dikelompokkan menjadi tiga.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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



Gambar 2.24 Contoh bahaya di lantai bor dan sekitarnya menurut tiga kelompok: fisik (bising, panas, licin, ketinggian), kimia (H2S, uap hidrokarbon, bahan kimia korosif), mekanik (bagian berputar, tekanan tersimpan, beban diangkat, benda jatuh). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Cara menggolongkan: lihat **sifat bahayanya**.

- **Bahaya fisik** berasal dari **keadaan lingkungan kerja**: **bising**, **panas** (tekanan panas bagi tubuh), getaran, pencahayaan buruk, **lantai licin**, dan **ketinggian**. Radiasi dan tekanan lingkungan juga termasuk di sini. Perlu diketahui, sebagian buku menaruh licin dan ketinggian dalam kelompok "bahaya keselamatan" sendiri; buku ini mengikuti pembagian sederhana yang dipakai dalam soal.
- **Bahaya kimia** berasal dari **zat**: gas beracun (**H2S**), uap hidrokarbon (misalnya uap **benzena** yang beracun), bahan kimia korosif seperti soda api dan asam, serta **gas lemas**, yaitu gas tidak beracun yang mengusir oksigen dari udara (nitrogen, karbon dioksida, metana pada ruangan tertutup).
- **Bahaya mekanik** berasal dari **benda yang bergerak atau menyimpan energi**: **bagian berputar** (poros, kopling, meja putar) yang dapat menarik pakaian atau tangan; bagian yang menjepit; **energi tekanan yang tersimpan** (selang atau pipa yang terlepas); **pengangkatan beban**; dan **benda jatuh**.

Selain tiga kelompok itu, ada bahaya **listrik** (sengatan, jaringan di dekat crane), bahaya **kebakaran dan ledakan**, serta bahaya ergonomi dan psikologis. Dua yang pertama dibahas di bawah karena paling sering muncul.

Tabel berikut memberi contoh bahaya menurut lokasi.

Lokasi	Fisik	Kimia	Mekanik

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

Lantai bor	licin oleh lumpur, bising mesin, ketinggian papan monyet	H2S dari lumpur atau formasi, bahan kimia lumpur	rangkaian pipa berputar, tali penahan lepas, benda jatuh dari menara
Stasiun pengumpul	panas siang hari, bising pompa dan kompresor	H2S, uap hidrokarbon, uap benzena dari kondensat	kopling pompa tanpa pelindung, selang bertekanan, pengangkatan peralatan
Tangki timbun	panas dalam tangki, ketinggian atap	uap hidrokarbon, H2S, endapan beracun	pintu masuk sempit, peralatan bergerak pengaduk

3. Bahaya kimia lebih dalam

Hidrogen sulfida (H2S). Sifat-sifat yang harus kamu ingat:

- Tidak berwarna. Pada kadar sangat rendah berbau **telur busuk**.
- **Sedikit lebih berat daripada udara.** Karena itu ia cenderung **berkumpul di tempat rendah** (parit, cekungan, dasar tangki, ruang bawah) dan **terbawa angin** ke arah tiupan.
- **Mudah terbakar** (rentang ledakan di udara lebar, kira-kira 4% sampai 45%), dan hasil pembakarannya berupa gas beracun lain.
- **Merusak penciuman.** Pada kadar sekitar 100 ppm ke atas, hidung berhenti mencium baunya (kelumpuhan penciuman), sehingga bau tidak dapat dijadikan tanda aman.

Satuan **ppm** (*parts per million*) berarti bagian per sejuta bagian udara; 1 ppm berarti satu bagian H2S dalam satu juta bagian udara. Akibatnya makin berat bila kadarnya naik, seperti pada tabel berikut.

Kadar H2S	Akibat pada tubuh (paparan beberapa menit sampai satu jam)
sekitar 2 sampai 5 ppm	mual, mata berair, sakit kepala
sekitar 20 ppm	lelah, pusing, mudah marah
sekitar 100 ppm	batuk, iritasi mata, hilang penciuman dalam beberapa menit; sudah **berbahaya bagi nyawa**
sekitar 500 sampai 700 ppm	sempoyongan dan ambruk dalam waktu sekitar 5 menit
sekitar 700 sampai 1.000 ppm	pingsan seketika, napas berhenti, meninggal dalam hitungan menit
1.000 ppm ke atas	hampir seketika mematikan

Batas kerja di Indonesia (Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 5 Tahun 2018) untuk H2S: nilai ambang batas **1 ppm** (rata-rata 8 jam) dan kadar ambang batas jangka pendek **5 ppm**. Banyak perusahaan memakai angka serupa sebagai syarat memulai pekerjaan: di atas 1 ppm, pekerjaan menunggu sampai sumber gas dikendalikan dan udara diukur ulang.

Uap hidrokarbon. Minyak mentah, kondensat, solar, dan bensin menguap. Uapnya **mudah terbakar** dan sebagian **beracun**. **Benzena**, yang terkandung dalam kondensat dan bensin,

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

termasuk zat beracun yang dapat merusak darah dan menyebabkan kanker bila terpapar lama. Banyak uap hidrokarbon lebih berat daripada udara dan mengendap di tempat rendah. Wujud gas tidak menjadikan bahayanya "fisik": menurut sifatnya, uap benzena adalah bahaya **kimia**.

Bahan kimia korosif. Soda api (basa kuat) dan asam klorida (asam) dipakai di lapangan, misalnya untuk mengatur lumpur atau menstimulasi sumur. Keduanya membakar kulit dan merusak mata. Percikan sangat berbahaya, sehingga perlu goggle rapat, pelindung wajah, sarung tangan dan baju tahan kimia (sub bab 2.4).

Gas lemas dan kadar oksigen. Udara bersih mengandung sekitar **20,9% oksigen**. Gas seperti nitrogen atau metana yang memenuhi ruangan menggeser oksigen. Banyak standar menganggap udara cukup oksigen pada kira-kira **19,5% sampai 23%** (soal akan memberi batas yang berlaku). **Di bawah batas bawah** orang pusing sampai pingsan tanpa ada bau atau tanda lain, dan kadar rendah juga dapat menandakan ada gas lain yang menggeser udara. **Di atas batas atas** (udara kaya oksigen), bahan yang biasanya sulit terbakar menjadi mudah menyala dan api membesar. Karena itu kadar oksigen yang **terlalu tinggi** juga dilarang untuk kerja panas.

%LEL. LEL (*lower explosive limit*, batas ledak bawah) adalah kadar gas atau uap terendah dalam udara yang dapat menyala. Di bawah LEL, campurannya terlalu "kurus" untuk terbakar. Ada pula **batas ledak atas** (UEL), di atas itu campurannya terlalu "gemuk". Ledakan hanya terjadi bila kadarnya **di antara LEL dan UEL**. Alat deteksi gas menunjukkan kadar sebagai **persen dari LEL**: **0% LEL** berarti tidak ada gas mudah terbakar yang terdeteksi, dan 100% LEL berarti tepat pada batas ledak bawah. Misalnya untuk metana yang batas bawahnya kira-kira 5% volume udara, pembacaan 4% LEL berarti sekitar 0,2% metana di udara. Angka sekecil itu tampak "sedikit", tetapi sudah 4% dari jarak menuju batas ledak, dan percikan las dapat menyalakannya bila kadar naik.

4. Bahaya mekanik dan isolasi energi

Bagian berputar. Poros, kopling, sabuk penggerak, dan meja putar dapat menarik sarung tangan, lengan baju, rambut, atau tangan dalam sekejap. Pengendaliannya: **pelindung mesin** yang dipasang sebelum mesin dijalankan, tidak memakai pakaian longgar atau perhiasan, dan tidak bersentuhan dengan bagian berputar.

Energi tersimpan. Sebuah pompa yang sudah dimatikan masih dapat berbahaya: tekanan atau cairan masih terperangkap di dalamnya, pegas masih tegang, atau pompa bisa menyala otomatis dari sistem kontrol. Karena itu sebelum dibongkar, mesin diisolasi dengan cara **kunci dan label** (*lockout–tagout*, LOTO):

1. Umumkan bahwa mesin akan dimatikan.
2. Kenali semua sumber energi (listrik, tekanan, cairan, gerak).
3. Matikan dan **isolasi** semua sumber itu (sakelar, katup).
4. **Kunci** titik isolasi dengan gembok pribadi dan beri **label**. Tiap pekerja memasang gemboknya sendiri, dan hanya pemasangnya yang melepas.
5. **Buang** energi sisa (cairan dan tekanan dibuang ke saluran tertutup), lalu **uji** bahwa mesin benar-benar tidak dapat bergerak.

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

Matikan sakelar di panel saja tidak cukup, karena orang lain atau sistem kontrol dapat menyalakannya lagi. Hanya kunci dan label yang menjaga isolasinya.

Tekanan tinggi. Selang atau pipa bertekanan yang terlepas dapat menghentak dengan kekuatan besar. Selang diikat ujungnya, sambungan diperiksa, dan tekanan dibuang sebelum sambungan dibuka.

Pengangkatan. Beban berat diangkat dengan crane atau katrol. Bahayanya: beban jatuh atau berayun, crane terguling karena angin atau beban salah, boom menyentuh atau mendekati kabel listrik, dan petir. Pengendaliannya:

- **Periksa tali pengangkat (*sling*) dan alat angkat** sebelum dipakai.
- **Larangan berada di bawah beban**; beban dipandu dari samping dengan **tali pemandu**.
- **Batas angin** operasi crane (tertulis pada petunjuk crane); di atas batas itu pengangkatan **ditunda**.
- **Jarak aman dari kabel listrik** yang tetap dijaga walaupun boom tidak menyentuh, karena listrik tegangan tinggi bisa meloncat melalui udara.
- **Petir** di sekitar lokasi menghentikan pengangkatan karena crane tinggi dan berbahan logam.
- Area di bawah jalur beban **dibatasi** (dipasangi rambu atau pembatas).

Benda jatuh. Perkakas dan komponen di tempat tinggi dapat menimpa orang di bawah. Perkakas diikat, area bawah dibatasi, dan helm dipakai, tetapi **helm tidak melindungi dari beban berton-ton**. Menjauh dari bawah beban adalah satu-satunya perlindungan.

5. Kebakaran dan ledakan

Api membutuhkan tiga hal sekaligus yang digambarkan sebagai **segitiga api** (Gambar 2.25): **bahan bakar** (minyak, gas, uap, kertas), **oksigen** (dari udara), dan **panas atau sumber api** (percikan las, listrik statis, mesin panas, puntung rokok, petir). Pada kenyataannya api yang menyala juga ditopang reaksi berantai yang disebut tetrahedron api.

Educational Institutions

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



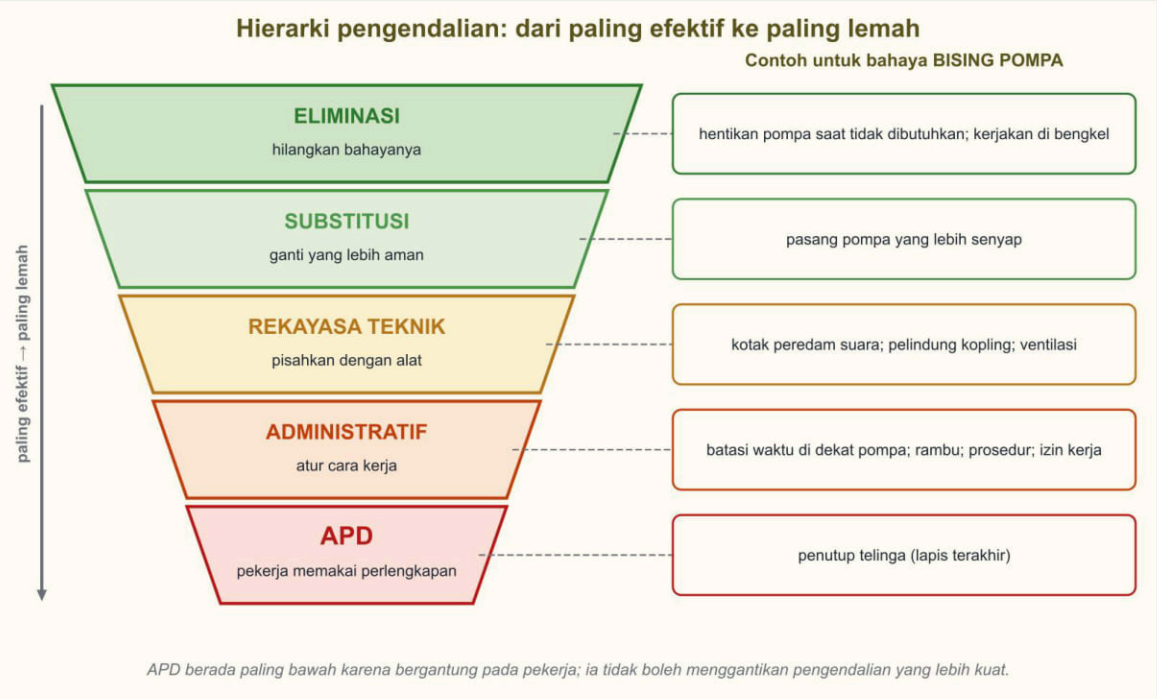
Gambar 2.25 Segitiga api: bahan bakar, oksigen, dan panas. Menghilangkan salah satunya memadamkan api. Contoh pencegahan dan pemadaman ditulis di sisi masing-masing. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gagasannya: **hilangkan satu sisi, api tidak terjadi atau padam.** Di lapangan migas, bahan bakar hampir pasti ada (minyak, gas), oksigen ada di udara, jadi pencegahan terkuat adalah **menyingkirkan sumber api** dari tempat yang mungkin berisi uap: peralatan tahan ledak, tidak ada percikan las tanpa izin dan uji gas, pentanahan (*grounding*) untuk mencegah listrik statis, dan larangan merokok serta alat penyala. Kebakaran minyak, bensin, dan solar (kebakaran cairan mudah terbakar) dipadamkan dengan **APAR serbuk kimia atau karbon dioksida** atau busa; air yang disemprotkan langsung ke minyak yang menyala dapat menyebarkan minyaknya.

6. Pengendalian bertingkat

Setelah bahaya dikenali, bagaimana mengendalikannya? Gunakan **hierarki pengendalian** (Gambar 2.26): lima tingkat dari yang paling efektif ke yang paling lemah, yang kamu kenal dari sub bab 2.4.

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



Gambar 2.26 Hierarki pengendalian bahaya: eliminasi, substitusi, rekayasa teknik, administratif, APD, dari yang paling efektif ke yang paling lemah, dengan contoh untuk bahaya bising pompa. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **Eliminasi**: hilangkan bahayanya (kerjakan di bengkel, bukan di tempat yang berbahaya).
2. **Substitusi**: ganti dengan yang kurang berbahaya (pompa yang lebih senyap, bahan pembersih yang kurang beracun).
3. **Rekayasa teknik**: pisahkan bahaya dari pekerja dengan alat atau struktur (pelindung kopling, peredam suara, ventilasi, sistem deteksi gas, pagar).
4. **Administratif**: atur cara kerja (prosedur, izin kerja, pelatihan, batas waktu kerja, rambu, kartu pengamatan).
5. **APD**: perlengkapan dipakai pekerja, **paling akhir**.

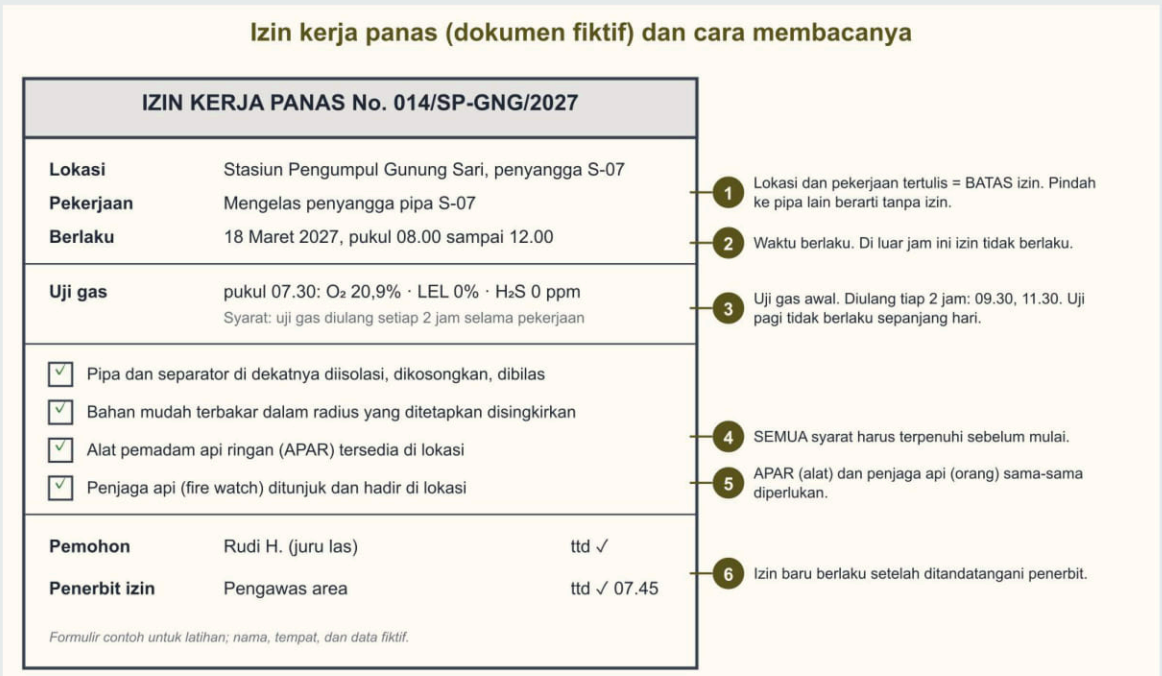
Pada bahaya bising pompa, misalnya: eliminasi (matikan pompa saat tidak perlu), substitusi (pompa lebih senyap), rekayasa (kotak peredam), administratif (batasi waktu di dekat pompa), APD (penutup telinga). **APD bukan pengendali pertama.** Soal sering menawarkan APD sebagai jawaban termudah padahal ada pengendalian yang lebih kuat.

7. Izin kerja

Izin kerja (*permit to work*) adalah dokumen resmi yang menyatakan **pekerjaan apa**, **di mana**, **kapan**, **bahaya apa**, dan **syarat keselamatan apa** sudah dipenuhi sebelum pekerjaan berbahaya dimulai. Pekerjaan berbahaya yang biasanya memerlukan izin: **kerja panas** (mengelas, memotong, menggerinda), **masuk ruang terbatas**, **pekerjaan di ketinggian**, **pengangkatan berat**, penggalian, dan pekerjaan yang memerlukan isolasi listrik atau mekanik.

Gambar 2.27 memperlihatkan contoh izin kerja panas beserta catatan yang perlu diperhatikan.

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



Gambar 2.27 Contoh izin kerja panas (dokumen fiktif) dengan anotasi: lokasi dan pekerjaan, waktu berlaku, hasil uji gas dan jadwal ulang, daftar syarat, tanda tangan pemohon dan penerbit. 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

Aturan membaca izin:

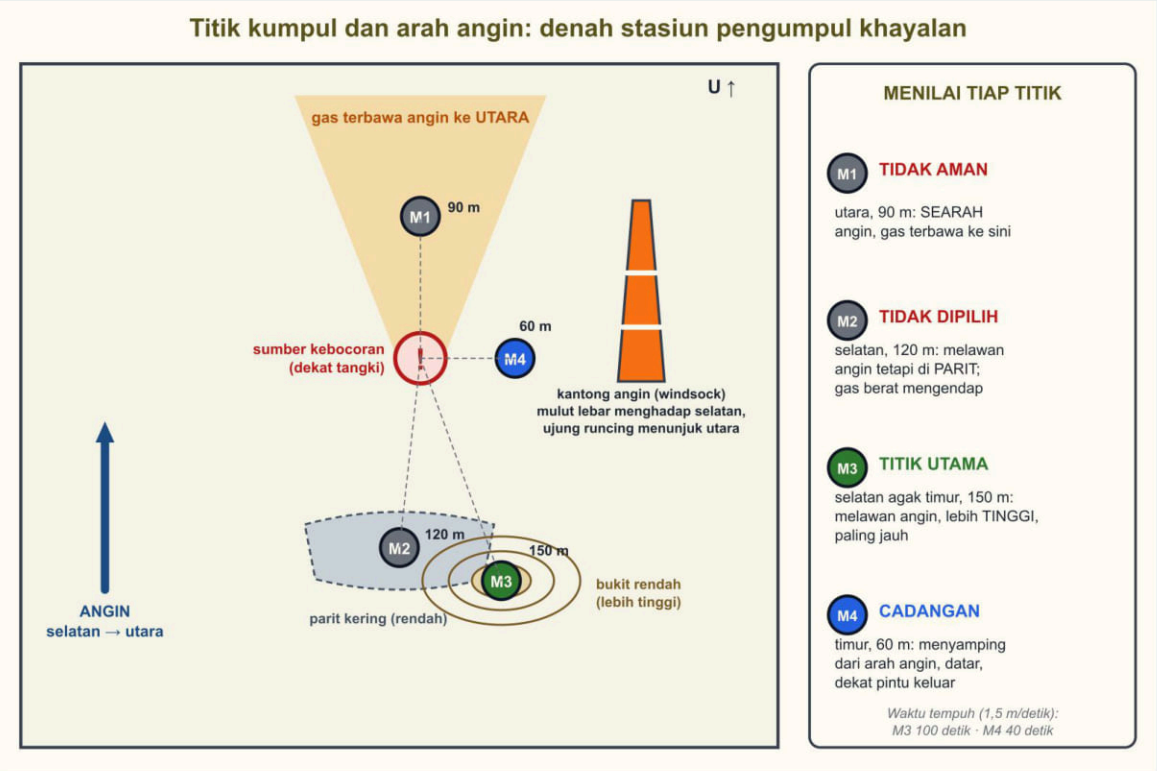
1. **Lokasi dan pekerjaan tertulis menentukan batasnya.** Izin hanya berlaku untuk pipa atau alat dan jenis pekerjaan yang tertulis. Memindahkan pengelasan ke pipa sebelah berarti pekerjaan tanpa izin.
2. **Waktu berlaku.** Di luar jam yang tertulis, izin tidak berlaku. Bila perlu, izin diperpanjang secara resmi.
3. **Uji gas** dilakukan sebelum mulai, dan **diulang sesuai syarat izin** (misalnya setiap 2 jam). Hasil uji pagi tidak otomatis berlaku sepanjang hari. Bila kondisi berubah (alarm gas, kebocoran, hujan angin), pekerjaan berhenti dan uji ulang.
4. **Daftar syarat harus terpenuhi semuanya**: pipa diisolasi, dikosongkan, dan dibilas; bahan mudah terbakar disingkirkan dalam radius tertentu; **APAR** tersedia; **penjaga api** (*fire watch*) ditunjuk dan hadir.
5. **APAR dan penjaga api berbeda.** APAR adalah **alat**; penjaga api adalah **orang** yang mengawasi percikan dan siap memadamkan. Keduanya diperlukan. Penjaga api tetap berjaga selama pekerjaan dan beberapa saat sesudahnya (banyak standar menyebut sekitar 30 menit) untuk melihat bara yang masih tersisa.
6. **Izin berlaku setelah ditandatangani** pemohon dan **penerbit izin** (pengawas area). Izin yang belum ditandatangani penerbit belum boleh dipakai, walaupun juru las sudah siap dan semua syarat tampak terpenuhi.
7. **Status izin harus dikomunikasikan** saat pergantian shift. Salah satu kecelakaan terburuk dalam sejarah industri migas, ledakan dan kebakaran anjungan Piper Alpha di Laut Utara pada 1988 yang menewaskan 167 orang, dikaitkan dengan kegagalan menyampaikan status izin kerja pada saat pergantian shift.

Satu hal lagi: **izin kerja bukan pengganti penilaian risiko dan APD**; ia menjamin bahwa pemeriksaan penting benar-benar dilakukan sebelum pekerjaan.

8. Titik kumpul dan arah angin

Ketika alarm gas berbunyi, semua orang berhenti bekerja dan menuju **titik kumpul** (*muster point*), yaitu tempat aman yang sudah ditentukan untuk berkumpul dan dihitung. Tujuannya dua: menjauhkan orang dari bahaya dan memastikan tidak ada yang tertinggal. Memilih titik kumpul yang benar bergantung pada arah angin dan bentuk lahan. Gambar 2.28 menunjukkan caranya.

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



Gambar 2.28 Denah stasiun pengumpul khayalan: sumber kebocoran, kantong angin (windsock), dan empat titik kumpul. Gas terbawa ke arah tiupan angin dan mengendap di tempat rendah. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Membaca kantong angin (*windsock*). Kantong angin adalah kain berbentuk kerucut di tiang. **Mulutnya yang lebar menghadap arah datangnya angin, dan ujung runcingnya menunjuk ke arah angin pergi.** Bila kantong angin menunjuk ke utara, angin bertiup **dari selatan ke utara**, dan gas dari sumber kebocoran akan terbawa ke utara.

Aturan memilih tempat berkumpul dan jalur evakuasi pada kebocoran H2S:

1. **Jangan ke arah tiupan angin.** Titik kumpul di sisi yang dilalui gas (searah angin) paling berbahaya. Pilih tempat **menyamping** (tegak lurus) atau **melawan arah angin** (dari mana angin datang), sehingga angin membawa gas menjauh.
2. **Pilih tempat yang lebih tinggi, bukan lekukan.** H2S sedikit lebih berat daripada udara dan mengendap di parit dan cekungan, jadi tempat rendah berbahaya walaupun letaknya melawan angin.
3. **Cukup jauh dari sumber kebocoran** dan dapat dicapai dengan cepat tanpa harus melewati sumber gas.
4. **Ada lebih dari satu titik kumpul** (umumnya sekurang-kurangnya dua, di arah yang berbeda), sehingga bila arah angin berubah, minimal satu titik tetap berada di sisi aman. Jalur keluar cadangan (pintu lain) juga disiapkan.
5. **Hitung orang** di titik kumpul untuk memastikan semuanya selamat.

Jarak terdekat atau jalur paling datar bukan pertimbangan utama. Titik kumpul terdekat dengan pintu keluar yang ternyata searah angin tidak aman.

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

9. Kartu pengamatan dan budaya melapor

Mencegah celaka lebih baik daripada mengobatinya. Karena itu banyak perusahaan meminta pekerja mengisi **kartu pengamatan** (*hazard observation card*): selembar kartu pendek berisi temuan **tindakan atau kondisi tidak aman** (lantai bor licin, kunci tanpa tali pengaman di papan monyet, selang tanpa pengikat ujung), tempat dan waktunya, serta tindakan yang diusulkan. Kartu ini bukan alat untuk menyalahkan orang. Tujuannya mengumpulkan temuan sebanyak mungkin supaya bahaya diperbaiki sebelum menjadi kecelakaan.

Alur sederhananya: **temukan, catat, nilai risiko, ambil tindakan sesuai nilai, lacak sampai selesai.** Nilai risiko memakai kemungkinan × keparahan (bagian 1). Tindakannya mengikuti tabel perusahaan: nilai tinggi menghentikan pekerjaan segera. Dalam budaya keselamatan yang baik, **setiap pekerja berwenang menghentikan pekerjaan** yang dianggap tidak aman tanpa dimarahi, dan temuan yang dilaporkan benar-benar ditindaklanjuti.

> **Pengayaan.** Analisis bahaya terstruktur (misalnya HAZOP), penyelidikan kecelakaan, dan perhitungan risiko dengan matriks yang rinci dikerjakan tim ahli dan berada di atas batasan TKA SMK.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Memilih titik kumpul saat alarm gas

Pada 2027, alarm H2S berbunyi di Stasiun Pengumpul Gunung Sari (fiktif) karena kebocoran dekat tangki di tengah lokasi. Kantong angin menunjuk ke utara. Ada empat titik kumpul: M1 di utara, 90 m dari sumber, di tanah datar; M2 di selatan, 120 m, di dasar parit kering; M3 di selatan agak ke timur, 150 m, di tanah yang lebih tinggi; M4 di timur, 60 m, di tanah datar dekat pintu keluar. Pekerja berjalan cepat dengan kecepatan 1,5 m per detik. Tentukan titik kumpul utama, titik cadangan, dan waktu tempuh keduanya. *Kasus disusun untuk contoh; stasiun dan titik fiktif.*

1. **Arah angin.** Ujung kantong angin menunjuk utara, sehingga angin bertiup dari selatan ke utara. Gas dari sumber terbawa ke **utara**.
2. **M1 (utara)** searah angin. Gas terbawa ke sana. **Tidak aman.**
3. **M2 (selatan)** melawan arah angin (aman dari arah tiupan), tetapi berada di **dasar parit**. Gas yang sedikit lebih berat dari udara mengendap di tempat rendah, dan bila angin berubah arah, parit menjebak gas. **Tidak dipilih.**
4. **M3 (selatan agak timur)** melawan arah angin, **lebih tinggi**, dan paling jauh dari sumber. **Titik utama.**
5. **M4 (timur)** menyamping dari arah angin (tegak lurus), datar, dekat pintu keluar. Tidak berada di jalur terbawa gas selama angin tetap, sehingga cocok sebagai **titik cadangan** bila jalur ke M3 terhalang atau angin bergeser.
6. **Hitung waktu tempuh.** M3: 150 ÷ 1,5 = **100 detik**. M4: 60 ÷ 1,5 = **40 detik**. M4 lebih cepat dicapai, tetapi cepat bukan alasan memilihnya sebagai titik utama.

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

Jawaban: titik utama **M3**; cadangan **M4**; M1 searah angin dan M2 di parit tidak dipilih. Waktu tempuh M3 = 100 detik dan M4 = 40 detik.

Contoh 2 — Menyusun pengendalian untuk kerja panas

Pada 2027 tim PT Kenanga Energi (fiktif) harus mengelas penyangga pipa 3 m dari separator minyak di stasiun pengumpul. Izin kerja panas berlaku pukul 08.00–12.00. Uji gas pertama dilakukan pukul 07.30 dan harus diulang tiap 2 jam. Pekerjaan selesai pukul 11.50. Susun pengendalian bertingkat, jadwal uji gas, dan waktu penjaga api bertugas bila ia berjaga 30 menit sesudah pekerjaan selesai. *Kasus disusun untuk contoh; perusahaan dan stasiun fiktif.*

1. **Eliminasi.** Pertanyakan: apakah penyangga bisa dilas di bengkel lalu dibawa ke lokasi? Bila bisa, kerja panas dekat separator dihilangkan.
2. **Substitusi.** Bila memungkinkan, ganti las dengan sambungan klem atau baut yang tidak menimbulkan percikan.
3. **Rekayasa teknik.** Bila las tetap harus dilakukan: separator dan pipa di dekatnya diisolasi, dikosongkan, dan dibilas; saluran dan parit di dekatnya ditutup dengan selimut penahan api; ventilasi dijaga; bahan mudah terbakar dalam radius yang ditetapkan disingkirkan.
4. **Administratif.** Izin kerja panas lengkap dengan tanda tangan penerbit; uji gas berkala; penjaga api ditunjuk dan APAR di tempat; pengarahan keselamatan sebelum mulai.
5. **APD.** Topeng las, sarung tangan kulit las, pakaian tahan api, sepatu keselamatan. Ini lapis terakhir.
6. **Jadwal uji gas.** 07.30 → +2 jam = **09.30** → +2 jam = **11.30**. Izin berakhir 12.00, jadi uji berikutnya (13.30) tidak diperlukan.
7. **Waktu penjaga api.** Pekerjaan selesai 11.50; penjaga api berjaga 30 menit lagi sampai **12.20**, melewati batas waktu izin 12.00. Izin menyebut waktu pekerjaan, sedangkan pengawasan pascapekerjaan tetap dijalankan sampai selesai.

Jawaban: pengendalian lima tingkat seperti di atas; uji gas pukul 07.30, 09.30, dan 11.30; penjaga api bertugas sampai pukul 12.20.

Contoh 3 — Menilai rencana pengangkatan

Pada 2027 sebuah crane akan mengangkat tangki kecil seberat 4 ton di stasiun pengumpul fiktif PT Ketapang Jaya. Kecepatan angin pagi itu 28 km/jam, sedangkan batas operasi crane 35 km/jam. Boom akan melewati jalur dengan jarak 4 m dari kabel listrik, padahal aturan perusahaan menetapkan jarak aman minimal 6 m. Dua pekerja berencana memandu beban dari bawahnya sambil memakai helm. Tali pengangkat sudah dipasang, tetapi belum diperiksa. Tidak ada tali pemandu. Awan gelap mulai tampak. Nilai rencana itu dan perbaiki. *Kasus disusun untuk contoh; perusahaan dan lokasi fiktif.*

1. **Angin.** 28 km/jam kurang dari batas 35 km/jam, sehingga syarat angin **terpenuhi**. Tetapi angin dapat berubah; pantau terus.
2. **Jarak listrik.** 4 m kurang dari syarat 6 m, jadi syaratnya **tidak terpenuhi**. Jalur boom diubah atau jaringan diamankan sampai jarak sesuai.

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

3. **Orang di bawah beban.** Memandu beban dari bawahnya **salah**. Helm tidak melindungi dari beban 4 ton. Orang berada di samping dan memandu dengan **tali pemandu**.
4. **Sling belum diperiksa.** Wajib diperiksa sebelum dipakai (serat, kawat putus, sambungan).
5. **Tali pemandu tidak ada.** Harus dipasang.
6. **Awan gelap.** Bila ada petir di sekitar lokasi, pengangkatan **ditunda**.
7. **Area.** Area di bawah jalur beban dibatasi.

Jawaban: rencana belum boleh dilaksanakan: jarak listrik kurang, ada orang di bawah beban, sling belum diperiksa, tidak ada tali pemandu, dan potensi petir harus dipantau; syarat angin saja yang terpenuhi.

Contoh 4 — Menghitung nilai risiko dan menentukan tindakan

Pada kartu pengamatan sebuah rig fiktif (2027) tercatat lima temuan. Aturan perusahaan: nilai risiko = kemungkinan × keparahan (masing-masing 1 sampai 5). Nilai 16 atau lebih: hentikan pekerjaan segera. Nilai 9 sampai 15: perbaiki dalam 24 jam. Nilai di bawah 9: jadwalkan. Temuan: (1) tabung oksigen berdiri tanpa rantai pengikat di dekat jalan truk (kemungkinan 4, keparahan 4); (2) pegangan tangga longgar (3, 4); (3) bising 93 dBA tanpa pelindung telinga (5, 2); (4) lampu tempat parkir mati (2, 3); (5) kabel las terkelupas di genangan air (2, 5). Tentukan nilai dan tindakan tiap temuan. *Kasus disusun untuk contoh; rig dan aturan fiktif.*

1. **Temuan 1:** 4 × 4 = **16 → hentikan pekerjaan segera**.
2. **Temuan 2:** 3 × 4 = **12 → perbaiki dalam 24 jam**.
3. **Temuan 3:** 5 × 2 = **10 → perbaiki dalam 24 jam**.
4. **Temuan 4:** 2 × 3 = **6 → jadwalkan**.
5. **Temuan 5:** 2 × 5 = **10 → perbaiki dalam 24 jam**.
6. **Periksa jebakan.** Temuan 3 punya kemungkinan tertinggi (5) tetapi nilainya hanya 10. Temuan 5 punya keparahan tertinggi (5) tetapi kemungkinannya kecil sehingga nilainya 10. Satu-satunya yang mencapai 16 adalah temuan 1.

Jawaban: hentikan segera = temuan 1 (16); perbaiki 24 jam = temuan 2 (12), 3 (10), 5 (10); jadwalkan = temuan 4 (6).

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

❖ PETA KONSEP

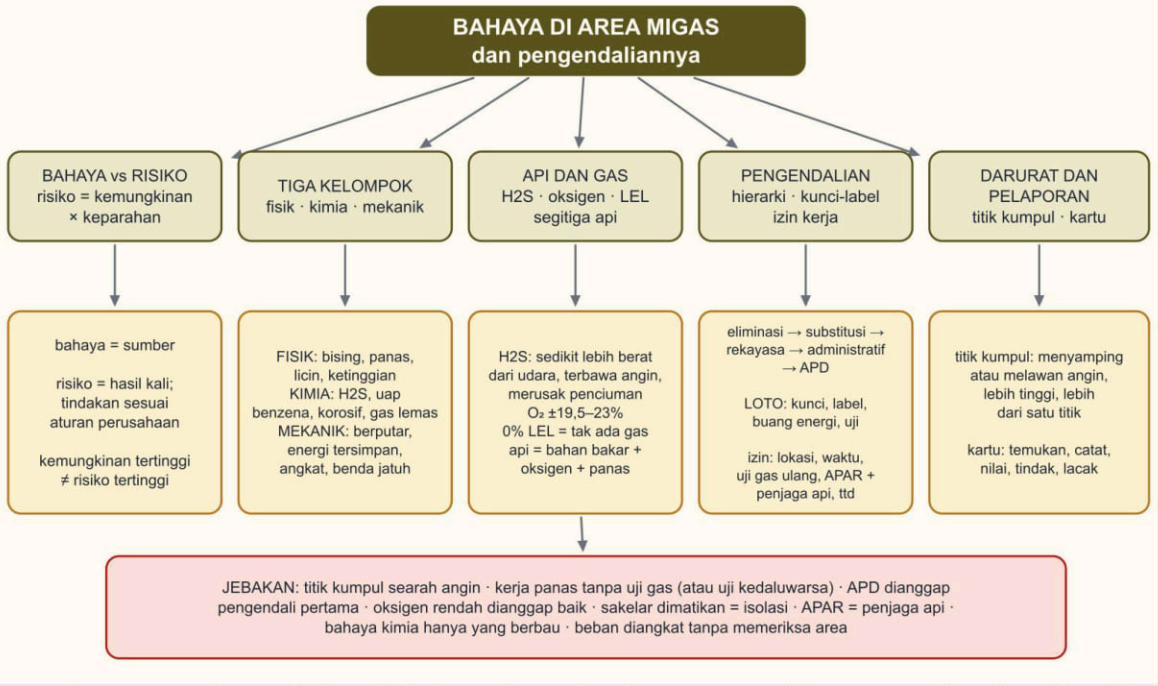
Yang harus kamu ingat:

- **Bahaya** = sumber potensi celaka; **risiko** = kemungkinan × keparahan; tindakan mengikuti nilai menurut aturan perusahaan. Kemungkinan tertinggi belum tentu risiko tertinggi.
- **Fisik** (bising, panas, licin, ketinggian) · **kimia** (H2S, uap hidrokarbon dan benzena, bahan korosif, gas lemas) · **mekanik** (bagian berputar, energi tersimpan, pengangkatan, benda jatuh).
- **H2S:** berat sedikit di atas udara, berkumpul di tempat rendah, terbawa angin, merusak penciuman pada kadar tinggi, mudah terbakar; batas 1 ppm (8 jam). Udara cukup oksigen kira-kira 19,5–23%; **LEL** = batas ledak bawah, 0% LEL berarti tidak ada gas terdeteksi.
- **Segitiga api:** bahan bakar, oksigen, panas; hilangkan satu, api padam.
- **Pengendalian bertingkat:** eliminasi, substitusi, rekayasa, administratif, **APD terakhir**. **Kunci dan label** (LOTO) untuk isolasi energi; sakelar saja tidak cukup.
- **Izin kerja:** berlaku untuk lokasi, pekerjaan, dan waktu tertulis, setelah ditandatangani penerbit; uji gas diulang menurut syarat; APAR (alat) dan penjaga api (orang) sama-sama diperlukan.
- **Titik kumpul:** tegak lurus atau melawan arah angin, lebih tinggi (bukan parit), cukup jauh, lebih dari satu titik. **Kantong angin** menunjuk ke arah angin pergi.
- **Kartu pengamatan:** temukan, catat, nilai, tindak, lacak; setiap pekerja berwenang menghentikan pekerjaan tidak aman.

Gambar 2.29 merangkum hubungan konsep-konsep tersebut.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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



Gambar 2.29 Peta konsep bahaya fisik, kimia, dan mekanik serta pengendaliannya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal bahaya dan pengendaliannya:

1. **Golongkan bahaya** menurut sifatnya (zat = kimia; benda bergerak atau tersimpan energi = mekanik; keadaan lingkungan = fisik) dan tulis kelompoknya.
2. **Uji tiap pernyataan terhadap data** dalam cerita: angka uji gas, waktu izin, arah angin, ketinggian, jarak. Pernyataan "aman" harus punya bukti dalam data.
3. **Pada angka**, bandingkan dengan batas yang diberikan soal: oksigen di bawah **dan** di atas batas sama-sama tidak lolos; LEL harus nol; kadar H2S di atas batas berarti menunggu dan uji ulang.
4. **Pada waktu**, hitung kapan uji terakhir dan kapan harus diulang.
5. **Pada denah**, tentukan arah angin dari kantong angin, lalu coret titik searah angin dan titik di tempat rendah.
6. **Pada pengendalian**, urutkan dari eliminasi ke APD; APD bukan pilihan pertama.

Jebakan khas pada soal ini:

- **Titik kumpul searah angin** dipilih karena paling dekat atau paling datar.
- **Kerja panas tanpa uji gas** atau dengan uji yang sudah kedaluwarsa menurut waktu izin.
- **APD dianggap pengendali pertama**, atau APD dianggap menggantikan izin dan uji gas.
- **Bahaya kimia dianggap hanya yang berbau.** H2S kadar tinggi tidak berbau; uap benzena beracun.
- **Wujud gas dianggap bahaya fisik.** Golongan ditentukan oleh sifat zat, bukan wujudnya.
- **Oksigen rendah dianggap baik untuk kerja panas** karena "api sulit menyala". Oksigen rendah membahayakan pekerja dan menandakan ada gas lain.
- **Pengangkatan tanpa memeriksa area:** orang di bawah beban, jarak listrik, tali pemandu, dan petir.
- **Sakelar dimatikan dianggap isolasi.** Isolasi memerlukan kunci dan label serta pembuangan energi sisa.
- **APAR dianggap pengganti penjaga api.** Keduanya wajib.
- **Kemungkinan tertinggi dianggap risiko tertinggi**, padahal nilai risiko adalah hasil kali.

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut memberi hasil pengukuran udara di beberapa titik dan beberapa pernyataan tentang boleh tidaknya kerja panas. Pakai bagian 3: bandingkan tiap angka dengan syarat yang diberikan, lalu uji setiap pernyataan.

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

►. Sebelum pengelasan pipa di stasiun pengumpul (2027), petugas K3 mengukur udara di lima titik. Syarat kerja panas di perusahaan itu: oksigen 19,5–23,5%, gas mudah terbakar 0% LEL, dan H2S di bawah 1 ppm.

Titik	Oksigen	Gas mudah terbakar	H2S
T1	20,9%	0% LEL	0 ppm
T2	23,9%	0% LEL	0 ppm
T3	20,9%	4% LEL	0 ppm
T4	19,0%	0% LEL	0 ppm
T5	20,7%	0% LEL	3 ppm

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat berdasarkan hasil pengukuran adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Pengelasan boleh dimulai di T1 karena ketiga syarat terpenuhi.
☐ B. T3 tidak boleh untuk kerja panas walaupun kadar oksigennya normal.
☐ C. T2 tidak boleh untuk kerja panas karena udara terlalu kaya oksigen.
☐ D. T4 boleh untuk kerja panas karena oksigen rendah mengurangi risiko api.
☐ E. Di T5 pekerja menunggu sampai sumber H2S dikendalikan dan diukur ulang.

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

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

Konsep: Bahaya kerja panas di area migas: kebakaran (gas mudah terbakar, udara kaya oksigen) dan bahaya kimia (H2S, kekurangan oksigen). Izin kerja panas hanya diberikan bila semua syarat hasil uji gas terpenuhi.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Oksigen 20,9%, LEL 0%, H2S 0 ppm → memenuhi semua syarat.
• **Pernyataan 2** ✓ Masih ada gas mudah terbakar 4% LEL; percikan las dapat memicu kebakaran.
• **Pernyataan 3** ✓ Oksigen 23,9% di atas batas; udara kaya oksigen membuat bahan lebih mudah terbakar.
• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: kadar oksigen 19,0% di bawah batas; kekurangan oksigen berbahaya bagi pekerja dan menandakan ada gas lain yang menggeser udara.
• **Pernyataan 5** ✓ H2S 3 ppm melebihi syarat; sumbernya dikendalikan dan udara diukur ulang sebelum kerja.

Jawaban: pernyataan 1, 2, 3, 5.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Tulis dulu bahaya, syarat, dan data yang kamu bandingkan untuk tiap pernyataan.

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

1. Alarm H2S berbunyi di stasiun pengumpul Talang Jimar (2027) karena kebocoran di dekat separator. Kantong angin (*windsock*) menunjukkan angin bertiup dari barat ke timur. Ada empat titik kumpul: T1 di timur, di tanah datar; T2 di barat, di dasar parit kering; T3 di barat laut, di tanah yang lebih tinggi; T4 di tenggara, dekat pintu keluar.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Titik kumpul yang paling tepat dituju para pekerja adalah ....

A. T1, karena jalurnya datar dan paling mudah dilalui
B. T2, karena letaknya berlawanan arah angin
C. T3, karena melawan arah angin dan lebih tinggi
D. T4, karena paling dekat dengan pintu keluar area
E. T1 atau T4, karena keduanya jauh dari parit

2. Saat cabut pipa di Rig-08 (2027), petugas K3 mencatat temuan pada kartu pengamatan. Aturan perusahaan: nilai risiko = kemungkinan × keparahan; nilai 15 atau lebih → pekerjaan dihentikan segera; 10–14 → diperbaiki dalam shift itu; di bawah 10 → dijadwalkan.

No	Temuan	Kemungkinan	Keparahan
1	Lantai bor licin oleh lumpur	4	3
2	Kunci pas tanpa tali pengaman di papan monyet, kru bekerja di bawahnya	3	5
3	Bising mesin 95 dBA, sebagian kru tidak memakai pelindung telinga	5	2
4	Selang udara bertekanan tanpa pengikat ujung	2	5
5	Tumpahan solar kecil di dekat genset	3	3

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Temuan yang mengharuskan pekerjaan dihentikan segera adalah ....

A. Temuan 2 saja
B. Temuan 1 saja
C. Temuan 3 saja
D. Temuan 4 saja
E. Temuan 1 dan 3

Kunci singkat: 1. C 2. A

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

✔ PERIKSA DIRI

- Alarm H2S berbunyi dan kantong angin menunjuk ke selatan. Ada empat titik kumpul: selatan di tanah datar, utara di dasar cekungan, timur laut di bukit rendah, dan barat dekat gerbang. Titik mana yang kamu pilih dan mengapa?
- Mengapa mematikan sakelar pompa di panel belum cukup sebelum kopling pompa dibuka, dan apa yang perlu dilakukan?
- **Yang harus kuingat:** risiko = kemungkinan × keparahan; fisik, kimia, mekanik menurut sifat bahaya; H2S sedikit lebih berat dari udara dan terbawa angin; kerja panas butuh izin, uji gas berulang, APAR, dan penjaga api; titik kumpul melawan atau menyamping dari angin dan lebih tinggi; pengendalian bertingkat dengan APD terakhir; isolasi dengan kunci dan label.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 2.6: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktper&node=SMKTPER-2.6

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

Kuis Akhir Bab 2

SMKTPER-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-smktper&node=SMKTPER-KB2

1. Sumur Rawa Indah-1 (2027) menemukan batupasir berisi minyak pada 1.820–1.870 m. Ahli geologi mencatat empat lapisan di atasnya untuk menentukan lapisan yang paling baik berperan sebagai batuan penutup.

Lapisan	Batuan	Tebal (m)	Keadaan pori
L1	serpih	45	sangat sempit, tidak terhubung
L2	batupasir halus	30	berpori, terhubung baik
L3	batugamping berongga	25	rongga banyak, terhubung
L4	konglomerat	20	berpori, terhubung baik

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

Lapisan yang paling baik sebagai batuan penutup adalah ....

A. L1, karena tebal dan porinya sempit serta tidak terhubung sehingga minyak sulit menembusnya

B. L2, karena butirannya halus sehingga minyak tertahan rapat di dalam lapisan itu

C. L3, karena rongganya banyak sehingga minyak tertampung di dalam lapisan itu

D. L4, karena porinya terhubung baik sehingga tekanan minyak terbagi merata di dalamnya

E. Tidak ada, karena semua lapisan di atas reservoir pasti dapat ditembus oleh minyak

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

2. Tim geologi PT Tebing Emas (2027) menemukan bercak minyak hitam yang keluar dari rekahan batuan di tepi sebuah sungai. Di bawah daerah itu belum pernah dibor sumur. Siswa PKL, Wulan, diminta menilai arti temuan 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
Rembesan itu membuktikan ada reservoir di bawah tanah yang masih penuh minyak dan tertutup rapat.	○	○
Rembesan itu menunjukkan ada batuan induk yang menghasilkan minyak di bawah daerah tersebut.	○	○
Rembesan itu menunjukkan sebagian minyak lolos ke permukaan lewat jalur yang terbuka.	○	○

3. Kajian Cekungan Selat Panjang (2027) menyimpulkan bahwa dapur minyak aktif dari 20 sampai 8 juta tahun lalu, dan minyak terus bermigrasi ke utara sampai 6 juta tahun lalu. Tiga antiklin di jalur itu berpenutup utuh, tetapi terbentuk pada waktu berbeda: antiklin X pada 24 juta tahun lalu, antiklin Y pada 10 juta tahun lalu, dan antiklin Z pada 3 juta tahun lalu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Urutan antiklin dari peluang terisi minyak terbesar ke terkecil yang paling tepat adalah ....

A. Z – Y – X
B. Y – X – Z
C. X – Y – Z
D. X – Z – Y
E. Z – X – Y

4. Empat sumur penilaian di Cekungan Batang Merah (2027) menembus serpih hitam kaya bahan organik, dan suhu batuan diukur pada setiap serpih. Dalam kajian ini batuan induk menghasilkan minyak pada suhu 60–120 °C dan terutama gas di atas 120 °C.

Sumur	Kedalaman serpih (m)	Suhu terukur (°C)
M-1	1.150	52
M-2	2.300	83
M-3	3.950	118
M-4	4.800	141

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. Serpih di M-4 paling banyak menghasilkan minyak karena letaknya paling dalam.
☐ B. Serpih di M-2 berada di jendela minyak karena suhunya antara 60 dan 120 °C.
☐ C. Serpih di M-1 sudah menghasilkan minyak karena kaya bahan organik.
☐ D. Serpih di M-3 masih berada di jendela minyak, walau dekat batas atasnya.
☐ E. Serpih di M-4 terutama menghasilkan gas karena suhunya melewati 120 °C.

5. Sumur Kenanga-7 (2027) dibor di sayap sebuah antiklin dan hanya menemukan air asin di batupasir reservoir pada 1.650–1.700 m. Data lain: serpih induk di bawahnya sudah matang, batupasir berpori dan permeabel, penutup serpih tebal dan utuh, dan antiklin terbentuk sebelum migrasi. Puncak antiklin berada pada 1.540 m, dan sumur di dekat puncak menemukan kontak minyak–air (batas antara minyak dan air asin) pada 1.610 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. Batuan induk belum matang sehingga reservoir belum menerima minyak dari cekungan di bawahnya.
☐ B. Sumur menembus reservoir di bawah kontak minyak–air (1.610 m) sehingga hanya menemukan air asin.
☐ C. Antiklin gagal menjadi perangkap karena terbentuk setelah minyak lewat dan sudah menyebar ke tempat lain.
☐ D. Sumur dekat puncak, dengan reservoir ditembus di atas 1.610 m, berpeluang menemukan minyak.
☐ E. Penutup serpih bocor sehingga seluruh minyak di dalam antiklin sudah lolos ke permukaan.

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

6. Di gudang Stasiun Pengumpul Gaharu (2027), tabung nitrogen kosong dan penuh bercampur di sudut dan diletakkan sembarang sehingga jalur menuju pintu darurat menyempit. Semua tabung masih dipakai. Pengawas meminta langkah 5R yang paling tepat. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Langkah tersebut adalah ....

A. Membuang tabung kosong yang menumpuk agar gudang terlihat lebih lapang dan jalur menuju pintu darurat lebih bebas
B. Membersihkan debu dari seluruh tabung dan lantai gudang setiap hari agar kondisi gudang selalu terjaga bersih
C. Menetapkan tempat tetap berlabel dan garis lantai bagi tabung penuh dan kosong di luar jalur darurat
D. Membuat daftar periksa harian gudang dan menunjuk penanggung jawab di setiap shift agar penataan terpantau
E. Mengadakan lomba kerapian gudang antarshift setiap akhir bulan supaya semua pekerja bersemangat menata tabung

7. Ridwan (2027) akan mengganti lampu di puncak menara flare. Ia memakai sabuk seluruh tubuh dengan penambat 1,3 m; cincin punggungnya 1,5 m di atas pijakan. Jarak jatuh bebas tidak boleh lebih dari 1,8 m dan titik kait harus kuat. Rumus: bila titik kait di bawah cincin, jarak jatuh = panjang penambat + tinggi cincin di atas titik kait; bila di atas cincin, jarak jatuh = panjang penambat − jarak titik kait di atas cincin.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Titik kait yang memenuhi syarat adalah ....

A. Cincin angkur bersertifikat di lantai pijakan
B. Pagar baja bersertifikat setinggi 0,9 m dari pijakan
C. Pipa kecil berkarat setinggi cincin punggung, tepat di samping pekerjaan
D. Anak tangga naik menara 0,3 m di bawah pijakan
E. Balok baja bersertifikat 0,3 m di atas cincin punggung

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

8. Gambar menunjukkan penampang tegak Cekungan Tanah Merah (2027). Serpih induk matang hanya ada di tengah cekungan, di bawah blok kanan patahan, dan minyaknya sudah bergerak naik di sepanjang batupasir ke kiri dan ke kanan. Tim geologi mengusulkan empat lokasi sumur eksplorasi, W1 sampai W4, dan meminta Rina, teknisi geologi, memilih lokasi yang paling berpeluang menemukan minyak.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Lokasi yang paling tepat adalah ....



A. W4, di bagian reservoir tertinggi yang paling dekat dengan permukaan
B. W3, di pusat cekungan tempat minyak terbentuk dan paling banyak berkumpul
C. W2, di blok seberang patahan yang batupasirnya terletak lebih tinggi daripada W1 itu
D. W1 dan W2, karena keduanya berada di bagian tinggi batupasir di dekat patahan
E. W1, di reservoir yang naik menuju patahan, tempat minyak tertahan serpih di seberang

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

9. Tiga patahan di Lapangan Sungai Kemuning (2027) dipelajari sebelum menentukan lokasi sumur. Patahan F1 menghadapkan batupasir reservoir dengan serpih tebal di sisi seberang, dan tidak ada rembesan di permukaan. Patahan F2 menghadapkan batupasir reservoir dengan batupasir reservoir di seberang, dan sebuah rembesan minyak muncul dekat jejaknya. Patahan F3 terbuka dan menerus sampai dekat permukaan, memotong serpih penutup, dengan rembesan gas di sepanjang jejaknya.
(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. F1 berpeluang menahan minyak di sisi batupasir yang berhadapan dengan serpih.
☐ B. F2 menghalangi minyak karena setiap patahan merupakan dinding penutup.
☐ C. F3 merusak penutup yang dipotongnya sehingga reservoir di bawahnya berisiko kehilangan minyak.
☐ D. F2 dan F3 sama-sama layak jadi lokasi sumur pertama karena rembesannya membuktikan reservoir penuh.
☐ E. Rembesan di F2 dan F3 menunjukkan ada minyak atau gas yang pernah bermigrasi ke daerah itu.

10. Dua pekerja PT Tirta Minyak (2027) akan masuk pit penampung lumpur sedalam 4 m yang sudah dikosongkan untuk menyekop endapan. Petugas K3 menguji udara dengan alat gas yang hanya diturunkan 0,5 m dari mulut pit: oksigen 20,9 %, gas mudah terbakar 0 % LEL, H2S 0 ppm. Endapan di dasar akan teraduk saat disekop. Seorang pekerja berkata uji itu sudah cukup.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang paling tepat sebelum pekerja masuk adalah ....

A. Mengizinkan masuk karena ketiga hasil uji berada dalam batas aman menurut izin kerja
B. Mengizinkan masuk dengan masker debu karena kadar gas diukur nol di mulut pit
C. Menyuruh petugas jaga ikut masuk agar dapat memantau udara dari dalam pit itu
D. Menguji ulang udara dari mulut sampai dasar pit dan membawa detektor gas pribadi
E. Mengaduk endapan dari atas lebih dahulu, lalu masuk setelah bau menyengat hilang

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

11. Sumur Cemara-2 (2027) dibor dengan laju 24 m per jam. Serbuk bor memerlukan 35 menit untuk naik dari dasar lubang ke saringan getar. Pukul 10.30 pahat berada pada kedalaman 2.436 m. Serbuk yang diambil mud logger tepat pukul 10.30 pertama kali memperlihatkan butiran pasir kuarsa dengan bercak minyak, setelah serbuk serpih sebelumnya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kedalaman puncak batupasir yang paling tepat dicatat adalah ....

A. 2.436 m
B. 2.422 m
C. 2.450 m
D. 2.401 m
E. 2.412 m

12. Operator Fajar (2027) akan memindahkan inhibitor korosi dari drum ke tangki dosis di stasiun pengumpul selama 40 menit. Lembar data keselamatan bahan menyebut: cairan sangat mengiritasi mata dan kulit, uapnya berbahaya bila terhirup, dan cairan tidak mudah terbakar. Pekerjaan dilakukan di area terbuka tanpa sumber bising, dan udaranya cukup oksigen.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
APD yang perlu dipakai Fajar adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Penyumbat telinga, karena pekerjaan dilakukan di stasiun pengumpul yang banyak pompanya.
☐ B. Goggle rapat, karena percikan cairan pengiritasi dapat masuk ke mata dari samping.
☐ C. Masker debu biasa, karena serat masker menyaring uap cairan yang berbahaya itu.
☐ D. Sarung tangan karet tahan kimia, karena kulit tidak boleh terkena cairan iritan.
☐ E. Respirator berkartrid uap organik, karena uapnya berbahaya dan udara cukup oksigen.

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

13. Sumur eksplorasi pada Prospek Alu (2027) kering: batupasir berpori hanya berisi air asin. Setelah itu tim menemukan bahwa serpih penutup di puncak struktur dipotong patahan terbuka yang menerus sampai dekat permukaan. Patahan itu sebenarnya tampak pada seismik 3D tetapi tidak diperhatikan. Prospek Barat, 8 km dari Alu, berbentuk serupa dan menurut seismiknya juga ada garis patahan yang memotong puncaknya. Tim harus memutuskan sebelum membor sumur kedua.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Keputusan yang paling tepat adalah ....

A. Menafsirkan ulang seismik Prospek Barat untuk menilai apakah patahan memotong penutupnya sebelum membor
B. Membor Prospek Barat segera karena sumur kering di Alu hanya membuktikan satu lokasi yang gagal
C. Membatalkan seluruh eksplorasi di blok karena sumur kering membuktikan tidak ada minyak di blok itu
D. Memperbanyak sumur di Prospek Alu agar seluruh bagian struktur diuji sampai minyak ditemukan
E. Menunda keputusan dan memasang seismik 2D baru di seluruh blok sebelum menentukan langkah apa pun

14. Kepala bengkel PT Sumber Pompa (2027) menjalankan program 5R. Tiga bulan kemudian ia menggelar audit, tetapi hasilnya hanya dicatat dan tidak dibahas bersama pekerja. Sebagian pekerja berpendapat 5R cukup dengan satu lomba kerapian setahun sekali. Wulan, siswa PKL, diminta menilai pendapat berikut.
(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
Audit yang temuannya hanya dicatat tanpa tindak lanjut belum membantu 5R bertahan.	○	○
Satu lomba kerapian setahun sekali sudah cukup membentuk kebiasaan 5R di bengkel.	○	○
Saat Resik, baut kendor atau selang retak yang ditemukan sebaiknya dicatat dan dilaporkan.	○	○

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

15. Survei gravitasi dan magnetik di Blok Ketapang Barat (2027) menunjukkan tarikan gravitasi paling rendah di tengah blok, dan data magnetik menunjukkan batuan dasar paling dalam juga di tengah blok; di tepi blok batuan dasarnya dangkal. Belum ada seismik dan belum ada sumur di blok itu. Anggaran eksplorasi terbatas.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Langkah berikutnya yang paling tepat adalah ....

A. Membor sumur eksplorasi di titik gravitasi terendah karena di titik itu pasti ada minyak
B. Memasang seismik 3D rapat di seluruh blok, termasuk tepi blok yang batuan dasarnya dangkal
C. Menghentikan eksplorasi karena gravitasi rendah berarti di bawahnya tidak ada batuan sedimen
D. Memasang seismik 2D dengan lintasan berjauhan di bagian tengah blok yang diduga cekungan sedimen tebal
E. Menyusun rencana pengembangan lapangan lebih dahulu agar fasilitas sudah siap bila minyak ditemukan di blok itu

16. Setelah seismik 2D di Blok Pasir Mas (2027), tim memiliki tiga calon perangkap. Dana tahun ini hanya cukup untuk satu seismik 3D dan satu sumur eksplorasi.

Calon	Luas tutupan (km^2)	Batuan induk matang terdekat	Penutup menurut seismik	Tanda lain
C1	4	ada, 6 km	utuh	tidak ada
C2	18	ada, 3 km	utuh	rembesan minyak di tepinya
C3	30	ada, 4 km	dipotong patahan terbuka sampai dekat permukaan	rembesan gas

(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. C2 paling layak diprioritaskan karena penutupnya utuh dan ada tanda minyak bermigrasi ke daerah itu.
☐ B. C3 harus diprioritaskan karena luasnya terbesar sehingga cadangannya pasti paling besar di blok ini.
☐ C. Rembesan gas di C3 menunjukkan penutupnya mungkin bocor sehingga risikonya lebih tinggi daripada C2.
☐ D. Seismik 3D sebaiknya dipasang di C2 untuk memperjelas bentuk perangkap sebelum lokasi sumur ditetapkan.
☐ E. Bila sumur di C2 kering, ketiga calon perangkap langsung dinyatakan tidak berprospek di seluruh blok.

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

17. Di bengkel perawatan PT Sinar Rig (2027), Doni akan menggerinda dudukan pompa baja selama 30 menit. Gerinda memercikkan serpihan logam panas dan menimbulkan bising sekitar 100 dBA; aturan perusahaan membatasi paparan 100 dBA maksimal 15 menit per hari tanpa pelindung telinga. Bengkel berventilasi baik dan tidak ada bahan mudah terbakar di sekitarnya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kelengkapan APD yang paling tepat adalah ....

A. Kacamata biasa tanpa pelindung wajah, sarung tangan karet tahan kimia, penutup telinga, pakaian kerja tertutup
B. Pelindung wajah dan kacamata, sarung tangan kulit, penutup telinga, pakaian kerja tertutup
C. Pelindung wajah dan kacamata, sarung tangan kulit, tanpa pelindung telinga karena pekerjaan hanya 30 menit
D. Pelindung wajah dan kacamata, sarung tangan kulit, penutup telinga, kaus lengan pendek agar tidak kepanasan
E. Masker debu, sarung tangan kulit, penutup telinga, pakaian kerja tertutup, tanpa pelindung mata karena sudah bermasker

18. Survei seismik 2D laut PT Selat Rimba (2027) akan merekam 6 lintasan sejajar, masing-masing sepanjang 40 km. Kapal merekam dengan kecepatan 8 km per jam. Karena menarik streamer yang sangat panjang, kapal memerlukan 2 jam untuk berputar lebar menuju lintasan berikutnya setelah selesai satu lintasan; tidak ada putaran sesudah lintasan terakhir.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Lama seluruh pekerjaan merekam dan berputar adalah ....

A. 30 jam
B. 36 jam
C. 40 jam
D. 42 jam
E. 32 jam

19. Audit 5R rumah alat Rig-18 (2027) memakai skor maksimum yang berbeda untuk tiap prinsip karena jumlah butir pemeriksaannya berbeda.

Prinsip	Skor	Skor maksimum
Ringkas	16	20
Rapi	21	40
Resik	7	10
Rawat	5	10
Rajin	9	20

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

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Prinsip yang paling perlu diprioritaskan berdasarkan persentase skornya adalah ....

A. Rajin, karena persentase skornya paling rendah (45 %)
B. Rawat, karena skornya paling kecil di antara kelima prinsip (5)
C. Rapi, karena selisih skornya terhadap nilai maksimum paling besar (19)
D. Resik, karena persentase skornya paling tinggi sehingga mudah dilanjutkan
E. Ringkas, karena prinsip pertama harus selalu diperbaiki lebih dulu

20. Inspeksi Rig-09 (2027) mencatat tiga temuan: (1) lantai bor licin oleh lumpur yang tumpah; (2) selang bertekanan yang ujungnya tidak diikat dan dapat menghentak bila terlepas; (3) karung bahan kimia lumpur yang robek dan serbuknya bersifat korosif.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penggolongan bahaya ketiga temuan itu yang paling tepat adalah ....

A. kimia – mekanik – fisik
B. fisik – kimia – mekanik
C. mekanik – fisik – kimia
D. fisik – fisik – kimia
E. fisik – mekanik – kimia

21. Crane PT Alu Jaya (2027) akan mengangkat panel pompa 3 ton di sebuah stasiun pengumpul. Cuaca cerah dan tidak ada petir. Pengawas angkat memeriksa daftar berikut.

Pemeriksaan	Syarat	Kondisi
Kecepatan angin	maksimal 35 km/jam	27 km/jam
Jarak boom ke kabel 20 kV	minimal 6 m	9 m
Tali pengangkat (sling)	tanpa kawat putus	5 kawat putus pada satu kaki
Area di bawah jalur beban	dibarikade	sudah dibarikade
Izin pengangkatan	ditandatangani penerbit izin	belum ditandatangani penerbit

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

A. Menunda hanya sampai izin ditandatangani karena sling yang ada dapat dipakai dengan beban lebih ringan
B. Menunda hanya untuk mengganti sling karena izin dapat ditandatangani setelah beban terangkat
C. Mengangkat sekarang karena tiga dari lima pemeriksaan sudah memenuhi syarat
D. Menunda pengangkatan sampai sling diganti dan izin ditandatangani penerbit izin
E. Mengangkat perlahan dan memandu beban dari bawah supaya kawat yang putus tidak bertambah

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

22. Saat Resik mingguan lantai bor Rig-21 (2027), kru menemukan (a) tetesan oli dari sambungan pompa lumpur, (b) kabel listrik panel yang terkelupas dekat genangan, dan (c) pelindung kopling pompa yang hilang sementara pompa tetap berjalan. Supervisor meminta kru menilai tindakan berikut.
(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. Pompa dihentikan dan diisolasi dengan kunci dan label, lalu pelindung kopling dipasang kembali oleh petugas berwenang.
☐ B. Kru memasang pelindung kopling sendiri saat pompa berjalan karena hanya perlu waktu sebentar.
☐ C. Kabel terkelupas ditandai, area dibatasi, dan dilaporkan agar diperbaiki setelah listriknya diisolasi.
☐ D. Tetesan oli cukup dilap tiap hari karena tujuan Resik adalah lantai yang bersih.
☐ E. Tetesan oli dilaporkan agar sambungan diperbaiki dan sumber tetesan dihentikan.

23. Izin kerja panas pengelasan pipa di Stasiun Pengumpul Sirih (2027) berlaku pukul 08.00–14.00. Syaratnya: oksigen 19,5–23,0 %, gas mudah terbakar 0 % LEL, H2S di bawah 1 ppm, dan uji diulang setiap 2 jam. Hasil uji: pukul 07.45 → O2 20,9 %, LEL 0 %, H2S 0 ppm; pukul 09.45 → O2 20,8 %, LEL 0 %, H2S 0,4 ppm; pukul 11.45 → O2 20,9 %, LEL 2 %, H2S 0 ppm. Pukul 11.50 juru las siap melanjutkan pekerjaan.
(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. Pengelasan boleh dilanjutkan pukul 11.50 karena kadar oksigen hasil uji pukul 11.45 masih dalam rentang izin.
☐ B. Hasil uji pukul 09.45 memenuhi semua syarat izin.
☐ C. Uji pukul 07.45 masih berlaku sampai siang sehingga uji pukul 09.45 tidak diperlukan.
☐ D. Pekerjaan ditunda sampai gas mudah terbakar dikendalikan dan uji ulang menunjukkan 0 % LEL.
☐ E. Penjaga api tidak diperlukan selama H2S berada di bawah 1 ppm.

24. Kartu pengamatan Rig-15 (2027) memuat tiga temuan. Aturan perusahaan: nilai risiko = kemungkinan × keparahan (skala 1–5). Nilai 12 atau lebih: hentikan pekerjaan segera. Nilai 6–11: perbaiki dalam 24 jam. Nilai di bawah 6: jadwalkan perbaikan. Temuan T1: tabung nitrogen berdiri tanpa rantai di dekat jalan truk (kemungkinan 3, keparahan 5). T2: bising 94 dBA tanpa penutup telinga pada satu shift (kemungkinan 5, keparahan 2). T3: label drum bahan kimia pudar (kemungkinan 2, keparahan 2).

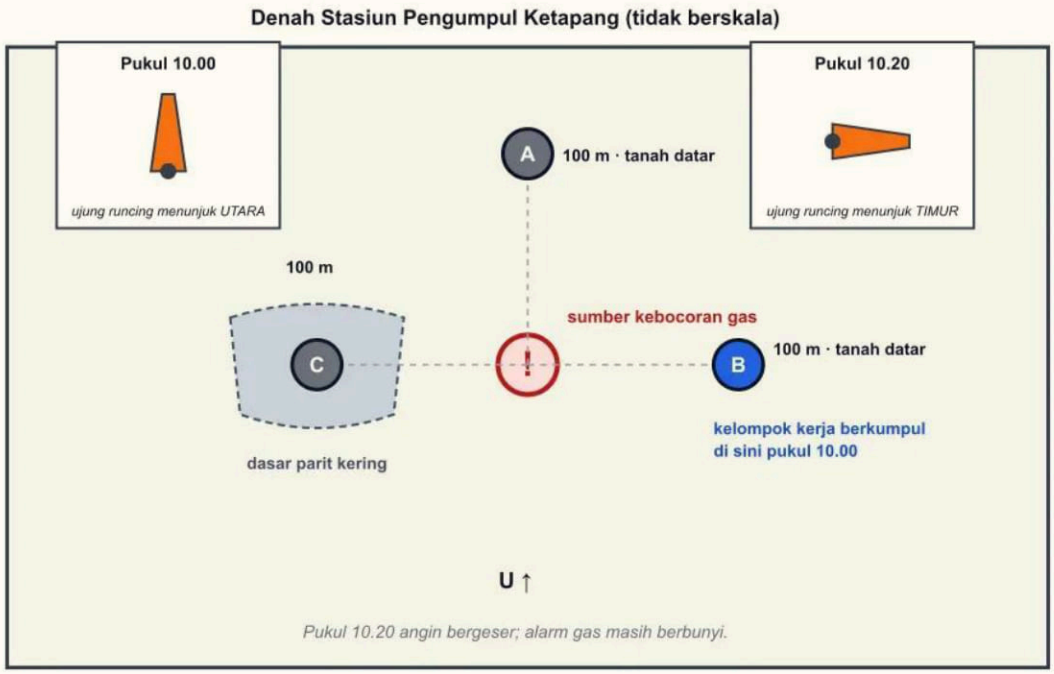
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

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

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
T1 bernilai 15 sehingga pekerjaan di dekat tabung itu dihentikan segera.	○	○
T3 bernilai 4 sehingga perbaikan labelnya cukup dijadwalkan.	○	○
T2 harus dihentikan segera karena kemungkinannya paling tinggi (5).	○	○

25. Gambar menunjukkan denah Stasiun Pengumpul Ketapang (2027) dengan sumber kebocoran gas H2S di tengah dan tiga titik kumpul A, B, dan C. Pukul 10.00 alarm berbunyi dan kelompok kerja berkumpul di titik B. Pukul 10.20 angin bergeser dan alarm masih berbunyi. Kantong angin pada kedua waktu terlihat di gambar.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan kelompok di titik B yang paling tepat adalah ....



A. Tetap di titik B karena titik itu aman sejak pukul 10.00 dan orangnya sudah dihitung
B. Pindah ke titik A lewat jalur menyamping di sisi utara, menjauhi arah tiupan angin yang baru
C. Pindah ke titik C lewat jalur terpendek di dekat sumber kebocoran karena C berada di sisi datangnya angin
D. Tetap di titik B sambil memakai masker kartrid sampai alarm berhenti berbunyi
E. Pindah ke titik C yang berada di dasar parit karena letaknya melawan arah angin yang baru

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 · Terbentuknya minyak bumi dan petroleum system	2, 3, 4, 5	___ / 4	Ulangi hlm. 87
Sub bab 2.2 · Geologi dasar: batuan, struktur, dan peran geologi	1, 8, 9, 11	___ / 4	Ulangi hlm. 100
Sub bab 2.3 · Tahapan pencarian migas di darat dan perairan	13, 15, 16, 18	___ / 4	Ulangi hlm. 115
Sub bab 2.4 · Alat pelindung diri sesuai SOP	7, 10, 12, 17	___ / 4	Ulangi hlm. 128
Sub bab 2.5 · Budaya kerja 5R: Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin	6, 14, 19, 22	___ / 4	Ulangi hlm. 144
Sub bab 2.6 · Bahaya fisik, kimia, mekanik, dan potensi bahaya area kerja migas	20, 21, 23, 24, 25	___ / 5	Ulangi hlm. 157

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

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Bab 3 · Teknik Pemboran Migas

SMKTPER-B3

Setelah mempelajari bab ini, kamu dapat:

- mengenali jenis rig darat dan komponen utamanya
- memilih jenis rig dan peralatan yang dimobilisasi sesuai lokasi
- membedakan mobilisasi, moving, dan demobilisasi serta menghitung perjalanan dan waktunya
- mengurutkan tahapan rig-up dan rig-down
- menjelaskan fungsi lima sistem pemboran dan komponennya

Peta bab

Sub bab	Judul
3.1	Jenis rig darat dan komponen utamanya
3.2	Jenis rig dan peralatan pemboran yang dimobilisasi
3.3	Mobilisasi, demobilisasi, dan moving rig
3.4	Tahapan rig-up dan rig-down
3.5	Lima sistem pemboran dan komponennya

Bab 3 di LMS

Buka seluruh latihan bab ini di LMS.

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

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

Sub bab 3.1 · Jenis rig darat dan komponen utamanya

SMKTPER-3.1

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi Teknik Perminyakan meminta kamu **mengenali jenis rig dan peralatan pemboran**. Untuk rig darat, soal biasanya bercerita tentang sebuah sumur: ada rangkaian pipa yang sedang tergantung, ada dua pilihan rig dengan harga dan kapasitas berbeda, atau ada siswa PKL yang mengamati perjalanan sebatang pipa dari rak sampai ke lantai bor. Lalu kamu diminta **menyebut komponen yang menahan beban, menunjuk komponen pada jalur pipa, atau memilih rig yang tepat**. Kata kunci soal seperti ini adalah **jalur beban** (komponen mana yang menanggung berat rangkaian pipa), **jalur pipa** (urutan komponen dari tanah ke lantai bor), **kapasitas dan akses** (rig harus mampu mengangkat bebannya dan bisa sampai ke lokasi).

Bentuk soalnya bisa pilihan ganda, pilihan ganda kompleks, atau pernyataan Benar/Salah. Pengecohnya biasanya komponen yang "tampak ikut bekerja" tetapi tidak berada di jalur yang ditanyakan, misalnya pompa lumpur yang disangka ikut menahan beban, atau meja putar yang disangka selalu menahan rangkaian pipa.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan tujuan pemboran dan fungsi rig sebagai alat pembuat lubang;
- membedakan empat jenis rig darat dan keadaan lokasi yang cocok bagi masing-masing;
- menunjuk komponen sistem angkat dan menelusuri jalur beban dari rangkaian pipa sampai ke tanah;
- menelusuri jalur sebatang pipa dari rak pipa ke lantai bor dengan nama komponen yang benar;
- menjelaskan fungsi substruktur, cellar, dan tinggi bebas untuk ruang BOP;
- memilih rig darat dengan membandingkan beban terberat dengan kapasitas, tinggi ruang, dan akses lokasi.

◆ KONSEP INTI

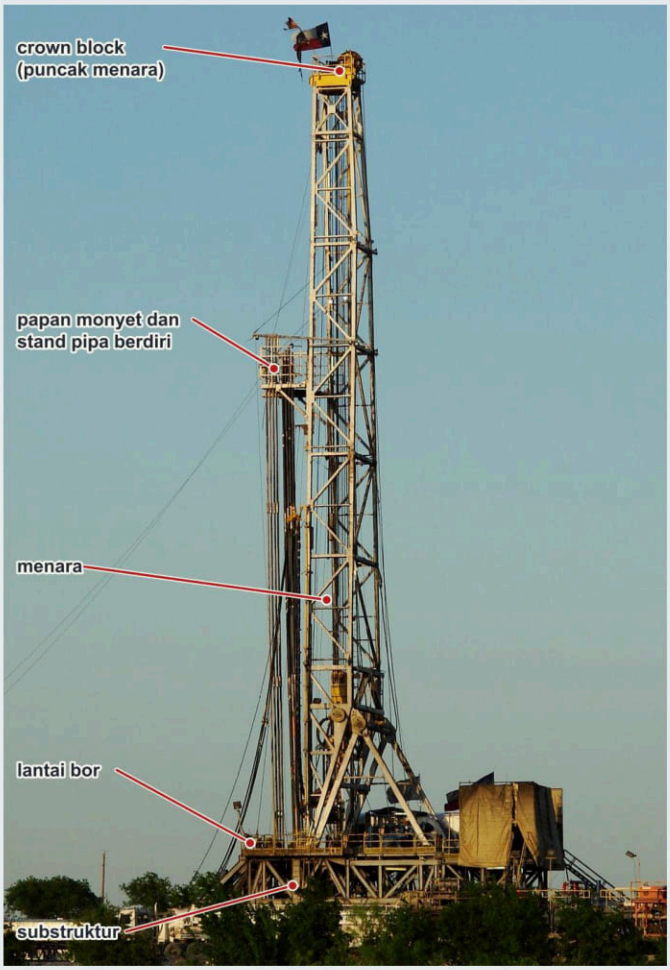
Minyak dan gas bumi tersimpan di dalam batuan jauh di bawah tanah. Satu-satunya cara membuktikan bahwa batuan itu benar-benar berisi migas, dan kemudian mengalirkannya ke permukaan, adalah **membuat lubang** sampai ke lapisan itu. Kegiatan membuat lubang inilah yang disebut **pemboran** (*drilling*). Lubang yang dihasilkan disebut **sumur**. Sumur eksplorasi dibor untuk membuktikan ada atau tidaknya migas; sumur pengembangan dibor untuk memproduksikan migas dari lapangan yang sudah terbukti (kamu sudah mempelajarinya di sub bab 1.1).

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

Sumur biasanya sedalam ribuan meter, jauh lebih dalam daripada bangunan tertinggi di dunia. Untuk membuatnya diperlukan rangkaian pipa baja yang sangat panjang dan berat, pahat di ujung bawahnya, cairan yang dipompakan terus-menerus, dan mesin yang kuat. Semua itu dikumpulkan dalam satu paket peralatan bernama **rig pemboran**. Kamu bisa membayangkan rig sebagai "pabrik pembuat lubang" yang dapat dibongkar, dipindahkan, dan dirakit lagi di tempat lain. Sub bab ini membahas rig yang bekerja **di darat**. Sub bab 3.2 membahas rig di laut.

1. Melihat rig darat dari luar

Gambar 3.1 adalah foto sebuah rig pemboran darat. Dari kejauhan, yang paling terlihat adalah **menara** yang menjulang. Menara berfungsi sebagai kerangka untuk menggantung rangkaian pipa dan menyimpan pipa yang berdiri. Ada dua jenis menara. **Derrick** adalah menara kisi baja berkaki empat yang dirakit bagian demi bagian di tempat. **Mast** adalah menara yang dirakit dalam keadaan mendatar di tanah, lalu dinaikkan tegak sekaligus dengan tenaga *drawworks* (mesin penggulung tali yang dijelaskan sebentar lagi).



Gambar 3.1 Rig pemboran darat dengan menara kisi baja. Di puncak terdapat crown block; di tengah menara ada papan monyet; di bawah menara terdapat lantai bor di atas substruktur. Sumber: foto Loadmaster (David R. Tribble), Wikimedia Commons, CC BY-SA 3.0; label ditambahkan oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Di puncak menara ada *crown block*. Di tengahnya ada sebuah platform kecil yang disebut **papan monyet** (*monkey board*), tempat seorang pekerja (*derrickman*) berdiri untuk menata pipa yang berdiri. Di bawah menara ada platform besar yang disebut **lantai bor** (*rig floor*) yang ditopang

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

oleh **substruktur**. Di lantai bor itulah pipa disambung dan rangkaian pipa diputar atau diturunkan. Bagian-bagian ini dijelaskan satu per satu di bawah.

2. Empat jenis rig darat

Tidak semua lokasi sumur sama. Ada lokasi di tepi jalan raya yang datar dan keras, ada lokasi di tengah perkebunan dengan jalan tanah sempit, dan ada lokasi di hutan pegunungan tanpa jalan sama sekali. Karena itu ada beberapa jenis rig darat. Gambar 3.2 merangkum empat di antaranya.



Gambar 3.2 Empat jenis rig darat: konvensional, mobile (di atas truk), perawatan sumur, dan modular. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Rig konvensional adalah rig darat yang paling besar. Menaranya dirakit di lokasi dari bagian-bagian baja, dan bagian-bagian itu datang dengan truk trailer. Kapasitasnya besar sehingga cocok untuk sumur dalam. Syaratnya: jalan menuju lokasi harus cukup lebar dan kuat untuk muatan berat, dan waktu pemasangan (*rig-up*) cukup lama, bisa beberapa hari sampai beberapa minggu.

Rig mobile, yaitu rig di atas truk (*truck-mounted rig*), menaranya terlipat di atas rangka truk. Setelah truk tiba, menara diberdirikan dengan tenaga mesin rig sendiri. Pemindahannya cepat, tetapi kapasitas bebannya lebih kecil daripada rig konvensional, sehingga lebih cocok untuk sumur dangkal sampai sedang. Rig ini tetap membutuhkan jalan yang bisa dilalui truk.

Rig perawatan sumur (*workover rig* atau *well service rig*) tidak dipakai untuk membuat sumur baru. Rig ini bekerja pada sumur yang sudah ada, misalnya untuk mencabut pipa produksi atau mengganti pompa di dasar sumur. Menaranya lebih pendek dan biasanya dipasang di atas truk. Karena sumur lama masih bisa mengandung tekanan, rig ini tetap dilengkapi BOP (alat penutup sumur yang dibahas di sub bab 3.5).

Rig modular dipecah menjadi bagian-bagian ringan agar bisa diangkut tanpa jalan, misalnya

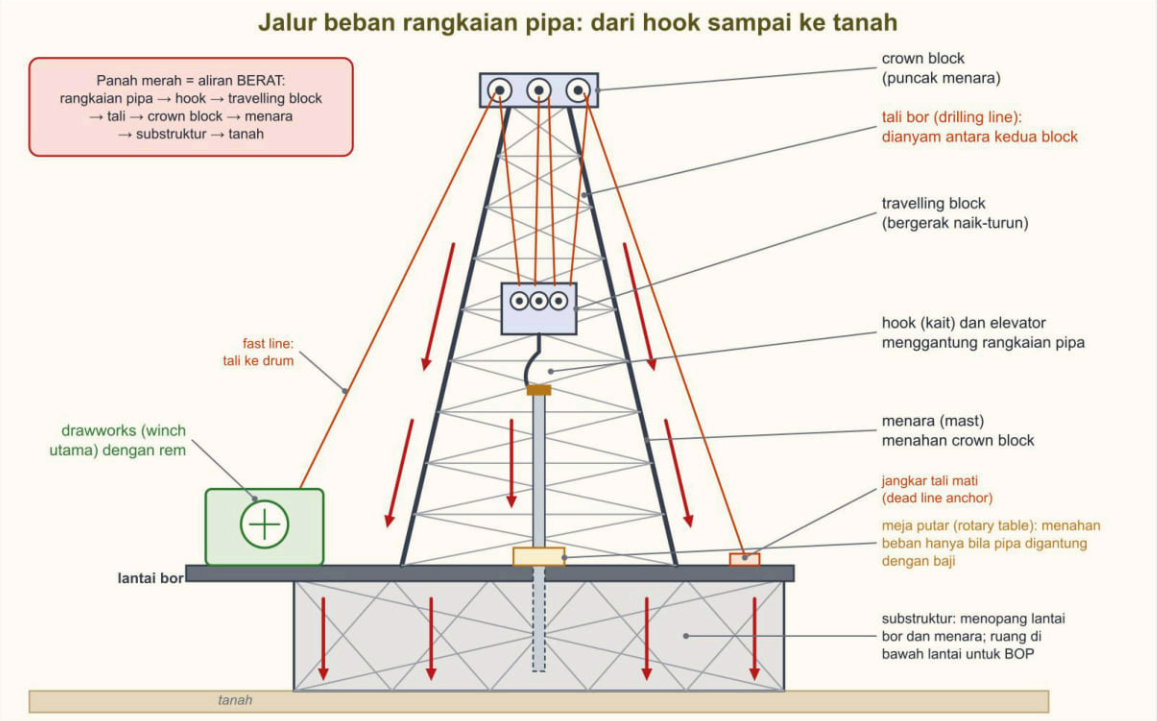
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

dengan helikopter atau perahu kecil. Setiap bagian harus lebih ringan daripada kemampuan angkat helikopter atau muatan perahu. Rig ini dipakai di hutan lindung atau pegunungan tempat jalan baru tidak boleh dibuka. Biaya angkutnya tinggi, jadi hanya dipilih bila jalan tidak ada.

Jadi dua hal menentukan pilihan jenis rig: **beban terberat yang harus diangkat** dan **akses menuju lokasi**. Harga sewa memang dipertimbangkan, tetapi hanya di antara rig yang sudah memenuhi dua syarat itu.

3. Sistem angkat dan jalur beban

Rangkaian pipa bor yang panjang beratnya bisa puluhan sampai ratusan ton. Peralatan yang mengangkat, menurunkan, dan menahan rangkaian itu disebut **sistem angkat** (*hoisting system*). Perhatikan Gambar 3.3 sambil membaca komponennya dari atas ke bawah.



Gambar 3.3 Jalur beban pada rig darat. Panah merah menunjukkan arah aliran berat dari rangkaian pipa sampai ke tanah. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Crown block** terpasang tetap di puncak menara. Ia berupa deretan roda tali (*sheave*) yang berputar.
- **Travelling block** adalah kumpulan roda tali lain yang bergerak naik dan turun di dalam menara, tergantung pada tali.
- **Tali bor** (*drilling line*) adalah tali baja yang dianyam bolak-balik antara roda crown block dan roda travelling block. Makin banyak lilitan, makin kecil beban yang ditanggung tiap tali, tetapi makin lambat gerak travelling block. Satu ujung tali bergerak dan ditarik atau dilepas oleh drawworks (disebut *fast line*). Ujung lainnya diikat mati pada jangkar (*dead line*).
- **Hook** (kait) tergantung di bawah travelling block. Pada hook digantungkan penjepit pipa yang disebut *elevator*, atau pada rig tertentu ditambahkan *swivel* atau *top drive* (dibahas di sub bab 3.5). Dengan alat itu rangkaian pipa tergantung pada hook.
- **Drawworks** adalah mesin penggulung (*winch*) terbesar di rig. Drumnya menggulung dan

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

melepas tali bor, sehingga travelling block naik atau turun. Drawworks dilengkapi **rem** yang sangat kuat untuk menahan beban.

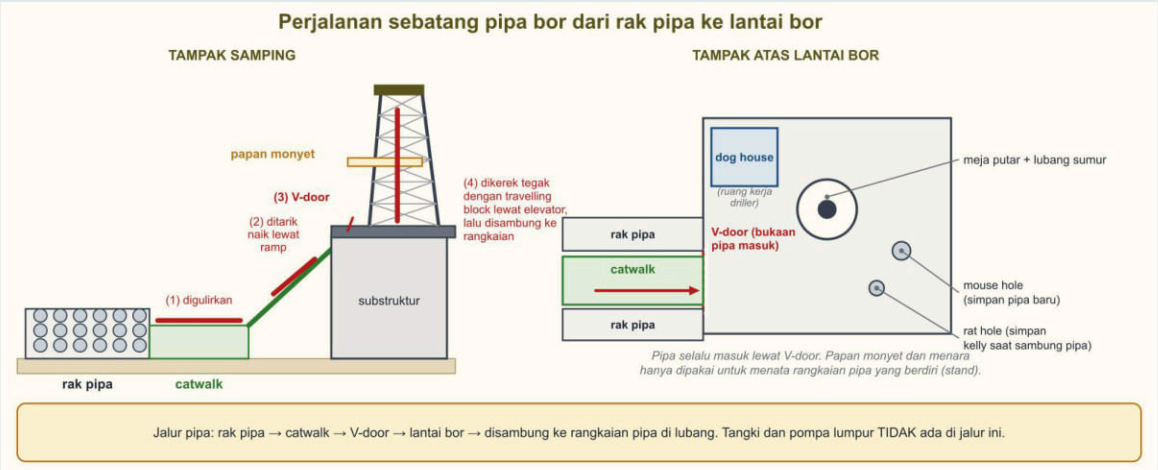
Sekarang telusuri jalur beban pada Gambar 3.3. Berat rangkaian pipa menarik hook ke bawah. Hook menggantung pada travelling block. Travelling block menarik tali bor ke bawah. Tali bor lewat roda-roda crown block, sehingga beban itu akhirnya ditumpukan pada crown block di puncak menara. Menara meneruskan beban itu lewat kaki-kakinya ke substruktur, dan substruktur meneruskannya ke tanah. Jadi komponen yang berada **di jalur beban** adalah: hook, travelling block, tali bor, crown block, menara, substruktur, dan tanah di bawahnya. Drawworks juga ikut menahan karena ia memegang ujung tali bor lewat rem. Komponen seperti pompa lumpur, tangki lumpur, dan genset **tidak** berada di jalur ini.

Ada satu pengecualian yang sering menjebak. Saat kru menyambung pipa, rangkaian harus "diparkir" supaya hook bebas melepas dan mengambil pipa berikutnya. Untuk itu dipakai **baji** (*slips*), yaitu penjepit berbentuk baji yang dimasukkan ke lubang **meja putar** (*rotary table*, lingkaran baja di lantai bor yang dapat berputar). Baji mencengkeram pipa sehingga berat rangkaian beralih dari hook ke meja putar, lalu lewat meja putar ke substruktur. **Selama baji belum dipasang, meja putar tidak menahan beban rangkaian**, dan semuanya masih tergantung pada hook. Baji hanya boleh dipasang setelah rangkaian berhenti bergerak, dan tangan kru tidak boleh berada di dekat baji ketika rangkaian masih bergerak turun.

4. Lantai bor dan jalur pipa ke lantai bor

Lantai bor adalah tempat kerja utama kru pemboran. Di sinilah terdapat meja putar, drawworks (pada banyak rig), konsol pengendali, dan ruang kecil beratap yang disebut ***dog house***. Dog house adalah ruang kerja *driller* (juru bor yang mengendalikan rem dan mesin) dan kru; ruangan itu bukan tempat menyimpan pipa. Perhatikan bahwa nama ruangan itu menyesatkan: siswa sering mengira dog house dipakai untuk menaruh pipa.

Pipa baru disimpan di tanah, di luar lantai bor. Perjalanannya ke lantai bor dapat kamu ikuti pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Tampak samping dan tampak atas jalur pipa. Sebatang pipa digulirkan dari rak pipa ke catwalk, ditarik naik lewat V-door, lalu dikerek tegak. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **Rak pipa** (*pipe rack*) adalah rangka tempat pipa bor atau casing ditumpuk berjajar di tanah,

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

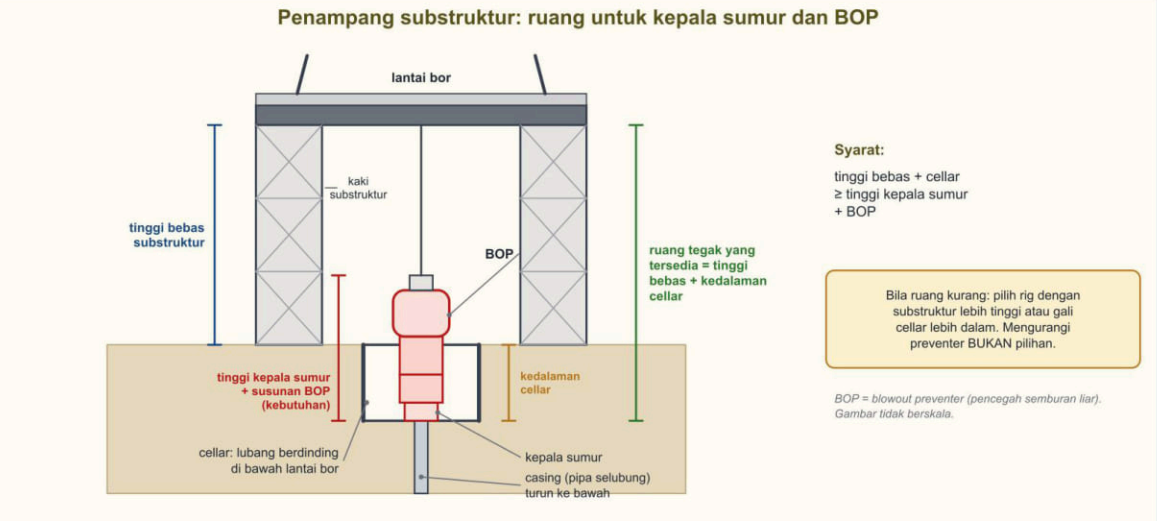
di samping rig.

2. **Catwalk** adalah landasan datar di antara rak pipa dan rig. Pipa digulirkan dari rak ke catwalk.
3. **Ramp** (landasan miring, disebut juga *slide*) adalah bagian catwalk yang miring dan menanjak ke lantai bor.
4. **V-door** adalah bukaan di sisi menara pada ketinggian lantai bor. Pipa ditarik naik lewat ramp sampai ke ambang V-door, lalu masuk ke lantai bor. Namanya berasal dari bentuk bukaan itu pada rig lama.
5. **Mouse hole** adalah lubang pendek berselubung di lantai bor tempat sebatang pipa baru disimpan sementara dalam posisi tegak, siap disambung.
6. Pipa kemudian dikerek tegak oleh travelling block lewat elevator, diturunkan, dan **disambung** ke rangkaian pipa yang sedang tergantung di lubang.
7. **Rat hole** adalah lubang lain di lantai bor tempat *kelly* (pipa persegi penerus putaran; lihat sub bab 3.5) disimpan sementara ketika sebatang pipa sedang disambung.

Papan monyet tidak termasuk jalur pipa baru dari tanah. Papan itu berada tinggi di menara dan dipakai oleh derrickman ketika kru *mencabut* rangkaian: pipa yang dicabut disusun dalam kelompok tiga batang (disebut *stand*), puncaknya disandarkan di papan monyet, dan kakinya berdiri di lantai bor. Pipa baru dari rak tidak langsung dinaikkan ke papan monyet.

5. Substruktur, cellar, dan ruang untuk BOP

Lantai bor dan menara berdiri di atas **substruktur** (*substructure*), yaitu rangka baja yang tingginya setinggi satu atau beberapa tingkat bangunan. Substruktur punya dua tugas. Pertama, ia **menopang** lantai bor, menara, dan semua beban rangkaian pipa. Kedua, ia **menyediakan ruang kosong di bawah lantai bor** untuk kepala sumur dan **BOP** (*blowout preventer*, susunan katup raksasa yang dapat menutup sumur bila fluida formasi mendesak naik; dibahas lengkap di sub bab 3.5). Gambar 3.5 memperlihatkan penampangnya.



Gambar 3.5 Penampang substruktur. Ruang tegak di bawah lantai bor adalah tinggi bebas substruktur ditambah kedalaman cellar; ruang itu harus muat untuk kepala sumur dan susunan BOP. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Di tengah ruang itu, di permukaan tanah, dibuat lubang berdinding yang disebut **cellar**. Pipa selubung pertama yang dipasang di sumur (casing) turun dari dasar cellar. Pada ujung atas casing dipasang **kepala sumur** (*wellhead*), dan di atasnya dipasang susunan BOP. Cellar juga menampung air dan lumpur yang menetes dari lantai bor.

Dari Gambar 3.5 kamu dapat menalar satu aturan sederhana. **Ruang tegak yang tersedia** untuk kepala sumur dan BOP sama dengan **tinggi bebas substruktur** (jarak dari tanah ke sisi bawah lantai bor) **ditambah kedalaman cellar** (karena cellar menambah ruang ke bawah). Ruang itu harus lebih besar atau sama dengan tinggi gabungan kepala sumur dan BOP yang dibutuhkan. Bila ruang kurang, ada dua jalan: memilih rig dengan substruktur lebih tinggi, atau menggali cellar lebih dalam. **Mengurangi jumlah preventer pada BOP bukan jalan yang boleh ditempuh**, karena itu melemahkan pengendalian sumur.

6. Tangki dan pompa lumpur

Di samping rig berdiri **tangki lumpur** dan **pompa lumpur**. Pompa menekan lumpur pemboran lewat rangkaian pipa sampai ke pahat, lalu lumpur naik kembali dan masuk lagi ke tangki. Peralatan ini bagian dari **sistem sirkulasi**, salah satu dari lima sistem pemboran yang dibahas di sub bab 3.5. Di sini cukup kamu ingat satu hal: pompa dan tangki lumpur berada di samping dan bukan di jalur beban atau jalur pipa.

7. Kapasitas beban angkat dan memilih rig

Setiap rig punya **kapasitas beban angkat**, yaitu berat terbesar yang boleh digantungkan pada hook. Komponen rig dibuat untuk menahan batas itu: menara, tali, crown dan travelling block, serta drawworks. Melebihi batas itu dapat mematahkan tali, merobohkan menara, atau menggelincirkan rem.

Beban terbesar yang digantung pada sebuah sumur adalah rangkaian terpanjang dan terberat, dan sering kali itu **casing**, yaitu pipa selubung yang dimasukkan untuk melapisi dinding lubang. Cara menghitung bebannya sederhana: **panjang rangkaian × berat per meter**. Perusahaan biasanya menetapkan **batas aman**, misalnya beban tidak boleh melebihi 75 persen dari kapasitas rig, agar ada cadangan ketika terjadi gesekan atau pipa tersangkut.

Setelah beban terberat diketahui, urutan memilih rig darat adalah sebagai berikut. Pertama, tentukan beban terberat dan bandingkan dengan batas aman tiap rig. Kedua, periksa **tinggi bebas dan cellar** terhadap kebutuhan BOP. Ketiga, periksa **akses**: jalan, jembatan, dan tanah lokasi. Keempat, setelah semua syarat terpenuhi, bandingkan biaya sewa dan waktu pindah.

> **Pengayaan.** Di dalam sumur yang berisi lumpur, rangkaian pipa terasa lebih ringan daripada beratnya di udara karena didorong ke atas oleh lumpur (gaya apung). Perhitungan teknik pemboran memakai berat yang sudah dikoreksi itu. Dalam buku ini, dan dalam soal TKA, beban dihitung dari berat di udara sehingga hasilnya menjadi batas yang aman.

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

▣ CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Menunjuk komponen dari jalur pipa

Pada 2027, Rani, siswa PKL di rig fiktif Rig-31, mencatat apa yang dilakukan kru terhadap sebatang pipa bor baru: (a) pipa ditumpuk di tanah di samping rig; (b) pipa digulirkan ke landasan datar; (c) pipa ditarik naik ke lantai bor; (d) pipa disimpan tegak di lubang kecil di lantai bor; (e) pipa dikerek lalu disambung ke rangkaian. Tulislah nama komponen pada tiap langkah dan nilai pernyataan Rani: "Pipa baru dinaikkan dari rak ke papan monyet." *Kasus disusun untuk contoh; tokoh dan rig fiktif.*

1. Langkah (a): tempat penumpukan di tanah adalah **rak pipa**.
2. Langkah (b): landasan datar adalah **catwalk**.
3. Langkah (c): pipa ditarik naik lewat landasan miring (ramp) sampai bukaan di sisi menara pada tinggi lantai bor, yaitu **V-door**.
4. Langkah (d): lubang kecil berselubung yang menyimpan pipa tegak sementara adalah **mouse hole**.
5. Langkah (e): pipa dikerek oleh **travelling block** lewat elevator, lalu disambung di atas lubang sumur.
6. Penilaian: papan monyet berada tinggi di menara dan dipakai untuk menata *stand* yang dicabut dari lubang. Pipa baru dari rak naik lewat catwalk dan V-door. Pernyataan Rani **salah**.

Urutan jalurnya: rak pipa → catwalk → V-door → mouse hole → disambung ke rangkaian.

Contoh 2 — Memilih rig dari beban dan akses

PT Batanghari Energi (fiktif) akan membor sumur Cempaka-9 sedalam 2.600 m pada 2027. Casing produksi beratnya 40 kg/m, sedangkan pipa bor 28 kg/m. Aturan perusahaan: beban yang digantung paling besar 75 persen dari kapasitas rig. Rig Dahlia (rig mobile di atas truk) berkapasitas 120 ton dan siap minggu ini. Rig Edelweis (konvensional) berkapasitas 250 ton dan siap bulan depan. Jalan ke lokasi sudah diperkeras dan dilalui trailer. Pilih rig yang tepat. *Kasus disusun untuk contoh; perusahaan, rig, dan lokasi fiktif.*

1. **Beban casing:** 2.600 m × 40 kg/m = 104.000 kg = **104 ton**.
2. **Beban pipa bor:** 2.600 m × 28 kg/m = 72.800 kg = **72,8 ton**.
3. **Beban terberat** adalah casing, 104 ton, bukan pipa bor.
4. **Batas aman Rig Dahlia:** 75 % × 120 ton = 90 ton. Casing 104 ton melampaui 90 ton, jadi Rig Dahlia **tidak boleh** dipakai walaupun pipa bor 72,8 ton masih di bawah batas.
5. **Batas aman Rig Edelweis:** 75 % × 250 ton = 187,5 ton. Casing 104 ton di bawah batas itu, jadi rig ini **memenuhi**.
6. **Akses:** jalan sudah diperkeras dan dilalui trailer, jadi rig konvensional bisa sampai ke lokasi.

Keputusan: **Rig Edelweis**, karena hanya rig itu yang sanggup mengangkat casing dengan aman. Keunggulan Rig Dahlia (siap lebih cepat) tidak boleh mengalahkan syarat beban.

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

Contoh 3 — Memeriksa ruang tegak untuk kepala sumur dan BOP

Sumur Anggrek-4 (fiktif, 2027) membutuhkan ruang tegak 5,6 m di bawah lantai bor untuk kepala sumur dan BOP. Rig yang tersedia punya tinggi bebas substruktur 4,9 m. Cellar yang direncanakan sedalam 0,5 m. Apakah ruangnya cukup? Bila tidak, apa yang dapat dilakukan? *Kasus disusun untuk contoh; sumur dan rig fiktif.*

1. Ruang tersedia = tinggi bebas + kedalaman cellar = 4,9 m + 0,5 m = **5,4 m**.
2. Bandingkan dengan kebutuhan: 5,4 m < 5,6 m, jadi ruang **kurang 0,2 m**.
3. Cara yang benar: menggali cellar lebih dalam. Bila cellar digali 0,8 m, ruang menjadi 4,9 + 0,8 = **5,7 m**, yang melebihi 5,6 m, jadi cukup.
4. Cara yang **salah**: membuang satu preventer dari BOP supaya muat. Itu melemahkan penutupan sumur.

Keputusan: gali cellar sampai sedikitnya 0,7 m (karena 4,9 + 0,7 = 5,6 m, tepat memenuhi), dan dalam praktik diberi sedikit cadangan, misalnya 0,8 m.

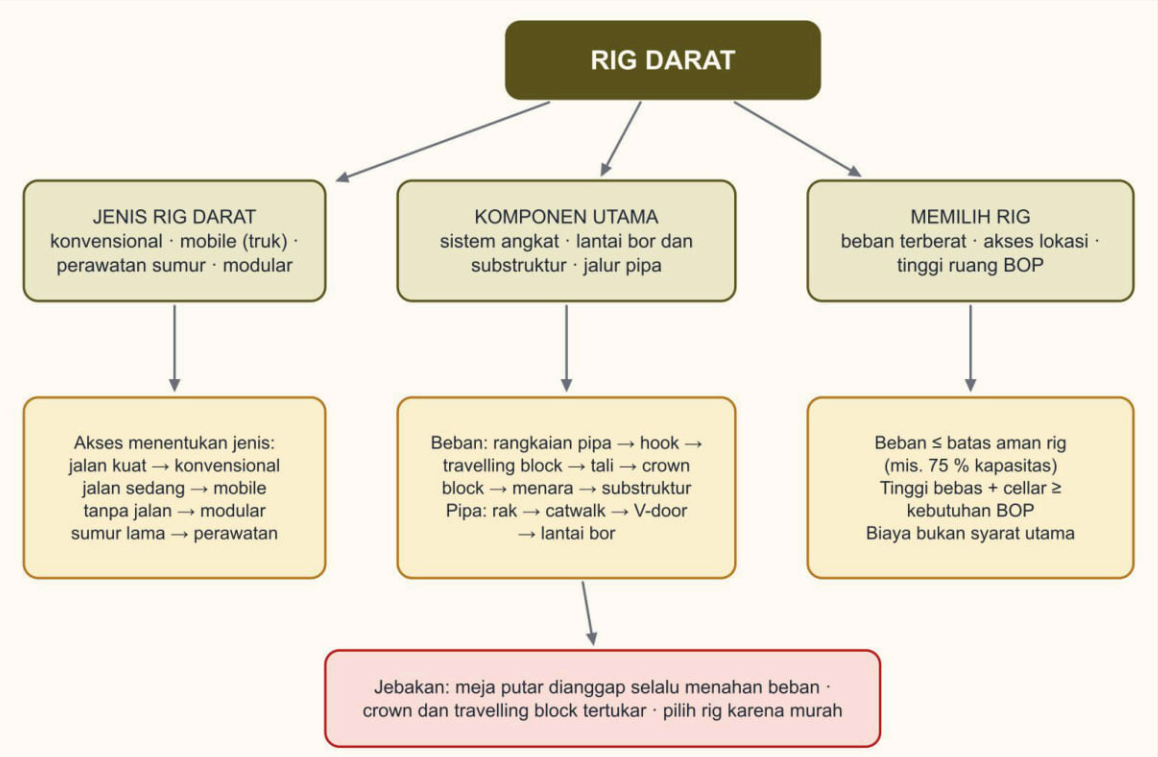
NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat (ringkasannya digambarkan pada Gambar 3.6):

- **Pemboran** membuat lubang untuk membuktikan atau memproduksikan migas; **rig** adalah paket peralatan pembuat lubang.
- **Empat jenis rig darat:** konvensional (besar, jalan kuat), mobile di atas truk (cepat, kapasitas lebih kecil), perawatan sumur (untuk sumur yang sudah ada, tetap pakai BOP), modular (dipecah ringan untuk angkut udara).
- **Jalur beban:** rangkaian pipa → hook → travelling block → tali bor → crown block → menara → substruktur → tanah. Meja putar menahan beban hanya setelah baji dipasang.
- **Jalur pipa:** rak pipa → catwalk → ramp dan V-door → mouse hole → dikerek dan disambung. Dog house adalah ruang kerja, papan monyet menata stand.
- **Ruang BOP:** tinggi bebas substruktur + kedalaman cellar ≥ tinggi kepala sumur + BOP.
- **Memilih rig:** beban terberat ≤ batas aman, tinggi ruang cukup, akses terpenuhi, baru biaya.



Gambar 3.6 Peta konsep jenis rig darat dan komponen utamanya. 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 rig darat:

1. **Baca kata tanya.** Menunjuk komponen di jalur beban, menunjuk komponen di jalur pipa, atau memilih rig?
2. **Gambarkan jalurnya di kepala.** Untuk jalur beban, mulailah dari hook dan turun ke tanah. Untuk jalur pipa, mulailah dari rak di tanah dan naik ke lantai bor.
3. **Tandai keadaan khusus dalam cerita**, misalnya "baji belum dipasang", "kru menunggu sambungan pipa", atau "jalan baru tidak diizinkan". Keadaan itu sering menggugurkan satu opsi.
4. **Untuk memilih rig, hitung beban terberat dahulu**, bandingkan dengan batas aman, baru periksa ruang dan akses.
5. **Baru bandingkan biaya** setelah syarat teknis terpenuhi.

Jebakan khas pada soal ini:

- **Meja putar dianggap selalu menahan beban.** Meja putar baru menahan beban setelah baji dipasang; sebelum itu beban masih di hook.
- **Crown block dan travelling block tertukar.** Crown block tetap di puncak; travelling block bergerak naik-turun.
- **Pompa lumpur dianggap ikut menahan beban.** Pompa bagian dari sistem sirkulasi.
- **Dog house dianggap tempat pipa.** Dog house adalah ruang kerja driller.
- **Rig dipilih dari harga atau kecepatan.** Syarat beban dan akses harus dipenuhi dahulu.
- **Hanya pipa bor yang diperiksa**, padahal casing lebih berat.
- **Cellar terlupa** saat menghitung ruang tegak untuk BOP.

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menguji pemilihan rig darat dari beban rangkaian pipa dan kapasitas rig. Hitung dulu beban terberat, bandingkan dengan batas aman, lalu timbang alasan jawaban.

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

►. Perusahaan akan membor sumur sedalam 3.500 m (2027). Ada dua rig darat yang tersedia: Rig Tirta (rig *mobile* di atas truk, kapasitas beban kait 150 ton, cepat pindah, sewanya lebih murah) dan Rig Samudra (rig konvensional, kapasitas 350 ton). Rangkaian pipa bor beratnya 30 kg/m, sedangkan rangkaian *casing* produksi 47 kg/m. Aturan perusahaan: beban yang diangkat paling besar 80% kapasitas rig.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pilihan rig yang paling tepat adalah ....

A. Rig Tirta, karena pipa bor seberat 105 ton masih di bawah 150 ton
B. Rig Tirta, karena sewanya lebih murah dan waktu pindahnya cepat
C. Rig Samudra, karena casing 165 ton melampaui batas Rig Tirta
D. Rig Samudra, karena menara rig konvensional lebih tinggi
E. Rig Samudra, karena pipa bor 105 ton melebihi batas Rig Tirta

Pembahasan **Kunci: C**

Konsep: Komponen utama rig darat (menara, drawworks, crown block, travelling block, hook) memiliki batas beban. Rig dipilih berdasarkan beban terberat yang akan digantung, yaitu rangkaian pipa atau casing terpanjang.

Langkah:
1. Pipa bor: 3.500 × 30 = 105.000 kg = 105 ton.
2. Casing: 3.500 × 47 = 164.500 kg ≈ 165 ton (beban terberat).
3. Batas Rig Tirta: 80% × 150 = 120 ton < 165 ton; batas Rig Samudra: 80% × 350 = 280 ton ≥ 165 ton.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: hanya memeriksa pipa bor; beban terberat adalah casing. Lagi pula 105 ton hanya sedikit di bawah batas 120 ton.
• **B.** ✗ Biaya murah tidak berguna bila rig tidak mampu mengangkat casing.
• **C.** ✓ Casing 165 ton melebihi batas aman Rig Tirta (120 ton), tetapi di bawah batas Rig Samudra (280 ton).
• **D.** ✗ Jebakan: tinggi menara bukan dasar pemilihan di kasus ini; yang menentukan adalah kapasitas beban.
• **E.** ✗ Jebakan: pilihannya benar, tetapi alasannya salah; 105 ton masih di bawah batas 120 ton. Yang melebihi adalah casing.

Jawaban: C.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk soal jalur beban, telusuri dari hook ke tanah; untuk soal akses, coret opsi yang melanggar syarat lokasi.

1. Di rig darat Rig-07 (2027), rangkaian pipa bor seberat 60 ton sedang tergantung di *hook* karena kru menunggu sambungan pipa berikutnya. Baji (*slips*) belum dipasang di meja putar, dan rem *drawworks* menahan tali bor. Pengawas menjelaskan kepada siswa PKL komponen apa saja yang saat itu berada di jalur beban, dari hook sampai ke tanah.

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

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Komponen yang berada di jalur beban rangkaian pipa saat itu adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Pompa lumpur di sisi rig
☐ B. Crown block di puncak menara
☐ C. Meja putar (rotary table) di lantai bor
☐ D. Menara (mast) dan substruktur
☐ E. Tali bor (drilling line) dan travelling block

2. Sumur eksplorasi Gunung Rimba akan dibor di hutan pegunungan (2027). Pemerintah tidak mengizinkan pembukaan jalan baru karena kawasan itu hutan lindung. Sungai di dekatnya hanya dapat dilayari perahu dengan muatan paling berat 2 ton, sedangkan helikopter yang tersedia dapat mengangkat 4 ton per angkutan. Pilihan rig: rig mobile di atas truk, rig konvensional dengan bagian terberat 20 ton, dan rig modular dengan bagian terberat 3,5 ton.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Rencana yang paling tepat adalah ....

A. Rig mobile di atas truk melalui jalan setapak yang ada
B. Rig konvensional yang diangkut helikopter bagian demi bagian
C. Rig modular yang diangkut helikopter bagian demi bagian
D. Rig modular yang diangkut perahu sungai bagian demi bagian
E. Rig konvensional dengan membuka jalan darurat sementara

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

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa meja putar tidak menahan beban rangkaian pipa ketika baji belum dipasang?
- Rig A lebih murah dan siap lebih cepat, tetapi beban terberat melebihi batas aman rig A. Mengapa rig A tetap tidak boleh dipilih?
- **Yang harus kuingat:** jalur beban hook → travelling block → tali → crown block → menara → substruktur → tanah; jalur pipa rak → catwalk → V-door → mouse hole → disambung; ruang BOP = tinggi bebas + cellar; pilih rig dari beban dan akses dahulu, baru harga.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 3.1: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktper&node=SMKTPER-3.1

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

Sub bab 3.2 · Jenis rig dan peralatan pemboran yang dimobilisasi

SMKTPER-3.2

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi Teknik Perminyakan meminta kamu **mengidentifikasi jenis rig dan peralatan pemboran**. Setelah sub bab 3.1 membahas rig darat, sub bab ini membahas rig yang bekerja **di rawa dan di laut**, serta **peralatan apa saja yang harus ikut dibawa** ketika sebuah rig dimobilisasi. Soal biasanya menceritakan sebuah lokasi sumur: berapa dalam airnya, bagaimana dasarnya, bagaimana gelombangnya, dan apa yang diinginkan perusahaan. Lalu kamu diminta **memilih jenis rig yang paling tepat, menilai pernyataan tentang sebuah rig, atau menentukan peralatan tambahan yang perlu dibawa**. Kata kunci soal seperti ini adalah **kedalaman air**, **dasar laut**, **posisi rig (berdiri di dasar atau terapung)**, dan **kondisi khusus sumur** (misalnya sumur berpotensi H2S).

Bentuk soalnya bisa pilihan ganda biasa, pilihan ganda kompleks, atau pernyataan Benar/Salah. Pengecohnya biasanya jenis rig yang "memang bisa bekerja di sana, tetapi tidak sesuai syarat kasus", misalnya kapal bor yang dipilih untuk air dangkal padahal perusahaan menginginkan rig yang berdiri di dasar laut dengan sewa lebih murah.

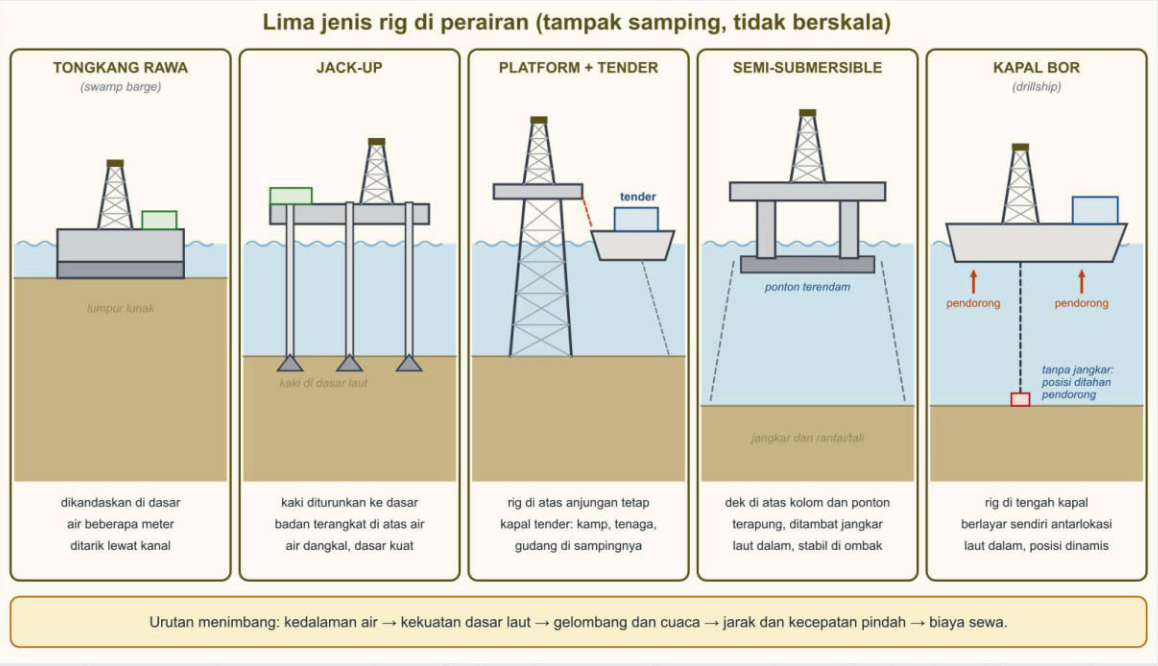
Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menyebut lima jenis rig di perairan dan menjelaskan cara tiap rig berada di lokasi (berdiri di dasar, dikandaskan, atau terapung);
- menjelaskan cara jack-up, tongkang rawa, semi-submersible, dan kapal bor dipindahkan dan ditempatkan;
- memilih jenis rig dari kedalaman air, kekuatan dasar laut, gelombang, dan jarak antarlokasi;
- menentukan kelompok peralatan yang dimobilisasi bersama rig, termasuk perlengkapan khusus untuk sumur berpotensi H2S;
- membedakan rig pemboran dengan rig perawatan sumur (*workover rig*) serta memilih yang tepat untuk suatu pekerjaan.

◆ KONSEP INTI

Sebagian migas Indonesia terletak di bawah rawa, delta sungai, dan laut. Rig darat yang kamu kenal di sub bab 3.1 tidak dapat berdiri di atas air. Karena itu dibuatlah rig khusus untuk perairan. Rig-rig itu berbeda dalam cara berada di lokasi: ada yang **berdiri di dasar**, ada yang **dikandaskan di dasar**, dan ada yang **terapung**. Cara berada di lokasi inilah yang menentukan di kedalaman berapa sebuah rig dapat dipakai dan seberapa mahal sewanya. Gambar 3.7 merangkum lima jenis rig di perairan.

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



Gambar 3.7 Tongkang rawa, jack-up, platform dengan tender, semi-submersible, dan kapal bor. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

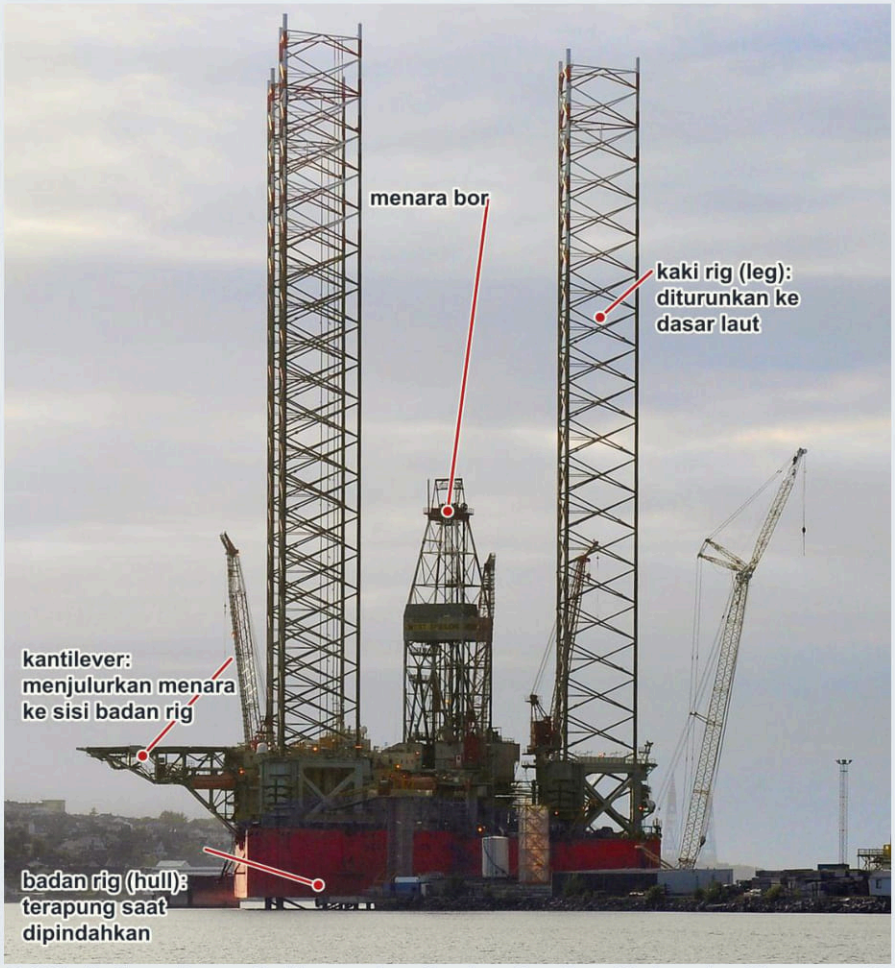
1. Tongkang rawa

Tongkang rawa (*swamp barge*) adalah rig yang dipasang di atas tongkang berlambung datar. Tongkang itu **ditarik** lewat sungai atau kanal sampai ke lokasi, lalu **dikandaskan**: tangki pemberatnya diisi air sehingga tongkang turun dan duduk di dasar. Karena duduk di dasar, rig stabil. Rig ini dipakai di **rawa, delta, dan sungai dengan air sangat dangkal**, yaitu beberapa meter saja. Dasarnya biasanya lumpur lunak yang tidak mampu menahan rig darat, sedangkan tongkang menyebarkan beratnya pada luas yang besar.

Sebelum tongkang ditarik, kanal harus diperiksa: **kedalaman terendahnya** harus lebih besar daripada kedalaman tongkang di dalam air (disebut sarat), dan **lebar serta belokannya** harus cukup untuk badan tongkang. Tongkang yang kandas atau tersangkut di belokan akan menunda seluruh pekerjaan. Tongkang rawa tidak dibuat untuk laut terbuka karena gelombang laut akan menggoyangkannya.

2. Jack-up

Jack-up adalah rig berbadan seperti tongkang besar dengan **tiga atau empat kaki** baja berbentuk kisi yang dapat dinaikkan dan diturunkan. Gambar 3.8 memperlihatkan sebuah jack-up dengan kaki terangkat.



Gambar 3.8 Rig jack-up dengan kaki terangkat. Sumber: foto Lars Christopher Nøttaasen, Wikimedia Commons, CC BY-SA 2.0; label ditambahkan oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Cara kerjanya dapat diikuti dalam tiga tahap. Pertama, **saat dipindahkan**, kaki dinaikkan dan badan rig terapung seperti kapal, lalu rig ditarik kapal tunda (atau, pada sebagian jenis, berlayar sendiri). Kedua, **setelah tiba di lokasi**, kaki diturunkan sampai ujungnya menancap di dasar laut. Ketiga, **badan rig dinaikkan** sepanjang kaki sampai berada di atas permukaan air, jauh dari jangkauan gelombang. Rig yang berdiri di atas kaki ini sangat stabil dan menara bor-nya dapat bekerja seperti di darat. Pada banyak jack-up, menara bor dipasang pada **kantilever**, yaitu lengan yang bisa menjulur ke luar badan rig sehingga lubang bor dapat berada di samping anjungan atau di luar badan rig.

Karena kakinya harus mencapai dasar laut, jack-up hanya cocok untuk **air dangkal sampai sedang**. Sebagai gambaran kasar, jack-up dipakai sampai kedalaman air sekitar 120 meter, dan beberapa rancangan sampai sekitar 170 meter. Syarat lain adalah **dasar laut yang kuat**. Dasar yang terlalu lunak, lerengnya curam, atau ada pipa bawah laut di dekatnya membuat jack-up berisiko: kaki dapat amblas tidak merata sehingga badan rig miring. Karena itu, sebelum jack-up didatangkan, dasar laut di lokasi disurvei lebih dulu. Sewa harian jack-up umumnya lebih rendah daripada rig terapung laut dalam, sehingga jack-up menjadi pilihan pertama bila kedalaman dan dasar lautnya memungkinkan.

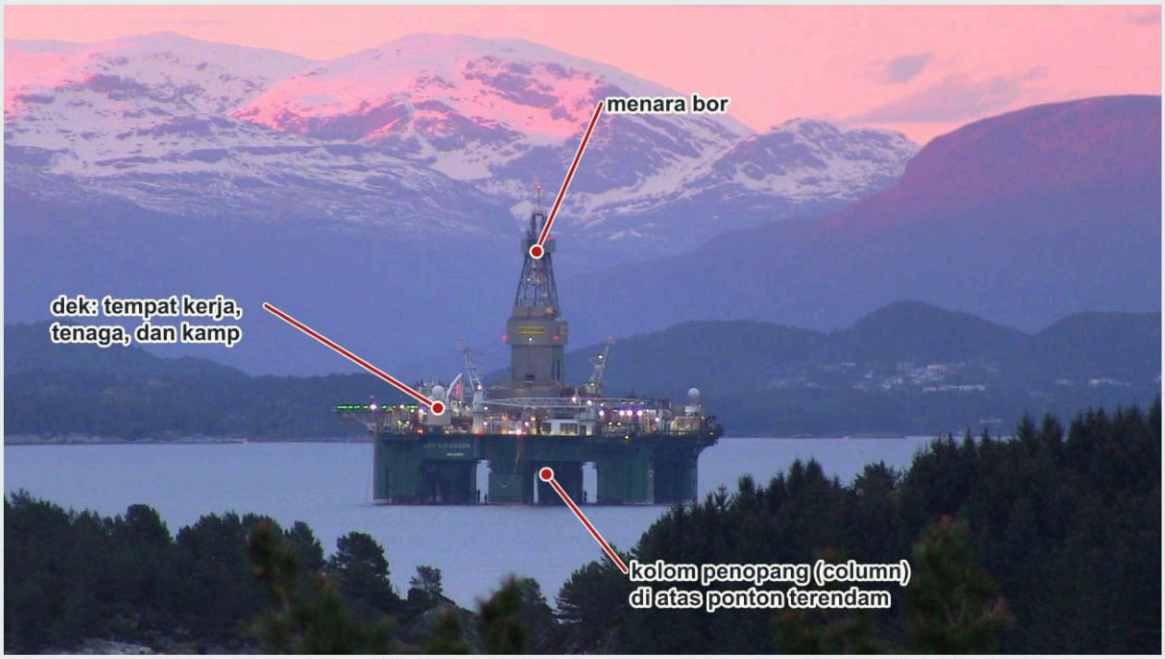
3. Platform rig dan tender

Pada **platform rig**, rig dipasang di atas **anjungan tetap** yang berdiri di dasar laut (kerangka baja yang disebut *jacket*). Setelah sumur-sumur selesai, anjungan yang sama menjadi tempat produksi. Karena dek anjungan sempit, peralatan yang makan tempat sering dipindahkan ke sebuah kapal yang ditambatkan di samping anjungan. Kapal itu disebut **tender** dan membawa kamp, genset, gudang, dan peralatan pendukung. Konfigurasi ini disebut **rig berbantuan tender** (*tender-assisted rig*). Gambar 3.7 memperlihatkan tender di samping anjungan. Rig ini dipasang di tempat yang sama dalam waktu lama, jadi pemilihannya mengikuti rancangan anjungan, bukan kedalaman air saja.

4. Semi-submersible

Semi-submersible, disingkat *semi-sub*, adalah rig terapung yang bentuknya seperti dek raksasa di atas kaki-kaki. Gambar 3.9 memperlihatkannya.

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



Gambar 3.9 Rig semi-submersible dengan dek, kolom, dan menara bor. Sumber: foto Marius Vassnes, Wikimedia Commons, CC BY-SA 4.0; label ditambahkan oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Strukturnya dari bawah ke atas: dua **ponton** yang terendam di bawah permukaan air, **kolom** yang menegak dari ponton ke atas permukaan, dan **dek** di atas kolom yang memuat menara bor, kamp, dan tenaga. Karena sebagian besar badannya terendam jauh di bawah permukaan, gelombang di permukaan hanya sedikit menggoyangkannya. Itulah sebabnya semi-sub dipilih untuk laut yang gelombangnya besar dan **laut dalam**. Rig ini tidak berdiri di dasar. Posisinya ditahan oleh **jangkar yang ditambatkan dengan rantai atau tali** (sistem tambat), atau oleh **pendorong yang dikendalikan komputer** (*dynamic positioning*, posisi dinamis). Semi-sub dipakai dari kedalaman puluhan meter sampai ribuan meter. Harga sewanya tinggi dan pemasangan tambatan memerlukan waktu.

5. Kapal bor

Kapal bor (*drillship*) adalah kapal laut yang di tengahnya terdapat menara bor dan lubang di lambung yang disebut *moonpool*, tempat pipa turun ke laut. Lihat Gambar 3.10.

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



Gambar 3.10 Kapal bor laut dalam dengan menara bor di tengah kapal dan anjungan di bagian depan. Sumber: foto Paul Harrison, Wikimedia Commons, CC BY-SA 4.0; label ditambahkan oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Kapal bor punya **mesin penggerak sendiri**, sehingga dapat berlayar dari satu lokasi ke lokasi lain tanpa ditarik. Karena itu kapal bor cocok bila **lokasi-lokasi sumur berjauhan**, misalnya ratusan kilometer. Kapal bor umumnya dipakai di **laut dalam** (sampai kira-kira 3.700 meter air) dan menahan posisi dengan **pendorong berkomputer** (posisi dinamis) atau tambatan. Jadi kapal bor sering dipilih bila **jangkar tidak boleh dipasang**, misalnya karena ada pipa bawah laut atau dasar laut yang curam. Kapal bor sebenarnya dapat bekerja di air dangkal, tetapi sewanya mahal untuk pekerjaan yang jack-up dapat lakukan.

6. Kedalaman, dasar laut, dan gelombang menentukan pilihan

Kamu sudah mengenal lima jenis rig. Sekarang tinggal menimbang: rig mana yang paling cocok untuk sebuah lokasi? Gambar 3.11 memperlihatkan kedalaman air tempat tiap rig umumnya dipakai.



Gambar 3.11 Ukuran kasar kedalaman air untuk tiap jenis rig (skala logaritma) beserta faktor lain yang diperiksa. Angka kasar dari rujukan umum; tiap rig berbeda menurut rancangannya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Pertimbangan disusun dari yang paling membatasi ke yang paling lunak.

1. **Kedalaman air.** Ini penyaring pertama. Air beberapa meter berarti tongkang rawa. Air dangkal sampai sekitar 100-an meter berarti jack-up. Air yang lebih dalam hanya dapat dilayani rig terapung: semi-sub atau kapal bor.
2. **Dasar laut.** Jack-up dan tongkang rawa menyentuh dasar, jadi dasar harus mampu menahannya. Bila dasar lunak, curam, atau ada pipa bawah laut, jack-up atau pemasangan jangkar tidak boleh dipakai.
3. **Gelombang dan cuaca.** Rig terapung dengan badan terendam (semi-sub) lebih stabil di ombak besar. Rig yang berdiri di atas kaki (jack-up) stabil karena badannya berada di atas gelombang.
4. **Jarak dan kecepatan pindah.** Kapal bor berlayar sendiri, jadi cocok untuk lokasi yang berjauhan.
5. **Biaya sewa.** Dibandingkan paling akhir, di antara rig yang sudah memenuhi syarat 1 sampai 4.

7. Peralatan yang dimobilisasi bersama rig

Mobilisasi adalah memindahkan rig dan peralatannya ke wilayah kerja (sub bab 3.3 membahasnya lengkap). Yang dibawa bukan rig saja. Rig hanyalah satu kelompok dari beberapa kelompok peralatan pada Gambar 3.12.

Kelompok peralatan yang dimobilisasi bersama rig

Kelompok	Isi (contoh)	Tergantung keadaan lokasi
Modul rig	menara, substruktur, drawworks, lantai bor	jenis rig dan cara angkut
Tenaga	mesin diesel dan generator, tangki solar	ada atau tidak jaringan listrik
Sirkulasi lumpur	pompa, tangki, shale shaker, bahan lumpur	sumber air; jumlah tangki
Pipa dan casing	pipa bor, drill collar, casing, pahat	kedalaman dan rancangan sumur
Pencegah semburan	BOP, akumulator, choke manifold	tekanan perkiraan sumur
Deteksi dan napas	detektor gas, SCBA, windsock, kotak P3K	**WAJIB bila sumur berpotensi H2S**
Pendukung kru	kamp, dapur, air minum, genset kamp, APAR	jarak ke permukiman
Angkut dan akses	truk, tongkang, helikopter, derek, jalan	keadaan jalan, sungai, laut

Rig lepas pantai menambah: jangkar atau pendorong, perahu penolong, pelampung dan rakit penyelamat, helipad.

Gambar 3.12 Kelompok peralatan yang dimobilisasi bersama rig dan hal yang membuat isinya berbeda dari lokasi ke lokasi. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Isi tiap kelompok ditentukan oleh **keadaan lokasi**. Rig yang berangkat ke lokasi tanpa listrik jaringan harus membawa mesin diesel dan generator sendiri. Lokasi yang jauh dari permukiman membutuhkan kamp, dapur, dan air minum. Lokasi yang sumber airnya jauh membutuhkan pompa, pipa, dan tangki penampung air, karena pemboran memakai banyak air untuk lumpur. Lokasi yang bisa dijangkau helikopter saja membutuhkan rig modular. Pertanyaan pemeriksa yang berguna: **"Apa yang tidak tersedia di lokasi itu?"** Apa pun

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

yang tidak tersedia harus dibawa. Sebaliknya, peralatan produksi seperti separator uji dan tangki produksi bukan bagian dari rig pemboran, sehingga tidak termasuk daftar mobilisasi pemboran.

Sumur berpotensi H2S (hidrogen sulfida) memerlukan perlengkapan tambahan. H2S adalah gas beracun yang bisa terbawa lumpur dari lapisan batuan. Kamu akan mempelajarinya dari sisi keselamatan kerja pada sub bab 2.6. Dari sisi perlengkapan, ingat satu pelajaran penting: **penciuman tidak boleh dijadikan alat deteksi**. Bau gas ini bisa tidak tercium lagi walaupun kadarnya masih rendah, dan pada kadar tinggi indra penciuman dapat lumpuh seketika. Karena itu sumur berpotensi H2S membutuhkan: **detektor gas yang terpasang tetap** di tempat gas paling mungkin keluar (lantai bor, dekat shale shaker, tangki lumpur); **alat bantu napas mandiri** atau SCBA (*self-contained breathing apparatus*, alat dengan tabung udara yang dipakai di punggung) dalam jumlah yang cukup untuk seluruh kru yang bertugas, ditambah cadangan; **penunjuk arah angin** (*windsock*, kantong penunjuk angin) yang terlihat dari semua titik kerja; **pemisah gas dari lumpur** yang gasnya dialirkan ke pembakaran (*flare*) di tempat yang jauh dari kru; serta **titik kumpul** darurat dan jalur evakuasi. Perlengkapan ini tidak boleh dikirim "belakangan"; kekurangan satu saja mengubah sumur menjadi tempat yang berbahaya.

8. Rig pemboran dan rig perawatan sumur

Tidak semua pekerjaan di sumur memerlukan membuat lubang baru. Setelah sumur berproduksi bertahun-tahun, ada pekerjaan **perawatan**: mencabut pipa produksi (tubing), mengganti pompa di dasar sumur, atau membersihkan lubang. Pekerjaan itu dikerjakan **rig perawatan sumur** (*workover rig* atau *well service rig*), bukan rig pemboran besar. **Rig pemboran** dipakai untuk membuat lubang baru. Rig perawatan lebih kecil dan ringan, biasanya diangkut dengan truk, sehingga lebih murah dan cepat dipindahkan.

Beberapa hal harus kamu ingat tentang rig perawatan. Pertama, **tidak membuat lubang baru, tetapi sumur masih bisa bertekanan.** Karena itu **BOP tetap dipasang**, dan sebelum kepala sumur dibuka, tekanan sumur dibuang atau sumur diisi cairan pemati (*kill fluid*) agar tidak menyembur. Kedua, rangkaian yang dicabut (pipa produksi dan batang pompa) umumnya jauh lebih ringan daripada rangkaian pemboran, sehingga rig yang kecil sudah cukup. Ketiga, pada sumur yang memakai **pompa angguk**, bagian atas pompa yang berayun (disebut *kepala kuda*, *horse head*) menghalangi ruang kerja di atas kepala sumur, sehingga unit pompa perlu digeser atau dibongkar lebih dulu.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Memilih rig untuk tiga lokasi

PT Nusa Lepas (fiktif) akan membor di tiga lokasi pada 2027. **L1:** delta sungai, air 3 m, dasar lumpur lunak, satu-satunya jalan masuk kanal berkedalaman paling dangkal 2,5 m. **L2:** laut dengan air 55 m, dasar pasir padat, gelombang sedang, satu sumur. **L3:** laut dengan air 1.400 m,

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

tiga sumur berjarak 180 km satu sama lain, tidak ada larangan jangkar, perusahaan ingin rig pindah cepat. Pilih rig untuk tiap lokasi. *Kasus disusun untuk contoh; perusahaan dan lokasi fiktif.*

1. **L1.** Air 3 m dan dasar lumpur lunak menunjuk **tongkang rawa**. Satu hal harus diperiksa: sarat tongkang. Bila sarat tongkang 1,8 m, maka 2,5 m − 1,8 m = 0,7 m masih tersisa di bawah lunas pada titik terdangkal kanal. Tongkang dapat lewat, asalkan lebar dan belokan kanal juga cukup.
2. **L2.** Air 55 m berada dalam jangkauan jack-up (sampai sekitar 120 m), dasar pasir padat menahan kaki, dan gelombang sedang. Pilih **jack-up**, yang sewanya lebih rendah daripada rig terapung.
3. **L3.** Air 1.400 m terlalu dalam untuk jack-up. Tinggal rig terapung. Karena lokasi berjauhan (180 km) dan perusahaan ingin pindah cepat dengan tenaga sendiri, pilih **kapal bor**. Bila ombak di lokasi sangat besar dan hanya ada satu sumur, **semi-sub** yang lebih stabil akan menjadi kandidat lebih baik, tetapi syarat kasus ini lain.

Hasil: L1 tongkang rawa, L2 jack-up, L3 kapal bor.

Contoh 2 — Memeriksa kelengkapan mobilisasi sumur berpotensi H2S

Sumur Teratai-2 (fiktif, 2027) diperkirakan menembus lapisan berpotensi H2S. Kontraktor mengirim daftar tambahan di luar paket rig: (a) dua detektor H2S portabel untuk pengawas; (b) 6 set SCBA; (c) pemisah gas lumpur yang gasnya dialirkan ke flare; (d) kamp untuk 12 kru per giliran. Jumlah kru yang bertugas di lokasi pada satu giliran adalah 12 orang. Nilailah apakah daftar itu sudah memadai. *Kasus disusun untuk contoh; sumur dan kontraktor fiktif.*

1. **Detektor.** Dua detektor portabel membantu pengawas, tetapi sumur berpotensi H2S membutuhkan detektor **terpasang tetap** di lantai bor, dekat shale shaker, dan tangki lumpur. Daftar **kurang**.
2. **SCBA.** Kru 12 orang, padahal SCBA hanya 6 set. 6 < 12, jadi setengah kru tidak punya alat napas. Jumlah SCBA harus minimal 12, ditambah cadangan. Daftar **kurang**.
3. **Penunjuk arah angin.** Windsock tidak tercantum. Tanpa windsock, kru tidak tahu ke arah mana harus menjauh. Daftar **kurang**.
4. **Pemisah gas lumpur dan flare.** Butir (c) sudah ada dan **memenuhi**.
5. **Kamp.** Butir (d) cukup untuk 12 kru per giliran, jadi **memenuhi** (cadangan giliran lain dihitung sendiri).

Kesimpulan: daftar **belum memadai**. Tambahkan detektor tetap, SCBA minimal 12 set ditambah cadangan, dan windsock.

Contoh 3 — Rig apa untuk mengganti pompa sumur?

Pompa di dasar sumur Melur-5 (fiktif, 2027) yang berpompa angguk rusak. Rangkaian yang harus dicabut dan dipasang kembali sedalam 1.200 m: tubing 9 kg/m dan batang pompa 3 kg/m. Tersedia rig perawatan Rig-W dengan kapasitas 40 ton (batas aman 75 %) atau rig pemboran besar dengan kapasitas 350 ton. Pilih rig dan sebutkan persiapan sumur. *Kasus disusun untuk contoh; sumur dan rig fiktif.*

1. **Beban tubing:** 1.200 m × 9 kg/m = 10.800 kg = 10,8 ton.

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

2. **Beban batang pompa:** 1.200 m × 3 kg/m = 3.600 kg = 3,6 ton.
3. **Beban total:** 10,8 + 3,6 = **14,4 ton**.
4. **Batas aman Rig-W:** 75 % × 40 ton = 30 ton. 14,4 ton < 30 ton, jadi Rig-W **mampu**.
5. **Pilihan:** Rig-W lebih murah dan cepat dipindah, dan pekerjaannya tidak membuat lubang baru. Rig pemboran besar tidak diperlukan.
6. **Persiapan sumur:** unit pompa angguk digeser (kepala kuda dibuka), tekanan sumur dibuang atau sumur diisi cairan pemati, lalu **BOP dipasang** sebelum kepala sumur dibuka.

Keputusan: **Rig perawatan Rig-W**, dengan BOP dipasang walau tidak ada pemboran baru.

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:

- **Lima rig di perairan:** tongkang rawa (dikandaskan, air beberapa meter), jack-up (kaki di dasar, air dangkal, dasar kuat), platform + tender, semi-submersible (terapung, stabil, laut dalam), kapal bor (berlayar sendiri, laut dalam, posisi dinamis).
- **Penimbang pilihan, berurutan:** kedalaman air → dasar laut → gelombang → jarak pindah → biaya.
- **Peralatan dimobilisasi:** modul rig, tenaga, lumpur, pipa dan casing, BOP, deteksi dan napas, kamp, dan sarana angkut; isinya mengikuti apa yang **tidak tersedia** di lokasi.
- **Sumur H2S:** detektor tetap, SCBA cukup untuk semua kru, windsock, pemisah gas lumpur dengan flare, titik kumpul.
- **Rig perawatan sumur** untuk sumur yang sudah ada; tetap memakai BOP; rangkaian yang dicabut ringan.

Ringkasannya terlihat pada Gambar 3.13.



Gambar 3.13 Peta konsep jenis rig dan peralatan yang dimobilisasi. 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 jenis rig dan peralatan mobilisasi:

1. **Tandai fakta lokasi** dalam cerita: kedalaman air, dasar, gelombang, akses, jarak antarlokasi, larangan tertentu (jangkar, jalan baru).
2. **Saring dengan kedalaman lebih dulu**, lalu dasar laut, lalu syarat lain. Opsi yang gagal pada satu syarat dicoret.
3. **Baca syarat tambahan yang menggugurkan**, misalnya "jangkar tidak diizinkan" atau "dasar berlereng curam".
4. **Baru bandingkan biaya** di antara opsi yang tersisa.
5. Untuk soal peralatan, **tanyakan apa yang tidak tersedia di lokasi** dan apa risiko khusus sumurnya.

Jebakan khas pada soal ini:

- **Jack-up dipakai di laut dalam**, padahal kakinya tidak mencapai dasar.
- **Rig dipilih tanpa memeriksa dasar laut**, padahal jack-up dan tongkang rawa memerlukan dasar yang mampu menahan.
- **Kapal bor atau semi-sub dipilih untuk air dangkal** hanya karena "bisa", padahal sewanya mahal dan syarat kasus meminta rig yang berdiri di dasar.
- **Peralatan H2S dilupakan** atau jumlahnya tidak cocok dengan jumlah kru.
- **Separator uji dan tangki produksi dimasukkan ke daftar mobilisasi pemboran**, padahal itu peralatan produksi.
- **Helikopter dipilih hanya karena lokasi di perbukitan**, padahal jalan sudah diperkeras.
- **Rig pemboran besar dianggap wajib untuk setiap pekerjaan di sumur**, padahal kerja ringan cukup dengan rig perawatan.
- **BOP dianggap tidak perlu pada rig perawatan** karena tidak membor lubang baru.

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menguji pemeriksaan kelengkapan mobilisasi untuk sebuah lokasi. Pakailah pertanyaan "apa yang tidak tersedia di lokasi" dan periksa tiap pernyataan satu per satu.

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

►. Rig darat Rig-14 akan dimobilisasi ke lokasi Bukit Lumut (2027). Jalan darat ke lokasi sudah diperkeras dan dapat dilalui truk trailer. Di lokasi tidak ada jaringan listrik PLN, sumber air terdekat adalah sungai 3 km dari lokasi, dan tidak ada permukiman dalam radius 20 km. Paket rig sudah mencakup mesin diesel dan generator rig, pompa lumpur, serta tangki lumpur.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Peralatan yang perlu ditambahkan dalam rencana mobilisasi adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Helikopter untuk mengangkut rig karena lokasinya berada di perbukitan
☐ B. Jaringan listrik PLN sementara untuk menggerakkan peralatan rig
☐ C. Pompa air, pipa, dan tangki penampung untuk air dari sungai
☐ D. Kamp akomodasi dan dapur untuk kru yang bekerja bergiliran
☐ E. Separator uji dan tangki produksi untuk dipakai selama pemboran

Pembahasan **Kunci: C, D**

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

Konsep: Mobilisasi rig mencakup rig beserta sistemnya dan peralatan pendukung sesuai kondisi lokasi: penyediaan air, akomodasi kru, bahan bakar, dan sarana angkut.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: lokasi di perbukitan, tetapi jalan sudah diperkeras dan dapat dilalui trailer.
• **Pernyataan 2** ✗ Rig memiliki mesin diesel dan generator sendiri; PLN pun tidak tersedia.
• **Pernyataan 3** ✓ Pemboran membutuhkan banyak air untuk lumpur dan keperluan lain; sumbernya 3 km dari lokasi.
• **Pernyataan 4** ✓ Tidak ada permukiman dalam 20 km sehingga kru perlu tinggal di lokasi.
• **Pernyataan 5** ✗ Separator dan tangki produksi adalah peralatan produksi, bukan peralatan pemboran.

Jawaban: pernyataan 3, 4.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk soal pemilihan rig, saring dengan kedalaman, lalu dasar laut, lalu syarat tambahan.

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

1. PT Selat Bahari akan membor sumur eksplorasi di lepas pantai pada 2027. Kedalaman air di lokasi 45 m, dasar lautnya pasir padat yang kuat menahan beban, dan gelombangnya tenang. Perusahaan ingin rig yang berdiri stabil langsung di atas dasar laut dengan biaya sewa harian yang tidak setinggi rig terapung laut dalam.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Jenis rig yang paling tepat dimobilisasi adalah ....

A. Drillship yang berposisi dinamis
B. Swamp barge yang dikandaskan
C. Semi-submersible yang ditambat
D. Jack-up berkaki di dasar laut
E. Rig darat di atas ponton biasa

2. PT Samudra Dalam akan membor tiga sumur eksplorasi di laut sedalam sekitar 1.800 m (2027). Jarak antar-lokasi ratusan kilometer, dan perusahaan ingin rig berpindah cepat dengan tenaganya sendiri. Dasar laut di lokasi berlereng curam dan dilintasi pipa bawah laut milik perusahaan lain, sehingga pemasangan jangkar tidak diizinkan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Rig yang paling tepat dimobilisasi adalah ....

A. Semi-submersible yang ditambat jangkar
B. Drillship dengan sistem posisi dinamis
C. Jack-up dengan kaki yang paling panjang
D. Tender rig yang bersandar di platform
E. Swamp barge yang dikandaskan di dasar

Kunci singkat: 1. D 2. B

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa jack-up tidak dapat dipakai di laut dengan kedalaman 1.800 m, dan rig apa yang dapat dipakai bila jangkar dilarang?
- Pada sumur berpotensi H2S, mengapa daftar mobilisasi harus memuat SCBA sebanyak seluruh kru yang bertugas, dan mengapa penciuman tidak boleh dijadikan alat deteksi?
- **Yang harus kuingat:** tongkang rawa dikandaskan, jack-up berdiri di dasar, semi-sub dan kapal bor terapung; pilih berurutan dari kedalaman, dasar, gelombang, jarak, biaya; peralatan dibawa menurut apa yang tidak tersedia di lokasi; sumur H2S butuh detektor tetap, SCBA cukup, windsock, pemisah gas, titik kumpul; rig perawatan tetap memakai BOP.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 3.2: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktper&node=SMKTPER-3.2

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

Sub bab 3.3 · Mobilisasi, demobilisasi, dan moving rig

SMKTPER-3.3

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi Teknik Perminyakan meminta kamu **menentukan tahapan rig-up dan rig-down, mobilisasi, demobilisasi, dan moving rig**. Untuk tiga istilah yang pertama kali bertemu ini, soal biasanya menceritakan sebuah rencana kerja: sebuah rig datang dari luar lapangan, pindah dari satu sumur ke sumur lain, atau meninggalkan lapangan setelah semua sumur selesai. Lalu kamu diminta **membedakan jenis perpindahannya, mengurutkan tahapan, menghitung jumlah perjalanan dan waktu, atau memilih rute yang tepat**. Kata kunci soal seperti ini adalah **di mana perpindahan terjadi** (masuk lapangan, antar-sumur, atau keluar lapangan), **syarat sebelum langkah berikutnya** (rig harus dibongkar sebelum diangkut), dan **batas rute** (berat, tinggi, dan lebar).

Bentuknya bisa pilihan ganda biasa, pilihan ganda kompleks, atau pernyataan Benar/Salah tentang sebuah rencana moving rig. Pengecohnya biasanya berupa hitungan yang "hampir benar": satu jenis biaya terlupa, jumlah perjalanan dibulatkan ke bawah, atau rute terpendek dipilih padahal muatannya tidak muat lewat sana.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- membedakan mobilisasi, moving rig, dan demobilisasi serta menyebut cara kontrak membiayainya;
- mengurutkan tahapan mobilisasi dari survei rute sampai rig siap;
- memilih rute dengan memeriksa berat, tinggi, dan lebar muatan terhadap batas tiap rute;
- menghitung jumlah perjalanan dan waktu angkut dengan membulatkan ke atas dan memeriksa pengelompokan muatan;
- menentukan waktu tercepat pindah rig dari kegiatan berurutan dan kegiatan sejajar;
- membedakan menggeser rig di atas rel dengan pindah penuh, dan menjelaskan isi demobilisasi.

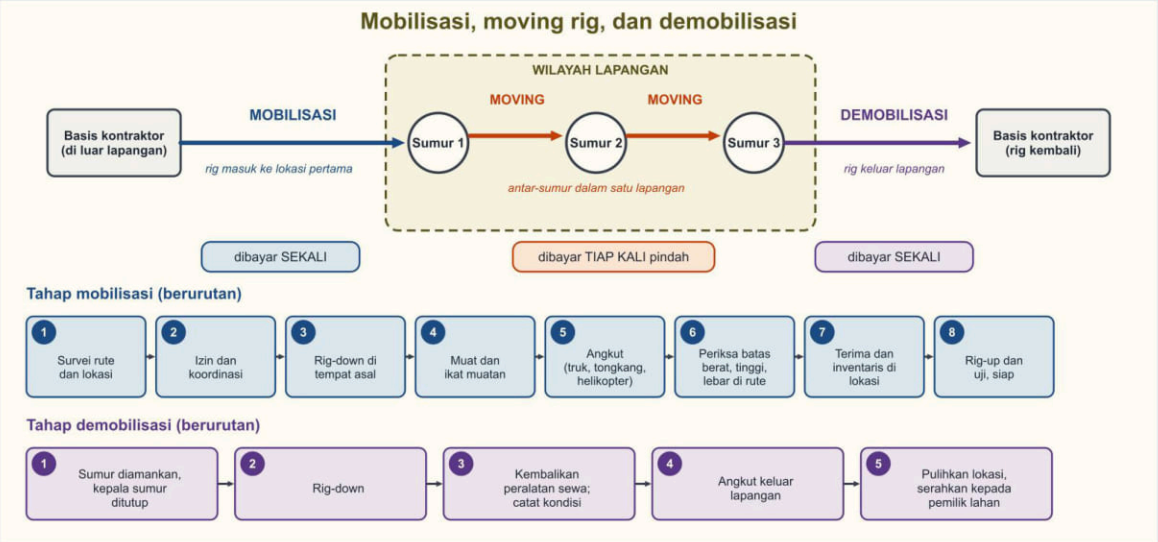
◆ KONSEP INTI

Sebuah rig pemboran tidak diam. Ia datang dari gudang kontraktor ke lapangan, berpindah dari satu sumur ke sumur berikutnya, lalu pulang setelah pekerjaan selesai. Setiap perpindahan itu mahal, memerlukan perencanaan, dan memiliki **nama yang berbeda** karena kontrak sewa rig membiayainya dengan cara yang berbeda. Sub bab ini menjelaskan tiga perpindahan itu, urutan kerjanya, dan cara menghitung jumlah perjalanan serta waktunya.

1. Tiga istilah: mobilisasi, moving rig, demobilisasi

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

Gambar 3.14 menunjukkan jalur sebuah rig dari basis kontraktor sampai kembali lagi.



Gambar 3.14 Tiga jenis perpindahan rig, siapa yang dibayar sekali dan siapa yang dibayar tiap kali, serta urutan tahap mobilisasi dan demobilisasi. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Mobilisasi adalah memindahkan rig dan seluruh peralatannya **dari luar lapangan ke lokasi sumur pertama**. Mobilisasi mencakup persiapan, pembongkaran di tempat asal, pengangkutan, penerimaan, dan pemasangan sampai rig siap membor.

Moving rig (*rig move*) adalah memindahkan rig **dari satu sumur ke sumur berikutnya di dalam lapangan yang sama**. Moving rig lebih sederhana daripada mobilisasi karena rute pendek, jalan sudah dikenal, dan kru serta fasilitas pendukung sudah ada di tempat.

Demobilisasi adalah memindahkan rig dan peralatannya **keluar dari lapangan** setelah seluruh pekerjaan selesai. Demobilisasi tidak berhenti pada mengangkut rig. Ia juga mencakup mengembalikan peralatan sewa, menangani lumpur dan limbah, serta memulihkan lokasi.

Kata kunci pembedanya adalah **arah dan tempatnya**: masuk lapangan, antar-sumur, atau keluar lapangan. Kesalahan paling umum adalah menyamakan demobilisasi dengan moving rig karena "keduanya memindahkan rig". Padahal moving rig masih di dalam lapangan yang sama dan rig akan bekerja lagi, sedangkan demobilisasi mengeluarkan rig dari lapangan dan menyerahkan lokasi.

Mengapa kontrak membedakannya? Perusahaan jasa pemboran menagih ketiganya terpisah. Tarif mobilisasi dan demobilisasi biasanya dibayar **satu kali** untuk satu kontrak. Tarif moving rig dibayar **setiap kali** rig berpindah antar-sumur. Karena itu, untuk lapangan dengan empat sumur yang dibor berturutan, rig mengalami satu mobilisasi, **tiga** kali moving (S-1 ke S-2, S-2 ke S-3, S-3 ke S-4), dan satu demobilisasi. Bila misalnya tarif mobilisasi Rp650 juta, moving Rp90 juta per kali, dan demobilisasi Rp480 juta, biaya totalnya 650 + 3 × 90 + 480 = Rp1.400 juta. Jumlah moving selalu satu lebih sedikit daripada jumlah sumur, karena kedatangan di sumur pertama sudah termasuk mobilisasi.

2. Tahapan mobilisasi

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

Mobilisasi dikerjakan dengan urutan yang masuk akal, karena tiap langkah menjadi syarat langkah berikutnya. Delapan tahap pada Gambar 3.14 dijelaskan di bawah.

1. **Survei rute dan lokasi.** Tim memeriksa jalan, jembatan, kabel di atas jalan, sungai atau laut yang dilewati, dan lokasi sumur yang baru. Survei harus lebih dulu karena hasilnya menentukan cara angkut. Bila lokasi baru belum rata atau akses belum cukup, perbaikannya direncanakan pada tahap ini.
2. **Izin dan koordinasi.** Rig membawa muatan berat dan besar yang melintasi jalan umum. Izin dan rekomendasi dari instansi terkait diurus, kepolisian dan pengelola jalan dikoordinasikan, dan pemilik lahan serta masyarakat di sepanjang rute diberi tahu. Mengangkut tanpa izin dapat menghentikan seluruh konvoi di tengah jalan.
3. **Pembongkaran di tempat asal.** Rig dibongkar menjadi modul yang dapat diangkut (rig-down; sub bab 3.4).
4. **Pemuatan dan pengikatan.** Modul dimuat ke trailer atau tongkang dan diikat kuat supaya tidak bergeser selama perjalanan.
5. **Pengangkutan.** Modul diangkut dengan sarana yang sesuai: **truk** bila ada jalan, **tongkang** bila harus menyeberangi sungai atau laut, **helikopter** bila tidak ada jalan sama sekali. Urutan kedatangan biasanya dimulai dengan rig dan tenaga, lalu kamp.
6. **Pemeriksaan batas sepanjang rute.** Di jembatan, di bawah kabel, dan di tikungan, petugas memastikan batas berat, tinggi, dan lebar tidak terlampaui.
7. **Penerimaan dan inventaris di lokasi.** Setiap modul dicek jumlah dan kondisinya terhadap daftar muatan. Kerusakan atau kekurangan dicatat saat itu juga.
8. **Pemasangan (rig-up) dan uji.** Rig dipasang, diuji, dan dinyatakan siap membor.

3. Menilai rute: batas berat, tinggi, dan lebar

Pada tahap 1 dan 6, hal yang paling menentukan adalah **rute**. Sebuah rute tidak diukur dari jaraknya saja, tetapi dari tiga batas di sepanjang rute itu.

- **Batas berat**: jembatan hanya sanggup menahan beban sampai nilai tertentu. Muatan yang lebih berat daripada batas itu tidak boleh lewat.
- **Batas tinggi**: kabel listrik, jembatan layang, atau terowongan membatasi tinggi muatan, **termasuk tinggi trailernya**.
- **Batas lebar**: lebar jalan, belokan, dan lebar jembatan membatasi lebar muatan.

Sebuah muatan hanya boleh lewat sebuah rute bila **ketiga batas terpenuhi sekaligus**. Perhatikan Gambar 3.15: tiga rute dengan batasnya masing-masing, dan tiga muatan terbesar sebuah rig.

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



Muatan terbesar (sudah termasuk trailer)

Muatan	Berat	Tinggi	Lebar
Menara terlipat	26 t	4,4 m	3,2 m
Drawworks	31 t	3,8 m	2,9 m
Substruktur	28 t	5,1 m	3,6 m

Satu muatan boleh lewat satu rute bila ketiganya terpenuhi:

① berat muatan ≤ batas jembatan
② tinggi muatan ≤ tinggi bebas di bawah kabel
③ lebar muatan ≤ lebar jalan

Dari rute yang lolos, pilih yang paling pendek.

Gambar 3.15 Tiga rute dari basis rig ke lokasi sumur dengan batas jembatan, kabel, dan lebar jalan, serta tiga muatan terbesar. Kasus fiktif. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Hukum lalu lintas di Indonesia juga membatasi ukuran kendaraan menurut **kelas jalan**. Pada jalan kelas I, misalnya, lebar kendaraan dibatasi sekitar 2,5 meter dan tingginya 4,2 meter. Muatan rig melampaui batas biasa ini, sehingga pengangkutannya tergolong **angkutan barang khusus**. Untuk angkutan alat berat yang melebihi dimensi yang ditetapkan, undang-undang lalu lintas mewajibkan **rekomendasi dari instansi terkait** dan **pengawalan kepolisian**. Itulah salah satu alasan tahap izin dan koordinasi tidak boleh dilewati.

Setelah semua rute diperiksa, pilihlah dengan dua langkah. **Pertama**, coret rute yang tidak memenuhi tiga batas. **Kedua**, di antara rute yang lolos, ambil yang **paling pendek**. Urutannya tidak boleh dibalik. Rute terpendek yang membuat satu muatan tidak muat adalah rute yang gagal, seberapa pun hemat jaraknya.

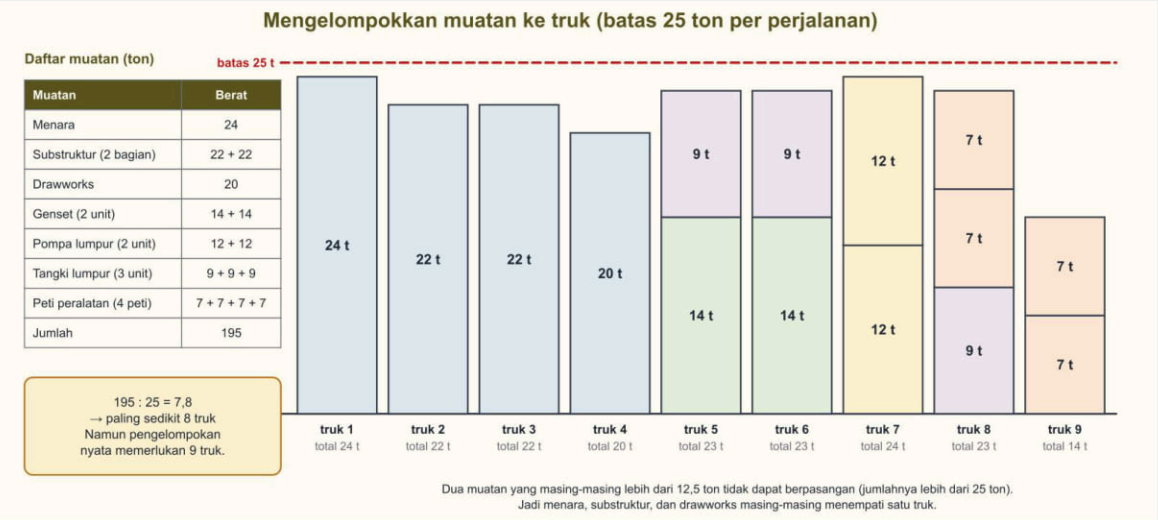
4. Menghitung jumlah perjalanan

Setiap sarana angkut punya **kapasitas per perjalanan**, misalnya sebuah trailer yang kuat mengangkut 25 ton sekali jalan. Untuk menghitung jumlah perjalanan, gunakan dua langkah.

Langkah 1, batas bawah. Jumlahkan seluruh berat muatan, lalu bagi dengan kapasitas dan **bulatkan ke atas**. Mengapa ke atas? Karena sisa muatan kecil pun tetap memerlukan satu perjalanan lagi; tidak ada perjalanan "setengah". Hasil 7,8 berarti paling sedikit 8, bukan 7.

Langkah 2, periksa pengelompokan. Batas bawah hanya tercapai bila muatan dapat dikelompokkan rapi ke tiap truk. Muatan yang lebih berat daripada setengah kapasitas tidak dapat digabung dengan muatan sejenis yang juga lebih dari setengah kapasitas, karena jumlahnya melewati kapasitas. Karena itu jumlah perjalanan sebenarnya bisa **lebih banyak** daripada batas bawah. Gambar 3.16 memperlihatkan sebuah daftar muatan dengan total 195 ton: batas bawahnya 8 perjalanan, tetapi pengelompokan nyata memerlukan 9.

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



Gambar 3.16 Daftar muatan rig fiktif dan pengelompokannya ke truk berkapasitas 25 ton. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Setelah jumlah perjalanan diketahui, **waktu angkut** dihitung dari jumlah truk yang tersedia. Bila ada 4 truk dan perjalanan sembilan kali, truk bekerja dalam **gelombang**: 9 : 4 = 2,25, dibulatkan ke atas menjadi 3 gelombang. Bila satu putaran (pergi, bongkar, pulang) memakan 5 jam, waktu angkutnya 3 × 5 = 15 jam. Pembulatan ke atas berlaku lagi di sini: gelombang ketiga hanya diisi satu truk, tetapi tetap memakan waktu satu putaran penuh.

5. Menghitung waktu: kegiatan berurutan dan kegiatan sejajar

Sebuah perpindahan rig terdiri dari beberapa kegiatan. Sebagian kegiatan **harus berurutan** karena yang kedua membutuhkan hasil yang pertama: rig tidak dapat diangkut sebelum dibongkar, dan tidak dapat dipasang sebelum tiba. Sebagian lain **tidak bergantung pada rig** dan dapat dikerjakan **sejajar**, misalnya mempersiapkan lokasi sumur berikutnya (meratakan, memadatkan, memasang papan alas) selagi rig masih mengebor sumur lama.

Untuk menghitung waktu tercepat, ikuti cara berikut dan lihat Gambar 3.17.

1. Tulis **syarat mulai** tiap kegiatan: kegiatan apa yang harus sudah selesai.
2. Hitung **waktu mulai paling awal** tiap kegiatan, yaitu waktu selesai **paling lambat** di antara semua syaratnya.
3. Lanjutkan sampai kegiatan terakhir. **Jalur kritis** adalah rangkaian kegiatan yang menentukan waktu total.
4. Kegiatan di luar jalur kritis punya **selang** (waktu longgar) tanpa menunda keseluruhan.

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



Gambar 3.17 Jadwal pindah rig: persiapan lokasi berjalan sejajar dengan rig-down dan angkut, sedangkan rig-up menunggu keduanya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Pada Gambar 3.17 persiapan lokasi dimulai dua hari sebelum pemboran sumur lama selesai (hari 0) dan memakan 5 hari, sehingga selesai pada hari ke-3. Rig-down (3 hari) lalu angkut (2 hari) baru selesai pada hari ke-5. Rig-up membutuhkan **dua** syarat: rig sudah tiba dan lokasi sudah siap. Syarat pertama terpenuhi pada hari ke-5, syarat kedua pada hari ke-3, maka rig-up mulai pada hari ke-5, yaitu yang **lebih lambat**. Persiapan lokasi memiliki selang 2 hari. Kesalahan yang sering muncul adalah **menjumlahkan semua kegiatan** (5 + 3 + 2 + 4 + 1 = 15 hari), padahal persiapan lokasi berjalan sejajar.

6. Moving rig dalam satu pad

Banyak sumur modern dibor dari satu hamparan yang sama, disebut **pad**, dengan sumur-sumur berjajar rapat pada jarak beberapa meter. Di pad semacam ini, sebagian rig tidak perlu dibongkar saat pindah sumur. Rig **digeser** (*skidding*) di atas **rel** dari satu sumur ke sumur sebelahnya dengan menara tetap berdiri. Gambar 3.18 menunjukkan keputusannya.

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



Gambar 3.18 Keputusan moving rig dalam satu pad: menggeser bila sumur berikutnya ada di jalur rel, pindah penuh bila tidak. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Menggeser jauh lebih cepat dan murah daripada pindah penuh (rig-down, angkut, rig-up) karena menara dan peralatan besar tidak dibongkar. Namun, menggeser hanya mungkin bila sumur berikutnya berada di jalur rel dan sumur sebelumnya sudah ditutup dan diamankan. Sumur yang berada di luar jangkauan rel tetap memerlukan pindah penuh. Pada contoh di bawah, selisih waktunya mencapai dua puluh hari untuk satu pad.

7. Demobilisasi: lebih dari sekadar mengangkut

Setelah sumur terakhir selesai dan ditutup, demobilisasi dimulai. Pekerjaannya bertahap, sesuai Gambar 3.14. Sumur lebih dulu **diamankan**, karena tidak boleh ada kegiatan rig-down di dekat sumur yang belum aman. Rig kemudian **dibongkar** menjadi modul. Selanjutnya **peralatan sewa** yang tidak lagi dipakai dikembalikan ke penyedianya dan **kondisinya dicatat**, agar tidak muncul biaya sewa tambahan atau sengketa kerusakan. Modul diangkut keluar lapangan. Terakhir, **lokasi dipulihkan**: kolam lumpur dikosongkan dan isinya diolah sebelum kolam ditutup, limbah diangkut, permukaan diratakan, dan lokasi diserahkan kepada pemilik lahan atau perusahaan sesuai ketentuan. Lokasi yang diserahkan dengan sisa lumpur atau limbah masih mencemari lingkungan dan melanggar kewajiban kontrak.

Ringkasannya, demobilisasi kira-kira **kebalikan mobilisasi ditambah pemulihan lokasi**. Karena itu, bila kamu diminta menilai sebuah rencana demobilisasi, selain urutan bongkar–angkut kamu juga harus memeriksa apakah pengembalian peralatan dan pemulihan lokasi sudah termasuk.

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

▣ CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Jumlah truk dan waktu angkut dari daftar muatan

Rig-21 milik kontraktor fiktif PT Karya Bor akan dimobilisasi pada 2027. Daftar muatannya (ton): menara 24; substruktur dua bagian 22 dan 22; drawworks 20; genset dua unit 14 dan 14; pompa lumpur dua unit 12 dan 12; tangki lumpur tiga unit masing-masing 9; peti peralatan empat peti masing-masing 7. Satu trailer mampu mengangkut paling berat 25 ton, dan tersedia 4 trailer. Satu putaran angkut memakan 5 jam. Hitung jumlah perjalanan paling sedikit dan waktu angkutnya. *Kasus disusun untuk contoh; perusahaan dan rig fiktif.*

1. **Total muatan:** 24 + (22 + 22) + 20 + (14 + 14) + (12 + 12) + (9 + 9 + 9) + (7 + 7 + 7 + 7) = **195 ton**.
2. **Batas bawah:** 195 : 25 = 7,8, dibulatkan **ke atas** menjadi 8 perjalanan.
3. **Periksa pengelompokan.** Muatan yang lebih dari 12,5 ton adalah 24, 22, 22, 20, 14, dan 14. Dua muatan di antara yang enam itu tidak dapat berada dalam satu trailer karena jumlahnya lebih dari 25 ton. Jadi, enam muatan itu menempati **enam trailer berbeda**.
4. **Isi ruang yang tersisa.** Menara (24) menyisakan 1 ton, substruktur (22) menyisakan 3 ton, drawworks (20) menyisakan 5 ton, dan masing-masing genset (14) menyisakan 11 ton. Muatan terkecil adalah 7 ton, sehingga hanya ruang 11 ton pada dua trailer genset yang dapat diisi; masing-masing diisi satu tangki 9 ton. Trailer genset menjadi 14 + 9 = 23 ton.
5. **Muatan yang tersisa:** 12, 12, 9, 7, 7, 7, 7 (jumlah 61 ton). Tiga trailer cukup: (12 + 12), (9 + 7 + 7), (7 + 7).
6. **Jumlah perjalanan:** 6 + 3 = **9 perjalanan**, lebih banyak daripada batas bawah 8.
7. **Waktu angkut:** 9 : 4 = 2,25, dibulatkan ke atas menjadi **3 gelombang**. Waktunya 3 × 5 = **15 jam**.

Jumlah perjalanan paling sedikit adalah 9 dan waktu angkutnya 15 jam. Jawaban "8 perjalanan" dan "9 : 4 = 2 gelombang" sama-sama keliru, yang pertama karena tidak memeriksa pengelompokan, yang kedua karena membulatkan ke bawah.

Contoh 2 — Waktu tercepat pindah rig dari kegiatan berurutan dan sejajar

Rig-25 akan dipindah dari sumur Ketapang-2 ke Ketapang-5 di lapangan yang sama (2027). Hari 0 adalah hari pemboran Ketapang-2 selesai. Data kegiatan: persiapan lokasi Ketapang-5 5 hari, tidak bergantung rig, dimulai pada hari −2; rig-down di Ketapang-2 3 hari, mulai hari 0; angkut 2 hari, setelah rig-down selesai; rig-up di Ketapang-5 4 hari, setelah rig tiba dan lokasi siap; uji sebelum bor 1 hari, setelah rig-up. Tentukan waktu paling singkat dari hari 0 sampai rig siap membor, dan hari paling lambat persiapan lokasi boleh dimulai agar tidak menunda. *Kasus disusun untuk contoh; rig dan sumur fiktif.*

1. **Lokasi siap:** mulai hari −2, lama 5 hari, selesai pada hari −2 + 5 = **hari 3**.
2. **Rig tiba:** rig-down 0 sampai 3 (selesai hari 3), lalu angkut 3 sampai 5 (selesai **hari 5**).
3. **Rig-up** membutuhkan rig tiba (hari 5) **dan** lokasi siap (hari 3). Mulai paling awal = yang lebih lambat = **hari 5**. Selesai hari 5 + 4 = **hari 9**.
4. **Uji:** mulai hari 9, selesai hari 9 + 1 = **hari 10**.

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

5. **Jalur kritis:** rig-down → angkut → rig-up → uji, jumlah 3 + 2 + 4 + 1 = 10 hari. Persiapan lokasi di luar jalur kritis.
6. **Waktu mulai paling lambat persiapan lokasi:** lokasi harus siap paling lambat hari 5, jadi persiapan (5 hari) boleh dimulai paling lambat pada hari 5 − 5 = **hari 0**. Bila dimulai hari 1, lokasi baru siap hari 6 dan rig-up tertunda satu hari (total 11 hari).

Waktu paling singkat adalah **10 hari**. Menjumlahkan semua kegiatan (5 + 3 + 2 + 4 + 1 = 15 hari) keliru karena persiapan lokasi berjalan sejajar.

Contoh 3 — Memilih rute dari batas berat, tinggi, dan lebar

Gunakan Gambar 3.15 (kasus fiktif 2027). Rute A (22 km): jembatan ≤ 30 ton, kabel 4,6 m, lebar jalan 3,0 m. Rute B (31 km): jembatan ≤ 40 ton, kabel 4,2 m, lebar 3,8 m. Rute C (38 km): jembatan ≤ 40 ton, kabel 5,5 m, lebar 4,0 m. Muatan: menara terlipat 26 ton, tinggi 4,4 m, lebar 3,2 m; drawworks 31 ton, tinggi 3,8 m, lebar 2,9 m; substruktur 28 ton, tinggi 5,1 m, lebar 3,6 m. Tentukan rute untuk setiap muatan. *Kasus disusun untuk contoh; basis, rute, dan sumur fiktif.*

1. **Menara (26 t, 4,4 m, 3,2 m).** Rute A: berat 26 ≤ 30 lolos, tinggi 4,4 ≤ 4,6 lolos, **lebar 3,2 > 3,0 gagal**. Rute B: berat lolos, **tinggi 4,4 > 4,2 gagal**. Rute C: berat 26 ≤ 40, tinggi 4,4 ≤ 5,5, lebar 3,2 ≤ 4,0, **lolos semua**. Menara hanya boleh lewat **C**.
2. **Drawworks (31 t, 3,8 m, 2,9 m).** Rute A: **berat 31 > 30 gagal**. Rute B: 31 ≤ 40, 3,8 ≤ 4,2, 2,9 ≤ 3,8, **lolos**. Rute C juga lolos. Yang lolos adalah B (31 km) dan C (38 km); yang paling pendek adalah **B**.
3. **Substruktur (28 t, 5,1 m, 3,6 m).** Rute A: berat lolos, **tinggi 5,1 > 4,6 gagal**. Rute B: **tinggi 5,1 > 4,2 gagal**. Rute C: 28 ≤ 40, 5,1 ≤ 5,5, 3,6 ≤ 4,0, **lolos**. Hanya **C**.

Rencana angkut: menara lewat C, drawworks lewat B, substruktur lewat C. Perhatikan bahwa **rute A, yang terpendek (22 km), tidak dapat dilewati satu pun dari ketiga muatan**.

Contoh 4 — Moving dalam satu pad: waktu dan biaya

Pad Cendana (fiktif, 2027) memuat enam sumur yang akan dibor berurutan oleh satu rig. Sumur 1 sampai 4 berjajar pada rel yang sama. Sumur 5 dan 6 berada di rel lain yang berjarak 60 m. Menggeser rig ke sumur sebelahnya memakan 1 hari dan Rp80 juta; pindah penuh memakan 6 hari dan Rp420 juta. Hitung waktu dan biaya perpindahan antar-sumur dengan rencana yang paling efisien, lalu bandingkan dengan pindah penuh setiap kali. *Kasus disusun untuk contoh; pad dan biaya fiktif.*

1. **Jumlah moving:** enam sumur berarti **lima** kali pindah (1→2, 2→3, 3→4, 4→5, 5→6).
2. **Yang dapat digeser:** 1→2, 2→3, 3→4 berada di rel yang sama: 3 kali geser. Perpindahan 5→6 juga di rel yang sama: 1 kali geser. Total **4 geser**.
3. **Yang harus dipindah penuh:** 4→5 karena berpindah antar-rel: **1 kali**.
4. **Waktu:** 4 × 1 + 1 × 6 = **10 hari**.
5. **Biaya:** 4 × 80 + 1 × 420 = 320 + 420 = **Rp740 juta**.
6. **Bila semua pindah penuh:** 5 × 6 = 30 hari dan 5 × 420 = Rp2.100 juta.
7. **Selisih:** 30 − 10 = **20 hari** dan 2.100 − 740 = **Rp1.360 juta** lebih hemat.

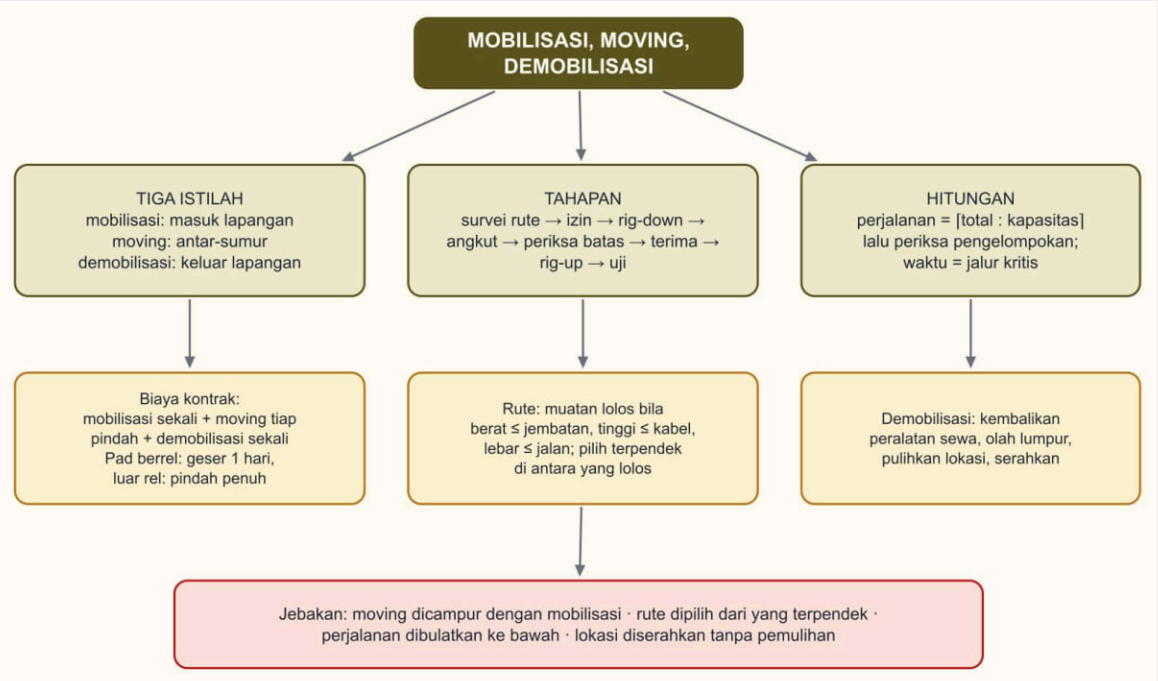
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Mobilisasi** = masuk lapangan (dibayar sekali); **moving rig** = antar-sumur dalam satu lapangan (dibayar tiap pindah, jumlahnya satu lebih sedikit daripada jumlah sumur); **demobilisasi** = keluar lapangan setelah pekerjaan selesai (dibayar sekali, termasuk pemulihan lokasi).
- **Tahapan mobilisasi:** survei rute dan lokasi → izin dan koordinasi → bongkar → muat dan ikat → angkut → periksa batas rute → terima dan inventaris → rig-up dan uji.
- **Rute:** muatan lolos bila berat ≤ batas jembatan, tinggi ≤ tinggi bebas, dan lebar ≤ lebar jalan; pilih yang terpendek di antara yang lolos.
- **Perjalanan:** total ÷ kapasitas, **bulatkan ke atas**, lalu periksa pengelompokan; gelombang truk juga dibulatkan ke atas.
- **Waktu:** mulai paling awal = selesai terlambat di antara semua syarat; kegiatan sejajar tidak dijumlahkan.
- **Pad:** geser di atas rel (cepat) bila sumur di jalur rel; selebihnya pindah penuh.

Ringkasannya digambarkan pada Gambar 3.19.



Gambar 3.19 Peta konsep mobilisasi, moving rig, dan demobilisasi. 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 mobilisasi dan moving rig:

1. **Tentukan jenis perpindahan:** masuk lapangan, antar-sumur, atau keluar lapangan. Ini menentukan istilah dan biayanya.
2. **Tandai syarat urutan**: apa yang harus selesai sebelum langkah berikutnya (bongkar sebelum angkut, rig tiba sebelum rig-up).
3. **Untuk hitungan perjalanan:** jumlahkan, bagi, bulatkan **ke atas**, lalu periksa apakah muatan besar bisa digabung.
4. **Untuk waktu:** gambar jadwalnya, cari kegiatan yang sejajar, dan ambil syarat yang paling lambat selesai.
5. **Untuk rute:** periksa tiga batas satu per satu untuk tiap muatan dan baru bandingkan jarak.
6. **Untuk biaya:** hitung berapa kali tiap jenis perpindahan terjadi.

Jebakan khas pada soal ini:

- **Moving rig dicampur dengan mobilisasi atau demobilisasi.** Moving hanya antar-sumur dalam satu lapangan.
- **Biaya moving dihitung sekali per sumur**, padahal kedatangan di sumur pertama sudah termasuk mobilisasi.
- **Salah satu jenis biaya terlupa**, misalnya demobilisasi.
- **Rute dipilih dari yang terpendek**, padahal ada muatan yang tidak muat lewat sana.
- **Jumlah perjalanan dibulatkan ke bawah** (7,8 menjadi 7), atau pengelompokan muatan tidak diperiksa.
- **Semua kegiatan dijumlahkan** padahal sebagian berjalan sejajar.
- **Waktu mulai rig-up dihitung dari syarat yang lebih cepat**, bukan yang lebih lambat.
- **Lokasi diserahkan tanpa pemulihan**, padahal pemulihan bagian dari demobilisasi.
- **Pindah penuh dipilih untuk sumur yang bisa digeser**, atau sebaliknya menggeser rig ke sumur di luar jalur rel.

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menguji perhitungan biaya mobilisasi, moving rig, dan demobilisasi. Hitung dulu berapa kali tiap perpindahan terjadi, baru kalikan dengan tarifnya.

►. Kontrak sewa Rig-03 (2027) menetapkan biaya mobilisasi Rp900 juta (sekali, saat rig datang dari luar lapangan), biaya *moving* Rp150 juta setiap kali rig pindah antarsumur di lapangan, dan biaya demobilisasi Rp700 juta (sekali, saat rig keluar dari lapangan). Rig-03 datang dari Balikpapan, membor sumur S-1, S-2, dan S-3 berturut-turut di lapangan yang sama, lalu dikembalikan ke Balikpapan.

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

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

Total biaya mobilisasi, moving, dan demobilisasi adalah ....

A. Rp1.200 juta
B. Rp1.600 juta
C. Rp1.750 juta
D. Rp1.900 juta
E. Rp2.050 juta

Pembahasan **Kunci: D**

Konsep: Mobilisasi: memindahkan rig dari luar ke lokasi kerja. Moving rig: memindahkan rig antarsumur dalam satu lapangan. Demobilisasi: mengembalikan rig keluar dari lapangan setelah pekerjaan selesai.

Langkah:

1. Mobilisasi 1 kali = Rp900 juta.
2. Moving: S-1 → S-2 dan S-2 → S-3 = 2 kali × Rp150 juta = Rp300 juta.
3. Demobilisasi 1 kali = Rp700 juta. Total = 900 + 300 + 700 = Rp1.900 juta.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: lupa biaya demobilisasi (900 + 300).
- **B.** ✗ Jebakan: lupa biaya moving (900 + 700).
- **C.** ✗ Jebakan: moving dihitung satu kali saja.
- **D.** ✓ 900 + 2 × 150 + 700 = Rp1.900 juta.
- **E.** ✗ Jebakan: moving dihitung tiga kali (satu per sumur), padahal kedatangan ke S-1 sudah termasuk mobilisasi.

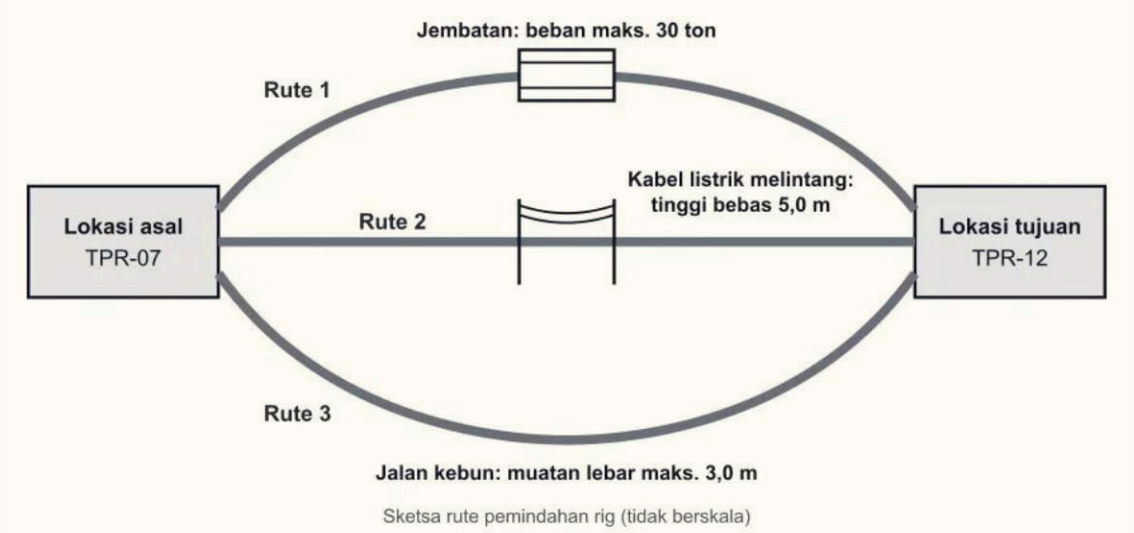
Jawaban: D.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk soal rute, periksa tiga batas pada setiap muatan; untuk soal pad, tentukan sumur yang masih berada di jalur rel.

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

1. Rig-11 akan dipindahkan dari sumur TPR-07 ke TPR-12 di lapangan yang sama (2027). Gambar menunjukkan tiga rute dan batasan masing-masing. Data tiga muatan terbesar (sudah termasuk trailer): *drawworks* 34 ton, tinggi 3,9 m, lebar 2,9 m; menara terlipat 27 ton, tinggi 4,3 m, lebar 3,2 m; substruktur 29 ton, tinggi 5,3 m, lebar 3,4 m. Setiap muatan boleh memakai rute yang berbeda.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Rencana angkut yang memenuhi semua batasan adalah ....



Sketsa rute pemindahan rig (tidak berskala)

A. Drawworks rute 1, menara rute 2, substruktur rute 3
B. Drawworks rute 3, menara rute 1, substruktur rute 2
C. Drawworks rute 2, menara rute 3, substruktur rute 1
D. Drawworks rute 2, menara rute 1, substruktur rute 3
E. Drawworks rute 3, menara rute 2, substruktur rute 1

2. Di pad Kemuning (2027) akan dibor empat sumur. Sumur 1, 2, dan 3 berjajar dengan jarak 6 m di atas rel geser (*skidding*) Rig-15. Sumur 4 berada 40 m dari sumur 3 di arah lain dan tidak terjangkau rel. Sumur 1 sudah selesai dan ditutup katup kepala sumurnya. Pengawas meminta rencana pindah yang paling efisien dan aman untuk sumur 2, 3, dan 4.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Rencana yang paling tepat adalah ....

A. Geser ke sumur 2 dan 3, lalu rig-down dan rig-up di sumur 4
B. Geser rig ke sumur 2, 3, dan 4 di atas rel tanpa merobohkan menara
C. Rig-down, angkut, dan rig-up untuk setiap sumur 2, 3, dan 4
D. Geser rig ke sumur 2, lalu rig-down, angkut, dan rig-up untuk 3 dan 4
E. Demobilisasi Rig-15, lalu mobilisasi rig lain untuk sumur 2, 3, dan 4

Kunci singkat: 1. E 2. A

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

✔ PERIKSA DIRI

- Rig masuk ke lapangan, mengebor empat sumur berturutan, lalu keluar lapangan. Berapa kali terjadi mobilisasi, moving rig, dan demobilisasi, dan mengapa jumlah moving satu lebih sedikit daripada jumlah sumur?
- Mengapa hasil 7,8 perjalanan harus dibulatkan menjadi 8, dan mengapa jumlah perjalanan sebenarnya masih bisa lebih besar?
- **Yang harus kuingat:** mobilisasi masuk, moving antar-sumur, demobilisasi keluar; moving bukan demobilisasi; rute lolos bila berat, tinggi, dan lebar semuanya terpenuhi; bulatkan perjalanan ke atas lalu periksa pengelompokan; waktu tercepat = jalur kritis, kegiatan sejajar tidak dijumlahkan.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 3.3: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktper&node=SMKTPER-3.3

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

Sub bab 3.4 · Tahapan rig-up dan rig-down

SMKTPER-3.4

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi Teknik Perminyakan meminta kamu **menentukan tahapan rig-up dan rig-down**. Soal tentang ini biasanya menceritakan sebuah rig yang sedang dipasang atau dibongkar, lalu bertanya **pekerjaan apa yang wajib selesai lebih dulu**, **langkah pertama yang tepat**, **pekerjaan apa yang boleh dikerjakan bersamaan**, atau **di mana lubang pembakaran gas harus diletakkan**. Kata kunci soal seperti ini adalah **syarat** (apa yang harus ada sebelum langkah berikutnya), **urutan terbalik** (rig-down kebalikan rig-up), dan **arah angin** (tata letak lokasi).

Bentuknya bisa pilihan ganda biasa, pilihan ganda kompleks, atau pernyataan Benar/Salah tentang sebuah rencana kerja. Pengecohnya biasanya langkah yang "tampak masuk akal atau aman", misalnya mematikan genset lebih dulu sebelum menurunkan menara, padahal drawworks masih membutuhkan tenaga itu.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan arti rig-up dan rig-down serta hubungannya dengan mobilisasi dan moving rig;
- mengurutkan tahapan rig-up dan menyebut syarat setiap tahap;
- menjelaskan mengapa lokasi harus dipadatkan dan dialasi sebelum substruktur dipasang;
- menentukan posisi lubang pembakaran gas dari arah angin dan jarak aman;
- mengurutkan tahapan rig-down sebagai kebalikan rig-up dan menyebut peralatan yang harus dilepas paling akhir;
- menilai sebuah rencana rig-up atau rig-down yang urutannya salah.

◆ KONSEP INTI

Pada sub bab 3.3 kamu belajar bahwa sebuah rig berpindah antar-lokasi. Pada lokasi yang baru, rig harus **dirakit**, dan pada lokasi yang lama rig harus **dibongkar**. Keduanya punya nama. **Rig-up** adalah merakit dan memasang rig di lokasi sumur sampai siap membor. **Rig-down** adalah membongkar rig menjadi bagian-bagian yang dapat diangkut. Rig-down adalah bagian awal dari setiap perpindahan, dan rig-up adalah bagian akhirnya. Keduanya sering dilakukan dalam moving rig dan mobilisasi, tetapi rig-up dan rig-down bukanlah perpindahannya sendiri; keduanya adalah **pekerjaan bongkar dan pasang** yang mengapit pengangkutan.

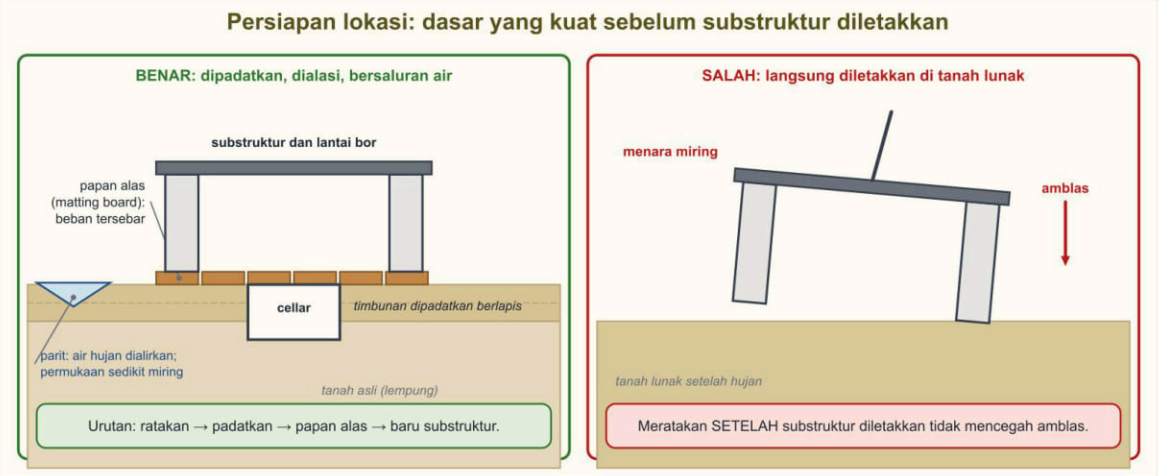
Rig-up dan rig-down harus tertib. Sebuah rig membawa beban ratusan ton, menara setinggi

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

puluhan meter, tekanan tinggi, dan mesin yang berputar. Satu langkah yang dilompati dapat merobohkan menara atau melukai kru. Prinsip yang mengikat semua tahap adalah satu kalimat: **sesuatu tidak boleh dipasang sebelum yang menopangnya ada, dan tidak boleh dibongkar sebelum yang ditopangnya turun.**

1. Persiapan lokasi: dasar yang kuat lebih dulu

Rig-up tidak dimulai dari menara, tetapi dari **tanah**. Substruktur, menara, dan rangkaian pipa memberi beban ratusan ton pada luasan yang tidak terlalu besar. Tanah yang lunak akan amblas di bawah beban itu, dan menara yang berdiri di atas dasar yang amblas akan miring. Karena itu lokasi harus **dimatangkan** (*site preparation*). Lihat Gambar 3.20.



Gambar 3.20 Lokasi yang dipadatkan, dialasi papan, dan bersaluran air (kiri) dibandingkan dengan substruktur yang langsung diletakkan di tanah lunak (kanan). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Pekerjaan persiapan lokasi mencakup beberapa hal. **Pertama, meratakan dan memadatkan** permukaan. Tanah timbunan dipadatkan berlapis, bukan hanya diinjak-injak. **Kedua, memasang papan alas** (*matting board*), yaitu papan atau balok tebal yang disusun rapat di bawah kaki substruktur supaya beban tersebar ke luasan lebih besar dan tidak menumpu pada beberapa titik. **Ketiga, membuat saluran air** (parit) supaya air hujan tidak menggenangi lokasi dan melunakkan tanah. **Keempat, membuat cellar**, yaitu lubang berdinding di tempat kepala sumur akan berada (sub bab 3.1). **Kelima, menandai posisi** peralatan menurut gambar tata letak, termasuk kamp, tangki bahan bakar, dan lubang pembakaran gas (dibahas di bawah). Persiapan ini bisa dimulai berhari-hari sebelum rig tiba, bahkan sebelum sumur sebelumnya selesai dibor, karena tidak bergantung pada rig.

Perhatikan satu jebakan: **meratakan setelah substruktur diletakkan tidak mencegah amblas**. Pemadatan dan papan alas harus selesai lebih dulu, baru substruktur diletakkan. Balok seadanya yang tidak dipadatkan juga tidak cukup, karena beban tetap menumpu pada beberapa titik.

2. Urutan rig-up dari bawah ke atas

Setelah lokasi matang, rig dirakit dari bawah ke atas. Urutan ini ditunjukkan pada Gambar 3.21 untuk rig dengan menara jenis *mast*, yaitu menara yang dirakit mendatar lalu dinaikkan.

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



Gambar 3.21 Urutan rig-up rig bermenara mast. Dua langkah bertanda 7a dan 7b dapat dikerjakan sejajar. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Langkah 1, matangkan lokasi seperti dijelaskan di atas.

Langkah 2, pasang substruktur dan drawworks. Substruktur dipasang tepat di atas cellar dan di atas papan alas, dengan lubang sumur berada di tengahnya. Drawworks dipasang di lantai bor. Menara membutuhkan keduanya: substruktur sebagai pijakan, drawworks sebagai penarik.

Langkah 3, rakit menara mendatar dan pasang tali bor. Menara dirakit dalam keadaan terbaring di atas penyangganya. Tali bor dilewatkan di antara roda *crown block* dan *travelling block* (sub bab 3.1) sebelum menara dinaikkan, karena tenaga drawworks menarik menara **lewat tali itu**. Tanpa tali yang terpasang, drawworks tidak dapat menarik menara.

Langkah 4, periksa sebelum menaikkan. Pin dan baut sambungan menara, rem drawworks, dan tali diperiksa; kru memastikan **tidak ada alat lepas** yang tertinggal di menara, karena benda kecil pun dapat jatuh dari ketinggian puluhan meter. Pemeriksaan harus dilakukan **sebelum** menara berdiri, saat semua bagian masih mudah dijangkau.

Langkah 5, naikkan menara. Drawworks menarik tali dan menara bangkit pelan-pelan sampai tegak. Setelah tegak, sambungan dikunci dengan pin.

Langkah 6, pasang perlengkapan di menara dan lantai bor. Setelah menara tegak, dipasang *top drive* (mesin penggerak putaran yang meluncur di sepanjang menara; sub bab 3.5), papan monyet, tangga, pagar lantai bor, dan dog house. Alat-alat ini tidak dapat dipasang sebelum menara tegak karena letaknya di sepanjang menara yang berdiri.

Langkah 7a dan 7b, pasang sistem sirkulasi dan tenaga. Tangki lumpur, pompa lumpur, shale shaker, dan jalur bertekanan tinggi (*standpipe* dan *rotary hose*; sub bab 3.5) dipasang sampai terhubung ke top drive. Genset dipasang bersama tangki bahan bakar dan sambungan listrik ke drawworks, pompa, dan peralatan lain. Dua kelompok pekerjaan ini **tidak saling bergantung**, sehingga dapat dikerjakan **sejajar** oleh dua regu untuk menghemat waktu.

Langkah 8, pasang BOP. BOP (sub bab 3.5) dipasang pada kepala sumur di bawah lantai bor sesuai tahap pemboran, biasanya setelah casing permukaan terpasang, lalu **diuji fungsinya**.

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

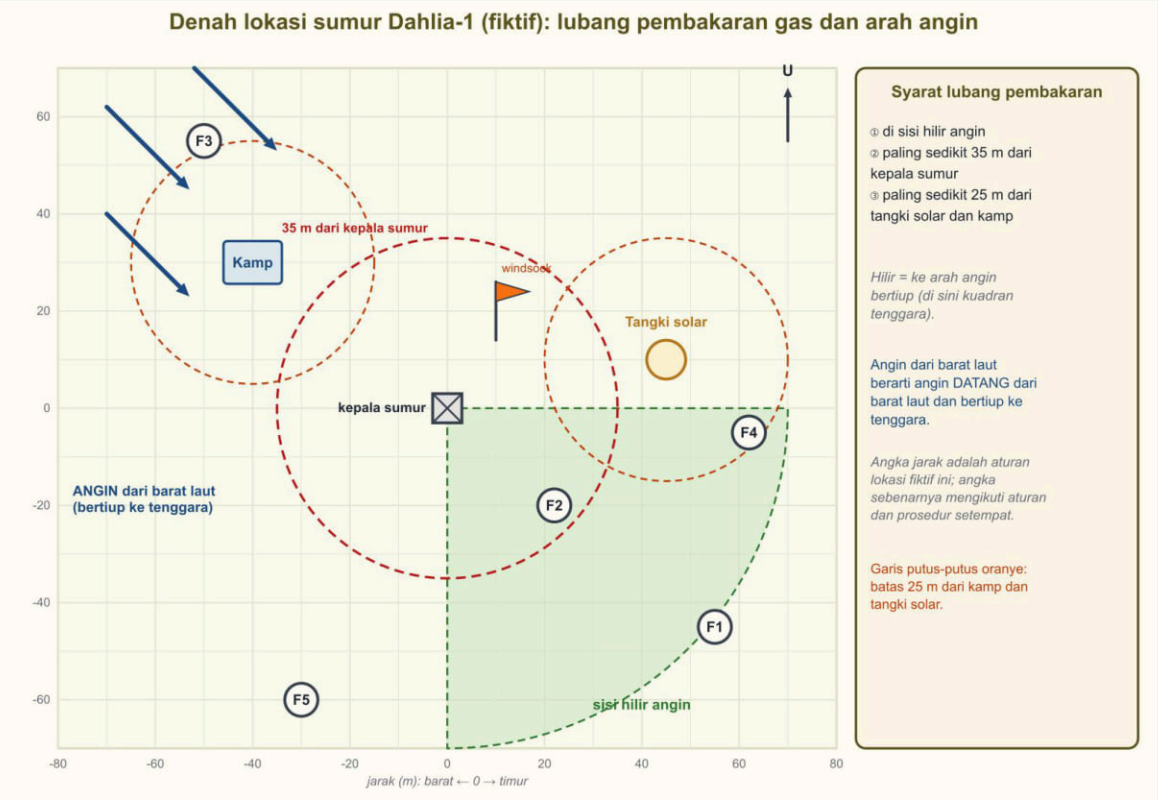
Pemasangan BOP bukan syarat untuk menaikkan menara.

Langkah 9, uji pra-bor. Sebelum pemboran dimulai (kegiatan memulai pemboran disebut *spud*), semua sistem diuji: rem drawworks diuji dengan beban, pompa dan jalur sirkulasi diuji tekanan supaya tidak bocor, detektor gas dan komunikasi diperiksa, dan BOP diuji. Daftar periksa tertulis (*pre-spud checklist*) diisi dan ditandatangani. **BOP dan detektor gas tidak boleh diuji belakangan** setelah pemboran berjalan, karena bahaya dapat muncul sejak lubang pertama.

Ada dua jenis hubungan antar-langkah yang perlu kamu bedakan. **Syarat wajib**: substruktur sebelum menara, tali bor sebelum menara naik, menara tegak sebelum top drive, tenaga dan sirkulasi siap sebelum uji. **Kegiatan sejajar**: langkah 7a dan 7b, serta penataan lubang pembakaran gas, kamp, dan tangki solar, yang dapat dikerjakan kapan saja setelah lokasi matang dan sebelum uji akhir.

3. Tata letak lokasi: arah angin dan lubang pembakaran gas

Selama rig-up, regu juga menata **letak peralatan di lokasi**. Salah satunya adalah **lubang pembakaran gas** (*flare pit* atau *burn pit*). Bila sumur diuji alir atau gas dipisahkan dari lumpur, gas itu tidak boleh dilepas begitu saja karena mudah terbakar dan dapat beracun; gas dialirkan lewat pipa ke lubang atau menara pembakaran yang letaknya jauh dari rig dan kamp. Penempatan lubang itu mengikuti tiga syarat sederhana, yang disajikan pada Gambar 3.22.



Gambar 3.22 Denah lokasi sumur fiktif Dahlia-1 dengan arah angin, lima calon titik lubang pembakaran (F1 sampai F5), kamp, dan tangki solar. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **Di sisi hilir angin.** Hilir artinya ke arah angin bertiup. Dengan begitu panas dan gas yang

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

terbawa angin menjauh dari rig dan kru, bukan mengarah ke mereka. Aturan peletakannya memang menyebut arah angin yang dominan di lokasi.

2. **Cukup jauh dari kepala sumur.** Api dan panas tidak boleh dekat dengan sumur. Jarak minimalnya ditetapkan oleh aturan dan prosedur setempat; di berbagai tempat besarnya puluhan meter. Pada kasus fiktif dalam buku ini dipakai 35 meter.
3. **Jauh dari tangki bahan bakar, kamp, dan tempat orang berkumpul.** Api tidak boleh dekat dengan benda mudah terbakar atau tempat banyak orang. Pada kasus ini dipakai jarak paling sedikit 25 meter dari tangki solar dan kamp.

Perhatikan istilah arah angin. **Angin dari barat laut berarti angin datang dari barat laut dan bertiup ke tenggara.** Banyak siswa terbalik membacanya. Sisi hilirnya adalah **tenggara**, bukan barat laut. Karena itu kamp biasanya ditempatkan di sisi hulu angin (barat laut dalam kasus ini), dan lubang pembakaran di sisi hilir.

Di lokasi, arah angin ditunjukkan oleh **windsock**, kantong kain berbentuk kerucut yang menggembung searah angin. Windsock dipasang di tempat tinggi dan terlihat dari berbagai titik kerja. Bila ada gas yang bocor, kru melihat windsock dan bergerak menuju titik kumpul di sisi yang berlawanan dengan arah datangnya gas (sub bab 2.6).

4. Rig-down: kebalikan rig-up, setelah sumur aman

Rig-down dikerjakan dengan urutan kebalikan rig-up, dengan dua penyesuaian. **Pertama, sumur diamankan lebih dulu.** Katup kepala sumur ditutup dan tekanan diperiksa, karena tidak boleh ada kegiatan bongkar di dekat sumur yang belum aman. **Kedua, beban yang tersandar atau tergantung di menara harus turun lebih dulu**, karena bagian itu akan jatuh bila menara direbahkan. Gambar 3.23 menunjukkan urutannya.



Gambar 3.23 Urutan rig-down. Drawworks, tali bor, dan tenaga tetap terpasang sampai menara turun. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Langkah 1, amankan sumur. Langkah 2, **cabut sisa rangkaian** dan **turunkan semua stand pipa** dari menara ke rak pipa. Langkah 3, **lepas BOP** dan pasang tutup pada kepala sumur. Langkah 4, **turunkan peralatan di menara**, yaitu top drive dan papan monyet. Langkah 5, **turunkan menara** memakai drawworks, tali bor, dan tenaga. Langkah 6, **lepas tali bor dan sambungan listrik**, lalu bongkar drawworks dan genset. Langkah 7, **bongkar**

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

substruktur dan lantai bor. Langkah 8, **muat dan ikat modul** serta kemas kamp. Langkah 9, **angkut keluar**, kembalikan peralatan sewa, dan pulihkan lokasi (sub bab 3.3).

Pegangan terpenting: **peralatan yang dipakai untuk menurunkan peralatan lain dilepas paling akhir.** Drawworks dan tali bor menurunkan menara secara terkendali, dan genset menyediakan tenaga bagi drawworks. Itu sebabnya "melepas tali bor lebih dulu" atau "mematikan genset agar lebih aman" adalah langkah yang salah, walaupun terdengar hati-hati. Mematikan genset sebelum menara turun membuat drawworks tidak punya tenaga untuk menurunkan menara.

Di sisi lain, pekerjaan yang **tidak bergantung pada menara** dapat dikerjakan sejajar, misalnya mengosongkan dan membersihkan tangki lumpur, membongkar pompa, atau merapikan rak pipa. Tangki lumpur tidak terhubung dengan menara, sehingga membersihkannya tidak perlu menunggu menara turun.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Mengurutkan dua belas kegiatan rig-up

Rig-33 (fiktif) akan dirakit di sumur Cendana-3 pada 2027. Kegiatannya tercatat tanpa urutan: (a) naikkan menara dengan tenaga drawworks; (b) pasang substruktur di atas cellar; (c) ratakan dan padatkan lokasi, pasang papan alas; (d) uji pra-bor: rem, pompa, BOP, detektor gas; (e) rakit menara mendatar dan pasang tali bor melewati crown dan travelling block; (f) pasang drawworks di lantai bor; (g) pasang tangki, pompa, dan jalur tekanan tinggi sampai top drive; (h) periksa pin, baut, rem, dan tali; pastikan tidak ada alat lepas di menara; (i) gali lubang pembakaran gas dan tandai posisi kamp dan tangki solar menurut arah angin; (j) pasang genset dan sambungan listrik; (k) pasang BOP dan uji fungsi; (l) pasang top drive, papan monyet, tangga, dan dog house. Susun urutan yang benar. Kegiatan yang tidak saling bergantung boleh bertukar tempat. *Kasus disusun untuk contoh; rig dan sumur fiktif.*

1. **Mulai dari dasar.** (c) lebih dulu, karena substruktur membutuhkan lokasi yang kuat. Kegiatan (i) boleh dikerjakan kapan saja setelah (c) dan sebelum (d).
2. **Substruktur dan drawworks.** (b) lalu (f): menara memerlukan keduanya.
3. **Menara.** (e) sebelum (a), karena menara dinaikkan lewat tali bor. Di antara keduanya ada (h): pemeriksaan harus dilakukan **sebelum** menara dinaikkan. Jadi (e) → (h) → (a).
4. **Perlengkapan menara.** (l) setelah (a), karena top drive dan papan monyet dipasang pada menara yang sudah berdiri.
5. **Sirkulasi dan tenaga.** (g) membutuhkan top drive (jalur tekanan tinggi menuju ke sana), jadi (g) setelah (l). (j) tidak bergantung pada (g), sehingga (g) dan (j) boleh sejajar.
6. **BOP.** (k) setelah sistem siap, dan sebelum uji akhir.
7. **Uji.** (d) paling akhir: ia menguji semua sistem sebelum pemboran.

Urutan: **c → b → f → e → h → a → l → (g dan j sejajar) → k → d**, dengan (i) disisipkan di mana saja setelah (c) dan sebelum (d).

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

Contoh 2 — Menilai rencana rig-down yang salah urutan

Rig-41 (fiktif) selesai membor sumur Mawar-8 pada 2027, dan kepala sumur sudah dipasang tutup. Rencana kerja kru: (1) melepas sambungan listrik genset ke drawworks; (2) membongkar tangki lumpur; (3) menurunkan menara memakai drawworks; (4) menurunkan stand pipa dari menara ke rak; (5) melepas tali bor; (6) mengangkut modul. Nilailah rencana itu. *Kasus disusun untuk contoh; rig dan sumur fiktif.*

1. **Periksa tiap langkah terhadap prinsip:** peralatan yang dipakai untuk menurunkan menara dilepas paling akhir, dan beban di menara turun lebih dulu.
2. **Langkah (1) salah urutan.** Genset menyediakan tenaga bagi drawworks. Listrik dilepas **setelah** menara turun, bukan sebelumnya.
3. **Langkah (2) boleh.** Tangki lumpur tidak bergantung pada menara, jadi dapat dibongkar kapan saja setelah sumur aman, termasuk sejajar.
4. **Langkah (3) salah urutan.** Menara diturunkan padahal stand pipa masih tersandar di dalamnya (langkah 4 belum dikerjakan). Stand itu akan jatuh bila menara direbahkan. Langkah (4) harus **sebelum** (3).
5. **Langkah (5) salah urutan.** Tali bor dipakai untuk menurunkan menara, jadi dilepas **sesudah** (3).
6. **Langkah yang hilang.** Rencana tidak memuat pengamanan sumur dan pelepasan BOP bila ada. Sumur harus dipastikan aman lebih dulu.
7. **Rencana yang benar:** amankan sumur → turunkan stand pipa (4) → [tangki lumpur (2) sejajar] → lepas BOP bila terpasang → turunkan menara (3) → lepas tali bor (5) dan sambungan listrik (1) → bongkar sisanya → angkut (6).

Kesimpulan: rencana itu **salah**, karena empat langkah ((1), (3), (4), (5)) tidak berurutan dengan benar dan satu langkah penting (mengamankan sumur) tidak ada.

Contoh 3 — Memilih titik lubang pembakaran gas dari denah

Gunakan Gambar 3.22. Kepala sumur berada di (0, 0) meter. Kamp di (−40, +30) dan tangki solar di (+45, +10) (sumbu mendatar = timur-barat, sumbu tegak = utara-selatan). Angin datang dari barat laut. Syarat: di sisi hilir (kuadran tenggara, yaitu mendatar positif dan tegak negatif), paling sedikit 35 m dari kepala sumur, dan paling sedikit 25 m dari kamp dan tangki solar. Hitung jarak lima calon titik dan tentukan yang memenuhi. *Kasus disusun untuk contoh; lokasi fiktif.*

Jarak ke suatu titik dihitung dengan $\sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}$.

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

Titik	Koordinat	Hilir?	Jarak ke sumur	Jarak ke tangki	Jarak ke kamp
F1	(+55, −45)	ya (tenggara)	71,1 m	55,9 m	121,0 m
F2	(+22, −20)	ya	29,7 m	37,8 m	79,6 m
F3	(−50, +55)	tidak (barat laut)	74,3 m	105,1 m	26,9 m
F4	(+62, −5)	ya	62,2 m	22,7 m	107,8 m
F5	(−30, −60)	tidak (barat daya)	67,1 m	102,6 m	90,6 m

1. **F1:** hilir, 71,1 ≥ 35, tangki 55,9 ≥ 25, kamp 121,0 ≥ 25. **Memenuhi semua.**
2. **F2:** hilir dan jauh dari tangki dan kamp, tetapi 29,7 m **kurang dari 35 m** dari kepala sumur. Gugur.
3. **F3:** jarak aman terpenuhi, tetapi berada di sisi barat laut, yaitu **sisi angin datang**. Gugur.
4. **F4:** hilir dan jauh dari kepala sumur, tetapi 22,7 m **kurang dari 25 m** dari tangki solar. Gugur.
5. **F5:** semua jarak terpenuhi, tetapi di barat daya, **bukan sisi hilir**. Gugur.

Jawaban: **F1** adalah satu-satunya titik yang memenuhi ketiga syarat. Perhatikan bahwa tiap titik lain gugur karena **satu syarat saja**; itu sebabnya setiap syarat harus diperiksa untuk setiap titik.

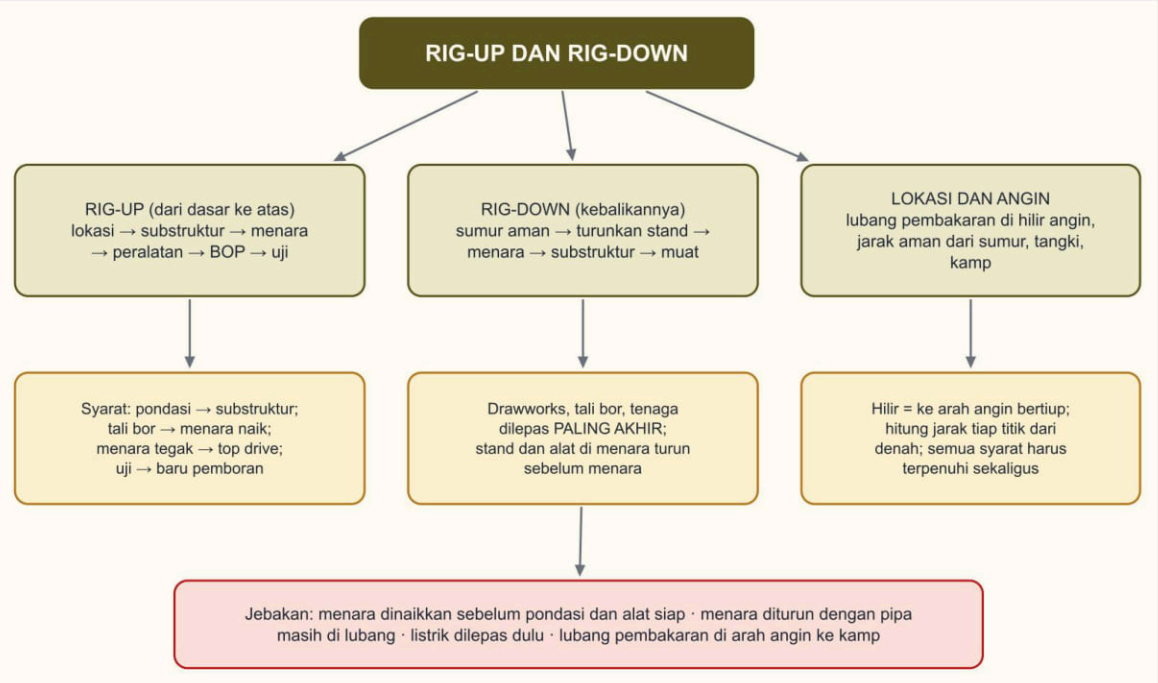
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Rig-up** = merakit dari bawah ke atas; **rig-down** = membongkar dengan urutan kebalikan; keduanya mengapit pengangkutan.
- **Prinsip:** sesuatu tidak dipasang sebelum penopangnya ada, dan tidak dibongkar sebelum yang ditopangnya turun.
- **Urutan rig-up (mast):** matangkan lokasi (padatkan, papan alas, cellar) → substruktur dan drawworks → rakit menara dan pasang tali bor → periksa → naikkan menara → top drive, papan monyet, dog house → sirkulasi dan tenaga (sejajar) → BOP → uji pra-bor.
- **Lokasi:** dipadatkan dan dialasi sebelum substruktur; meratakan sesudahnya tidak mencegah amblas.
- **Lubang pembakaran gas:** di sisi hilir angin, cukup jauh dari kepala sumur, jauh dari tangki bahan bakar dan kamp; angin "dari barat laut" bertiup ke tenggara.
- **Rig-down:** sumur diamankan → stand pipa turun → BOP dilepas → alat di menara turun → menara turun → tali bor dan listrik dilepas paling akhir → substruktur → angkut.

Ringkasannya digambarkan pada Gambar 3.24.



Gambar 3.24 Peta konsep rig-up dan rig-down. 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 rig-up dan rig-down:

1. **Tentukan arah kerja:** merakit (rig-up) atau membongkar (rig-down).
2. **Tanyakan penopangnya:** apa yang menopang atau dibutuhkan oleh pekerjaan yang ditanyakan? Penopang dipasang lebih dulu saat rig-up, dan dilepas lebih akhir saat rig-down.
3. **Tandai alat yang dipakai untuk pekerjaan itu sendiri** (drawworks, tali bor, tenaga untuk menurunkan menara). Alat itu tidak boleh dilepas sebelum pekerjaannya selesai.
4. **Pisahkan kegiatan sejajar dan berurutan.** Kegiatan yang tidak saling bergantung boleh bersamaan atau bertukar tempat.
5. **Untuk soal denah,** periksa tiap syarat (hilir, jarak ke sumur, jarak ke tangki dan kamp) untuk tiap titik dan coret titik yang gagal satu saja.

Jebakan khas pada soal ini:

- **Menara dinaikkan sebelum pondasi atau perlengkapan siap**, misalnya tali bor belum terpasang.
- **Menara diturunkan sementara pipa masih di lubang** atau stand masih tersandar di menara.
- **Genset dimatikan atau listrik dilepas lebih dulu** karena terdengar lebih aman.
- **Tali bor dilepas sebelum menara turun.**
- **Meratakan lokasi setelah substruktur diletakkan**, atau memakai balok seadanya tanpa pemadatan.
- **Lubang pembakaran diletakkan di sisi datangnya angin** atau terlalu dekat dengan kamp, tangki solar, atau kepala sumur.
- **Angin "dari barat laut" dibaca sebagai bertiup ke barat laut.**
- **Pembersihan tangki lumpur ditunda sampai menara turun**, padahal tidak bergantung pada menara.
- **Uji BOP atau kalibrasi detektor gas ditunda** sampai pemboran berjalan.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menguji pekerjaan yang wajib selesai sebelum menara dinaikkan. Pakailah prinsip "menara dinaikkan lewat tali bor oleh drawworks" untuk menentukan syaratnya.

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

►. Kru Rig-12 sedang rig-up di lokasi sumur Kenanga-7 (2027). Substruktur dan *drawworks* sudah terpasang, dan menara jenis *mast* sudah dirakit mendatar di atas penyangganya. Menara itu akan dinaikkan ke posisi tegak dengan tenaga *drawworks*. Pengawas meminta kru memastikan satu pekerjaan yang WAJIB selesai sebelum menara dapat dinaikkan. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Pekerjaan tersebut adalah ....

A. Memasang BOP pada kepala sumur di bawah lantai bor
B. Memasang tali bor melewati crown block dan travelling block
C. Mengisi tangki lumpur dan menguji pompa lumpur sekali jalan
D. Memasang top drive pada relnya di sepanjang menara tegak
E. Menyambungkan rotary hose dari standpipe ke top drive

Pembahasan **Kunci: B**

Konsep: Urutan rig-up rig mast: pasang substruktur dan drawworks → rakit menara mendatar dan pasang tali bor melewati crown block dan travelling block → naikkan menara dengan drawworks → pasang peralatan lain (top drive, sistem sirkulasi, BOP sesuai tahap pemboran).

Langkah:
1. Drawworks menarik menara melalui tali bor.
2. Maka tali bor harus sudah terpasang melewati crown block dan travelling block sebelum menara dinaikkan.
3. Pekerjaan lain dapat dikerjakan sesudah menara tegak atau berjalan terpisah.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ BOP dipasang setelah pemboran awal dan casing permukaan terpasang, bukan syarat menaikkan menara.
• **B.** ✓ Tanpa tali bor yang terpasang, drawworks tidak dapat menarik menara.
• **C.** ✗ Jebakan: tangki dan pompa lumpur memang harus siap sebelum pemboran, tetapi tidak dibutuhkan untuk menaikkan menara.
• **D.** ✗ Jebakan: rel top drive berada di menara; top drive dipasang setelah menara tegak.
• **E.** ✗ Rotary hose menghubungkan sistem sirkulasi; dipasang setelah menara dan top drive terpasang.

Jawaban: B.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk soal rig-down, tentukan lebih dulu alat mana yang masih diperlukan untuk menurunkan menara; untuk soal denah, periksa tiap syarat pada tiap titik.

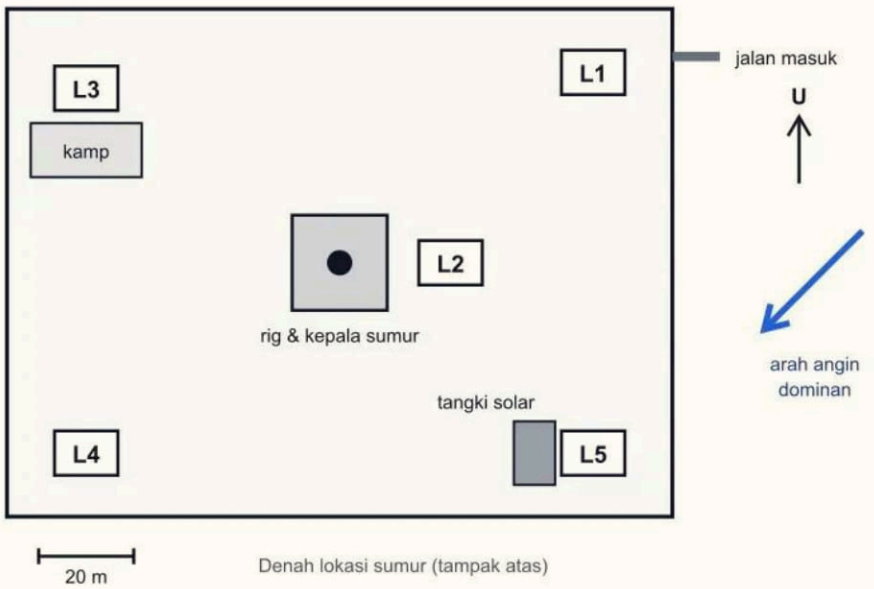
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

1. Setelah sumur Melati-3 selesai dibor dan ditutup kepala sumurnya (2027), kru Rig-05 mulai rig-down. Rencana kerja kru: (1) menurunkan menara memakai *drawworks* dan tali bor; (2) melepas tali bor dari *drawworks*; (3) mengosongkan dan membersihkan tangki lumpur; (4) melepas sambungan listrik genset ke *drawworks*.
(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
Menara diturunkan sebelum tali bor dilepas dari drawworks karena penurunan menara memakai drawworks dan tali bor.	○	○
Sambungan listrik genset ke drawworks sebaiknya dilepas paling awal agar rig-down lebih aman.	○	○
Pembersihan tangki lumpur harus menunggu menara selesai diturunkan karena tangki lumpur terhubung dengan menara.	○	○

2. Gambar adalah denah lokasi sumur Melinjo-2 saat rig-up (2027). Lubang pembakaran gas (*flare pit*) untuk uji alir harus memenuhi tiga syarat: berada di sisi ke mana angin dominan bertiup, paling sedikit 30 m dari kepala sumur, dan jauh dari tangki bahan bakar serta kamp. Pengawas menandai lima calon titik, L1 sampai L5.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Titik yang paling tepat untuk lubang pembakaran gas adalah ....



A. L1
B. L2
C. L3
D. L4
E. L5

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

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

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa tali bor harus terpasang sebelum menara dinaikkan, dan mengapa tali bor justru dilepas paling akhir pada rig-down?
- Angin bertiup dari timur laut. Di sisi mana lubang pembakaran gas harus diletakkan, dan mengapa tidak di sisi timur laut?
- **Yang harus kuingat:** rig-up dari dasar ke atas, rig-down kebalikannya; penopang dipasang lebih dulu dan dilepas lebih akhir; drawworks, tali bor, dan tenaga dilepas paling akhir; lubang pembakaran di hilir angin, jauh dari sumur, tangki, dan kamp; uji BOP dan detektor gas sebelum pemboran.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 3.4: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktper&node=SMKTPER-3.4

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

Sub bab 3.5 · Lima sistem pemboran dan komponennya

SMKTPER-3.5

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi Teknik Perminyakan meminta kamu **menerapkan lima sistem pemboran**. Soal biasanya menceritakan sebuah rig yang sedang membor: ada lumpur yang dipompa, ada tangki yang volumenya berubah, ada susunan BOP, atau ada beberapa genset dengan beban berbeda. Lalu kamu diminta **menelusuri jalur lumpur, menjelaskan fungsi komponen, membaca gejala pada tangki lumpur, memilih alat penutup sumur, atau menentukan jumlah genset yang dinyalakan**. Kata kunci soal seperti ini adalah **sistem mana yang bekerja** (tenaga, angkat, putar, sirkulasi, atau pencegah semburan liar), **arah aliran** (turun di dalam pipa, naik di annulus), dan **gejala** (volume tangki naik atau turun).

Bentuknya bisa pilihan ganda biasa, pilihan ganda kompleks, atau pernyataan Benar/Salah tentang alur kerja. Pengecohnya biasanya komponen yang tertukar sistemnya, arah aliran yang terbalik, atau tindakan yang justru memperburuk keadaan, misalnya membuka BOP ketika sumur mengalirkan fluida formasi.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

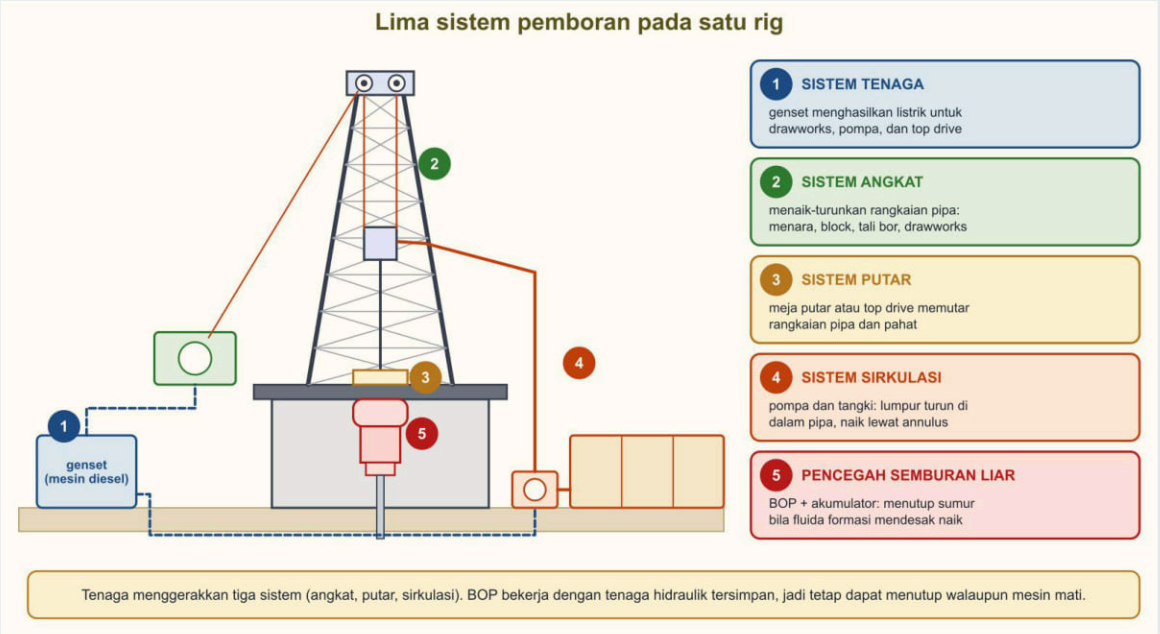
- menyebut lima sistem pemboran dan komponen masing-masing;
- menjelaskan cara kerja sistem putar dengan meja putar dan kelly, serta dengan top drive;
- menelusuri alur lumpur dari tangki sampai kembali ke tangki dan menjelaskan fungsi lumpur;
- membedakan gejala kick dan hilang lumpur dari volume tangki dan aliran saat pompa dimatikan;
- menjelaskan fungsi annular, pipe ram, blind ram, dan akumulator serta memilih alat yang sesuai;
- menentukan jumlah genset yang dinyalakan menurut beban, dan menjelaskan fungsi casing dan semen sebagai pengenalan.

◆ KONSEP INTI

Pemboran sumur adalah pekerjaan yang dikerjakan oleh banyak peralatan sekaligus. Supaya mudah dipelajari, peralatan itu dikelompokkan menjadi **lima sistem**. Anggap rig sebagai satu mesin besar. **Sistem tenaga** adalah jantungnya. **Sistem angkat** adalah ototnya yang mengangkat dan menurunkan rangkaian pipa. **Sistem putar** memutar pahat yang menghancurkan batuan. **Sistem sirkulasi** adalah aliran darahnya, yaitu lumpur yang terus bergerak. **Sistem pencegah semburan liar** adalah rem daruratnya. Gambar 3.25

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

memperlihatkan kelimanya pada satu rig.



Gambar 3.25 Lima sistem pemboran: tenaga (1), angkat (2), putar (3), sirkulasi (4), dan pencegah semburan liar (5). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

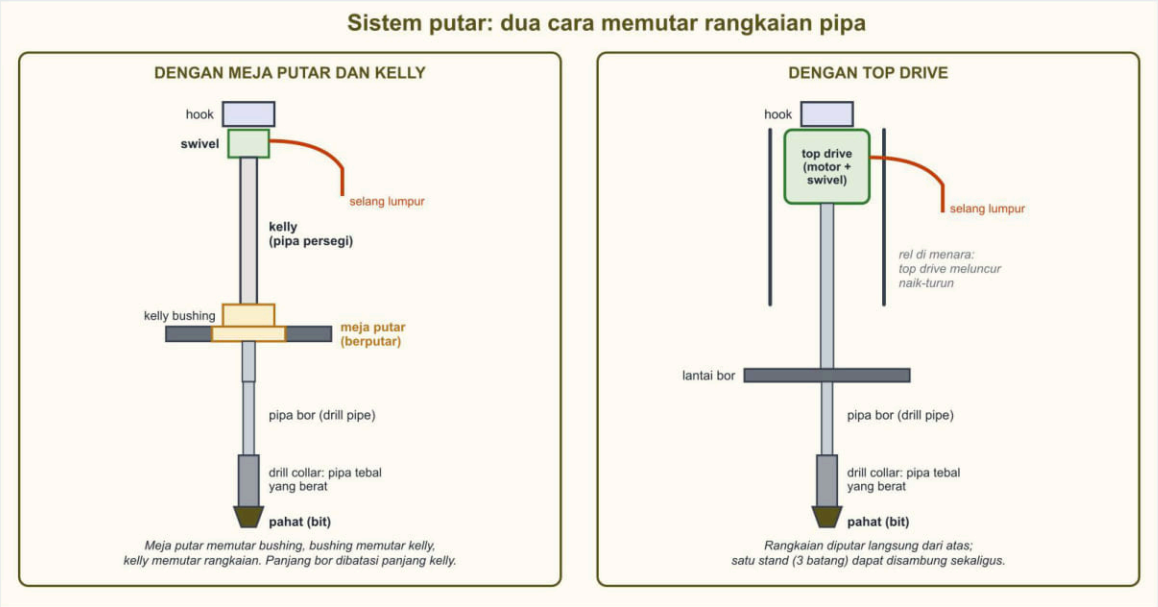
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

1. Sistem angkat dan sistem tenaga: ringkasan

Sistem angkat sudah kamu pelajari di sub bab 3.1 (Gambar 3.3): menara, *crown block*, *travelling block*, tali bor, hook, dan drawworks. Tugasnya menaikkan dan menurunkan rangkaian pipa serta menahan bebannya. Sistem tenaga dibahas setelah sistem pencegah semburan liar, karena jumlah genset ditentukan oleh beban semua sistem.

2. Sistem putar

Sistem putar (*rotary system*) memutar rangkaian pipa dan pahat di dasar lubang. Pahat yang berputar sambil ditekan oleh berat rangkaian menghancurkan batuan menjadi serpihan kecil (*serbuk bor*). Ada dua cara memutar rangkaian pipa, yang dibandingkan pada Gambar 3.26.



Gambar 3.26 Dua cara memutar rangkaian pipa: meja putar dengan kelly (kiri) dan top drive (kanan). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Cara pertama: meja putar dan kelly. Di lantai bor ada **meja putar** (*rotary table*) yang digerakkan mesin dan bisa berputar. Di lubang meja itu terpasang **kelly bushing**, yaitu bantalan yang mencengkeram **kelly**. Kelly adalah pipa berpenampang persegi atau segi enam yang paling atas pada rangkaian. Meja putar memutar kelly bushing, kelly bushing memutar kelly, dan kelly memutar seluruh rangkaian ke bawah. Di atas kelly terpasang **swivel**, yaitu sambungan yang memungkinkan kelly berputar sementara bagian atasnya, yang tergantung pada hook dan tersambung ke selang lumpur, tetap diam. Lumpur masuk ke rangkaian lewat swivel, jadi selang tidak ikut terpuntir.

Dengan cara ini, pemboran hanya dapat diteruskan **sepanjang kelly** (sekitar satu batang pipa). Sesudah itu, kelly harus diangkat dan sebatang pipa baru **disambung** ke rangkaian. Pada saat penyambungan, kelly dilepas lalu disimpan sementara di **rat hole** (sub bab 3.1), dan pipa baru diambil dari **mouse hole**.

Cara kedua: top drive. Pada rig yang lebih modern, motor penggerak putaran dipasang **di menara**, tepat di bawah hook, dan meluncur naik-turun di sepanjang rel. Motor ini disebut **top drive**. Ia memutar rangkaian pipa langsung dari atas dan sudah memiliki swivel di dalamnya.

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

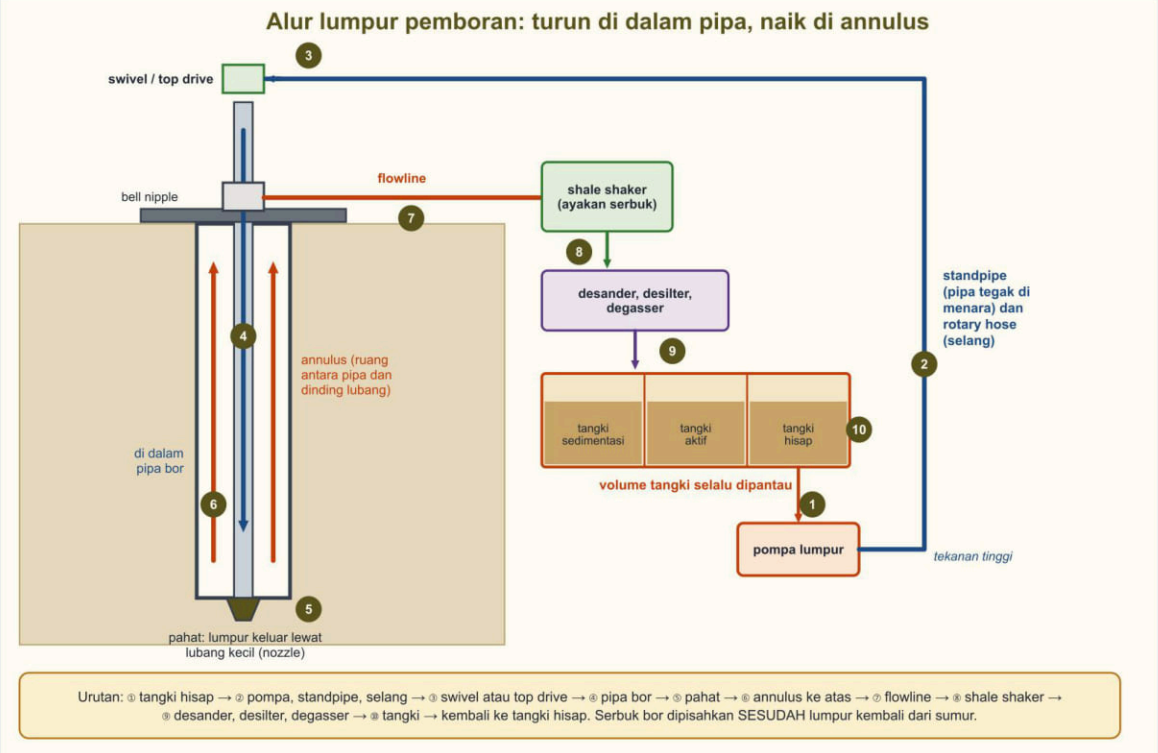
Dengan top drive, kelly dan peran meja putar untuk memutar tidak diperlukan. Keuntungan praktisnya, kru dapat menyambung dan memboran satu *stand* (tiga batang pipa) sekaligus, sehingga penyambungan lebih jarang dan pemboran lebih cepat.

Di bawah kelly atau top drive terdapat **rangkaian pipa bor** (*drill string*), yang terdiri dari beberapa bagian:

- **Pipa bor** (*drill pipe*): ribuan meter pipa baja yang disambung batang demi batang. Pipa inilah yang meneruskan putaran dari atas dan menyalurkan lumpur ke bawah.
- **Drill collar**: pipa baja yang jauh lebih tebal dan berat, dipasang tepat di atas pahat. Beratnya menekan pahat ke batuan, sedangkan pipa bor yang lebih ringan di atasnya digantung.
- **Pahat** (*bit*): ujung rangkaian yang menghancurkan batuan. Pahat memiliki lubang-lubang kecil (*nozzle*) tempat lumpur menyembur keluar.

3. Sistem sirkulasi: alur lumpur

Sistem sirkulasi mengalirkan **lumpur pemboran** (*drilling mud*) terus-menerus melalui sumur. Lumpur adalah campuran air atau minyak dengan lempung dan bahan kimia, bukan lumpur tanah biasa. Gambar 3.27 menunjukkan jalurnya.



Gambar 3.27 Alur lumpur pemboran dari tangki, lewat pompa, pipa bor, dan pahat, naik lewat annulus, lalu melewati peralatan pembersih dan kembali ke tangki. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Ikuti jalurnya dalam urutan berikut.

1. **Tangki hisap**: lumpur bersih disedot dari sini.
2. **Pompa lumpur**: menekan lumpur dengan tekanan tinggi. Lumpur naik lewat **standpipe** (pipa tegak di sisi menara) dan **rotary hose** (selang lentur).
3. **Swivel atau top drive**: lumpur masuk ke rangkaian.

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

4. **Pipa bor**: lumpur turun **di dalam** pipa sampai ujung.
5. **Pahat**: lumpur menyembur lewat nozzle ke dasar lubang.
6. **Annulus**: ruang antara dinding lubang dan pipa bor. Lumpur naik **lewat annulus** sambil membawa serbuk bor.
7. **Flowline**: pipa miring yang membawa lumpur dari puncak sumur (lewat *bell nipple*) menuju peralatan pembersih.
8. **Shale shaker**: ayakan bergetar yang menyaring serbuk bor berukuran besar dari lumpur.
9. **Desander, desilter, dan degasser**: alat yang memisahkan pasir dan lanau yang lebih halus serta membuang gas yang terbawa.
10. **Tangki**: lumpur yang sudah bersih ditampung, lalu kembali ke tangki hisap.

Perhatikan dua hal penting. **Pertama, arahnya**: lumpur **turun di dalam pipa** dan **naik di annulus**. Siswa sering membalikkannya. **Kedua, urutannya**: serbuk bor dipisahkan **sesudah** lumpur kembali dari sumur dan **sebelum** masuk tangki, bukan di tangki yang berada tepat sebelum pompa. Sistem ini disebut **tertutup** karena lumpur terus berputar dan dipakai ulang, bukan dibuang.

Fungsi lumpur. Lumpur tidak sekadar air. Ia punya beberapa fungsi penting:

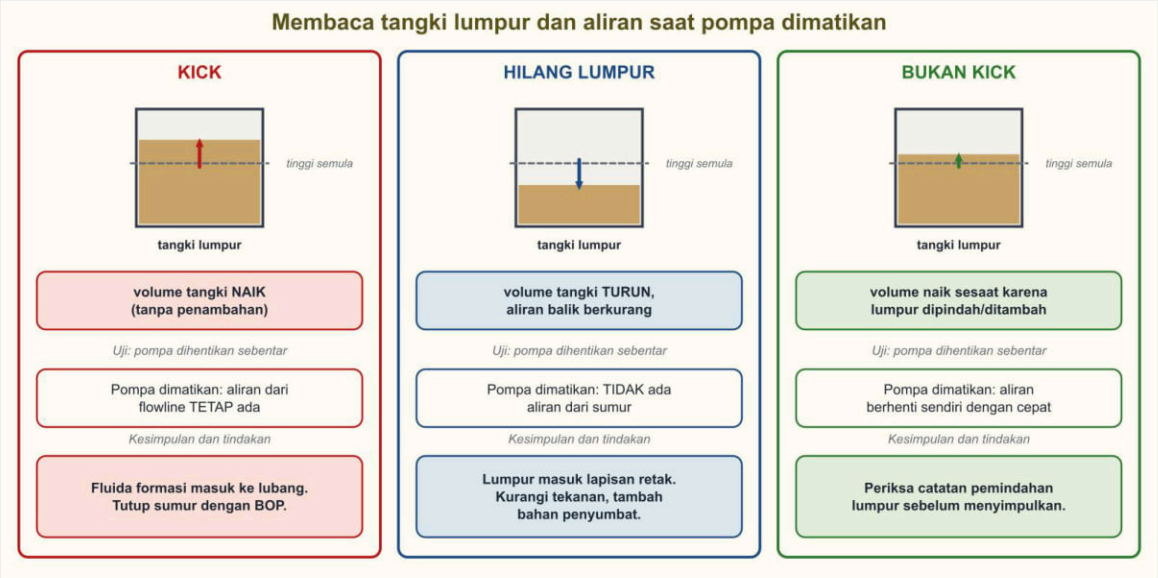
- **mengangkat serbuk bor** ke permukaan. Karena itu bila pompa berhenti, serbuk di annulus tidak lagi terangkat dan perlahan mengendap, sehingga lumpur dibuat agak mengental saat diam supaya serbuk tetap melayang;
- **mendinginkan dan melumasi pahat**;
- **mengendalikan tekanan formasi.** Lumpur yang berat memberi tekanan pada dasar lubang. Tekanan itu harus cukup untuk menahan fluida di batuan agar tidak masuk ke lubang;
- **menstabilkan dinding lubang** dengan membentuk lapisan tipis pada dinding sehingga dinding tidak runtuh.

Dari fungsi ketiga lahir dua bahaya yang berlawanan. **Bila lumpur terlalu ringan**, tekanannya kalah oleh tekanan fluida formasi sehingga fluida itu masuk ke lubang. Kejadian ini disebut **kick**. **Bila lumpur terlalu berat**, lapisan batuan yang lemah atau retak dapat tidak sanggup menahan tekanan, dan lumpur masuk ke lapisan itu. Kejadian ini disebut **hilang lumpur** (*lost circulation*).

4. Membaca gejala: kick dan hilang lumpur

Karena lumpur terus berputar, **volume tangki lumpur seharusnya stabil**. Karena itu para driller selalu memantau volume tangki dan aliran di flowline. Perubahan volume adalah sinyal paling awal bahwa ada yang tidak beres. Gambar 3.28 membandingkan tiga keadaan.

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



Gambar 3.28 Kick, hilang lumpur, dan keadaan yang bukan kick, dibedakan dari volume tangki dan aliran saat pompa dimatikan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Kick adalah masuknya fluida formasi (gas, minyak, atau air) ke dalam lubang karena tekanan formasi lebih besar daripada tekanan lumpur. Fluida itu mendesak lumpur keluar sehingga **volume tangki naik** tanpa ada penambahan lumpur, dan aliran di flowline menjadi lebih besar. Ujiannya sederhana: **hentikan pompa sebentar dan perhatikan flowline**. Bila lumpur **tetap mengalir** padahal pompa mati, berarti ada fluida formasi yang mendorong dari bawah. Perhatikan bahwa sedikit aliran yang berhenti sendiri dengan cepat bisa berasal dari sisa lumpur di jalur dan bukan kick. Kick yang dibiarkan dapat berkembang menjadi **semburan liar** (*blowout*), yaitu fluida formasi menyembur tak terkendali dari sumur. Itu salah satu kecelakaan paling berbahaya di industri migas.

Hilang lumpur adalah kebalikannya: lumpur mengalir **ke dalam** lapisan retak atau sangat berpori, bukan kembali ke permukaan. Gejalanya: **volume tangki turun** dan **aliran balik di flowline berkurang**. Bila pompa dimatikan, **tidak ada aliran dari sumur**. Penanganannya adalah **mengurangi tekanan pada lapisan** (misalnya dengan memperlambat pompa) dan **menambahkan bahan penyumbat** (*lost circulation material*) ke lumpur untuk menyumbat retakan. Menambah berat lumpur justru memperparah, karena menambah tekanan pada lapisan yang sudah lemah. Menutup BOP juga bukan tindakan untuk hilang lumpur, karena tidak ada fluida yang mendesak naik.

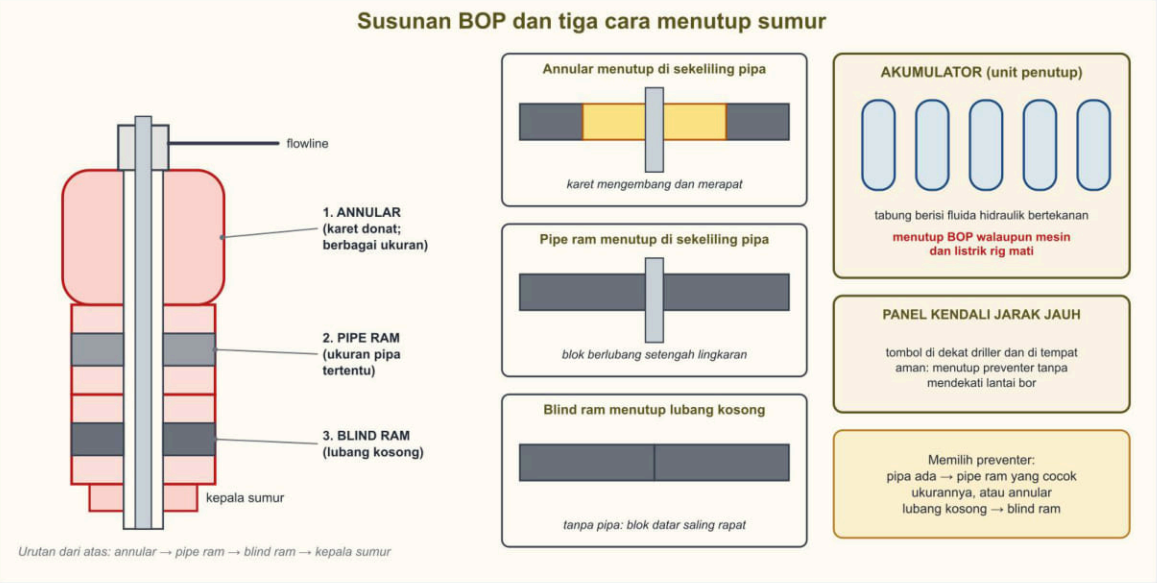
Bukan kick. Volume tangki bisa naik sesaat karena sebab di permukaan: lumpur dipindah dari satu tangki ke tangki lain, atau lumpur baru ditambahkan. Karena itu, sebelum menyimpulkan ada kick, periksa **catatan pemindahan lumpur** dan lakukan uji aliran saat pompa dimatikan. Bila aliran berhenti, kenaikan itu berasal dari permukaan.

Pegangan untuk membedakan: **volume naik + aliran tetap saat pompa mati = kick; volume turun + tidak ada aliran saat pompa mati = hilang lumpur.** Tindakan keduanya berlawanan, jadi salah mendiagnosis berarti salah bertindak.

5. Sistem pencegah semburan liar: BOP

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

Bila kick terjadi, harus ada alat yang dapat **menutup sumur** dengan cepat. Alat itu adalah **BOP** (*blowout preventer*, pencegah semburan liar). BOP dipasang pada kepala sumur di bawah lantai bor (lihat Gambar 3.5). BOP bukan satu katup, melainkan **susunan** beberapa alat penutup. Gambar 3.29 memperlihatkannya.



Gambar 3.29 Susunan BOP: annular di atas, lalu pipe ram dan blind ram, serta akumulator dan panel kendali jarak jauh. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Annular preventer** terletak paling atas. Unsur penutupnya adalah **karet berbentuk donat** yang dapat mengembang ke dalam lubang dan merapat di sekeliling **pipa berbagai ukuran**, bahkan di sekeliling benda yang lebih besar seperti drill collar. Ia fleksibel, tetapi tekanan yang sanggup ditahannya lebih rendah.
- **Pipe ram** adalah sepasang **blok baja** yang bergerak dari kiri dan kanan. Setiap blok punya lubang setengah lingkaran dengan **ukuran tertentu**, sehingga pas melingkari pipa dengan ukuran itu. Pipe ram untuk pipa 5 inci tidak menutup rapat di sekeliling benda berukuran lain. Pada lubang kosong (tanpa pipa), pipe ram tidak menutup rapat karena lubang setengah lingkaran itu tetap terbuka.
- **Blind ram** adalah sepasang blok baja **tanpa lubang** (datar). Blok ini hanya menutup rapat bila **tidak ada pipa** di lubang. Bila ada pipa di tengah, blind ram tidak bisa menutup rapat.
- **Shear ram** (pengenalan nama) adalah ram yang dapat memotong pipa dan menutup sumur sebagai pilihan terakhir.

Cara membedakan pilihan: **pipa ada → pipe ram yang ukurannya cocok, atau annular; lubang kosong → blind ram.** Jangan menutup blind ram di sekeliling pipa.

Akumulator adalah unit berisi tabung-tabung bertekanan yang menyimpan fluida hidraulik. Bila BOP harus menutup, fluida bertekanan itu dilepaskan ke penutup. Hasilnya, **BOP tetap dapat menutup walaupun mesin dan listrik rig mati**. Itu sebabnya akumulator disebut sumber tenaga cadangan BOP. **Panel kendali jarak jauh** memungkinkan driller atau petugas di tempat aman menutup BOP tanpa mendekati lantai bor.

Satu aturan keselamatan yang perlu diingat: bila ada tanda kick, **prioritasnya adalah**

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

menghentikan masuknya fluida formasi dengan menutup sumur. Menambah berat lumpur memang diperlukan untuk mengendalikan sumur, tetapi dilakukan **setelah sumur tertutup** dan tekanan terbaca. Menambah berat lumpur sambil terus membor, menaikkan laju pompa, atau mencabut seluruh pipa lebih dulu adalah tindakan yang memperburuk keadaan.

> **Pengayaan.** Prosedur menghadapi kick dilatih khusus di sekolah pengendalian sumur (*well control*), dan di luar jangkauan kisi-kisi TKA. Gambaran urutannya: (1) mengenali tanda (volume tangki naik, aliran tetap ada saat pompa mati); (2) mengangkat rangkaian dari dasar lubang supaya sambungan pipa tidak berada di depan ram; (3) menghentikan pompa; (4) menutup BOP dan mencatat tekanan yang terbaca; (5) baru setelah itu lumpur diberatkan secara terencana untuk mengendalikan sumur. Perusahaan menetapkan prosedur pastinya; yang perlu kamu ingat dari soal TKA hanyalah prinsip "tutup sumur dulu, perberat lumpur kemudian".

6. Sistem tenaga

Sistem tenaga menyediakan energi untuk semua sistem lain. Pada kebanyakan rig modern, **mesin diesel** menggerakkan **generator** (disebut **genset**) yang menghasilkan listrik. Listrik itu dialirkan ke motor drawworks, pompa lumpur, dan top drive. Rig seperti ini disebut rig diesel-listrik. Pada rig lain, mesin diesel menggerakkan peralatan langsung lewat sabuk, rantai, atau poros. Gambar 3.30 menunjukkan jaringan listrik rig.



Gambar 3.30 Beberapa genset mengisi jaringan listrik rig; jumlah yang menyala mengikuti beban yang bekerja bersamaan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

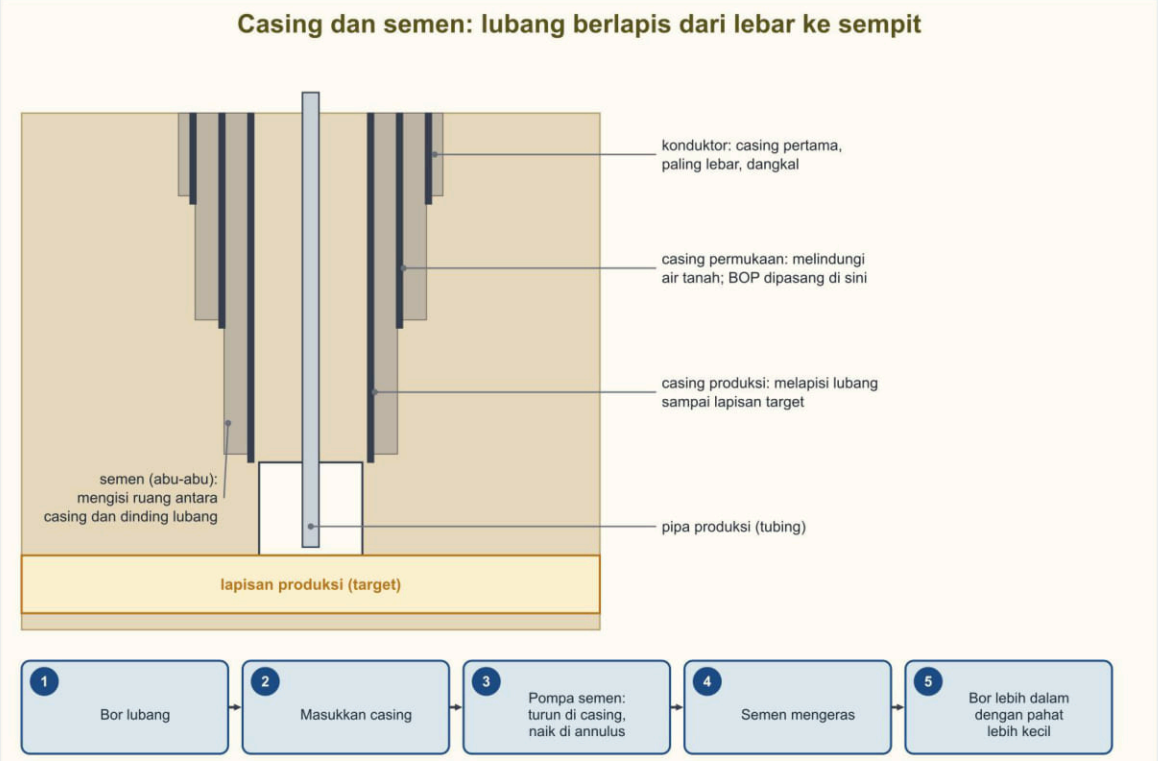
Rig biasanya punya **beberapa genset**, bukan satu yang sangat besar. Alasannya: kebutuhan daya berubah-ubah menurut kegiatan. **Saat membor**, pompa lumpur dan penggerak putar bekerja bersamaan sehingga bebannya besar. **Saat mencabut pipa**, pompa dan penggerak putar berhenti, tetapi drawworks bekerja keras mengangkat rangkaian, sehingga bebannya berbeda. Menyalakan semua genset setiap saat membuang bahan bakar. Sebaliknya, menyalakan terlalu sedikit membuat daya tidak cukup. Aturannya ada lima langkah:

1. Tentukan **kegiatan** yang sedang berlangsung (membor, mencabut pipa, diam).
2. **Jumlahkan hanya beban yang bekerja bersamaan** pada kegiatan itu. Beban yang tidak bekerja pada saat itu tidak dijumlahkan.
3. **Bagi jumlah beban dengan daya satu genset**, lalu **bulatkan ke atas**.
4. **Nyalakan sebanyak hasil itu, tidak lebih**, supaya bahan bakar tidak terbuang.
5. Periksa bahwa jumlah genset × dayanya **tidak kurang dari beban**. Bila kurang, tenaga turun dan rig berbahaya.

Pada rig yang memakai genset untuk menggerakkan sistem keselamatan, biasanya satu genset dijaga siaga sebagai cadangan bila satu genset rusak atau sedang dirawat.

7. Casing dan semen: pengenalan

Lubang sumur tidak dibiarkan terbuka dari atas sampai bawah. Lubang itu **dilapisi pipa baja bernama casing** dan ruang antara casing dan dinding lubang diisi **semen**. Gambar 3.31 memperlihatkan polanya.



Gambar 3.31 Casing yang dipasang berurutan dari lebar ke sempit, dengan semen di belakangnya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Casing dipasang bertahap dari **lebar ke sempit**, seperti teleskop. Casing pertama, yang paling

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

lebar dan paling dangkal, disebut **konduktor**: ia menahan tanah permukaan yang lepas agar tidak runtuh. Berikutnya **casing permukaan**, yang melindungi lapisan air tanah dari pencemaran dan menjadi tempat BOP dan kepala sumur dipasang. Pada sumur yang dalam, dapat ada casing antara untuk melapisi lapisan bermasalah. Terakhir **casing produksi**, yang melapisi lubang sampai lapisan target dan menjadi saluran bagi pipa produksi.

Setiap kali selesai membor satu bagian, casing dimasukkan lalu **semen dipompa turun lewat casing dan naik mengisi annulus**. Semen yang mengeras menahan casing, menutup rapat dinding lubang, dan mencegah fluida dari satu lapisan berpindah ke lapisan lain. Setelah semen mengeras, pemboran dilanjutkan dengan pahat yang lebih kecil lewat dalam casing. Itu sebabnya lubang makin dalam makin sempit.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Menelusuri alur lumpur

Kru rig fiktif Rig-52 pada 2027 menelusuri perjalanan lumpur dan mencatat delapan titik tanpa urutan: (a) annulus; (b) pompa lumpur; (c) flowline; (d) pipa bor; (e) shale shaker; (f) tangki hisap; (g) pahat; (h) standpipe dan rotary hose. Susunlah urutan perjalanan lumpur dari tangki hisap sampai kembali ke peralatan pembersih. Lalu nilai pernyataan Roni: "Serbuk bor dipisahkan di tangki hisap yang tepat berada sebelum pompa." *Kasus disusun untuk contoh; kru dan rig fiktif.*

1. **Mulai dari tangki hisap (f)** karena pompa mengambil lumpur dari sana.
2. **Pompa lumpur (b)** menekan lumpur. Dari pompa, lumpur naik lewat **standpipe dan rotary hose (h)** menuju rangkaian.
3. Lumpur turun **di dalam pipa bor (d)**.
4. Lumpur keluar lewat nozzle di **pahat (g)**.
5. Lumpur naik lewat **annulus (a)**.
6. Dari puncak sumur, lumpur mengalir lewat **flowline (c)**.
7. Lumpur masuk ke **shale shaker (e)**, yang memisahkan serbuk bor.

Urutan: **f → b → h → d → g → a → c → e**.

Penilaian pernyataan Roni. Serbuk bor dibawa oleh lumpur yang **kembali** dari sumur, dan dipisahkan oleh shale shaker serta alat pembersih lain **sebelum** lumpur masuk tangki. Tangki hisap berisi lumpur yang sudah bersih. Pernyataan Roni **salah**.

Contoh 2 — Menentukan jumlah genset yang dinyalakan

Rig-58 (fiktif, 2027) memiliki empat genset, masing-masing 800 kW. Aturan: genset yang menyala sesedikit mungkin, tetapi total dayanya tidak boleh kurang dari beban. Saat membor, dua pompa lumpur bekerja (masing-masing 650 kW), penggerak putar 350 kW, dan peralatan lain 250 kW. Saat mencabut pipa, pompa dan penggerak putar berhenti, drawworks 1.000 kW, peralatan lain tetap 250 kW. Tentukan jumlah genset yang menyala untuk tiap kegiatan. Lalu tentukan apa yang berubah bila satu genset sedang dirawat. *Kasus disusun untuk contoh; rig fiktif.*

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

1. **Beban saat membor:** 2 × 650 + 350 + 250 = 1.300 + 350 + 250 = **1.900 kW**.
2. **Genset yang diperlukan:** 1.900 : 800 = 2,375, dibulatkan ke atas menjadi **3 genset**. Cek: 2 genset = 1.600 kW < 1.900 kW (kurang); 3 genset = 2.400 kW ≥ 1.900 kW (cukup).
3. **Beban saat mencabut pipa:** 1.000 + 250 = **1.250 kW**.
4. **Genset yang diperlukan:** 1.250 : 800 = 1,5625, dibulatkan ke atas menjadi **2 genset**. Cek: 1 genset = 800 kW < 1.250 kW (kurang); 2 genset = 1.600 kW ≥ 1.250 kW (cukup).
5. **Dengan satu genset dirawat,** tinggal 3 genset yang dapat dinyalakan. Saat membor, 3 genset (2.400 kW) masih cukup, tetapi tidak ada cadangan lagi. Saat mencabut, 2 dari 3 genset tersedia, dan satu masih siaga.

Jawaban: **3 genset saat membor dan 2 genset saat mencabut pipa**. Menyalakan 4 genset di kedua kegiatan melanggar aturan "sesedikit mungkin", dan menyalakan 2 genset saat membor membuat daya kurang.

Contoh 3 — Membaca gejala pada tangki lumpur

Tiga sumur fiktif pada 2027 mencatat volume tangki lumpur tiap lima menit. **Kenari-6:** 120, 123, 127, 132 barel; saat pompa dimatikan sebentar, lumpur tetap mengalir dari flowline. **Alamanda-2:** 120, 116, 111, 105 barel; saat pompa dimatikan, tidak ada aliran dari sumur. **Teratai-9:** 120, 124, 124, 124 barel; catatan kru: pada menit ke-5 mereka memindahkan 4 barel lumpur dari tangki cadangan ke tangki aktif, dan saat pompa dimatikan aliran berhenti dengan cepat. Tentukan keadaan tiap sumur dan tindakan utamanya. *Kasus disusun untuk contoh; sumur fiktif.*

1. **Kenari-6.** Volume **naik** terus (120 → 132, selisih 12 barel) tanpa catatan penambahan, dan aliran **tetap ada** saat pompa mati. Ini **kick**. Tindakan: **tutup sumur dengan BOP** lebih dulu; lumpur diberatkan setelah sumur tertutup dan tekanan terbaca.
2. **Alamanda-2.** Volume **turun** terus (120 → 105, hilang 15 barel) dan **tidak ada aliran** saat pompa mati. Ini **hilang lumpur**. Tindakan: kurangi tekanan pada lapisan (pompa diperlambat) dan tambah bahan penyumbat. Menambah berat lumpur atau menutup BOP bukan tindakan yang tepat.
3. **Teratai-9.** Volume naik 4 barel pada menit ke-5, tetapi sesudah itu **stabil** (124, 124), dan kenaikan itu **sama dengan** 4 barel lumpur yang dipindahkan. Aliran saat pompa mati berhenti cepat. Ini **bukan kick**: kenaikan berasal dari pemindahan lumpur di permukaan. Tindakan: tidak perlu menutup sumur; lanjutkan pemantauan.

Pegangan: volume naik + aliran tetap = kick; volume turun + tanpa aliran = hilang lumpur; kenaikan yang cocok dengan catatan pemindahan lumpur dan aliran berhenti = bukan kick.

Contoh 4 — Memilih alat penutup BOP

Rig-61 (fiktif, 2027) memiliki susunan BOP: annular di atas, pipe ram untuk pipa 4½ inci, dan blind ram. Rangkaian pipa bor berdiameter 4½ inci; drill collar di bagian bawah berdiameter 6 inci. Tentukan alat yang dapat menutup sumur pada empat keadaan: (a) pipa bor 4½ inci berada di dalam BOP; (b) tidak ada pipa di lubang; (c) drill collar 6 inci berada di dalam BOP; (d) mesin dan listrik rig mati saat sumur harus ditutup. *Kasus disusun untuk contoh; rig fiktif.*

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

1. **(a) Pipa 4½ inci di dalam BOP.** Pipe ram 4½ inci pas melingkari pipa itu, dan annular juga dapat menutup di sekeliling pipa. **Pipe ram atau annular.** Blind ram tidak, karena ada pipa di tengah.
2. **(b) Lubang kosong.** Pipe ram memiliki lubang setengah lingkaran yang tetap terbuka bila tidak ada pipa, jadi tidak rapat. Yang dirancang untuk lubang kosong adalah **blind ram**.
3. **(c) Drill collar 6 inci.** Pipe ram 4½ inci terlalu kecil untuk melingkari benda 6 inci. Karet annular dapat menyesuaikan berbagai ukuran. **Annular.**
4. **(d) Mesin dan listrik mati.** BOP digerakkan oleh fluida hidraulik bertekanan yang tersimpan di **akumulator**, sehingga masih dapat menutup. Tanpa akumulator, BOP tidak dapat bekerja saat tenaga rig hilang.

Jawaban: (a) pipe ram atau annular; (b) blind ram; (c) annular; (d) akumulator memberi tenaga untuk menutup.

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:

- **Lima sistem:** tenaga (genset), angkat (menara, block, tali, drawworks), putar (meja putar + kelly atau top drive, rangkaian pipa, pahat), sirkulasi (tangki, pompa, annulus, pembersih), pencegah semburan liar (BOP + akumulator).
- **Alur lumpur:** tangki hisap → pompa → standpipe dan selang → swivel atau top drive → **turun di dalam pipa bor** → pahat → **naik di annulus** → flowline → shale shaker → desander, desilter, degasser → tangki. Serbuk dipisahkan sesudah lumpur kembali dari sumur.
- **Fungsi lumpur:** mengangkat serbuk, mendinginkan pahat, menahan tekanan formasi, menstabilkan dinding lubang.
- **Kick:** volume tangki naik, aliran tetap saat pompa mati → tutup sumur dahulu. **Hilang lumpur:** volume turun, tidak ada aliran saat pompa mati → kurangi tekanan dan tambah penyumbat.
- **BOP:** annular (berbagai ukuran), pipe ram (ukuran tertentu), blind ram (lubang kosong); akumulator memberi tenaga walau mesin mati.
- **Genset:** jumlahkan beban yang bekerja bersamaan, bagi daya satu genset, bulatkan ke atas, nyalakan sesedikit mungkin.
- **Casing dan semen:** melapisi lubang dari lebar ke sempit; semen mengisi annulus.

Ringkasannya digambarkan pada Gambar 3.32.



Gambar 3.32 Peta konsep lima sistem pemboran. 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 lima sistem pemboran:

1. **Tentukan sistem yang ditanyakan:** tenaga, angkat, putar, sirkulasi, atau BOP. Komponen yang tidak termasuk sistem itu tidak relevan.
2. **Untuk alur lumpur,** gambarkan jalurnya dari tangki dan ingat: turun di dalam pipa, naik di annulus, serbuk dipisahkan sesudah lumpur kembali.
3. **Untuk gejala,** tandai dua petunjuk: arah perubahan volume tangki dan ada tidaknya aliran saat pompa mati.
4. **Untuk BOP,** tanyakan: ada pipa atau lubang kosong? Berapa ukuran pipa?
5. **Untuk genset,** tentukan kegiatan, jumlahkan beban yang bekerja bersamaan, bagi, dan bulatkan ke atas.
6. **Untuk tindakan darurat,** pilih yang menghentikan masuknya fluida atau mengurangi tekanan pada lapisan lemah, sesuai gejalanya.

Jebakan khas pada soal ini:

- **Volume tangki naik dianggap hanya "lumpur kurang"**, padahal bisa kick.
- **BOP dibuka saat kick**, atau lumpur diberatkan lebih dulu sebelum sumur ditutup.
- **Hilang lumpur ditangani dengan pompa lebih kencang** atau lumpur lebih berat, padahal keduanya menambah tekanan.
- **Arah aliran lumpur terbalik** (turun lewat annulus).
- **Serbuk dianggap dipisahkan di tangki hisap** sebelum pompa.
- **Pipe ram dianggap menutup lubang kosong**, atau blind ram dianggap menutup di sekeliling pipa.
- **Semua genset dinyalakan** atau beban yang tidak bersamaan dijumlahkan.
- **Hasil bagi beban dibulatkan ke bawah**, sehingga daya kurang.
- **Kenaikan volume akibat pemindahan lumpur** disangka kick.

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menguji tindakan pertama ketika ada tanda kick. Baca dua petunjuk pada cerita: arah perubahan volume tangki dan aliran saat pompa dihentikan. Lalu pilih tindakan yang menghentikan masuknya fluida formasi.

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

►. Saat pemboran sumur Seruni-2 (2027), *driller* melihat volume tangki lumpur naik 8 barel dalam 5 menit, padahal laju pompa tidak diubah. Lumpur juga tetap mengalir dari *flowline* ketika pompa dihentikan sebentar. Asisten *driller* mengusulkan beberapa tindakan. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Urutan tindakan yang paling tepat adalah ....

A. Menaikkan laju pompa, lalu menambah berat lumpur sambil terus membor
B. Menambah berat lumpur di tangki, lalu menutup BOP bila aliran berlanjut
C. Mencabut seluruh rangkaian pipa secepatnya, lalu menutup blind ram
D. Mengangkat pipa dari dasar, pompa tetap mati, lalu menutup BOP
E. Melanjutkan pemboran sambil mencatat kenaikan volume setiap 5 menit

Pembahasan **Kunci: D**

Konsep: Kick adalah masuknya fluida formasi ke lubang bor. Tandanya: volume tangki lumpur naik dan aliran tetap ada saat pompa mati. Tindakan pertama: angkat pipa dari dasar, matikan pompa, tutup sumur dengan BOP; lumpur diperberat setelah sumur tertutup.

Langkah:
1. Volume tangki naik + aliran tetap saat pompa mati → kick.
2. Fluida formasi harus dihentikan secepatnya → sumur ditutup dengan BOP.
3. Pemberatan lumpur dilakukan setelah sumur tertutup dan tekanan terbaca.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Menaikkan laju pompa tidak menghentikan masuknya fluida dan membor dalam keadaan kick sangat berbahaya.
• **B.** ✗ Jebakan: pemberatan lumpur memang diperlukan, tetapi butuh waktu; selama itu kick makin besar. Sumur ditutup dulu.
• **C.** ✗ Jebakan: mencabut pipa saat kick dapat menyedot lebih banyak fluida formasi dan menunda penutupan sumur.
• **D.** ✓ Pipa diangkat dari dasar, pompa dimatikan, lalu sumur ditutup dengan BOP.
• **E.** ✗ Membiarkan kick berkembang dapat berujung semburan liar.

Jawaban: D.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk soal alur lumpur, telusuri dari tangki; untuk soal BOP, tanyakan lebih dulu ada pipa atau lubang kosong.

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

1. Selama PKL di Rig-07 (2027), Sari menelusuri jalan lumpur pemboran dari tangki lumpur sampai kembali ke tangki, lalu menulis beberapa catatan. Pembimbingnya meminta Sari menandai catatan yang benar sebelum laporan diserahkan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Catatan yang benar adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Dari pompa lumpur, lumpur mengalir lewat standpipe dan rotary hose sebelum masuk ke pipa bor.
☐ B. Lumpur keluar dari pahat lalu naik kembali ke permukaan melalui bagian dalam pipa bor.
☐ C. Serbuk bor dipisahkan dari lumpur di tangki hisap yang tepat berada sebelum pompa.
☐ D. Shale shaker, desander, dan degasser mengolah lumpur yang kembali dari sumur.
☐ E. Bila pompa lumpur berhenti, serbuk bor di annulus tidak lagi terangkat ke permukaan.

2. Susunan BOP di Rig-08 (2027) terdiri atas *annular preventer* di bagian atas, *pipe ram* untuk pipa berdiameter 5 in, *blind ram*, dan unit akumulator. Rangkaian pipa bor berdiameter 5 in, sedangkan *drill collar* di bagian bawah rangkaian berdiameter 6½ in. Saat latihan pengendalian sumur, *driller* menjelaskan kepada kru baru penggunaan setiap peralatan itu.
(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. Bila kick terjadi saat pipa 5 in berada di BOP, pipe ram 5 in dapat menutup rapat di sekeliling pipa.
☐ B. Bila kick terjadi saat tidak ada pipa di lubang, pipe ram tetap dapat menutup sumur dengan rapat.
☐ C. Annular preventer dapat menutup di sekeliling drill collar 6½ in yang sedang berada di BOP.
☐ D. Blind ram dipakai saat pipa bor melintang di BOP karena tekanan tutupnya paling besar.
☐ E. Akumulator menyimpan fluida bertekanan agar BOP tetap dapat ditutup ketika mesin rig mati.

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

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

✔ PERIKSA DIRI

- Volume tangki lumpur naik dan lumpur tetap mengalir saat pompa dimatikan. Apa dugaan kamu, dan mengapa menambah berat lumpur sambil terus membor bukan tindakan pertama?
- Rig punya tiga genset 1.000 kW. Saat mencabut pipa bebannya 1.100 kW. Berapa genset yang dinyalakan, dan mengapa satu genset tidak cukup?
- **Yang harus kuingat:** lima sistem pemboran; lumpur turun di dalam pipa dan naik di annulus; kick = volume naik dan aliran tetap saat pompa mati, hilang lumpur = volume turun dan tanpa aliran; pipa ada → pipe ram atau annular, lubang kosong → blind ram; akumulator memberi tenaga cadangan; genset = beban bersamaan ÷ daya, dibulatkan ke atas.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 3.5: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktper&node=SMKTPER-3.5

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Kuis Akhir Bab 3

SMKTPER-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-smktper&node=SMKTPER-KB3

1. Di Rig-70 (2027), kru baru saja menurunkan satu stand pipa dan akan melepas elevator dari rangkaian untuk mengambil stand berikutnya. Rangkaian bor yang berat itu tidak boleh jatuh ke dalam lubang selama elevator terlepas. Pengawas menanyakan komponen mana yang harus memegang rangkaian pada saat itu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Komponen yang harus memegang rangkaian adalah ....

A. Rem drawworks yang menahan tali bor pada drum penggulungnya
B. Travelling block yang bergantung pada tali bor di menara
C. Baji (slips) di lubang meja putar yang mencengkeram pipa bor
D. Mouse hole yang menampung ujung rangkaian pipa di lantai bor
E. Dog house yang dipakai driller mengendalikan rem drawworks

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

2. Gambar menunjukkan tiga rute dari basis rig ke sumur Teratai-5 (2027). Dua modul rig harus berangkat bersama dalam satu konvoi lewat rute yang sama. Modul A beratnya 33 ton, tingginya 4,4 m, dan lebarnya 3,1 m. Modul B beratnya 29 ton, tingginya 4,0 m, dan lebarnya 3,5 m (semua termasuk trailer).
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Rute yang memenuhi semua batas untuk kedua modul adalah ....

Tiga rute dari basis rig ke sumur Teratai-5 (tidak berskala)



Batas di tiap kartu berlaku untuk seluruh panjang rute itu.

A. Rute 1, karena paling pendek dan batas jembatannya melebihi berat kedua modul
B. Rute 3, karena kedua modul lolos batas berat, tinggi, dan lebar di sepanjang rute itu
C. Rute 2, karena batas jembatan dan lebar jalannya yang terbesar di antara ketiga rute
D. Modul A lewat Rute 2 dan modul B lewat Rute 1 agar masing-masing memakai rute terpendek
E. Rute 3 hanya untuk modul B, sedangkan modul A harus dipecah sebelum diberangkatkan

3. Sumur Kemala-3 (2027) sedalam 2.200 m. Casing produksi beratnya 36 kg/m. Aturan perusahaan: beban yang digantung paling besar 70 % kapasitas rig. Kepala sumur dan BOP membutuhkan ruang tegak 5,0 m di bawah lantai bor; cellar sudah dibuat sedalam 0,6 m. Jembatan menuju lokasi hanya kuat 30 ton. Perusahaan memilih rig yang memenuhi semua syarat teknis dengan sewa paling murah.

Rig	Kapasitas (ton)	Tinggi bebas (m)	Muatan terberat saat angkut	Sewa (Rp juta/hari)
A	100	4,8	24 ton	30
B	150	4,2	26 ton	36
C	150	4,6	26 ton	40
D	200	5,6	55 ton	55
E	150	4,8	26 ton	46

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

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

A. Rig A, karena sewanya paling murah dan batas amannya mendekati beban casing
B. Rig B, karena batas amannya 105 ton dan ruang di bawah lantai bor sudah cukup
C. Rig D, karena kapasitas dan tinggi substruktur terbesar sehingga paling aman dipakai
D. Rig E, karena beban dan ruang BOP terpenuhi dan substruktur lebih tinggi daripada Rig C
E. Rig C, karena beban, ruang BOP, dan akses terpenuhi dengan sewa lebih murah daripada Rig E

4. Pipa produksi (tubing) sumur Sawo-6 (2027) bocor di kedalaman 1.100 m dan harus dicabut lalu diganti. Sumur masih menyimpan sisa tekanan. Tersedia sebuah rig perawatan sumur di atas truk dan sebuah rig pemboran besar. Beban tubing yang dicabut sekitar 11 ton.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Keputusan yang paling tepat adalah ....

A. Rig pemboran besar, karena setiap pekerjaan di dalam sumur wajib memakai menara yang tinggi dan kuat
B. Rig perawatan sumur tanpa BOP, karena tidak ada lubang baru yang akan dibor pada pekerjaan ini
C. Rig perawatan sumur; sumur dimatikan dengan cairan pemati lalu BOP dipasang sebelum tubing dicabut
D. Rig perawatan sumur, lalu tubing langsung dicabut karena sisa tekanan yang kecil dapat diabaikan
E. Rig pemboran besar, karena rig perawatan sumur tidak dapat dilengkapi dengan BOP sama sekali

5. Rig-80 datang dari basis kontraktor, membor lima sumur (S-1 sampai S-5) berturutan di Lapangan Gunung Emas, lalu pulang ke basis pada 2027. Bagian keuangan memeriksa tagihan kontraktor yang menagih mobilisasi, moving rig, dan demobilisasi secara terpisah.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Jumlah penagihan yang benar adalah ....

A. 1 mobilisasi, 4 moving rig, 1 demobilisasi
B. 1 mobilisasi, 5 moving rig, 1 demobilisasi
C. 5 mobilisasi, 4 moving rig, 5 demobilisasi
D. 1 mobilisasi, 3 moving rig, 1 demobilisasi
E. 1 mobilisasi, 4 moving rig, 4 demobilisasi

6. Perusahaan akan membor tujuh sumur dari satu anjungan tetap yang berdiri di dasar laut dangkal pada 2027. Dek anjungan sempit sehingga kamp kru, genset, dan gudang pipa

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

tidak muat. Perusahaan menyewa sebuah kapal yang ditambatkan di samping anjungan untuk menampung semuanya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Susunan rig yang dipakai adalah ....

A. Jack-up yang kakinya berdiri di dasar laut dekat anjungan
B. Rig di atas anjungan tetap dengan kapal tender di sampingnya
C. Kapal bor yang berlayar sendiri dan menjauh dari anjungan
D. Tongkang rawa yang dikandaskan tepat di bawah dek anjungan tetap itu
E. Semi-submersible yang menggantikan seluruh anjungan itu

7. Rig Dewi (rig mobile, kapasitas 90 ton) akan membor sumur Ketela-1 sedalam 1.800 m pada 2027. Pipa bor beratnya 24 kg/m dan casing produksi 38 kg/m. Aturan perusahaan: beban yang digantung paling besar 75 % kapasitas rig. Seorang teknisi menilai kemampuan rig 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. Beban casing 68,4 ton melampaui batas aman 67,5 ton, sehingga Rig Dewi tidak boleh menurunkan casing itu.
☐ B. Beban pipa bor 43,2 ton masih di bawah batas aman, sehingga rangkaian bor dapat digantung sampai dasar.
☐ C. Batas aman Rig Dewi sebesar 90 ton karena batas itu sama dengan kapasitas yang tertulis pada rig.
☐ D. Beban terberat yang digantung adalah pipa bor karena jumlah batang pipanya paling banyak.
☐ E. Bila aturan dilonggarkan menjadi 80 %, batasnya 72 ton dan casing 68,4 ton berada di bawah batas itu.

8. Kru Rig-90 (2027) telah selesai memasang seluruh rig dan hendak memulai pemboran sumur Bakau-1. Pengawas meminta kru memastikan satu kelompok kegiatan lebih dulu, yaitu yang harus dikerjakan paling akhir sebelum pemboran dimulai (spud).
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kegiatan yang dimaksud adalah ....

A. Memeriksa pin dan baut sambungan menara sebelum menara dinaikkan oleh drawworks
B. Memasang tali bor melewati crown block dan travelling block pada menara mendatar di dekat sumur
C. Memadatkan lokasi dan memasang papan alas di bawah kaki substruktur rig
D. Menguji rem drawworks dengan beban, pompa dan jalur lumpur, BOP, serta detektor gas
E. Merakit menara dalam keadaan mendatar di atas penyangganya di dekat sumur

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

9. Perusahaan menilai empat lokasi sumur pada 2027. L1: sumur dangkal di tepi jalan raya yang kuat. L2: hutan lindung tanpa jalan, bagian rig terberat tidak boleh melebihi 3 ton. L3: sumur tua yang pompa dasarnya perlu diganti. L4: sumur 3.500 m dengan jalan kuat dan lebar. Tim perencana mencatat beberapa pernyataan tentang rig yang cocok.
(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. L1 memerlukan rig modular karena modul yang ringan selalu lebih murah.
☐ B. L2 memerlukan rig yang dapat dipecah menjadi bagian ringan untuk angkut udara.
☐ C. L3 cukup memakai rig perawatan sumur yang tetap memerlukan BOP bila sumur masih bertekanan.
☐ D. L4 sebaiknya memakai rig mobile karena sumur yang lebih dalam membutuhkan rig yang lebih mudah dipindah.
☐ E. L1 cocok memakai rig mobile di atas truk karena sumurnya dangkal dan jalannya baik.

10. Pada 2027 Rig-110 dipindah dari sumur Anggur-2 ke Anggur-5 di lapangan yang sama. Hari 0 adalah hari pemboran Anggur-2 selesai. Kegiatan: persiapan lokasi Anggur-5 selama 6 hari, tidak bergantung pada rig, dimulai hari −3; rig-down 2 hari mulai hari 0; angkut 3 hari setelah rig-down; rig-up 5 hari setelah rig tiba dan lokasi siap; uji pra-bor 1 hari setelah rig-up.
(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. Persiapan lokasi menunda jadwal karena selesainya lebih lambat daripada tibanya rig.
☐ B. Rig siap membor pada akhir hari ke-11.
☐ C. Persiapan lokasi memiliki selang 2 hari tanpa menunda rig siap membor.
☐ D. Bila persiapan lokasi baru dimulai hari 1, rig siap membor pada akhir hari ke-12.
☐ E. Bila rig-down dipercepat menjadi 1 hari, rig siap membor satu hari lebih cepat.

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

11. Sumur Lintang-1 (2027) berpotensi H2S. Kru satu giliran 14 orang. Daftar mobilisasi tambahan memuat: 14 set SCBA tanpa cadangan, tiga detektor H2S yang dipasang tetap (lantai bor, shale shaker, tangki lumpur), satu pemisah gas lumpur yang belum disambung ke flare, dan satu titik kumpul. Windsock tidak tercantum.
(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
Pemisah gas lumpur yang belum disambung ke flare sudah memadai karena gasnya sudah terpisah dari lumpur.	○	○
Jumlah SCBA sudah sesuai dengan jumlah kru satu giliran, tetapi cadangan tetap perlu tersedia.	○	○
Detektor tetap di tiga titik membuat windsock tidak diperlukan lagi.	○	○

12. Tim logistik PT Mutiara Bor (2027) menyusun catatan tentang tahapan mobilisasi Rig-85 dari basis kontraktor ke lapangan baru. Rute melewati dua jembatan dan satu ruas jalan sempit.
(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
Survei rute dan pengurusan izin angkut dilakukan sebelum modul rig diangkat dari tempat asal.	○	○
Pemeriksaan batas jembatan cukup dilakukan sekali saat survei sehingga tidak perlu diulang pada hari pengangkutan.	○	○
Penerimaan dan inventaris modul di lokasi dilakukan sebelum rig-up supaya kekurangan atau kerusakan tercatat.	○	○

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

13. Jack-up Rig-J akan dipindahkan dari Lokasi P ke Lokasi Q sejauh 12 km pada 2027. Dasar laut Lokasi Q berupa pasir padat, dan ada sebuah pipa bawah laut milik perusahaan lain di dekatnya. Tim perencana mencatat beberapa pernyataan tentang pemindahan 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. Survei dasar laut di Lokasi Q tidak diperlukan karena kaki rig hanya menyentuh dasar sebentar.
☐ B. Sebelum berangkat, kaki dinaikkan sehingga badan rig terapung dan dapat ditarik kapal tunda.
☐ C. Badan rig tetap terapung selama bekerja supaya mudah dipindahkan bila cuaca memburuk.
☐ D. Di Lokasi Q kaki diturunkan sampai menyentuh dasar, lalu badan rig dinaikkan di atas permukaan air.
☐ E. Pipa bawah laut di dekat Lokasi Q diperhitungkan supaya kaki tidak diletakkan di atasnya.

14. Rig-91 selesai membor sumur Pinang-3 pada 2027. Katup kepala sumur sudah ditutup dan sumur akan dites dua minggu kemudian. Kru menyusun pernyataan tentang urutan rig-down.
(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. Tekanan kepala sumur diperiksa dan sumur dipastikan aman sebelum pembongkaran dimulai.
☐ B. BOP boleh dibiarkan terpasang ketika substruktur dibongkar karena katup kepala sumur sudah ditutup.
☐ C. Top drive dan papan monyet diturunkan sebelum menara direbahkan.
☐ D. Genset tetap menyala sampai menara turun karena drawworks membutuhkan tenaganya.
☐ E. Pembongkaran sistem lumpur menunggu substruktur terbongkar karena tangki terhubung dengan substruktur.

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

15. Sumur Gading-2 (2027) membutuhkan ruang tegak 6,4 m di bawah lantai bor untuk kepala sumur dan BOP. Rig K memiliki tinggi bebas substruktur 5,6 m. Cellar yang sudah dibuat sedalam 0,5 m dan dapat digali sampai paling dalam 1,0 m karena di bawahnya ada muka air tanah. Rig L memiliki tinggi bebas 6,5 m tetapi sewanya 30 % lebih mahal. Perusahaan ingin biaya serendah mungkin tanpa melanggar syarat teknis.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Keputusan yang paling tepat adalah ....

A. Memakai Rig K dan menggali cellar sedikitnya 0,8 m, tidak lebih dalam daripada 1,0 m
B. Memakai Rig K tanpa mengubah cellar karena 5,6 m ditambah 0,5 m sudah melebihi 6,4 m
C. Memakai Rig K setelah satu ram dilepas dari BOP supaya kebutuhan ruangnya berkurang
D. Memakai Rig L karena Rig K tidak mungkin memenuhi 6,4 m walaupun cellar diperdalam
E. Memakai Rig K dan menggali cellar sedalam 1,5 m supaya ruangnya benar-benar longgar

16. Rig-100 diseberangkan dengan satu tongkang yang mampu memuat paling berat 60 ton per perjalanan (2027). Muatan boleh digabung dalam satu perjalanan asalkan jumlahnya tidak melebihi 60 ton, dan tiap modul tidak boleh dipecah.

Modul	Berat (ton)
Substruktur	50
Menara	42
Drawworks	40
Pompa lumpur	36
Genset	33
Tangki lumpur	17
Peralatan lantai bor	12
Peti peralatan	9

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Jumlah perjalanan paling sedikit adalah ....

A. 3 perjalanan
B. 4 perjalanan
C. 6 perjalanan
D. 8 perjalanan
E. 5 perjalanan

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

17. Sumur Cahaya-1 (2027) akan dibor di laut berair 95 m dengan dasar pasir padat dan gelombang sedang. Perusahaan memilih rig yang mampu bekerja di lokasi itu dengan sewa paling murah. Tabel memuat lima rig yang tersedia.

Rig	Jenis	Kedalaman air maksimum (m)	Sewa (Rp juta/hari)
R1	Jack-up	75	420
R2	Jack-up	120	520
R3	Semi-submersible	1.500	1.150
R4	Kapal bor	3.000	1.350
R5	Tongkang rawa	6	150

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

A. R1, karena sewanya paling murah di antara rig lepas pantai yang berkaki di dasar laut
B. R3, karena rig terapung lebih stabil dan sewanya lebih murah daripada kapal bor
C. R4, karena kedalaman maksimumnya terbesar sehingga pasti mampu bekerja di lokasi itu
D. R2, karena kedalaman maksimumnya melebihi 95 m dan sewanya paling murah di antara yang mampu
E. R5, karena sewanya paling murah dan dasar pasir padat cocok untuk dikandaskan

18. Rig-120 (2027) akan dirakit di sumur Jati-1. Rig berjenis mast, yaitu menara dirakit mendatar lalu dinaikkan dengan tenaga drawworks. Kegiatannya: (P) menaikkan menara dengan drawworks; (Q) memasang tali bor melewati crown block dan travelling block; (R) meletakkan substruktur di atas papan alas; (S) memasang top drive pada menara yang sudah tegak; (T) memadatkan lokasi dan memasang papan alas; (U) menguji rem drawworks dengan beban.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Urutan kegiatan yang paling tepat adalah ....

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

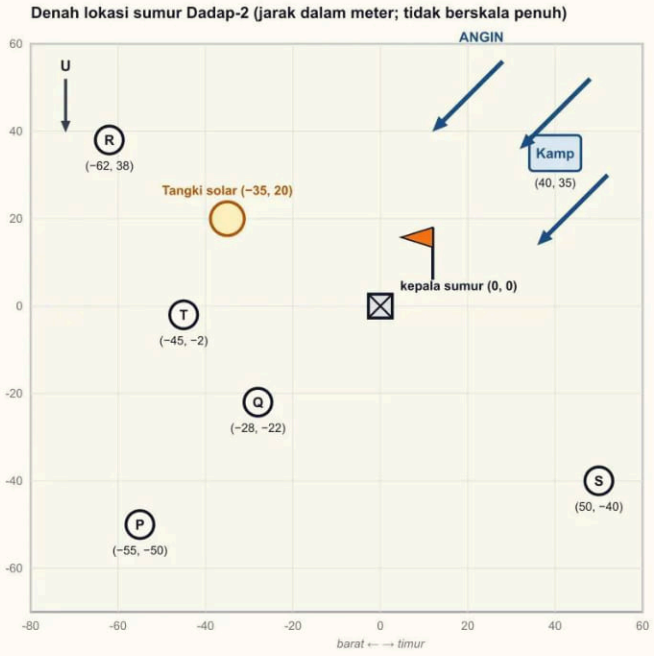
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

19. Lokasi sumur Kemiri-9 (2027) bertanah lempung yang melunak saat hujan. Regu persiapan menyusun beberapa usulan sebelum rig tiba.
(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. Lokasi dipadatkan berlapis lalu dipasangi papan alas sebelum substruktur diletakkan.
☐ B. Parit dibuat supaya air hujan tidak menggenangi lokasi dan melunakkan tanah.
☐ C. Lokasi cukup diratakan setelah substruktur diletakkan karena beratnya akan memadatkan tanah.
☐ D. Papan alas hanya dipasang di bawah drawworks karena bagian itu paling berat.
☐ E. Posisi lubang pembakaran gas ditandai sejak persiapan dengan memperhatikan arah angin.

20. Gambar menunjukkan denah lokasi sumur Dadap-2 pada 2027 dengan arah angin dominan dan lima calon titik lubang pembakaran gas (P sampai T). Syarat perusahaan: (1) berada di sisi hilir angin, yaitu kuadran yang dituju angin; (2) paling sedikit 40 m dari kepala sumur; (3) paling sedikit 30 m dari tangki solar dan kamp.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Titik yang memenuhi semua syarat adalah ....



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

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

21. Rig-130 (2027) memiliki empat genset, masing-masing 900 kW. Aturan: jumlah genset yang menyala sesedikit mungkin, tetapi total dayanya tidak boleh kurang dari beban. Tabel memuat beban tiap peralatan pada tiga kegiatan.

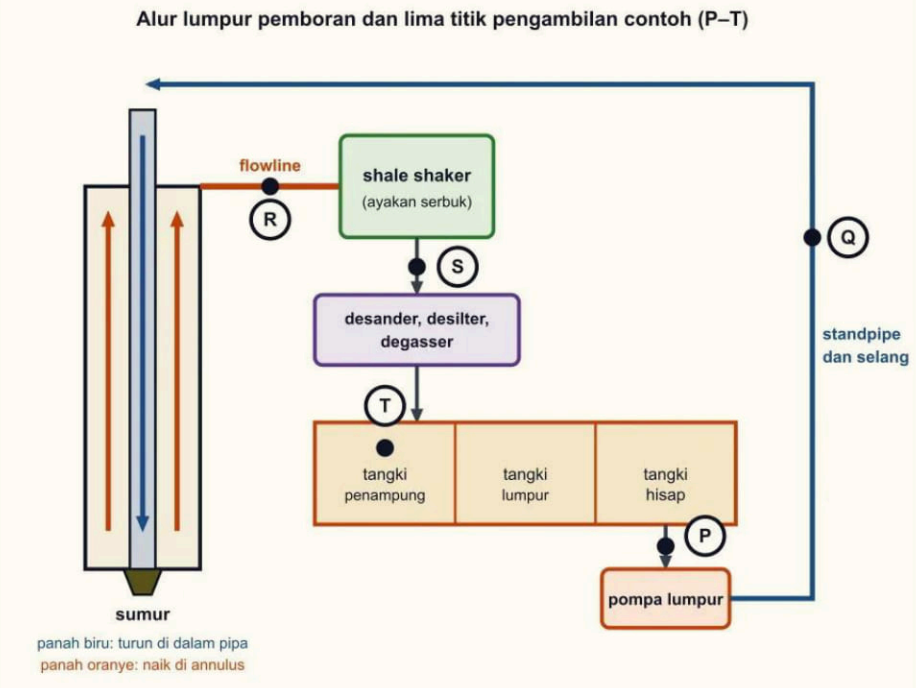
Kegiatan	Peralatan yang bekerja	Beban (kW)
Membor	dua pompa lumpur, masing-masing 600; penggerak putar 450; lain-lain 200	1.850
Mencabut pipa	drawworks 1.100; lain-lain 200	1.300
Hanya sirkulasi	dua pompa lumpur, masing-masing 600; lain-lain 200	1.400

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Jumlah genset yang menyala untuk membor, mencabut pipa, dan hanya sirkulasi berturut-turut adalah ....

A. 2, 1, dan 1 genset
B. 3, 2, dan 2 genset
C. 2, 2, dan 2 genset
D. 4, 4, dan 4 genset
E. 3, 3, dan 2 genset

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

22. Gambar menunjukkan alur lumpur pada sebuah rig (2027). Seorang mud engineer mengambil contoh lumpur pada lima titik, P sampai T, saat pemboran berjalan normal dan semua alat pembersih bekerja. Ia ingin mengetahui titik yang kadar serbuk bornya paling tinggi.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Titik yang contohnya paling banyak mengandung serbuk bor adalah ....



A. Titik P, antara tangki hisap dan pompa lumpur
B. Titik Q, pada standpipe sesudah pompa
C. Titik S, pada lumpur sesudah shale shaker
D. Titik R, pada flowline sebelum shale shaker
E. Titik T, pada tangki penampung sesudah pembersih

23. Pada Rig-95 (2027) terdeteksi tanda kick, dan pada saat yang sama listrik rig padam sehingga pompa pengisi unit penutup BOP tidak dapat berjalan. Pengawas harus menutup BOP sekarang juga.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Sumber tenaga yang menutup BOP dalam keadaan itu adalah ....

A. Genset cadangan yang dinyalakan lebih dulu sebelum BOP boleh ditutup
B. Tekanan lumpur dari pompa lumpur yang dialirkan ke penutup BOP
C. Berat rangkaian pipa yang diturunkan untuk menjepit ram di lubang
D. Putaran meja putar yang digerakkan tangan oleh beberapa kru
E. Fluida hidraulik bertekanan yang tersimpan di dalam akumulator

24. Insinyur lumpur sebuah rig (2027) menjelaskan kepada kru baru hubungan berat lumpur dengan kejadian di dalam lubang. Ia menuliskan tiga pernyataan di papan.

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

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

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Lumpur yang tekanannya lebih rendah daripada tekanan formasi dapat menyebabkan hilang lumpur.	○	○
Lumpur yang terlalu berat dapat membuat lapisan lemah retak sehingga lumpur masuk ke lapisan itu.	○	○
Lumpur dibuat agak mengental saat diam supaya serbuk bor tetap melayang ketika pompa berhenti.	○	○

25. Catatan pemboran sumur Alpukat-4 (2027): pukul 09.00 volume tangki aktif 150 barel, pukul 09.10 menjadi 153 barel, pukul 09.20 menjadi 158 barel. Tidak ada lumpur yang dipindahkan atau ditambahkan. Pada pukul 09.22 pompa dihentikan tiga menit dan lumpur tetap mengalir dari flowline.
(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. Kenaikan 8 barel tanpa penambahan lumpur menandakan fluida formasi masuk ke lubang.
☐ B. Aliran yang terus ada ketika pompa dimatikan menguatkan dugaan kick.
☐ C. Tindakan pertama yang tepat adalah memompa lebih kencang supaya fluida yang masuk terdorong kembali.
☐ D. Setelah sumur ditutup dan tekanan terbaca, lumpur dapat diperberat secara terencana.
☐ E. Bila volume tangki turun dan tidak ada aliran saat pompa mati, dugaan kick tetap berlaku.

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

Tabel skor dan anjuran

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 3.1 · Jenis rig darat dan komponen utamanya	1, 3, 7, 9, 15	___ / 5	Ulangi hlm. 192
Sub bab 3.2 · Jenis rig dan peralatan pemboran yang dimobilisasi	4, 6, 11, 13, 17	___ / 5	Ulangi hlm. 205
Sub bab 3.3 · Mobilisasi, demobilisasi, dan moving rig	2, 5, 10, 12, 16	___ / 5	Ulangi hlm. 219
Sub bab 3.4 · Tahapan rig-up dan rig-down	8, 14, 18, 19, 20	___ / 5	Ulangi hlm. 233
Sub bab 3.5 · Lima sistem pemboran dan komponennya	21, 22, 23, 24, 25	___ / 5	Ulangi hlm. 246

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

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Bab 4 · Teknik Produksi Migas

SMKTPER-B4

Setelah mempelajari bab ini, kamu dapat:

- memilih metode produksi sumur sesuai kondisi sumur
- menjelaskan sistem penyelesaian sumur dan memilih interval perforasi
- mengurutkan tahapan dari sumur siap produksi sampai produksi berkelanjutan
- mengenali peralatan produksi dan alur stasiun pengumpul
- menjelaskan prinsip kerja separator

Peta bab

Sub bab	Judul
4.1	Metode produksi sumur: sembur alam dan pengangkatan buatan
4.2	Sistem penyelesaian sumur (well completion)
4.3	Dari sumur siap produksi hingga produksi berkelanjutan
4.4	Jenis dan komponen utama peralatan produksi migas
4.5	Prinsip kerja separator

Bab 4 di LMS

Buka seluruh latihan bab ini di LMS.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktper&node=SMKTPER-B4

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

Sub bab 4.1 · Metode produksi sumur: sembur alam dan pengangkatan buatan

SMKTPER-4.1

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi Teknik Perminyakan meminta kamu **mengidentifikasi metode produksi dan peralatannya**. Contoh soal resmi memakai metode sembur alam. Soal tidak menanyakan rumus perancangan pompa. Soal menceritakan sebuah sumur, lalu memintamu **menentukan metode yang paling tepat dari kondisinya**, **menilai apakah sebuah sumur masih bisa mengalir sendiri**, atau **memilih rencana saat produksi mulai melemah**. Kata kunci soal seperti ini adalah **syarat mutlak** (misalnya "tidak ada gas bertekanan" atau "tidak ada listrik") dan **ciri sumur** (kedalaman, laju, pasir, gas, kekentalan, kemiringan, lokasi di darat atau di platform).

Bentuknya bisa pilihan ganda biasa dengan data sumur dalam tabel, atau pilihan ganda kompleks yang meminta kamu menilai beberapa sumur sekaligus. Pengecohnya biasanya metode yang "umum dipakai" tetapi melanggar satu syarat yang terselip di cerita.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan mengapa fluida sumur bisa naik sendiri dan kapan hal itu berhenti;
- menyebut tanda-tanda sembur alam menuju akhir dan tindakan yang tepat;
- menjelaskan cara kerja, kelebihan, dan keterbatasan pompa angguk, pompa benam listrik, gas lift, pompa rongga progresif, dan swab;
- memilih metode yang paling tepat dengan kriteria, bukan dengan perhitungan desain.

NEXT LEVEL STUDY

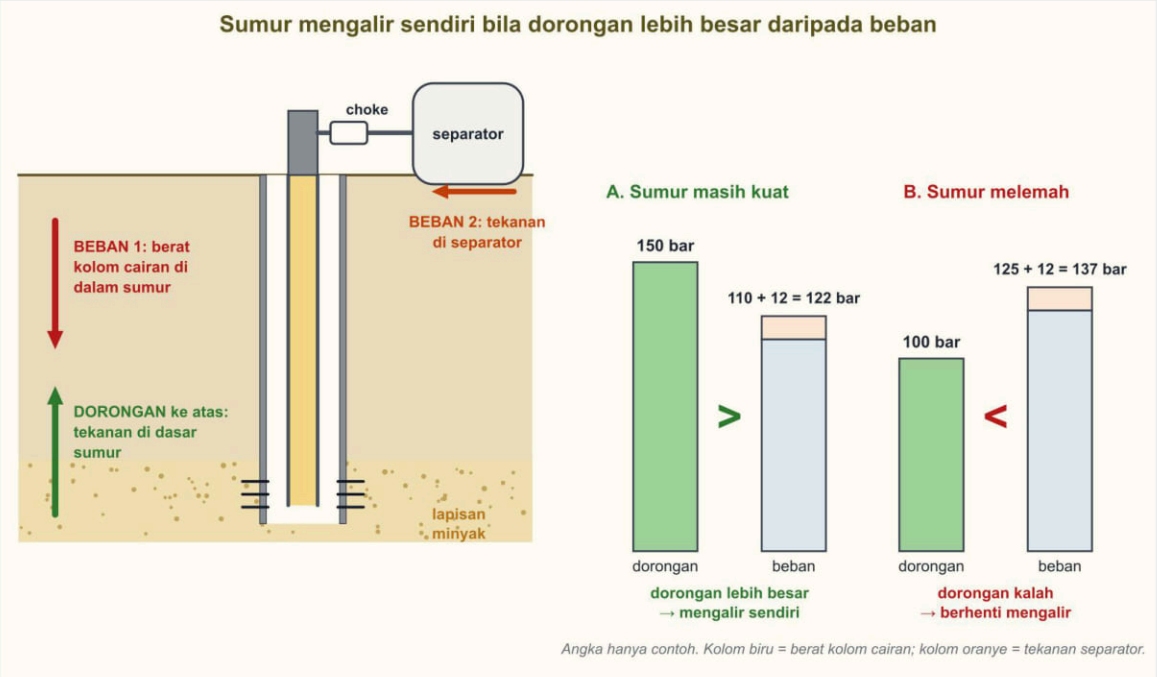
◆ KONSEP INTI

Minyak di dalam lapisan batuan berada dalam keadaan bertekanan, seperti air di dalam botol yang dikocok lalu ditutup. Ketika sumur dibor dan dibuka, tekanan itu mendorong fluida naik. Tetapi dorongan itu tidak abadi: makin lama sumur berproduksi, tekanan lapisan makin turun. Suatu hari dorongan alam tidak cukup lagi, dan manusia harus menambah tenaga dengan alat. Sub bab ini menjelaskan kedua keadaan itu dan lima cara menambah tenaga, tanpa menghitung desain alatnya.

1. Dua tekanan yang saling melawan

Sebuah sumur produksi pada dasarnya adalah pipa tegak yang menghubungkan lapisan di bawah tanah dengan permukaan. Pipa yang dipasang di dalam sumur dan dilewati fluida disebut **tubing** (pipa produksi). Di dasar sumur ada **tekanan** yang mendorong fluida ke atas. Melawan dorongan itu ada dua beban, seperti pada Gambar 4.1.

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



Gambar 4.1 Dorongan ke atas (tekanan di dasar sumur) harus lebih besar daripada dua beban: berat kolom cairan di dalam sumur dan tekanan di separator. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Beban pertama adalah berat kolom cairan di dalam tubing. Cairan punya berat, jadi makin dalam sumurnya, makin berat kolom cairan yang harus diangkat. Tekanan akibat berat kolom naik sekitar **0,08 sampai 0,09 bar untuk tiap 1 meter** kedalaman bila isinya minyak (air tawar sekitar 0,098 bar per meter, karena air lebih berat daripada minyak). Satuan **bar** adalah satuan tekanan; tekanan udara di sekitar kita kira-kira 1 bar. Jadi kolom minyak setinggi 1.000 meter menekan ke bawah sekitar 80 sampai 90 bar. Karena air lebih berat daripada minyak, **makin banyak air dalam fluida, makin berat kolomnya**.

Beban kedua adalah tekanan di tempat tujuan fluida, yaitu **separator**, bejana yang memisahkan gas, minyak, dan air (sub bab 4.5). Aliran harus masuk ke bejana yang tekanannya sudah terisi; makin tinggi tekanan separator, makin berat beban yang harus dikalahkan. Hambatan gesekan di pipa juga ada, tetapi pada tingkat SMK cukup kamu ingat sebagai tambahan kecil.

Aturan umumnya:

Sumur mengalir sendiri bila tekanan di dasar sumur ≥ berat kolom cairan + tekanan separator (+ gesekan).

Bila dorongan masih lebih besar, fluida naik sendiri. Bila beban lebih besar, fluida berhenti naik walaupun sumurnya berisi minyak berlimpah. Perhatikan bahwa berhentinya aliran **tidak berarti minyaknya habis**; hanya dorongannya yang kalah.

2. Sembur alam dan fungsi choke

Produksi yang memanfaatkan dorongan alam saja disebut **sembur alam** (*natural flow*). Ia metode yang paling sederhana dan murah, karena tidak ada alat pengangkat. Yang dipasang hanya peralatan di permukaan: kepala sumur dengan katup-katupnya (sub bab 4.4) dan sebuah **choke**.

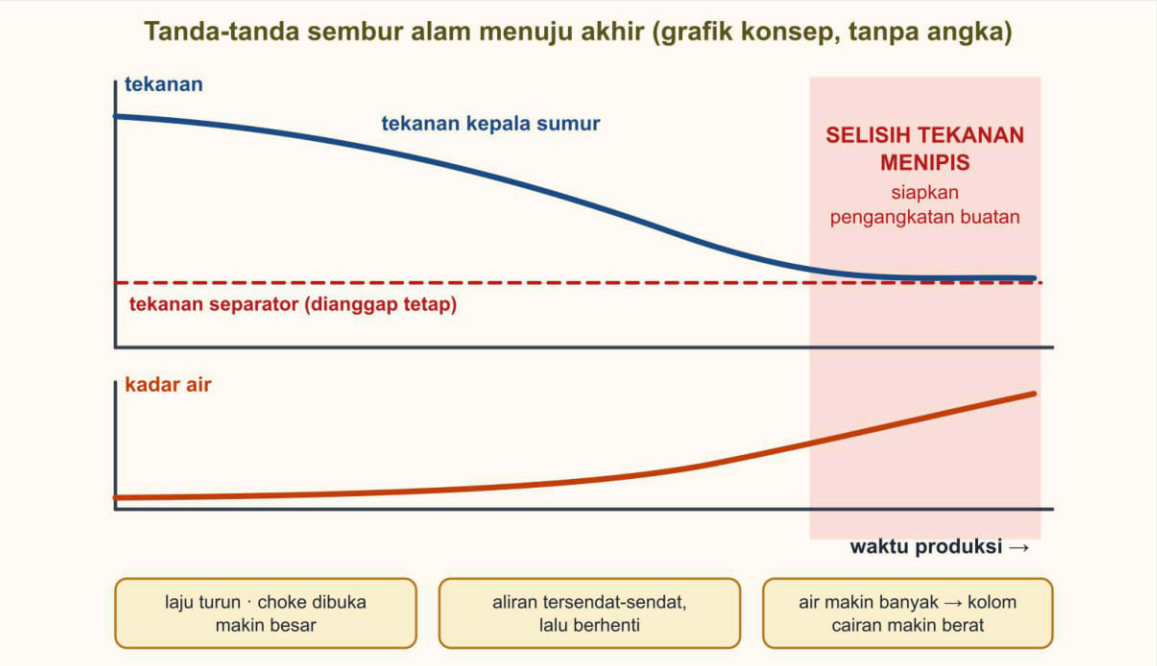
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Choke (jepitan) adalah lubang kecil yang ukurannya bisa dipilih di jalur aliran dekat kepala sumur. Ia mengatur **berapa banyak fluida yang boleh lewat tiap hari**. Choke kecil membatasi laju, sehingga tekanan di kepala sumur tetap tinggi. Choke besar membuat laju naik dan tekanan kepala sumur turun. Pengaturan choke melindungi sumur: aliran yang terlalu deras dapat membawa pasir, menarik air dari lapisan di dekatnya, atau merusak peralatan. Sumur baru biasanya dibuka dengan choke kecil, lalu diperbesar bertahap (sub bab 4.3).

Syarat sembur alam ringkas: tekanan di dasar sumur mampu mengalahkan dua beban pada Gambar 4.1, dan sumur terhubung ke separator dengan tekanan yang sesuai. Kebanyakan sumur baru di lapangan bertekanan baik memulai hidupnya dengan cara ini.

3. Tanda sembur alam menuju akhir

Sembur alam hampir selalu berakhir pada suatu saat, karena dua hal terjadi bersamaan: **tekanan lapisan turun** setelah banyak fluida diambil, dan **air makin banyak ikut terproduksi** sehingga kolom cairan makin berat. Gambar 4.2 menunjukkan bagaimana kedua hal itu tampak dalam catatan produksi.



Gambar 4.2 Grafik konsep (tanpa angka): tekanan kepala sumur turun mendekati tekanan separator, sementara kadar air naik. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Tanda-tandanya, berurutan dari yang paling awal:

1. **Tekanan kepala sumur turun** terus dari bulan ke bulan, makin mendekati tekanan separator. Selisih keduanya menggambarkan sisa tenaga untuk melawan gesekan; bila selisih tinggal sedikit, sumur hampir berhenti.
2. **Kadar air naik.** Fluida yang keluar berisi lebih banyak air, sehingga kolom di dalam sumur makin berat.
3. **Laju turun**, padahal choke sudah dibuka makin besar untuk mempertahankan produksi.
4. **Aliran tersendat-sendat**: sumur mengalir, berhenti sebentar, lalu mengalir lagi.
5. **Sumur berhenti** mengalir sendiri.

Pada tanda ke-1 dan ke-2, tim produksi sudah harus **menyiapkan** pengangkatan buatan: memilih metode, memesan alat, dan menjadwalkan pemasangan. Menunggu sampai sumur mati berarti kehilangan produksi selama alat belum datang. Tindakan yang tampak menolong tetapi keliru: membuka choke penuh (hanya menambah laju sebentar dan mempercepat air masuk), menaikkan tekanan separator (menambah beban), dan menutup sumur berbulan-bulan berharap tekanan pulih sendiri (tekanan lapisan tidak pulih berarti, sementara produksi hilang).

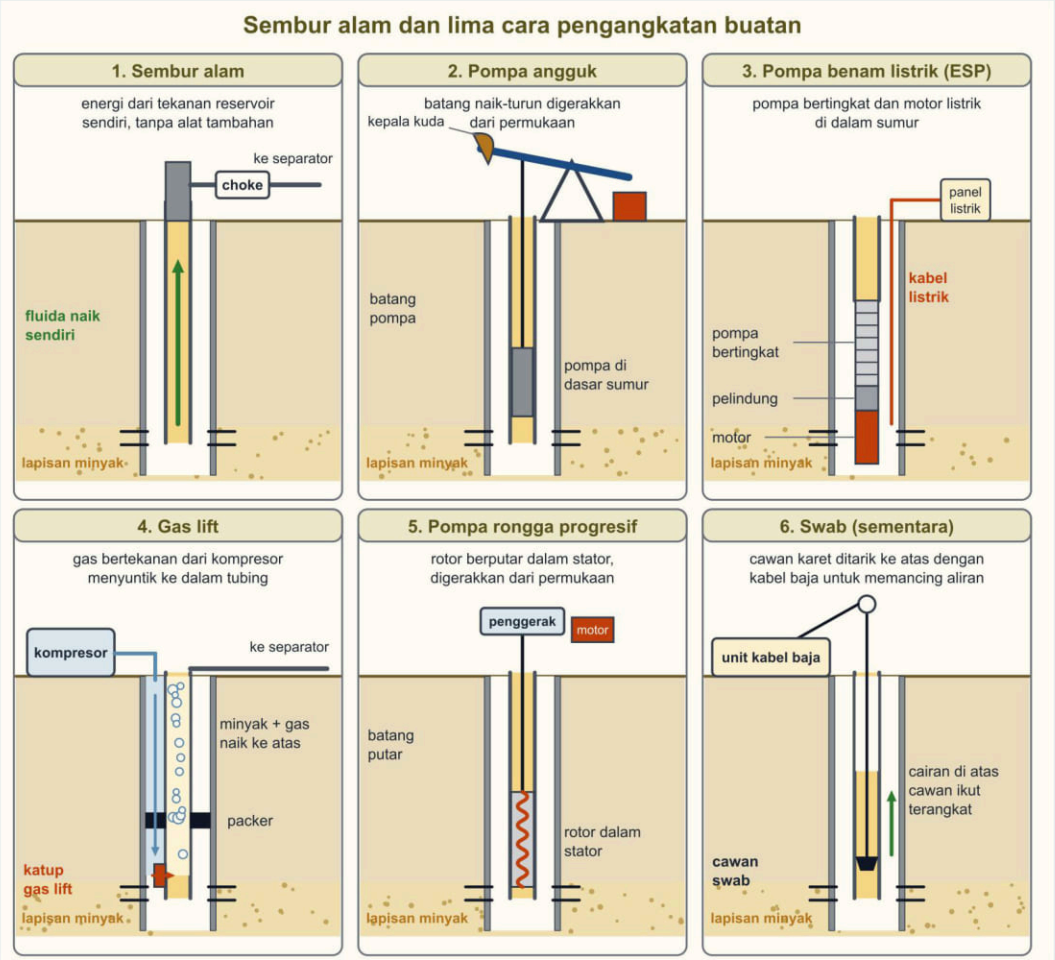
4. Pengangkatan buatan: menambah tenaga dengan tiga cara

Bila dorongan alam tidak cukup, kita memakai **pengangkatan buatan** (*artificial lift*). Semua metodenya memakai salah satu dari tiga ide:

- **Mengurangi beban kolom** dengan membuat cairan di tubing lebih ringan. Inilah cara **gas lift**: gas disuntikkan sehingga campuran cairan dan gelembung gas menjadi lebih ringan.
- **Menambah tekanan** dengan pompa, yaitu **pompa angguk**, **pompa benam listrik**, dan **pompa rongga progresif**.
- **Mengurangi tekanan di dasar sumur** untuk memancing masuknya fluida dari lapisan. Inilah **swab**, yang hanya dipakai sementara.

Gambar 4.3 menunjukkan sembur alam dan kelima metode itu berdampingan.

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



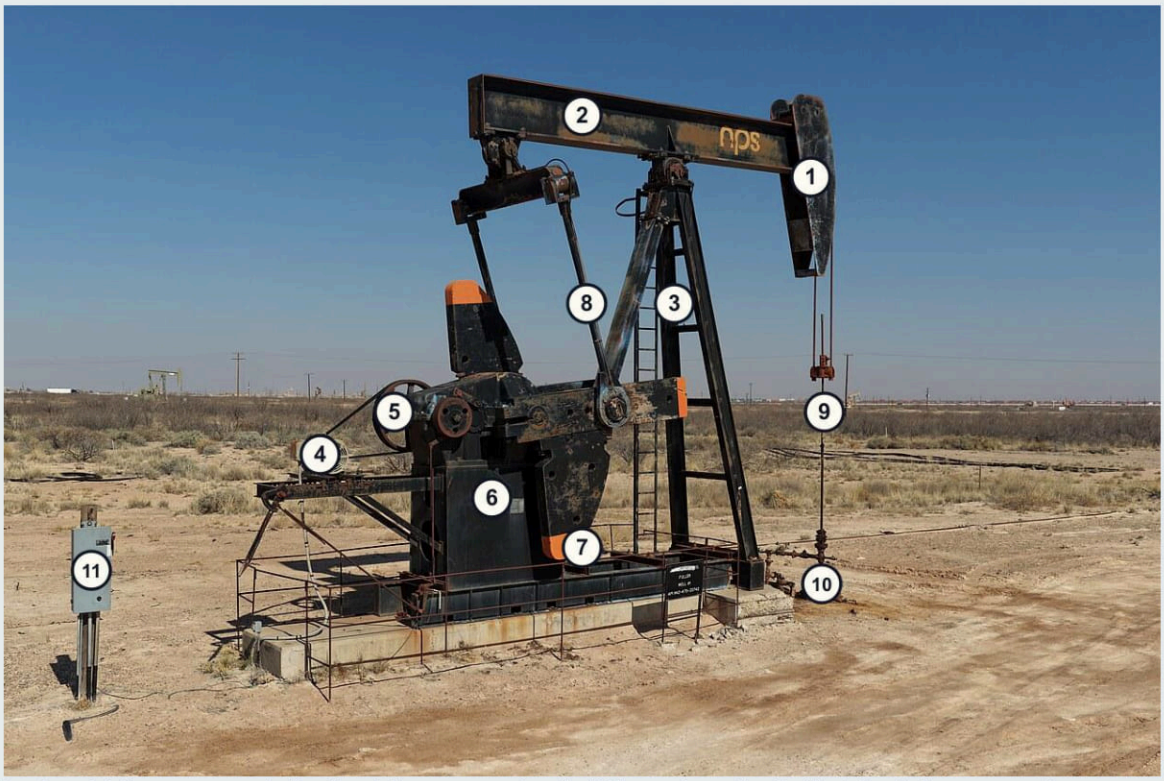
Gambar 4.3 Sembur alam (1) dan lima cara pengangkatan buatan: pompa angguk (2), pompa benam listrik (3), gas lift (4), pompa rongga progresif (5), dan swab (6). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

5. Pompa angguk

Pompa angguk (*sucker rod pump*, juga disebut *pumpjack* atau "kuda angguk") adalah metode yang paling banyak terlihat di lapangan minyak darat karena bentuknya yang mengangguk-angguk. Pada Gambar 4.4 kamu bisa melihat bagian-bagian di permukaan.

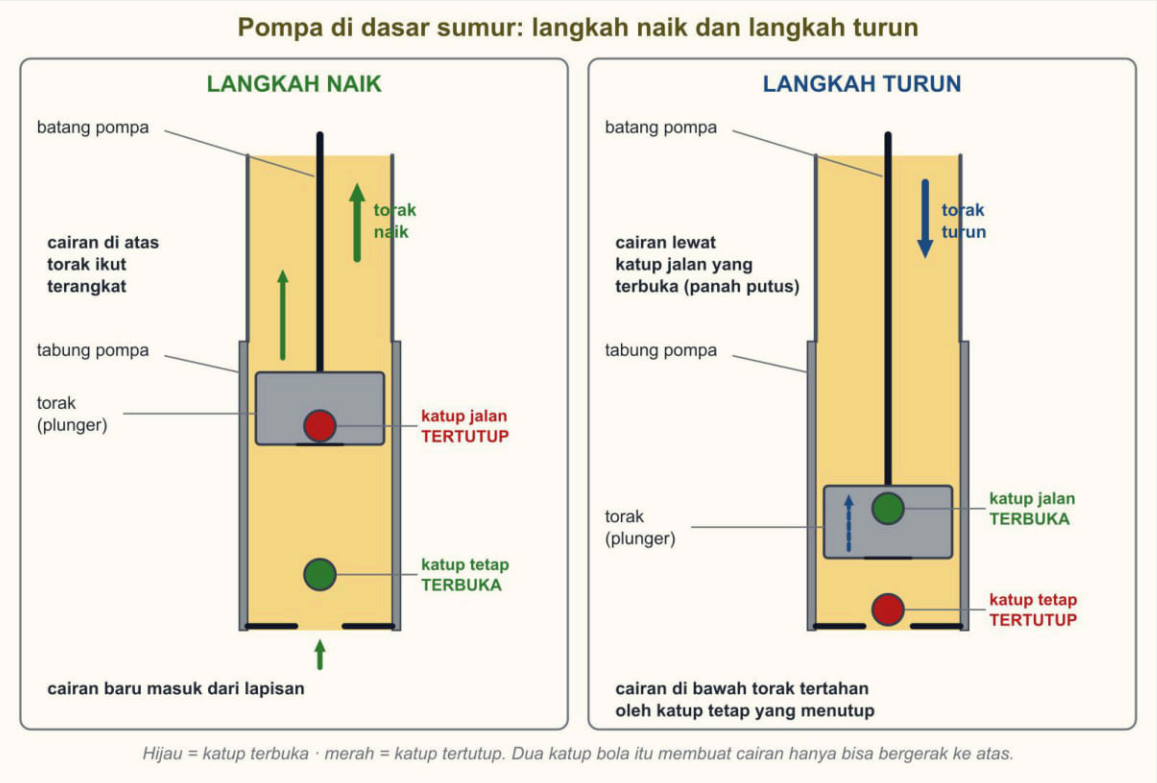


Gambar 4.4 Pompa angguk di sebuah lapangan minyak di Texas, Amerika Serikat; bentuknya sama dengan yang dipakai di lapangan darat Indonesia. Foto: Quintin Soloviev, Wikimedia Commons, CC BY 4.0. Diubah: nomor penunjuk bagian ditambahkan.

Pada gambar itu: (1) **kepala kuda** (*horse head*) berbentuk busur, (2) **balok jungkat** (*walking beam*) yang bergerak naik-turun, (3) **penyangga** balok berbentuk A, (4) **motor listrik** penggerak, (5) **sabuk** dan roda penggerak, (6) **kotak roda gigi** yang menurunkan kecepatan putar, (7) **engkol dengan pemberat** (*counterweight*) yang membantu mengimbangi berat batang pompa, (8) **batang penghubung** (*pitman*) dari engkol ke balok, (9) **kabel dan batang poles** (*polished rod*) yang turun ke dalam sumur, (10) **kepala sumur**, dan (11) **kotak kendali** motor.

Cara kerjanya bertahap. Motor memutar roda gigi, roda gigi memutar engkol, dan batang penghubung membuat balok jungkat berayun naik-turun. Ujung balok menarik dan mengendurkan batang poles. Batang poles tersambung ke rangkaian **batang pompa** (*sucker rods*) yang menjulur lewat tubing sampai ke **pompa di dasar sumur**. Pompa itu terdiri dari tabung, sebuah torak (*plunger*), dan dua katup bola: **katup tetap** (*standing valve*) di dasar tabung dan **katup jalan** (*traveling valve*) pada torak. Gambar 4.5 menunjukkan dua langkah geraknya.

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



Gambar 4.5 Langkah naik: katup jalan menutup, katup tetap membuka, cairan di atas torak terangkat sementara cairan baru masuk. Langkah turun: katup jalan membuka, katup tetap menutup, torak turun melewati cairan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **Langkah naik.** Torak ditarik ke atas. Katup jalan tertutup oleh berat cairan di atasnya, sehingga cairan itu ikut terangkat. Di bawah torak tekanan turun, katup tetap terbuka, dan cairan dari lapisan masuk ke tabung.
2. **Langkah turun.** Torak turun. Katup tetap tertutup oleh berat cairan di tabung, katup jalan terbuka, dan torak meluncur turun melewati cairan yang tertahan di dalam tabung.
3. Siklus berulang. Tiap kali naik, sejumlah cairan terangkat satu langkah lebih ke atas di tubing, sampai keluar di kepala sumur.

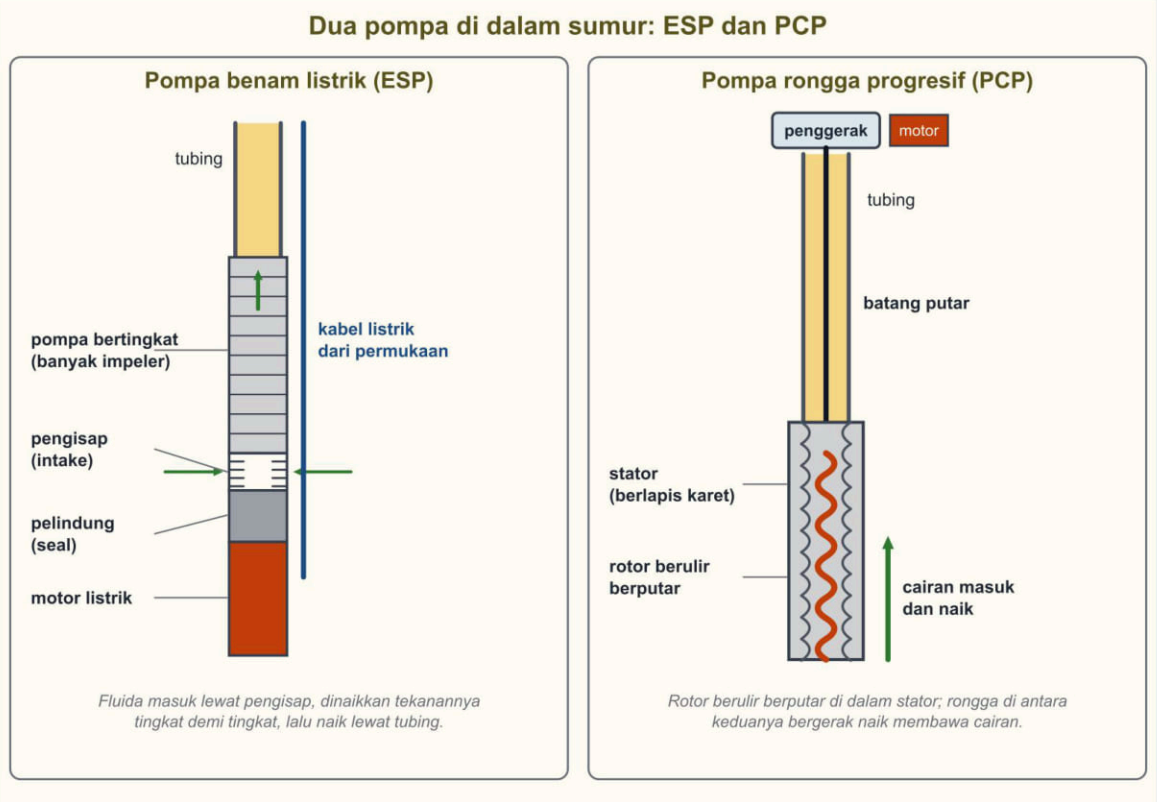
Pompa angguk punya kelebihan: sederhana, mudah dirawat dan diperbaiki, toleran terhadap perubahan laju, dan penggeraknya dapat berupa motor listrik atau mesin bila listrik tidak ada. Keterbatasannya: cocok untuk **laju kecil sampai sedang** pada sumur yang **tidak terlalu dalam**, karena makin dalam makin berat rangkaian batang dan makin besar tenaga yang diperlukan. Pada **sumur miring** besar, batang bergesekan dengan dinding tubing dan cepat aus. **Pasir** menggerus torak dan tabung. **Gas bebas** yang masuk ke pompa dapat membuat katup tidak membuka (*gas lock*), sehingga hanya sedikit cairan terangkat. Unit pompa angguk juga besar dan berat, sehingga kurang cocok di platform lepas pantai yang geladaknya sempit.

6. Pompa benam listrik (ESP)

Pompa benam listrik (*electric submersible pump*, disingkat **ESP**) menurunkan seluruh pompa beserta motornya ke dalam sumur. Pada Gambar 4.6 (kiri) susunan dari bawah ke atas: **motor listrik**, **pelindung** (*protector* atau *seal*, yang menjaga cairan sumur tidak masuk ke motor), **pengisap** (*intake*), lalu **pompa bertingkat**. Daya datang dari permukaan lewat **kabel listrik**

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

yang diikat di sepanjang tubing.



Gambar 4.6 Kiri: pompa benam listrik (ESP) dengan motor, pelindung, pengisap, pompa bertingkat, dan kabel. Kanan: pompa rongga progresif (PCP) dengan rotor yang berputar di dalam stator. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

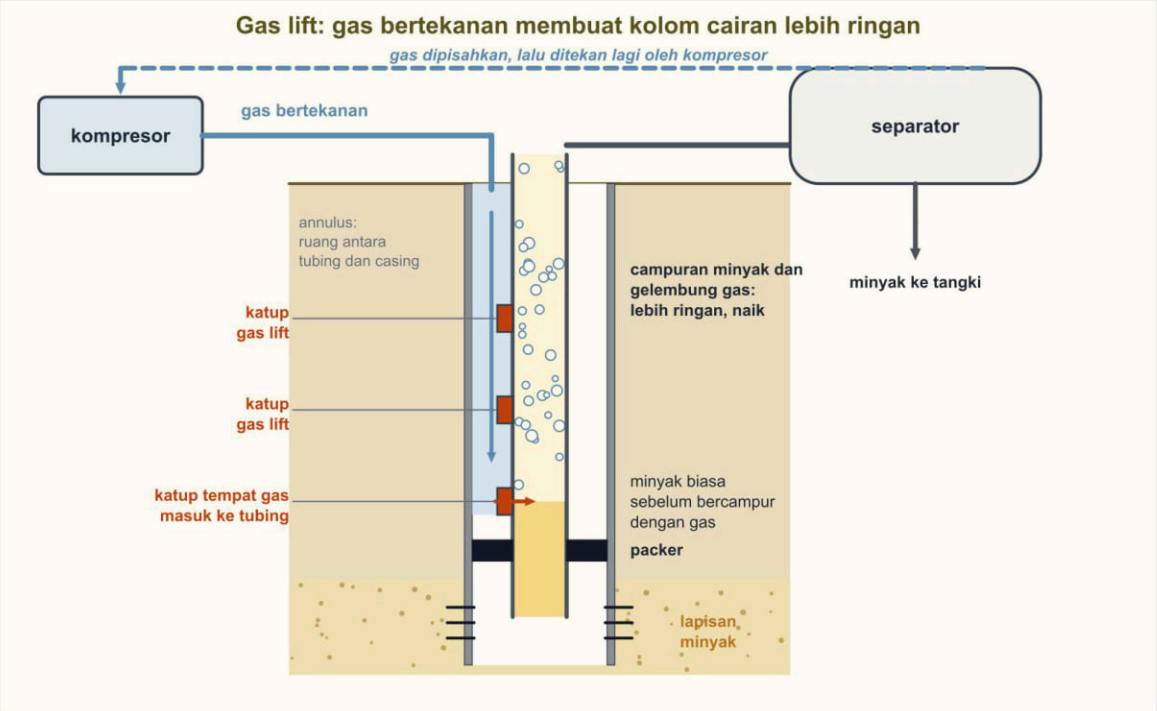
Pompa bertingkat berisi banyak **impeler** (roda bersirip) yang berputar cepat. Tiap tingkat melempar cairan ke luar dan menaikkan tekanannya sedikit; tumpukan puluhan tingkat menaikkan tekanan cukup tinggi sehingga cairan terdorong sampai permukaan. Kecepatan putar dapat diatur dari permukaan dengan alat pengatur kecepatan.

ESP unggul untuk **laju besar** dan **sumur dalam**, dengan syarat **listrik tersedia** dalam jumlah besar. Kelemahannya: **pasir** mengikis impeler karena pompa berputar cepat dengan celah sempit; **gas bebas yang banyak** membuat pompa kehilangan daya angkat karena menghisap gas, bukan cairan; dan suhu sangat tinggi merusak motor dan kabel. Bila ESP rusak, seluruh rangkaian harus dicabut dengan rig perawatan sumur, yang mahal.

7. Gas lift

Pada **gas lift**, pompa tidak ada di dalam sumur. Gas bertekanan tinggi dari **kompresor** dialirkan ke ruang antara tubing dan casing (**annulus**), lalu masuk ke tubing lewat **katup gas lift** yang terpasang di kedalaman tertentu. Perhatikan Gambar 4.7.

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



Gambar 4.7 Gas dari kompresor turun lewat annulus dan masuk ke tubing lewat katup gas lift; campuran cairan dan gelembung gas lebih ringan sehingga naik ke permukaan. Gas dipisahkan di separator dan ditekan lagi oleh kompresor. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gelembung gas bercampur dengan cairan di dalam tubing dan membuat kolom itu **lebih ringan**. Beban kolom pada Gambar 4.1 menjadi kecil, sehingga tekanan lapisan yang tadinya kalah menjadi mampu mendorong fluida naik. Sesampainya di permukaan, gas dipisahkan di separator, ditekan lagi oleh kompresor, dan disuntikkan kembali dalam satu putaran. Penyuntikan dapat berjalan terus-menerus atau secara berkala.

Gas lift cocok untuk **sumur miring**, fluida dengan **banyak gas**, sumur dengan **sedikit pasir**, dan **platform lepas pantai**, karena peralatan di dalam sumur hanya katup-katup kecil dan peralatan permukaan (kompresor) bisa ditaruh di satu tempat untuk banyak sumur. Syaratnya penting: **harus tersedia gas bertekanan** dalam jumlah cukup dan kompresor yang andal. Tanpa gas, gas lift tidak bisa dipakai. Bila kompresor rusak, semua sumur yang bergantung padanya melemah sekaligus. Jumlah gas juga perlu pas: terlalu sedikit tidak mengangkat, terlalu banyak malah menurunkan produksi.

8. Pompa rongga progresif (PCP)

Pompa rongga progresif (*progressing cavity pump*, **PCP**) bekerja dengan sebuah **rotor** berbentuk ulir yang berputar di dalam **stator** berbentuk ulir ganda berlapis karet. Di antara keduanya terbentuk rongga-rongga yang bergerak naik sambil membawa cairan, seperti ulir sekrup yang memindahkan benda. Rotor diputar dari permukaan lewat batang putar yang digerakkan motor, seperti pada Gambar 4.6 (kanan).

PCP cocok untuk **minyak kental** dan fluida yang **membawa pasir**, karena rongga yang bergerak pelan membawa cairan kental dan butiran tanpa memukulnya. Ia efektif untuk sumur **dangkal sampai sedang** dengan **laju kecil sampai sedang**, dan membutuhkan listrik (atau penggerak lain di permukaan). Keterbatasannya: lapisan karet pada stator bisa rusak oleh suhu tinggi atau

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

zat tertentu dalam fluida; **berputar tanpa cairan** merusak stator dengan cepat; dan **gas bebas yang banyak** mengganggu.

9. Swab

Swab berbeda dari empat metode sebelumnya karena **bukan** cara produksi berkelanjutan. Pada swab, sebuah alat berujung cawan karet diturunkan ke dalam tubing dengan **kabel baja** (*wireline*), lalu ditarik cepat ke atas. Cawan itu membawa kolom cairan di atasnya keluar dan menurunkan tekanan di dasar sumur. Bila penurunan itu cukup, fluida lapisan mengalir masuk. Karena itu swab dipakai untuk **memancing aliran** setelah sumur selesai dikerjakan, atau untuk **membersihkan** cairan sisa pekerjaan (sub bab 4.3). Swab dikerjakan bergantian dengan pengawasan, sehingga terlalu mahal dan lambat untuk menjadi metode produksi harian. Pasir bisa menyangkutkan cawan di dalam sumur.

10. Memilih metode dengan kriteria

Teknisi SMK tidak merancang pompa; ia diminta menilai **metode mana yang cocok dan mana yang tidak**. Karena itu yang kamu pelajari adalah **kriteria**, ringkas pada Gambar 4.8.

Kriteria memilih metode produksi (kualitatif)

Metode	Cocok untuk	Terganggu atau tidak cocok	Syarat / sumber tenaga
Sembur alam	tekanan di dasar sumur masih lebih besar daripada beban	tekanan turun, kadar air naik, selisih tekanan menipis	choke dan separator; tanpa alat pengangkat
Pompa angguk	laju kecil–sedang; sumur tidak terlalu dalam dan lurus; di darat	pasir; gas bebas banyak; sumur miring besar; geladak sempit	listrik atau mesin penggerak di permukaan
ESP	laju besar; sumur dalam	pasir; gas bebas banyak; suhu sangat tinggi	listrik dalam jumlah besar (kabel dan panel)
Gas lift	sumur miring; fluida banyak gas; sedikit pasir; platform	tidak ada gas bertekanan; kompresor rusak	gas bertekanan dalam jumlah cukup + kompresor
PCP	minyak kental; berpasir; sumur dangkal–sedang; laju kecil–sedang	gas bebas banyak; suhu tinggi; berputar tanpa cairan	listrik atau penggerak di permukaan
Swab	memancing aliran; membersihkan sumur setelah dikerjakan	dipakai untuk produksi harian; pasir menyangkutkan cawan	unit kabel baja (wireline)

Kata "paling tepat" pada soal: pilih yang tidak melanggar satu pun syarat, lalu yang paling cocok dengan laju dan kedalaman.

Gambar 4.8 Kriteria memilih metode: cocok untuk, terganggu oleh, dan syarat. Kriteria bersifat kualitatif dan menunjukkan arah umum, bukan perhitungan desain. Sumber: disusun oleh Tim Next Level Study Indonesia dari rujukan umum bidang produksi migas.

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

Cara memilih dalam dua tahap:

1. **Gugurkan metode yang melanggar syarat mutlak.** Tidak ada gas bertekanan: gas lift gugur. Tidak ada listrik dan tidak ada penggerak lain: ESP dan PCP listrik gugur. Sumur miring besar: pompa angguk gugur. Pasir banyak: ESP gugur. Gas bebas banyak: ESP, PCP, dan pompa angguk terganggu. Geladak sempit: pompa angguk gugur.
2. **Dari yang tersisa, pilih yang paling cocok dengan laju, kedalaman, dan kekentalan.** Laju besar dan dalam: ESP. Laju kecil, dangkal, lurus: pompa angguk. Minyak kental dan berpasir pada sumur dangkal: PCP. Miring, bergas, platform: gas lift.

Perhatikan kata **paling tepat** dalam soal. Beberapa metode kadang bisa bekerja; yang dicari adalah yang paling sesuai dengan kondisi yang disebut dan tidak melanggar satu pun syarat.

> **Pengayaan.** Metode lain yang ada di lapangan: pompa hidraulik (jet atau torak, ditenagai cairan bertekanan) dan *plunger lift* (torak bebas yang didorong tekanan sumur untuk sumur bergas dengan cairan sedikit). ESP di sumur bergas dapat dilengkapi pemisah gas di pengisap, dan gas lift memakai beberapa katup bertingkat untuk menghidupkan sumur. Rancangan ukuran, jumlah tingkat, dan penempatan katup dikerjakan insinyur dengan perhitungan; semua itu di luar batasan kisi-kisi dan tidak diujikan.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Memilih metode dari ciri empat sumur

PT Cakrawala Minyak (fiktif) menyiapkan pengangkatan buatan untuk empat sumur pada 2027. Data:

Sumur	Lokasi dan ciri	Laju target	Pasir	Listrik / gas
W-1	darat, 750 m, lurus, minyak encer	kecil (60 bph)	tidak ada	tidak ada jaringan listrik; ada mesin diesel; tidak ada gas bertekanan
W-2	darat, 2.300 m, lurus	besar (2.800 bph)	sedikit	jaringan listrik ada; tidak ada gas bertekanan
W-3	platform, sumur miring, banyak gas ikut	sedang	sedikit	listrik terbatas; kompresor gas tersedia
W-4	darat, 550 m, minyak sangat kental	kecil (100 bph)	banyak	jaringan listrik ada; tidak ada gas bertekanan

Tentukan metode untuk tiap sumur. *Kasus disusun untuk contoh; perusahaan dan sumur fiktif.* ("bph" berarti barel per hari; satu barel sekitar 159 liter.)

1. **W-1.** Gas bertekanan tidak ada, jadi gas lift gugur. Tidak ada listrik, jadi ESP dan PCP listrik gugur. Sumur dangkal, lurus, laju kecil, minyak encer tanpa pasir: sesuai pompa angguk, yang bisa digerakkan **mesin diesel**. Metode: **pompa angguk**.

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

2. **W-2.** Gas lift gugur karena tidak ada gas. Laju 2.800 bph dari 2.300 m terlalu besar untuk pompa angguk. Listrik ada dan pasir sedikit. Metode: **ESP**.
3. **W-3.** Platform dengan geladak sempit dan sumur miring: pompa angguk gugur. Listrik terbatas dan gas banyak: ESP kurang cocok. Kompresor gas tersedia. Metode: **gas lift**.
4. **W-4.** Gas lift gugur. Pasir banyak membuat ESP dan pompa angguk cepat rusak. Minyak sangat kental dan berpasir pada sumur dangkal dengan laju kecil, listrik ada: sesuai **PCP**.

Hasilnya: W-1 pompa angguk; W-2 ESP; W-3 gas lift; W-4 PCP. Perhatikan langkahnya selalu sama: coret yang melanggar syarat, baru pilih yang paling cocok.

Contoh 2 — Menilai akhir sembur alam dari data tekanan

Sumur Pasir Putih-3 (fiktif) di Lapangan Bukit Tenang, kedalaman lapisan 1.600 m, berproduksi sembur alam. Tekanan separator 12 bar. Tim produksi mencatat tiap awal tahun tekanan di dasar sumur (saat mengalir) dan kadar air:

Tahun	Tekanan dasar sumur (bar)	Kadar air
2025	165	5 %
2026	150	30 %
2027	132	55 %

Anggap berat kolom minyak 0,080 bar per meter dan kolom air 0,098 bar per meter, gas diabaikan, dan gesekan diabaikan. Pada tahun mana sumur berhenti mengalir sendiri, dan kapan tim harus menyiapkan pengangkatan buatan? *Kasus disusun untuk contoh; sumur, lapangan, dan data fiktif.*

1. **Beban dihitung per tahun.** Berat kolom per meter adalah rata-rata berbobot: $(1 - w) \times 0{,}080 + w \times 0{,}098$, dengan w kadar air.
2. **2025** ($w = 0{,}05$): 0,0809 bar/m → kolom 0,0809 × 1.600 = 129,4 bar; ditambah separator 12 bar = **141,4 bar**. Dorongan 165 bar lebih besar → selisih +23,6 bar. Mengalir sendiri.
3. **2026** ($w = 0{,}30$): 0,0854 bar/m → kolom 136,6 bar; beban total **148,6 bar**. Dorongan 150 bar → selisih hanya **+1,4 bar**. Masih mengalir, tetapi hampir habis.
4. **2027** ($w = 0{,}55$): 0,0899 bar/m → kolom 143,8 bar; beban total **155,8 bar**. Dorongan 132 bar → selisih **−23,8 bar**. Dorongan kalah; sumur berhenti.

Kesimpulan: sumur berhenti mengalir sendiri pada **2027**. Tanda bahayanya sudah jelas pada **2026**, ketika selisih tinggal 1,4 bar dan air naik tajam. Pada saat itulah tim harus **menyiapkan pengangkatan buatan**. Sebagai tindakan sementara, menurunkan tekanan separator menjadi 8 bar pada 2026 menambah selisih menjadi 5,4 bar; bantuannya kecil dan tidak menghentikan penurunan jangka panjang.

Contoh 3 — Menilai usulan memasang ESP

Pada sumur Karang Sari-9 (fiktif) berkedalaman 1.800 m, laju target 1.500 bph, pasir sedikit, listrik ada, dan **gas bebas ikut dalam jumlah banyak**. Di dekat lokasi ada pipa gas bertekanan

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

dari lapangan tetangga. Manajer mengusulkan ESP "karena lajunya besar dan listrik ada". Nilailah usulan itu. *Kasus disusun untuk contoh; tokoh dan lapangan fiktif.*

1. **Periksa syarat tiap kriteria ESP:** laju besar (cocok), listrik ada (cocok), pasir sedikit (cocok). Tetapi **gas bebas banyak** mengganggu: pompa menghisap gas dan daya angkatnya jatuh.
2. **Periksa pilihan lain:** gas lift menuntut gas bertekanan, dan syaratnya justru ada, yaitu pipa gas dari lapangan tetangga. Gas yang menjadi "masalah" bagi ESP malah mendukung gas lift.
3. **Simpulkan:** usulan ESP **kurang tepat**; **gas lift** lebih sesuai, asalkan pasokan gas bertekanan dipastikan cukup.

Pelajarannya: satu kriteria yang bertentangan sudah cukup untuk mencoret sebuah metode, walaupun kriteria lain cocok.

Contoh 4 — Kapan swab dipakai

Sumur Cemara-2 (fiktif) baru saja selesai dikerjakan (2027) dan masih penuh cairan sisa pekerjaan, sehingga belum mengalir. Tekanan lapisannya baik. Tim ragu: apakah perlu langsung memasang pompa angguk?

1. **Tekanan lapisan baik**, jadi sumur sebenarnya mampu sembur alam; yang menahan hanya cairan sisa di dalam tubing.
2. **Swab** menarik cairan itu keluar dan menurunkan tekanan di dasar sumur sehingga fluida lapisan mengalir masuk.
3. Bila setelah swab sumur mengalir sendiri, **tidak perlu pompa**. Pompa baru dipikirkan bila kelak dorongan tidak cukup.

Kesimpulan: swab adalah alat **memancing aliran**, bukan cara produksi harian; sumur ini cukup di-swab lalu dibiarkan sembur alam.

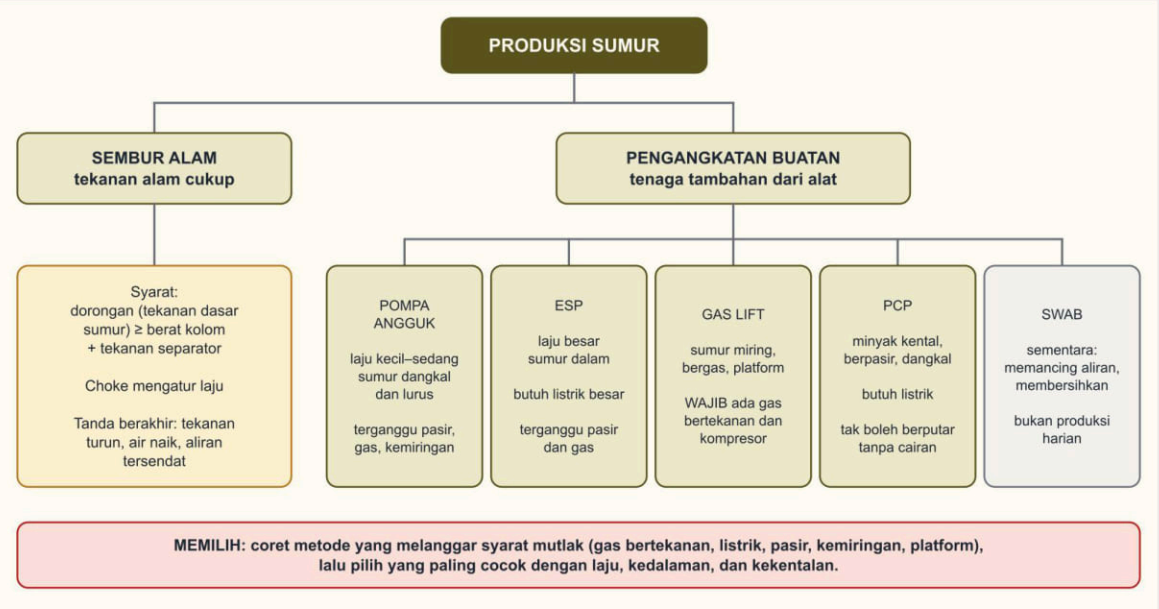
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Sembur alam** terjadi bila tekanan di dasar sumur ≥ berat kolom cairan + tekanan separator (+ gesekan); **choke** mengatur lajunya.
- **Sembur alam berakhir** ketika tekanan lapisan turun dan air naik: tekanan kepala sumur mendekati tekanan separator, laju turun, aliran tersendat. Siapkan pengangkatan buatan sejak selisih menipis.
- **Pompa angguk:** laju kecil–sedang, sumur tidak terlalu dalam dan lurus; terganggu oleh pasir, gas, kemiringan, dan geladak sempit.
- **ESP:** laju besar, sumur dalam, listrik besar; terganggu oleh pasir dan gas.
- **Gas lift:** sumur miring, bergas, platform; **wajib ada gas bertekanan** dan kompresor.
- **PCP:** minyak kental, berpasir, dangkal, laju kecil–sedang, butuh listrik; stator tidak boleh berputar tanpa cairan.
- **Swab:** hanya memancing atau membersihkan, bukan produksi berkelanjutan.
- **Memilih:** coret yang melanggar syarat mutlak, baru pilih yang paling cocok.

Gambar 4.9 merangkum semuanya dalam satu peta.



Gambar 4.9 Peta konsep metode produksi sumur. 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 produksi:

1. **Tandai syarat mutlak** dalam cerita: ada atau tidak gas bertekanan, listrik, pasir banyak, sumur miring, platform, minyak kental.
2. **Coret opsi yang melanggar syarat itu**, lalu bandingkan sisanya dengan laju dan kedalaman.
3. Pada soal tabel beberapa sumur, **nilai tiap sumur sendiri**; jangan menyamakan sumur karena angkanya mirip.
4. Pada soal hitung tekanan, tulis dulu **dorongan** dan **beban** (kolom + separator), baru bandingkan.

Jebakan khas pada soal ini:

- **Gas lift dipilih padahal gas bertekanan tidak tersedia**, karena gas lift "murah dan sederhana".
- **Pompa angguk dipilih untuk sumur sangat dalam, laju besar, atau sumur miring**, karena pompa angguk "paling umum".
- **Sembur alam dianggap tidak pernah berakhir**, atau berakhirnya dianggap berarti minyak habis.
- **Pasir diabaikan** dalam memilih pompa, padahal pasir mengikis ESP dan pompa angguk.
- **Membuka choke penuh atau menaikkan tekanan separator** dianggap pertolongan bagi sumur yang melemah.
- **Swab dianggap metode produksi harian.**
- Laju cairan besar dianggap berarti minyak besar; air ikut dihitung. (Hitungan minyak bersih dibahas di sub bab 4.3.)

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menguji penilaian sumur sembur alam yang melemah. Hitung dulu selisih tekanan kepala sumur dengan tekanan separator, lalu lihat arah kadar air, dan baru pilih rencana.

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

►. Sumur Kenari-2 berproduksi secara sembur alam (2027). Dalam setahun, tekanan kepala sumurnya turun dari 25 bar menjadi 9 bar, sedangkan separator tujuan bekerja pada 8 bar. Kandungan air naik dari 10% menjadi 35%. Choke sudah dibuka hampir penuh. Kepala produksi meminta rencana agar produksi sumur itu tidak berhenti mendadak.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Rencana yang paling tepat adalah ....

A. Membuka choke penuh agar laju sumur kembali seperti tahun lalu
B. Menutup sumur beberapa bulan agar tekanan reservoir pulih sendiri
C. Menyiapkan pengangkatan buatan karena selisih tekanan hampir habis
D. Menaikkan tekanan separator agar aliran sumur menjadi lebih stabil
E. Mengganti flowline dengan pipa berdiameter lebih kecil dan rapat

Pembahasan **Kunci: C**

Konsep: Sembur alam terjadi bila tekanan sumur mampu mengangkat fluida sampai ke separator. Bila tekanan turun dan kandungan air naik (kolom cairan makin berat), sumur akan berhenti mengalir; pengangkatan buatan perlu disiapkan.

Langkah:
1. Selisih tekanan kepala sumur dan separator: 9 − 8 = 1 bar, hampir habis.
2. Kandungan air naik → cairan di sumur makin berat → sumur makin sulit mengalir sendiri.
3. Choke sudah hampir penuh → tidak ada cadangan pengaturan.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: choke sudah hampir penuh; membukanya penuh hanya menambah sedikit laju dan tidak menghentikan penurunan.
• **B.** ✗ Tekanan reservoir tidak pulih berarti hanya dengan menutup sumur; produksi malah hilang.
• **C.** ✓ Selisih tekanan tinggal 1 bar sehingga sumur perlu pengangkatan buatan sebelum mati.
• **D.** ✗ Menaikkan tekanan separator justru mengurangi selisih tekanan sehingga sumur lebih cepat berhenti.
• **E.** ✗ Pipa lebih kecil menambah hambatan aliran.

Jawaban: C.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk tiap soal, tulis dulu syarat mutlak dan ciri sumur, lalu coret metode yang melanggar.

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

1. Sumur KJ-14 tidak lagi mengalir sendiri (2027). Tim produksi harus memilih metode pengangkatan buatan. Data sumur:

Data	Nilai
Kedalaman lapisan	2.100 m
Laju cairan yang ditargetkan	2.500 barel per hari
Kandungan pasir	sangat sedikit
Gas bertekanan di lapangan	tidak ada
Listrik	jaringan PLN tersedia di lokasi

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

A. Gas lift memakai gas dari sumur gas tetangga
B. Pompa angguk (sucker rod pump) yang besar
C. Sembur alam dengan memperkecil ukuran choke
D. Pompa benam listrik (ESP) di dalam sumur
E. Swab berkala memakai unit perawatan sumur

2. Sumur PL-6 di sebuah platform lepas pantai (2027) dibor miring dan sudah berhenti mengalir sendiri. Fluidanya mengandung banyak gas dan sedikit pasir. Di platform tersedia kompresor gas bertekanan tinggi, tetapi ruang geladak dan pasokan listriknya terbatas. Tim produksi harus memilih metode pengangkatan buatan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Metode yang paling tepat adalah ....

A. Pompa angguk dengan batang pompa panjang
B. Pompa benam listrik (ESP) berdaya besar
C. Sembur alam dengan memperbesar ukuran choke
D. Pompa rongga progresif (PCP) bermotor listrik
E. Gas lift memakai gas dari kompresor platform

Kunci singkat: 1. D 2. E

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa sumur yang tekanan lapisannya masih ada dapat berhenti mengalir sendiri ketika kadar airnya naik?
- Sebuah sumur dangkal berpasir banyak dengan minyak sangat kental dan listrik tersedia: metode apa yang cocok, dan metode mana yang harus dicoret lebih dulu?
- **Yang harus kuingat:** dorongan (tekanan dasar sumur) harus lebih besar daripada beban (berat kolom + tekanan separator); sembur alam berakhir karena tekanan turun dan air naik;

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

lima metode pengangkatan punya syarat dan keterbatasan masing-masing; coret yang melanggar syarat mutlak lebih dulu.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 4.1: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktper&node=SMKTPER-4.1

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Sub bab 4.2 · Sistem penyelesaian sumur (well completion)

SMKTPER-4.2

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi Teknik Perminyakan meminta kamu **mengidentifikasi sistem penyelesaian sumur**. Sumur yang selesai dibor belum bisa langsung berproduksi: ia perlu "diselesaikan" supaya fluida lapisan bisa masuk dengan aman dan terkendali. Soal tidak meminta kamu merancang. Soal menceritakan sebuah sumur dengan ciri lapisannya, lalu memintamu **memilih rancangan penyelesaian yang cocok**, **menilai usulan komponen**, atau **menentukan bagian lapisan yang boleh dilubangi**. Kata kunci soal seperti ini: **pasir lepas atau batuan kuat**, **berapa lapisan**, **ada air atau gas di dekat lapisan minyak**, dan **tekanan tiap lapisan**.

Bentuknya bisa pilihan ganda, pilihan ganda kompleks yang menilai beberapa komponen, atau soal bergambar penampang sumur dengan beberapa interval bernama P1, P2, dan seterusnya. Pengecohnya biasanya rancangan yang "lebih canggih dan lebih besar produksinya" tetapi membuka air atau gas, atau rancangan sederhana yang tidak cocok untuk pasir lepas.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menyebut tujuan penyelesaian sumur dan komponen utamanya;
- membedakan lubang terbuka, casing berperforasi, dan liner dengan penahan pasir, serta syarat pemakaian masing-masing;
- menjelaskan fungsi gravel pack, packer, tubing, dan katup keselamatan bawah permukaan;
- memilih rancangan untuk satu lapisan dan untuk beberapa lapisan;
- menentukan interval perforasi yang menjauhi kontak gas–minyak dan minyak–air.

◆ KONSEP INTI

Bayangkan sumur yang baru dibor sebagai terowongan tegak setelah proyek tambang selesai: dindingnya masih bisa runtuh, belum ada pintu, dan belum ada jalur yang aman untuk membawa hasilnya ke atas. **Penyelesaian sumur** (*well completion*) adalah pekerjaan menyiapkan bagian bawah sumur dan memasang peralatan di dalamnya sehingga sumur siap berproduksi (atau menerima injeksi) dengan aman. Pekerjaannya meliputi memasang casing, melubangi casing di depan lapisan, memasang pipa produksi dan alat penyekat, serta kadang membersihkan atau merangsang lapisan. Sub bab ini menjelaskan pilihan-pilihannya dari yang paling sederhana sampai yang paling rumit, dan cara memilihnya dari ciri lapisan.

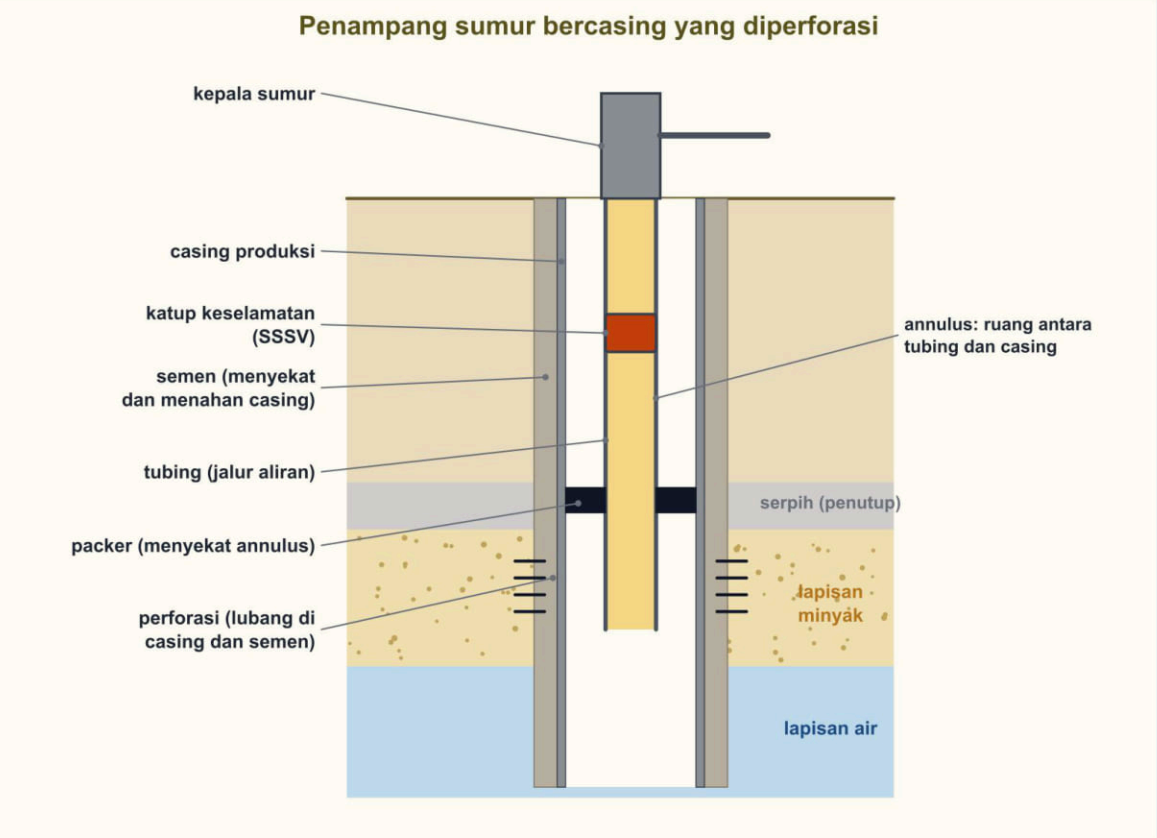
1. Tujuan penyelesaian sumur dan bagian-bagiannya

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

Penyelesaian sumur punya empat tujuan:

1. **Membuka jalan masuk** bagi fluida dari lapisan ke dalam sumur.
2. **Mengendalikan** apa yang masuk: memilih lapisan yang diproduksikan, menahan pasir, menjauhi air dan gas yang tidak dikehendaki.
3. **Melindungi** dinding sumur dan casing dari tekanan serta fluida yang korosif, dan menjaga keselamatan bila peralatan di permukaan rusak.
4. **Memudahkan perawatan**, misalnya mengganti pipa yang aus tanpa merusak seluruh sumur.

Lihat Gambar 4.10 untuk bagian-bagian yang akan terus kita sebut.



Gambar 4.10 Penampang penyelesaian sumur bercasing berperforasi: casing, semen, tubing, packer, katup keselamatan bawah permukaan, perforasi, dan lapisan di sekitarnya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Casing** adalah pipa baja yang dimasukkan ke dalam lubang bor dan dipasang menempel ke dinding. Ia mencegah dinding runtuh dan melindungi fluida yang mengalir dari bercampur dengan lapisan lain. Casing dipasang bertahap: casing di bagian atas berdiameter besar, casing paling dalam yang melewati lapisan produktif disebut **casing produksi**.
- **Semen** dipompakan ke ruang antara casing dan batuan, lalu mengeras. Semen menahan casing dan **menyekat lapisan** supaya fluida tidak merambat naik atau turun di belakang casing. Kualitas semen sangat menentukan; semen buruk memberi jalan bagi air atau gas untuk mengalir di belakang casing.
- **Perforasi** adalah lubang-lubang yang dibuat menembus casing dan semen sampai ke batuan.

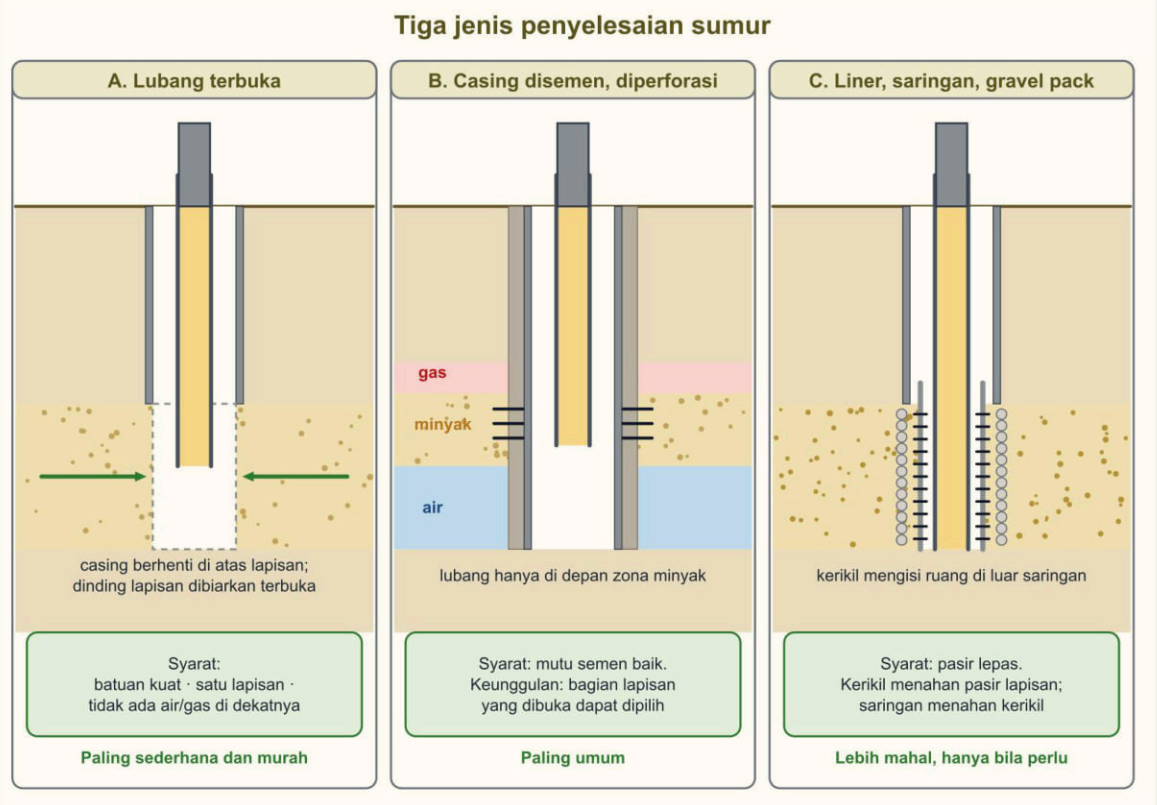
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Tanpa perforasi pada casing yang disemen, fluida lapisan tidak punya jalan masuk.

- **Tubing** adalah pipa produksi yang digantung di dalam casing. Fluida mengalir naik lewat tubing, bukan lewat casing.
- **Packer** adalah penyekat karet dan baja yang mengunci ruang antara tubing dan casing (annulus) di atas lapisan produktif.
- **Katup keselamatan bawah permukaan** (*subsurface safety valve*, SSSV) adalah katup di dalam tubing yang menutup sumur otomatis bila peralatan di permukaan rusak.

2. Lubang terbuka (open hole)

Pada **penyelesaian lubang terbuka**, casing dipasang **sampai di atas lapisan produktif** saja. Lapisan di bawahnya dibiarkan terbuka, sehingga fluida masuk langsung dari dinding lubang. Gambar 4.11 (kiri) menunjukkannya.



Gambar 4.11 Tiga jenis penyelesaian sumur: lubang terbuka, casing disemen dan diperforasi, serta liner dengan saringan dan gravel pack. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Keuntungannya: **paling sederhana dan paling murah**, karena tidak ada biaya perforasi, dan seluruh dinding lapisan terbuka sehingga hambatan masuknya fluida kecil. Syaratnya ketat:

- **batuan harus kuat** supaya dinding tidak runtuh dan tidak menghasilkan pasir;
- **satu lapisan** produktif;
- **tidak ada gas atau air** di dekat lapisan yang perlu dihindari, karena pada lubang terbuka kamu tidak bisa memilih bagian mana yang dibuka.

Bila salah satu syarat itu tidak terpenuhi, lubang terbuka tidak cocok: pasir akan runtuh ke dalam sumur, atau gas dan air ikut mengalir tanpa bisa dipisahkan.

3. Casing disemen dan diperforasi (cased hole)

Pada **penyelesaian bercasing**, casing dipasang **sampai ke dasar**, melewati seluruh lapisan, lalu **disemen**. Setelah itu casing dan semen **diperforasi** hanya di depan bagian lapisan yang ingin diproduksikan (Gambar 4.11, tengah).

Alat perforasinya berupa **senapan perforasi** (*perforating gun*) yang diturunkan dengan kabel dan berisi beberapa **muatan berbentuk** (*shaped charge*). Bila ditembakkan, tiap muatan menyemburkan semburan panas bertekanan yang melubangi casing dan semen, lalu menembus batuan beberapa puluh sentimeter. Hasilnya adalah deretan lubang kecil yang menjadi pintu masuk fluida.

Inilah penyelesaian yang paling umum, karena kelebihannya besar:

- **Interval dapat dipilih.** Kamu melubangi hanya bagian yang berisi minyak, sehingga gas di atas dan air di bawah tertutup casing dan semen.
- **Lapisan dapat dipisahkan** satu sama lain oleh semen dan casing.
- Dapat dipasangi peralatan lain di dalamnya (packer, tubing, penahan pasir).

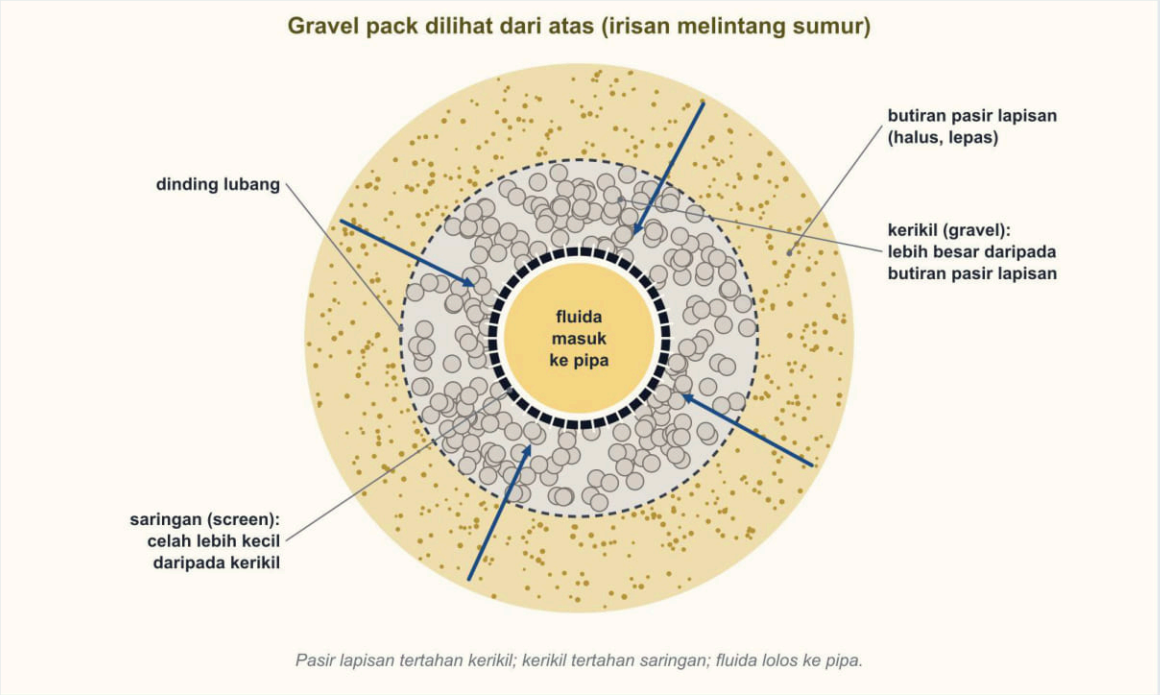
Keterbatasannya: biaya lebih tinggi daripada lubang terbuka dan **hasilnya bergantung pada mutu semen**. Satu hal yang sering terlupa: **sumur bercasing yang belum diperforasi tidak akan mengalirkan apa pun**, walaupun lapisan di baliknya penuh minyak bertekanan tinggi.

4. Pasir lepas dan penahan pasir

Sebagian lapisan terbentuk dari **butiran pasir yang tidak terikat kuat**. Saat fluida mengalir, butiran itu ikut terbawa. Pasir yang ikut naik menggerus pompa dan katup, menumpuk di dasar sumur dan menyumbat, serta mengisi separator. Karena itu sumur di lapisan pasir lepas memerlukan **penahan pasir** (*sand control*). Ada beberapa cara, dari yang paling sederhana:

- **Liner berlubang atau bercelah** dan **saringan** (*screen*). **Liner** adalah pipa yang lebih pendek daripada casing, digantung dari bagian bawah casing produksi dan menutupi lapisan produktif. Saringan adalah pipa baja bercelah halus yang meloloskan fluida tetapi menahan butiran yang lebih besar daripada celah.
- **Gravel pack.** Pada gravel pack, saringan dipasang di depan lapisan, lalu ruang di antara saringan dan dinding lubang atau casing diisi **kerikil** (*gravel*) yang ukurannya dipilih tepat. Kerikil menahan pasir lapisan, dan saringan menahan kerikil. Gambar 4.12 menunjukkannya.

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



Gambar 4.12 Gravel pack: pasir lapisan tertahan oleh kerikil, kerikil tertahan oleh saringan, dan fluida lolos ke dalam pipa. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

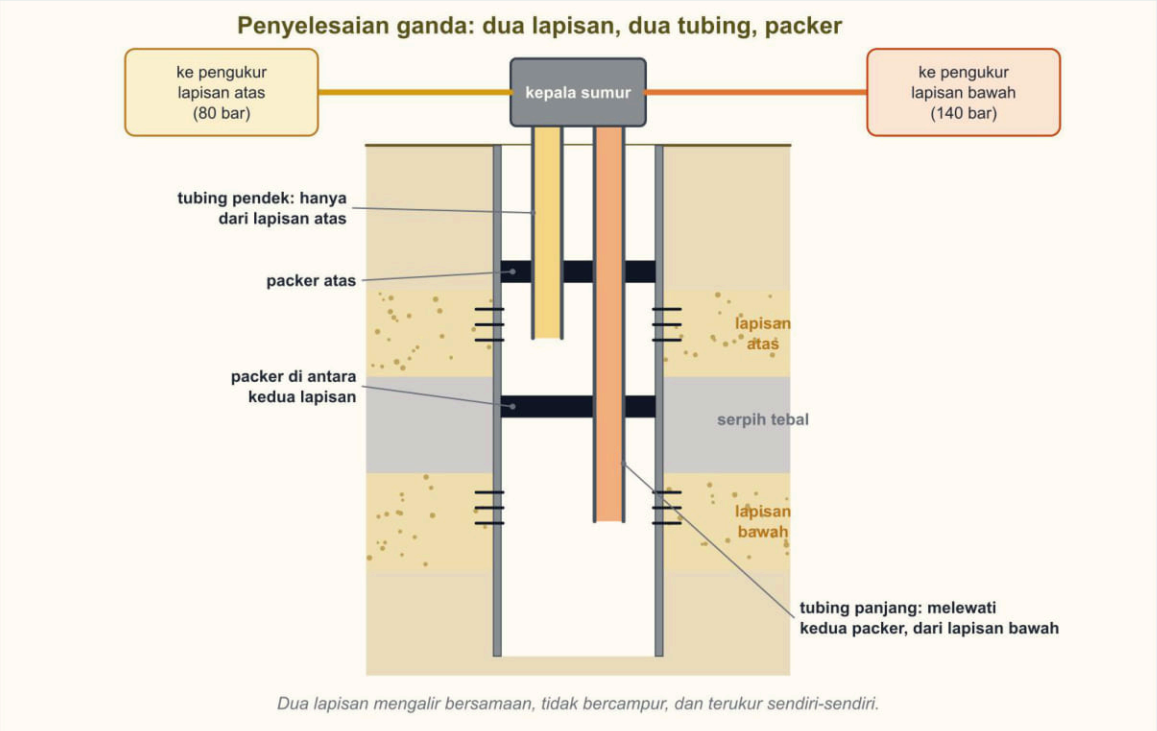
Prinsipnya berlapis dari **luar ke dalam**: butiran pasir lapisan tertahan oleh kerikil yang ukurannya dipilih lebih besar daripada butiran pasir itu, dan kerikil tertahan oleh celah saringan yang lebih kecil daripada kerikil. Fluida lolos lewat sela-sela kerikil dan celah saringan, sedangkan pasir tertinggal di luar. Kekurangan penahan pasir: lebih mahal dan sedikit menambah hambatan aliran, sehingga hanya dipasang bila memang ada pasir lepas.

5. Satu lapisan atau banyak lapisan

Satu sumur kadang menembus **lebih dari satu lapisan** minyak yang dipisahkan serpih. Kamu punya beberapa pilihan, bergantung pada keinginan perusahaan dan tekanan lapisan.

- **Satu lapisan diproduksi, yang lain ditutup.** Lapisan lain tertutup semen atau penyumbat. Sederhana, tetapi lapisan itu tidak menghasilkan.
- **Lapisan bergantian lewat selongsong geser** (*sliding sleeve*). Selongsong geser adalah bagian tubing yang memiliki lubang-lubang yang dapat dibuka atau ditutup dengan alat kabel baja, sehingga tubing dapat dihubungkan dengan lapisan yang dipilih. Cocok bila lapisan diproduksikan **bergantian**.
- **Lapisan bersamaan tetapi terpisah (penyelesaian ganda, *dual completion*).** Dipasang **dua tubing** dan **packer** yang menyekat tiap lapisan. Tiap lapisan mengalir lewat tubingnya sendiri, sehingga kedua lapisan diproduksikan **bersamaan** dan **terukur terpisah**. Perhatikan Gambar 4.13.

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



Gambar 4.13 Penyelesaian ganda: packer menyekat lapisan atas dari lapisan bawah, dan masing-masing lapisan mengalir lewat tubingnya sendiri. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Mengapa tidak cukup satu tubing yang membuka kedua lapisan? Karena bila dua lapisan bertekanan **berbeda jauh** disatukan, fluida dari lapisan bertekanan tinggi dapat **menekan masuk ke lapisan bertekanan rendah**, bukan naik ke permukaan. Peristiwa itu disebut **aliran silang** (*crossflow*). Selain itu, produksi kedua lapisan jadi tercampur dan tidak bisa diukur sendiri-sendiri, padahal pengelolaan lapangan sering mewajibkan pengukuran tiap lapisan. Karena itu dua lapisan bertekanan berbeda yang harus diproduksikan bersamaan dan diukur terpisah membutuhkan penyelesaian ganda.

6. Komponen di dalam sumur

Tiga komponen dalam sumur perlu dipahami fungsinya.

Tubing. Fluida mengalir lewat tubing, bukan lewat casing. Keuntungannya: casing terlindung dari tekanan dan fluida korosif; kecepatan alir di dalam pipa kecil lebih tinggi sehingga cairan tidak mudah jatuh kembali; dan tubing dapat dicabut serta diganti tanpa menyentuh casing yang disemen permanen.

Packer. Packer dipasang di dekat bagian atas lapisan, antara tubing dan casing. Ia **menyekat annulus**, sehingga fluida produksi **tidak naik lewat annulus** dan hanya lewat tubing. Casing di atas packer terlindung dari tekanan dan fluida sumur; ruang di atas packer biasanya terisi cairan pelindung, sehingga packer juga mengamankan casing dari fluida korosif. Packer juga memisahkan lapisan satu dari lapisan lain pada penyelesaian ganda.

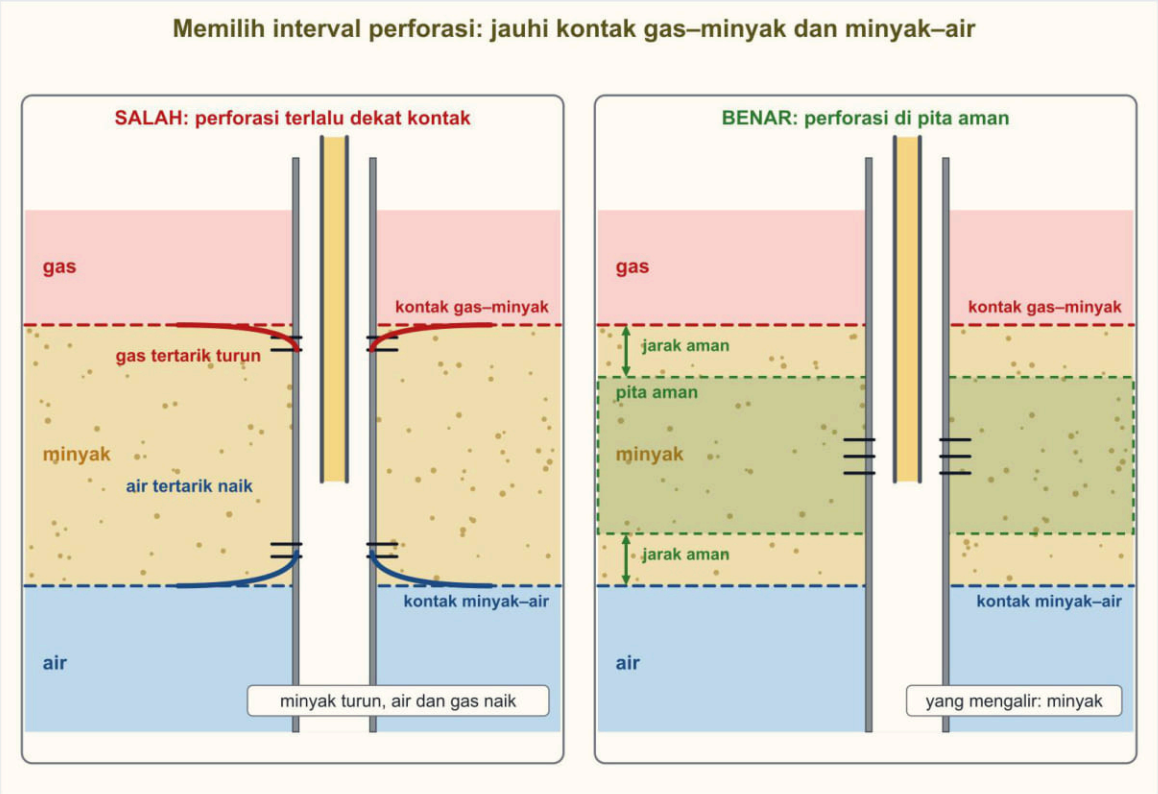
Katup keselamatan bawah permukaan (SSSV). SSSV adalah katup di dalam tubing yang ditahan **terbuka** oleh tekanan hidraulik dari permukaan lewat pipa kecil. Bila peralatan permukaan rusak parah sehingga tekanan hidraulik itu hilang, SSSV **menutup sendiri** dan menutup sumur. Pada sumur lepas pantai, SSSV dipasang di bawah dasar laut. Letaknya **di**

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

bawah, bukan di atas kepala sumur, karena justru dibutuhkan ketika kepala sumur atau platform rusak. SSSV adalah pengaman terakhir; tindakan penutupan sehari-hari memakai katup di christmas tree (sub bab 4.4).

7. Memilih interval perforasi

Di dalam lapisan, fluida tersusun berdasarkan **massa jenis**: **gas paling atas** (membentuk tudung gas), **minyak di tengah**, dan **air paling bawah**. Batas antara gas dan minyak disebut **kontak gas–minyak**, dan batas antara minyak dan air disebut **kontak minyak–air**. Gambar 4.14 menunjukkan susunannya.



Gambar 4.14 Zona gas, minyak, dan air dengan kontak di antaranya. Perforasi diletakkan di dalam zona minyak dengan jarak aman dari kedua kontak. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Aturan memilih intervalnya:

1. **Perforasi hanya di zona minyak.** Perforasi di zona gas membuat gas ikut mengalir dan menghabiskan tenaga lapisan. Perforasi di zona air membuat air ikut mengalir, sehingga tambahan laju yang kamu peroleh adalah air, bukan minyak.
2. **Jauhi kedua kontak.** Saat sumur mengalir, tekanan di lubang menarik air dari bawah naik dan gas dari atas turun ke arah lubang, seperti kerucut. Gejala ini disebut **coning** (pembentukan kerucut). Perforasi yang terlalu dekat kontak akan cepat menarik air atau gas. Karena itu, interval dipilih di **bagian tengah zona minyak**, dengan **jarak aman** dari kontak yang biasanya ditetapkan insinyur reservoir. Dalam soal, jarak aman ini diberikan sebagai angka.
3. **Zona minyak tipis** sangat sulit: ruang antara dua kontak sempit, sehingga interval perforasi pendek dan laju dijaga rendah. Memperforasi seluruh zona tipis dengan laju besar justru mempercepat air atau gas masuk.
4. **Batuan kompak** (sangat rapat) mengalirkan fluida lambat, tetapi perforasi tidak boleh diperluas ke zona air atau gas untuk "menambah laju". Laju pada batuan kompak dapat ditingkatkan dengan perangsangan lapisan (misalnya asam), yang dikerjakan insinyur (lihat kotak Pengayaan).

> **Pengayaan.** Perangsangan lapisan (stimulasi) menambah kemampuan lapisan mengalirkan fluida, misalnya dengan memompa asam atau dengan merekahkan batuan. Sumur horizontal dibor mendatar di dalam zona minyak sehingga menjauhi kontak sekaligus membuka bidang aliran yang lebih panjang. Jenis perforasi, kepadatan lubang, dan jarak aman kontak dihitung insinyur; semua itu di luar batasan kisi-kisi dan tidak diujikan.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Memilih penyelesaian untuk tiga keadaan lapisan

Tiga sumur dari PT Wana Pratama (fiktif) pada 2027 harus diselesaikan. Tentukan rancangan yang tepat.

Sumur	Keadaan
A	satu lapisan minyak berupa dolomit kompak setebal 12 m; tidak ada air atau gas di dekatnya; casing sudah sampai di atas lapisan; perusahaan menginginkan biaya paling rendah
B	satu lapisan batupasir halus yang lepas; tepat di bawahnya ada lapisan air yang dipisahkan serpih tipis; casing sudah disemen sampai dasar
C	dua lapisan minyak yang dipisahkan serpih tebal, bertekanan 80 bar dan 140 bar; keduanya harus diproduksikan bersamaan dan terukur terpisah

Kasus disusun untuk contoh; perusahaan dan sumur fiktif.

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

1. **Sumur A.** Batuan kompak (tidak runtuh), satu lapisan, tidak ada air atau gas yang perlu dipisahkan, dan biaya harus murah: syarat lubang terbuka terpenuhi semua. **Penyelesaian lubang terbuka.**
2. **Sumur B.** Casing sudah disemen sampai dasar, jadi lapisan air sudah dipisahkan semen dan casing. Perforasi dibuat **hanya di lapisan minyak**, bukan di lapisan air. Karena pasirnya lepas, dipasang **penahan pasir** (saringan atau gravel pack) di depan perforasi. **Casing berperforasi selektif dengan penahan pasir.**
3. **Sumur C.** Dua lapisan, bertekanan berbeda jauh (80 dan 140 bar), harus bersamaan dan terukur terpisah. Satu tubing akan menimbulkan aliran silang dan produksi tercampur. **Penyelesaian ganda: dua tubing dan packer.**

Contoh 2 — Menentukan interval perforasi

Sumur Pelangi-2 (fiktif) menembus lapisan dengan zona gas pada kedalaman 2.040–2.058 m, zona minyak 2.058–2.082 m, dan zona air di bawah 2.082 m. Insinyur reservoir menetapkan jarak aman **minimal 4 m** dari kontak gas–minyak dan kontak minyak–air. Dari lima interval usulan berikut, yang boleh diperforasi hanya yang berada di dalam zona minyak dengan jarak aman: I1 2.045–2.050 m; I2 2.060–2.064 m; I3 2.066–2.074 m; I4 2.078–2.081 m; I5 2.084–2.088 m. *Kasus disusun untuk contoh; sumur dan data fiktif.*

1. **Hitung pita yang aman.** Kontak gas–minyak di 2.058 m, jadi batas atas pita 2.058 + 4 = **2.062 m**. Kontak minyak–air di 2.082 m, jadi batas bawah pita 2.082 − 4 = **2.078 m**. Pita aman: **2.062–2.078 m**. (Tebal zona minyak 2.082 − 2.058 = 24 m, pita aman 16 m.)
2. **I1 (2.045–2.050):** di zona gas. Ditolak.
3. **I2 (2.060–2.064):** masuk zona minyak, tetapi mulai dari 2.060, **hanya 2 m** di bawah kontak gas; kurang dari jarak aman. Ditolak.
4. **I3 (2.066–2.074):** seluruhnya di dalam pita 2.062–2.078. **Diterima**; jaraknya 8 m dari kedua kontak.
5. **I4 (2.078–2.081):** berakhir di 2.081, **hanya 1 m** dari air. Ditolak.
6. **I5 (2.084–2.088):** di zona air. Ditolak.

Interval yang boleh diperforasi hanya **I3**. Perhatikan bahwa I2 dan I4 "terlihat benar" karena berada di zona minyak; jarak amanlah yang menolaknya.

Contoh 3 — Menilai usulan untuk zona minyak tipis

Pada sumur Kenari-9 (fiktif), zona minyak hanya setebal 3 m, yaitu 1.842–1.845 m. Di atasnya zona gas, di bawahnya air. Jarak aman minimal 1 m dari tiap kontak. Seorang teknisi mengusulkan memperforasi seluruh 3 m dan memproduksikan sumur dengan laju sebesar mungkin "agar cepat balik modal". Nilailah usulan itu. *Kasus disusun untuk contoh; tokoh dan sumur fiktif.*

1. **Pita aman.** Batas atas 1.842 + 1 = 1.843 m dan batas bawah 1.845 − 1 = 1.844 m. Pita aman hanya **1.843–1.844 m**, yaitu 1 m dari 3 m.
2. **Periksa usulan perforasi.** Perforasi seluruh 3 m (1.842–1.845) menempel pada kedua kontak, tidak ada jarak aman. Gas dari atas dan air dari bawah gampang tertarik.

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

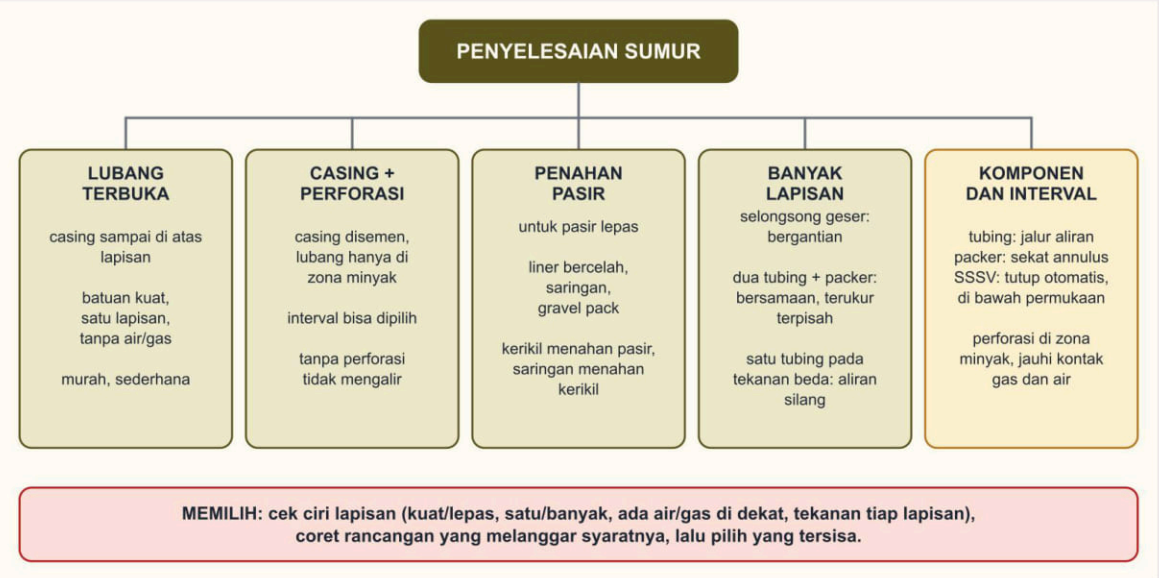
3. **Periksa laju.** Laju sebesar mungkin menaikkan tarikan di lubang, sehingga kerucut air dan gas makin cepat mencapai perforasi. Produksi minyak malah cepat turun dan air atau gas naik.
4. **Simpulkan.** Usulan **salah**: perforasi dibatasi pada pita aman (1.843–1.844 m) dan laju dijaga rendah, mengikuti petunjuk insinyur reservoir. Zona tipis menuntut sabar, bukan lubang paling banyak.

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Tujuan penyelesaian sumur:** membuka jalan masuk, mengendalikan apa yang masuk, melindungi sumur dan casing, memudahkan perawatan.
- **Lubang terbuka:** casing sampai di atas lapisan; murah dan sederhana; syarat **batuan kuat, satu lapisan, tanpa air atau gas** di dekatnya.
- **Casing disemen dan diperforasi:** paling umum; **interval dapat dipilih**; tanpa perforasi tidak ada aliran.
- **Pasir lepas:** pasang **penahan pasir** (liner bercelah, saringan, gravel pack: kerikil menahan pasir, saringan menahan kerikil).
- **Banyak lapisan:** selongsong geser untuk bergantian; **dua tubing dan packer** untuk bersamaan dan terukur terpisah; satu tubing pada tekanan berbeda jauh menimbulkan aliran silang.
- **Tubing** menyalurkan fluida; **packer** menyekat annulus; **SSSV** menutup sumur otomatis, dipasang di bawah permukaan.
- **Perforasi** hanya di zona minyak dan **menjauhi kontak** gas–minyak dan minyak–air; zona tipis butuh interval pendek dan laju rendah.

Gambar 4.15 merangkum semuanya dalam satu peta.



Gambar 4.15 Peta konsep sistem penyelesaian sumur. 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 penyelesaian sumur:

1. **Tandai ciri lapisan:** kuat atau lepas, satu atau banyak, ada air atau gas di dekatnya, tekanan tiap lapisan.
2. **Cocokkan dengan syarat tiap rancangan.** Bila ada satu syarat yang dilanggar, coret rancangan itu.
3. **Pada soal gambar interval, tarik batas gas–minyak dan minyak–air**, lalu periksa apakah tiap interval berada di zona minyak dan cukup jauh dari kontak.
4. **Untuk soal komponen, tanyakan fungsinya:** menyekat annulus, mengalirkan, atau menutup otomatis.

Jebakan khas pada soal ini:

- **Perforasi dekat air atau tudung gas** karena "lebih banyak lubang berarti lebih banyak minyak"; yang bertambah adalah air atau gas.
- **Pasir lepas dibiarkan tanpa penyaring**; pompa dan separator akan rusak.
- **Dua lapisan beda tekanan digabung dalam satu tubing**, padahal menimbulkan aliran silang dan produksi tercampur.
- **Lubang terbuka dipilih untuk semua keadaan** karena paling murah, padahal syaratnya batuan kuat dan satu lapisan.
- **Packer disangka mengalirkan minyak lewat annulus**; fungsinya justru menyekat annulus.
- **SSSV dipasang di atas kepala sumur "agar mudah dirawat"**; ia dipasang di bawah permukaan.
- **Casing yang sudah disemen disangka sudah bisa berproduksi**, padahal belum diperforasi.

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menguji penilaian usulan rancangan untuk batupasir lepas dengan air di bawahnya. Periksa tiap usulan terhadap ciri lapisan: pasir lepas, air di bawah, casing sudah disemen.

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

►. Lapisan minyak sumur Beringin-8 (2027) berupa batupasir lepas yang mudah ikut terbawa aliran. Tepat di bawah lapisan minyak terdapat lapisan air yang hanya dipisahkan serpih tipis. Sumur sudah dipasangi *casing* produksi yang disemen sampai dasar. Insinyur produksi meminta Bayu, teknisi muda, menilai usulan rancangan penyelesaian sumur. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Usulan yang tepat untuk sumur itu adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Memperforasi casing hanya pada lapisan minyak, tidak pada lapisan air
☐ B. Membiarkan dasar sumur terbuka tanpa casing agar aliran minyak lebih besar
☐ C. Memasang gravel pack atau saringan pasir di depan perforasi
☐ D. Memasang packer di atas lapisan minyak untuk melindungi casing di atasnya
☐ E. Memperforasi lapisan minyak dan air sekaligus agar laju cairan besar

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

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

Konsep: Sistem penyelesaian sumur: open hole (tanpa casing di lapisan produktif, untuk batuan kompak), cased hole berperforasi (lapisan dapat dipilih), penahan pasir (gravel pack/saringan) untuk pasir lepas, serta tubing dan packer untuk mengalirkan dan menyekat.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✓ Casing bersemen memisahkan lapisan; perforasi selektif hanya membuka lapisan minyak.
• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: open hole memang tanpa hambatan casing, tetapi pasir lepas akan runtuh dan lapisan air tidak dapat dipisahkan.
• **Pernyataan 3** ✓ Kerikil/saringan menahan butir pasir lepas agar tidak terbawa ke sumur.
• **Pernyataan 4** ✓ Packer menyekat ruang antara tubing dan casing sehingga fluida mengalir lewat tubing dan casing di atasnya terlindung.
• **Pernyataan 5** ✗ Membuka lapisan air menambah produksi air, bukan minyak.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 4.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Tulis dulu ciri lapisan, lalu cocokkan dengan syarat tiap rancangan.

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

1. Sumur Ketapang-3 menembus dua lapisan minyak (2027): lapisan atas bertekanan 1.200 psi dan lapisan bawah 2.100 psi. Perusahaan ingin memproduksi kedua lapisan secara bersamaan, tetapi aturan pengelolaan reservoir mewajibkan produksi setiap lapisan diukur terpisah. Kedua lapisan dipisahkan serpih tebal dan sudah dipasangi *casing* bersemen.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Rancangan penyelesaian sumur yang paling tepat adalah ....

A. Dua tubing dengan packer yang menyekat kedua lapisan
B. Satu tubing dengan kedua lapisan diperforasi bersamaan
C. Lapisan bawah diproduksi, lapisan atas disemen permanen
D. Kedua lapisan dibiarkan tanpa casing agar aliran besar
E. Satu tubing tanpa packer, lapisan diproduksi bergantian

2. Sumur Karang-2 (2027) menembus satu lapisan minyak berupa batugamping keras yang tidak mudah runtuh. Di atas dan di bawah lapisan itu tidak ada lapisan air atau gas, dan *casing* sudah dipasang sampai tepat di atas lapisan minyak. Perusahaan menginginkan rancangan yang paling sederhana dan murah, tanpa menambah pipa atau perforasi yang tidak diperlukan, selama kebutuhan sumur tetap terpenuhi.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Rancangan yang paling tepat adalah ....

A. Penyelesaian ganda dengan dua tubing
B. Gravel pack dengan saringan pasir
C. Penyelesaian lubang terbuka (open hole)
D. Liner disemen, lalu diperforasi bertahap
E. Packer ganda untuk memisahkan zona air

Kunci singkat: 1. A 2. C

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

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa memperforasi seluruh zona minyak yang tipis dengan laju besar justru merugikan?
- Apa syarat agar penyelesaian lubang terbuka boleh dipakai, dan apa akibatnya bila salah satu syarat itu dilanggar?
- **Yang harus kuingat:** tujuan penyelesaian: jalan masuk, kendali, perlindungan, perawatan; lubang terbuka untuk batuan kuat, satu lapisan, tanpa air atau gas; casing berperforasi untuk memilih interval; pasir lepas butuh penahan pasir; dua lapisan beda tekanan butuh dua tubing dan packer; perforasi hanya di zona minyak dengan jarak aman dari kontak.



Latihan interaktif di LMS

Sub bab 4.2: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktper&node=SMKTPER-4.2

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Sub bab 4.3 · Dari sumur siap produksi hingga produksi berkelanjutan

SMKTPER-4.3

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi Teknik Perminyakan meminta kamu **mengurutkan** kegiatan sejak sumur siap diproduksikan sampai produksi berkelanjutan, dan **menerapkan** langkah-langkah itu pada kasus. Soal biasanya bercerita tentang sebuah sumur yang baru selesai dikerjakan, lalu menyodorkan empat atau lebih kegiatan bernama P, Q, R, S, dan memintamu **menyusun urutan yang tepat**. Ada juga soal yang menyajikan **tabel hasil uji beberapa sumur** (laju cairan, kadar air, catatan) lalu menanyakan pernyataan yang benar, serta soal yang menanyakan **bagaimana sumur baru dibuka**: langsung penuh, atau bertahap sambil memantau.

Kata kunci soal seperti ini: **urutan**, **syarat sebelum langkah berikutnya** (apa yang harus sudah ada sebelum sumur dibuka), **memantau**, dan **perawatan sesuai masalah**. Pengecohnya biasanya urutan yang "hampir benar": sumur disambungkan ke jaringan produksi sebelum diuji, sumur dibuka sebelum jalan masuk fluidanya dibuat, atau sisa bahan kimia dialirkan ke fasilitas produksi sebelum diperiksa aman.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menyusun urutan kegiatan dari sumur siap diproduksikan sampai produksi berkelanjutan dan menjelaskan alasan tiap langkah;
- menjelaskan mengapa sumur baru dikosongkan dari cairan kerja dan diuji sebelum disambung ke jaringan;
- menjelaskan mengapa sumur dibuka dengan choke bertahap sambil memantau pasir dan air;
- membaca hasil uji beberapa sumur, menghitung minyak bersih, dan menentukan tindakan menurut masalah tiap sumur;
- membagi produksi tangki kepada sumur-sumur secara sebanding dengan hasil ujinya.

◆ KONSEP INTI

Sumur yang baru selesai dikerjakan mirip mobil yang baru keluar dari bengkel: semua suku cadang sudah terpasang, tetapi belum boleh langsung dipacu penuh di jalan raya. Ada cairan sisa yang harus dikeluarkan, kemampuan sumur belum diketahui, dan jalur penyalurannya harus diperiksa lebih dulu. Memacu sumur terlalu cepat dapat merusak penahan pasir, menarik air dari lapisan di dekatnya, atau membahayakan peralatan di permukaan. Karena itu ada urutan kerja yang baku. Sub bab ini menjelaskan urutan itu, alasan setiap langkahnya, dan cara

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

membaca data sumur setelah ia berproduksi bertahun-tahun.

1. Gambaran urutan

Gambar 4.16 menunjukkan urutannya dari sumur yang selesai dikerjakan sampai produksi rutin dan laporan.



Gambar 4.16 Sembilan langkah dari sumur yang baru dikerjakan sampai produksi berkelanjutan. Garis putus-putus menunjukkan bahwa langkah 7 sampai 9 berulang selama umur sumur. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **Perforasi dan pemasangan peralatan sumur.** Jalan masuk fluida dibuka (perforasi bila bercasing, sub bab 4.2) dan tubing, packer, serta christmas tree dipasang. Urutan teknisnya dapat berbeda antarlapangan, tetapi syaratnya satu: sebelum sumur dibuka mengalir, jalan masuk fluida sudah ada.
2. **Pengosongan cairan kerja** dengan swab atau cara lain sampai fluida lapisan mulai mengalir.
3. **Uji awal** dengan choke kecil yang diperbesar bertahap, di fasilitas uji.
4. **Penilaian hasil uji** dan penetapan laju kerja.
5. **Sambungan ke jaringan produksi**: flowline tersambung dan teruji ke manifold produksi.
6. **Pembukaan bertahap** ke produksi rutin.
7. **Pemantauan berkala**: tekanan, laju, kadar air, pasir.
8. **Perawatan** sesuai masalah.
9. **Alokasi dan pelaporan** produksi.

2. Pengosongan cairan kerja

Selama sumur dibor dan diselesaikan, di dalam sumur terisi **cairan kerja** (misalnya lumpur atau air asin yang dipilih supaya sumur tidak menyembur saat dikerjakan). Setelah pekerjaan selesai, cairan itu masih ada di dalam tubing dan di dasar sumur. Beratnya sering lebih besar daripada tekanan lapisan, sehingga **sumur yang lapisannya penuh minyak bertekanan tinggi pun**

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

belum mengalir. Fluida lapisan tidak masuk karena tertahan oleh berat cairan kerja.

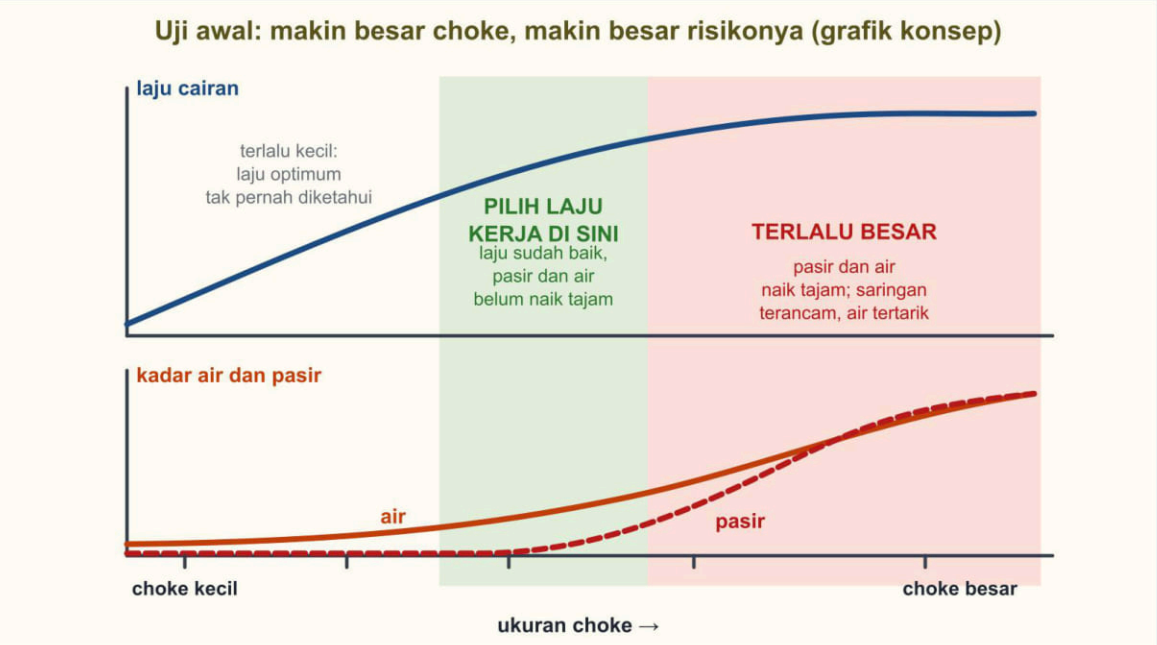
Langkahnya: cairan kerja **dikeluarkan** sampai tekanan di dasar sumur lebih rendah daripada tekanan lapisan, sehingga fluida lapisan masuk. Salah satu caranya adalah **swab** (sub bab 4.1): cawan karet yang ditarik ke atas dengan kabel baja membawa cairan keluar dan menurunkan tekanan di dasar sumur. Cairan kerja yang keluar **dialirkan ke tempat penampungan terpisah** (misalnya tangki atau kolam khusus), bukan masuk ke separator dan tangki produksi, karena mengandung lumpur, padatan, dan bahan kimia yang dapat merusak peralatan dan mencemari minyak.

Hal yang sama berlaku setelah pekerjaan **perangsangan dengan asam**: sisa asam yang keluar bersama aliran balik (*flowback*) ditampung terpisah dan dipantau sampai **pH mendekati netral**, barulah sumur boleh dialihkan ke fasilitas produksi. Asam masuk ke separator dan pipa akan mengorosi (merusak logam) peralatan itu.

3. Uji awal dan choke bertahap

Setelah sumur mengalir sendiri, ia **diuji** untuk mengetahui kemampuannya: berapa laju cairan, berapa kadar air dan gas, berapa tekanan, ada pasir atau tidak. Pengujian dilakukan di **fasilitas uji** (separator uji, sub bab 4.5), yang memisahkan dan mengukur minyak, gas, dan air dari sumur itu **saja**, tidak bercampur dengan sumur lain. Karena itu sumur diuji **sebelum** disambung ke jaringan produksi: laju dan kadar airnya belum diketahui, dan hasil uji hanya benar bila yang diukur satu sumur.

Pada uji awal dipakai **choke** (sub bab 4.1) yang **kecil lebih dulu**, lalu diperbesar **bertahap**. Ukuran choke dinyatakan dalam **per 64 inci**: choke 32/64 in berarti lubang berdiameter 32 per 64 inci, yaitu setengah inci. Pada tiap ukuran, sumur dibiarkan stabil, lalu dicatat laju, tekanan, kadar air, dan pasir. Gambar 4.17 menunjukkan pola yang lazim ditemukan.



Gambar 4.17 Grafik konsep: makin besar choke, laju naik, tetapi pasir dan air mulai naik lebih tajam. Laju kerja dipilih sebelum pasir dan air naik tajam. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Mengapa bertahap, tidak langsung penuh?

- **Melindungi penahan pasir dan lapisan.** Aliran yang tiba-tiba deras pada pasir lepas dapat merusak saringan atau membawa pasir masuk, yang menggerus peralatan.
- **Menghindari air atau gas tertarik terlalu cepat.** Bila ada lapisan air beberapa meter di bawah perforasi, penarikan besar membuat air naik dalam bentuk kerucut (sub bab 4.2).
- **Menemukan laju yang aman.** Dengan menaikkan laju sedikit demi sedikit, tim mengetahui batas sebelum masalah muncul.

Kebalikannya juga keliru: **memakai choke terkecil selamanya** aman bagi sumur, tetapi laju optimum tidak pernah diketahui dan produksi terbuang. Membuka choke penuh sebentar "untuk membersihkan sumur" lalu menutupnya begitu pasir muncul juga keliru, karena kerusakan sudah terjadi ketika pasir muncul. Ukuran choke dari **sumur tetangga** tidak boleh langsung dipakai, karena lapisannya berbeda (kompak atau lepas, ada air di bawah atau tidak).

4. Menyambung ke jaringan produksi dan membuka bertahap

Bila hasil uji baik dan laju kerja ditetapkan, sumur **disambung ke jaringan produksi**: flowline dari kepala sumur ke manifold produksi (sub bab 4.4). Flowline sudah **terpasang dan diuji tekanannya** sebelum sumur dialirkan ke sana. **Sumur tidak boleh dibuka sebelum flowline tersambung**, karena fluida bertekanan tidak punya tujuan yang aman, dan tekanan di kepala sumur bisa naik berbahaya.

Setelah tersambung, sumur dialihkan ke manifold produksi dan choke dibuka **bertahap** ke laju kerja, sambil memantau tekanan dan pasir. Sumur yang tadi diuji sendirian kini berbagi separator dengan sumur lain, sehingga perubahan alirannya perlu dicek terhadap seluruh sistem.

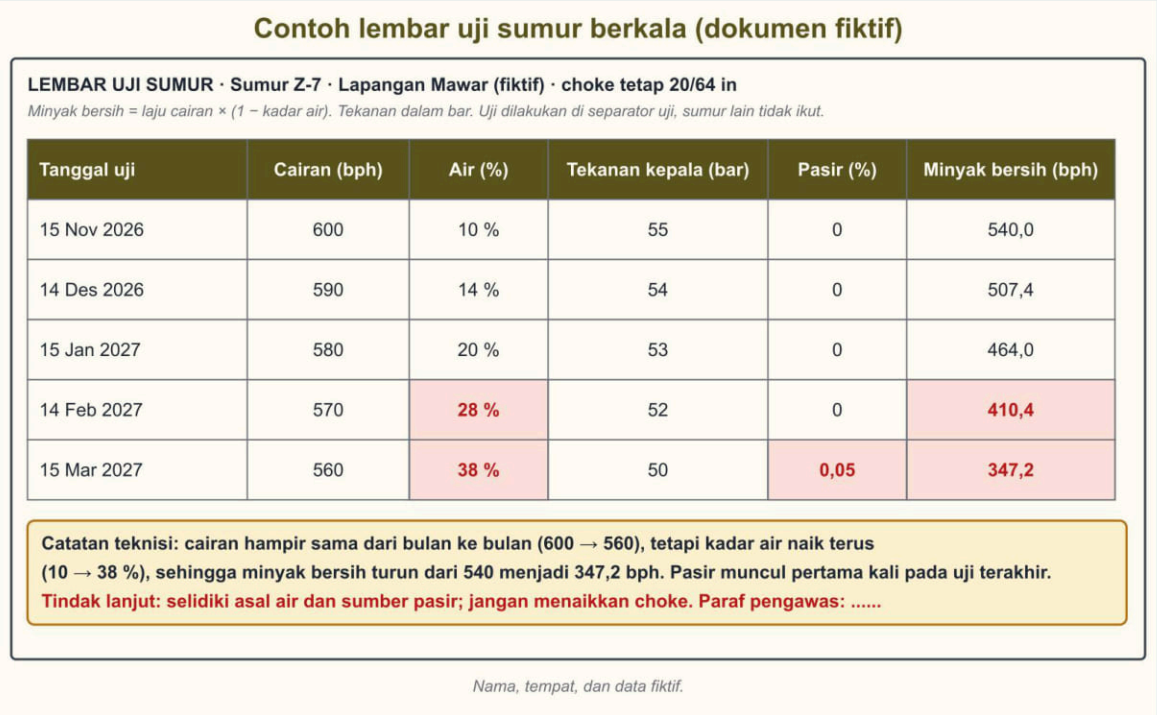
5. Pemantauan berkala

Setelah produksi rutin, pekerjaan baru dimulai: **memantau**. Sumur berubah dari waktu ke waktu: tekanan turun, air naik, pasir muncul, peralatan aus. Karena itu dikerjakan dua jenis pemantauan.

- **Pemantauan harian atau terus-menerus**: tekanan kepala sumur, laju total di manifold, alarm peralatan.
- **Uji sumur berkala**: tiap sumur dialihkan bergantian ke separator uji (sub bab 4.4) untuk mengukur laju minyak, gas, air, dan kadar air. Frekuensinya diatur lapangan (misalnya tiap beberapa pekan atau bulan).

Hasilnya dicatat pada lembar pemantauan seperti Gambar 4.18.

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



Gambar 4.18 Contoh lembar pemantauan produksi (dokumen fiktif): laju cairan, kadar air, tekanan kepala sumur, dan minyak bersih untuk dua bulan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia; nama, tempat, dan data fiktif.

Dua cara membaca lembar seperti itu sangat penting.

Pertama, hitung minyak bersih. Laju cairan sudah mencakup air. Jumlah minyak yang bisa dijual adalah

$$\text{minyak bersih} = \text{laju cairan} \times (1 - \text{kadar air})$$

Sumur yang cairannya paling banyak belum tentu minyaknya paling banyak. Sumur dengan 500 barel cairan per hari dan kadar air 70 % hanya menghasilkan $500 \times 0{,}30 = 150$ barel minyak per hari, lebih sedikit daripada sumur 400 barel dengan kadar air 20 % yang menghasilkan $400 \times 0{,}80 = 320$ barel. (Satu barel sekitar 159 liter.)

Kedua, baca tren, bukan satu angka. Yang dicari adalah arah perubahan: laju turun, kadar air naik, tekanan turun, pasir muncul. Dua sumur yang minyak bersihnya sama pada satu waktu bisa membutuhkan tindakan yang berbeda, karena penyebab penurunannya berbeda.

6. Perawatan sesuai masalah

Tiap masalah punya penanganannya sendiri. Gambar lembar pemantauan membantu kamu memilih.

Gejala	Dugaan	Tindakan umum
Pasir mulai terbawa, pompa sering macet	penahan pasir rusak atau laju terlalu besar	periksa dan perbaiki penahan pasir; kurangi laju
Kadar air naik cepat	air dari lapisan lain, kerucut air, atau semen dan casing bocor	selidiki asal air, lalu sekat atau pindahkan interval; kurangi laju

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

Laju dan tekanan turun	lapisan melemah, pompa aus, lapisan tersumbat	evaluasi pengangkatan buatan; pertimbangkan perangsangan lapisan
Peralatan aus atau bocor	umur alat habis	ganti dengan rig perawatan sumur (kerja ulang)

Kerja ulang (*workover*) adalah pekerjaan mengganti atau memperbaiki peralatan di dalam sumur memakai rig perawatan sumur (sub bab 3.2). Setelah kerja ulang atau perangsangan, sumur **mengulang urutan aman**: cairan sisa dikeluarkan, diuji, lalu dikembalikan ke jaringan produksi.

> **Pengayaan.** Di luar uji sumur biasa, insinyur memakai uji kenaikan tekanan dan analisis kurva penurunan produksi untuk memperkirakan sisa cadangan dan kerusakan sekitar lubang. Ketiganya tidak diujikan; kamu cukup memahami bahwa data uji berkala menjadi bahan keputusan perawatan.

7. Alokasi dan pelaporan produksi

Produksi yang **dijual** diukur di titik serah, yaitu meter atau tangki pada ujung stasiun pengumpul. Titik itu mengukur **semua sumur sekaligus**, padahal pemerintah dan mitra usaha perlu tahu **berapa dari tiap sumur**. Di sisi lain, tiap sumur hanya diuji sesekali, dan hasil uji hampir tidak pernah sama persis dengan total terukur di titik serah.

Maka total terukur dibagi kepada sumur-sumur secara **sebanding dengan hasil uji** masing-masing. Cara menghitungnya, lalu disebut **alokasi**:

1. Jumlahkan hasil uji semua sumur.
2. Hitung **faktor alokasi** = total terukur di titik serah ÷ jumlah hasil uji.
3. Bagian tiap sumur = hasil uji sumur itu × faktor alokasi.

Bila faktornya 0,8, setiap sumur mendapat 80 % dari hasil ujinya. Jumlah bagian semua sumur sama dengan total terukur. Hasilnya dilaporkan harian dan bulanan.

Dua kesalahan yang sering terjadi: **membagi rata** total ke tiap sumur (mengabaikan perbedaan kemampuan sumur) dan **memakai hasil uji langsung** tanpa faktor (jumlahnya tidak sama dengan total terukur).

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Mengurutkan kegiatan sumur baru

Sumur Bukit Rindang-3 (fiktif) baru selesai dikerjakan pada Maret 2027. Casing produksi sudah disemen, tetapi lapisan minyaknya belum dibuka. Kegiatan yang tercatat tanpa urutan: (P) memperforasi casing di depan zona minyak; (Q) memasang tubing, packer, dan christmas tree; (R) memancing aliran dengan swab sampai cairan kerja keluar ke tangki terpisah; (S) mengalirkan sumur ke fasilitas uji sementara dengan choke kecil lalu memperbesarnya bertahap; (T) menyambungkan flowline ke manifold produksi dan menguji tekanan flowline; (U)

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

membuka sumur ke produksi rutin dengan choke diperbesar bertahap ke laju kerja; (V) memantau tekanan, laju, dan kadar air setiap hari; (W) menguji sumur berkala di separator uji; (X) menyusun alokasi produksi bulan pertama. Susunlah urutannya. *Kasus disusun untuk contoh; sumur dan lapangan fiktif.*

1. **Jalan masuk dulu.** Casing disemen belum punya jalan masuk fluida: **P** (perforasi) lalu **Q** (peralatan sumur). Tanpa P, sumur tidak akan mengalir walau Q lengkap.
2. **Keluarkan cairan kerja.** Sumur belum bisa mengalir selama penuh cairan kerja: **R**.
3. **Kenali kemampuannya.** Sebelum disambung, sumur diuji sendirian: **S**, dengan choke kecil yang diperbesar bertahap.
4. **Sambung dan buka.** Bila hasil baik, flowline disambung dan diuji (**T**) sebelum sumur dialihkan ke produksi (**U**).
5. **Pantau, uji ulang, alokasikan.** Pemantauan berjalan sejak produksi rutin (**V**), uji berkala menyusul (**W**), dan alokasi memakai hasil uji (**X**).

Urutan: **P → Q → R → S → T → U → V → W → X**.

Contoh 2 — Membaca lembar pemantauan

Lembar pemantauan Lapangan Mawar (fiktif) mencatat empat sumur pada Januari dan Maret 2027. Laju cairan dalam barel per hari (bph); tekanan kepala sumur dalam bar.

Sumur	Cairan Jan	Air Jan	Tekanan Jan	Cairan Mar	Air Mar	Tekanan Mar
M-1	420	20 %	52	400	22 %	50
M-2	300	15 %	48	310	35 %	47
M-3	500	40 %	60	360	42 %	41
M-4	260	10 %	44	255	12 %	43

Hitung minyak bersih tiap sumur dan tentukan sumur yang perlu perhatian lebih dulu. *Kasus disusun untuk contoh; lapangan dan data fiktif.*

1. **Minyak bersih Januari** = cairan × (1 − air): M-1 = 420 × 0,80 = **336**; M-2 = 300 × 0,85 = **255**; M-3 = 500 × 0,60 = **300**; M-4 = 260 × 0,90 = **234** bph.
2. **Minyak bersih Maret:** M-1 = 400 × 0,78 = **312**; M-2 = 310 × 0,65 = **201,5**; M-3 = 360 × 0,58 = **208,8**; M-4 = 255 × 0,88 = **224,4** bph.
3. **Baca tren.** M-1 dan M-4 hampir tetap: kondisi wajar. **M-2**: cairan malah naik tipis (300 → 310), tetapi **air melonjak dari 15 % ke 35 %**; minyak bersihnya turun 53,5 bph. Jangan tertipu laju cairan yang tampak aman. **M-3**: cairan turun 140 bph dan **tekanan turun dari 60 ke 41 bar**, sedangkan kadar air hampir tetap; masalahnya pada tenaga sumur, bukan air.
4. **Tentukan tindakan.** M-2 membutuhkan **penyelidikan asal air** (lapisan lain atau kebocoran semen). M-3 membutuhkan **evaluasi pengangkatan buatan atau perangsangan lapisan**. Penyebab dan tindakannya berbeda, walaupun keduanya tampak "turun".

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

Perhatikan juga: M-3, yang cairannya terbesar pada Januari, pada Maret bukan lagi yang terbesar.

Contoh 3 — Mengalokasikan produksi tangki

Stasiun pengumpul Kenari Timur (fiktif) mengukur 1.800 barel minyak per hari di tangki pada bulan itu. Hasil uji terakhir minyak bersih empat sumur: A 700, B 500, C 400, D 450 bph. Hitung alokasi tiap sumur. *Kasus disusun untuk contoh; stasiun dan sumur fiktif.*

1. **Jumlah hasil uji** = 700 + 500 + 400 + 450 = **2.050** bph.
2. **Faktor alokasi** = 1.800 ÷ 2.050 = **0,878** (total terukur lebih kecil daripada jumlah hasil uji).
3. **Bagian tiap sumur** = hasil uji × 0,878: A = 614,6; B = 439,0; C = 351,2; D = 395,1 bph.
4. **Periksa:** 614,6 + 439,0 + 351,2 + 395,1 = **1.800** bph, sama dengan total terukur.

Dua cara yang salah: membagi rata (1.800 ÷ 4 = 450 bph untuk tiap sumur) dan memakai hasil uji langsung (jumlahnya 2.050, bukan 1.800).

Contoh 4 — Memilih laju kerja dari uji choke bertahap

Sumur Lembah Hijau-1 (fiktif), batupasir agak lepas dengan saringan pasir, diuji dengan lima ukuran choke. Insinyur menetapkan batas pasir **maksimal 0,1 %**.

Choke	Laju cairan (bph)	Kadar air	Pasir
8/64 in	120	5 %	0 %
16/64 in	260	6 %	0 %
24/64 in	380	9 %	0,02 %
32/64 in	470	18 %	0,3 %
40/64 in	520	35 %	1,2 %

Tentukan ukuran choke untuk laju kerja. *Kasus disusun untuk contoh; sumur dan data fiktif.*

1. **Hitung minyak bersih** = cairan × (1 − air): 114,0; 244,4; **345,8**; **385,4**; 338,0 bph.
2. **Minyak bersih terbesar** ada di 32/64 (385,4 bph). Tetapi pasirnya 0,3 %, **melampaui batas 0,1 %**, dan kadar air melonjak dari 9 % ke 18 %.
3. **Periksa ukuran di bawahnya.** 24/64 memenuhi batas pasir (0,02 %) dengan minyak bersih 345,8 bph, hanya 39,6 bph di bawah puncak.
4. **Simpulkan.** Laju kerja: **24/64 in**. Memilih 32/64 demi 39,6 bph tambahan berarti mengambil risiko merusak saringan pasir dan menarik air, yang akan menurunkan produksi jangka panjang. Memilih 8/64 atau 16/64 aman tetapi membuang produksi.

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

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Urutan:** perforasi dan peralatan sumur → pengosongan cairan kerja → uji awal dengan choke bertahap → sambung ke jaringan → buka bertahap → pemantauan berkala → perawatan → alokasi dan pelaporan.
- **Sumur belum mengalir** setelah dikerjakan bukan berarti lapisannya kosong: cairan kerja menahannya, atau perforasi belum dibuat.
- **Cairan kerja dan sisa asam** ditampung terpisah; sisa asam dicek pH sampai mendekati netral sebelum sumur dialihkan.
- **Uji awal sebelum disambung**, supaya hanya satu sumur yang diukur; choke dibuka **bertahap** sambil memantau pasir dan air.
- **Minyak bersih = laju cairan × (1 − kadar air)**; baca tren, bukan satu angka.
- **Perawatan sesuai masalah:** pasir, air naik, laju dan tekanan turun, peralatan aus; kerja ulang memakai rig perawatan sumur.
- **Alokasi:** faktor = total terukur ÷ jumlah hasil uji; bagian sumur = hasil uji × faktor.

Gambar 4.19 merangkum semuanya dalam satu peta.



Gambar 4.19 Peta konsep produksi berkelanjutan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal urutan atau tahapan produksi:

1. **Tandai keadaan sumur sekarang** (baru diperforasi? masih penuh cairan kerja? baru distimulasi? sudah diuji?).
2. **Tanyakan tiap kegiatan: syaratnya apa?** Uji butuh sumur mengalir; sambungan ke manifold produksi butuh hasil uji; pemantauan harian butuh sumur tersambung.
3. **Susun dari syarat yang paling awal**, lalu cek bahwa tidak ada kegiatan yang mendahului syaratnya.
4. Pada soal tabel, **hitung minyak bersih dulu** sebelum menilai pernyataan.

Jebakan khas pada soal ini:

- **Uji awal dengan choke terbuka penuh** dengan alasan "supaya cepat tahu kemampuannya".
- **Sumur dibuka sebelum flowline tersambung** atau sebelum jalan masuk fluida dibuat.
- **Sumur disambung ke produksi sebelum diuji**, padahal laju dan kadar airnya belum diketahui.
- **Sisa asam atau cairan kerja dialirkan langsung ke fasilitas produksi.**
- **Pemantauan hanya saat ada masalah**, bukan berkala.
- **Langkah dilewati karena "sudah pernah"**: kerja ulang, perangsangan, dan pergantian peralatan mengulang urutan aman.
- **Laju cairan terbesar dianggap minyak terbanyak**, padahal air ikut terhitung.
- **Dua sumur dengan angka sama dianggap perlu tindakan sama**, padahal masalahnya berbeda.

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menguji pembacaan hasil uji beberapa sumur. Hitung dulu minyak bersih tiap sumur, lalu uji tiap pernyataan satu per satu terhadap data dan terhadap masalah tiap sumur.

►. Hasil uji bulanan empat sumur di Lapangan Kemiri (Februari 2027):

Sumur	Laju cairan	Kandungan air	Catatan
K-1	400 bph	20%	stabil
K-2	500 bph	70%	kandungan air naik dari 30% dalam 3 bulan
K-3	300 bph	10%	banyak pasir, pompa sering macet
K-4	250 bph	40%	laju turun 40% dalam sebulan

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 berdasarkan data tersebut adalah ....

(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. K-2 menghasilkan minyak bersih paling banyak karena laju cairannya terbesar.

☐ B. Minyak bersih K-1 lebih besar daripada minyak bersih K-3.

☐ C. K-3 perlu dievaluasi penanggulangan pasirnya sebelum pompa rusak lagi.

☐ D. Kenaikan kandungan air K-2 yang cepat perlu diperiksa penyebabnya.

☐ E. Minyak bersih K-4 sama dengan K-2 sehingga cara penanganannya sama.

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

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

Konsep: Produksi berkelanjutan memerlukan uji sumur berkala, pemantauan kandungan air dan pasir, serta tindakan perawatan (kerja ulang, penanggulangan pasir, perbaikan pompa) sesuai masalah tiap sumur.

Langkah:

1. K-1: 400 × (1 − 0,20) = 320 bph.
2. K-2: 500 × (1 − 0,70) = 150 bph.
3. K-3: 300 × (1 − 0,10) = 270 bph.
4. K-4: 250 × (1 − 0,40) = 150 bph.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: minyak bersih K-2 = 500 × 0,30 = 150 bph, lebih kecil dari K-1 (320) dan K-3 (270).

• **Pernyataan 2** ✓ K-1 = 400 × 0,80 = 320 bph; K-3 = 300 × 0,90 = 270 bph.

• **Pernyataan 3** ✓ Pasir menyebabkan pompa macet; penyebabnya harus ditangani agar produksi berkelanjutan.

• **Pernyataan 4** ✓ Kenaikan dari 30% ke 70% dalam 3 bulan tidak wajar; bisa ada air dari lapisan lain atau masalah sumur.

• **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: angkanya memang sama (150 bph), tetapi masalahnya berbeda (K-4 laju turun, K-2 air naik).

Jawaban: pernyataan 2, 3, 4.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk soal urutan, tulis dulu syarat tiap kegiatan; untuk soal pembukaan sumur, tulis ciri lapisan dan risikonya.

1. Sumur Cempaka-4 baru selesai diperforasi (2027), tetapi masih penuh cairan sisa pekerjaan sehingga belum mengalir sendiri. Pengawas menulis empat kegiatan di papan: (P) mengalirkan sumur ke separator uji untuk mengukur laju minyak, gas, dan air; (Q) memancing aliran dengan *swab*; (R) menyambungkan sumur ke manifold produksi; (S) memantau tekanan dan laju produksi harian.

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 kegiatan yang tepat adalah ....

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

2. Sumur Lontar-5 (2027) baru selesai diuji. Lapisannya batupasir agak lepas yang sudah dipasangi saringan pasir, dan 15 m di bawahnya ada lapisan air. Sumur tetangga Lontar-2 berproduksi baik dengan choke 32/64 in, tetapi lapisannya batupasir kompak tanpa air di bawahnya. Manajemen ingin produksi Lontar-5 bertahan bertahun-tahun.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Cara mulai memproduksikan Lontar-5 yang paling tepat adalah ....

A. Langsung memakai choke 32/64 in seperti sumur Lontar-2
B. Membuka choke penuh beberapa jam untuk membersihkan sumur
C. Memakai choke terkecil selamanya agar pasir tidak masuk
D. Membuka choke bertahap sambil memantau pasir dan air
E. Membuka choke penuh lalu menutupnya bila pasir muncul

Kunci singkat: 1. B 2. D

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa sumur baru diuji sendirian sebelum disambung ke manifold produksi?
- Dua sumur sama-sama kehilangan 50 barel minyak bersih per hari: yang satu karena kadar air naik tajam, yang lain karena tekanan turun. Mengapa tindakannya berbeda?
- **Yang harus kuingat:** urutan: perforasi dan peralatan, kosongkan cairan kerja, uji awal bertahap, sambung, buka bertahap, pantau, rawat, alokasikan; sisa asam dicek pH; minyak bersih = cairan × (1 − air); alokasi memakai faktor total terukur ÷ jumlah hasil uji.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 4.3: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktper&node=SMKTPER-4.3

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

Sub bab 4.4 · Jenis dan komponen utama peralatan produksi migas

SMKTPER-4.4

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi Teknik Perminyakan meminta kamu **mengidentifikasi peralatan produksi**. Contoh soal resminya memakai gambar sebuah alat, lalu meminta kamu menyebut bagian atau fungsinya. Soal tidak menanyakan desain, melainkan **nama, fungsi, urutan, dan cara mengisolasi** peralatan. Soal biasanya bercerita tentang sebuah stasiun pengumpul atau sebuah sumur, lalu memintamu **menentukan katup yang harus ditutup**, **menyusun urutan kerja pengalihan aliran**, atau **menilai pernyataan tentang urutan peralatan**. Sering ada gambar skema dengan katup bernomor, misalnya V1 sampai V6, dan kamu harus menelusuri jalur aliran.

Kata kunci soal seperti ini: **hulu dan hilir** sebuah katup (sebelum atau sesudah menurut arah aliran), **jalur pintas**, **katup mana yang hanya untuk darurat**, dan **urutan membuka dan menutup**. Pengecohnya biasanya langkah yang "masuk akal" tetapi urutannya terbalik, sehingga aliran sumur sempat terhenti, atau katup yang dipakai bukan yang seharusnya.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menyebut bagian kepala sumur dan christmas tree serta fungsi tiap katup;
- menjelaskan fungsi flowline, manifold, separator, pemanas emulsi, tangki timbun, pompa transfer, meter serah terima, kompresor gas, dan suar;
- menelusuri alur fluida dari sumur sampai pipa penjualan;
- menentukan katup yang ditutup untuk mengisolasi sebuah peralatan dan urutan pengalihan aliran.

◆ KONSEP INTI

Setelah sumur berproduksi, fluidanya harus ditangani sebelum bisa dijual. Fluida dari sumur adalah campuran minyak, gas, dan air, kadang dengan pasir. Ia harus dikumpulkan dari beberapa sumur, dipisahkan, dibersihkan dari air, ditampung, diukur, lalu dikirim. Semua kegiatan itu berlangsung di **stasiun pengumpul** (*gathering station*; di lapangan darat sering disebut juga *tank battery*), yaitu kumpulan peralatan yang saling tersambung pipa dan katup. Sub bab ini memperkenalkan peralatan itu satu per satu menurut arah aliran, mulai dari kepala sumur.

1. Kepala sumur dan christmas tree

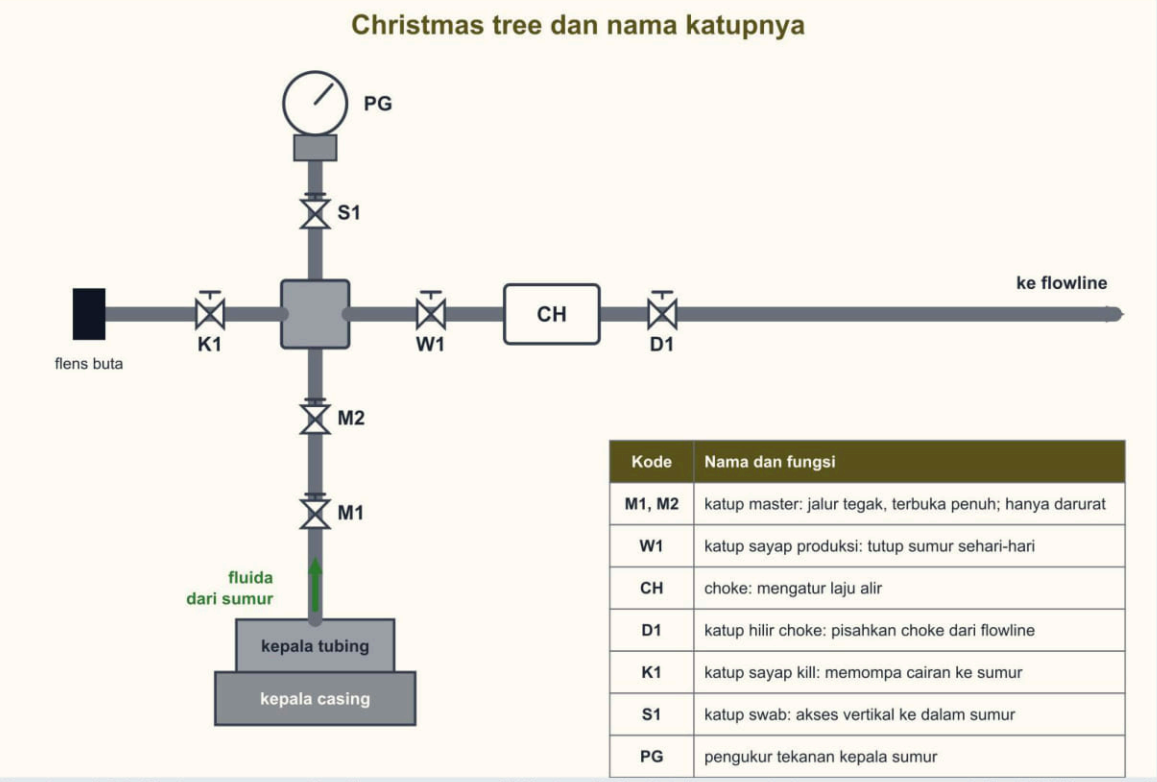
Kepala sumur (*wellhead*) adalah rakitan peralatan di permukaan di atas sumur. Dari bawah ke atas ia terdiri dari:

- **kepala casing**, tempat casing digantung dan ruang di antara casing disekat;

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

- **kepala tubing**, dengan **penggantung tubing** (*tubing hanger*) yang menahan rangkaian tubing;
- **christmas tree** (secara harfiah "pohon natal", karena bentuknya bercabang), yaitu rakitan katup di puncak kepala sumur yang mengatur dan mengamankan aliran.

Gambar 4.20 menunjukkan bagian-bagian christmas tree.



Kode	Nama dan fungsi
M1, M2	katup master: jalur tegak, terbuka penuh; hanya darurat
W1	katup sayap produksi: tutup sumur sehari-hari
CH	choke: mengatur laju alir
D1	katup hilir choke: pisahkan choke dari flowline
K1	katup sayap kill: memompa cairan ke sumur
S1	katup swab: akses vertikal ke dalam sumur
PG	pengukur tekanan kepala sumur

Gambar 4.20 Christmas tree: dua katup master (M1 dan M2) di jalur tegak, katup sayap produksi (W1) menuju choke dan flowline, katup hilir choke (D1), katup sayap kill (K1), katup swab (S1) di puncak, dan pengukur tekanan (PG). 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

Fungsi tiap bagian:

- **Katup master** (M1 bawah dan M2 atas) berada di jalur tegak dan mengendalikan **seluruh aliran** dari sumur. Biasanya ada dua: yang atas yang pertama dipakai bila perlu menutup jalur tegak, dan yang bawah menjadi cadangan bila yang atas bocor dan harus diganti. Katup master **dibiarkan terbuka penuh** selama sumur berproduksi dan **tidak dipakai untuk menutup atau mengatur aliran sehari-hari**, karena membuka-menutupnya saat ada aliran menggerus bagian penyekatnya. Katup master dipakai untuk **keadaan darurat** atau saat perawatan di bagian atas.
- **Katup sayap produksi** (W1) berada di cabang samping menuju flowline. Katup inilah yang dipakai **menutup sumur sehari-hari**. Di jalur sayap ini terpasang **choke** (jepitan) yang mengatur laju, dan di sisi hilirnya ada katup lain (D1) sebelum flowline.
- **Katup sayap kill** (K1) berada di cabang seberang. Ia dipakai untuk **memompakan cairan ke dalam sumur**, misalnya bahan kimia pencegah karat atau cairan untuk mengendalikan sumur. Pada aliran sehari-hari ia tertutup.
- **Katup swab** (S1) berada di puncak. Ia membuka jalan **vertikal ke dalam sumur** bagi alat kabel baja, termasuk swab (sub bab 4.1).
- **Pengukur tekanan** (PG) menunjukkan tekanan kepala sumur, yang menjadi dasar memantau kondisi sumur.

Aturan memilih katup, ringkas: **menutup sumur sehari-hari: katup sayap. Darurat atau perawatan bagian atas: katup master. Akses ke sumur lewat puncak: katup swab. Memompa cairan ke sumur: katup sayap kill.**

2. Mengisolasi peralatan dengan katup

Peralatan produksi harus dirawat, dan merawat berarti membuka sambungan yang berisi fluida bertekanan. Karena itu peralatan harus **diisolasi**, yaitu dipisahkan dari sumber fluida dan dari tujuannya. Aturan dasarnya:

1. **Tutup katup terdekat di sisi hulu** (sebelum peralatan menurut arah aliran) **dan di sisi hilir** (sesudahnya).
2. **Buang tekanan** yang terperangkap di antara kedua katup itu ke tempat yang aman (misalnya sistem drain tertutup), lalu pastikan tekanan nol.
3. Bila **aliran harus terus berjalan** (misalnya ke tangki), buka dulu **jalur pintas** (*bypass*) di sekitar peralatan, **baru** tutup katup masuk dan keluarnya.
4. Beri tanda dan kunci katup yang ditutup supaya tidak dibuka orang lain selama pekerjaan.

Contoh pada Gambar 4.20: untuk mengganti choke, katup yang ditutup adalah **W1 dan D1** (hulu dan hilir choke), bukan katup master. Katup master memang menghentikan sumur, tetapi dipakai hanya untuk keadaan darurat, dan sisi flowline masih berisi fluida bertekanan yang bisa mengalir balik. Itulah alasan kedua katup, di kedua sisi, harus ditutup.

3. Flowline dan manifold

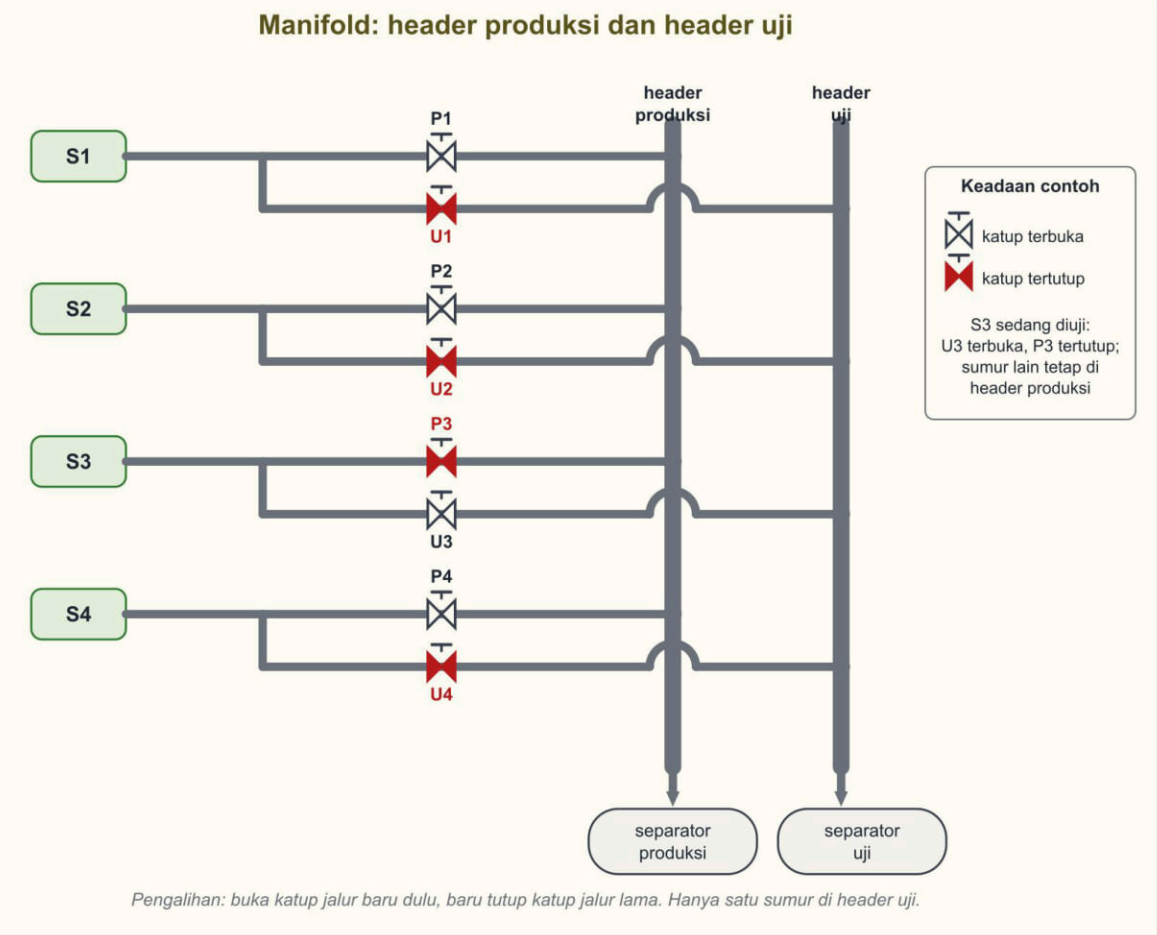
Flowline adalah pipa yang menyalurkan fluida dari kepala sumur ke stasiun pengumpul. Tiap sumur punya flowline sendiri. Di stasiun pengumpul, semua flowline bertemu di **manifold**, yaitu

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

rakitan pipa dan katup yang **mengumpulkan** aliran beberapa sumur dan **mengarahkannya** ke peralatan berikutnya. Manifold biasanya punya dua **header** (pipa induk):

- **header produksi**, menuju separator produksi yang menerima campuran semua sumur;
- **header uji**, menuju separator uji yang menerima **satu sumur saja** untuk diukur (sub bab 4.3).

Perhatikan Gambar 4.21.



Gambar 4.21 Manifold empat sumur. Tiap sumur punya dua katup: P ke header produksi dan U ke header uji. Hanya satu sumur boleh terhubung ke header uji pada satu waktu. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Tiap sumur punya **dua katup di manifold**, satu ke header produksi dan satu ke header uji. Dalam keadaan normal semua sumur terhubung ke header produksi, dan semua katup ke header uji tertutup. Untuk menguji satu sumur, aliran sumur itu **dialihkan** ke header uji, dengan dua aturan:

- **Aliran tidak boleh terhenti.** Sumur yang mendadak tertutup menaikkan tekanan di flowline dan mengganggu produksi. Karena itu **buka dulu jalur baru**, baru tutup jalur lama (membuka katup ke header uji, kemudian menutup katup ke header produksi).
- **Hanya satu sumur di header uji.** Bila dua sumur dialirkan ke header uji sekaligus, aliran keduanya bercampur dan tidak ada yang terukur sendiri.

Setelah uji selesai, urutannya dibalik: buka katup ke header produksi lebih dulu, baru tutup katup ke header uji.

4. Separator, pemanas emulsi, dan tangki timbun

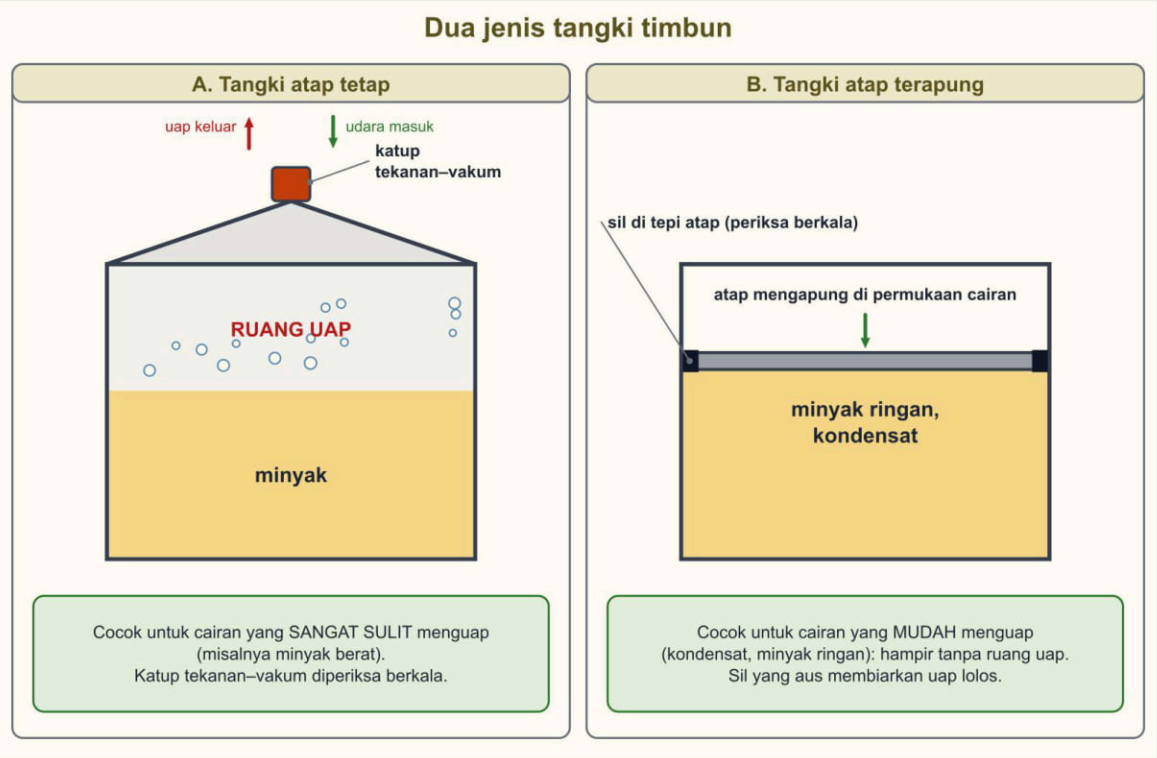
Separator memisahkan gas, minyak, dan air dengan bantuan gravitasi (sub bab 4.5 membahasnya lebih rinci). Gas keluar dari atas, cairan keluar dari bawah.

Pemanas emulsi (*heater treater*) memanaskan campuran minyak dan air yang masih membentuk **emulsi**, yaitu campuran butiran air halus yang tersebar di dalam minyak dan sulit memisah sendiri. Pemanasan menurunkan kekentalan minyak, sehingga butiran air bergabung dan turun. Pemanas emulsi dipasang **sesudah separator**, bukan sebelumnya: gas sudah dipisahkan lebih dulu, sehingga pemanas tidak membuang bahan bakar untuk memanaskan gas dan tidak terbebani gas.

Tangki timbun (*storage tank*) menampung minyak bersih sebelum dikirim. Air yang dipisahkan ditampung di tangki atau kolam **terpisah** (air terproduksi). Dua jenis tangki yang perlu kamu kenal ada pada Gambar 4.22.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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



Gambar 4.22 Kiri: tangki atap tetap dengan katup tekanan-vakum. Kanan: tangki atap terapung dengan sil di tepi atap. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Tangki atap tetap** memiliki atap yang menempel pada dinding. Di antara permukaan cairan dan atap ada ruang uap. Tangki ini cocok untuk cairan yang **sangat sulit menguap**, misalnya minyak berat. Ia dilengkapi **katup tekanan–vakum** yang melepas tekanan berlebih saat tangki diisi dan memasukkan udara saat tangki dikosongkan, sehingga dinding tidak menggembung atau penyok.
- **Tangki atap terapung** memiliki atap yang **mengapung di atas cairan** dan naik-turun bersamanya. Hampir tidak ada ruang uap, sehingga penguapan sangat kecil. Tangki ini dipilih untuk cairan yang **mudah menguap**, misalnya kondensat dan minyak ringan, supaya uap yang mudah terbakar tidak banyak terkumpul. Celah antara tepi atap dan dinding ditutup oleh **sil**; sil yang aus atau rusak membiarkan uap lolos, sehingga harus **diperiksa berkala**.

Karena itu, kondensat dan minyak berat **tidak dipilih sama**: yang mudah menguap memakai atap terapung, yang sulit menguap boleh memakai atap tetap.

5. Pompa transfer, meter serah terima, kompresor gas, dan suar

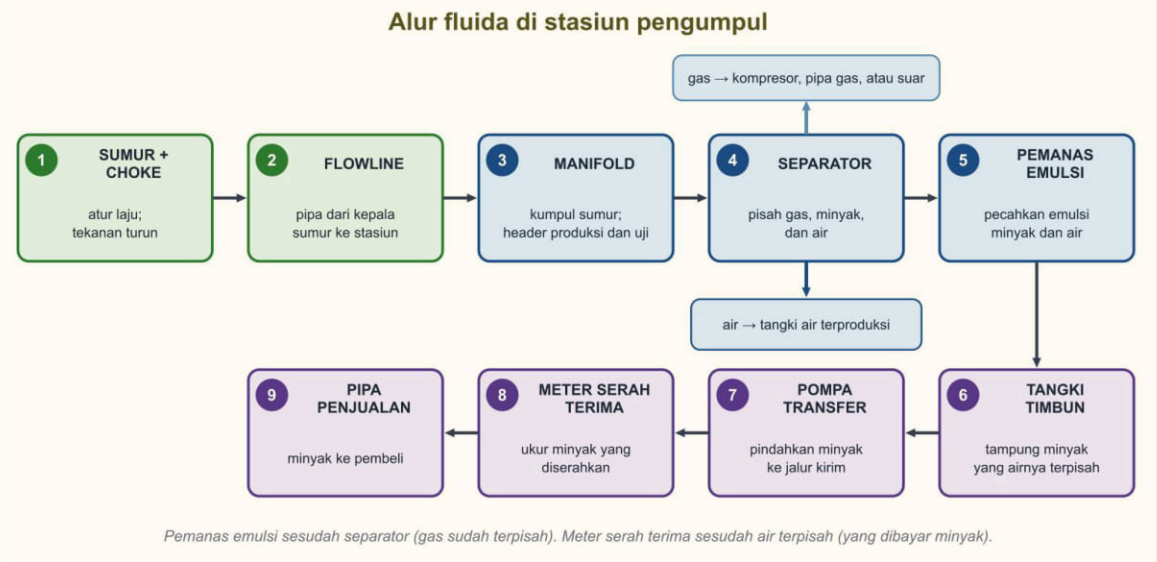
- **Pompa transfer** memindahkan minyak dari tangki ke pipa pengiriman.
- **Meter serah terima** (*custody transfer meter*) mengukur minyak yang **diserahkan kepada pembeli**; karena pembeli membayar minyak, bukan air, meter dipasang **setelah** air dan emulsi dipisahkan, dan biasanya dilengkapi alat yang memeriksa kadar air dan endapan. Bila minyak belum memenuhi syarat, ia diarahkan kembali untuk diolah ulang.
- **Kompresor gas** menaikkan tekanan gas yang keluar dari separator bertekanan rendah supaya bisa masuk ke pipa gas atau dipakai sebagai bahan bakar.

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

- **Suar** (*flare*) membakar gas yang tidak dapat dimanfaatkan atau yang dilepas karena keadaan darurat, supaya gas itu tidak berkumpul di tanah. Suar bukan tempat membuang gas yang sebenarnya bisa dijual.

6. Alur di stasiun pengumpul

Gabungkan semuanya dalam satu alur (Gambar 4.23).



Gambar 4.23 Alur fluida di stasiun pengumpul: sumur dengan choke, flowline, manifold, separator, pemanas emulsi, tangki timbun, pompa transfer, meter serah terima, dan pipa penjualan; gas ke kompresor atau suar, air ke tangki air terproduksi. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Urutan jalur minyak: **sumur → choke → flowline → manifold → separator → pemanas emulsi → tangki timbun → pompa transfer → meter serah terima → pipa penjualan**. Gas keluar dari separator menuju kompresor, pipa gas, atau suar. Air dipisahkan di separator tiga fasa atau di pemanas emulsi dan ditampung di tangki air terproduksi.

Setiap urutan di atas punya alasan, dan alasan itulah yang kamu pakai bila ada soal yang menukar dua peralatan:

- choke di dekat kepala sumur supaya tekanan turun sebelum aliran masuk ke flowline;
- manifold sebelum separator supaya satu separator melayani banyak sumur;
- separator sebelum pemanas emulsi supaya gas tidak ikut dipanaskan;
- pemanas emulsi sebelum tangki supaya air sudah terpisah sebelum minyak ditampung;
- meter serah terima sesudah air terpisah supaya yang diukur minyak, bukan campuran.

> **Pengayaan.** Pada sistem yang lebih besar dikenal prinsip *double block and bleed*: dua katup penutup dengan satu katup pembuang di antaranya, yang memberi isolasi lebih aman. Ada pula alat pengukur otomatis di titik serah (unit LACT) dan sistem pemulihan uap tangki. Desain rinci semua itu di luar batasan kisi-kisi dan tidak diujikan.

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

▣ CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Katup yang ditutup untuk mengganti choke

Pada sumur Sidomulyo-2 (fiktif), 2027, bean choke CH aus dan harus diganti. Christmas tree-nya persis seperti Gambar 4.20: dua katup master M1 dan M2, katup sayap produksi W1 sebelum choke, katup D1 sesudah choke menuju flowline, katup kill K1, dan katup swab S1. SOP lapangan: katup master hanya untuk keadaan darurat; pekerjaan pada choke dilakukan dengan mengisolasi dari sumur dan dari flowline, lalu membuang tekanan yang terperangkap. Tentukan katup yang ditutup dan urutannya. *Kasus disusun untuk contoh; sumur dan lapangan fiktif.*

1. **Tentukan hulu dan hilir choke.** Aliran dari sumur lewat M1, M2, cabang sayap, **W1**, **CH**, **D1**, lalu flowline. Hulu choke: W1. Hilir choke: D1.
2. **Pilih katup isolasi.** Tutup **W1** (memisahkan choke dari sumur) dan **D1** (memisahkan choke dari flowline). M1 dan M2 tidak ditutup karena SOP membatasinya untuk keadaan darurat.
3. **Jangan lupa K1 dan S1.** Keduanya sudah tertutup pada aliran normal dan tidak ada di jalur choke.
4. **Buang tekanan.** Alirkan tekanan terperangkap di antara W1 dan D1 ke tempat aman, pastikan nol, baru buka rumah choke.

Katup yang ditutup: **W1 dan D1**.

Contoh 2 — Mengalihkan sumur ke header uji bergantian

Manifold Stasiun Sumber Rejo (fiktif) melayani empat sumur, S1 sampai S4. Tiap sumur punya katup P (ke header produksi) dan U (ke header uji). Saat ini S2 sedang diuji: P2 tertutup, U2 terbuka; sumur lain mengalir lewat header produksi. Uji S2 baru selesai, dan S4 akan diuji berikutnya tanpa menghentikan aliran sumur mana pun. Tentukan urutan kerjanya. *Kasus disusun untuk contoh; stasiun dan sumur fiktif.*

1. **Kembalikan S2 lebih dulu** ke produksi, karena hanya satu sumur boleh di header uji. Aliran S2 tidak boleh terhenti: **buka P2**, baru **tutup U2**.
2. **Periksa** bahwa U1, U2, U3, dan U4 kini semuanya tertutup dan P1 sampai P4 terbuka. Header uji kosong.
3. **Alihkan S4: buka U4** lebih dulu, baru **tutup P4**.
4. **Periksa** bahwa hanya U4 yang terbuka di antara katup uji.

Urutan: **buka P2 → tutup U2 → buka U4 → tutup P4**. Urutan yang salah: menutup P4 sebelum U4 dibuka (S4 sempat terhenti dan tekanannya naik), atau membuka U4 sebelum U2 ditutup (S2 dan S4 tercampur di header uji).

Contoh 3 — Menyusun urutan peralatan stasiun

Stasiun Pelita Raya (fiktif) menerima fluida bergas dengan emulsi minyak-air yang sulit terpisah pada suhu biasa. Delapan peralatan tercatat tanpa urutan: tangki timbun, manifold, pompa transfer, pemanas emulsi, separator, meter serah terima, choke di kepala sumur, flowline. Susunlah menurut arah aliran minyak, dan jelaskan letak meter serah terima. *Kasus disusun untuk contoh; stasiun fiktif.*

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

1. **Mulai dari sumur. Choke** di kepala sumur, lalu **flowline** yang membawa fluida ke stasiun.
2. **Kumpulkan. Manifold** mengumpulkan flowline beberapa sumur dan mengarahkannya ke separator.
3. **Pisahkan gas. Separator** memisahkan gas dari cairan.
4. **Pecahkan emulsi. Pemanas emulsi** menurunkan kekentalan minyak supaya air terpisah. Letaknya sesudah separator supaya gas tidak ikut dipanaskan.
5. **Tampung. Tangki timbun** menampung minyak yang airnya sudah terpisah.
6. **Kirim dan ukur. Pompa transfer** memindahkan minyak, dan **meter serah terima** mengukur yang diserahkan. Meter diletakkan setelah air terpisah, karena pembeli membayar minyak, bukan air.

Urutan: choke → flowline → manifold → separator → pemanas emulsi → tangki timbun → pompa transfer → meter serah terima.

Contoh 4 — Memilih jenis tangki

Stasiun Cendana (fiktif) menambah tiga penampung: (1) minyak ringan dan kondensat yang sangat mudah menguap; (2) minyak berat kental yang sulit menguap; (3) air terproduksi. Tentukan penampung yang cocok. *Kasus disusun untuk contoh; stasiun fiktif.*

1. **Kondensat dan minyak ringan:** mudah menguap, uapnya mudah terbakar. Pilih **tangki atap terapung**, supaya ruang uap sangat kecil. Silnya diperiksa berkala.
2. **Minyak berat:** hampir tidak menguap. **Tangki atap tetap dengan katup tekanan–vakum** sudah sesuai; katupnya diperiksa berkala.
3. **Air terproduksi:** ditampung di tangki atau kolam **terpisah** dari minyak; tidak bercampur dengan tangki minyak.

Kesalahan umum: memakai tangki atap tetap tanpa pengaman untuk kondensat dengan alasan "tekanannya tidak naik". Uapnya tetap keluar lewat ventilasi, boros dan berbahaya.

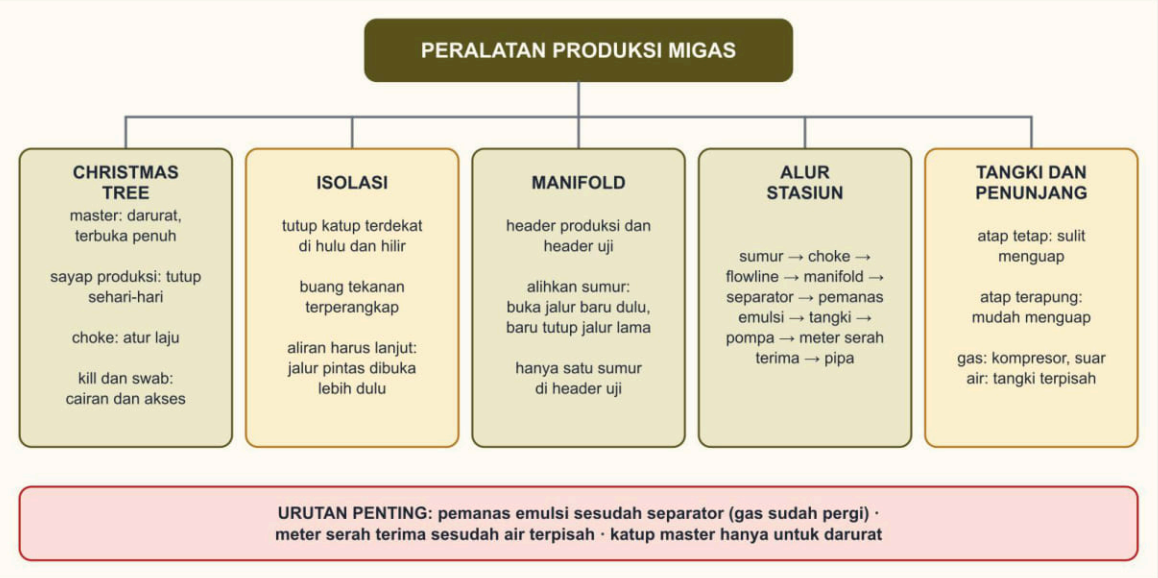
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Christmas tree:** katup master (jalur tegak, terbuka penuh, **darurat**), katup sayap produksi (**tutup sumur sehari-hari**), katup sayap kill (memompa cairan ke sumur), katup swab (puncak), choke (atur laju), pengukur tekanan.
- **Mengisolasi:** tutup katup terdekat di **hulu dan hilir**, buang tekanan terperangkap; bila aliran harus lanjut, **buka jalur pintas lebih dulu**.
- **Manifold:** header produksi dan header uji; mengalihkan sumur = **buka jalur baru dulu, baru tutup jalur lama**; **hanya satu sumur** di header uji.
- **Urutan alur minyak:** sumur → choke → flowline → manifold → separator → pemanas emulsi → tangki → pompa transfer → meter serah terima → pipa.
- **Pemanas emulsi sesudah separator; meter serah terima sesudah air terpisah.**
- **Tangki:** atap tetap (+ katup tekanan–vakum) untuk cairan sulit menguap; atap terapung untuk cairan mudah menguap; air ditampung terpisah.

Gambar 4.24 merangkum semuanya dalam satu peta.



Gambar 4.24 Peta konsep peralatan produksi migas. 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 peralatan produksi:

1. **Tandai arah aliran** pada skema (panah atau urutan peralatan) dan tentukan hulu dan hilir peralatan yang dikerjakan.
2. **Tentukan tujuan kerja:** mengganti peralatan, menguji sumur, atau menutup sumur. Tiap tujuan punya katup khasnya.
3. **Periksa dua syarat:** apakah aliran perlu tetap berjalan (jalur pintas atau jalur baru dibuka dulu) dan apakah ada katup yang hanya boleh dipakai saat darurat (katup master).
4. **Coret opsi yang urutannya terbalik atau mencampur sumur.**

Jebakan khas pada soal ini:

- **Choke diganti dengan menutup katup yang salah**: hanya satu sisi, katup di sayap kill, atau katup master yang dibatasi untuk darurat.
- **Manifold uji tertukar dengan manifold produksi**, atau sumur dialirkan ke header uji bersama sumur lain.
- **Menutup jalur lama sebelum jalur baru dibuka**, sehingga aliran sempat terhenti.
- **Pemanas emulsi dipasang sebelum separator** supaya "gas ikut hangat".
- **Meter serah terima dipasang sebelum air dipisahkan** supaya "air ikut terhitung".
- **Kondensat dan minyak berat disimpan di tangki yang sama jenisnya.**
- **Choke dianggap alat penutup darurat**; penutupan darurat memakai katup master atau katup pengaman.
- **Katup master dipakai mengatur laju sehari-hari.**

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menguji pengalihan aliran di manifold. Tulis dulu keadaan awal tiap katup, lalu tentukan syarat: aliran tidak boleh terhenti dan hanya satu sumur di header uji.

►. Manifold di stasiun pengumpul Anggrek (2027) memiliki dua *header*: header produksi menuju separator produksi dan header uji menuju separator uji. Setiap sumur punya dua katup, satu ke masing-masing header. Sumur S-5 akan diuji tanpa menghentikan alirannya dan tanpa tercampur dengan sumur lain di separator uji.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Urutan kerja yang paling tepat adalah ....

A. Tutup katup S-5 ke header produksi, lalu buka katupnya ke header uji
B. Buka kedua katup S-5 agar aliran terbagi ke dua separator
C. Tutup katup sayap di kepala sumur S-5, lalu ganti jalur aliran
D. Buka katup semua sumur ke header uji agar pengujian serentak
E. Buka katup S-5 ke header uji, lalu tutup katup ke header produksi

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

Pembahasan **Kunci: E**

Konsep: Manifold mengumpulkan aliran beberapa sumur dan mengarahkannya ke separator produksi atau separator uji. Pengalihan dilakukan dengan membuka jalur baru lebih dulu agar sumur tidak tertutup mendadak.

Langkah:

1. Syarat: aliran S-5 tidak berhenti → buka jalur uji dulu.
2. Syarat: hanya S-5 di separator uji → tutup jalur S-5 ke header produksi dan katup sumur lain ke header uji tetap tertutup.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: urutannya terbalik; saat katup produksi ditutup lebih dulu, aliran S-5 sempat terhenti dan tekanan naik.
- **B.** ✗ Aliran S-5 terbagi sehingga laju yang terukur di separator uji tidak lengkap.
- **C.** ✗ Menutup katup sayap menghentikan aliran sumur.
- **D.** ✗ Semua sumur tercampur di separator uji sehingga S-5 tidak terukur sendiri.
- **E.** ✓ Jalur uji dibuka dulu sehingga aliran tidak terhenti, lalu jalur produksi ditutup.

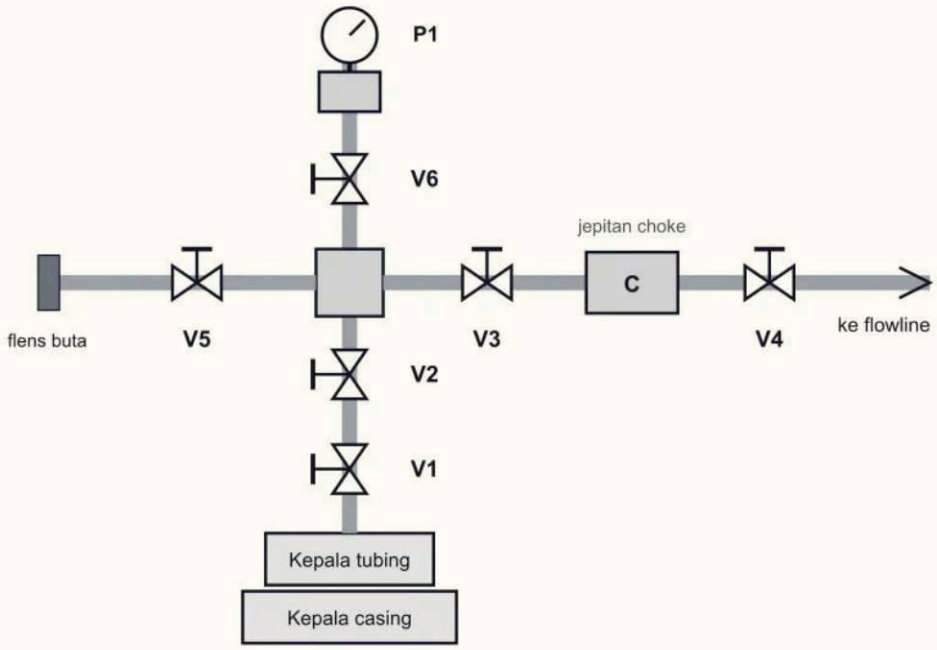
Jawaban: E.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Pada soal bergambar, telusuri jalur aliran dari sumur sebelum memilih katup.

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

1. Gambar menunjukkan *christmas tree* sumur Nusa-6 (2027). Jepitan (*bean*) choke C aus dan harus diganti. SOP lapangan: katup pada jalur tegak dipakai hanya bila katup lain gagal atau dalam keadaan darurat; pekerjaan pada choke dilakukan dengan menutup katup terdekat di sisi hulu dan sisi hilir choke, lalu membuang tekanan yang terperangkap di antaranya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Katup yang harus ditutup sebelum choke dibuka adalah ....



A. V5 dan V4
B. V6 dan V3
C. V1 dan V2
D. V3 saja
E. V3 dan V4

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

2. Alur fluida di stasiun pengumpul Kenanga (2027): sumur → choke di kepala sumur → flowline → manifold → separator → *heater treater* → tangki timbun → pompa transfer → meter serah terima → pipa ke pembeli. Minyak di lapangan ini membentuk emulsi dengan air yang sulit terpisah pada suhu biasa. Siswa PKL diminta menandai pernyataan yang benar.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Heater treater sebaiknya dipindah sebelum separator agar gas ikut dipanaskan.
☐ B. Heater treater memanaskan emulsi agar air lebih mudah terpisah dari minyak.
☐ C. Meter serah terima sebaiknya dipasang sebelum heater treater agar airnya ikut terhitung.
☐ D. Manifold mengumpulkan aliran beberapa sumur sebelum diarahkan ke separator.
☐ E. Choke di kepala sumur dipakai untuk menutup sumur sepenuhnya saat darurat.

Kunci singkat: 1. E 2. B, D

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa katup master tidak dipakai untuk mengatur laju alir sehari-hari, dan katup mana yang dipakai?
- Mengapa jalur baru dibuka lebih dulu sebelum jalur lama ditutup saat mengalihkan sumur ke header uji?
- **Yang harus kuingat:** katup master untuk darurat, katup sayap untuk menutup sehari-hari, isolasi dengan menutup katup di hulu dan hilir lalu membuang tekanan; manifold punya header produksi dan header uji dengan aturan buka jalur baru dulu; urutan alur: sumur, choke, flowline, manifold, separator, pemanas emulsi, tangki, pompa, meter serah terima; atap terapung untuk cairan mudah menguap.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 4.4: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktper&node=SMKTPER-4.4

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

Sub bab 4.5 · Prinsip kerja separator

SMKTPER-4.5

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi Teknik Perminyakan meminta kamu **memahami prinsip separator**. Kamu tidak diminta menghitung ukuran separator. Soal menanyakan **mengapa fluida sumur harus dipisah**, **bagaimana separator memisahkan**, **bagian mana yang bertugas apa**, dan **apa yang harus dilakukan ketika separator terganggu**. Soal biasanya bercerita tentang sebuah separator di stasiun pengumpul dengan data hari itu: laju masuk, tekanan, tinggi cairan, atau hasil di saluran keluar. Kamu diminta **menentukan penyebab**, **menilai pernyataan**, atau **menunjuk nozzle (saluran) yang tepat pada gambar penampang**.

Kata kunci soal seperti ini: **massa jenis**, **waktu tinggal**, **level cairan**, **gas, minyak, air**, dan **saluran keluar**. Pengecohnya biasanya tindakan yang tampak masuk akal tetapi memperburuk keadaan, misalnya menaikkan tekanan setinggi mungkin atau memperkecil bejana "supaya aliran lebih cepat".

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan mengapa fluida sumur dipisah dan prinsip pemisahan oleh gravitasi, penurunan tekanan, dan waktu tinggal;
- membedakan separator dua fasa dan tiga fasa, serta bentuk horizontal dan vertikal;
- menyebut bagian dalam separator dan menunjuk saluran keluar gas, minyak, dan air pada gambar;
- menjelaskan pemisahan bertahap;
- menelusuri penyebab gangguan (busa, emulsi, lonjakan cairan, level tinggi) dan memilih tindakan yang benar.

◆ KONSEP INTI

Fluida yang keluar dari sumur bukan minyak murni. Ia adalah campuran **gas, minyak, dan air**, kadang disertai pasir. Gas bisa dialirkan lewat pipa gas atau dibakar di suar, minyak harus ditampung dan dijual, dan air harus dibuang atau disuntikkan kembali ke dalam tanah menurut aturan. Ketiganya ditangani dengan peralatan yang berbeda, sehingga harus **dipisahkan lebih dulu**. Alat yang melakukannya adalah **separator**, sebuah bejana bertekanan di stasiun pengumpul. Pemisahan juga mencegah masalah lain: air membuat pipa dan tangki berkarat, gas yang ikut ke pompa mengganggu kerjanya, dan gas yang terbawa ke tangki membahayakan. Sub bab ini menjelaskan cara separator memisahkan tiga komponen itu, tanpa menghitung ukurannya.

1. Prinsip pertama: massa jenis dan gravitasi

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

Perhatikan segelas campuran minyak goreng dan air yang didiamkan: minyak berkumpul di atas, air di bawah. Itulah prinsip dasar separator. Ketiga komponen punya **massa jenis** (kerapatan, satuan misalnya kg per liter) yang berbeda:

- **gas** sangat ringan (ribuan kali lebih ringan daripada cairan);
- **minyak** sekitar 0,8 sampai 0,9 kg per liter, lebih ringan daripada air;
- **air** sekitar 1,0 kg per liter (air formasi yang asin sedikit lebih berat).

Karena itu, bila campuran dibiarkan tenang, **gas naik ke atas, air turun ke bawah, dan minyak berada di antaranya**. Gravitasi bekerja sebagai "mesin" pemisahnya.

Dua hal menentukan seberapa cepat butiran air turun melewati minyak, dan itu perlu kamu pahami:

- **Selisih massa jenis.** Makin besar selisih massa jenis air dan minyak, makin cepat air turun. Pada minyak berat (massa jenis mendekati air), selisihnya kecil, sehingga pemisahan lambat.
- **Kekentalan minyak.** Makin kental minyak, makin lambat butiran air bergerak. Memanaskan minyak menurunkan kekentalannya, sehingga air turun lebih cepat.

Butiran yang sangat halus juga turun sangat lambat; itulah sebabnya emulsi sulit dipisahkan (sub bab 4.4).

2. Prinsip kedua: penurunan tekanan

Di dalam lapisan yang bertekanan tinggi, sebagian gas **larut** di dalam minyak, seperti gas karbon dioksida larut di dalam minuman bersoda yang tertutup. Ketika tekanan diturunkan, gas itu **terlepas**. Itulah yang terjadi saat fluida melewati choke dan masuk separator: tekanan turun, gas keluar dari minyak, lalu naik ke bagian atas bejana. **Makin tinggi tekanan, makin banyak gas yang masih terlarut; setiap tekanan diturunkan, gas terlepas lagi.**

Dua catatan penting. Pertama, tekanan memengaruhi **pelepasan gas**, tetapi pemisahan **minyak dan air** terutama ditentukan oleh selisih massa jenis dan waktu tinggal. Menaikkan tekanan separator setinggi mungkin tidak membuat air turun lebih cepat. Kedua, makin tinggi tekanan, makin kecil selisih massa jenis antara gas dan cairan, sehingga pemisahan gas justru lebih sulit; karena itu tekanan separator dipilih secara cermat, bukan "sebesar-besarnya".

3. Prinsip ketiga: waktu tinggal

Pemisahan memerlukan **waktu**. Butiran air perlu waktu untuk turun, gelembung gas perlu waktu untuk naik. **Waktu tinggal** adalah lamanya cairan berada di dalam separator sebelum keluar. Secara sederhana:

$$\text{waktu tinggal} = \frac{\text{volume cairan di dalam separator}}{\text{laju cairan masuk}}$$

Misalnya separator berisi 6 m^3 cairan dan menerima 36 m^3 cairan per jam (0,6 m^3 per menit): waktu tinggalnya 6 ÷ 0,6 = 10 menit. Bila laju masuk naik dua kali lipat pada bejana yang sama, waktu tinggal tinggal sekitar setengahnya, yaitu 5 menit. Waktu yang lebih pendek berarti air dan minyak **belum sempat terpisah** sebelum keluar, sehingga air terbawa ke saluran minyak

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

dan sebaliknya.

Cara memperpanjang waktu tinggal: **menurunkan laju masuk**, **menambah separator yang dipasang paralel** (aliran terbagi, laju tiap bejana turun), atau **menaikkan batas tinggi cairan** dalam batas aman bejana (volume cairan bertambah). Cara yang keliru: memperkecil bejana, atau menaikkan laju "supaya aliran lebih kuat".

4. Dua fasa dan tiga fasa

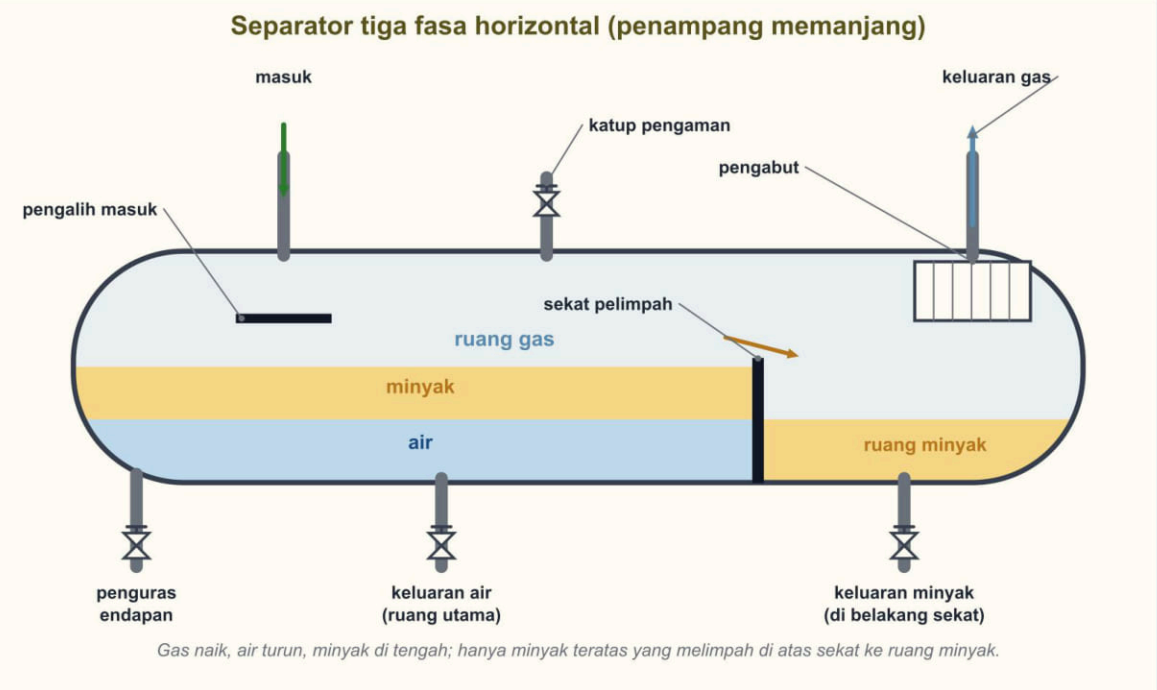
Fasa adalah bagian campuran yang terpisah jelas: gas, minyak, air.

- **Separator dua fasa** memisahkan **gas dari cairan**. Gas keluar dari atas, cairan (minyak dan air bercampur) keluar dari bawah.
- **Separator tiga fasa** memisahkan **gas, minyak, dan air**. Bagian cairannya diberi cara memisahkan minyak dari air supaya masing-masing keluar lewat saluran sendiri.

Pemisahan tiga fasa di dalam separator adalah pemisahan **kasar**: sebagian butiran air halus masih terbawa di dalam minyak, sehingga stasiun masih memasang pemanas emulsi (sub bab 4.4) sesudahnya.

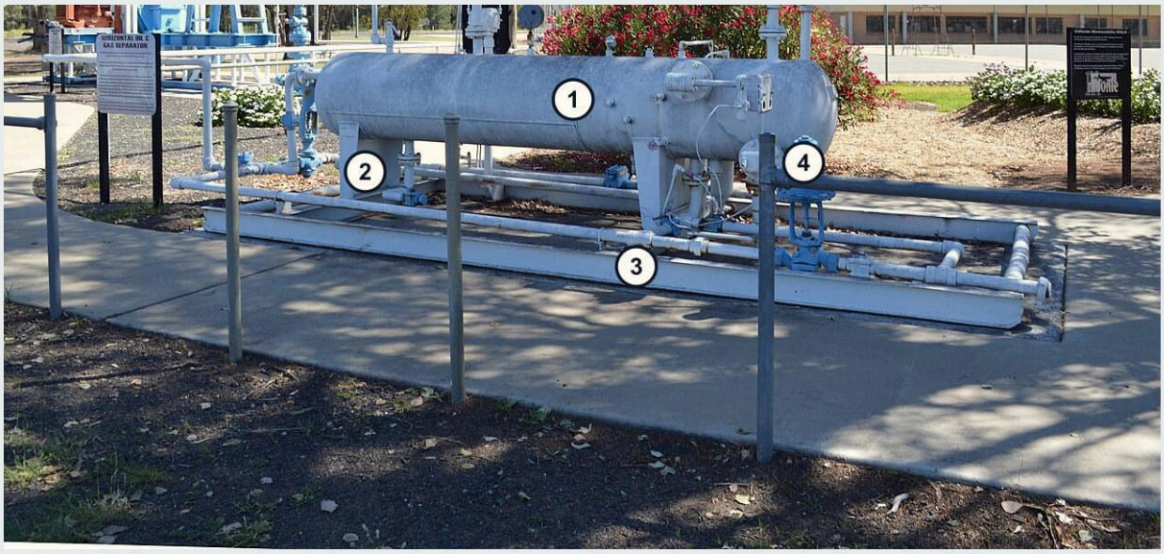
5. Separator horizontal dan vertikal

Gambar 4.25 menunjukkan penampang memanjang separator tiga fasa horizontal. Gambar 4.26 memperlihatkan wujud nyata separator horizontal.



Gambar 4.25 Penampang memanjang separator tiga fasa horizontal: pengalih masuk, ruang gas, lapisan minyak dan air, sekat pelimpah, pengabut, dan saluran keluar. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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



Gambar 4.26 Separator minyak dan gas horizontal yang dipamerkan di Moonie, Queensland, Australia: (1) bejana separator, (2) penyangga bejana, (3) pipa masuk dan keluar di bawah bejana, (4) katup pengendali. Foto: Mattinbgn, Wikimedia Commons, CC BY 3.0. Diubah: dipotong, nomor penunjuk ditambahkan.

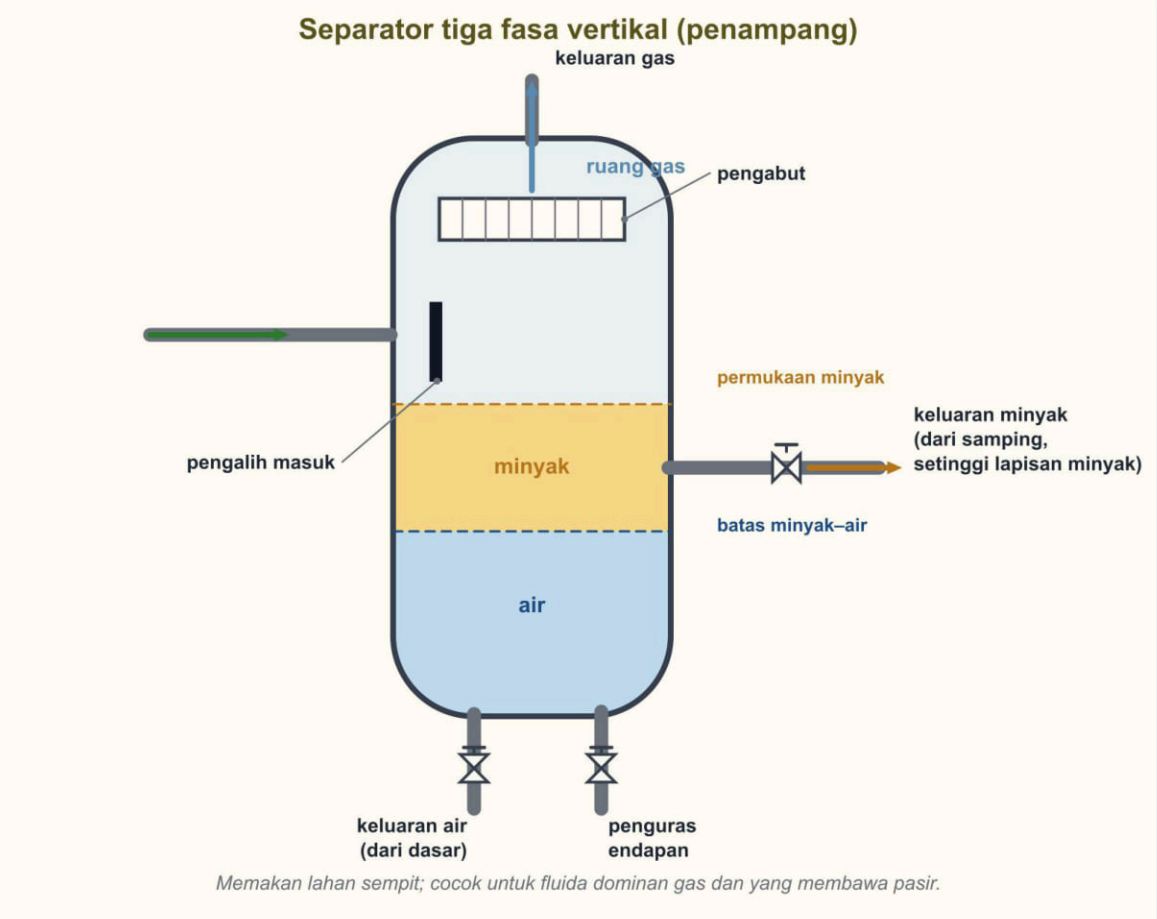
NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Dua bentuk umum, dengan ciri yang berbeda:

- **Horizontal** (mendatar). Permukaan cairan **luas** dan volume cairannya **besar**, sehingga cocok untuk **cairan banyak**, **minyak yang berbusa**, dan **pemisahan minyak dari air** (tiga fasa). Syaratnya lahan yang cukup luas.
- **Vertikal** (tegak). Memakan **lahan sempit**, cocok untuk fluida yang **dominan gas** dengan sedikit cairan, dan untuk fluida yang membawa pasir karena pasir mengendap di dasar yang sempit. Permukaan cairannya sempit, sehingga kurang cocok untuk cairan banyak yang berbusa dan memerlukan pemisahan minyak–air.

Bentuk vertikal ditunjukkan pada Gambar 4.27.



Gambar 4.27 Penampang separator tiga fasa vertikal: gas keluar dari atas, minyak dari samping pada lapisan minyak, air dari dasar. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

6. Bagian dalam dan saluran separator

Bagian dalam separator (lihat Gambar 4.25):

1. **Pengalih masuk** (*inlet diverter*): pelat tempat fluida pertama kali menabrak. Ia memecah gaya semburan fluida dan memulai pemisahan gas dari cairan.
2. **Ruang pengendapan gravitasi**: bagian terbesar bejana tempat fluida tenang dan gravitasi bekerja.
3. **Penyekat** (*baffle*) dan **sekat pelimpah** (*weir*): sekat pelimpah menahan lapisan air dan lapisan minyak di satu sisi; hanya minyak teratas yang **melimpah** melewati ujung atas sekat ke ruang di belakangnya, yaitu ruang minyak.
4. **Pengabut** (*mist extractor*): kisi di dekat saluran gas yang menangkap tetesan cairan halus agar tidak ikut ke saluran gas.
5. **Pengendali level**: pengukur tinggi cairan yang memerintahkan **katup pengatur level** di saluran keluar untuk membuka atau menutup, supaya tinggi cairan tetap.

Saluran (*nozzle*) pada separator tiga fasa horizontal:

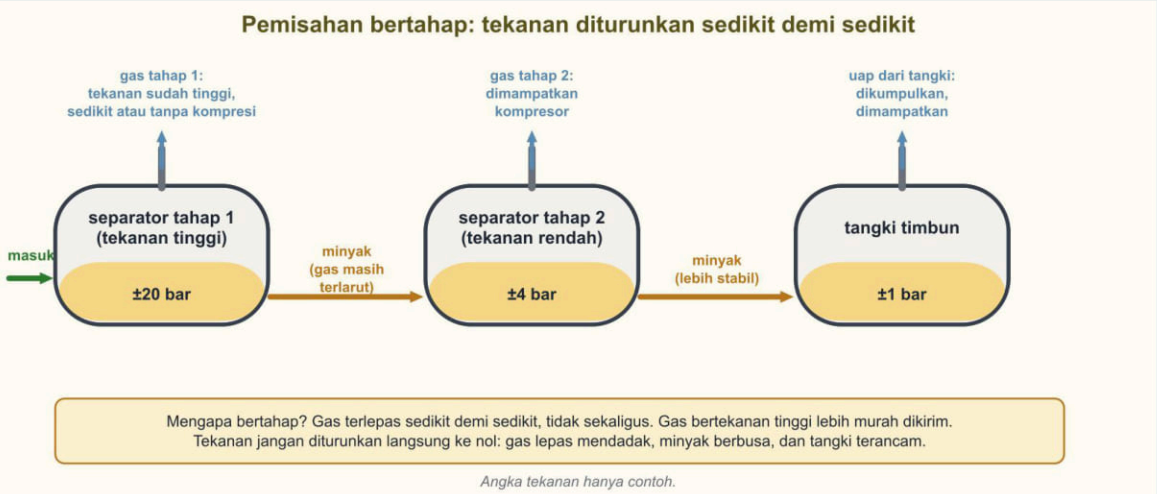
- **Masuk**: di salah satu ujung, di bagian atas.
- **Keluaran gas**: di **bagian atas**, setelah pengabut.
- **Keluaran air**: di **dasar** bagian utama bejana (sebelum sekat pelimpah), tempat air terkumpul.
- **Keluaran minyak**: di **dasar ruang minyak** di belakang sekat pelimpah.
- **Penguras endapan**: di dasar dekat masuk, untuk membuang pasir dan lumpur yang mengendap.
- **Katup pengaman**: di atas, melepas tekanan bila tekanan berlebih.

Aturan menunjuk saluran pada gambar: **gas di atas, air di bagian bawah yang berisi lapisan air, minyak di bagian bawah ruang di belakang sekat**. Bila gambar memperlihatkan ketiga lapisan, tarik lapisan-lapisan itu ke saluran yang terhubung dengannya.

7. Pemisahan bertahap

Separator sering dipasang **berurutan** dengan tekanan yang makin rendah. Gambar 4.28 menunjukkan contohnya.

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



Gambar 4.28 Pemisahan bertahap dengan tekanan makin rendah. Angka tekanan hanya contoh. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Alasannya:

- Gas yang larut dalam minyak tidak boleh dilepas sekaligus. Bila tekanan diturunkan **langsung ke nol**, gas lepas mendadak, minyak berbusa dan bergolak, dan tangki terancam. Penurunan **bertahap** melepas gas sedikit demi sedikit dan lebih terkendali.
- Gas dari tahap **bertekanan tinggi** sudah bertekanan, sehingga dapat dikirim ke pipa gas dengan **sedikit atau tanpa kompresi**. Gas dari tahap **bertekanan rendah** harus **dimampatkan** dulu dengan kompresor.
- Minyak yang keluar dari tahap terakhir sudah **stabil**, sehingga lebih sedikit gas yang lepas di dalam tangki.

8. Gangguan pada separator

Separator dirancang untuk laju dan fluida tertentu. Bila kondisinya berubah, pemisahan terganggu. Gambar 4.29 meringkas gangguan yang perlu kamu kenali.

Gangguan pada separator: tanda, penyebab, tindakan

Gangguan	Tanda	Penyebab umum	Tindakan umum
Level terlalu tinggi	cairan terbawa ke saluran gas	laju masuk naik; katup atau saluran keluar macet; pengendali rusak	periksa laju, tekanan, katup keluar; turunkan laju atau tambah bejana
Level terlalu rendah	gas terbawa ke saluran cairan	katup keluaran terlalu lebar atau macet terbuka	periksa pengendali dan katup; batasi bukaan
Busa	cairan berbusa ikut ke saluran gas	minyak mudah berbusa; laju terlalu tinggi	turunkan laju; beri bahan pengurai busa
Emulsi	minyak keluaran masih banyak air	butiran air halus; minyak kental atau suhu rendah	panaskan, bahan pemecah emulsi, perpanjang waktu tinggal
Lonjakan cairan (slug)	level naik tiba-tiba	cairan datang putus-putus dari sumur atau flowline	pastikan ruang penampung cukup; atur laju dan level
Endapan pasir	volume bejana berkurang	pasir ikut aliran lalu mengendap di dasar	buang lewat penguras endapan secara berkala

Gambar 4.29 Gangguan umum pada separator: tanda, penyebab, dan tindakan umum. Sumber: disusun oleh Tim Next Level Study Indonesia dari rujukan umum bidang produksi migas.

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

Ada dua gangguan level yang sering tertukar:

- **Level cairan terlalu tinggi**: ruang gas menyempit dan cairan **terbawa ke saluran gas** (*carryover*), yang dapat merusak kompresor atau suar. Penyebabnya bisa **laju masuk naik** melebihi kapasitas, **katup atau saluran keluar cairan macet atau tersumbat**, atau pengendali level rusak.
- **Level cairan terlalu rendah**: **gas terbawa ke saluran cairan**, karena cairan tidak menutup saluran keluar.

Cara menelusuri penyebab level tinggi: periksa **data yang diberikan**. Laju masuk normal dan tekanan normal berarti masalahnya bukan di sisi masuk. Katup diperintah membuka penuh tetapi aliran keluar hampir nol berarti **katup macet atau jalur keluar tersumbat**. Cairan yang benar-benar terbawa ke saluran gas berarti level memang tinggi, bukan sekadar gelas penduga yang rusak.

Gangguan lain: **busa** (cairan berbusa terbawa ke gas), **emulsi** (air tidak mau terpisah), **lonjakan cairan** atau *slug* (cairan datang tiba-tiba dalam jumlah besar dari sumur atau flowline), dan **endapan pasir** (mengurangi volume bejana dan harus dikuras). Tindakan menyesuaikan penyebab: minyak kental dan emulsi dihadapi dengan **pemanasan**; laju yang melebihi kapasitas dihadapi dengan **menurunkan laju atau menambah bejana**; endapan dibuang lewat **penguras**.

> **Pengayaan.** Insinyur menentukan ukuran separator dari laju gas, laju cairan, dan waktu tinggal yang dibutuhkan, memakai rumus kecepatan turun butiran (hukum Stokes) dan standar. Ada pula separator bertekanan sangat rendah, pemisah air bebas (*free water knockout*), dan koalesor yang menggabungkan butiran air halus. Semua itu di luar batasan kisi-kisi dan tidak diujikan.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Waktu tinggal setelah laju naik

Separator tiga fasa SP-7 di Stasiun Mekar Sari (fiktif), 2027, berisi 6 m^3 cairan saat bekerja dan menerima 36 m^3 cairan per jam. Dua sumur baru disambung sehingga laju naik menjadi 72 m^3 per jam. Operator menemukan air terbawa di saluran minyak. Hitung waktu tinggal sebelum dan sesudah, lalu nilai tiga usulan: (a) memasang separator kedua paralel yang identik, (b) menaikkan batas tinggi cairan sehingga volume cairan menjadi 7,5 m^3, (c) menaikkan tekanan separator setinggi mungkin. *Kasus disusun untuk contoh; stasiun dan separator fiktif.*

1. **Sebelum:** 6 m^3 ÷ 36 m^3/jam = 1/6 jam = **10 menit**.
2. **Sesudah:** 6 m^3 ÷ 72 m^3/jam = 1/12 jam = **5 menit**. Waktu tinggal turun setengahnya, sehingga air belum sempat terpisah.
3. **Usulan (a):** laju tiap bejana menjadi 72 ÷ 2 = 36 m^3/jam, sehingga waktu tinggal kembali **10 menit**. Efektif.
4. **Usulan (b):** 7,5 m^3 ÷ 72 m^3/jam = 0,104 jam = **6,25 menit**. Lebih baik daripada 5 menit, tetapi belum cukup, dan hanya boleh dalam batas aman bejana.

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

5. **Usulan (c):** tekanan hampir tidak memengaruhi pemisahan minyak–air; yang menentukan adalah selisih massa jenis dan waktu tinggal. **Tidak menolong.**

Kesimpulan: pilih (a); (b) boleh sebagai pelengkap; (c) keliru.

Contoh 2 — Menunjuk saluran minyak dan air

Seorang teknisi baru di Stasiun Ranggas (fiktif) menyambung ulang pipa keluaran sebuah separator tiga fasa horizontal setelah perbaikan, dan hasilnya air masuk ke tangki minyak. Separatornya seperti Gambar 4.25: ada sekat pelimpah yang membagi bejana menjadi ruang utama (tempat air dan minyak berlapis) dan ruang minyak di belakang sekat. Tentukan saluran mana untuk minyak dan mana untuk air. *Kasus disusun untuk contoh; stasiun dan teknisi fiktif.*

1. **Urutkan lapisan menurut massa jenis** di ruang utama: air (paling berat) di bawah, minyak di atasnya.
2. **Saluran air** harus di **dasar ruang utama**, tempat air terkumpul, di depan sekat.
3. **Minyak melimpah** di atas sekat ke ruang belakang; karena itu **saluran minyak** ada di **dasar ruang minyak di belakang sekat**, bukan di ruang utama.
4. **Tukar yang terbalik.** Pipa tangki minyak disambung ke dasar ruang di belakang sekat; pipa air ke dasar ruang utama.

Bila pipa tertukar, ruang utama (berisi air) mengirim air ke tangki minyak, dan ruang minyak mengirim minyak ke tangki air, persis seperti gejala di kasus.

Contoh 3 — Menelusuri level cairan

Tiga separator dua fasa di Stasiun Padang Raya (fiktif) menunjukkan gejala hari ini. Telusuri penyebab dan tindakannya. *Kasus disusun untuk contoh; stasiun fiktif.*

Separator	Level	Laju masuk	Tekanan	Katup level	Aliran cairan keluar	Gejala
A	tinggi	naik 40 %	normal	diperintah terbuka 60 %	sesuai bukaan	cairan terbawa ke saluran gas
B	tinggi	normal	normal	diperintah terbuka 100 %	hampir nol	cairan terbawa ke saluran gas
C	rendah	normal	normal	terbuka 100 % padahal perintah 20 %	sangat besar	gas terbawa ke saluran cairan

1. **A.** Katup bekerja sesuai perintah, aliran keluar sesuai bukaan. Yang berubah adalah **laju masuk**. Kapasitas terlampaui: **turunkan laju, tambah separator paralel, atau perpanjang waktu tinggal**.
2. **B.** Sisi masuk dan tekanan normal. Katup diperintah 100% tetapi aliran hampir nol: **katup macet tertutup atau jalur keluar tersumbat**. Periksa dan perbaiki katup serta saluran.
3. **C.** Cairan keluar terlalu banyak karena katup **terbuka 100 % padahal diperintah 20 %**: katup macet terbuka atau pengendali bermasalah. Level turun sampai gas ikut keluar. **Periksa katup dan pengendali**; sementara itu, batasi bukaan secara manual.

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

Pelajaran: baca tiga hal berurutan: apakah masalah di sisi masuk, di tekanan, atau di sisi keluar.

Contoh 4 — Memilih bentuk separator dan langkah untuk tiga keadaan

Tentukan bentuk separator atau langkah yang tepat. *Kasus disusun untuk contoh; stasiun fiktif.*

Stasiun	Keadaan
A	cairan sangat banyak, minyak berbusa dan beremulsi dengan air, lahan luas dan datar
B	fluida hampir seluruhnya gas dengan sedikit cairan, platform lepas pantai berlahan sempit
C	minyak berat sangat kental; butiran air sulit turun; waktu tinggal sudah maksimum; ada ketel uap

1. **A.** Cairan banyak, busa, dan perlu pisah minyak–air: **separator horizontal tiga fasa** yang besar; lahan luas membuat keunggulan hemat lahan tidak diperlukan.
2. **B.** Dominan gas, lahan sempit: **separator vertikal**.
3. **C.** Waktu tinggal sudah maksimum, sedangkan selisih massa jenis kecil dan minyak kental: **panaskan fluida** dengan uap sebelum masuk separator agar kekentalan turun dan air lebih cepat turun. Menaikkan laju, memperkecil bejana, menaikkan tekanan, atau menambah air tawar tidak menolong.

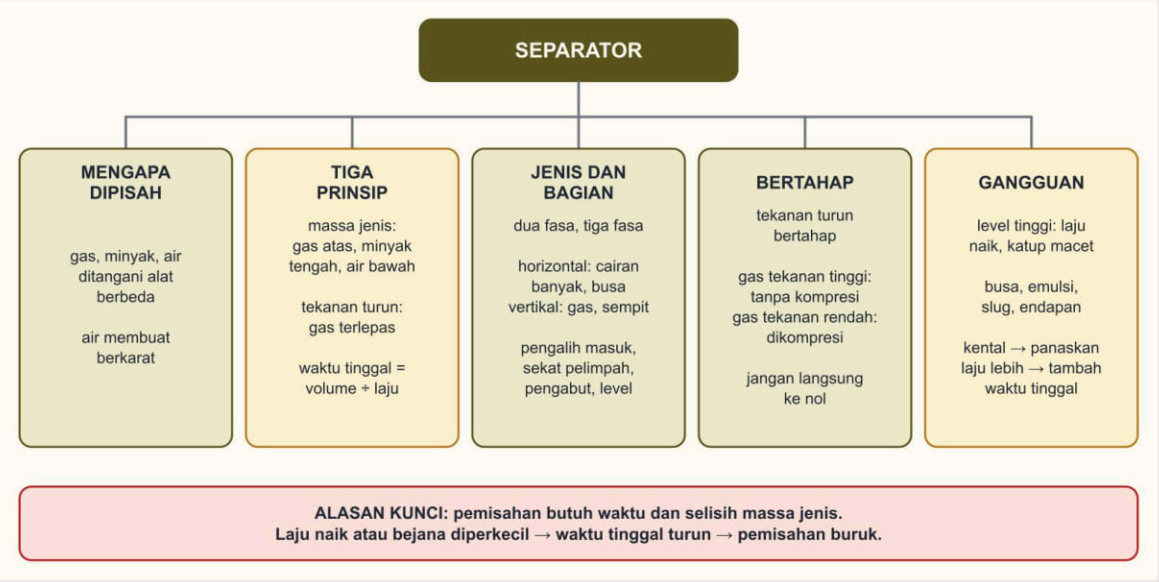
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Mengapa dipisah:** gas, minyak, dan air ditangani peralatan berbeda; air membuat berkarat.
- **Tiga prinsip: massa jenis** (gas atas, minyak tengah, air bawah), **penurunan tekanan** (gas terlepas), **waktu tinggal** (volume cairan ÷ laju masuk).
- **Selisih massa jenis kecil atau minyak kental → pemisahan lambat → panaskan.**
- **Dua fasa** (gas dan cairan) dan **tiga fasa** (gas, minyak, air); **horizontal** untuk cairan banyak dan busa, **vertikal** untuk gas dominan dan lahan sempit.
- **Bagian dalam:** pengalih masuk, sekat pelimpah, pengabut, pengendali level; saluran: gas di atas, air di dasar ruang utama, minyak di dasar ruang belakang sekat.
- **Bertahap:** tekanan turun bertahap; gas tekanan tinggi tanpa kompresi, gas tekanan rendah dikompresi; jangan turun langsung ke nol.
- **Gangguan:** level tinggi (cairan ke saluran gas), laju masuk naik, katup macet, busa, emulsi, endapan.

Gambar 4.30 merangkum semuanya dalam satu peta.



Gambar 4.30 Peta konsep prinsip kerja separator. 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 separator:

1. **Tentukan jenisnya** (dua atau tiga fasa) dan **bentuknya**.
2. **Baca data yang diberikan** dan coret penyebab yang bertentangan dengan data (tekanan normal berarti bukan tekanan; laju sama berarti bukan laju).
3. **Gunakan tiga prinsip:** massa jenis, tekanan, waktu tinggal. Opsi yang bertentangan dengan salah satunya biasanya salah.
4. **Pada gambar penampang,** tarik lapisan gas, minyak, dan air ke saluran yang terhubung.

Jebakan khas pada soal ini:

- **Nozzle minyak dan air tertukar**; minyak ada di belakang sekat pelimpah, air di ruang utama.
- **Level naik dianggap normal** saat laju naik, padahal waktu tinggal menyusut dan cairan dapat terbawa ke gas.
- **Minyak kental ditangani tanpa memanaskan atau memperpanjang waktu tinggal.**
- **Tekanan separator dinaikkan "setinggi mungkin"** atau **diturunkan langsung ke nol**; keduanya keliru.
- **Gelas penduga dituduh rusak** padahal cairan benar-benar terbawa ke saluran gas.
- **Bejana diperkecil atau laju dinaikkan** untuk "mempercepat" pemisahan, padahal waktu tinggal menyusut.
- **Air tawar ditambahkan** supaya minyak lebih encer, padahal selisih massa jenis menyusut.
- **Urutan massa jenis dibalik**: air disangka lebih ringan daripada minyak.

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menguji penalaran waktu tinggal pada separator tiga fasa yang kelebihan beban. Tentukan dulu apa yang berubah pada kasus (laju masuk), lalu apa akibatnya pada waktu tinggal, lalu uji tiap pernyataan.

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

►. Separator tiga fasa SP-2 di stasiun pengumpul Dahlia (2027) memisahkan gas, minyak, dan air. Sejak dua sumur baru disambungkan, laju cairan masuk naik hampir dua kali lipat, sedangkan ukuran separator dan pengaturan tinggi batas cairan tidak diubah. Operator menemukan air terbawa di saluran keluar minyak dan butiran minyak di saluran keluar air. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Pernyataan yang tepat tentang keadaan tersebut adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Waktu tinggal cairan di separator berkurang sehingga minyak dan air belum sempat terpisah.
☐ B. Minyak keluar dari bawah karena massa jenis minyak lebih besar daripada air.
☐ C. Menambah separator kedua yang dipasang paralel dapat mengembalikan waktu tinggal.
☐ D. Menaikkan tekanan separator setinggi mungkin akan membuat air turun lebih cepat.
☐ E. Menaikkan batas tinggi cairan dalam batas aman bejana dapat sedikit memperpanjang waktu tinggal.

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

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

Konsep: Separator memisahkan fluida berdasarkan perbedaan massa jenis dengan bantuan gravitasi: gas ke atas, air ke bawah, minyak di antaranya. Pemisahan butuh waktu tinggal; bila laju naik pada bejana yang sama, waktu tinggal turun dan pemisahan memburuk.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Volume bejana sama, laju naik dua kali → waktu tinggal kira-kira setengahnya.
• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: urutan massa jenis terbalik; air lebih berat sehingga turun ke bawah, minyak di atasnya.
• **Pernyataan 3** ✓ Aliran terbagi ke dua bejana sehingga laju per bejana turun dan waktu tinggal naik.
• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: tekanan berpengaruh pada pelepasan gas, tetapi pemisahan minyak-air terutama ditentukan perbedaan massa jenis dan waktu tinggal.
• **Pernyataan 5** ✓ Volume cairan di bejana bertambah sehingga cairan lebih lama berada di dalamnya sebelum keluar.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 5.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Pada soal data, coret penyebab yang bertentangan dengan angka; pada soal gambar, tarik lapisan ke saluran.

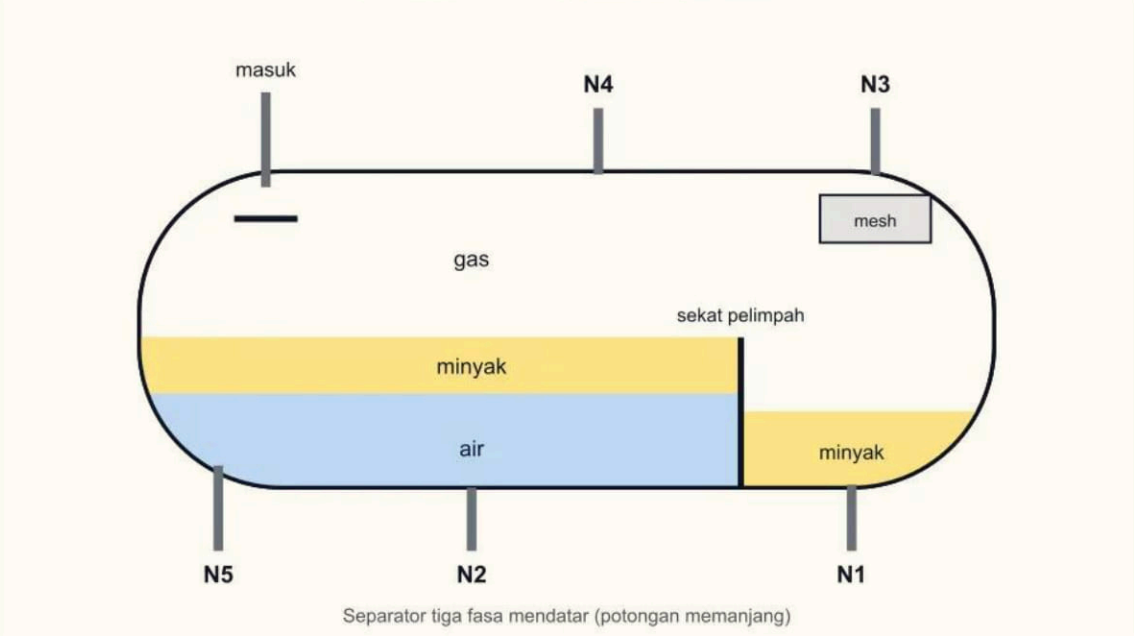
1. Separator dua fasa SP-1 (2027) mengeluarkan gas lewat bagian atas dan cairan lewat bagian bawah melalui katup pengatur level. Data operator pagi itu: gelas penduga menunjukkan cairan hampir mencapai bagian atas bejana; butiran cairan terbawa ke saluran gas; tekanan separator normal; laju fluida masuk sama seperti kemarin;

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

pengendali level memerintahkan katup cairan membuka 100%, tetapi pengukur aliran cairan keluar menunjukkan hampir nol.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penyebab yang paling mungkin adalah ....

A. Katup cairan macet tertutup atau saluran keluar cairan tersumbat
B. Laju fluida yang masuk separator naik jauh melebihi kapasitasnya
C. Tekanan separator terlalu tinggi sehingga gas terdorong ke bawah
D. Gelas penduga rusak sehingga level yang terbaca lebih tinggi
E. Massa jenis cairan turun sehingga cairan naik ke bagian atas

2. Gambar menunjukkan potongan separator tiga fasa SP-3 di stasiun pengumpul Laban (2027). Setelah perbaikan, operator menemukan air terbawa ke tangki minyak dan minyak masuk ke tangki air terproduksi. Ternyata pipa ke kedua tangki itu tertukar saat dipasang kembali ke nozzle di bagian bawah separator.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pipa menuju tangki MINYAK harus disambungkan ke nozzle ....



Separator tiga fasa mendatar (potongan memanjang)

A. N1
B. N2
C. N3
D. N4
E. N5

Kunci singkat: 1. A 2. A

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

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa menaikkan laju masuk pada separator yang sama membuat air terbawa ke saluran minyak?
- Di mana letak saluran air dan saluran minyak pada separator tiga fasa horizontal dengan sekat pelimpah, dan mengapa?
- **Yang harus kuingat:** gas naik, minyak di tengah, air turun; pemisahan butuh waktu tinggal (volume ÷ laju); tekanan melepas gas tetapi tidak mempercepat pemisahan minyak–air; minyak kental dipanaskan; tekanan diturunkan bertahap; level tinggi berarti cairan dapat terbawa ke saluran gas.



Latihan interaktif di LMS

Sub bab 4.5: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktper&node=SMKTPER-4.5

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Kuis Akhir Bab 4

SMKTPER-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-smktper&node=SMKTPER-KB4

1. Di anjungan lepas pantai Cahaya Timur (2027), sumur Balam-3 yang berhenti mengalir sendiri dibantu peralatan berikut: kompresor di geladak mengalirkan gas bertekanan lewat pipa ke ruang antara tubing dan casing, lalu gas masuk ke dalam tubing lewat katup kecil yang terpasang pada kedalaman tertentu. Di dalam sumur tidak ada batang atau motor.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Metode produksi yang dipakai pada sumur Balam-3 adalah ....

A. Pompa angguk yang digerakkan dari geladak
B. Gas lift dengan gas bertekanan dari kompresor
C. Pompa benam listrik dengan kabel daya
D. Pompa rongga progresif dengan batang putar dari permukaan
E. Sembur alam dengan ukuran choke diperbesar

2. Lapangan Tirta Mas (2027) menyediakan gas bertekanan dan kompresor yang cukup untuk satu sumur lagi dengan gas lift. Empat sumur sudah berhenti mengalir sendiri:

Sumur	Kedalaman	Lubang	Gas ikut aliran	Pasir	Minyak
T-1	700 m	lurus	sedikit	banyak	sangat kental
T-2	1.800 m	miring	banyak	sedikit	encer
T-3	650 m	lurus	sedikit	sedikit	encer
T-4	2.500 m	lurus	sedikit	sedikit	encer

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

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Sumur yang paling cocok memakai gas lift adalah ....

A. T-1, karena sumurnya dangkal dan gas mudah menjangkaunya
B. T-3, karena sumurnya lurus, dangkal, dan bebas pasir
C. T-4, karena sumurnya paling dalam dan lajunya besar
D. T-2, karena sumurnya miring dan banyak gas ikut aliran
E. Tidak ada, karena gas lift hanya untuk sumur mengalir

3. Sumur Muara Jati-2 (2027) berproduksi dengan pompa angguk. Mekanik Arif mengamati bahwa cairan yang terangkat tiap langkah turun mendadak, sedangkan unit di permukaan berjalan normal. Gas bebas ternyata ikut masuk ke tabung pompa di dasar sumur. Pembimbing meminta Arif menilai pernyataan berikut.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Pada langkah turun, katup tetap terbuka supaya cairan baru dapat masuk ke tabung pompa.
☐ B. Pada langkah naik, katup jalan menutup sehingga cairan di atas torak ikut terangkat.
☐ C. Gas yang menumpuk di tabung dapat membuat katup sulit membuka, sehingga sedikit cairan terangkat.
☐ D. Mempercepat gerak naik-turun unit adalah cara terbaik untuk mengatasi gas yang menumpuk di tabung.
☐ E. Batang pompa meneruskan gerak naik-turun balok di permukaan ke torak di dasar sumur.

4. Pada sumur dangkal Sungai Lais-1 (2027) yang minyaknya sangat kental dan berpasir, dipasang pompa rongga progresif (PCP) bermotor listrik. Dua pekan kemudian cairan yang keluar turun, tetapi motor tetap diputar pada kecepatan semula sepanjang hari. Saat pompa dicabut, karet stator ditemukan hangus dan aus. Pengawas menduga penyebabnya bukan pasir.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penyebab kerusakan yang paling mungkin adalah ....

A. Pasir halus menggerus karet stator sampai habis dalam dua pekan
B. Minyak kental mengeraskan karet stator sampai retak dan hangus
C. Kecepatan putar terlalu rendah sehingga rongga pompa penuh pasir dari lapisan
D. Sumur terlalu dalam sehingga beban batang putar melebihi batas
E. Pompa berputar tanpa cairan karena cairan di sekitar pompa menipis

5. Sumur Kalimas-3 (2027) menembus satu lapisan minyak setebal 10 m berupa batupasir halus yang lepas. Di atas dan di bawah lapisan itu tidak ada gas atau air. Casing baru

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

dipasang sampai tepat di atas lapisan, dan operator tidak ingin pasir ikut terbawa ke sumur. Teknisi Rini menyiapkan rancangan penyelesaian sumur.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Rancangan yang paling tepat adalah ....

A. Lubang terbuka tanpa penahan pasir agar biaya rendah
B. Casing sampai dasar lalu perforasi tanpa saringan
C. Saringan dan gravel pack di depan lapisan minyak
D. Penyelesaian ganda dengan dua tubing dan packer
E. Packer di dasar lapisan agar pasir tertahan di bawah

6. Sumur Bukit Jaya-6 (2027) berproduksi sembur alam. Dalam enam bulan, tekanan kepala sumur turun dari 28 bar menjadi 15 bar, sedangkan tekanan separator tetap 13 bar, dan kadar air naik dari 8 % menjadi 40 %. Kepala produksi meminta pendapat tim.
(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
Menaikkan tekanan separator menjadi 20 bar akan membantu sumur tetap mengalir sendiri.	○	○
Selisih tekanan kepala sumur dan separator yang tinggal 2 bar menandakan sumur hampir tidak mampu mengalir sendiri.	○	○
Kenaikan kadar air ikut mempercepat berhentinya aliran karena kolom cairan makin berat.	○	○

7. Sumur Rawa Indah-5 (2027) berkedalaman lapisan 1.500 m dan mengalir sendiri; tekanan di dasar sumur 135 bar, tekanan separator 9 bar. Anggap gas dan gesekan diabaikan, serta berat kolom campuran minyak dan air tiap meter dihitung dengan $(0{,}080 + 0{,}020 \times w)$ bar, dengan w kadar air (0 sampai 1). Kadar air sumur terus naik.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kadar air tertinggi yang masih memungkinkan sumur itu mengalir sendiri adalah ....

A. 20 %
B. 50 %
C. 40 %
D. 80 %
E. 10 %

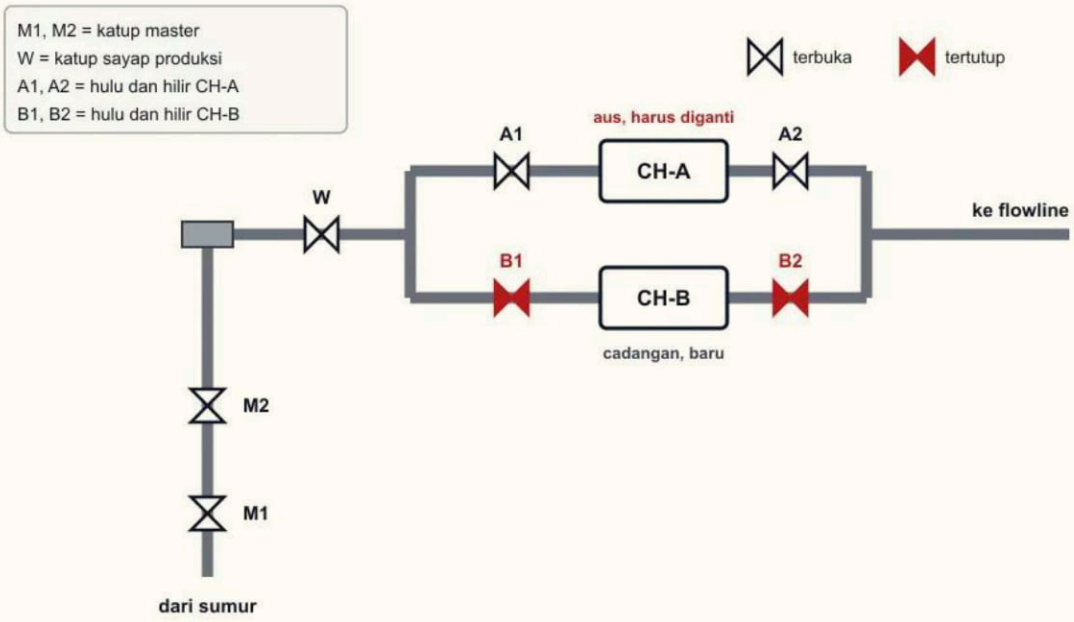
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

8. Sumur Watu Gede-4 (2027) bercasing dan disemen. Di atas lapisan minyaknya ada lapisan gas, di bawahnya lapisan air. Kepala produksi dan tim lapangan membahas rancangan perforasi dan mutu semen.
(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
Casing tanpa semen aman dipakai bila perforasinya dibuat hanya di zona minyak.	○	○
Semen yang tidak melekat baik dapat memberi jalan bagi air untuk mengalir di belakang casing menuju perforasi.	○	○
Memperpanjang perforasi sampai masuk zona air akan menambah minyak yang terproduksi.	○	○

9. Gambar menunjukkan christmas tree Sumur Karang Tinggi-3 (2027) dengan dua jalur choke. Sumur mengalir lewat CH-A, sedangkan jalur CH-B (cadangan, baru) tertutup. CH-A aus dan harus diganti, dan produksi sumur tidak boleh berhenti. SOP: katup master dan katup sayap W tidak disentuh, dan choke yang dikerjakan diisolasi di sisi hulu dan hilirnya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Urutan kerja yang paling tepat adalah ....



A. Tutup A1 dan A2, lalu buka B1 dan B2
B. Tutup W, lalu buka B1 dan B2 sebelum mengganti CH-A
C. Buka B1 dan B2, lalu tutup A1 dan A2
D. Buka B1, tutup A1, lalu biarkan A2 tetap terbuka
E. Tutup A1 saja dan biarkan A2 terbuka selama pekerjaan

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

10. Saringan pasir Sumur Tebing Raya-4 (2027) rusak dan dikerjakan ulang dengan rig. Lima kegiatan tercatat: (P) mengamankan kepala sumur dan menutup sumur; (Q) mengganti saringan pasir yang rusak; (R) memancing aliran dengan swab sampai cairan kerja keluar ke tangki terpisah; (S) mengalirkan sumur ke fasilitas uji dengan choke kecil yang diperbesar bertahap sambil memantau pasir; (T) mengalihkan sumur ke produksi rutin. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Urutan yang paling tepat adalah ....

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

11. Sumur Kembang Sore-3 (2027) distimulasi dengan asam. Hasil uji sebelum dan sesudah:

Uji	Laju cairan (bph)	Kadar air
Sebelum	300	20 %
Sesudah	360	40 %

Kepala produksi menyatakan stimulasi berhasil karena laju cairan naik 20 %. Tim memeriksa klaim itu dari minyak bersih. (bph = barel per hari.)
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penilaian yang paling tepat adalah ....

A. Berhasil, minyak bersih naik 20 % menjadi 288 bph
B. Berhasil, minyak bersih naik dari 240 menjadi 360 bph
C. Tidak berhasil, minyak bersih turun dari 240 menjadi 216 bph
D. Tidak berhasil, minyak bersih turun dari 300 menjadi 216 bph
E. Belum dapat dinilai karena kadar air tidak memengaruhi minyak

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

12. Sumur Tunas Baru-1 (2027) menembus tiga lapisan minyak yang dipisahkan serpih tebal dan bertekanan berbeda. Perusahaan ingin memproduksikan lapisan satu per satu secara bergantian tanpa mencabut tubing. Tubing dilengkapi tiga selongsong geser, masing-masing di depan satu lapisan, dengan packer di antara lapisan. Tim menilai usulan berikut. *(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. Selongsong geser dibuka atau ditutup dengan alat kabel baja untuk memilih lapisan yang diproduksikan.
☐ B. Membuka selongsong lapisan bertekanan tinggi bersama lapisan bertekanan rendah menyeimbangkan tekanan keduanya.
☐ C. Packer di antara lapisan menyekat ruang di luar tubing sehingga fluida satu lapisan tidak mengalir ke lapisan lain.
☐ D. Dengan tiga selongsong terbuka sekaligus, produksi tiap lapisan tetap dapat diukur terpisah.
☐ E. Untuk produksi bersamaan yang terukur terpisah, dua tubing dengan packer lebih tepat daripada selongsong geser.

13. Sumur Arus Deras-2 (2027), bercasing dan diperforasi di zona minyak, selama dua tahun menghasilkan air kurang dari 5 %. Tiba-tiba kadar air naik menjadi 60 % tanpa perubahan laju cairan atau choke. Lapisan air berada 6 m di bawah perforasi, dan pemeriksaan menunjukkan semen sepanjang 6 m itu tidak melekat baik pada casing. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Tindakan yang paling tepat adalah ....

A. Menyekat jalan air di belakang casing dengan penyemenan ulang
B. Memperbesar choke agar minyak lebih banyak mendorong air
C. Menambah perforasi di zona minyak yang lebih rendah
D. Memasang pompa lebih besar agar semua air ikut terangkat
E. Menutup sumur selamanya karena seluruh lapisan sudah berair

14. Sumur Pasir Hitam-2 (2027), batupasir lepas dengan saringan pasir, diuji dengan empat ukuran choke. Insinyur menetapkan batas pasir maksimal 0,1 %. (bph = barel per hari.)

Choke	Cairan (bph)	Air	Pasir
12/64 in	150	4 %	0 %
20/64 in	300	5 %	0,03 %
28/64 in	420	10 %	0,08 %
36/64 in	520	22 %	0,35 %

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. Choke 36/64 in tidak boleh dipakai karena pasirnya melampaui batas 0,1 %.
☐ B. Minyak bersih pada choke 28/64 in sekitar 378 bph.
☐ C. Choke 36/64 in layak dipilih karena minyak bersihnya terbesar.
☐ D. Choke 12/64 in menghasilkan 144 bph minyak bersih dan terbaik dipakai terus-menerus.
☐ E. Di antara choke yang memenuhi batas pasir, 28/64 in menghasilkan minyak bersih terbesar.

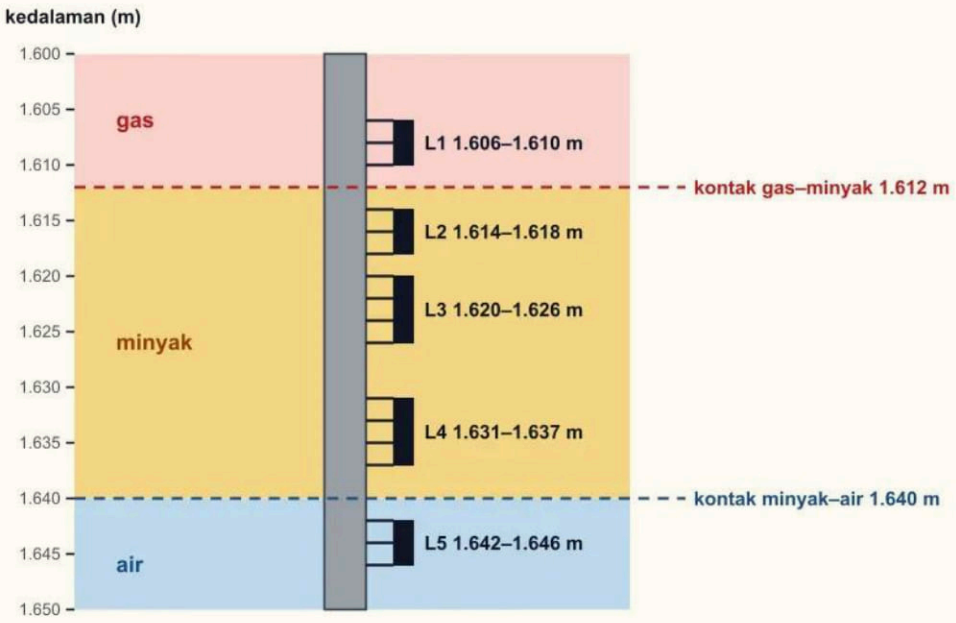
15. Flowline sumur Lembayung-9 (2027) akan diperbaiki selama dua hari. Tidak ada keadaan darurat; sumur hanya perlu dihentikan sementara dengan cara yang lazim dipakai sehari-hari, dan peralatan di dalam sumur tidak dikerjakan. Teknisi Dwi memilih katup pada christmas tree untuk menutup sumur.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Katup yang paling tepat ditutup adalah ....

A. Katup sayap produksi
B. Katup master bawah
C. Katup master atas
D. Katup swab di puncak
E. Katup sayap kill

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

16. Gambar menunjukkan kedalaman kontak fluida dan lima interval perforasi usulan untuk sumur Gunung Sari-7 (2027). Insinyur reservoir menetapkan jarak aman minimal 5 m dari kontak gas–minyak dan dari kontak minyak–air. Teknisi Hendra diminta menentukan interval yang boleh diperforasi.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Interval yang memenuhi syarat adalah ....



A. L2 dan L3
B. Hanya L3
C. L3 dan L4
D. L2, L3, dan L4
E. L1 dan L5

17. Sumur Mata Air-1 (2027) baru selesai di-swab; cairan kerjanya sudah keluar dan sumur mulai mengalirkan minyak. Flowline ke manifold sudah terpasang dan teruji tekanannya. Kepala produksi bertanya apa yang dikerjakan sebelum sumur itu dimasukkan ke produksi rutin bersama sumur lain.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Langkah yang paling tepat adalah ....

A. Membuka choke sepenuhnya agar sumur segera mencapai laju maksimum
B. Menyambungkan ke header produksi lebih dulu, lalu menguji bersama sumur lain
C. Menyusun alokasi produksi sumur sebelum ada hasil pengukuran
D. Menunggu satu tahun tanpa mengukur apa pun agar aliran stabil
E. Mengujinya sendirian di fasilitas uji dengan choke diperbesar bertahap

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

18. Stasiun Pengumpul Sidodadi (2027) mengolah fluida bergas. Gas dari separator bertekanan rendah akan dikirim ke pipa gas bertekanan lebih tinggi. Tim operasi membahas penanganan gas dan air di stasiun 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
Gas dari separator bertekanan rendah perlu dimampatkan kompresor sebelum masuk pipa gas bertekanan lebih tinggi.	○	○
Gas yang masih dapat dijual sebaiknya dibakar di suar agar tidak mengganggu pipa.	○	○
Air terproduksi dari separator ditampung di tangki yang sama dengan minyak penjualan agar hemat lahan.	○	○

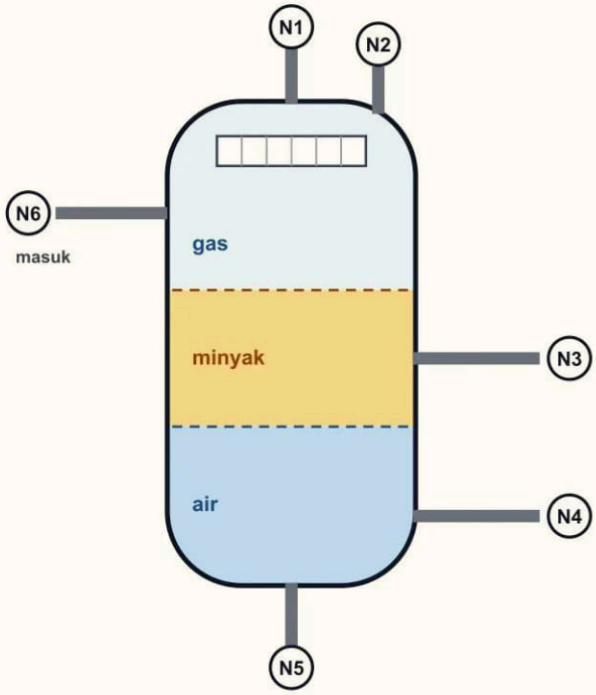
19. Separator tiga fasa SP-12 di Stasiun Alam Raya (2027) menerima laju tetap 30 m^3 cairan per jam. Sejak tiga bulan terakhir, air makin sering terbawa ke saluran minyak. Penguras endapan belum pernah dibuka sejak dipasang delapan bulan lalu. Saat akhirnya dikuras, keluar banyak pasir dan lumpur. Dua sumur penghasil pasir baru disambung dua bulan sebelumnya.
(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. Menaikkan tekanan separator akan melarutkan endapan pasir di dasar bejana.
☐ B. Endapan pasir mengurangi volume efektif bejana sehingga waktu tinggal cairan menyusut.
☐ C. Karena laju masuk tidak berubah, waktu tinggal cairan pasti tidak berubah.
☐ D. Mengurasnya lewat penguras endapan secara berkala mencegah gangguan seperti ini.
☐ E. Menelusuri penahan pasir pada dua sumur penghasil pasir membantu mengurangi sumber pasirnya.

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

20. Gambar menunjukkan penampang separator vertikal tiga fasa Stasiun Mutiara (2027) dengan nozzle N1 sampai N6. Nozzle N5 di titik terendah bejana menuju drain tertutup untuk menguras endapan, dan N2 adalah katup pengaman. Setelah perbaikan, pipa menuju tangki air terproduksi harus disambungkan kembali.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pipa menuju tangki AIR harus disambungkan ke nozzle ....



A. N1
B. N3
C. N5
D. N6
E. N4

21. Operator Stasiun Kembang Jati (2027) mencatat keadaan katup manifold empat sumur pada pukul 08.00. Separator produksi dan separator uji sama-sama beroperasi.

Sumur	Katup ke header produksi	Katup ke header uji
S-1	terbuka	tertutup
S-2	terbuka	terbuka
S-3	tertutup	terbuka
S-4	terbuka	tertutup

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. Aliran S-2 terbagi ke dua header, sehingga hasil di separator uji tidak mewakili satu sumur.
☐ B. Sumur S-3 sedang diuji sendirian di separator uji karena katup produksinya tertutup.
☐ C. Menutup katup S-2 ke header produksi adalah cara tercepat membuat uji S-3 terukur sendirian.
☐ D. Menutup katup S-2 ke header uji tidak menghentikan S-2 karena ke header produksinya masih terbuka.
☐ E. Menutup katup S-3 ke header uji menghentikan S-3 karena katup ke header produksinya sudah tertutup.

22. Teknisi Rudi (2027) membongkar separator tiga fasa horizontal Stasiun Gelora untuk perawatan dan memeriksa bagian dalamnya: pengalih masuk, sekat pelimpah, pengabut, dan pengendali level. Untuk laporan, ia menuliskan akibat bila masing-masing bagian rusak.
(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. Bila pengabut rusak, minyak dan air di ruang utama tidak dapat lagi terpisah karena tetesan cairan menumpuk.
☐ B. Bila pengabut rusak, tetesan cairan halus lebih mudah terbawa ke saluran gas.
☐ C. Bila sekat pelimpah bocor, air dari ruang utama ikut ke ruang minyak dan keluar lewat saluran minyak.
☐ D. Bila pengendali level rusak dan katup keluaran macet, level dapat naik sampai cairan terbawa ke saluran gas.
☐ E. Bila pengalih masuk dilepas, gas tidak akan terpisah dari cairan sama sekali karena gravitasi berhenti bekerja.

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

23. Meter serah terima Stasiun Pantai Barat (2027) menunjukkan kadar air minyak yang akan diserahkan 3 %, sedangkan syarat pembeli maksimal 0,5 %. Pemanas emulsi stasiun itu sedang dilewati melalui jalur pintas karena diperbaiki. Supervisor meminta tim menilai langkah-langkah berikut.
(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. Minyak yang melebihi syarat sebaiknya tidak diserahkan, tetapi dialihkan untuk diolah ulang.
☐ B. Kadar air tinggi kemungkinan besar berkaitan dengan pemanas emulsi yang sedang dilewati.
☐ C. Menutup meter serah terima akan menurunkan kadar air minyak yang akan diserahkan.
☐ D. Setelah perbaikan, minyak dialirkan lewat pemanas emulsi lagi sebelum diserahkan.
☐ E. Kadar air tinggi tidak masalah karena pembeli tetap membayar semua volume termasuk air.

24. Separator tiga fasa SP-4 di Stasiun Bumi Sejahtera (2027) berisi 10 m^3 cairan saat bekerja dan menerima 40 m^3 cairan per jam. Pemisahan minyak–air memerlukan waktu tinggal tidak kurang dari 15 menit. Dua sumur baru akan disambung sehingga laju naik menjadi 60 m^3 per jam. Insinyur diminta memilih cara agar syarat waktu tinggal tetap terpenuhi.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Cara yang paling tepat adalah ....

A. Menaikkan batas level hingga volume cairan 12 m^3
B. Mengganti bejana dengan yang berisi 14 m^3 cairan
C. Menaikkan tekanan separator setinggi mungkin
D. Memasang satu separator identik lagi secara paralel
E. Menurunkan level hingga volume cairan 8 m^3

25. Sampel fluida dari separator Stasiun Tirta Mulya (2027) dimasukkan ke gelas ukur tinggi dan didiamkan. Hasil pengukuran massa jenis tiga cairan di dalamnya, yang tidak bercampur: minyak 0,85 kg/L, air formasi 1,05 kg/L, dan kondensat 0,75 kg/L. Operator ingin mengetahui susunan cairan itu dari atas ke bawah.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Susunan cairan dari atas ke bawah adalah ....

A. air formasi, minyak, kondensat
B. kondensat, minyak, air formasi
C. minyak, kondensat, air formasi
D. kondensat, air formasi, minyak
E. minyak, air formasi, kondensat

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 · Metode produksi sumur: sembur alam dan pengangkatan buatan	1, 2, 3, 4, 6, 7	___ / 6	Ulangi hlm. 278
Sub bab 4.2 · Sistem penyelesaian sumur (well completion)	5, 8, 12, 13, 16	___ / 5	Ulangi hlm. 296
Sub bab 4.3 · Dari sumur siap produksi hingga produksi berkelanjutan	10, 11, 14, 17	___ / 4	Ulangi hlm. 310
Sub bab 4.4 · Jenis dan komponen utama peralatan produksi migas	9, 15, 18, 21, 23	___ / 5	Ulangi hlm. 322
Sub bab 4.5 · Prinsip kerja separator	19, 20, 22, 24, 25	___ / 5	Ulangi hlm. 336

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

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Bab 5 · Pengolahan, Pengukuran, dan Utilitas Migas

SMKTPER-B5

Setelah mempelajari bab ini, kamu dapat:

- membedakan produksi dari pengolahan, mengurutkan unit proses, dan menggolongkan produk migas
- membandingkan sifat minyak, gas, dan air formasi serta akibatnya di lapangan
- memilih dan membaca alat ukur tekanan, suhu, laju alir, dan level
- menghitung volume minyak, tinggi cairan, pemuaian, dan berat jenis secara sederhana
- mengenali sistem utilitas dan menelusuri gangguannya

Peta bab

Sub bab	Judul
5.1	Dari produksi ke pengolahan: unit proses, alur, dan produk migas
5.2	Sifat fluida produksi: minyak, gas, dan air
5.3	Alat ukur tekanan, suhu, laju alir, dan level cairan
5.4	Perhitungan volume minyak, tinggi cairan, pemuaian, dan berat jenis
5.5	Sistem utilitas: udara tekan, uap, air pendingin, listrik, dan bahan bakar

Bab 5 di LMS

Buka seluruh latihan bab ini di LMS.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktper&node=SMKTPER-B5

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

Sub bab 5.1 · Dari produksi ke pengolahan: unit proses, alur, dan produk migas

SMKTPER-5.1

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi Teknik Perminyakan meminta kamu **memahami perbedaan produksi dan pengolahan, fungsi unit proses, serta menggolongkan produk migas**. Soal tidak akan menyuruhmu menghafal nama unit. Soal akan menceritakan sebuah perusahaan fiktif dengan beberapa kegiatan atau unit, lalu memintamu **menentukan mana yang termasuk pengolahan, mengurutkan unit dalam sebuah alur, menunjuk titik pengambilan sebuah produk pada kolom distilasi, atau menggolongkan produk menjadi hulu, antara, atau hilir**.

Bentuknya bisa pilihan ganda biasa, pilihan ganda kompleks, atau pernyataan Benar/Salah. Pengecohnya hampir selalu berupa kegiatan yang tampak seperti "proses kilang" padahal hanya memisahkan fasa di lapangan, urutan unit yang masuk akal sekilas tetapi melanggar alasan teknisnya, atau produk yang digolongkan dari **tempat pembuatannya**, bukan dari **penggunaannya**.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- membedakan produksi (di lapangan) dari pengolahan (mengubah menjadi produk baru);
- mengurutkan unit kilang minyak dan menjelaskan alasan urutannya;
- menunjuk titik pengambilan fraksi pada kolom distilasi dari suhu dan rentang titik didihnya;
- mengurutkan unit pengolahan gas dan menyebut hasil tiap unit;
- menjelaskan rantai petrokimia secara garis besar;
- menggolongkan produk menjadi hulu, antara, dan hilir menurut definisi dan penggunaannya.

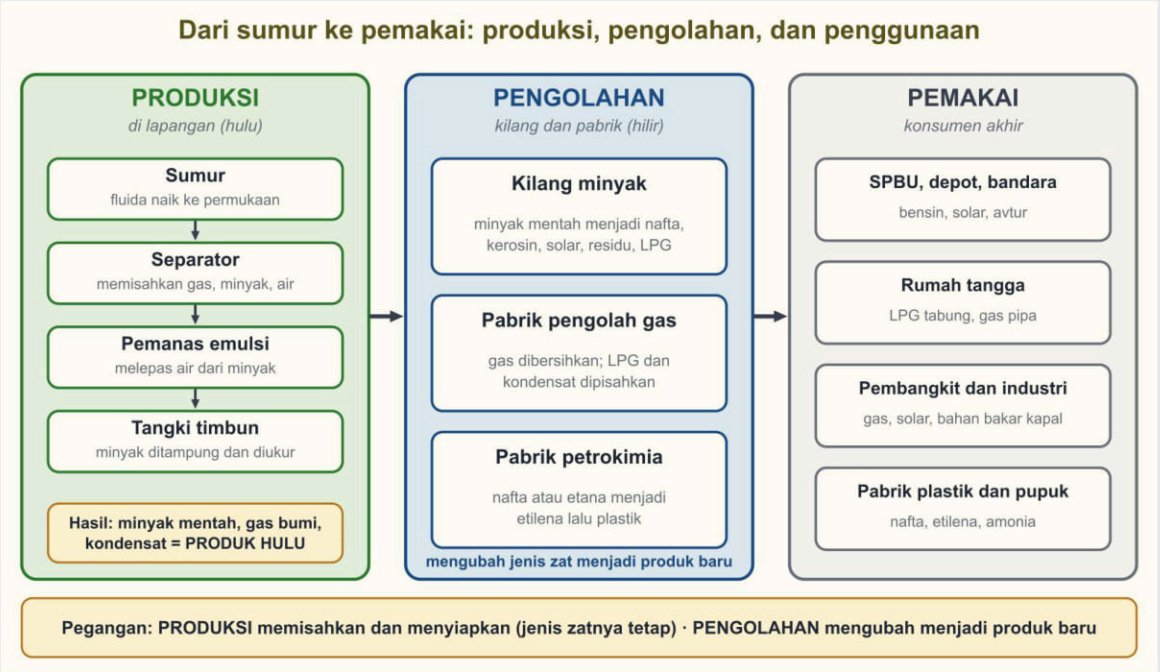
◆ KONSEP INTI

Minyak mentah yang keluar dari sumur belum bisa dipakai untuk menjalankan mobil, pesawat, atau kompor. Ia adalah campuran ratusan jenis senyawa hidrokarbon, bercampur air asin, garam, dan kadang gas. Gas bumi dari sumur pun belum boleh dialirkan ke rumah tangga atau pabrik: ia masih membawa air, gas beracun, dan cairan berat. Karena itu ada dua tahap besar. **Produksi** membawa fluida ke permukaan dan menyiapkannya. **Pengolahan** mengubahnya menjadi produk yang berguna. Sub bab ini menjelaskan keduanya dari gambaran besar sampai urutan unitnya, lalu cara menggolongkan produknya.

1. Produksi dan pengolahan: beda pekerjaan, beda hasil

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

Lihat Gambar 5.1. Dari sumur sampai pemakai, ada tiga kelompok kegiatan.



Gambar 5.1 Produksi menyiapkan fluida di lapangan tanpa mengubah jenis zatnya; pengolahan mengubahnya menjadi produk baru; pemakai menggunakan produk itu. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Produksi adalah semua kegiatan di lapangan yang mengangkat fluida dari sumur, memisahkannya, menyiapkannya, menyimpan, dan mengirimnya. Fluida sumur terdiri atas gas, minyak, dan air. Di **separator** (bejana pemisah) ketiganya dipisahkan menurut fasanya. Bila minyak masih berbentuk emulsi dengan air, ia dipanaskan di **pemanas emulsi** (*heater treater*) supaya airnya terlepas. **Emulsi** adalah campuran minyak dan air yang butirannya tersebar halus sehingga tidak mudah memisah sendiri. Minyak yang sudah bersih ditampung di tangki timbun, diukur di **meter serah terima** (alat ukur tempat minyak diserahkan kepada pembeli atau pengangkut), lalu dipompa ke pipa atau truk. Perhatikan satu ciri penting: **zat yang keluar tetap minyak mentah**. Ia hanya lebih bersih, lebih kering, dan sudah terukur.

Pengolahan adalah kegiatan **mengubah** minyak mentah atau gas bumi menjadi produk lain yang berbeda sifat dan kegunaannya. Contoh paling dikenal adalah kilang minyak yang mengubah minyak mentah menjadi bensin, solar, dan avtur. Namun pengolahan bukan hanya kilang minyak. **Pabrik pengolah gas** mengubah gas basah dari sumur menjadi gas jual, LPG, dan cairan lain. **Pabrik petrokimia** mengubah nafta atau etana menjadi bahan dasar plastik. **Pabrik pupuk** mengubah gas bumi menjadi amonia lalu urea.

Perbedaan itu bisa diuji dengan satu pertanyaan: **apakah jenis zatnya berubah menjadi produk lain?** Bila hanya dipisahkan menurut fasa, dibersihkan dari air, dipompa, atau diukur, jawabannya tidak: itu produksi. Bila minyak mentah menjadi solar atau gas menjadi LPG dan gas jual, jawabannya ya: itu pengolahan. Tabel berikut melatih pertanyaan itu pada kegiatan sehari-hari di industri migas.

Kegiatan	Golongan	Alasan

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

Memisahkan gas, minyak, dan air di separator	produksi	hanya memisahkan fasa; minyaknya tetap minyak mentah
Memanaskan emulsi di pemanas emulsi lapangan	produksi	melepas air; hasilnya masih minyak mentah
Memompa minyak mentah ke tangki timbun	produksi	memindahkan, tidak mengubah
Mengukur minyak di meter serah terima	produksi	mengukur jumlah yang diserahkan
Menyuling minyak mentah menjadi nafta, kerosin, dan solar	pengolahan	menghasilkan produk baru
Membuang CO_2 dan H_2S dari gas lalu memisahkan LPG	pengolahan	mengubah gas basah menjadi beberapa produk
Mengubah nafta menjadi etilena	pengolahan	menghasilkan zat baru

Hubungkan ini dengan sub bab 1.1. Di sana kamu belajar bahwa kata "pengolahan" punya dua arti: pengolahan sederhana di lapangan (memisahkan gas, minyak, air) tergolong **hulu**, dan pengolahan di kilang (mengubah menjadi produk) tergolong **hilir**. Sub bab ini memakai istilah **produksi** untuk yang pertama dan **pengolahan** untuk yang kedua, sama seperti kisi-kisi dan soal.

2. Kilang minyak: unit-unit dan urutannya

Kilang adalah rangkaian unit yang bekerja berurutan. Gambar 5.2 menunjukkan jalur utama kilang yang paling sederhana, yaitu kilang distilasi atmosferik.



Gambar 5.2 Minyak mentah dipanaskan awal, dibersihkan dari garam di desalter, dipanaskan sampai suhu tinggi di dapur, lalu masuk kolom distilasi. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Tangki minyak mentah menampung minyak yang datang lewat pipa atau kapal. Ia menjadi penyangga: kilang bekerja terus-menerus, sedangkan kedatangan minyak tidak selalu merata.

Pemanas awal menaikkan suhu minyak mentah memakai panas dari aliran produk yang sudah

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

panas. Cara ini menghemat bahan bakar. Alat yang dipakai disebut penukar panas: dua aliran dengan suhu berbeda bersentuhan lewat dinding logam sehingga yang panas melepas panas dan yang dingin menyerapnya.

Desalter (*desalter*, pembuang garam) membuang garam dan air asin dari minyak mentah. Minyak mentah hampir selalu membawa air asin dari reservoir. Di desalter, minyak dicampur sedikit air bersih sebagai air pencuci sehingga garam larut ke dalam air. Campuran lalu diendapkan, dan di banyak desalter dibantu **medan listrik** yang menyatukan butiran air supaya lebih cepat turun. Air asin keluar dari dasar bejana dan dikirim ke pengolahan limbah. Desalter bekerja pada suhu hangat, sekitar 100–150 °C menurut sumber umum, jauh lebih rendah daripada suhu dapur.

Dapur pemanas (*furnace*, tungku bakar) memanaskan minyak sampai suhu tinggi, sekitar 350 °C atau lebih menurut jenis minyaknya, sehingga hampir semua bagian yang bisa menguap berubah menjadi uap. Suhunya tidak dinaikkan sembarangan karena pada suhu yang terlalu tinggi minyak mulai terurai dan membentuk kerak karbon di pipa.

Kolom distilasi atmosferik adalah menara tinggi tempat uap dan cairan dipisahkan menjadi fraksi-fraksi. Bagian 3 menjelaskannya.

Mengapa **desalter harus sebelum dapur dan kolom**? Garam yang ikut dipanaskan sampai ratusan derajat akan menimbulkan dua masalah. Pertama, garam menempel dan membentuk **kerak** yang menyumbat pipa dapur dan mengurangi perpindahan panas. Kedua, garam tertentu (misalnya magnesium klorida dan kalsium klorida) pada suhu tinggi bereaksi dengan air dan menghasilkan **asam klorida** yang mengkaratkan logam. Dapur dan kolom adalah bagian termahal kilang, sehingga garam dibuang lebih dulu selagi minyak masih hangat, jauh sebelum suhu tinggi. Urutan yang benar karena itu: **tangki → pemanas awal → desalter → dapur → kolom distilasi**. Pada gambar-gambar lain kamu mungkin menemukan pemanas awal dibagi dua tahap (sebelum dan sesudah desalter); urutan desalter sebelum dapur tidak berubah.

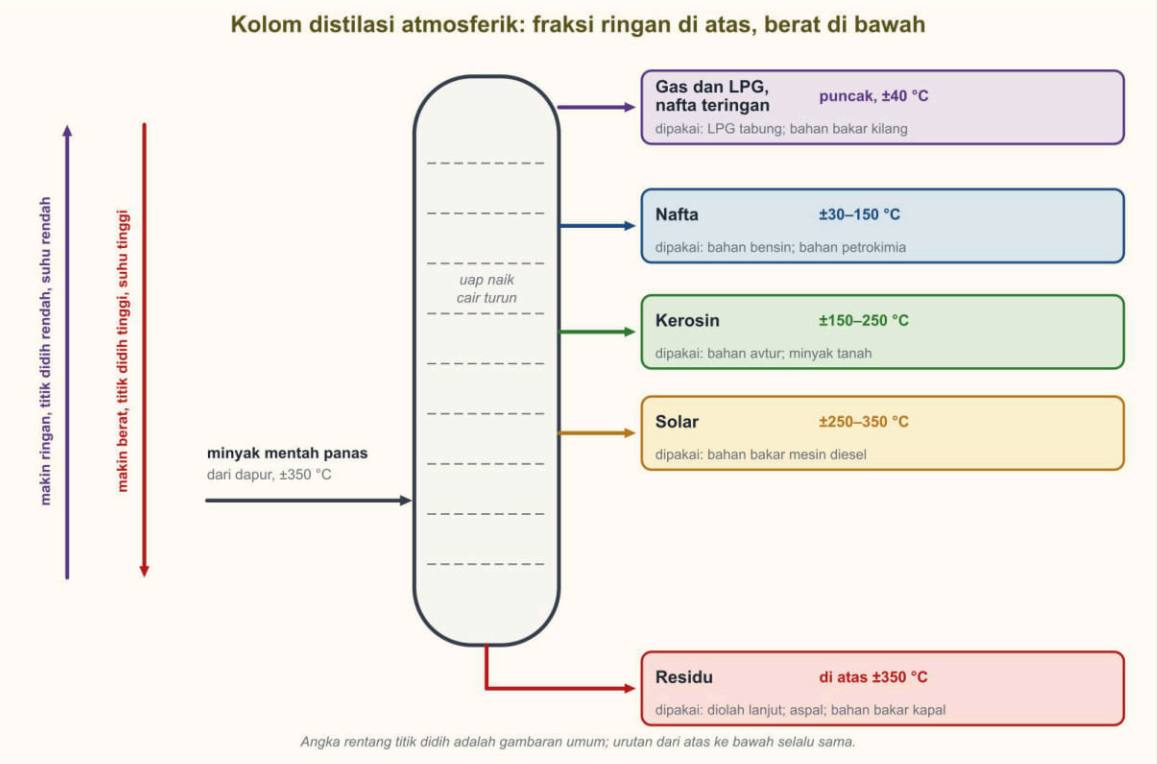
3. Distilasi atmosferik dan fraksi

Distilasi adalah cara memisahkan campuran cairan berdasarkan perbedaan **titik didih**. Titik didih adalah suhu saat suatu zat cair mendidih dan berubah menjadi uap. Setiap senyawa hidrokarbon punya titik didih sendiri: molekul kecil dan ringan mendidih pada suhu rendah, molekul besar dan berat mendidih pada suhu tinggi. Kata **atmosferik** berarti kolom bekerja pada tekanan sekitar tekanan udara luar, bukan pada tekanan hampa.

Caranya begini. Minyak panas dari dapur masuk ke bagian bawah kolom. Bagian yang mudah menguap berubah menjadi uap dan naik. Di dalam kolom ada banyak **baki** (sekat berlubang) bersuhu makin rendah ke atas. Saat uap naik dan bertemu baki yang lebih dingin dari titik embunnya, uap itu mengembun menjadi cairan di baki tersebut. Uap yang masih lebih ringan terus naik ke baki berikutnya. Akibatnya, **suhu paling tinggi ada di dasar kolom dan paling rendah di puncak**, dan zat yang berbeda berkumpul pada ketinggian yang berbeda. Cairan yang terkumpul pada satu ketinggian diambil lewat pipa samping sebagai satu **fraksi**, yaitu satu kelompok senyawa dengan rentang titik didih berdekatan. Gambar 5.3 memperlihatkan

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

hasilnya.



Gambar 5.3 Fraksi ringan diambil di bagian atas kolom, fraksi berat di bagian bawah. Rentang suhu pada gambar adalah gambaran umum. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Kelima kelompok hasil utamanya, dari atas ke bawah, adalah sebagai berikut.

Fraksi	Rentang titik didih (gambaran umum)	Ringan atau berat	Penggunaan utama
Gas dan LPG	di bawah ±30 °C (keluar bersama uap puncak)	paling ringan	LPG tabung, bahan bakar kilang
Nafta	±30–150 °C	ringan	bahan baku bensin dan petrokimia
Kerosin	±150–250 °C	menengah	bahan avtur, minyak tanah
Solar	±250–350 °C	berat	bahan bakar mesin diesel
Residu	di atas ±350 °C	paling berat	diolah lagi, aspal, bahan bakar kapal

Dua hal perlu dicatat. Pertama, **angka rentang berbeda-beda antar kilang dan antar sumber**. Satu buku menulis kerosin 150–250 °C, buku lain 180–240 °C. Yang tidak berubah adalah **urutannya**: gas dan LPG di puncak, lalu nafta, kerosin, solar, dan residu paling bawah. Soal akan memberi angka rentang sendiri, jadi kamu cukup mencocokkan angka itu dengan suhu pada gambar. Kedua, **residu** adalah bagian yang tidak menguap pada suhu dapur dan tetap cair di dasar kolom. Residu tidak dibuang. Ia diolah lagi, misalnya di unit distilasi vakum (kolom bertekanan sangat rendah sehingga bagian berat bisa menguap pada suhu lebih rendah), atau dijual sebagai aspal dan bahan bakar kapal.

Gambar 5.4 menunjukkan badan sebuah kolom distilasi sungguhan yang sedang diangkut ke

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

kilang. Perhatikan betapa besarnya, dan sambungan pipa berflens (*nozzle*) di sisinya yang menjadi tempat pipa masuk dan keluar.



Gambar 5.4 Badan kolom distilasi untuk sebuah kilang yang sedang diangkut. Foto: Carlos Valenzuela, CC BY-SA 4.0, Wikimedia Commons (ukuran diperkecil).

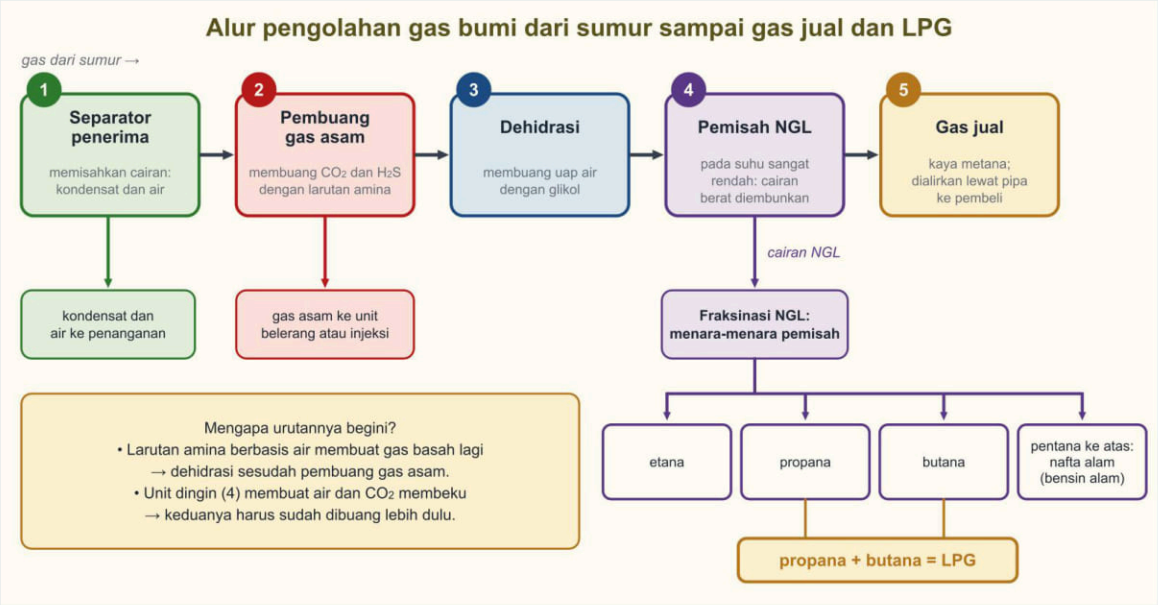
Fraksi dari kolom biasanya belum langsung menjadi produk jadi. Nafta, misalnya, dapat dipakai sebagai bahan baku petrokimia, atau diolah lagi menjadi bahan bensin. Pengolahan lanjutan itu memakai unit-unit yang cukup kamu kenal namanya: **reforming** (mengubah susunan molekul nafta agar menjadi bahan bensin bermutu lebih baik) dan **cracking** atau perengkahan (memecah molekul besar dari fraksi berat menjadi molekul yang lebih kecil dan lebih berharga). Kamu tidak diminta menjelaskan cara kerjanya. Kamu hanya perlu tahu bahwa keduanya adalah unit pengolahan lanjut setelah distilasi.

> **Pengayaan.** Pada kilang yang lebih lengkap, residu atmosferik dipanaskan lagi lalu masuk **kolom distilasi vakum**. Tekanan yang sangat rendah membuat fraksi berat menguap tanpa harus dipanaskan sampai suhu yang membuatnya terurai. Hasilnya berupa gas oil vakum yang diolah lanjut dan residu vakum. Soal TKA tidak menanyakan detail ini; tujuannya hanya memperlihatkan bahwa "residu" dapat diolah lagi.

4. Pengolahan gas: dari gas basah ke gas jual dan LPG

Gas yang keluar dari sumur disebut **gas basah** karena membawa banyak zat selain metana. Gambar 5.5 menunjukkan alur pengolahannya.

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



Gambar 5.5 Gas dipisahkan dari cairannya, dibuang gas asamnya, dikeringkan, lalu cairan beratnya dipisahkan pada suhu rendah. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Tiga hal membuat gas basah belum layak dijual. **Pertama, gas asam**, yaitu karbon dioksida (CO_2) dan hidrogen sulfida (H_2S). H_2S beracun dan sangat berbahaya bagi pekerja, sedangkan CO_2 dan H_2S dengan air membuat pipa berkarat. **Kedua, uap air**, yang menyebabkan karat dan pada suhu rendah dapat membentuk padatan seperti es bersama gas sehingga menyumbat pipa. **Ketiga, cairan hidrokarbon berat** seperti propana, butana, dan pentana. Cairan ini justru berharga bila dipisahkan dan dijual sendiri. Alur pengolahannya tertata dari "kotor ke berharga".

1. **Separator penerima.** Cairan bebas, yaitu **kondensat** (cairan hidrokarbon ringan yang mengembun dari gas) dan air, dipisahkan dari gas. Kondensat dijual atau dikirim ke kilang; dalam soal dan laporan perusahaan, kondensat dari lapangan dihitung sebagai produk hulu.
2. **Pembuang gas asam.** Gas dialirkan melalui larutan penyerap, yang paling umum larutan **amina**. Larutan ini menangkap H_2S dan CO_2. Sering larutan amina dibuat berbasis air.
3. **Dehidrasi.** Uap air dibuang, biasanya dengan **glikol** yang menyerap air. Dehidrasi harus **sesudah** pembuang gas asam, karena larutan amina berbasis air membuat gas keluar dalam keadaan jenuh uap air lagi.
4. **Pemisah NGL. NGL** (*natural gas liquids*, cairan gas bumi) adalah hidrokarbon yang lebih berat daripada metana: etana, propana, butana, dan seterusnya. Gas didinginkan sampai suhu sangat rendah sehingga NGL mengembun dan terpisah dari metana. Karena unit ini sangat dingin, air dan CO_2 yang tersisa akan **membeku dan menyumbat**. Itu sebabnya dehidrasi dan pembuang gas asam harus lebih dahulu.
5. **Fraksinasi NGL.** Cairan NGL dipisahkan lagi di menara-menara menurut titik didihnya menjadi etana, propana, butana, dan **nafta alam** (bensin alam), yaitu campuran pentana dan hidrokarbon yang lebih berat. **LPG** (*liquefied petroleum gas*, gas minyak bumi cair) adalah campuran **propana dan butana** yang dicairkan dengan tekanan dan dikemas dalam tabung. Sisa gas yang kaya metana menjadi **gas jual** yang dialirkan lewat pipa.

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

Urutan lengkapnya: **separator → pembuang gas asam → dehidrasi → pemisah NGL → fraksinasi → gas jual dan LPG**. Gas yang diolah lebih jauh menjadi **LNG** (gas yang didinginkan sampai sekitar −160 °C sehingga menjadi cairan untuk diangkut kapal; lihat sub bab 1.1) memakai unit pencairan tersendiri setelah gas bersih.

5. Rantai petrokimia

Petrokimia adalah industri yang memakai produk migas sebagai bahan baku untuk membuat bahan kimia dan plastik. Bahan bakunya dua: **nafta** dari kilang, dan **etana** serta **propana** dari pengolahan gas. Gambar 5.6 menunjukkan dua rantai sederhana.



Gambar 5.6 Rantai dari minyak mentah dan dari gas bumi. Warna menunjukkan golongan produk menurut penggunaannya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Pada rantai pertama, nafta dipanaskan sangat tinggi bersama uap air di pabrik petrokimia sehingga molekulnya pecah menjadi molekul kecil seperti **etilena** dan propilena. Proses itu bernama perengkahan uap (*steam cracking*). Etilena kemudian dirangkai menjadi rantai panjang bernama **polietilena** lewat proses polimerisasi. Polietilena dijual sebagai butiran plastik kepada pabrik plastik yang membentuknya menjadi kantong, ember, dan pipa. Pada rantai kedua, gas bumi diolah menjadi hidrogen, lalu menjadi **amonia**, lalu menjadi **urea** (pupuk) yang dijual kepada petani.

Dari dua rantai itu terlihat pola penting: **setiap langkah menghasilkan zat baru yang bisa menjadi bahan baku langkah berikutnya**. Hasil di tengah rantai itulah yang disebut produk antara.

6. Produk hulu, produk antara, dan produk hilir

Hasil kegiatan migas digolongkan menjadi tiga kelompok. Tiga definisi berikut dipakai pada sub bab ini, dan soal-soal biasanya menuliskan definisinya sendiri di awal. Bila soal memberi definisi, **pakailah definisi dari soal**.

- **Produk hulu** adalah hasil langsung kegiatan eksplorasi dan produksi di lapangan: minyak

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

mentah, gas bumi, dan kondensat.

- **Produk antara** adalah hasil olahan yang **masih menjadi bahan baku** proses lain: contohnya nafta yang dikirim ke pabrik petrokimia, etilena, amonia, dan butiran plastik yang dibeli pabrik plastik.
- **Produk hilir** adalah produk yang **siap dipakai konsumen**: bensin di SPBU, avtur yang diisikan ke pesawat, LPG tabung di dapur, urea di sawah, oli kemasan, dan kantong plastik.

Kunci yang sering menjebak: **golongan ditentukan oleh penggunaan produk itu, bukan oleh tempat pembuatannya**. Nafta dibuat di kilang, tetapi bila dikirim ke pabrik petrokimia untuk diolah lagi, ia produk antara, bukan produk hilir kilang. Gas bumi dipakai pabrik pupuk, tetapi ia hasil langsung lapangan sehingga tetap produk hulu, bukan hilir. Satu zat bisa masuk dua golongan: **LPG** yang diisikan ke tabung 3 kg untuk rumah tangga adalah produk hilir, sedangkan LPG yang dikirim ke pabrik petrokimia sebagai bahan baku adalah produk antara. Bandingkan juga **kondensat**: wujudnya cair dan mirip bensin, tetapi ia hasil langsung lapangan gas sehingga produk hulu, bukan produk hilir.

Cara memeriksa cepat: tanyakan dua hal berurutan. **Apakah ia hasil langsung lapangan?** Bila ya, hulu. **Bila bukan, apakah ia akan diolah lagi sebelum sampai konsumen?** Bila ya, antara; bila tidak, hilir.

▣ CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Mengurutkan unit sebuah kilang mini

PT Bahari Nusantara (fiktif) membangun kilang mini di Kalimantan pada 2027. Dalam diagram alirnya ada lima kotak tanpa nomor: (a) dapur pemanas, (b) tangki minyak mentah, (c) kolom distilasi atmosferik, (d) desalter, (e) tangki produk. Insinyur muda diminta menyusun urutan aliran minyak. *Kasus disusun untuk contoh; perusahaan dan tempat fiktif.*

1. **Awal dan akhir.** Minyak mentah masuk dari penampungan, jadi awalnya (b). Produk akhirnya ditampung, jadi akhirnya (e).
2. **Garam lebih dulu.** Desalter (d) bekerja pada suhu hangat dan harus sebelum suhu tinggi, agar garam tidak membuat kerak dan asam di dapur dan kolom. Jadi (d) sebelum (a).
3. **Panas sebelum pemisahan.** Kolom (c) memerlukan minyak yang sudah dipanaskan di dapur (a). Jadi (a) sebelum (c).

Urutan: **b → d → a → c → e**. Pemanas awal tidak tercantum dalam daftar, sehingga tidak perlu ditempatkan. Jebakan di sini: menaruh desalter sesudah dapur atau sesudah kolom karena "garam akan terkumpul di bawah", padahal kerusakannya terjadi sebelum garam sampai di bawah.

Contoh 2 — Menggolongkan produk menjadi hulu, antara, dan hilir

Pada laporan 2027, Grup Energi Selatan (fiktif) menetapkan: **hulu** = hasil langsung lapangan; **antara** = hasil olahan yang masih menjadi bahan baku proses lain; **hilir** = siap dipakai konsumen. Golongkan sepuluh produk: (1) minyak mentah dari lapangan Kenanga yang dijual

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

lewat pipa; (2) kondensat dari lapangan gas Kenanga; (3) nafta yang dikirim ke pabrik petrokimia grup; (4) bensin di SPBU; (5) propilena yang dikirim ke pabrik polipropilena; (6) butiran polipropilena yang dibeli pabrik ember; (7) ember plastik di toko; (8) minyak pelumas dasar yang dikirim ke pabrik pencampur oli; (9) oli kemasan di bengkel; (10) metanol yang dibeli pabrik formaldehida. *Kasus disusun untuk contoh; grup dan lapangan fiktif.*

Terapkan dua pertanyaan: hasil langsung lapangan? Bila bukan, masih diolah lagi?

1. Minyak mentah dari lapangan: **hulu**.
2. Kondensat dari lapangan gas: hasil langsung lapangan, **hulu**.
3. Nafta dikirim ke pabrik petrokimia untuk diolah lagi: **antara**.
4. Bensin yang dipakai pengendara: **hilir**.
5. Propilena akan dirangkai menjadi plastik: **antara**.
6. Butiran polipropilena masih dibentuk menjadi ember: **antara**.
7. Ember plastik siap dipakai: **hilir**.
8. Pelumas dasar masih dicampur menjadi oli: **antara**.
9. Oli kemasan siap dipakai: **hilir**.
10. Metanol masih menjadi bahan baku formaldehida: **antara**.

Hasil: hulu (1, 2); antara (3, 5, 6, 8, 10); hilir (4, 7, 9). Perhatikan nomor (3) dan (8). Keduanya berasal dari kilang, tetapi keduanya produk antara karena penggunaannya.

Contoh 3 — Menentukan titik ambil fraksi pada kolom

Sebuah kolom distilasi di kilang fiktif PT Lintang Energi (2027) memiliki lima titik pengambilan produk dengan suhu: P = 38 °C (uap puncak), Q = 125 °C, R = 190 °C, S = 270 °C, dan T = 365 °C (dasar). Rentang titik didih yang dipakai kilang itu: nafta 30–150 °C, kerosin 150–250 °C, solar 250–350 °C, residu di atas 350 °C. Tentukan titik untuk (a) kerosin untuk bahan avtur, (b) solar, (c) residu. Lalu, apa akibatnya bila jalur kerosin dibuka di titik S? *Kasus disusun untuk contoh; perusahaan fiktif.*

1. Cocokkan suhu dengan rentang. Q = 125 °C berada di 30–150 °C, jadi Q mengambil nafta. R = 190 °C berada di 150–250 °C. S = 270 °C berada di 250–350 °C. T = 365 °C berada di atas 350 °C.
2. Jawaban: (a) kerosin di **R**; (b) solar di **S**; (c) residu di **T**.
3. Bila kerosin diambil dari S, produk yang keluar adalah **solar**, fraksi yang lebih berat. Kerosin untuk avtur tidak terpenuhi, dan jalur kerosin akan berisi bahan yang titik didihnya terlalu tinggi.
4. Cek arah: suhu naik dari atas ke bawah (38 → 125 → 190 → 270 → 365 °C), sehingga fraksi ringan memang di atas.

Jebakan khas: menganggap titik yang "paling tengah kolom" otomatis kerosin. Yang menentukan adalah suhu titik itu, bukan letaknya.

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

Contoh 4 — Neraca sederhana dari NGL ke tabung LPG

Pabrik gas fiktif Seruni Gas menerima 20.000 kg NGL per hari pada 2027 (angka rekaan untuk latihan). Komposisinya menurut massa: etana 15 %, propana 45 %, butana 30 %, dan pentana ke atas 10 %. LPG adalah propana ditambah butana. Berapa kilogram LPG per hari, dan berapa tabung 3 kg yang dapat diisi? Berapa kilogram nafta alam? *Kasus disusun untuk contoh; pabrik fiktif.*

1. **Bagian LPG:** 45 % + 30 % = 75 %.
2. **Massa LPG:** 0,75 × 20.000 = 15.000 kg per hari.
3. **Tabung 3 kg:** 15.000 : 3 = 5.000 tabung per hari.
4. **Nafta alam** (pentana ke atas): 0,10 × 20.000 = 2.000 kg. Etana: 0,15 × 20.000 = 3.000 kg.
5. **Cek:** 15.000 + 2.000 + 3.000 = 20.000 kg, sama dengan umpan.

Jebakan: memasukkan etana ke LPG. Etana bukan bagian LPG, sehingga hasilnya bisa salah menjadi 18.000 kg.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

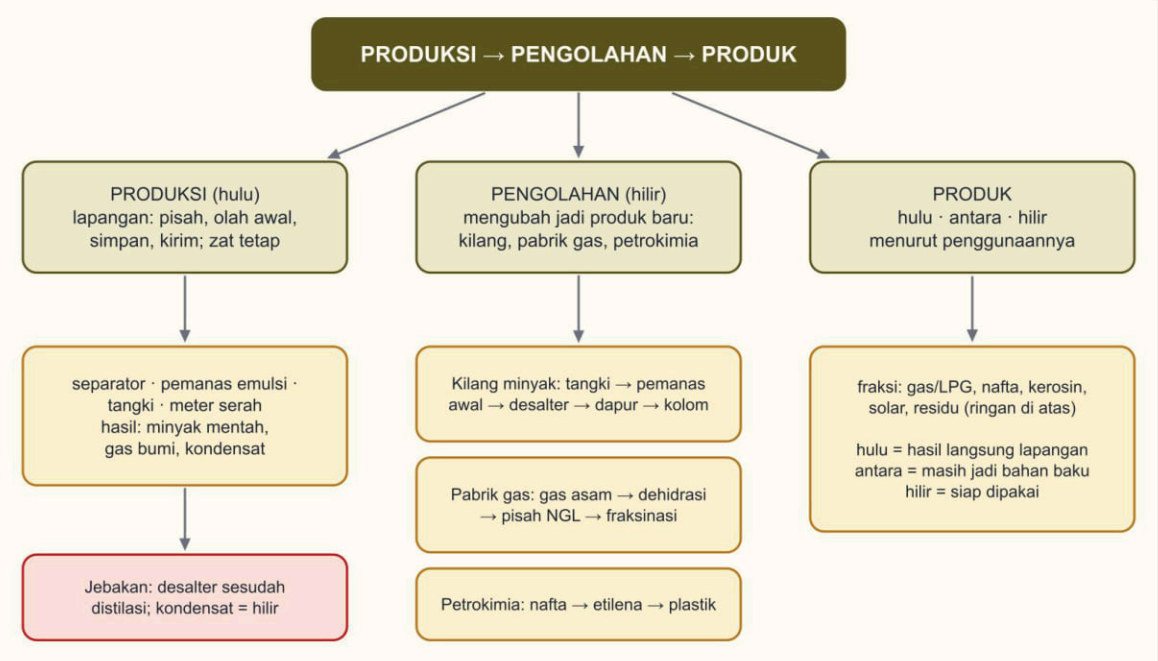
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Produksi** (lapangan): memisahkan, menyiapkan, menyimpan, mengukur; **jenis zat tetap** (minyak mentah). **Pengolahan:** mengubah menjadi produk baru (kilang, pabrik gas, petrokimia, pupuk).
- **Urutan kilang minyak:** tangki → pemanas awal → **desalter (buang garam)** → dapur → kolom distilasi atmosferik. Garam dibuang **sebelum** suhu tinggi karena membuat kerak dan karat.
- **Distilasi** memisahkan menurut titik didih. Dari **atas ke bawah**: gas dan LPG, nafta, kerosin, solar, residu. Makin ke atas makin ringan dan makin rendah suhunya.
- **Pengolahan gas:** separator → pembuang gas asam (amina) → dehidrasi (glikol) → pemisah NGL (dingin) → fraksinasi → gas jual dan LPG (propana + butana). Air dan CO_2 dibuang sebelum unit dingin.
- **Petrokimia:** nafta atau etana → etilena → polietilena → produk plastik. Gas bumi → amonia → urea.
- **Hulu** = hasil langsung lapangan; **antara** = hasil olahan yang masih jadi bahan baku; **hilir** = siap dipakai. Dilihat dari **penggunaan**, bukan dari tempat pembuatan.

Gambar 5.7 merangkum semua butir itu dalam satu bagan; lihat Gambar 5.7 saat mengulang.



Gambar 5.7 Peta konsep dari produksi ke pengolahan dan produk. 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 produksi, pengolahan, dan produk:

1. **Baca definisi dalam soal.** Banyak soal menuliskan definisi produksi, pengolahan, atau produk antara. Pakai definisi itu, bukan ingatanmu.
2. **Soal "kegiatan mana yang pengolahan"**: tanya apakah jenis zatnya berubah menjadi produk lain. Pemisahan fasa, pemanasan emulsi, pemompaan, dan pengukuran bukan pengolahan.
3. **Soal urutan unit**: cari alasan teknis tiap pasangan. Kilang: garam dibuang sebelum suhu tinggi. Gas: gas asam, lalu air, baru unit dingin.
4. **Soal titik ambil fraksi**: samakan suhu titik pada gambar dengan rentang titik didih yang diberikan, bukan dengan letak titik di kolom.
5. **Soal penggolongan produk**: tanya "hasil langsung lapangan?" lalu "masih diolah lagi?"

Jebakan khas pada soal ini:

- **Desalter ditaruh sesudah distilasi** atau sesudah dapur, dengan alasan garam terkumpul di bawah kolom.
- **Kegiatan di lapangan dianggap pengolahan** karena tampak mirip kilang, misalnya memanaskan emulsi atau memisahkan gas dari minyak.
- **Pengolahan dikira hanya di kilang minyak**, padahal pabrik gas, petrokimia, dan pupuk juga mengolah.
- **Kondensat dianggap produk hilir** karena mirip bensin; ia hasil langsung lapangan gas, jadi hulu.
- **Produk antara dan hilir ditentukan dari tempat pembuatannya**, misalnya nafta disebut hilir "karena dibuat di kilang", atau urea disebut antara "karena bahannya dari amonia".
- **Gas bumi dianggap produk hilir** karena dipakai pabrik; ia tetap hulu.
- **Dehidrasi ditaruh sebelum pembuang gas asam**, padahal larutan amina membuat gas basah lagi; atau **pemisah NGL ditaruh paling awal**, padahal air dan CO_2 akan membeku.
- **Fraksi dibaca dari bawah ke atas**: fraksi berat dikira di atas.

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menguji urutan unit pengolahan gas beserta alasannya. Susun dulu unit yang bersifat "membuang pengotor", lalu tentukan di mana unit dingin harus ditempatkan.

►. Unit pengolahan gas Sungai Biru (2027) menerima gas dari separator yang masih mengandung CO2 dan H2S, uap air, serta propana-butana (bahan LPG). Tersedia tiga unit: (1) penghilang CO2 dan H2S yang memakai larutan amina berbasis air, (2) dehidrasi dengan glikol untuk membuang uap air, dan (3) pemisahan LPG yang bekerja pada suhu sangat dingin. Insinyur proses meminta Tio menentukan urutan unit.

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 beserta alasan yang paling tepat adalah ....

A. 2 → 1 → 3, karena air harus dibuang paling awal dari gas
B. 3 → 1 → 2, karena LPG paling berharga sehingga diambil dulu
C. 1 → 2 → 3, karena amina menambah uap air yang dapat membeku
D. 1 → 3 → 2, karena dehidrasi dilakukan paling akhir sebelum jual
E. 2 → 3 → 1, karena gas asam lebih mudah dibuang dalam keadaan dingin

Pembahasan **Kunci: C**

Konsep: Alur pengolahan gas: pemisahan cairan → penghilangan gas asam (CO_2, H_2S) → dehidrasi → pemisahan NGL/LPG pada suhu rendah → gas jual.

Langkah:

1. Larutan amina berbasis air → gas keluar unit 1 kembali jenuh uap air → dehidrasi (2) harus sesudah unit 1.
2. Unit 3 bekerja sangat dingin → air dan CO_2 harus sudah dibuang agar tidak membeku menyumbat.
3. Urutan: 1 → 2 → 3.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: tampak logis, tetapi gas kembali basah setelah melewati larutan amina.
- **B.** ✗ Unit dingin akan tersumbat es dan CO_2 beku bila dipasang pertama.
- **C.** ✓ Gas asam dibuang dulu, lalu airnya, baru LPG dipisahkan pada suhu dingin.
- **D.** ✗ Jebakan: air masih ada saat masuk unit dingin sehingga membeku.
- **E.** ✗ Unit dingin kembali terganggu CO_2 yang belum dibuang.

Jawaban: C.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk setiap soal, tulis dulu apakah yang ditanya produksi atau pengolahan, urutan unit, titik ambil fraksi, atau penggolongan produk.

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

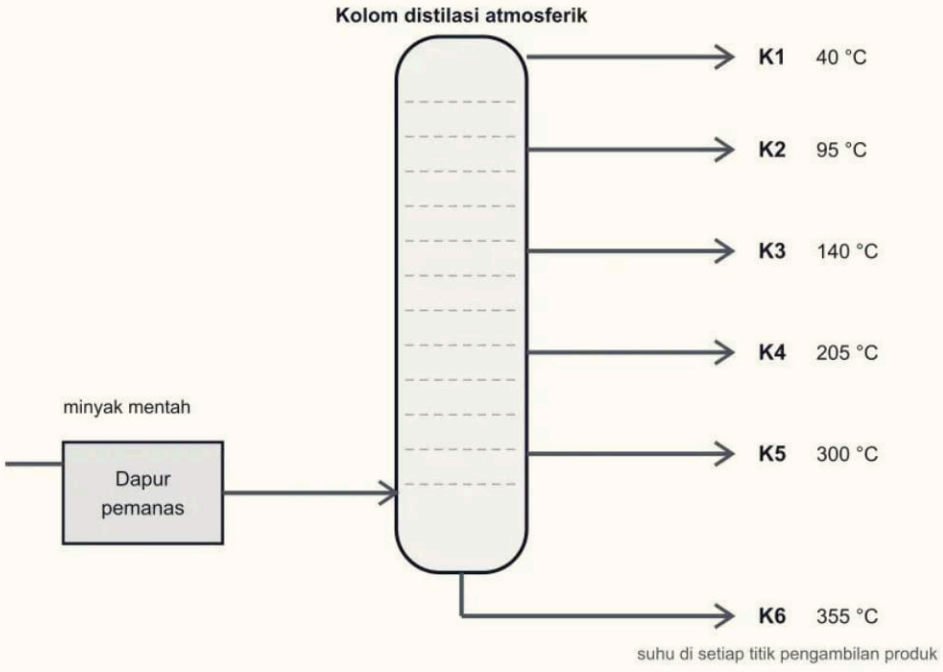
1. Selama PKL (2027), Fajar mengunjungi tiga unit milik satu perusahaan: (1) stasiun pengumpul yang memisahkan gas, minyak, dan air dari sumur; (2) unit distilasi yang memanaskan minyak mentah lalu memisahkannya menjadi bensin, minyak tanah, dan solar; (3) tangki yang menampung minyak mentah sebelum dikirim lewat pipa. Fajar menulis kesimpulan di buku catatannya.
(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
Unit distilasi termasuk kegiatan produksi karena juga memakai proses pemisahan.	○	○
Stasiun pengumpul termasuk kegiatan produksi karena hanya memisahkan fluida yang keluar dari sumur.	○	○
Tangki minyak mentah termasuk kegiatan pengolahan karena letaknya sesudah separator.	○	○

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

2. Gambar menunjukkan kolom distilasi atmosferik di unit pengolahan PT Kilang Nusa (2027) beserta suhu di setiap titik pengambilan produk K1–K6. Rentang titik didih produk: nafta 30–150 °C, kerosin (bahan avtur) 150–250 °C, solar 250–350 °C, dan residu di atas 350 °C. Operator baru diminta membuka jalur pengambilan kerosin ke tangki produk.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Titik pengambilan yang tepat untuk kerosin adalah ....



A. K1
B. K2
C. K3
D. K4
E. K5

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

3. Grup usaha Nusantara Energi (2027) memiliki lapangan minyak dan gas, kilang, dan pabrik petrokimia. Lapangan menghasilkan minyak mentah dan gas bumi. Kilang menghasilkan avtur, solar, dan nafta. Nafta dikirim ke pabrik petrokimia untuk diolah menjadi etilena, lalu etilena diolah lagi menjadi biji plastik. Dalam laporan grup, produk antara adalah hasil olahan yang masih menjadi bahan baku proses lain, sedangkan produk hilir siap dipakai konsumen.

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

Penggolongan yang tepat adalah ....

(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Minyak mentah dan gas bumi dari lapangan termasuk produk hulu.

☐ B. Nafta yang dikirim ke pabrik petrokimia termasuk produk hilir kilang.

☐ C. Solar yang dijual di SPBU termasuk produk antara karena dibuat di kilang.

☐ D. Etilena termasuk produk hilir karena dihasilkan pabrik petrokimia.

☐ E. Avtur yang diisikan ke tangki pesawat termasuk produk hilir.

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

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa memanaskan emulsi di lapangan tergolong produksi, sedangkan menyuling minyak menjadi solar tergolong pengolahan?
- Mengapa desalter diletakkan sebelum dapur, dan mengapa unit pengering gas diletakkan sesudah pembuang gas asam?
- **Yang harus kuingat:** produksi = pisah, siapkan, ukur (zat tetap); pengolahan = ubah menjadi produk baru; kilang: tangki → pemanas awal → desalter → dapur → kolom; fraksi dari atas: gas/LPG, nafta, kerosin, solar, residu; gas: gas asam → dehidrasi → NGL → LPG dan gas jual; hulu, antara, hilir ditentukan oleh penggunaan.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 5.1: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktper&node=SMKTPER-5.1

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

Sub bab 5.2 · Sifat fluida produksi: minyak, gas, dan air

SMKTPER-5.2

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi Teknik Perminyakan meminta kamu **menganalisis sifat fluida**: bagaimana massa jenis, kekentalan, titik tuang, titik nyala, dan berat jenis gas mempengaruhi cara kita memompa, memanaskan, memisahkan, dan mengamankan fluida migas. Soal tidak bertanya "apa arti titik tuang?". Soal memberi **tabel atau kasus lapangan**, misalnya tiga contoh minyak dengan angka sifatnya, atau kebocoran dua jenis gas di sebuah stasiun, lalu memintamu **membandingkan, menilai pernyataan, atau memutuskan tindakan**.

Bentuk soalnya sering pilihan ganda kompleks atau Benar/Salah. Pengecohnya khas: **sifat yang berbeda dicampuradukkan** (kekentalan disamakan dengan massa jenis, titik nyala positif dianggap aman, semua gas dianggap naik) atau **satu angka saja yang dilihat** padahal keputusan butuh dua angka (titik tuang dan suhu udara malam).

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- membedakan massa jenis, berat jenis, dan kekentalan serta menjelaskan arti derajat API secara kualitatif;
- menjelaskan titik tuang dan titik nyala dan akibatnya bagi pemompaan, pemanasan, dan keselamatan;
- menentukan apakah sebuah gas naik atau turun di udara dan menempatkan detektor dengan tepat;
- menjelaskan air formasi dan emulsi serta akibatnya bagi pemisahan dan pipa;
- membandingkan beberapa minyak dari sebuah tabel dan menarik keputusan yang benar.

◆ KONSEP INTI

Fluida yang keluar dari sumur bukan satu zat. Ia berupa campuran minyak, gas, dan air, dan masing-masing memiliki sifat yang menentukan bagaimana ia diperlakukan. Minyak yang kental sulit dipompa. Minyak yang berparafin bisa membeku di pipa pada malam yang dingin. Gas yang lebih berat dari udara berkumpul di lantai dan parit. Air asin dari reservoir membuat pipa berkarat. Karena itu seorang teknisi produksi perlu mengenal sifat-sifat dasar fluida sebelum bisa memutuskan apa yang harus dilakukan. Sub bab ini menjelaskan sifat itu satu per satu, lalu mengaitkannya dengan keputusan di lapangan.

1. Massa jenis, berat jenis, dan derajat API

Massa jenis adalah massa zat dibagi volumenya. Satuannya di lapangan biasanya kilogram per liter (kg/L) atau kilogram per meter kubik (kg/m^3). Air tawar memiliki massa jenis 1 kg/L, sama dengan 1.000 kg/m^3. Minyak mentah memiliki massa jenis sekitar 0,8 sampai 0,95 kg/L: lebih

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

kecil daripada air. Karena itu minyak **mengapung** di atas air, seperti terlihat pada Gambar 5.11. Bila 1 liter minyak bermassa jenis 0,85 kg/L ditimbang, massanya 0,85 kg; bila 1 liter air asin bermassa jenis 1,08 kg/L ditimbang, massanya 1,08 kg.

Berat jenis (*specific gravity*, disingkat SG) adalah massa jenis zat dibandingkan dengan massa jenis air. Karena dihitung sebagai perbandingan, berat jenis **tidak punya satuan**. Contohnya, minyak bermassa jenis 0,85 kg/L memiliki berat jenis 0,85 : 1 = 0,85. Selama air dipakai sebagai pembanding yang bernilai 1 kg/L, angka berat jenis sama dengan angka massa jenis dalam kg/L. Berat jenis di bawah 1 berarti zat itu lebih ringan daripada air dan akan mengapung. Berat jenis di atas 1 berarti lebih berat dan akan tenggelam.

Derajat API adalah cara industri migas menyatakan ringan atau beratnya minyak. Cukup pahami arahnya: **makin kecil massa jenis (makin ringan) minyak, makin besar derajat API-nya**. Minyak ringan berderajat API tinggi; minyak berat berderajat API rendah. Air memiliki derajat API 10, sehingga minyak yang derajat API-nya di bawah 10 akan tenggelam dalam air. Minyak ringan lebih disukai kilang karena menghasilkan lebih banyak bensin dan solar, sedangkan minyak berat menghasilkan lebih banyak residu. Kamu tidak perlu menghitung derajat API; di sub bab ini hanya arahnya yang dipakai.

> **Pengayaan.** Derajat API dihitung dengan rumus: derajat API = 141,5 : berat jenis − 131,5. Sebagai contoh, minyak berberat jenis 0,85 memiliki derajat API sekitar 35. Menurut pembagian yang umum dipakai, minyak dengan derajat API di atas ±31 disebut ringan, antara ±22 dan ±31 sedang, dan di bawah ±22 berat. Rumus dan batas ini tidak diminta pada soal TKA.

2. Kekentalan (viskositas)

Kekentalan atau **viskositas** adalah ukuran seberapa sulit sebuah fluida mengalir. Madu lebih kental daripada air; air lebih kental daripada bensin. Satuan yang sering dipakai di lapangan adalah **centipoise** (cP). Air pada suhu kamar memiliki kekentalan sekitar 1 cP, sedangkan minyak mentah ringan beberapa cP dan minyak mentah berat bisa ratusan cP atau lebih.

Dua hal perlu kamu pegang. **Pertama, kekentalan tidak sama dengan massa jenis.** Massa jenis menjawab "seberapa berat zat ini untuk volume tertentu", sedangkan kekentalan menjawab "seberapa sulit ia mengalir". Ada minyak yang massa jenisnya kecil tetapi sangat kental, dan sebaliknya. Soal sering menjebak dengan pernyataan "M2 paling mudah dipompa karena massa jenisnya paling besar"; pernyataan seperti itu salah dua kali, karena yang menentukan kemudahan pompa adalah kekentalan, dan kekentalan besar justru membuat pompa bekerja lebih berat.

Kedua, kekentalan bergantung pada suhu. Makin panas, makin encer; makin dingin, makin kental. Gambar 5.8 menggambarkan hubungan itu sebagai kurva menurun. Itu sebabnya minyak kental dipanaskan sebelum dipompa: pemanasan menurunkan kekentalan sehingga pompa tidak perlu tekanan setinggi itu. Sebaliknya, ketika minyak mengalir di pipa panjang yang dingin, kekentalannya naik dan **tekanan pompa ikut naik** untuk mengalirkan jumlah yang sama.

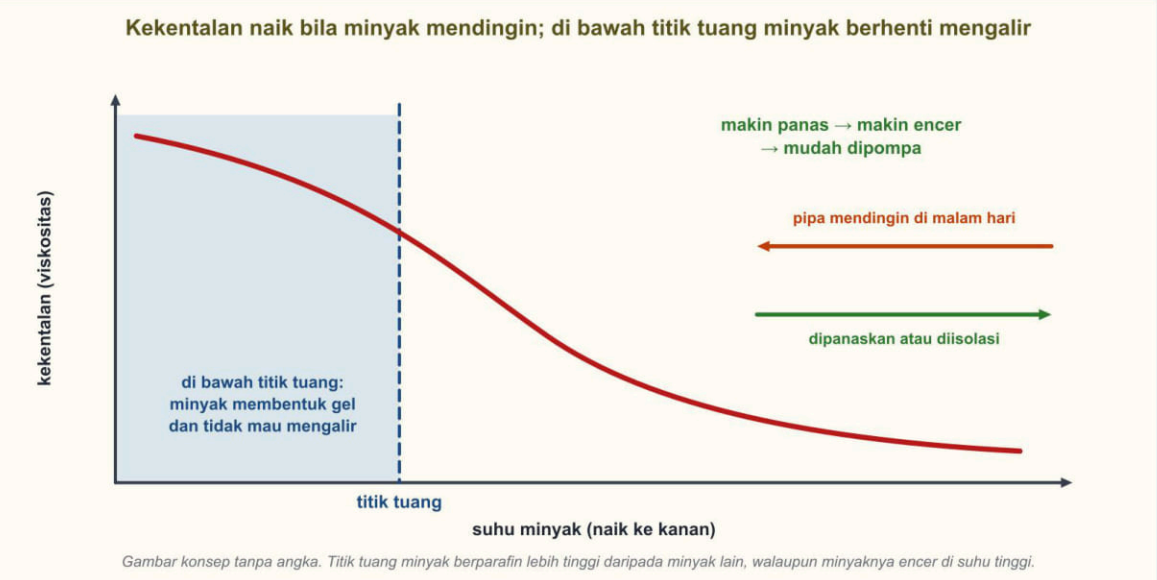
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

3. Titik tuang dan parafin

Titik tuang (*pour point*) adalah suhu terendah yang masih membuat minyak dapat mengalir (dituang). Di bawah suhu itu minyak berhenti mengalir. Penyebab utamanya adalah **parafin**, yaitu zat lilin yang larut dalam minyak. Bila minyak mendingin, parafin mengkristal dan membentuk jaringan seperti gel yang menahan seluruh minyak. Minyak seperti ini disebut **berparafin** (*waxy*), dan makin tinggi kandungan parafinnya, makin tinggi titik tuangnya.

Perhatikan Gambar 5.8 lagi. Garis putus-putus menandai titik tuang. Di sebelah kirinya, suhu di bawah titik tuang, minyak membentuk gel dan tidak mau mengalir. Contoh nyata: minyak berparafin keluar dari sumur pada 60 °C, cukup panas untuk mengalir. Namun pipa penyalur panjang yang tidak berisolasi kehilangan panas ke udara. Malam hari suhu minyak di ujung pipa bisa turun di bawah titik tuangnya. Aliran tersendat, tekanan pompa terus naik, dan bila pompa sempat berhenti semalam, **tekanan awal yang dibutuhkan pagi hari jauh lebih besar** karena minyak sudah menggel.

Penanganannya mengikuti sebabnya: menjaga suhu minyak tetap di atas titik tuang ditambah sedikit batas aman. Caranya antara lain memanaskan minyak sebelum dipompa, membungkus pipa dengan isolasi atau memberinya pemanas pendamping, atau menambahkan bahan kimia yang menurunkan titik tuang. Titik tuang **bukan** ditentukan oleh ringan atau beratnya minyak. Minyak yang ringan dan encer pada suhu tinggi tetap bisa memiliki titik tuang tinggi bila parafinnya banyak. Gambar 5.9 merangkum perbandingan minyak ringan dan berat, termasuk baris titik tuang yang sering salah dibaca.



Gambar 5.8 Kekentalan turun bila suhu naik; di bawah titik tuang minyak berparafin berhenti mengalir. Gambar konsep tanpa angka. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Membandingkan minyak ringan dan minyak berat

Sifat	Minyak ringan	Minyak berat
Massa jenis	lebih kecil	lebih besar
Derajat API	lebih tinggi	lebih rendah
Kekentalan	umumnya encer	umumnya kental
Pemompaan	lebih mudah	perlu tekanan atau pemanasan
Titik nyala	umumnya lebih rendah (uap mudah menyala)	umumnya lebih tinggi
Hasil kilang	lebih banyak bensin dan solar	lebih banyak residu
Titik tuang	**TIDAK ditentukan ringan atau berat; ditentukan kandungan parafin**	**minyak ringan berparafin bisa bertitik tuang tinggi**

Dua minyak yang sama-sama ringan atau sama-sama berat masih bisa berbeda kekentalan dan titik tuangnya.

Gambar 5.9 Perbandingan sifat minyak ringan dan minyak berat. Titik tuang ditentukan oleh parafin, bukan oleh berat atau ringan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

4. Titik nyala

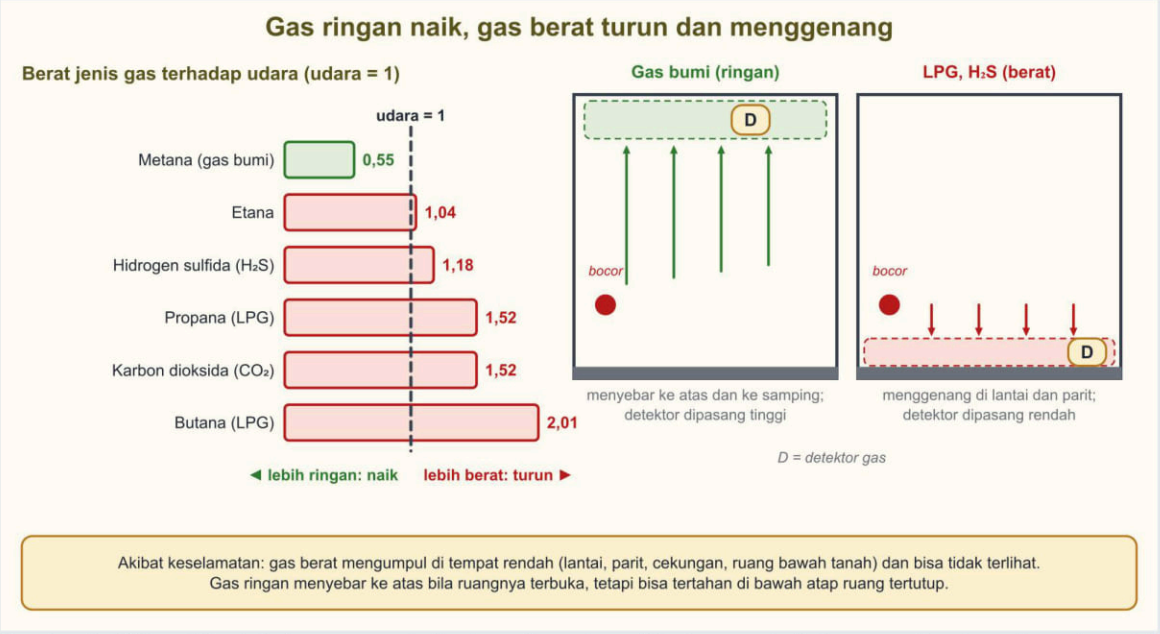
Titik nyala (*flash point*) adalah suhu terendah di mana sebuah zat cair menghasilkan uap yang cukup banyak sehingga dapat menyala bila didekati api atau percikan. Yang terbakar bukan cairannya, melainkan **uapnya**. Makin rendah titik nyala, makin mudah zat itu menghasilkan uap yang bisa menyala, dan makin berbahaya.

Sebagai gambaran umum: bensin memiliki titik nyala di bawah nol derajat (sekitar −43 °C), kerosin atau bahan avtur di atas ±38 °C, dan solar di atas ±52 °C. Kondensat, yang mirip bensin, juga bertitik nyala sangat rendah. Artinya, di cuaca tropis 33 °C pun uap bensin dan kondensat sudah bisa menyala oleh percikan las, sedangkan uap solar belum.

Cara membandingkan sangat sederhana: **bandingkan titik nyala dengan suhu zat atau suhu udara di tempat itu**. Bila suhu zat **lebih tinggi** daripada titik nyalanya, uapnya dapat dinyalakan. Bila **lebih rendah**, uapnya belum cukup untuk menyala. Dua kesalahan sering muncul. Kesalahan pertama: menganggap titik nyala positif berarti aman. Minyak mentah bertitik nyala 20 °C ternyata sudah berbahaya pada udara 33 °C, karena suhu itu di atas 20 °C. Kesalahan kedua: menganggap zat yang massa jenisnya besar lebih berbahaya. Bahaya nyala ditentukan oleh titik nyala, bukan oleh massa jenis: solar bermassa jenis lebih besar daripada kondensat, tetapi justru jauh lebih sulit menyala.

5. Gas: ringan atau berat dibandingkan udara

Gas dibandingkan dengan **udara**. **Berat jenis gas** adalah massa jenis gas dibandingkan massa jenis udara pada suhu dan tekanan yang sama, dengan udara bernilai 1. Gambar 5.10 memperlihatkan nilai beberapa gas yang penting di lapangan.



Gambar 5.10 Berat jenis beberapa gas terhadap udara dan akibatnya pada kebocoran. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia. Nilai berat jenis gas dari tabel acuan sifat gas (Engineering Toolbox).

- **Gas bumi** (terutama metana) berat jenisnya sekitar 0,55: **lebih ringan dari udara**. Gas bumi yang bocor di tempat terbuka naik dan menyebar ke atas.

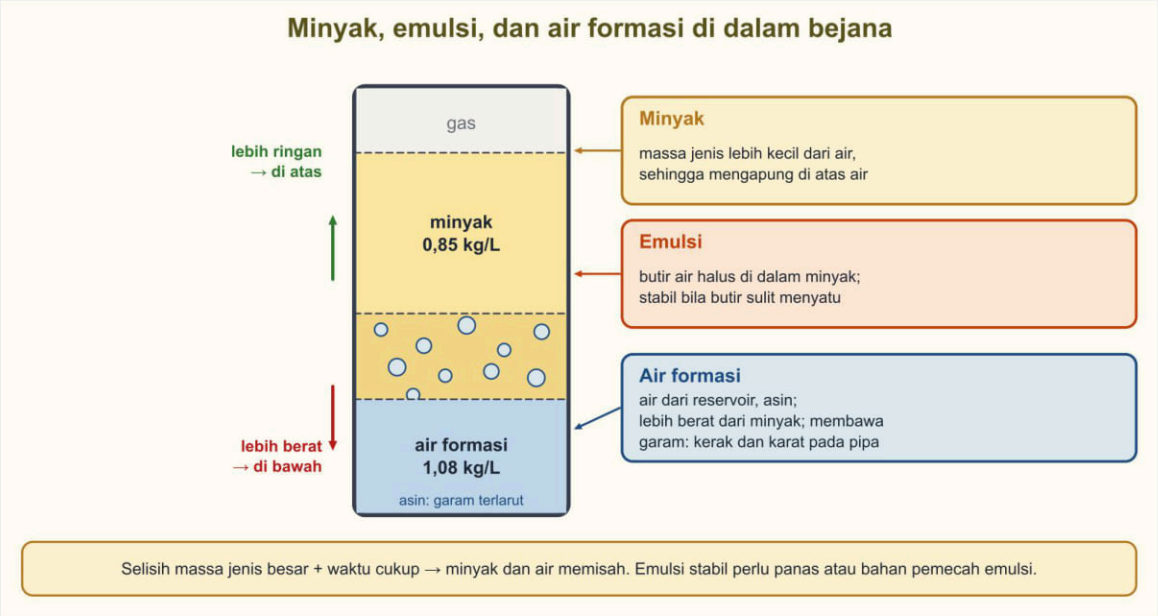
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- **LPG** (propana dan butana, sekitar 1,5 sampai 2) dan **hidrogen sulfida** (H_2S, sekitar 1,2) serta **karbon dioksida** (CO_2, sekitar 1,5) **lebih berat dari udara**. Gas ini tidak naik; ia mengalir di sepanjang lantai, masuk parit, dan menggenang di cekungan atau ruang bawah tanah.

Akibat bagi keselamatan sangat nyata. **Detektor gas dipasang sesuai perilaku gasnya**: tinggi untuk gas yang ringan, rendah untuk gas yang berat. Kebocoran LPG di sebuah rumah pompa yang tertutup akan menumpuk dekat lantai dan bisa tidak terlihat, jadi detektor yang dipasang di dekat atap tidak akan mendeteksinya sampai konsentrasinya sangat tinggi. Gas berat juga berbahaya di parit dan selokan, sehingga pekerja yang masuk ke tempat rendah harus lebih berhati-hati. Gas ringan pun tidak otomatis aman. Di ruang tertutup, gas bumi terkumpul di bawah atap dan mencapai konsentrasi berbahaya bila ventilasinya buruk.

6. Air formasi dan emulsi

Air formasi adalah air yang terperangkap di reservoir bersama minyak dan gas, dan ikut naik ke permukaan bersama fluida sumur. Air ini **asin** karena melarutkan banyak garam dari batuan, dan massa jenisnya lebih besar daripada air tawar (misalnya 1,08 kg/L). Karena lebih berat daripada minyak, air formasi turun ke bawah dan minyak mengapung di atasnya (Gambar 5.11).



Gambar 5.11 Gas di atas, lalu minyak, lapisan emulsi, dan air formasi di bawah. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Air formasi menimbulkan dua masalah. **Pertama, kerak dan karat.** Garam terlarut dapat mengendap sebagai kerak keras di dinding pipa air, dan air asin mempercepat korosi (karat) logam. **Kedua, emulsi. Emulsi** adalah campuran dua cairan yang tidak saling larut, di mana salah satunya tersebar sebagai butir sangat halus di dalam yang lain. Pada minyak mentah, butir air halus tersebar di minyak dan dikelilingi lapisan zat yang menahan butir itu agar tidak bergabung. Emulsi yang stabil tidak mau memisah sendiri walaupun massa jenis keduanya berbeda.

Pemisahan minyak dan air bergantung pada tiga hal: **selisih massa jenis** (makin besar, makin

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

cepat memisah), **waktu** yang tersedia di bejana, dan **kestabilan emulsi**. Air formasi asin justru **lebih cepat** terpisah daripada air tawar karena selisih massa jenisnya dengan minyak lebih besar. Emulsi yang stabil perlu **dipanaskan** (panas menurunkan kekentalan minyak sehingga butir lebih mudah menyatu) atau diberi **bahan kimia pemecah emulsi**, dan diberi waktu cukup di pemanas emulsi. Ukuran yang dipakai di lapangan adalah **kadar air** (*water cut*), yaitu volume air dibagi volume cairan total, dinyatakan dalam persen.

7. Dari sifat ke keputusan

Tabel berikut merangkum bagaimana setiap sifat menentukan keputusan lapangan.

Sifat	Akibat bila besar atau tinggi	Keputusan lapangan
Kekentalan	pompa bekerja lebih berat, tekanan naik	panaskan minyak, isolasi pipa
Titik tuang	minyak menggel bila suhunya di bawahnya	jaga suhu di atas titik tuang, isolasi, pemanasan
Titik nyala rendah	uap mudah menyala	batasi sumber api, izin kerja panas, jarak aman
Gas lebih berat dari udara	menggenang di tempat rendah	detektor rendah, ventilasi, hati-hati di parit
Selisih massa jenis kecil / emulsi stabil	pemisahan lambat	panaskan, bahan pemecah emulsi, perpanjang waktu
Air formasi asin	kerak dan karat	pantau dan buang air, lindungi pipa

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Membandingkan tiga contoh minyak

Laboratorium lapangan fiktif Kenari Utara (2027) menguji tiga contoh minyak: **A** massa jenis 0,80 kg/L, kekentalan 6 cP pada 40 °C, titik tuang −9 °C; **B** 0,92 kg/L, 380 cP, titik tuang 12 °C; **C** 0,85 kg/L, 30 cP, titik tuang 33 °C. Suhu udara malam hari di lapangan turun sampai 25 °C. Tentukan (a) minyak dengan derajat API tertinggi, (b) minyak yang paling sulit dipompa, (c) minyak yang berisiko berhenti mengalir malam hari bila tidak dipanaskan, (d) apakah ketiganya mengapung di air. *Kasus disusun untuk contoh; laboratorium dan data fiktif.*

1. **(a)** Derajat API tertinggi = massa jenis terkecil = **A** (0,80).
2. **(b)** Kemudahan dipompa ditentukan kekentalan, bukan massa jenis. Kekentalan terbesar ada pada **B** (380 cP), jadi B paling sulit dipompa.
3. **(c)** Bandingkan titik tuang dengan suhu malam 25 °C. A: −9 < 25, aman. B: 12 < 25, masih mengalir walaupun kental. C: 33 > 25, sehingga suhu malam sudah di bawah titik tuang: **C berisiko berhenti mengalir**.
4. **(d)** Semua massa jenis (0,80; 0,92; 0,85) lebih kecil dari 1 kg/L, jadi **ketiganya mengapung**.

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

Jebakan: memilih B sebagai yang berisiko berhenti karena "paling kental" (kekentalan bukan titik tuang), atau memilih C sebagai yang paling sulit dipompa karena "titik tuangnya paling tinggi" (pada suhu di atas titik tuang, C masih encer: 30 cP).

Contoh 2 — Menentukan perlu pemanas atau tidak

Minyak berparafin dari lapangan fiktif Pinang Selatan (2027) keluar dari sumur pada 62 °C dan dialirkan lewat pipa 9 km tanpa isolasi menuju tangki. Titik tuangnya 38 °C. Perusahaan menetapkan batas aman 5 °C di atas titik tuang. Suhu minyak turun kira-kira 4 °C setiap kilometer. Apakah minyak dapat dialirkan tanpa pemanasan? Bila tidak, berapa suhu awal yang diperlukan? *Kasus disusun untuk contoh; angka rekaan.*

1. **Suhu minimum di sepanjang pipa:** 38 + 5 = 43 °C.
2. **Jarak yang bisa ditempuh:** penurunan yang diizinkan = 62 − 43 = 19 °C. Jarak = 19 : 4 = 4,75 km.
3. **Bandingkan dengan panjang pipa:** 4,75 km < 9 km. Di ujung pipa suhu menjadi 62 − 4 × 9 = 26 °C, jauh di bawah titik tuang 38 °C. Minyak akan menggel. **Pemanasan atau isolasi diperlukan.**
4. **Suhu awal yang cukup:** penurunan sepanjang 9 km = 4 × 9 = 36 °C. Agar sisa suhu ≥ 43 °C, suhu awal harus ≥ 43 + 36 = 79 °C. Misalnya dipanaskan sampai 80 °C: jarak aman = (80 − 43) : 4 = 9,25 km, melebihi 9 km. Cukup.

Jawaban: tanpa pemanasan, minyak hanya aman sampai ±4,75 km. Dengan pemanasan awal sampai 80 °C, seluruh pipa 9 km aman. Alternatif: isolasi pipa agar penurunan suhu per kilometer lebih kecil.

Contoh 3 — Menempatkan detektor gas

Di stasiun pengumpul fiktif Cendana Barat (2027) ada tiga sumber kebocoran yang mungkin: (1) gas bumi dari pipa di area terbuka, (2) LPG dari tabung di rumah pompa tertutup, (3) H_2S dari separator yang berdekatan dengan parit pembuangan. Tentukan posisi detektor dan satu tindakan kewaspadaan untuk tiap sumber. *Kasus disusun untuk contoh; tempat fiktif.*

1. **Gas bumi (berat jenis ±0,55).** Lebih ringan dari udara, di area terbuka akan naik dan menyebar. Detektor dipasang **tinggi** dan di dekat sumber potensial; tindakan: perhatikan arah angin dan jauhkan sumber api.
2. **LPG (berat jenis ±1,5–2).** Lebih berat dari udara, di rumah tertutup akan menumpuk dekat lantai. Detektor dipasang **rendah**; tindakan: ventilasi dekat lantai dan larangan sumber api.
3. **H_2S (berat jenis ±1,2).** Lebih berat dari udara dan beracun. Ia akan menggenang di parit dan tempat rendah. Detektor dipasang **rendah** di dekat parit; tindakan: pekerja yang akan masuk tempat rendah memakai alat deteksi dan alat bantu napas sesuai izin kerja.

Jebakan: memasang satu detektor tinggi untuk semua gas "karena gas selalu naik".

Contoh 4 — Kadar air dan pemisahan emulsi

Dari separator fiktif Mawar Timur (2027) diambil contoh 250 mL cairan dalam tabung ukur. Setelah diendapkan, terlihat 20 mL air formasi di dasar dan sisanya minyak dengan sedikit emulsi. Massa jenis minyak 0,85 kg/L dan air formasi 1,08 kg/L. (a) Berapa kadar air bebasnya?

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

(b) Berapa selisih massa jenis per meter kubik? (c) Bila emulsi di bagian tengah tidak mau memisah, tindakan apa yang masuk akal? *Kasus disusun untuk contoh; angka rekaan.*

1. **(a) Kadar air** = volume air : volume total × 100 % = 20 : 250 × 100 % = **8 %**.
2. **(b) Selisih massa jenis** = 1,08 − 0,85 = 0,23 kg/L, yaitu 0,23 × 1.000 = **230 kg per m³**. Selisih cukup besar, sehingga air bebas cepat turun.
3. **(c)** Pemisahan lambat bukan karena selisih massa jenis, melainkan karena **emulsi stabil**. Tindakan: menaikkan suhu di pemanas emulsi (menurunkan kekentalan minyak), memberi bahan kimia pemecah emulsi, atau menambah waktu tinggal. Menambah laju aliran justru memperburuk keadaan karena waktu pemisahan makin singkat.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

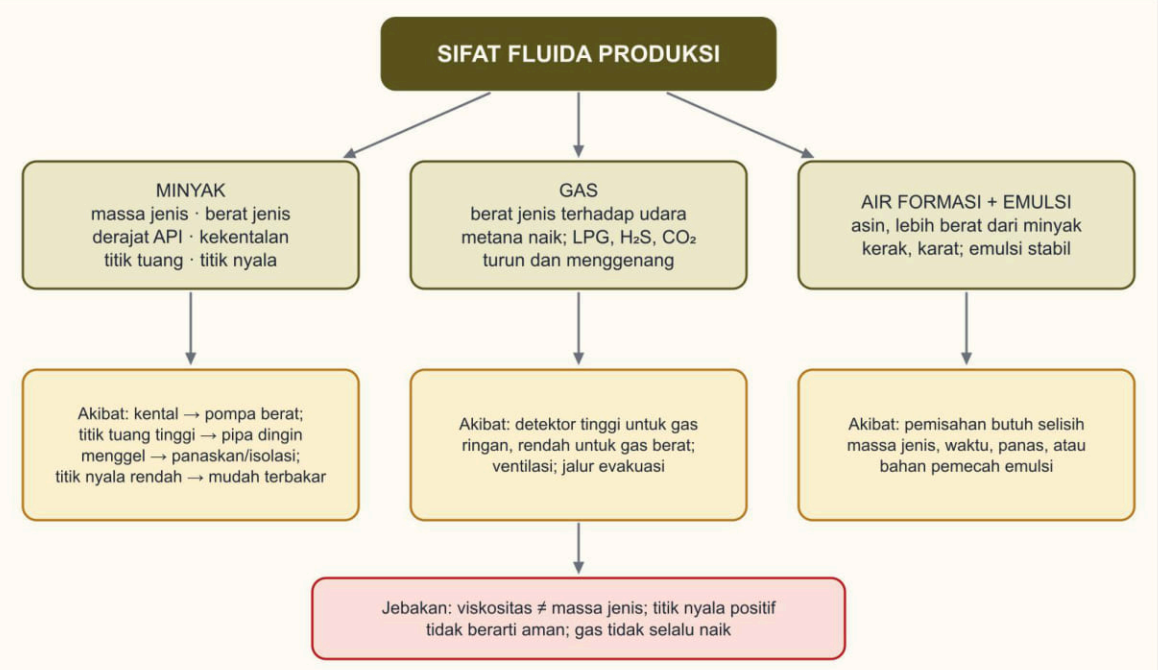
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Massa jenis** = massa : volume (air 1 kg/L). **Berat jenis** = massa jenis zat : massa jenis air, tanpa satuan. **Derajat API**: makin ringan minyak, makin besar derajat API.
- **Kekentalan** (cP) menentukan kemudahan memompa dan **bukan** sama dengan massa jenis. Makin panas, makin encer.
- **Titik tuang**: suhu terendah minyak masih mengalir, ditentukan parafin; suhu di bawahnya minyak menggel. Jaga suhu di atasnya (pemanas, isolasi).
- **Titik nyala**: suhu terendah uap dapat menyala. Suhu di atas titik nyala = berbahaya; titik nyala positif tidak otomatis aman. Bukan ditentukan massa jenis.
- **Gas**: metana (gas bumi) lebih ringan dari udara, naik; LPG, H_2S, CO_2 lebih berat, menggenang di tempat rendah. Detektor mengikuti perilaku gas.
- **Air formasi** asin, lebih berat dari minyak, menyebabkan kerak dan karat. **Emulsi** stabil perlu panas, bahan pemecah, atau waktu.

Gambar 5.12 merangkum semua butir itu; lihat Gambar 5.12 saat mengulang.



Gambar 5.12 Peta konsep sifat fluida produksi. 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 sifat fluida:

1. **Tandai sifat yang ditanya** (massa jenis, kekentalan, titik tuang, titik nyala, berat jenis gas). Satu soal sering memuat beberapa sifat, tetapi tiap pernyataan hanya menguji satu.
2. **Pasangkan angka dengan suhu atau lawan bandingnya.** Titik tuang dibandingkan dengan suhu udara malam atau suhu pipa. Titik nyala dibandingkan dengan suhu zat atau udara. Berat jenis gas dibandingkan dengan 1.
3. **Ubah satuan lebih dulu bila perlu** (kg/L dan kg/m^3).
4. **Periksa setiap pernyataan satu per satu** pada soal pilihan ganda kompleks. Satu pernyataan yang salah tidak membatalkan pernyataan lain.

Jebakan khas pada soal ini:

- **Viskositas dikira sama dengan massa jenis**: "paling berat berarti paling sulit dipompa".
- **Minyak bertitik tuang tinggi dialirkan tanpa pemanas** karena minyaknya encer di suhu tinggi, padahal suhu pipa malam lebih rendah.
- **Titik nyala positif dianggap aman**, padahal suhu udara sudah di atasnya.
- **Zat bermassa jenis besar dianggap lebih berbahaya** daripada zat bertitik nyala rendah.
- **Semua gas dianggap naik**; LPG, H_2S, dan CO_2 menggenang.
- **Air asin dikira lebih lambat memisah**; selisih massa jenisnya lebih besar sehingga lebih cepat.
- **Kerak keras di pipa air dikira parafin**; kerak itu berasal dari garam, sedangkan parafin menempel di jalur minyak.
- **Minyak ringan dikira otomatis bertitik tuang rendah**; titik tuang ditentukan parafin.

Educational Institutions

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menguji titik tuang, kekentalan, dan keputusan pemanasan dalam satu kasus pipa penyalur. Perhatikan **dua angka** yang harus dibandingkan.

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

►. Minyak dari Lapangan Pinang (2027) memiliki titik tuang 30 °C. Minyak keluar dari sumur bersuhu 55 °C, lalu dialirkan lewat pipa sepanjang 6 km tanpa pembungkus panas. Pada malam hari, suhu udara di sepanjang pipa turun menjadi 22 °C, dan operator pompa melaporkan tekanan pompa terus naik menjelang pagi.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat tentang kasus tersebut adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Titik tuang 30 °C berarti minyak sudah membeku di dalam sumur bersuhu 55 °C.
☐ B. Minyak di pipa dapat mendingin di bawah titik tuangnya sehingga sulit mengalir.
☐ C. Kenaikan tekanan pompa terjadi karena viskositas minyak naik saat minyak mendingin.
☐ D. Bila pompa berhenti semalam, aliran pagi hari dapat butuh tekanan awal lebih besar.
☐ E. Pemanasan minyak sebelum dipompa atau membungkus pipa dapat mengurangi masalah itu.

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

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

Konsep: Titik tuang adalah suhu terendah minyak masih dapat mengalir. Viskositas (kekentalan) minyak naik bila suhunya turun. Minyak berparafin perlu dijaga di atas titik tuangnya selama dialirkan.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: di dalam sumur suhunya 55 °C, jauh di atas titik tuang, sehingga minyak tetap cair.
• **Pernyataan 2** ✓ Suhu udara 22 °C lebih rendah dari titik tuang 30 °C; minyak di pipa dapat mendekati suhu udara.
• **Pernyataan 3** ✓ Minyak makin kental bila dingin sehingga pompa butuh tekanan lebih besar.
• **Pernyataan 4** ✓ Minyak yang diam dan mendingin di bawah titik tuang membentuk gel; untuk menggerakkannya lagi diperlukan tekanan awal lebih besar.
• **Pernyataan 5** ✓ Menjaga suhu minyak di atas titik tuang membuatnya tetap mengalir.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 4, 5.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk setiap soal, tulis dulu sifat apa yang ditanya dan angka mana yang harus dibandingkan.

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

1. Di stasiun pengumpul Cendana (2027) terjadi dua kebocoran kecil: gas bumi (berat jenis terhadap udara 0,65) dari pipa di area terbuka, dan LPG (berat jenis terhadap udara sekitar 1,8) dari tabung di dalam rumah pompa. Sedikit kondensat (massa jenis 0,72 kg/L) juga tumpah ke parit berisi air hujan. Petugas K3 menuliskan catatan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Gas bumi yang bocor cenderung naik dan menyebar ke atas karena lebih ringan dari udara.	○	○
Detektor untuk kebocoran LPG di rumah pompa sebaiknya dipasang dekat langit-langit.	○	○
Kondensat yang tumpah akan mengapung di permukaan air parit.	○	○

2. Laboratorium lapangan menguji tiga contoh minyak (2027):

Contoh	Massa jenis	Viskositas pada 40 °C	Titik tuang
M1	0,82 kg/L	5 cP	−6 °C
M2	0,93 kg/L	450 cP	18 °C
M3	0,86 kg/L	25 cP	36 °C

Malam hari suhu udara di lapangan dapat turun sampai 24 °C.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat berdasarkan data tersebut adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. M1 paling ringan sehingga derajat API-nya paling tinggi.
☐ B. M2 paling mudah dipompa karena massa jenisnya paling besar.
☐ C. M3 aman dialirkan tanpa pemanas pada malam 24 °C karena encer.
☐ D. Bila tangki M2 dipanaskan, viskositasnya turun sehingga lebih mudah dipompa.
☐ E. M1 dan M3 akan tenggelam di bawah air bila tercampur.

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

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

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa minyak yang paling berat belum tentu paling sulit dipompa, dan mengapa minyak ringan belum tentu aman dari risiko menggel di pipa?
- Mengapa LPG yang bocor di rumah pompa tertutup lebih berbahaya di dekat lantai, sedangkan gas bumi yang bocor di area terbuka berkumpul di atas?
- **Yang harus kuingat:** massa jenis air 1 kg/L, berat jenis tanpa satuan, makin ringan makin tinggi derajat API; kekentalan turun bila panas; titik tuang ditentukan parafin; titik nyala dibandingkan dengan suhu setempat; gas bumi naik, LPG dan H_2S turun; air formasi asin, lebih berat, bikin kerak dan karat; emulsi stabil perlu panas atau bahan kimia.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 5.2: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktper&node=SMKTPER-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 · Alat ukur tekanan, suhu, laju alir, dan level cairan

SMKTPER-5.3

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi Teknik Perminyakan meminta kamu **menerapkan alat ukur tekanan, suhu, laju alir, dan level** pada situasi kerja: memilih alat yang sesuai, membaca penunjukannya, dan menilai apa artinya. Sub bab ini punya soal bergambar, misalnya foto atau gambar pressure gauge, gelas penduga, atau tangki bertekanan, dan soal pilihan alat berdasarkan kebutuhan lapangan. Soal tidak menanyakan cara membuat atau mengkalibrasi alat. Kamu diminta **memutuskan alat apa yang dipasang, berapa nilai yang terbaca, dan tindakan apa yang tepat**.

Pengecohnya khas: alat yang benar jenisnya tetapi **salah rentangnya**, angka yang dibaca benar tetapi **satuannya tidak disamakan** (bar dan psi), alat yang cocok untuk fluida lain, atau tindakan yang menunggu "katup pengaman membuka" padahal batas kerja sudah terlampaui.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan fungsi pressure gauge, mengubah satuan bar, psi, dan kPa, dan memilih rentang yang tepat;
- membaca sebuah dial dengan menghitung nilai satu garis kecil, lalu menilainya terhadap batas kerja dan setelan katup pengaman;
- memilih alat ukur suhu menurut kebutuhan: dibaca di tempat atau di ruang kontrol, kontinu atau sesaat;
- menjelaskan cara kerja orifis dan memilih alat laju alir untuk gas atau cairan;
- memilih alat ukur level untuk bejana terbuka, tangki tertutup, dan bejana bertekanan.

◆ KONSEP INTI

Di industri migas, hampir semua keputusan didasarkan pada angka dari alat ukur. Operator menaikkan atau menurunkan bukaan katup bila tekanan separator berubah. Pembeli membayar minyak berdasarkan volume yang diukur. Alarm berbunyi bila level di bejana terlalu tinggi. Karena itu alat ukur harus **tepat dipilih, tepat dipasang, dan tepat dibaca**. Ada empat besaran yang paling sering diukur: **tekanan, suhu, laju alir, dan level**. Sub bab ini membahas keempatnya, lalu cara memilih alat.

1. Tekanan: pressure gauge

Tekanan adalah gaya yang bekerja pada satu satuan luas. Di lapangan tekanan diukur dengan **pressure gauge** (alat ukur tekanan berpiringan, disebut juga manometer). Gambar 5.13 menunjukkan contoh bentuknya.

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



Gambar 5.13 Dial pressure gauge dengan skala ganda: angka luar dalam bar dan angka dalam dalam psi, dengan keterangan "1 bar = 100 kPa" pada dial. Gauge pada foto adalah alat pengisi angin ban, tetapi cara membaca dial sama dengan gauge industri. Foto: Momcilo Stokanovic, CC BY-SA 4.0, Wikimedia Commons (ukuran diperkecil).

Di dalam gauge ada **pipa Bourdon**, yaitu pipa pipih yang dilengkungkan seperti huruf C. Bila tekanan masuk ke pipa itu, pipa cenderung meluruskan diri. Gerakan kecil itu diperbesar oleh mekanisme roda gigi menjadi gerakan jarum pada dial. Makin besar tekanan, makin jauh jarum bergerak. Gauge biasa menunjukkan **tekanan terukur**, yaitu tekanan di atas tekanan udara luar; jarum menunjuk 0 saat bejana terbuka ke udara.

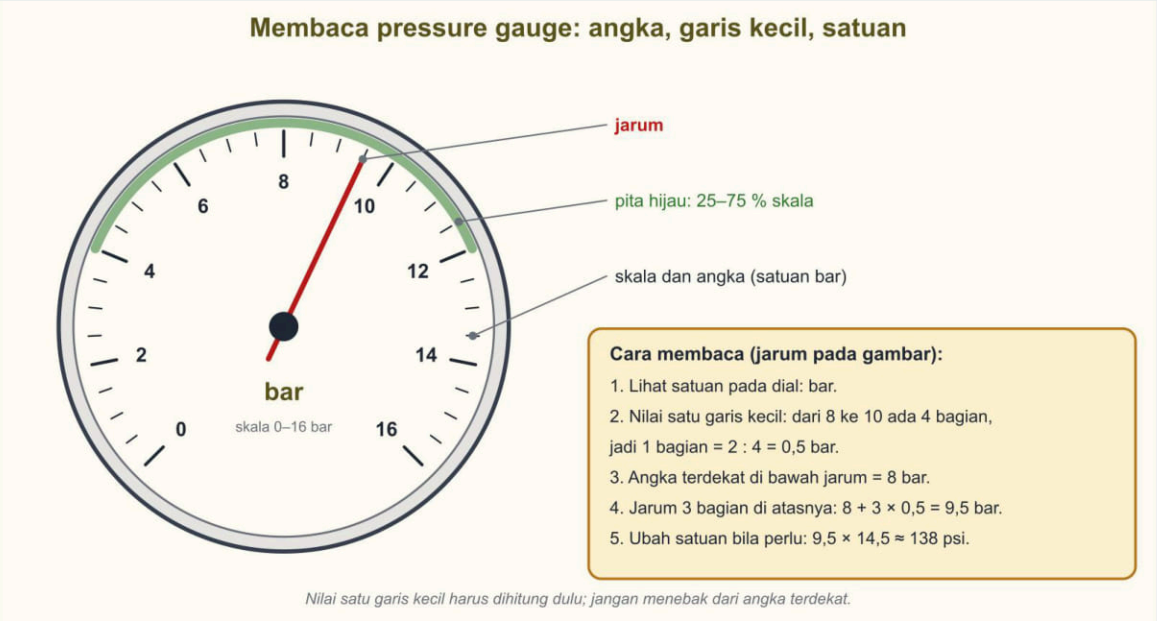
Satuan tekanan. Tiga satuan paling sering dijumpai: **bar**, **psi** (*pounds per square inch*), dan **kPa** (kilopascal). Hubungannya, yang akan dipakai di buku ini, adalah sebagai berikut.

- 1 bar = 100 kPa.
- 1 bar ≈ 14,5 psi.
- 1 psi ≈ 6,9 kPa.

Untuk mengubah dari bar ke psi, **kalikan 14,5**. Untuk mengubah dari psi ke bar, **bagi 14,5**. Untuk mengubah dari kPa ke bar, bagi 100. Contohnya, 12 bar = 12 × 14,5 = 174 psi, dan 135 psi = 135 : 14,5 ≈ 9,3 bar. Kesalahan khas: membandingkan angka tanpa menyamakan satuan, misalnya mengira gauge berskala psi yang menunjuk 50 sudah "melewati" batas 10 bar.

Cara membaca dial. Gambar 5.14 memperlihatkan langkah membaca sebuah gauge berskala 0–16 bar.

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



Gambar 5.14 Membaca dial: lihat satuan, hitung nilai satu garis kecil, tentukan angka terdekat di bawah jarum, lalu tambahkan. Pita hijau menandai 25–75 % skala. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Pertama, **lihat satuan** pada dial. Kedua, **hitung nilai satu garis kecil**: ambil dua angka berurutan, hitung selisihnya, lalu bagi dengan jumlah bagian di antaranya. Pada gambar, dari 8 ke 10 ada 4 bagian, sehingga satu bagian bernilai (10 − 8) : 4 = 0,5 bar. Ketiga, **tentukan angka terdekat di bawah jarum** (8 bar). Keempat, **tambahkan jumlah bagian dikali nilai satu bagian**: jarum 3 bagian di atas 8, jadi 8 + 3 × 0,5 = 9,5 bar. Banyak soal menjebak lewat langkah kedua: siswa membaca angka terdekat atau menganggap satu bagian bernilai 1.

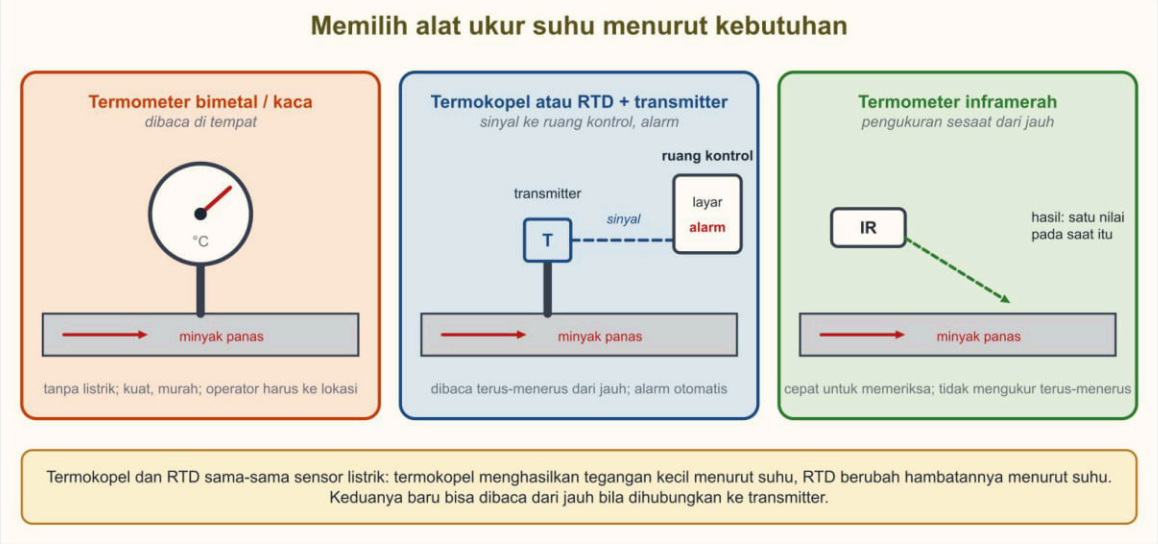
Memilih rentang (skala) gauge. Gauge harus dipilih agar tekanan kerja normal jatuh di bagian tengah skala. Pedoman umum untuk gauge mekanis adalah menjaga tekanan kerja normal di antara 25 dan 75 persen skala, dan idealnya di sekitar setengahnya. Alasannya ada tiga. Jarum yang berada di tengah paling mudah dan teliti dibaca. Masih tersisa ruang bila tekanan naik sesaat. Dan pipa Bourdon tidak bekerja terus-menerus di ujung skalanya, sehingga tidak cepat rusak. Bila tekanan berdenyut (misalnya dekat pompa torak), pedoman yang lebih ketat dipakai: tekanan kerja maksimum sebaiknya tidak melewati setengah skala. Jadi gauge dengan skala yang **terlalu kecil** membuat jarum menempel di ujung dan cepat rusak, sedangkan skala yang **terlalu besar** membuat jarum hampir tidak bergerak sehingga sulit dibaca teliti.

Batas kerja dan katup pengaman. Setiap bejana punya **tekanan kerja maksimum** yang diizinkan. **Katup pengaman** (*pressure safety valve*) dipasang dan disetel membuka pada tekanan yang lebih tinggi daripada batas kerja itu. Katup pengaman adalah **perlindungan terakhir**, bukan batas operasi. Bila gauge menunjukkan tekanan sudah di atas batas kerja tetapi masih di bawah setelan katup pengaman, tindakan yang benar adalah **menurunkan tekanan** (misalnya mengurangi aliran masuk) dan melaporkannya sebelum katup pengaman terpaksa membuka. Menunggu katup membuka berbahaya karena berarti satu-satunya perlindungan sudah terpakai.

2. Suhu: dari bimetal sampai termokopel

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

Suhu menentukan kekentalan minyak, kerja pemanas, dan keamanan peralatan. Gambar 5.15 membandingkan tiga cara mengukurnya.



Gambar 5.15 Termometer bimetal atau kaca dibaca di tempat; termokopel atau RTD dengan transmitter mengirim sinyal ke ruang kontrol; termometer inframerah memberi nilai sesaat. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Termometer bimetal** memakai dua lempeng logam berbeda yang disatukan. Bila panas, kedua logam memuai berbeda sehingga lempeng melengkung dan menggerakkan jarum. **Termometer kaca** memakai cairan dalam pipa kaca yang memuai. Keduanya **dibaca di tempat**, tanpa listrik, kuat, dan murah. Operator harus datang ke lokasi.
- **Termokopel** dibuat dari dua kawat logam berbeda yang ujungnya disambung. Ujung yang panas menghasilkan tegangan listrik kecil yang bergantung pada suhu. **RTD** (*resistance temperature detector*, pengukur suhu hambatan) memakai kawat logam, biasanya platina, yang hambatan listriknya berubah menurut suhu; jenis yang umum disebut Pt100 karena hambatannya 100 ohm pada 0 °C. RTD umumnya lebih teliti dan stabil, sedangkan termokopel lebih tahan suhu sangat tinggi dan lebih cepat bereaksi. Keduanya menghasilkan **sinyal listrik**, sehingga dapat dihubungkan ke **transmitter** (pengubah dan pengirim sinyal) untuk dikirim ke ruang kontrol. Hanya dengan itu suhu dapat dipantau terus-menerus dari jauh dan memicu **alarm** otomatis. Sensor biasanya ditempatkan dalam **selongsong pelindung** (*thermowell*) supaya dapat dicabut tanpa membuka pipa.
- **Termometer inframerah** mengukur suhu permukaan dari jauh tanpa menyentuh, dengan menangkap pancaran panas benda itu. Ia praktis untuk memeriksa cepat, tetapi hanya memberi **satu nilai sesaat**, bukan pemantauan terus-menerus.

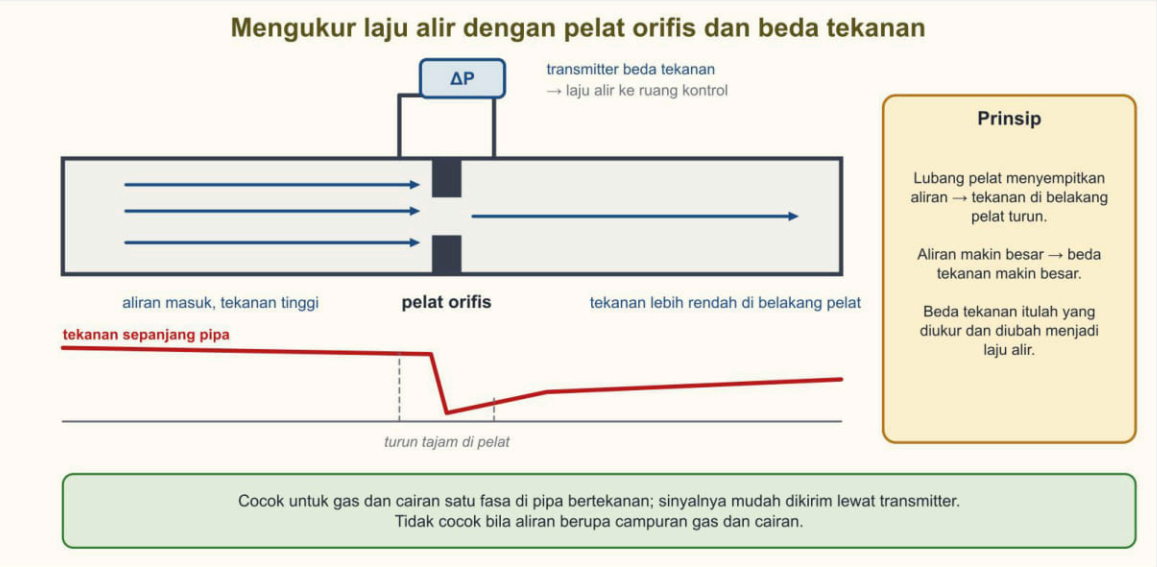
Pemilihan suhu bersandar pada dua pertanyaan: **di mana angka itu dibutuhkan** (di lokasi atau di ruang kontrol) dan **seberapa sering** (sesaat atau kontinu dengan alarm).

3. Laju alir: berapa banyak yang mengalir

Laju alir adalah banyaknya fluida yang melewati pipa tiap satuan waktu, misalnya meter kubik per jam atau barel per hari. Laju alir menentukan jumlah yang dijual dan dipakai juga untuk mengendalikan proses. Beberapa alat yang sering dipakai:

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

- **Orifis** (*orifice meter*): pelat tipis berlubang yang dipasang di dalam pipa. Gambar 5.16 menunjukkan caranya. Lubang menyempitkan aliran sehingga tekanan di belakang pelat lebih rendah daripada di depannya. **Beda tekanan** itu diukur oleh transmitter beda tekanan, dan makin besar aliran, makin besar beda tekanannya. Orifis banyak dipakai untuk **gas dan cairan satu fasa** di pipa bertekanan karena sederhana dan sinyalnya mudah dikirim. Ia tidak cocok bila aliran berupa campuran gas dan cairan.



Gambar 5.16 Pelat orifis di dalam pipa dan transmitter beda tekanan (ΔP); profil tekanan di bawah memperlihatkan tekanan turun di pelat. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Meter turbin**: aliran memutar baling-baling kecil di dalam pipa, dan kecepatan putarnya sebanding dengan kecepatan aliran. Cocok untuk fluida encer (gas dan cairan) tetapi tidak untuk cairan kotor atau berpartikel.
- **Meter vortex**: sebuah batang di dalam aliran menimbulkan pusaran berselang-seling, dan jumlah pusaran per detik sebanding dengan aliran.
- **Meter Coriolis**: tabung yang digetarkan membelok bila fluida mengalir, dan besar belokannya menunjukkan **massa** yang mengalir; sangat teliti tetapi mahal.
- **Rotameter**: pelampung dalam tabung kerucut tembus pandang yang naik makin tinggi bila alirannya makin besar. Dibaca di tempat, dan hanya untuk tekanan rendah.

Pegangan untuk memilih: tentukan **fluidanya** (gas atau cairan, bersih atau kotor), **tekanan pipa**, dan apakah angkanya harus **dikirim ke ruang kontrol**. Pada gas bertekanan tinggi yang datanya harus dikirim jauh, orifis dengan transmitter adalah pilihan umum; rotameter tabung kaca tidak sesuai untuk tekanan tinggi dan dibaca di tempat.

> **Pengayaan.** Laju alir pada orifis sebanding dengan **akar kuadrat** beda tekanan. Bila beda tekanan menjadi 4 kali lipat, laju alir menjadi 2 kali lipat. Soal TKA tidak menanyakan hubungan ini; cukup tahu bahwa beda tekanan besar berarti aliran besar.

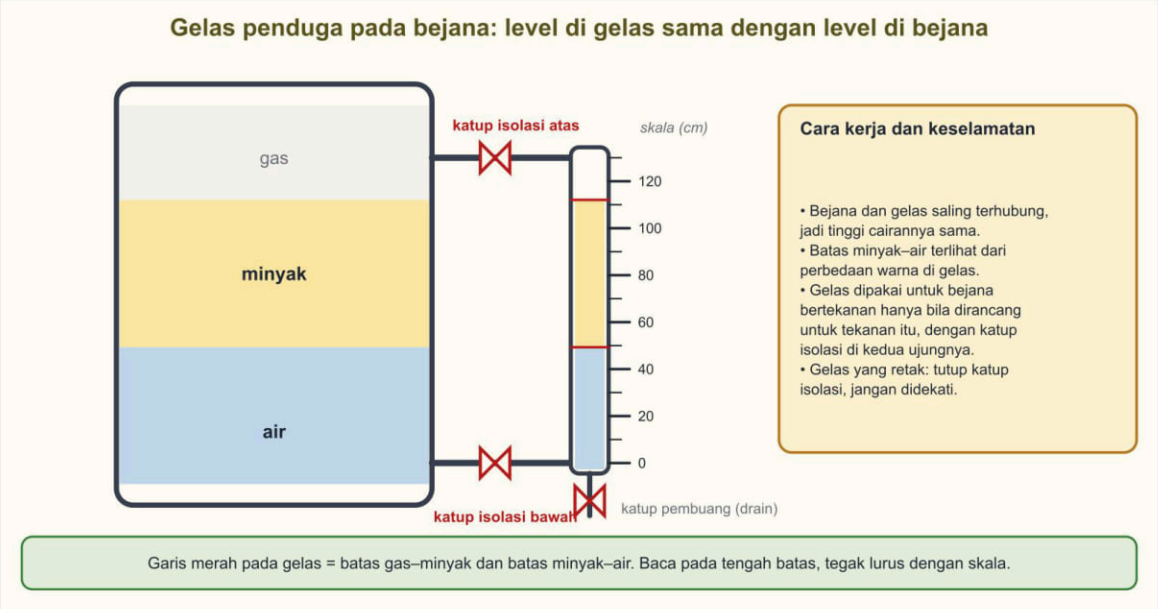
4. Level: seberapa tinggi cairan

Level adalah tinggi permukaan cairan di dalam bejana atau tangki. Alat ukur level menjaga

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

bejana agar tidak kosong (pompa kering) atau penuh (luber). Beberapa alat yang sering dipakai:

- **Gelas penduga** (*sight glass*, *gauge glass*): tabung tembus pandang yang disambungkan ke bagian atas dan bawah bejana. Karena kedua ujungnya terhubung, **tinggi cairan di gelas sama dengan tinggi di bejana** (prinsip bejana berhubungan). Gambar 5.17 menunjukkan susunannya.



Gambar 5.17 Gelas penduga dengan katup isolasi di kedua ujung dan katup pembuang. Garis merah menandai batas gas–minyak dan minyak–air. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gelas penduga sederhana, murah, dan langsung terlihat, juga memperlihatkan batas minyak dan air. Pada bejana bertekanan gelasnya harus dirancang untuk tekanan itu dan dilengkapi **katup isolasi** di kedua ujung serta katup pembuang. Gelas yang retak berbahaya; katup isolasinya ditutup dan area tidak didekati. Kekurangannya: dibaca di tempat, mudah kotor, dan bisa tersumbat sehingga menunjuk angka palsu.

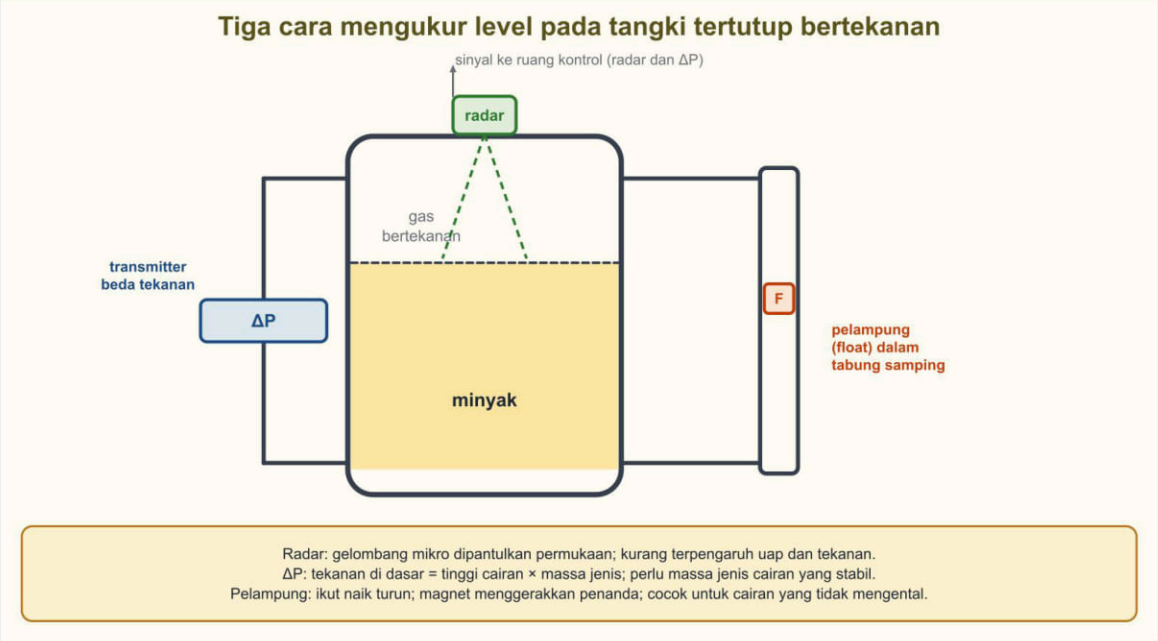
Pada separator tiga fasa, gelas penduga dipakai untuk menjaga **batas minyak–air** agar tetap di rentang yang ditetapkan. Cara membacanya: lihat garis skala di tengah batas dua warna, lalu bandingkan dengan rentang yang diizinkan. Bila batas naik di atas rentang, lapisan air terlalu tinggi dan air bisa terbawa ke saluran keluar minyak. Tindakannya **memperbesar pengeluaran air** (misalnya membuka katup keluaran air lebih besar), bukan membuka keluaran minyak, karena membuka keluaran minyak justru memudahkan air ikut keluar. Perhatikan juga bahwa **batas minyak–gas** adalah batas yang lain: jangan tertukar saat membaca dua garis pada gelas.

- **Pelampung** (*float*): pelampung ikut naik turun mengikuti permukaan. Pada jenis magnetik, magnet di pelampung menggerakkan penanda atau saklar di luar tabung. Tidak cocok untuk cairan yang sangat kental atau lengket.
- **Beda tekanan (ΔP)**: tekanan di dasar bejana sama dengan tinggi cairan dikali massa jenisnya. Dengan mengukur beda tekanan antara dasar dan bagian atas bejana, tinggi cairan dapat dihitung. Cocok untuk bejana bertekanan, tetapi hasilnya bergantung pada **massa jenis cairan yang stabil**.

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

- **Ultrasonik**: sensor di atap mengirim gelombang suara dan menangkap pantulannya dari permukaan cairan; selang waktunya menunjukkan jarak. Kecepatan suara berubah menurut suhu dan tekanan, dan busa serta uap mengganggu pantulan.
- **Radar**: sensor mengirim gelombang mikro yang dipantulkan permukaan. Radar umumnya **kurang terpengaruh uap, suhu, dan tekanan** dibanding ultrasonik, sehingga sering dipilih untuk tangki tertutup bertekanan.

Gambar 5.18 membandingkan tiga cara yang cocok untuk tangki tertutup bertekanan, yang datanya perlu dikirim ke ruang kontrol.



Gambar 5.18 Tiga cara mengukur level pada tangki tertutup bertekanan: radar di atap, transmitter beda tekanan, dan pelampung dalam tabung samping. 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

5. Memilih alat: tanya dulu apa yang dibutuhkan

Tabel berikut merangkum cara memilih. Selalu tanya: apa yang diukur, di mana angka dibutuhkan, fluidanya apa, dan kondisinya bagaimana (tekanan, suhu, kotor atau bersih).

Kebutuhan	Alat yang cocok	Alasan
Tekanan separator dibaca operator di lokasi	pressure gauge berpiringan	langsung dibaca, tanpa listrik
Suhu keluaran pemanas harus terbaca di ruang kontrol dengan alarm	RTD atau termokopel + transmitter	sinyal dikirim jauh dan memicu alarm
Memeriksa cepat suhu permukaan banyak titik	termometer inframerah	cepat, tidak menyentuh
Laju alir gas bertekanan tinggi dikirim ke ruang kontrol	orifis + transmitter	cocok untuk gas bertekanan dan sinyalnya terkirim
Level tangki tertutup bertekanan dibaca dari jauh	radar atau beda tekanan	tidak terpengaruh tekanan tangki
Memastikan batas minyak–air di bejana secara visual	gelas penduga	langsung terlihat, batas warna jelas

6. Membaca, bertindak, dan merawat

Angka dari alat ukur baru berguna bila dibaca dan dinilai. Cara menilainya sederhana: **samakan satuan, hitung nilai satu garis kecil, bandingkan dengan batas kerja dan setelan katup pengaman, lalu putuskan tindakan.** Bila dua alat yang mengukur hal yang sama menunjukkan angka yang berbeda jauh, **jangan memilih yang "kelihatan benar"**. Bandingkan dengan alat ketiga atau alat standar, dan anggap alat yang tidak cocok sebagai alat yang diragukan sampai diperiksa. Jarum yang macet di nol padahal bejana jelas bertekanan, atau gelas penduga yang levelnya tidak bergerak sementara aliran masuk berubah, adalah tanda alat rusak atau tersumbat, bukan tanda proses berhenti.

Pemasangan juga penting. Gauge dan gelas penduga dilengkapi **katup isolasi** supaya dapat diganti tanpa menghentikan seluruh proses; sebelum gauge dilepas, katupnya ditutup dan tekanan di dalamnya dibuang lebih dulu. Sensor suhu ditaruh dalam selongsong pelindung. Alat yang rusak dilaporkan dan diganti oleh petugas yang berwenang; operator tidak memperbaiki alat dengan menebak.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Memilih rentang pressure gauge

Pada Stasiun Pengumpul Dahan Timur (fiktif, 2027), tekanan kerja normal sebuah bejana adalah 12 bar. Gauge lama pecah. Di gudang tersedia empat gauge berskala psi: 0–100, 0–200, 0–300, dan 0–600 psi. Pakai 1 bar = 14,5 psi dan pedoman: tekanan kerja normal sebaiknya berada

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

antara 25 dan 75 persen skala, idealnya mendekati setengah. Gauge mana yang dipilih? *Kasus disusun untuk contoh; stasiun fiktif.*

1. **Satukan satuan.** 12 bar × 14,5 = 174 psi.
2. **Hitung persentase tiap skala.** 174 : 100 = 174 % (di luar skala, jarum akan menabrak batas). 174 : 200 = 87 % (di atas 75 %, terlalu dekat ujung). 174 : 300 = 58 % (di antara 25 % dan 75 %, dekat tengah). 174 : 600 = 29 % (masih dalam batas, tetapi jarum bergerak sedikit sehingga kurang teliti).
3. **Pilih yang paling mendekati tengah dan masih dalam batas:** gauge **0–300 psi**.

Jebakan: memilih 0–100 psi karena "angkanya kecil dan mudah dibaca" (tekanan 174 psi sudah melebihi skalanya), atau memilih 0–600 psi karena "paling aman". Bandingkan angka yang tertulis di opsi tanpa mengubah 12 bar menjadi psi adalah kesalahan paling umum.

Contoh 2 — Mengonversi satuan dan menilai pembacaan

Bejana pemisah di Lapangan Rawa Barat (fiktif, 2027) memiliki tekanan kerja maksimum 8 bar dan katup pengaman disetel membuka pada 10 bar. Empat gauge terpasang pada bejana yang sama. G-a berskala bar dengan jarum seperti Gambar 5.14. G-b berskala psi menunjuk 135 psi. G-c berskala kPa menunjuk 950 kPa. G-d berskala bar menunjuk 8,0 bar. Toleransi kesesuaian antaralat dalam kasus ini ±0,5 bar. Berapa tekanan sebenarnya, apakah ada alat yang diragukan, dan apa tindakannya? *Kasus disusun untuk contoh; lapangan fiktif.*

1. **G-a:** 9,5 bar (dibaca seperti pada Gambar 5.14: 8 + 3 × 0,5).
2. **G-b:** 135 : 14,5 ≈ 9,3 bar.
3. **G-c:** 950 : 100 = 9,5 bar.
4. **G-d:** 8,0 bar.
5. **Bandingkan.** G-a, G-b, dan G-c saling berbeda tidak lebih dari 0,2 bar (9,3; 9,5; 9,5), jadi sesuai. G-d berbeda 1,5 bar dari ketiga lainnya, melebihi toleransi 0,5 bar: **G-d diragukan** (kemungkinan macet atau rusak) dan harus diperiksa petugas instrumen.
6. **Nilai terhadap batas.** Tekanan ±9,5 bar melebihi tekanan kerja maksimum 8 bar, tetapi masih di bawah setelan katup pengaman 10 bar. **Tindakan:** turunkan tekanan (misalnya kurangi aliran masuk), laporkan, dan jangan menunggu katup pengaman membuka.

Jebakan: menganggap G-d sebagai angka yang benar karena nilainya "persis 8,0 dan masih dalam batas kerja", atau menganggap tekanan 9,5 bar aman karena belum mencapai 10 bar.

Contoh 3 — Memilih alat level untuk tangki bertekanan

Tangki surge di stasiun kompresi gas fiktif Gading Selatan (2027) berbentuk silinder tegak tertutup, bertekanan sekitar 6 bar, berisi kondensat dengan permukaan sering berbuih dan uap di bagian atas. Level harus terbaca di ruang kontrol 300 m dari tangki dan memicu alarm bila terlalu tinggi. Operator juga menginginkan pembanding yang bisa dilihat langsung. Pilih alat utama dan alat pembanding. *Kasus disusun untuk contoh; tempat fiktif.*

1. **Syarat:** tangki tertutup bertekanan; uap dan busa; dibaca jauh; alarm.
2. **Singkirkan yang tidak sesuai.** Gelas penduga hanya dibaca di tempat, jadi tidak memenuhi syarat ruang kontrol. Ultrasonik terganggu busa, uap, dan perubahan tekanan.

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

3. **Pilih yang memenuhi syarat. Radar** kurang terpengaruh tekanan dan uap, dan menghasilkan sinyal untuk ruang kontrol dan alarm. **Beda tekanan (ΔP)** juga memenuhi syarat bila massa jenis kondensat stabil.
4. **Alat pembanding. Gelas penduga bertekanan** dengan katup isolasi, untuk pemeriksaan visual di lokasi.

Jawaban: alat utama radar (atau ΔP), alat pembanding gelas penduga bertekanan. Jebakan: memilih gelas penduga sebagai alat utama karena "paling sederhana", padahal tidak terbaca di ruang kontrol.

Contoh 4 — Memilih alat suhu dan laju alir untuk empat situasi

Tentukan alat untuk tiap situasi di Stasiun Pengumpul Tanjung Harapan (fiktif, 2027): (a) suhu keluaran pemanas minyak harus terbaca terus-menerus dan memicu alarm di ruang kontrol 500 m dari lokasi; (b) petugas ingin memeriksa suhu dinding pipa di sepuluh titik dalam satu putaran patroli; (c) operator ingin mengetahui suhu air pendingin di pipa dekat pompa setiap kali melewatinya; (d) laju gas jual di pipa bertekanan 40 bar harus dikirim ke ruang kontrol. *Kasus disusun untuk contoh; stasiun fiktif.*

1. **(a)** Kontinu, jauh, dengan alarm: **RTD atau termokopel + transmitter**.
2. **(b)** Banyak titik, sesaat, tanpa menyentuh: **termometer inframerah**.
3. **(c)** Dibaca di tempat, tanpa listrik: **termometer bimetal (atau kaca)**.
4. **(d)** Laju gas bertekanan tinggi yang dikirim jauh: **orifis dengan transmitter** (bukan rotameter tabung kaca, yang dibaca di tempat dan untuk tekanan rendah).

Jebakan: memilih termokopel dengan layar di lokasi untuk (a): sensornya benar, tetapi angkanya tidak sampai ke ruang kontrol.

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

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Tekanan:** pressure gauge (pipa Bourdon). 1 bar = 100 kPa; 1 bar ≈ 14,5 psi: bar → psi dikali 14,5, psi → bar dibagi 14,5. Tekanan kerja normal di 25–75 % skala (idealnya sekitar tengah).
- **Membaca dial:** satuan dulu, hitung nilai satu garis kecil, angka di bawah jarum + bagian × nilai bagian.
- **Batas kerja ≠ setelan katup pengaman.** Katup pengaman = perlindungan terakhir; bila melebihi batas kerja, turunkan tekanan dan laporkan.
- **Suhu:** bimetal/kaca (di tempat), RTD/termokopel + transmitter (ruang kontrol, alarm), inframerah (sesaat).
- **Laju alir:** orifis (beda tekanan; gas dan cairan satu fasa), turbin, vortex, Coriolis (massa), rotameter (di tempat, tekanan rendah).
- **Level:** gelas penduga (visual, katup isolasi), pelampung, ΔP, ultrasonik (terganggu uap dan busa), radar (tangki bertekanan, ruang kontrol).
- **Memilih alat:** apa yang diukur, di mana dibaca, fluida, tekanan; **alat yang diragukan dibandingkan dengan alat lain**, bukan dipercaya.

Gambar 5.19 merangkum semua butir itu; lihat Gambar 5.19 saat mengulang.



Gambar 5.19 Peta konsep alat ukur tekanan, suhu, laju alir, dan level. 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 alat ukur:

1. **Tentukan besaran yang ditanya** (tekanan, suhu, laju alir, level) dan **kebutuhan** (dibaca di mana, kontinu atau sesaat, ada alarm atau tidak).
2. **Samakan satuan** sebelum membandingkan angka: bar, psi, kPa.
3. **Pada soal bergambar**, tulis dulu nilai satu garis kecil dan baca jarum atau batas cairan dengan teliti.
4. **Bandingkan dengan dua batas**: batas kerja dan setelan katup pengaman. Tindakan benar muncul sebelum katup pengaman membuka.
5. **Singkirkan opsi** yang memakai alat untuk besaran lain atau untuk kondisi lain (rotameter untuk gas 30 bar, gauge untuk laju alir).

Jebakan khas pada soal ini:

- **Rentang terlalu kecil atau terlalu besar**: "paling aman karena skala paling besar", atau "angka skala kecil mudah dibaca".
- **Satuan psi dan bar tertukar** atau tidak diubah.
- **Nilai satu garis kecil ditebak**; salah satu bagian sama dengan 10 psi diperlakukan seperti 1 bar.
- **Gauge rusak atau macet dianggap benar** karena angkanya "masuk akal".
- **Sensor yang benar tetapi layarnya di lokasi** dipilih untuk kebutuhan ruang kontrol.
- **Alat laju alir untuk cairan dipasang di jalur gas** (atau sebaliknya), atau pressure gauge dipilih untuk mengukur laju.
- **Gelas penduga pada bejana bertekanan diganti atau dibuka** tanpa menutup katup isolasi dan membuang tekanan.
- **Menunggu katup pengaman membuka** padahal tekanan sudah melewati batas kerja.

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menguji pemilihan rentang gauge. Ubah dulu satuan tekanan kerja, lalu bandingkan dengan setiap skala yang tersedia.

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

►. Tekanan kerja normal separator uji di Lapangan Dahlia adalah 20 bar (2027). Pressure gauge lamanya pecah, dan di gudang tersedia empat gauge berskala psi: 0–100 psi, 0–300 psi, 0–600 psi, dan 0–3.000 psi. Pedoman lapangan: tekanan kerja normal sebaiknya berada di sekitar setengah skala penuh agar mudah dibaca dan gauge tidak cepat rusak. Gunakan 1 bar ≈ 14,5 psi.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Gauge yang paling tepat dipasang adalah ....

A. Gauge 0–600 psi, karena tekanan kerja sekitar setengahnya
B. Gauge apa saja asalkan skala maksimumnya di atas 20
C. Gauge 0–100 psi, karena angka skalanya paling mudah dibaca
D. Gauge 0–300 psi, karena tekanan kerja 290 psi ada di dalamnya
E. Gauge 0–3.000 psi, karena paling aman bila tekanan melonjak

Pembahasan **Kunci: A**

Konsep: Pressure gauge dipilih agar tekanan kerja normal berada di sekitar pertengahan skala: jarum mudah dibaca, masih ada ruang untuk lonjakan, dan pegas Bourdon tidak bekerja di ujung skala.

Langkah:
1. 20 bar × 14,5 = 290 psi.
2. Setengah skala: 0–600 psi → 300 psi (paling dekat dengan 290 psi).
3. 0–300 psi membuat jarum hampir di ujung skala; 0–3.000 psi membuat jarum hanya bergerak sekitar 10% skala.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ 290 psi berada di sekitar setengah skala 600 psi.
• **B.** ✗ Jebakan: angka "20" adalah bar, sedangkan skala dalam psi; satuan harus disamakan.
• **C.** ✗ Jebakan: angka skala kecil memang mudah dibaca, tetapi 100 psi jauh di bawah 290 psi sehingga gauge akan rusak.
• **D.** ✗ Jebakan: 290 psi memang masih di dalam skala, tetapi hampir di ujung (97%) sehingga gauge cepat rusak dan tidak ada ruang untuk lonjakan.
• **E.** ✗ Jebakan: tampak aman, tetapi jarum hanya bergerak sekitar 10% skala sehingga sulit dibaca teliti.

Jawaban: A.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk setiap soal, tulis dulu besaran yang diukur, satuan yang dipakai, dan batas yang harus dibandingkan.

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

1. Di bengkel instrumen (2027), Yoga menguji empat pressure gauge bekas memakai alat uji standar yang menunjukkan 50 psi. Gauge dinyatakan layak bila selisih bacaannya dengan alat standar paling besar ±2 psi. Gunakan 1 bar = 14,5 psi dan 1 psi = 6,9 kPa.

Gauge	Satuan skala	Bacaan
G1	psi	51 psi
G2	bar	3,2 bar
G3	kPa	340 kPa
G4	bar	3,7 bar

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Gauge yang layak dipakai adalah ....

A. G1 saja
B. G1, G2, dan G3
C. G1, G3, dan G4
D. G2 dan G4
E. G1 dan G3

2. Suhu minyak di keluaran *heater treater* stasiun Melati harus dijaga 60–70 °C (2027). Selama ini suhu dibaca operator dua kali per shift dari alat di lokasi, padahal ruang kontrol berada 2 km dari stasiun. Manajemen meminta suhu terbaca terus-menerus di ruang kontrol dan alarm berbunyi otomatis bila suhu keluar dari rentang.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Alat ukur yang paling tepat dipasang adalah ....

A. Termokopel dengan layar digital di lokasi
B. Termometer bimetal berpiringan di pipa keluar
C. Termometer inframerah genggam milik operator
D. Pita indikator suhu yang berubah warna di pipa
E. Termokopel dengan transmitter ke ruang kontrol

Kunci singkat: 1. E 2. E

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa gauge berskala 0–100 psi tidak cocok untuk tekanan kerja 12 bar, dan mengapa gauge berskala 0–200 psi masih kurang tepat?
- Mengapa tekanan yang sudah melewati batas kerja harus diturunkan segera walaupun katup pengaman belum membuka?
- **Yang harus kuingat:** bar × 14,5 = psi; 1 bar = 100 kPa; tekanan kerja di 25–75 % skala; hitung nilai satu garis kecil dulu; RTD/termokopel + transmitter untuk ruang kontrol; orifis

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

untuk gas bertekanan; radar atau ΔP untuk tangki bertekanan; gelas penduga bertekanan wajib berkatup isolasi.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 5.3: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktper&node=SMKTPER-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 · Perhitungan volume minyak, tinggi cairan, pemuaian, dan berat jenis

SMKTPER-5.4

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi Teknik Perminyakan meminta kamu **menghitung volume minyak, tinggi cairan di tangki, pengaruh pemuaian, dan berat jenis**. Inilah sub bab dengan hitungan terbanyak di Bab 5, dan soalnya sering termasuk yang tersulit. Namun hitungannya hanya aritmetika: kali, bagi, tambah, kurang. Soal akan memberi data sebuah tangki atau truk (diameter, tinggi, tabel kalibrasi, suhu, faktor), lalu memintamu **menentukan volume minyak bersih, sisa ruang tangki, muatan truk yang aman, volume setelah memuai, atau volume pada suhu standar**.

Rumus dan faktor koreksi **selalu diberikan** di soal. Kamu tidak perlu mengingat tabel standar atau menghitung derajat API. Yang diuji adalah apakah kamu **mengubah satuan, memilih langkah yang tepat, dan tidak terjebak pada kesalahan khas**: air bebas tidak dikurangkan, tinggi cairan dikira volume, ullage dibaca sebagai tinggi cairan, ruang pemuaian dilupakan, dan kapasitas dibaca sebagai batas aman.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menghitung volume cairan di tangki silinder tegak dari diameter dan tinggi cairan, lalu mengubahnya ke liter dan barel;
- membaca tabel kalibrasi dan mengubah ullage menjadi tinggi cairan;
- mengurangkan air bebas untuk memperoleh volume minyak bersih;
- menghitung berat jenis dari penimbangan, massa campuran, dan muatan truk yang aman;
- menghitung pemuaian dan memutuskan apakah isi tangki masih di bawah batas aman;
- memakai faktor koreksi yang diberikan untuk mengubah volume ke suhu standar.

◆ KONSEP INTI

Minyak dijual per volume atau per massa. Karena itu jumlah minyak di tangki harus dihitung dengan teliti: selisih satu persen pada tangki besar sama dengan banyak uang. Tangki juga tidak boleh diisi sampai penuh: ia perlu ruang sisa untuk pemuaian, dan ia harus aman. Truk tangki dibatasi oleh volume tangkinya dan oleh massa muatan yang diizinkan. Semua keputusan itu berasal dari beberapa hitungan sederhana. Sub bab ini menjelaskannya mulai dari bentuk tangki, cara mengukur tinggi cairan, sampai pemuaian dan faktor koreksi.

1. Volume cairan di tangki silinder tegak

Tangki timbun di stasiun pengumpul kebanyakan berbentuk **silinder tegak**: alasnya lingkaran

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

dan dindingnya lurus ke atas. Gambar 5.20 memperlihatkan tangki seperti itu dengan ukurannya.



Gambar 5.20 Tangki silinder tegak berdiameter 8 m dengan tinggi cairan 5,5 m, air bebas 0,20 m, dan tinggi pengisian maksimum izin 7,2 m. Gambar tidak berskala. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Volume cairan di tangki silinder tegak dihitung dengan rumus sederhana:

volume = luas alas × tinggi cairan, atau V = A × t.

Luas alas berbentuk lingkaran: **A = π × r²**. Di sini **r adalah jari-jari**, yaitu setengah diameter: r = d : 2. Nilai π dalam soal biasanya diberikan, yaitu 3,14. Pada tangki di gambar, diameter 8 m sehingga r = 4 m, dan luas alas A = 3,14 × 4^2 = 3,14 × 16 = **50,24 m²**. Karena dindingnya lurus, luas alas sama di setiap ketinggian. Akibatnya **setiap tambahan 1 meter tinggi cairan menambah volume 50,24 m^3**, dan setiap 1 cm menambah 0,5024 m^3. Jadi pada tangki silinder tegak, volume berbanding lurus dengan tinggi cairan.

Perhatikan satu kesalahan yang sering terjadi: **tinggi cairan bukan volume**. Tinggi 5,5 m adalah panjang, satuannya meter. Volume 276,32 m^3 adalah isi, satuannya meter kubik. Soal sering memasang pengecoh berupa tinggi yang dikalikan luas yang salah, atau diameter yang dipakai sebagai jari-jari (hasilnya empat kali terlalu besar), atau π yang lupa dikalikan.

Satuan volume. Volume minyak dinyatakan dalam meter kubik (m^3), liter (L), atau **barel** (*barrel*, bbl), satuan standar perdagangan minyak. Hubungannya dipakai sebagai berikut.

Satuan	Hubungan
1 m^3	1.000 liter
1 barel	42 galon AS, sekitar 159 liter
1 m^3	sekitar 6,29 barel

Untuk mengubah **m^3 ke barel, kalikan 6,29**. Untuk mengubah **barel ke m^3, bagi 6,29**.

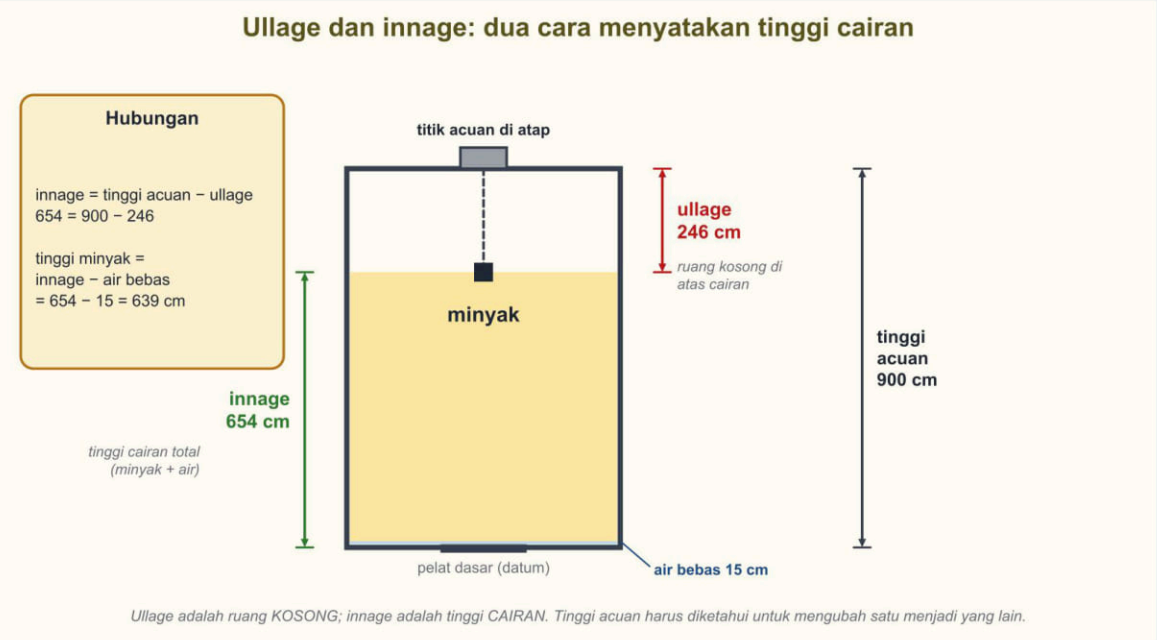
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Kesalahan khas: membagi padahal seharusnya mengalikan, sehingga hasilnya hampir 40 kali terlalu kecil.

Sisa ruang tangki dihitung dari selisih tinggi. Bila tinggi pengisian maksimum yang diizinkan 7,2 m dan tinggi cairan sekarang 5,5 m, tinggi yang masih boleh diisi adalah 7,2 − 5,5 = 1,7 m, dan volumenya 1,7 × 50,24 = 85,408 m^3. Perhatikan: yang dikalikan dengan luas alas adalah **selisih tinggi**, bukan tinggi maksimum.

2. Mengukur tinggi cairan: innage dan ullage

Tinggi cairan di tangki diukur dengan **pita ukur berbandul** yang diturunkan dari lubang ukur di atap. Ada dua cara menyatakan hasilnya (Gambar 5.21).



Gambar 5.21 Innage adalah tinggi cairan diukur dari dasar; ullage adalah jarak dari titik acuan di atap ke permukaan cairan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Innage** adalah **tinggi cairan** diukur dari pelat dasar (bidang acuan di dasar tangki) ke permukaan cairan. Pita diturunkan sampai bandul menyentuh dasar, lalu dibaca bagian yang basah oleh cairan.
- **Ullage** (kadang disebut *outage*) adalah **jarak dari titik acuan di atap ke permukaan cairan**, yaitu tinggi **ruang kosong** di atas cairan. Pita diturunkan sampai bandul menyentuh permukaan, lalu dibaca di titik acuan.

Hubungan keduanya memakai **tinggi acuan**, yaitu jarak dari titik acuan di atap ke pelat dasar:

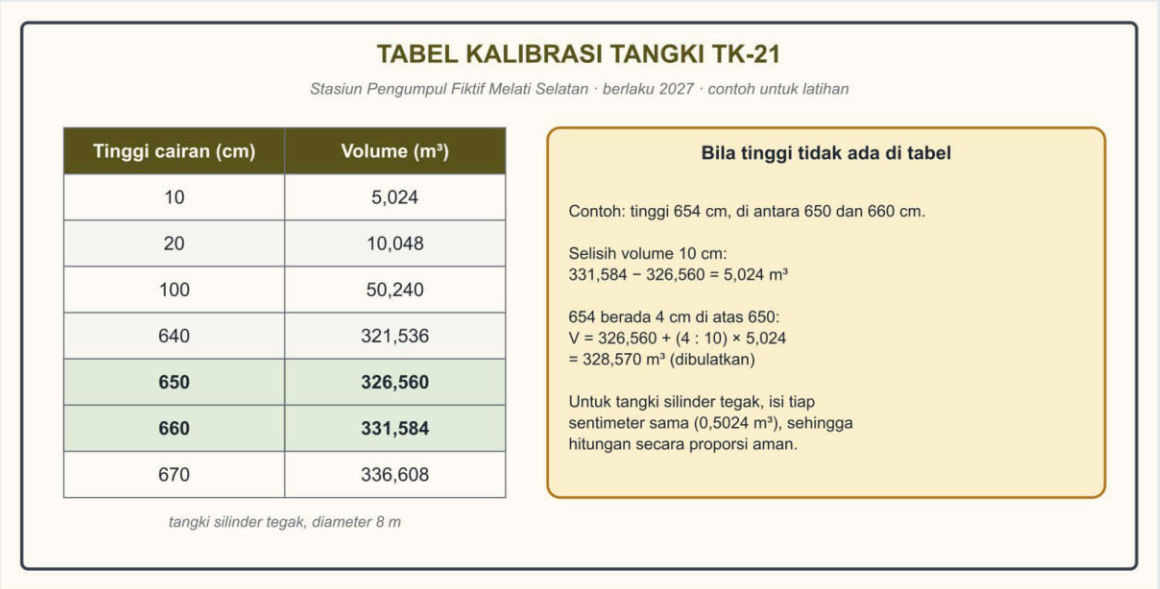
innage = tinggi acuan − ullage.

Pada gambar, tinggi acuan 900 cm dan ullage 246 cm, sehingga innage = 900 − 246 = 654 cm. Ullage dibaca sebagai ruang kosong; kalau kamu menjadikannya tinggi cairan, volume yang kamu hitung adalah **ruang kosong**, bukan minyak.

Tabel kalibrasi. Tangki nyata tidak selalu sempurna: dasarnya bisa sedikit melengkung, dindingnya bertambah tebal ke bawah. Karena itu tiap tangki diberi **tabel kalibrasi**: daftar yang menyatakan volume cairan untuk tiap tinggi (Gambar 5.22). Cara memakainya: cari tinggi cairan

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

pada kolom pertama, baca volumenya di kolom kedua. Bila tinggi yang diukur berada **di antara dua baris**, hitung secara **proporsi**.



Gambar 5.22 Contoh potongan tabel kalibrasi tangki TK-21 (dokumen fiktif untuk latihan, 2027) beserta cara menghitung tinggi yang tidak ada di tabel. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Contohnya, tinggi 654 cm berada di antara 650 cm (326,560 m^3) dan 660 cm (331,584 m^3). Selisih volume 10 cm adalah 5,024 m^3. Karena 654 berada 4 cm di atas 650, volumenya 326,560 + (4 : 10) × 5,024 ≈ 328,570 m^3. Hasil ini sama dengan 654 × 0,5024, karena tangki silinder tegak berisi sama tiap sentimeter. Kamu boleh memakai cara mana pun, asalkan satuannya benar.

3. Air bebas

Minyak di tangki hampir selalu disertai sedikit **air bebas**, yaitu air yang sudah memisah dan mengendap di dasar tangki karena lebih berat daripada minyak. Air bebas dideteksi dengan **pasta pendeteksi air** yang dioleskan pada bandul: pasta berubah warna di bagian yang terendam air, sehingga tinggi lapisan air terbaca. Karena air bukan minyak, ia **tidak dijual sebagai minyak**. Volume minyak bersih dihitung dengan mengurangkan air bebas:

tinggi minyak = tinggi cairan total − tinggi air bebas, lalu volume minyak = luas alas × tinggi minyak,

atau, bila memakai tabel kalibrasi, **volume minyak = volume pada tinggi total − volume air bebas**. Kesalahan khas ada dua. Pertama, **air tidak dikurangkan**, sehingga pembeli membayar air sebagai minyak. Kedua, **air dikurangkan dua kali** atau **ditambahkan**: tinggi total sudah mencakup air di dasar, sehingga air tidak ditambah dan tidak dikurangi dua kali.

4. Massa jenis, berat jenis, dan muatan truk

Dari sub bab 5.2 kamu tahu bahwa **massa jenis** adalah massa dibagi volume: ρ = m : V. Dengan satuan kg/L, m = ρ × V. **Berat jenis** adalah massa jenis zat dibagi massa jenis air (1 kg/L), tanpa satuan. Dengan air bernilai 1 kg/L, **berat jenis zat sama dengan massanya (kg) dibagi volumenya (L)**.

Menghitung berat jenis dari penimbangan. Timbang wadah kosong, isi dengan volume yang

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

diketahui, timbang lagi. Massa zat = massa berisi − massa kosong. Berat jenis = massa zat : volume.

Campuran. Bila dua cairan dicampur, massa jenis campuran **bukan rata-rata biasa**. Hitung massa tiap cairan (massa jenis × volumenya), jumlahkan, lalu bagi dengan volume total: **ρ campuran = massa total : volume total**. Rata-rata biasa hanya benar bila volume kedua cairan sama.

Muatan truk. Truk tangki dibatasi dua hal: **volume tangkinya** (kapasitas) dan **massa muatan** yang diizinkan (batas muatan bersih). Minyak lebih ringan daripada air, tetapi tetap punya massa. Volume terbesar yang boleh diangkut ditentukan oleh batas yang tercapai lebih dulu:

- bila diisi penuh, massa = berat jenis × kapasitas (L) kg;
- bila massa itu melebihi batas, volume maksimum = **batas massa : berat jenis**.

Ingat: massa dibagi berat jenis memberikan volume, sedangkan **mengalikannya adalah kesalahan** (hasilnya terlalu kecil). Jumlah perjalanan dihitung dengan membagi volume total yang harus diangkut dengan volume per perjalanan, lalu **dibulatkan ke atas**, karena sisa muatan tetap membutuhkan satu perjalanan lagi.

5. Pemuaian dan batas isi aman

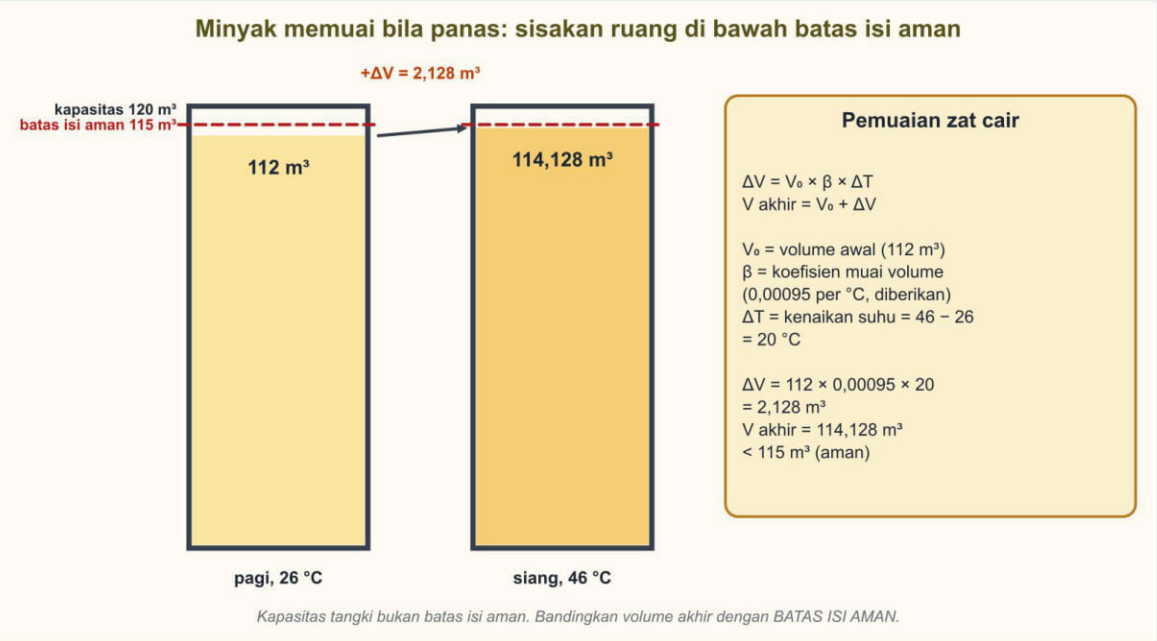
Zat cair **memuai** bila dipanaskan: volumenya bertambah. Pertambahan volume dihitung dengan rumus yang diberikan di soal:

$\Delta V = V_0 \times \beta \times \Delta T$, dan volume akhir = $V_0 + \Delta V$.

V_0 adalah volume awal, β (dibaca "beta") adalah **koefisien muai volume** (angka yang menyatakan berapa bagian volume bertambah untuk tiap kenaikan 1 °C), dan ΔT adalah **kenaikan suhu**, yaitu suhu akhir dikurangi suhu awal. Kesalahan khas ada dua: memakai suhu akhir sebagai ΔT (padahal yang dipakai selisih suhu), dan lupa mengalikan ΔT.

Gambar 5.23 menunjukkan arti hitungan ini bagi isi tangki. Minyak yang diisi pagi hari pada suhu rendah akan memuai ketika siang hari panas, dan volumenya bisa melebihi **batas isi aman**.

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



Gambar 5.23 Tangki yang sama di pagi dan siang hari: volume minyak naik karena memuai, tetapi harus tetap di bawah batas isi aman. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Kapasitas tangki adalah volume terbesar yang muat secara fisik. **Batas isi aman** lebih rendah, karena disisakan ruang untuk pemuaian, buih, dan keselamatan (misalnya agar katup pengaman tidak bersentuhan dengan cairan). Soal selalu memberi kedua angka itu, dan yang harus dibandingkan dengan volume akhir adalah **batas isi aman**, bukan kapasitas. Tangki yang diisi sampai batas aman pada hari dingin dapat melampaui batas itu di siang hari panas.

6. Volume pada suhu standar: faktor koreksi

Minyak yang dijual dinyatakan pada **suhu standar** (dalam perdagangan minyak umumnya 15 °C atau 60 °F), supaya jumlahnya dapat dibandingkan walaupun diukur pada suhu berbeda. Minyak yang diukur pada suhu tinggi sudah memuai, jadi volumenya lebih besar daripada volume yang sama pada suhu standar. Untuk mengubah volume terukur menjadi volume pada suhu standar dipakai **faktor koreksi**:

volume standar = volume terukur × faktor koreksi.

Bila suhu terukur **lebih tinggi** daripada suhu standar, faktornya **kurang dari 1**, sehingga volume standar lebih kecil. Bila suhu terukur lebih rendah, faktornya lebih dari 1. Di soal, faktor ini **diberikan**; kamu tidak perlu mencarinya dalam tabel. Pastikan arahnya: **mengalikan**, bukan membagi, dan hasilnya lebih kecil bila minyak lebih panas daripada suhu standar.

> **Pengayaan.** Dalam kontrak nyata, faktor koreksi dibaca dari tabel standar (tabel API atau ASTM) menurut suhu dan jenis minyak, dan ditetapkan oleh petugas pengukuran berwenang. Tabel itu tidak dipakai pada soal TKA; soal selalu memberi faktor yang siap dikalikan.

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

▣ CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Volume minyak bersih dan sisa ruang tangki

Tangki TK-14 di Stasiun Pengumpul Kenanga Utara (fiktif, 2027) berbentuk silinder tegak berdiameter 8 m. Tinggi cairan hasil pengukuran 5,5 m, dengan air bebas di dasar setinggi 0,20 m. Tinggi pengisian maksimum yang diizinkan 7,2 m. Pakai π = 3,14 dan 1 m^3 = 6,29 barel. Hitung (a) volume minyak bersih dalam m^3 dan barel, (b) sisa ruang yang boleh diisi. *Kasus disusun untuk contoh; stasiun dan tangki fiktif.*

1. **Jari-jari.** r = 8 : 2 = 4 m.
2. **Luas alas.** A = 3,14 × 4^2 = 3,14 × 16 = 50,24 m^2.
3. **Tinggi minyak.** Tinggi total sudah mencakup air di dasar, jadi 5,5 − 0,20 = 5,3 m.
4. **Volume minyak.** V = 50,24 × 5,3 = 266,272 m^3 (±266,27 m^3).
5. **Barel.** 266,272 × 6,29 ≈ 1.675 barel (1.674,85).
6. **Sisa ruang.** Selisih tinggi = 7,2 − 5,5 = 1,7 m. Volume = 1,7 × 50,24 = 85,408 m^3.

Jawaban: (a) 266,27 m^3 atau sekitar 1.675 barel; (b) sisa ruang sekitar 85,41 m^3. Cek: bila air tidak dikurangkan, volumenya 50,24 × 5,5 = 276,32 m^3, selisih 10,048 m^3 yang bukan minyak. Jebakan lain: memakai diameter sebagai jari-jari (hasilnya 4 kali lebih besar), atau mengalikan 7,2 (bukan selisih 1,7) dengan luas alas.

Contoh 2 — Dari ullage dan tabel kalibrasi ke volume minyak

Pada Tangki TK-21 (fiktif; tabel kalibrasinya seperti Gambar 5.22), tinggi acuan 900 cm. Petugas mengukur ullage 246 cm dan pasta pendeteksi air menunjukkan air bebas 15 cm di dasar. Hitung volume minyak bersih. *Kasus disusun untuk contoh; tangki dan dokumen fiktif.*

1. **Ullage menjadi innage.** Innage = 900 − 246 = 654 cm (tinggi cairan total).
2. **Volume cairan total.** 654 cm berada di antara 650 cm (326,560 m^3) dan 660 cm (331,584 m^3). V = 326,560 + (4 : 10) × (331,584 − 326,560) = 326,560 + 0,4 × 5,024 = 328,5696 m^3.
3. **Volume air bebas.** 15 cm berada di antara 10 cm (5,024 m^3) dan 20 cm (10,048 m^3): V = 5,024 + (5 : 10) × 5,024 = 7,536 m^3.
4. **Volume minyak bersih.** 328,5696 − 7,536 = 321,0336 m^3 (±321,03 m^3).
5. **Cek.** Tinggi minyak = 654 − 15 = 639 cm, dan 639 × 0,5024 = 321,0336 m^3. Sama.

Jebakan: mengira ullage 246 cm sebagai tinggi cairan (volumenya hanya ±123,6 m^3, itu ruang kosong), atau mengurangkan air dua kali.

Contoh 3 — Berat jenis dari penimbangan dan muatan truk

Laboratorium lapangan fiktif Cemara Timur (2027) menimbang bejana contoh. Bejana kosong 3,4 kg; berisi 20 L minyak, massanya 20,6 kg. Minyak itu akan diangkut oleh truk tangki berkapasitas 16.000 L dengan batas muatan bersih 13.200 kg. Pakai massa jenis air 1 kg/L. (a) Berapa berat jenis minyak? (b) Boleh diisi penuh? (c) Berapa volume maksimum per perjalanan? (d) Berapa perjalanan untuk 140.000 L? *Kasus disusun untuk contoh; laboratorium fiktif.*

1. **Massa minyak contoh.** 20,6 − 3,4 = 17,2 kg.
2. **Berat jenis.** 17,2 : 20 = 0,86.

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

3. **Massa bila penuh.** 0,86 × 16.000 = 13.760 kg, lebih dari batas 13.200 kg: **tidak boleh diisi penuh**.
4. **Volume maksimum.** 13.200 : 0,86 ≈ 15.348,8 L; dibulatkan ke bawah menjadi **15.348 L** supaya massanya (15.348 × 0,86 = 13.199,28 kg) tidak melewati batas.
5. **Jumlah perjalanan.** 140.000 : 15.348 ≈ 9,12, dibulatkan ke atas menjadi **10 perjalanan**.

Cek jebakan: bila diisi penuh 16.000 L, perjalanan hanya 9 (140.000 : 16.000 = 8,75, dibulatkan menjadi 9), tetapi setiap muatan melampaui batas massa. Jawaban yang benar 10 perjalanan. Jebakan lain: mengalikan 13.200 × 0,86 (menghasilkan ±11.352 L, terlalu kecil), atau menganggap 1 L minyak = 1 kg sehingga muatan 13.200 L (terlalu sedikit).

Contoh 4 — Pemuaian dan batas isi aman

Tangki surge fiktif di Stasiun Anggrek Selatan (2027) berkapasitas 120 m^3 dengan batas isi aman 115 m^3. Pagi hari tangki diisi 112 m^3 minyak bersuhu 26 °C. Siang hari minyak diperkirakan 46 °C. Koefisien muai volume minyak 0,00095 per °C (diberikan). (a) Apakah isi tangki masih aman siang hari? (b) Berapa volume pengisian awal terbesar pada 26 °C agar siang hari tidak melewati batas aman? *Kasus disusun untuk contoh; stasiun dan angka fiktif.*

1. **Kenaikan suhu.** $\Delta T = 46 - 26 = 20$ °C.
2. **Pertambahan volume.** $\Delta V = V_0 \times \beta \times \Delta T = 112 \times 0{,}00095 \times 20 = 2{,}128$ m^3.
3. **Volume siang.** 112 + 2,128 = 114,128 m^3.
4. **Bandingkan dengan batas aman,** bukan dengan kapasitas: 114,128 < 115, sehingga **masih aman**. (Selisihnya hanya 0,872 m^3.)
5. **Pengisian awal maksimum.** Volume akhir = $V_0 \times (1 + \beta \times \Delta T) = V_0 \times (1 + 0{,}019) = V_0 \times 1{,}019$. Agar ≤ 115, $V_0 \le 115 : 1{,}019 \approx 112{,}86$ m^3. Dibulatkan ke bawah: **112,85 m^3**.

Cek: 112,85 × 1,019 ≈ 114,99 m^3, di bawah 115. Jebakan: memakai 46 sebagai ΔT (ΔV menjadi 4,9 m^3, hasilnya terlalu besar), lupa mengalikan ΔT (ΔV hanya 0,1 m^3), atau membandingkan 114,128 dengan kapasitas 120 sehingga selalu dianggap aman.

Contoh 5 — Volume pada suhu standar

Kapal tongkang di terminal fiktif Teluk Mutiara (2027) menerima minyak mentah. Volume terukur pada tangki tongkang 8.500 barel pada suhu 38 °C. Kontrak jual-beli memakai volume pada suhu standar 15 °C, dan faktor koreksi yang diberikan untuk minyak itu pada 38 °C adalah 0,9840. Berapa barel yang ditagihkan? *Kasus disusun untuk contoh; terminal dan faktor fiktif.*

1. **Arah koreksi.** 38 °C lebih tinggi dari 15 °C, minyak sudah memuai, jadi volume standar harus lebih kecil. Faktor 0,9840 memang kurang dari 1, sesuai.
2. **Hitung.** Volume standar = 8.500 × 0,9840 = **8.364 barel**.
3. **Cek.** Selisih 8.500 − 8.364 = 136 barel, yaitu 1,6 % dari volume terukur.

Jebakan: membagi dengan faktor (8.500 : 0,9840 ≈ 8.638 barel, lebih besar dari volume terukur, tidak masuk akal) atau tidak mengoreksi sama sekali (8.500 barel).

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

Contoh 6 — Massa jenis campuran minyak dan air

Contoh cairan 2 L dari sumur fiktif Pisang Barat (2027) setelah diendapkan terdiri atas 1,5 L minyak bermassa jenis 0,84 kg/L dan 0,5 L air bermassa jenis 1,0 kg/L. (a) Berapa massa seluruh contoh? (b) Berapa massa jenis campuran? (c) Apakah (0,84 + 1,0) : 2 benar? (d) Berapa massa jenis campuran bila minyaknya lebih ringan, 0,80 kg/L? *Kasus disusun untuk contoh; sumur dan angka fiktif.*

1. **Massa minyak.** 1,5 × 0,84 = 1,26 kg. **Massa air.** 0,5 × 1,0 = 0,50 kg.
2. **(a) Massa total** = 1,26 + 0,50 = **1,76 kg**.
3. **(b) Massa jenis campuran** = 1,76 : 2 = **0,88 kg/L**. Lebih besar dari 0,84 karena air lebih berat.
4. **(c)** (0,84 + 1,0) : 2 = 0,92 kg/L. Itu **salah**: rata-rata biasa hanya benar bila volume kedua cairan sama, padahal minyak 1,5 L dan air 0,5 L.
5. **(d)** Minyak 0,80: massa = 1,5 × 0,80 + 0,5 = 1,70 kg; massa jenis = 1,70 : 2 = **0,85 kg/L**, lebih kecil dari 0,88: minyak yang lebih ringan menurunkan massa jenis campuran.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

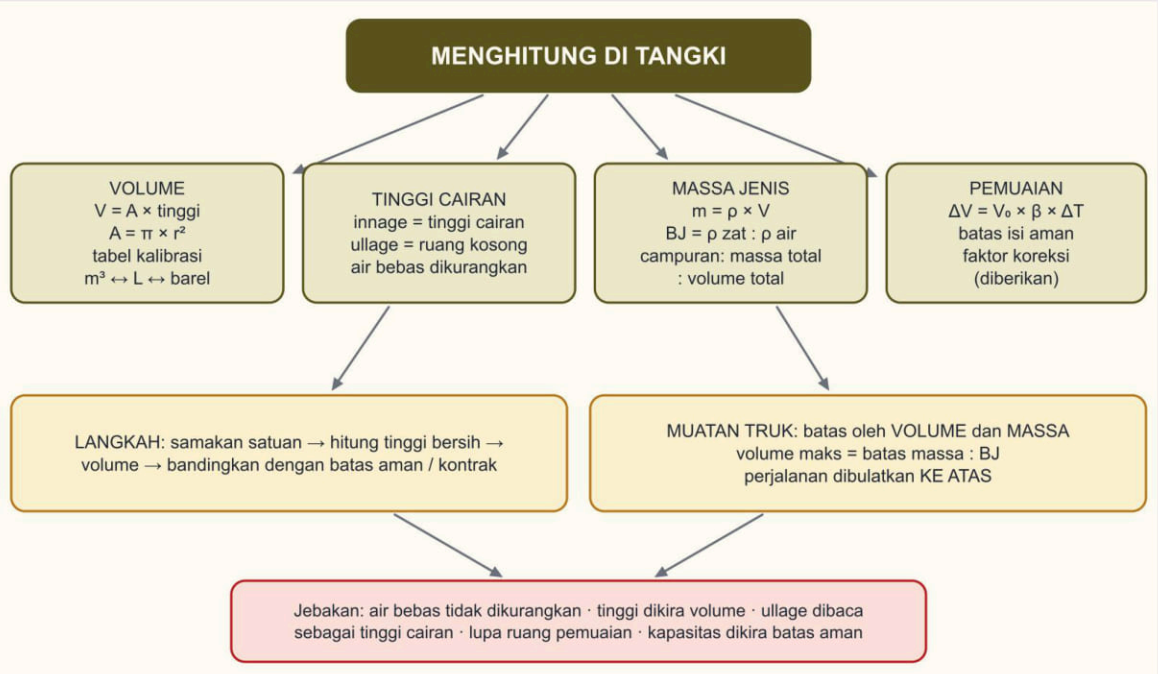
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Volume tangki silinder tegak** = luas alas × tinggi; luas alas = $\pi \times r^2$ dengan r = diameter : 2. **Tinggi cairan bukan volume.**
- **m^3 → barel: dikali 6,29.** 1 m^3 = 1.000 L. 1 barel ≈ 159 L.
- **Innage** = tinggi cairan dari dasar; **ullage** = ruang kosong dari titik acuan. Innage = tinggi acuan − ullage.
- **Air bebas dikurangkan** (tinggi total sudah mencakup air). Tabel kalibrasi: bila di antara dua baris, hitung proporsi.
- **Berat jenis** = massa jenis zat : massa jenis air. **Campuran** = massa total : volume total (bukan rata-rata biasa).
- **Muatan truk:** batas oleh volume dan massa; volume maks = batas massa : berat jenis; perjalanan dibulatkan ke atas.
- **Pemuaian:** $\Delta V = V_0 \times \beta \times \Delta T$; bandingkan dengan **batas isi aman**, bukan kapasitas.
- **Faktor koreksi (diberikan):** volume standar = volume terukur × faktor; faktor < 1 bila suhu terukur di atas suhu standar.

Gambar 5.24 merangkum semua butir itu; lihat Gambar 5.24 saat mengulang.



Gambar 5.24 Peta konsep perhitungan volume, tinggi cairan, pemuaian, dan berat jenis. 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 hitungan di tangki:

1. **Tulis apa yang diberikan dan apa yang ditanya**, lengkap dengan satuannya. Ubah semua ke satuan yang sama sebelum menghitung.
2. **Tentukan tinggi atau volume yang benar**: apakah yang diberikan innage atau ullage? Apakah air bebas sudah terpisah? Apakah tinggi total sudah mencakup air?
3. **Hitung bertahap dan tuliskan antaranya**, supaya salah hitung mudah ditelusuri.
4. **Periksa kewajaran hasil**: volume akhir yang lebih besar dari kapasitas, massa lebih besar dari batas, atau volume standar yang lebih besar dari volume terukur pada suhu yang lebih tinggi tidak mungkin benar.
5. **Cari pengecoh yang mirip hasilmu**: soal biasanya menyediakan hasil dari tiap kesalahan khas, jadi satu angka yang kamu hitung belum tentu benar hanya karena ada di opsi.

Jebakan khas pada soal ini:

- **Air bebas tidak dikurangkan**, atau dikurangkan dua kali, atau ditambahkan.
- **Tinggi cairan dikira volume**, atau tinggi maksimum dikalikan luas padahal yang diminta sisa ruang (selisih tinggi).
- **Ullage dibaca sebagai tinggi cairan**.
- **Diameter dipakai sebagai jari-jari**, atau π lupa dikalikan.
- **m^3 dibagi 6,29** padahal harus dikali untuk barel.
- **Massa dikali berat jenis** untuk mencari volume (harus dibagi), atau berat jenis diabaikan (1 L = 1 kg).
- **Perjalanan dibulatkan ke bawah**.
- **Lupa ruang pemuaian**, atau **suhu akhir dipakai sebagai ΔT**.
- **Kapasitas dibaca sebagai batas aman**.
- **Faktor koreksi dipakai terbalik** (dibagi, bukan dikali).
- **Massa jenis campuran dihitung sebagai rata-rata biasa**.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menguji pemuaian dan batas isi aman. Hitung dulu kenaikan suhu dan pertambahan volume, lalu bandingkan dengan **batas isi aman**, bukan dengan kapasitas.

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

►. Tangki penampung di stasiun pengumpul Melur berkapasitas 50.000 L dengan batas isi aman 49.000 L (2027). Pagi hari tangki diisi 48.500 L minyak bersuhu 25 °C. Siang hari minyak di tangki diperkirakan mencapai 45 °C. Koefisien muai volume minyak itu 0,0009 per °C; pertambahan volume = volume awal × koefisien muai × kenaikan suhu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penilaian yang paling tepat adalah ....

A. Aman, karena 48.500 L masih di bawah kapasitas 50.000 L
B. Tidak aman, karena volume siang sekitar 49.370 L melebihi 49.000 L
C. Aman, karena volume siang sekitar 48.540 L di bawah 49.000 L
D. Tidak aman, karena volume siang sekitar 50.460 L melebihi 50.000 L
E. Aman, karena volume siang sekitar 49.370 L di bawah 50.000 L

Pembahasan **Kunci: B**

Konsep: Zat cair memuai bila dipanaskan: $\Delta V = V_0 \times \gamma \times \Delta T$. Tangki diisi dengan menyisakan ruang agar pemuaian tidak melampaui batas aman.

Langkah:
1. $\Delta T = 45 - 25 = 20$ °C.
2. $\Delta V = 48.500 \times 0{,}0009 \times 20 = 873$ L.
3. Volume siang = 48.500 + 873 = 49.373 L ≈ 49.370 L > 49.000 L → tidak aman.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: pemuaian diabaikan.
• **B.** ✓ Volume siang 49.373 L melampaui batas aman 49.000 L.
• **C.** ✗ Jebakan: ΔT tidak dikalikan (48.500 × 0,0009 = 43,65 L).
• **D.** ✗ Jebakan: memakai suhu 45 °C sebagai ΔT, bukan selisih 20 °C.
• **E.** ✗ Jebakan: hitungannya benar, tetapi dibandingkan dengan kapasitas penuh, bukan batas isi aman.

Jawaban: B.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk setiap soal, tulis dulu rumus yang dipakai dan satuan tiap angka, lalu hitung bertahap.

1. Setelah pengiriman minyak dari tangki T-03 selesai (2027), Sinta mengukur tinggi cairan di tangki itu 200 cm. Pasta pendeteksi air pada pita ukur menunjukkan lapisan air bebas di dasar tangki setinggi 20 cm. Potongan tabel kalibrasi tangki T-03:

Tinggi cairan	Volume
20 cm	3.140 L
180 cm	28.260 L
200 cm	31.400 L
220 cm	34.540 L

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

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Volume minyak bersih yang tersisa di tangki adalah ....

A. 3.140 L
B. 25.120 L
C. 28.260 L
D. 31.400 L
E. 34.540 L

2. Truk tangki milik CV Lintas Migas berkapasitas 24.000 L dan batas muatan bersihnya 20.000 kg (2027). Minyak mentah yang akan diangkut memiliki berat jenis (*specific gravity*) 0,88. Sopir mengusulkan tangki diisi penuh agar jumlah perjalanan berkurang. Kepala gudang meminta volume pengisian diperiksa lebih dulu. Gunakan massa jenis air 1 kg/L.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Keputusan yang paling tepat adalah ....

A. Isi penuh 24.000 L karena massanya 21.120 kg, masih di bawah batas
B. Isi paling banyak sekitar 22.700 L agar massanya tidak melebihi batas
C. Isi penuh 24.000 L karena volume tidak boleh melebihi kapasitas
D. Isi paling banyak 20.000 L karena batas muatannya 20.000 kg
E. Isi paling banyak sekitar 17.600 L agar massanya tidak melebihi batas

3. Bengkel uji lapangan menimbang tiga drum contoh minyak, masing-masing berisi 200 L (2027). Spesifikasi pembeli: berat jenis minyak 0,84–0,88. Gunakan massa jenis air 1 kg/L.

Drum	Berat kosong	Berat berisi 200 L
D1	18 kg	190 kg
D2	18 kg	184 kg
D3	20 kg	198 kg

(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
Minyak di drum D1 memenuhi spesifikasi berat jenis pembeli.	○	○
Minyak di drum D3 tidak memenuhi spesifikasi karena melebihi batas atas.	○	○
Minyak di drum D2 memenuhi spesifikasi karena berat berisinya paling kecil.	○	○

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

4. Tangki timbun silinder tegak di stasiun Pandan berdiameter 6 m (2027). Hasil pengukuran menunjukkan tinggi minyak di dalamnya 4 m, tanpa lapisan air di dasar. Minyak itu akan dijual dan pembeli meminta jumlahnya dalam barel. Gunakan $\pi = 3{,}14$ dan $1\ m^3 = 6{,}29$ barel.

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

Volume minyak di tangki itu sekitar ....

A. 2.844 barel
B. 711 barel
C. 226 barel
D. 113 barel
E. 18 barel

Kunci singkat: 1. C 2. B 3. 1B 2B 3S 4. B

✔ PERIKSA DIRI

- Tangki silinder tegak berdiameter 10 m berisi minyak setinggi 3 m. Mengapa memakai 10 sebagai jari-jari menghasilkan jawaban yang empat kali terlalu besar?
- Mengapa tangki yang diisi sampai batas isi aman pada pagi hari bisa menjadi tidak aman siang harinya, dan angka mana yang harus dibandingkan dengan volume akhir?
- **Yang harus kuingat:** $V = \pi \times r^2 \times$ tinggi (r = diameter : 2); $m^3 \times 6{,}29$ = barel; innage = tinggi acuan − ullage; kurangi air bebas; berat jenis = massa : volume (air 1 kg/L); volume maksimum truk = batas massa : berat jenis; $\Delta V = V_0 \times \beta \times \Delta T$ dibandingkan dengan batas isi aman; volume standar = volume terukur × faktor koreksi.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 5.4: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktper&node=SMKTPER-5.4

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

Sub bab 5.5 · Sistem utilitas: udara tekan, uap, air pendingin, listrik, dan bahan bakar

SMKTPER-5.5

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi Teknik Perminyakan meminta kamu **mengidentifikasi sistem utilitas**: udara tekan, uap, air pendingin, listrik atau generator, dan bahan bakar, serta peralatan apa yang bergantung pada masing-masing. Soal tidak bertanya "apa itu utilitas?". Soal menceritakan **satu gangguan** di sebuah stasiun, misalnya kompresor udara berhenti atau pompa air pendingin mati, lalu memintamu **menelusuri peralatan mana yang terdampak, memilih utilitas untuk suatu pekerjaan, atau membagi daya yang terbatas**.

Bentuknya sering pilihan ganda kompleks atau Benar/Salah. Pengecohnya khas: utilitas yang **tampak** mirip tetapi tidak berhubungan (pompa listrik dikira digerakkan udara tekan), peralatan proses yang dikira utilitas, atau tindakan yang mengobati gejala, bukan penyebab. Satu hal lagi yang sering diuji: **keselamatan**, misalnya mengapa udara instrumen tidak boleh dipakai untuk bernapas dan mengapa nitrogen berbahaya di ruang tertutup.

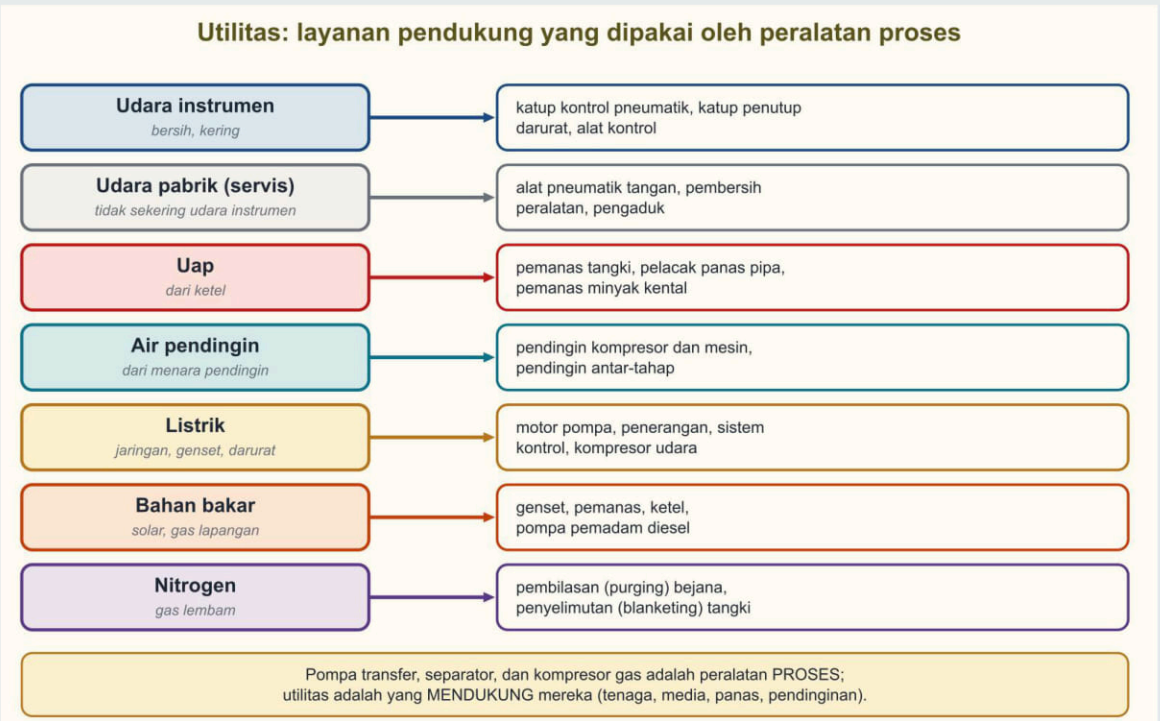
Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- membedakan utilitas dari peralatan proses dan menyebut enam utilitas yang umum di stasiun migas;
- membedakan udara instrumen dari udara pabrik dan menjelaskan mengapa udara instrumen harus bersih dan kering;
- menjelaskan fungsi uap, air pendingin, listrik, bahan bakar, dan nitrogen;
- menelusuri satu gangguan utilitas ke peralatan yang bergantung padanya;
- membagi daya genset darurat menurut prioritas dan memeriksa kecukupan kapasitasnya.

◆ KONSEP INTI

Sebuah stasiun pengumpul atau stasiun kompresi tidak hanya berisi separator, pompa, dan kompresor. Agar semua itu bekerja, dibutuhkan layanan pendukung: tenaga untuk motor, udara untuk menggerakkan katup, uap untuk memanaskan, air untuk mendinginkan, bahan bakar untuk mesin, dan gas lembam untuk keselamatan. Layanan pendukung itu disebut **utilitas**. Utilitas **bukan proses utama**; ia menyediakan tenaga, media, panas, atau pendinginan bagi peralatan proses. Itu sebabnya **pompa transfer**, yang memindahkan minyak, adalah peralatan proses, sedangkan listrik yang menggerakkan pompa itu adalah utilitas. Gambar 5.25 menunjukkan tujuh utilitas yang paling sering ada di stasiun migas beserta peralatan yang dilayaninya.

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



Gambar 5.25 Peta utilitas stasiun: tiap utilitas melayani peralatan tertentu. Peralatan proses bukan utilitas. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

1. Udara tekan: udara instrumen dan udara pabrik

Udara tekan adalah udara yang dimampatkan oleh **kompresor udara** sehingga bertekanan tinggi dan dapat menggerakkan peralatan. Di stasiun migas ada dua jenis yang mutunya berbeda.

Udara instrumen dipakai untuk menggerakkan **aktuator pneumatik**, yaitu penggerak katup yang bekerja dengan tekanan udara: katup kontrol (pengatur level, tekanan, atau aliran) dan katup penutup darurat (*shutdown valve*). Udara instrumen harus **bersih dan kering**: bebas debu, minyak, dan **air**. Alasannya, jaringan pipa udara instrumen sempit dan penuh komponen kecil. Air membuat pipa berkarat dan karatnya terbawa ke katup, sehingga katup bergerak tersendat atau macet. Di udara dingin, air bisa membeku di pipa luar. Karena katup menjaga level, tekanan, dan keselamatan, mutu udara instrumen menentukan apakah seluruh stasiun terkendali.

Udara pabrik atau **udara servis** dipakai untuk pekerjaan umum: alat pneumatik tangan, pembersih peralatan, pengaduk. Mutunya **tidak harus sekering** udara instrumen. Jaringannya biasanya dipisah dari udara instrumen.

Gambar 5.26 menunjukkan perjalanan udara instrumen dari kompresor sampai katup.



Gambar 5.26 Kompresor udara, pendingin dan pemisah air, tangki penyimpan, pengering, saringan, lalu jaringan ke aktuator pneumatik. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Udara dari kompresor panas dan lembap. **Pendingin dan pemisah air** mengembunkan dan membuang sebagian air. **Tangki penyimpan** menjaga tekanan tetap tersedia sebentar bila kompresor mati. **Pengering** (biasanya memakai bahan penyerap air yang disebut desikan) membuang sisa uap air sampai udaranya benar-benar kering. **Saringan** menahan debu dan butir minyak. Di titik terendah jaringan dipasang katup buang (*drain*) untuk membuang air yang tersisa. Bila pengering rusak lalu dilewati (*bypass*), air masuk ke jaringan: pipa berkarat, katup tersendat, dan alat kontrol tidak bekerja baik. Obatnya bukan melumasi atau mengganti katup, melainkan **memperbaiki pengering dan membuang air dari jaringan**, yaitu penyebabnya.

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

Ada satu sifat keselamatan penting. Katup penutup darurat pneumatik umumnya dirancang **menutup sendiri (posisi aman) bila tekanan udaranya hilang**, memakai pegas di dalam penggeraknya. Jadi bila kompresor udara instrumen berhenti dan tekanan jaringan turun, katup kontrol kehilangan kendali, dan katup penutup darurat berpindah ke posisi aman. Ini mengajarkan satu prinsip: **utilitas yang hilang membuat peralatan bergantung ikut terganggu, dan sistem keselamatan dirancang gagal dengan aman**.

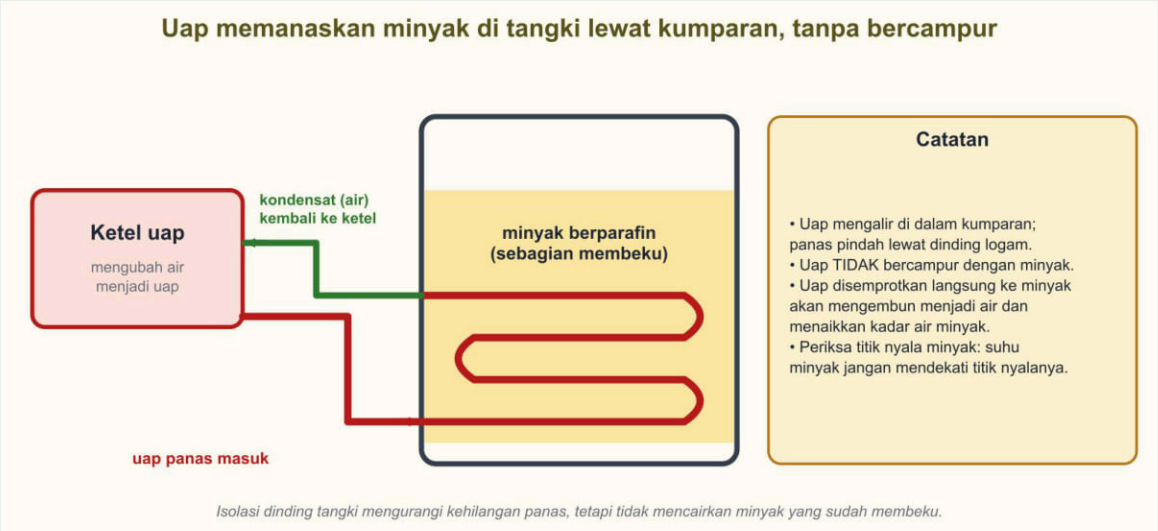
Dua larangan perlu kamu ingat. **Udara instrumen dan udara pabrik bukan udara pernapasan.** Udara pernapasan disiapkan terpisah dan diuji kemurniannya, karena udara kompresor bisa membawa uap minyak dan gas lain. Dan **jangan membersihkan badan atau pakaian dengan semprotan udara tekan**: tekanannya bisa melukai kulit, mata, dan telinga.

> **Pengayaan.** Standar yang sering dipakai untuk udara instrumen mensyaratkan titik embun (suhu saat uap air mulai mengembun) setidaknya 10 °C di bawah suhu terendah yang mungkin dialami jaringan, tidak lebih dari 4 °C pada tekanan jaringan, partikel tidak lebih besar dari 40 mikron, dan kandungan minyak tidak lebih dari 1 bagian per sejuta. Angka ini tidak dituntut dalam soal TKA.

2. Uap

Uap dibuat di **ketel uap** (*boiler*), yaitu bejana tempat air dipanaskan oleh pembakaran bahan bakar sampai menjadi uap bertekanan. Di stasiun migas uap dipakai terutama untuk **memanaskan**: tangki timbun yang berisi minyak kental atau berparafin, pipa yang harus dijaga hangat (**pelacak panas**, yaitu pipa kecil berisi uap yang ditempelkan sejajar dengan pipa proses), dan minyak yang akan dipisahkan dari air.

Pada pemanasan tangki, uap **dialirkan di dalam kumparan pipa** di dasar tangki (Gambar 5.27). Panas pindah lewat dinding logam kumparan ke minyak, sedangkan uap sendiri **tidak bercampur** dengan minyak. Uap yang melepas panasnya mengembun menjadi air panas (**kondensat**) yang dikembalikan ke ketel untuk dipanaskan lagi.



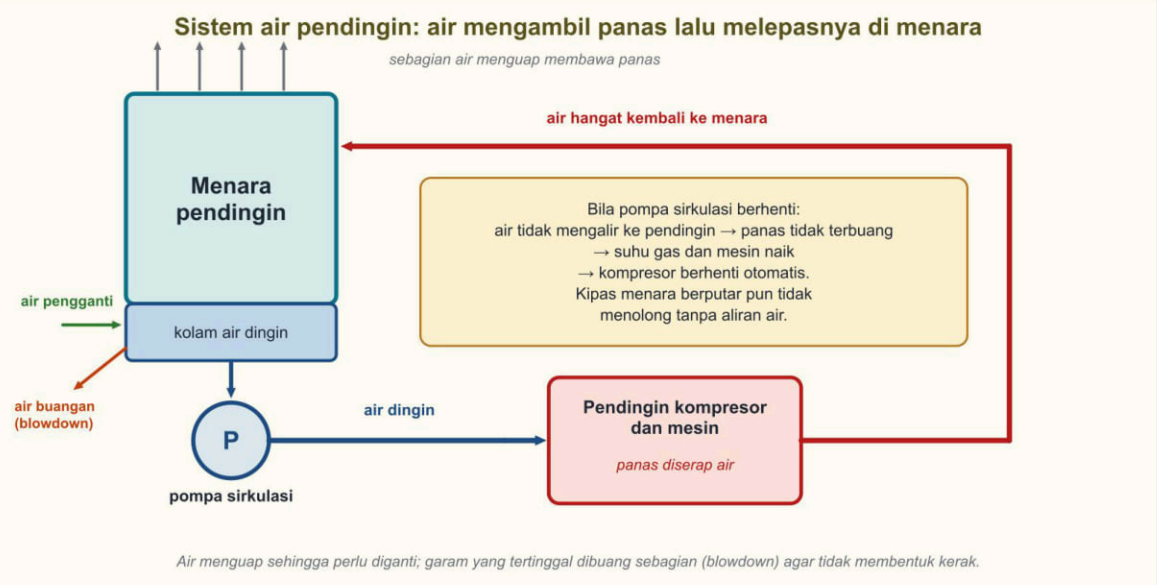
Gambar 5.27 Uap dari ketel mengalir di kumparan di dalam tangki; kondensat kembali ke ketel. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Ada dua hal yang harus diperhatikan. Pertama, **uap tidak boleh disemprotkan langsung ke dalam minyak** bila minyak itu akan dijual: uap yang mengembun menjadi air dan menaikkan **kadar air** minyak, padahal pembeli membatasi kadar air. Kedua, memanaskan minyak berarti menaikkan suhunya. Sesuai sub bab 5.2, makin dekat suhu minyak ke **titik nyalanya**, makin banyak uap minyak yang mudah menyala. Karena itu suhu pemanasan diperiksa terhadap titik nyala minyak, bukan sekadar dinaikkan sampai minyak cair. Isolasi dinding tangki hanya **mengurangi kehilangan panas**; ia tidak mencairkan minyak yang sudah membeku, sehingga pemanasan tetap perlu.

3. Air pendingin

Banyak peralatan menghasilkan panas yang harus dibuang: kompresor gas, mesin, pendingin antar-tahap. **Air pendingin** mengalir melalui pendingin peralatan itu, **menyerap panas**, lalu dialirkan ke **menara pendingin**. Gambar 5.28 menunjukkan lingkarannya.



Gambar 5.28 Air dingin dari kolam menara dipompa ke pendingin peralatan, menyerap panas, lalu kembali ke menara untuk didinginkan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Di menara pendingin, air hangat disebar ke bawah melalui sekat sementara udara mengalir ke atas (dengan kipas). **Sebagian air menguap, dan penguapan itu membawa panas pergi**, sehingga air yang tersisa menjadi dingin dan jatuh ke kolam di dasar menara. **Pompa sirkulasi** lalu menekan air dingin itu kembali ke peralatan. Karena sebagian air menguap, air harus diganti dengan **air pengganti**. Garam yang tertinggal dibuang sebagian lewat **blowdown** supaya tidak mengerak.

Inti yang diuji: **tanpa aliran air, tidak ada pendinginan**. Bila pompa sirkulasi berhenti, air tidak mengalir ke pendingin peralatan, panas tidak terbuang, suhu gas atau mesin naik, dan peralatan berhenti otomatis demi keselamatan. Kipas menara yang masih berputar tidak menolong, karena menara hanya mendinginkan air yang sampai kepadanya. Pada kondisi yang sama, listrik, udara instrumen, dan bahan bakar bisa normal. Gejala suhu naik pada pendingin menunjuk ke air pendingin.

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

Sebagai catatan, tidak semua pendinginan memakai air. **Pendingin udara** (*air cooler*) memakai kipas yang meniupkan udara ke pipa berisi fluida panas. Soal sub bab ini menanyakan air pendingin, tetapi kamu perlu tahu bahwa pendinginan bisa dengan air atau udara.

4. Listrik, genset, dan beban penting

Listrik adalah utilitas yang paling banyak dibutuhkan: motor pompa, kompresor udara, penerangan, dan sistem kontrol bergantung padanya. Sumbernya bisa **jaringan listrik** (misalnya dari PLN) atau **genset** (generator set, yaitu mesin penggerak yang memutar generator), yang dijalankan dengan solar atau gas. Stasiun yang penting juga punya **genset darurat** yang menyala otomatis bila jaringan padam, dan sistem kontrol dilindungi oleh **baterai** (UPS) agar tetap hidup walaupun listrik mati sesaat.

Genset memiliki **kapasitas** (daya terbesar yang boleh dibebankan), dinyatakan dalam kilowatt (kW). **Jumlah daya semua beban yang menyala tidak boleh melebihi kapasitas.** Bila lebih, genset kelebihan beban dan mati, sehingga semua beban hilang, termasuk yang paling penting. Karena itu saat daya terbatas, beban dibagi menurut **prioritas**:

1. **Beban keselamatan dan kontrol**: sistem kontrol dan penutup darurat, lampu darurat, kompresor udara instrumen, pompa pemadam kebakaran.
2. **Beban proses yang perlu untuk menjaga stasiun aman**.
3. **Beban kenyamanan atau yang dapat ditunda**: pendingin ruangan kantor, penerangan taman.

Beban dari kelompok 1 dinyalakan lebih dulu. Beban berikutnya hanya ditambahkan bila **jumlah dayanya masih muat** dalam sisa kapasitas. Beban besar yang tidak muat ditunda, bukan dipaksakan.

5. Bahan bakar

Bahan bakar utilitas menggerakkan mesin dan pemanas di stasiun. **Solar** dipakai untuk genset dan pompa pemadam kebakaran bermesin diesel, dan disimpan di **tangki harian** yang cukup untuk operasi beberapa jam. **Gas lapangan** (hasil pemisahan di stasiun) bisa dipakai sebagai bahan bakar ketel, pemanas, atau mesin gas, sehingga stasiun memakai hasilnya sendiri. Bahan bakar harus **bersih dan sesuai** dengan mesinnya, dan persediaannya diawasi, karena bahan bakar habis berarti genset berhenti. Lama operasi genset dihitung dari persediaan bahan bakar dibagi pemakaian per jam.

6. Nitrogen

Nitrogen adalah gas lembam: ia **tidak terbakar** dan tidak menyokong pembakaran. Karena itu nitrogen dipakai di dua pekerjaan. **Pembilasan (*purging*)**: mengusir gas hidrokarbon dari bejana atau pipa sebelum dibuka atau dialiri udara. **Penyelimutan (*blanketing*)**: mengisi ruang di atas cairan di tangki dengan nitrogen supaya uap minyak tidak bertemu udara.

Nitrogen **bukan udara pernapasan**. Memang ia tidak beracun, tetapi **menggeser oksigen**. Orang yang menghirup atmosfer miskin oksigen bisa lemas dan pingsan tanpa peringatan (tidak berbau dan tidak terlihat), dan batas bawah oksigen yang aman dihirup umumnya sekitar 19,5

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

persen. Karena itu setelah dibilas nitrogen, bejana tidak boleh langsung dimasuki. Urutan membuka bejana untuk pekerjaan perawatan adalah sebagai berikut.

1. Kosongkan cairan dan isolasi bejana dari jalur lain.
2. **Bilas dengan nitrogen** untuk mengusir gas hidrokarbon, sehingga tidak terbentuk campuran gas dan udara yang dapat meledak.
3. **Uji gas** hidrokarbon di dalam bejana.
4. **Bilas dengan udara** agar kadar oksigen kembali normal.
5. **Uji kadar oksigen** (dan gas beracun bila ada). Kadar oksigen harus cukup.
6. Pekerja masuk dengan **izin kerja** dan pengawasan sesuai prosedur.

Bilas langsung dengan udara tanpa nitrogen berbahaya, karena selama proses itu campuran gas dan udara melewati rentang yang bisa meledak. Masuk setelah nitrogen tanpa uji oksigen juga berbahaya, karena atmosfer di dalam bisa miskin oksigen.

7. Menelusuri gangguan: dari utilitas ke peralatan

Kunci menjawab soal gangguan adalah mengetahui **peralatan apa yang bergantung pada utilitas apa**, lalu memeriksa **gejala mana yang cocok** dan **data mana yang normal**. Tabel berikut meringkasnya.

Utilitas hilang	Peralatan yang terdampak	Gejala khas
Udara instrumen	katup kontrol dan penutup darurat pneumatik	kontrol hilang; katup penutup darurat menutup ke posisi aman
Air pendingin	pendingin kompresor dan mesin	suhu gas atau mesin naik, peralatan berhenti otomatis
Uap	pemanas tangki dan pelacak panas	minyak membeku atau mengental di tangki dan pipa
Listrik	motor pompa, kompresor, penerangan, kontrol	banyak peralatan berhenti bersamaan
Bahan bakar	genset, ketel, pemanas	genset atau pemanas mati
Nitrogen	pembilasan dan penyelimutan	tidak ada gas lembam untuk bilas atau selimut

Cara menelusurinya: **coret utilitas yang datanya normal**, lalu ikuti utilitas yang tersisa. Bila peralatan listrik lain berjalan normal, listrik bukan penyebabnya. Bila tekanan udara instrumen normal, udara instrumen bukan penyebabnya.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1 — Menelusuri gangguan satu utilitas

Di stasiun pengumpul Cempaka Timur (fiktif, 2027), operator melaporkan empat kejadian terpisah pada hari yang berbeda: (a) kompresor udara instrumen berhenti; (b) ketel uap padam;

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

(c) pompa sirkulasi air pendingin berhenti; (d) listrik jaringan padam dan genset darurat belum menyala. Peralatan di stasiun: katup pengatur level separator (aktuator pneumatik), pemanas kumparan tangki minyak berparafin, pendingin antar-tahap kompresor gas, dan pompa transfer bermotor listrik. Tentukan peralatan yang terdampak pada tiap kejadian. *Kasus disusun untuk contoh; stasiun fiktif.*

1. **(a) Udara instrumen hilang.** Katup pengatur level pneumatik kehilangan sumber tenaga, sehingga tidak bisa digerakkan pengendalinya. Pompa transfer bermotor listrik **tidak** terdampak karena tidak memakai udara.
2. **(b) Uap hilang.** Pemanas kumparan tangki tidak mendapat panas, sehingga minyak berparafin dapat mengental atau membeku. Peralatan lain tidak terdampak langsung.
3. **(c) Air pendingin hilang.** Pendingin antar-tahap kompresor tidak mendapat air, suhu gas naik, dan kompresor akhirnya berhenti otomatis.
4. **(d) Listrik hilang.** Pompa transfer (motor listrik) berhenti. Kompresor udara instrumen yang digerakkan motor listrik juga berhenti, sehingga katup pneumatik ikut kehilangan udara bila tangki penyimpannya habis. Gangguan listrik menjalar ke utilitas lain.

Hasilnya: (a) katup pengatur level; (b) pemanas tangki; (c) pendingin antar-tahap dan kompresor gas; (d) pompa transfer dan, secara tidak langsung, katup pneumatik. Jebakan: menganggap pompa transfer ikut berhenti pada kejadian (a) karena "semua berhenti saat ada gangguan", atau menganggap pompa transfer sebagai utilitas.

Contoh 2 — Membagi daya genset darurat

Listrik jaringan di stasiun kompresi Dahlia Selatan (fiktif, 2027) padam. Genset darurat berkapasitas 200 kW menyala. Beban: sistem kontrol dan penutup darurat 15 kW, lampu darurat 12 kW, kompresor udara instrumen 45 kW, pompa pemadam 75 kW, pompa transfer 90 kW, dan pendingin ruangan kantor 30 kW. Pemakaian solar genset 0,28 L per kWh (angka rekaan), dan tangki harian berisi 800 L. (a) Berapa jumlah semua beban? (b) Beban mana yang dinyalakan lebih dulu? (c) Bila beban lain mau ditambahkan, mana yang muat? (d) Berapa jam genset dapat bekerja dengan beban akhir itu? *Kasus disusun untuk contoh; stasiun fiktif.*

1. **Jumlah semua beban:** 15 + 12 + 45 + 75 + 90 + 30 = **267 kW**, melebihi 200 kW. Tidak boleh semuanya menyala.
2. **Beban prioritas (keselamatan dan kontrol):** kontrol 15 + lampu 12 + kompresor udara 45 + pompa pemadam 75 = **147 kW**, muat. Sisa kapasitas = 200 − 147 = 53 kW.
3. **Menambah beban:** pompa transfer 90 kW: 147 + 90 = 237 kW > 200 kW, **tidak muat**. Pendingin kantor 30 kW: 147 + 30 = 177 kW ≤ 200 kW, **muat**. Sisa 200 − 177 = 23 kW.
4. **Bahan bakar** pada beban 177 kW: 177 × 0,28 = 49,56 L per jam. Lama operasi = 800 : 49,56 ≈ **16,1 jam**. (Pada beban 147 kW: 41,16 L per jam, 19,4 jam.)

Jawaban: beban prioritas dinyalakan dulu (147 kW); pendingin kantor boleh ditambahkan (177 kW); pompa transfer ditunda sampai listrik jaringan pulih atau kapasitas bertambah; operasi sekitar 16 jam. Jebakan: menyalakan semua beban sekaligus karena "semuanya penting" (genset kelebihan beban dan mati), atau mendahulukan pompa transfer daripada pompa pemadam.

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

Contoh 3 — Urutan membuka bejana setelah dibilas

Teknisi PKL fiktif di stasiun Tulip Barat (2027) diminta menyusun urutan enam langkah membuka bejana perawatan: (a) uji kadar oksigen; (b) bilas dengan udara; (c) bilas dengan nitrogen; (d) kosongkan cairan dan isolasi; (e) uji gas hidrokarbon; (f) pekerja masuk dengan izin kerja. Susun urutan yang benar dan beri alasan. *Kasus disusun untuk contoh; tempat fiktif.*

1. **Awal:** cairan dikosongkan dan bejana diisolasi dari jalur lain agar tidak ada aliran masuk: **(d)**.
2. **Usir hidrokarbon dengan gas lembam: (c)**, supaya tidak terbentuk campuran gas dan udara yang dapat meledak.
3. **Pastikan gas hidrokarbon sudah habis: (e)**.
4. **Isi dengan udara: (b)**. Nitrogen yang tersisa membuat oksigen rendah, jadi udara dimasukkan.
5. **Pastikan udara layak hirup: (a)**.
6. **Terakhir, pekerja masuk** dengan izin kerja: **(f)**.

Urutan: **d → c → e → b → a → f**. Jebakan: membilas udara lebih dulu (campuran meledak) atau masuk setelah nitrogen karena "nitrogen tidak beracun" (oksigen rendah).

Contoh 4 — Memilih utilitas untuk memanaskan tangki

Minyak berparafin di tangki timbun stasiun Sedap Malam (fiktif, 2027) sebagian membeku saat malam. Stasiun punya: ketel uap dengan kapasitas lebih, genset yang sudah bekerja hampir penuh, dan unit nitrogen. Pembeli menolak minyak berkadar air tinggi. Pilih cara memanaskan yang tepat. *Kasus disusun untuk contoh; stasiun fiktif.*

1. **Kebutuhan:** memberi panas tanpa menambah air ke minyak.
2. **Uap melalui kumparan:** memanaskan tanpa bercampur, ketel masih punya kapasitas: **memenuhi syarat**.
3. **Uap disemprot langsung:** mengembun menjadi air dan menaikkan kadar air: **tidak memenuhi syarat**.
4. **Pemanas listrik baru:** genset hampir penuh, sehingga akan membebani berlebih: **tidak tepat**.
5. **Nitrogen:** tidak memanaskan: **tidak menjawab kebutuhan**.

Jawaban: **uap dari ketel dialirkan melalui kumparan di tangki**. Cek: suhu pemanasan tetap diperiksa terhadap titik nyala minyak.

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

❖ PETA KONSEP

Yang harus kamu ingat:

- **Utilitas** = layanan pendukung (udara tekan, uap, air pendingin, listrik, bahan bakar, nitrogen). **Peralatan proses** (pompa transfer, separator, kompresor gas) **bukan** utilitas.
- **Udara instrumen**: bersih dan kering, untuk aktuator pneumatik; pengering rusak → air, karat, katup tersendat. **Bukan udara pernapasan**, dan tidak dipakai membersihkan badan.
- **Uap**: dari ketel, memanaskan lewat kumparan tanpa bercampur; uap langsung menambah air. Periksa titik nyala.
- **Air pendingin**: menyerap panas di pendingin, melepasnya di menara; pompa berhenti → suhu naik → peralatan berhenti.
- **Listrik**: jumlah beban ≤ kapasitas genset; beban keselamatan dan kontrol dulu; beban besar yang tidak muat ditunda.
- **Nitrogen**: gas lembam untuk bilas dan selimut; **menggeser oksigen**; sesudah nitrogen: uji gas, bilas udara, uji oksigen, baru masuk.
- **Menelusuri gangguan:** coret utilitas normal, ikuti yang tersisa.

Gambar 5.29 merangkum semua butir itu; lihat Gambar 5.29 saat mengulang.



Gambar 5.29 Peta konsep sistem utilitas. 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 utilitas:

1. **Tandai utilitas yang disebut atau yang hilang**, lalu tulis peralatan yang bergantung padanya.
2. **Coret yang normal.** Data yang dinyatakan normal (listrik, udara instrumen, bahan bakar) membatasi pilihan.
3. **Pada soal pembagian daya**, jumlahkan dulu semua beban, bandingkan dengan kapasitas, lalu pilih beban prioritas yang muat.
4. **Pada soal keselamatan**, tanyakan: apa bahaya gasnya (meledak, miskin oksigen, beracun)? Urutan langkah harus menghindari bahaya itu.
5. **Cari penyebab, bukan gejala**: tindakan yang benar menghilangkan sebab.

Jebakan khas pada soal ini:

- **Udara instrumen dipakai membersihkan badan**, atau dikira boleh dihirup.
- **Nitrogen dikira udara pernapasan** karena tidak beracun.
- **Pompa transfer dikira utilitas** karena "mengalirkan minyak"; ia peralatan proses.
- **Pompa listrik dikira digerakkan udara tekan**.
- **Semua beban dinyalakan di genset terbatas**, atau beban penting tidak didahulukan.
- **Uap disemprot langsung ke minyak** yang akan dijual, atau **ketel dipakai memanaskan minyak tanpa memeriksa titik nyalanya**.
- **Katup baru, pelumas, atau saringan debu dipilih** untuk masalah air di jaringan udara; penyebabnya pengering yang rusak.
- **Gangguan air pendingin dikira gangguan listrik** hanya karena pompa berhenti, padahal motor lain menyala normal.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menguji penelusuran gangguan listrik pada peralatan yang bergantung pada utilitas. Pisahkan peralatan yang digerakkan udara dari yang digerakkan listrik.

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

►. Di stasiun pengumpul Kemuning (2027), kompresor udara instrumen berhenti dan tekanan udara di jaringannya turun mendekati nol. Peralatan lain di stasiun itu: katup pengatur level separator yang digerakkan aktuator pneumatik, katup penutup darurat (*shutdown valve*) jenis pneumatik, pompa transfer bermotor listrik, dan lampu penerangan area dari genset.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat tentang dampak gangguan itu adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Pompa transfer berhenti karena digerakkan oleh udara instrumen.
☐ B. Katup pengatur level separator tidak dapat lagi diatur oleh pengendalinya.
☐ C. Lampu penerangan area padam karena genset bergantung pada kompresor udara.
☐ D. Pompa transfer termasuk sistem utilitas karena ikut mengalirkan minyak.
☐ E. Katup penutup darurat pneumatik dapat bergerak ke posisi amannya.

Pembahasan **Kunci: B, E**

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

Konsep: Sistem utilitas mendukung proses: udara tekan (udara instrumen dan udara servis), uap, air pendingin, listrik, bahan bakar, dan nitrogen. Peralatan pneumatik bergantung pada udara instrumen; peralatan bermotor listrik bergantung pada listrik.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: pompa transfer bermotor listrik; tenaganya bukan dari udara tekan.
• **Pernyataan 2** ✓ Aktuator pneumatik kehilangan sumber tenaga sehingga katup tidak dapat digerakkan pengendali.
• **Pernyataan 3** ✗ Genset dan lampu memakai sistem listrik, bukan udara instrumen.
• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: pompa transfer adalah peralatan proses (memindahkan produk), bukan utilitas yang memasok tenaga atau media pendukung.
• **Pernyataan 5** ✓ Katup darurat pneumatik umumnya dirancang menutup (posisi aman) bila tekanan udaranya hilang.

Jawaban: pernyataan 2, 5.

✎ LATIHAN

Kerjakan tanpa melihat kunci. Untuk setiap soal, tulis dulu utilitas apa yang disebut dan peralatan apa yang bergantung padanya.

1. Di stasiun kompresi gas Sentosa (2027), suhu gas keluar pendingin antar-tahap kompresor naik terus dan kompresor akhirnya berhenti otomatis. Data saat itu: penerangan dan motor-motor lain menyala normal; tekanan udara instrumen normal; pasokan gas bahan bakar normal; kipas menara pendingin berputar, tetapi pompa sirkulasi menara pendingin tercatat berhenti sejak satu jam sebelumnya.

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

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

A. Udara instrumen terganggu; periksa kompresor udara instrumen
B. Listrik terganggu; periksa genset utama stasiun kompresi
C. Air pendingin terganggu; pulihkan pompa sirkulasinya
D. Bahan bakar terganggu; periksa saringan gas bahan bakar
E. Uap terganggu; periksa ketel uap yang memanaskan gas

2. Separator SP-4 (2027) akan dibuka untuk perawatan. Setelah cairannya dikosongkan, bejana masih berisi gas hidrokarbon. Rencana kerja: bejana dibilas dengan nitrogen dari unit utilitas, lalu dibilas udara, baru pekerja masuk. Seorang kru mengusulkan beberapa perubahan rencana, dan siswa PKL diminta menilai pernyataan berikut.
(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. Bejana boleh langsung dibilas udara karena udara juga mendorong gas hidrokarbon keluar.
☐ B. Pembilasan nitrogen mencegah campuran gas hidrokarbon dan udara yang mudah meledak.
☐ C. Setelah dibilas udara, kadar oksigen di bejana diuji sebelum pekerja masuk.
☐ D. Setelah dibilas nitrogen, pekerja boleh langsung masuk karena nitrogen tidak beracun.
☐ E. Nitrogen, uap, udara tekan, dan air pendingin termasuk sistem utilitas penunjang proses.

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

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

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa gangguan pada pompa sirkulasi air pendingin tidak bisa dijelaskan sebagai gangguan listrik, bila motor-motor lain dan penerangan menyala normal?
- Mengapa bejana yang baru dibilas nitrogen tidak boleh langsung dimasuki, dan apa dua uji yang harus dilakukan sebelum pekerja masuk?
- **Yang harus kuingat:** pompa transfer adalah peralatan proses, bukan utilitas; udara instrumen bersih, kering, dan bukan untuk bernapas; uap memanaskan lewat kumparan; tanpa aliran air pendingin suhu naik; jumlah beban genset tidak boleh melebihi kapasitas, beban penting dulu; nitrogen mengusir gas tetapi menggeser oksigen.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 5.5: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smktper&node=SMKTPER-5.5

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Kuis Akhir Bab 5

SMKTPER-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-smktper&node=SMKTPER-KB5

1. Perusahaan gas Cemara Lestari (2027) mengelola lapangan gas, sebuah pabrik pengolah gas, dan sebuah kilang mini. Gas dari lapangan melewati separator di lapangan sebelum dikirim lewat pipa 30 km ke pabrik. Bagian keuangan harus memisahkan biaya produksi dan biaya pengolahan dalam laporan triwulan, dengan batasan: produksi tidak mengubah jenis zat menjadi produk lain.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kegiatan yang dicatat sebagai biaya produksi adalah ....

A. Memisahkan cairan dari gas pada separator di lapangan sebelum gas dikirim ke pabrik
B. Mengubah nafta menjadi etilena melalui perengkahan uap di pabrik petrokimia grup
C. Memisahkan propana dan butana dari gas pada unit bersuhu sangat rendah di pabrik pengolah gas itu
D. Menyuling kondensat menjadi nafta dan solar di kilang mini milik perusahaan itu
E. Mencairkan gas bersih menjadi LNG pada unit pencairan di kawasan pabrik gas

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

2. Perusahaan Teluk Damar (2027) mengelola lapangan minyak dan sebuah kilang mini. Tim keuangan menulis catatan kegiatan untuk laporan bulanan. Dalam laporan itu, pengolahan berarti mengubah minyak mentah atau gas menjadi produk lain, sedangkan produksi berarti menyiapkan fluida sumur tanpa mengubah jenis zatnya.
(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
Memisahkan gas, minyak, dan air di separator lapangan tergolong produksi karena jenis zatnya tidak berubah.	○	○
Memanaskan emulsi di pemanas emulsi lapangan tergolong pengolahan karena memakai panas seperti dapur kilang.	○	○
Mengubah minyak mentah menjadi solar tergolong produksi karena bahan awalnya dihasilkan sendiri oleh lapangan.	○	○

3. Tangki T-04 di Stasiun Gading Utara (2027) berisi minyak bertitik nyala 48 °C. Minyak dipanaskan sampai 60 °C untuk memudahkan pemompaan. Suhu udara siang hari 34 °C. Di dekat tangki akan ada pekerjaan gerinda yang menimbulkan percikan.
(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 udara 34 °C uap minyak itu sudah dapat menyala, karena titik nyala 48 °C bernilai positif.	○	○
Pada 60 °C uap minyak itu dapat dinyalakan percikan gerinda, sehingga pemanasan dan pekerjaan panas harus dikendalikan.	○	○
Bila minyak dijaga bersuhu di bawah 48 °C, uapnya belum cukup banyak untuk menyala oleh percikan.	○	○

4. Dua minyak mentah di Stasiun Sambas (2027) akan dipompa lewat pipa yang sama pada suhu 40 °C. Minyak X bermassa jenis 0,80 kg/L dengan kekentalan 900 cP. Minyak Y bermassa jenis 0,92 kg/L dengan kekentalan 25 cP. Operator memperkirakan pompa akan bekerja lebih berat pada salah satu minyak.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang paling tepat adalah ....

A. Pompa bekerja lebih berat pada minyak Y karena massa jenisnya lebih besar
B. Pompa bekerja sama beratnya karena kedua minyak lebih ringan daripada air
C. Pompa bekerja lebih ringan pada minyak Y karena derajat API-nya lebih tinggi
D. Pompa bekerja lebih berat pada minyak X karena kekentalannya jauh lebih besar
E. Kedua minyak tidak dapat dibandingkan sebelum titik tuang masing-masing diketahui

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

5. Laporan PT Sumber Tirta Energi (2027) mendefinisikan produk hulu sebagai hasil langsung lapangan migas, produk antara sebagai hasil olahan yang masih menjadi bahan baku proses lain, dan produk hilir sebagai produk yang siap dipakai konsumen. Tabel mencatat lima produknya.

Produk	Cara penggunaan
Gas bumi	dikirim ke pabrik pupuk sebagai bahan baku
Metanol (diolah dari gas bumi)	dibeli pabrik perekat sebagai bahan baku
Bensin	diisikan ke tangki sepeda motor di SPBU
Butiran polipropilena	dibeli pabrik karung untuk dibentuk
Karung plastik	dipakai petani untuk mengangkut hasil panen

(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. Gas bumi termasuk produk antara karena diolah lagi menjadi bahan baku di pabrik pupuk.

☐ B. Metanol termasuk produk antara karena masih menjadi bahan baku proses lain.

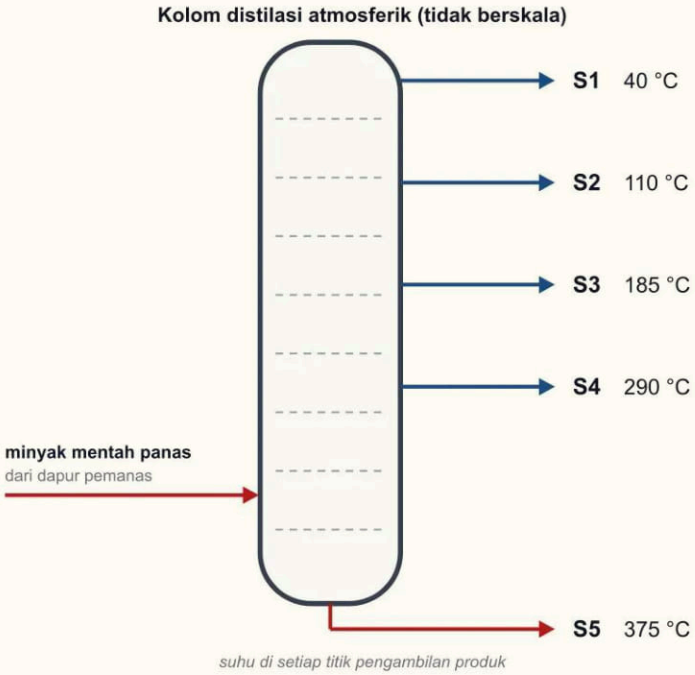
☐ C. Bensin termasuk produk hilir karena siap dipakai konsumen.

☐ D. Butiran polipropilena termasuk produk hilir karena sudah berwujud plastik.

☐ E. Karung plastik termasuk produk hilir karena langsung dipakai petani.

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

6. Gambar menunjukkan kolom distilasi atmosferik di Kilang Dermaga Jaya (2027) beserta suhu pada lima titik pengambilan produk S1–S5. Rentang titik didih yang dipakai kilang itu: nafta 30–150 °C, kerosin 150–250 °C, solar 250–350 °C, dan residu di atas 350 °C. Operator baru menilai produk di tiap titik.
(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. Produk pada S2 (110 °C) berupa nafta, bahan baku bensin atau petrokimia.
☐ B. Produk pada S3 (185 °C) berupa solar karena letaknya berada di tengah kolom.
☐ C. Produk pada S4 (290 °C) lebih berat daripada produk pada S3 (185 °C).
☐ D. Produk pada S5 (375 °C) berupa residu, yang titik didihnya di atas 350 °C.
☐ E. Produk pada S1 (40 °C) paling berat karena titik pengambilannya paling dekat dengan puncak kolom.

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

7. Sumur gas asam di Lapangan Rawa Hijau (2027) mengalirkan gas yang mengandung metana, hidrogen sulfida (berat jenis sekitar 1,2 terhadap udara), dan karbon dioksida (sekitar 1,5 terhadap udara). Separatornya berada di cekungan dekat parit pembuangan. Tim K3 menyusun catatan untuk detektor gas dan pekerja.
(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. Detektor H_2S dipasang rendah karena gas itu menggenang di dekat tanah dan parit.
☐ B. Metana yang bocor di area terbuka cenderung naik dan menyebar ke atas.
☐ C. Pekerja yang masuk ke parit tidak perlu alat deteksi karena gas yang bocor selalu naik meninggalkan parit.
☐ D. CO_2 yang bocor di rumah pompa tertutup dapat berkumpul di dekat lantai.
☐ E. H_2S hanya sedikit lebih berat dari udara sehingga akan menyebar merata dan tidak menggenang.

8. Insinyur Kilang Tirta Kencana (2027) mengusulkan memindahkan desalter ke antara dapur dan kolom distilasi supaya pipa penyambung lebih pendek. Desalter bekerja pada sekitar 120 °C, sedangkan dapur memanaskan minyak sampai sekitar 350 °C. Minyak mentah kilang itu membawa banyak air asin dari reservoir. Seorang teknisi senior diminta menilai usul itu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penilaian yang paling tepat adalah ....

A. Tepat, karena minyak yang sudah panas dari dapur membuat garam lebih mudah larut dalam air pencuci
B. Tidak tepat, karena garam akan ikut dipanaskan di dapur sehingga membentuk kerak dan asam yang merusak
C. Tepat, karena garam hanya merusak kolom sehingga dapur tidak perlu dilindungi sebelum minyak masuk
D. Tidak tepat, karena desalter harus berada sesudah kolom agar garam yang terkumpul di residu dibuang dari kilang
E. Tidak tepat, karena desalter harus ditempatkan paling akhir supaya semua produk kilang bebas garam

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

9. Kilang mini Pancar Mas (2027) menghasilkan nafta. Sebagian nafta dijual kepada pabrik petrokimia untuk dibuat menjadi etilena. Sebagian lain dicampur dengan komponen lain oleh kilang yang sama menjadi bensin yang dijual ke SPBU. Dalam laporan, produk antara adalah hasil olahan yang masih menjadi bahan baku proses lain, sedangkan produk hilir siap dipakai konsumen.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penggolongan yang paling tepat adalah ....

A. Nafta pada kedua penggunaan adalah produk hilir kilang karena dibuat dan dijual langsung oleh kilang itu sendiri
B. Nafta yang dicampur menjadi bensin adalah produk hilir, sedangkan nafta ke petrokimia adalah produk antara
C. Nafta pada kedua penggunaan adalah produk antara karena sama-sama masih diolah lagi; hanya bensin yang produk hilir
D. Nafta adalah produk hulu karena berasal langsung dari minyak mentah yang dihasilkan lapangan minyak
E. Nafta menjadi produk antara hanya bila dijual ke pihak luar, dan menjadi produk hilir bila dipakai sendiri

10. Stasiun Lawang (2027) memanaskan emulsi minyak-air pada 75 °C di pemanas emulsi dan menghasilkan minyak berkadar air 0,5 %. Untuk menghemat bahan bakar, pengawas menurunkan suhu pemanas menjadi 45 °C dengan laju alir yang sama. Seminggu kemudian kadar air minyak naik menjadi 4 %. Massa jenis minyak (0,85 kg/L) dan air formasi asin (1,08 kg/L) tidak berubah. Pembeli menolak minyak berkadar air lebih dari 1 %.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang paling tepat adalah ....

A. Menambah laju alir ke pemanas emulsi agar air terdorong keluar bersama minyak dengan tekanan lebih besar
B. Mengganti air formasi dengan air tawar karena air tawar selalu lebih cepat memisah dari minyak
C. Menurunkan suhu pemanas lebih jauh karena butir air akan mengumpul bila minyak dibuat makin dingin
D. Membiarkan suhu 45 °C karena selisih massa jenis 0,23 kg/L sudah cukup untuk memisahkan air sendiri
E. Mengembalikan suhu ke sekitar 75 °C karena minyak yang dingin lebih kental sehingga emulsi sulit pecah

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

11. Pada jalur air pendingin kecil di Stasiun Ngarai (2027), tekanan air hanya 3 bar. Operator ingin melihat langsung di lokasi apakah air masih mengalir dan kira-kira berapa laju alirnya, tanpa sumber listrik dan tanpa mengirim data ke ruang kontrol.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Alat ukur yang paling tepat dipasang adalah ....

A. Pelat orifis dengan transmitter beda tekanan
B. Rotameter bertabung kaca dengan skala laju alir
C. Pressure gauge Bourdon berskala 0–10 bar di pipa
D. Termokopel dengan transmitter ke ruang kontrol
E. Radar gelombang mikro yang dipasang di atas pipa

12. Separator uji bertekanan 15 bar di Stasiun Kenari Barat (2027) berisi minyak panas yang sering berbusa dan berlapis uap di bagian atas. Levelnya harus terbaca di ruang kontrol 400 m dari separator dan memicu alarm bila terlalu tinggi. Operator juga ingin pembanding yang dapat dilihat langsung di lokasi. Tim instrumen mendiskusikan pilihan alat.
(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. Radar dapat menjadi alat level utama karena kurang terpengaruh uap dan tekanan.
☐ B. Ultrasonik cocok sebagai alat utama karena gelombang suara tidak terganggu busa dan uap.
☐ C. Gelas penduga dapat menjadi satu-satunya alat karena angkanya otomatis terkirim ke ruang kontrol.
☐ D. Gelas penduga bertekanan dengan katup isolasi dapat menjadi pembanding visual di lokasi.
☐ E. Transmitter beda tekanan dapat dipakai bila massa jenis minyak cukup stabil.

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

13. Transmitter orifis pada pipa gas jual Stasiun Tebing Emas (2027) tiba-tiba menunjukkan laju alir nol. Tekanan pipa tetap 28 bar, kompresor berjalan normal, dan pembeli melaporkan gas diterima dengan laju biasa. Teknisi menemukan katup isolasi pada sadapan transmitter tertutup sebagian.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penjelasan dan tindakan yang paling tepat adalah ....

A. Laju alir memang nol sehingga kompresor harus dihentikan dan seluruh pipa gas jual diperiksa dari kemungkinan kebocoran
B. Transmitter rusak dan harus dibuang karena pelat orifis tidak dapat dipakai untuk gas pada tekanan setinggi 28 bar
C. Pelat orifis harus diganti dengan rotameter supaya bacaan laju alir tidak lagi bergantung pada sadapan transmitter
D. Sadapan tertutup menahan beda tekanan menuju transmitter; bukalah katup sesuai prosedur lalu cocokkan dengan data pembeli
E. Tekanan pipa yang tetap 28 bar membuktikan bacaan nol itu benar karena beda tekanan tidak memengaruhi pembacaan alat

14. Pompa torak di Stasiun Kabut Selatan (2027) menghasilkan tekanan berdenyut dengan tekanan kerja maksimum 900 kPa. Pedoman lapangan: tekanan kerja normal berada di antara 25 % dan 75 % skala; bila tekanan berdenyut, tekanan kerja maksimum tidak boleh melewati 50 % skala. Gauge yang tersedia berskala 0–600, 0–1.000, 0–1.600, 0–2.500, dan 0–4.000 kPa.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Gauge yang memenuhi pedoman adalah ....

A. Gauge 0–1.000 kPa
B. Gauge 0–600 kPa
C. Gauge 0–2.500 kPa
D. Gauge 0–1.600 kPa
E. Gauge 0–4.000 kPa

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

15. Gambar menunjukkan pressure gauge pada bejana penampung kondensat di Stasiun Padi Mas (2027). Tekanan kerja maksimum bejana itu 24 bar dan katup pengamannya disetel membuka pada 28 bar. Operator shift pagi membaca gauge lalu menentukan tindakan. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Pembacaan dan tindakan yang paling tepat adalah ....

Pressure gauge bejana penampung (skala 0–40 bar)



A. Sekitar 26 bar; di atas tekanan kerja maksimum, sehingga tekanan diturunkan dan dilaporkan
B. Sekitar 26 bar; di bawah setelan katup pengaman, sehingga dibiarkan sampai katup itu membuka
C. Sekitar 25,2 bar; hanya sedikit di atas tekanan kerja, sehingga dicatat untuk giliran berikutnya
D. Sekitar 31 bar; melewati setelan katup pengaman, sehingga katup pengaman seharusnya sudah membuka
E. Sekitar 27 bar; di atas tekanan kerja, sehingga tekanan diturunkan dan dilaporkan segera

16. Tangki kecil berbentuk silinder tegak di bengkel Pondok Sawit (2027) berdiameter 4 m. Tangki berisi minyak pelumas setinggi 2 m tanpa lapisan air di dasarnya. Pakai π = 3,14 dan 1 m^3 = 1.000 liter.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Volume minyak pelumas di tangki itu adalah ....

A. 25.120 liter
B. 100.480 liter
C. 8.000 liter
D. 25,12 liter
E. 251.200 liter

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

17. Listrik jaringan di Stasiun Merak Hijau (2027) padam dan genset darurat berkapasitas 120 kW menyala. Sistem kontrol, lampu darurat, kompresor udara instrumen, dan pompa pemadam adalah beban keselamatan yang harus menyala lebih dulu.

Beban	Daya
Sistem kontrol dan penutup darurat	10 kW
Lampu darurat	8 kW
Kompresor udara instrumen	30 kW
Pompa pemadam	55 kW
Pompa kimia	20 kW
AC ruang kontrol	12 kW
Pompa transfer	60 kW

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

Susunan beban yang paling tepat dinyalakan pertama adalah ....

A. Semua tujuh beban sekaligus; jumlah 195 kW karena semuanya dibutuhkan untuk menjaga stasiun tetap berjalan

B. Empat beban keselamatan ditambah pompa transfer; jumlah 163 kW supaya pengiriman minyak tidak terhenti

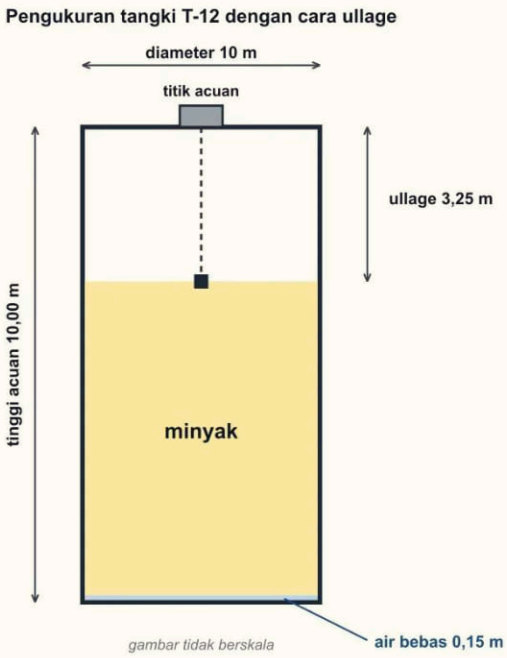
C. Kontrol, lampu darurat, kompresor udara, pompa kimia, dan AC; jumlah 80 kW supaya sisa kapasitas besar

D. Kontrol, lampu darurat, kompresor udara, dan pompa pemadam; jumlah 103 kW di bawah kapasitas genset

E. Kontrol, lampu darurat, dan pompa pemadam; jumlah 73 kW dan kompresor udara ditunda untuk menghemat daya

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

18. Gambar menunjukkan hasil pengukuran tangki tegak T-12 di Stasiun Pasir Putih (2027) dengan cara ullage serta pasta pendeteksi air. Pakai π = 3,14. Minyak di tangki akan diserahkan kepada pembeli.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Volume minyak bersih di tangki itu adalah ....



A. 529,9 m^3
B. 541,7 m^3
C. 255,1 m^3
D. 2.072,4 m^3
E. 518,1 m^3

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

19. Di Stasiun Mangga Barat (2027), minyak kental di tangki timbun tidak mencair pagi ini walaupun pemanas kumparan sudah dibuka penuh. Data: listrik jaringan normal, tekanan udara instrumen normal, header uap kosong, dan ketel uap padam sejak alarm pukul 03.00. Panel ketel menunjukkan tekanan gas bahan bakar ke pembakar turun sampai nol karena kompresor gas bahan bakar berhenti.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Utilitas yang menjadi penyebab awal dan tindakan yang paling tepat adalah ....

A. Listrik; periksa genset utama stasiun karena kompresor tidak mungkin berhenti sendiri tanpa sebab lain
B. Air pendingin; perbaiki pompa sirkulasi menara agar suhu minyak di tangki turun
C. Bahan bakar; periksa dan pulihkan kompresor gas bahan bakar lalu nyalakan kembali ketel uap
D. Uap; ganti kumparan pemanas tangki dengan kumparan baru karena minyak belum mencair
E. Udara instrumen; periksa kompresor udara dan pengeringnya agar katup uap dapat dibuka

20. Stasiun Blending Cakra (2027) mencampur 30 m^3 minyak X bermassa jenis 0,82 kg/L dengan 10 m^3 minyak Y bermassa jenis 0,90 kg/L ke dalam satu tangki. Gunakan massa jenis air 1 kg/L dan anggap volume campuran sama dengan jumlah kedua volume (1 m^3 = 1.000 L).
(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. Massa jenis campuran (0,82 + 0,90) : 2 = 0,86 kg/L.
☐ B. Massa campuran 33.600 kg.
☐ C. Massa jenis campuran lebih dekat ke 0,90 kg/L karena minyak Y lebih berat.
☐ D. Berat jenis campuran adalah 0,84.
☐ E. Bila volume Y menjadi 30 m^3 (X tetap 30 m^3), massa jenis campuran menjadi 0,86 kg/L.

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

21. Genset darurat berkapasitas 250 kW di Stasiun Anggrek Timur (2027) memakai solar 0,27 L per kWh (angka rekaan untuk latihan). Tangki harian berisi 1.080 L. Kepala stasiun menyusun perkiraan lama operasi pada beberapa beban.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Pada beban 200 kW, solar di tangki harian habis dalam 24 jam.
☐ B. Pada beban 160 kW, solar di tangki harian habis dalam 25 jam.
☐ C. Bila beban dikurangi menjadi 100 kW, lama operasi menjadi 40 jam.
☐ D. Makin besar beban yang dilayani, makin cepat solar di tangki harian habis.
☐ E. Genset 250 kW boleh melayani beban 280 kW selama kurang dari satu jam tanpa risiko.

22. Terminal Selat Anggun (2027) menerima 12.000 barel minyak mentah yang terukur pada suhu 34 °C di tangki kapal. Kontrak memakai volume pada suhu standar 15 °C. Petugas pengukuran memberikan faktor koreksi 0,9875 untuk minyak itu pada 34 °C.
(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
Volume minyak pada suhu standar adalah 11.850 barel.	○	○
Bila pembayaran memakai volume terukur tanpa koreksi, pembeli membayar lebih banyak barel daripada minyak yang diterimanya pada suhu standar.	○	○
Volume standar dihitung dengan membagi 12.000 dengan 0,9875 sehingga hasilnya lebih besar daripada 12.000 barel.	○	○

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

23. Tangki TK-31 di Stasiun Bukit Maju (2027) berkapasitas 120 m^3, batas isi aman 115 m^3, dan berdiameter 6 m ($\pi = 3{,}14$). Pagi hari pada 27 °C, tinggi cairan hasil ukur 4,20 m termasuk air bebas 0,20 m di dasar. Matahari diperkirakan menaikkan suhu minyak menjadi 45 °C. Koefisien muai volume minyak 0,0010 per °C dan air bebas dianggap tidak memuai.

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

Penilaian yang paling tepat adalah ....

A. Aman, karena volume minyak pagi hari 113,04 m^3 masih di bawah batas isi aman sebesar 115 m^3

B. Tidak aman, karena volume minyak siang hari sekitar 115,07 m^3 sudah melebihi batas isi aman 115 m^3

C. Aman, karena volume minyak siang hari sekitar 115,07 m^3 masih di bawah kapasitas tangki sebesar 120 m^3

D. Aman, karena pertambahan volume hanya sekitar 0,11 m^3 sehingga volume siang sekitar 113,15 m^3

E. Tidak aman, karena volume cairan total pagi hari 118,69 m^3 sudah melebihi batas isi aman

24. CV Arus Migas (2027) akan mengangkut minyak berberat jenis 0,85 dengan tiga truk tangki. Gunakan massa jenis air 1 kg/L.

Truk	Kapasitas	Batas muatan bersih
T-1	20.000 L	17.500 kg
T-2	18.000 L	15.000 kg
T-3	16.000 L	14.000 kg

(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. T-1 boleh diisi penuh 20.000 L karena massanya 17.000 kg, di bawah batas 17.500 kg.

☐ B. T-2 boleh diisi penuh 18.000 L karena volumenya tidak melebihi kapasitas.

☐ C. T-2 paling banyak diisi sekitar 17.600 L agar massanya tidak melebihi batas muatan.

☐ D. T-3 hanya boleh diisi 14.000 L karena batas muatan bersihnya 14.000 kg.

☐ E. Bila ketiga truk diisi sesuai batas masing-masing, total yang terangkut sekitar 53.600 L.

25. Seorang siswa PKL di Stasiun Sawit Raya (2027) ingin meniup debu dari bajunya memakai selang yang tersambung ke jaringan udara instrumen bertekanan 7 bar di dekat panel. Pengawas melihatnya dan harus menentukan tindakan.

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 pengawas yang paling tepat adalah ....

A. Mengizinkan karena udara instrumen bersih dan kering sehingga aman dipakai untuk membersihkan badan
B. Mengizinkan bila tekanannya diturunkan dengan katup karena yang berbahaya hanya tekanan yang tinggi
C. Mengizinkan bila siswa menutup mata karena bahaya udara tekan hanya mengenai bagian mata saja
D. Melarang karena udara instrumen beracun sehingga tidak boleh menyentuh kulit atau pakaian siswa
E. Melarang karena udara tekan dapat melukai badan dan jaringan instrumen bukan untuk keperluan itu

Tabel skor dan anjuran

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 5.1 · Dari produksi ke pengolahan: unit proses, alur, dan produk migas	1, 2, 5, 6, 8, 9	___ / 6	Ulangi hlm. 366
Sub bab 5.2 · Sifat fluida produksi: minyak, gas, dan air	3, 4, 7, 10	___ / 4	Ulangi hlm. 383
Sub bab 5.3 · Alat ukur tekanan, suhu, laju alir, dan level cairan	11, 12, 13, 14, 15	___ / 5	Ulangi hlm. 397
Sub bab 5.4 · Perhitungan volume minyak, tinggi cairan, pemuaian, dan berat jenis	16, 18, 20, 22, 23, 24	___ / 6	Ulangi hlm. 412
Sub bab 5.5 · Sistem utilitas: udara tekan, uap, air pendingin, listrik, dan bahan bakar	17, 19, 21, 25	___ / 4	Ulangi hlm. 426

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

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

Bagian C · Simulasi TKA

Kerjakan setelah semua bab selesai. Kerjakan tiap simulasi dalam sekali duduk sesuai waktunya, tanpa membuka materi.

Daftar simulasi

Simulasi	Jumlah soal	Waktu	Kode LMS
Simulasi 1 — Prediksi TKA 2026	25 soal	60 menit	SMKTPER-FIN1
Simulasi 2 — Prediksi TKA 2026	25 soal	60 menit	SMKTPER-FIN2
Simulasi 3 — Prediksi TKA 2026	25 soal	60 menit	SMKTPER-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

SMKTPER-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-smktper&node=SMKTPER-FIN1

1. Malam hujan di Rig-10 (2027), Yudi akan bekerja di papan monyet setinggi 27 m untuk mengatur pipa saat cabut pipa. Papan itu berpagar setinggi pinggang, permukaannya licin, dan Yudi harus menjangkau pipa di luar pagar. Sebelum naik, pengawas memeriksa kelengkapan APD-nya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kelengkapan APD yang paling tepat adalah ....

A. Full body harness terkait ke angkur di atas, helm bertali dagu, sarung tangan
B. Sabuk pinggang dikait ke pagar papan, helm bertali dagu, dan sarung tangan kulit
C. Full body harness dikait ke titik di bawah kaki, helm bertali dagu, sarung tangan
D. Full body harness tanpa dikait karena papan berpagar, helm, dan sarung tangan
E. Full body harness dikait di atas kepala, helm tanpa tali dagu, tanpa sarung tangan

2. Bengkel milik Arif menerima pesanan rekondisi pompa transfer dari stasiun pengumpul (2027). Rincian biaya untuk satu pompa:

Komponen biaya	Jumlah
Suku cadang	Rp1.800.000
Upah teknisi	Rp600.000
Transport ke lokasi	Rp200.000

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

Arif menetapkan laba 25% dari total biaya per pompa.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Harga jasa rekondisi per pompa yang tepat adalah ....

A. Rp3.000.000
B. Rp3.050.000
C. Rp3.250.000
D. Rp3.450.000
E. Rp3.466.700

3. Tim perawatan akan membuka pompa transfer kondensat di stasiun pengumpul Jati (2027) pada siang hari bersuhu 35 °C. Kondensat mengandung uap benzena. Pelindung kopling pompa sedang dilepas, dan pompa itu dapat menyala otomatis dari sistem kontrol bila level tangki naik. Pengawas meminta kru menilai pernyataan berikut sebelum bekerja.
(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. Uap benzena dari kondensat digolongkan bahaya fisik karena wujudnya berupa gas yang mudah menyebar.
☐ B. Kopling berputar tanpa pelindung adalah bahaya mekanik; pelindung dipasang sebelum pompa jalan.
☐ C. Mematikan sakelar pompa di panel tanpa menguncinya sudah mencegah pompa menyala otomatis.
☐ D. Terik 35 °C adalah bahaya fisik yang dikurangi dengan istirahat di tempat teduh dan minum teratur.
☐ E. Sisa cairan dan tekanan di dalam pompa dibuang ke saluran tertutup sebelum pompa dibuka.

4. Di Lapangan Rimba (2027), katup-katup pengendali di 40 sumur digerakkan oleh tekanan gas bumi, dan gas yang sudah dipakai itu dilepas langsung ke udara. Lokasi sumur jauh dari jaringan PLN. Tim lingkungan menyusun usulan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dan meminta pendapat teknisi lapangan.
(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
Membakar metana di flare lebih buruk bagi iklim daripada melepasnya langsung ke udara.	○	○
Gas bumi yang dilepas dari pengendali pneumatik menambah emisi gas rumah kaca lapangan itu.	○	○
Mengganti pengendali itu dengan aktuator listrik bertenaga panel surya mengurangi pelepasan metana.	○	○

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

5. Di Blok Kenari (2027), batuan induk yang matang hanya ada di dapur cekungan sebelah timur. Struktur Timur dan Struktur Barat sama-sama berupa antiklin dengan batupasir berpori yang tertutup serpih kedap. Minyak dari dapur bergerak lewat lapisan batupasir yang miring naik ke arah barat. Sumur di Struktur Timur menemukan minyak, sedangkan sumur di Struktur Barat hanya menemukan air. Di antara kedua struktur ada patahan yang menggeser batupasir sehingga berhadapan dengan serpih tebal.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penjelasan yang paling tepat untuk hasil sumur di Struktur Barat adalah ....

A. Batuan induk di dapur cekungan belum matang
B. Batupasir Struktur Barat tidak berpori
C. Jalur migrasi ke barat tertutup patahan
D. Serpih penutup Struktur Barat bocor ke atas
E. Minyak barat sudah lolos lewat patahan itu

6. Sumur Delta-4 (2027) berada di rawa delta dengan kedalaman air 2–4 m dan dasar berupa lumpur lunak. Satu-satunya jalan masuk adalah kanal sempit berkelok dari sungai utama. Tim perencanaan pemboran menyusun pernyataan tentang rig yang akan dimobilisasi.
(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. Rig darat dapat langsung dipasang di atas lumpur rawa karena airnya dangkal.
☐ B. Jack-up paling sesuai karena kakinya dapat berdiri di dasar perairan dangkal.
☐ C. Swamp barge dapat ditarik lewat kanal lalu dikandaskan dengan mengisi tangki pemberatnya.
☐ D. Drillship sesuai karena dapat berlayar sendiri sampai ke lokasi rawa.
☐ E. Kedalaman dan lebar belokan kanal perlu diperiksa sebelum swamp barge ditarik.

7. Saat pemboran sumur Damar-1 (2027), petugas pencatat serbuk bor menulis ciri serbuk dari empat kedalaman: K1 butiran pasir kuarsa, tidak berbuih ditetesi asam encer; K2 halus, berlapis tipis, lunak; K3 putih, berbuih kuat ditetesi asam encer, ada pecahan cangkang; K4 kristal kasar yang saling mengunci, sangat keras, tidak berbuih. Rencana pemboran: berhenti bila menembus batuan beku dasar cekungan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kedalaman yang menunjukkan batuan beku adalah ....

A. K1
B. K2
C. K3
D. K4
E. K2 dan K4

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

8. Insinyur produksi Lapangan Jambu (2027) menilai tiga sumur. Tekanan kolom cairan di dalam sumur dianggap naik 0,09 bar setiap 1 m kedalaman, dan sumur hanya dapat mengalir sendiri bila tekanan dasar sumur tidak kurang dari tekanan kolom cairan ditambah tekanan separator.

Sumur	Kedalaman	Tekanan dasar sumur	Tekanan separator
J-1	1.000 m	110 bar	10 bar
J-2	1.200 m	105 bar	10 bar
J-3	800 m	90 bar	10 bar

(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. J-1 masih dapat berproduksi secara sembur alam.
☐ B. J-3 perlu pengangkatan buatan karena tekanan dasarnya paling kecil.
☐ C. J-2 perlu pengangkatan buatan.
☐ D. Bila tekanan separator J-1 dinaikkan menjadi 25 bar, J-1 tetap mengalir sendiri.
☐ E. Menurunkan tekanan separator dapat membantu sumur sembur alam tetap mengalir.

9. Saat membor di Rig-02 (2027), rangkaian pipa tiba-tiba tidak dapat diputar. Driller memeriksa: rangkaian masih dapat diangkat dan diturunkan dengan bebas sehingga pipa tidak terjepit, pompa lumpur bekerja normal, dan tekanan sirkulasi tidak berubah. Rig ini memakai *top drive*. Toolpusher meminta teknisi memeriksa satu komponen lebih dulu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Komponen yang paling tepat diperiksa lebih dulu adalah ....

A. Drawworks dan tali bor
B. Pompa lumpur dan standpipe
C. Crown block di puncak menara
D. Annular preventer pada BOP
E. Top drive penggerak putaran

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

10. Wulan, lulusan SMK Perminyakan (2027), senang mengamati contoh batuan dan mencatat data dengan teliti. Selama PKL ia terbiasa memakai mikroskop sederhana dan membaca alat pendeteksi gas. Ia siap bekerja bergiliran di lokasi pemboran, tetapi tidak berminat pada pekerjaan fisik berat seperti menyambung pipa di lantai bor. Guru BK membantunya memilih lowongan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Profesi yang paling sesuai untuk Wulan adalah ....

A. Driller yang mengoperasikan drawworks
B. Roustabout yang membantu bongkar muat
C. Operator produksi di stasiun pengumpul
D. Petugas HSE yang mengawasi izin kerja
E. Mud logger di unit pencatat data rig

11. Sumur Kemiri-3 selesai dibor dan kepala sumurnya sudah ditutup (2027). Selama cabut pipa terakhir, rangkaian pipa bor disusun berdiri sebagai *stand* dan disandarkan di dalam menara. Besok kru Rig-09 akan menurunkan menara memakai *drawworks* dan tali bor, lalu membongkar peralatan lain.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pekerjaan yang wajib selesai sebelum menara diturunkan adalah ....

A. Menurunkan semua stand pipa ke rak di tanah
B. Melepas tali bor dari drum drawworks lebih dulu
C. Mematikan semua genset agar lokasi lebih aman
D. Membongkar tangki lumpur dan pompa lumpur
E. Mengosongkan tangki bahan bakar genset rig

12. Lapangan Sawit (2027) punya 36 sumur yang berhenti berproduksi. Anggaran tahun ini hanya untuk 10 pekerjaan kerja ulang (satu pekerjaan per sumur). Data hasil evaluasi:

Kelompok	Jumlah sumur	Penyebab berhenti	Minyak per sumur bila aktif lagi
P	20	kandungan air 98%	3 bph
Q	10	tubing bocor	40 bph
R	6	pompa rusak	25 bph

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pilihan program yang paling menambah produksi minyak adalah ....

A. Sepuluh sumur kelompok P karena jumlah sumurnya terbanyak
B. Seluruh sumur kelompok Q, menambah sekitar 400 bph
C. Enam sumur R ditambah empat sumur P, sekitar 162 bph
D. Lima sumur Q dan lima sumur R, sekitar 325 bph
E. Enam sumur R dan empat sumur Q, sekitar 310 bph

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

13. Sumur terakhir di Lapangan Sawit selesai dibor (2027). Rig-06 akan didemobilisasi ke gudang kontraktor di Palembang, dan lokasi sumur akan diserahkan kembali kepada perusahaan pemilik lahan. Pengawas menyusun daftar pernyataan untuk briefing kru. *(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. Demobilisasi sama dengan moving rig karena keduanya memindahkan rig.
☐ B. Rig-down diselesaikan dulu sebelum peralatan dimuat ke trailer.
☐ C. Peralatan sewaan yang tidak dipakai lagi dikembalikan dan dicatat kondisinya.
☐ D. Kolam lumpur dikosongkan dan isinya diolah sebelum kolam ditutup.
☐ E. Lokasi dibersihkan dan dipulihkan sesuai ketentuan sebelum diserahkan.

14. Bengkel perawatan sumur Sinar Jaya (2027) sudah menata alat dengan 5R. Kepala bengkel kini mengadakan audit 5R setiap Jumat memakai daftar periksa, dan mencatat pekerja yang mengembalikan alat ke tempatnya tanpa perlu diingatkan. Seorang pekerja baru berpendapat 5R selesai begitu bengkel rapi.
(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
Audit mingguan dengan daftar periksa membantu menjaga dan membiasakan 5R di bengkel.	○	○
5R selesai setelah bengkel rapi satu kali sehingga tidak perlu dipertahankan.	○	○
Pekerja yang mengembalikan alat ke tempatnya tanpa diingatkan menunjukkan sikap Rajin.	○	○

15. Rig-05 memiliki tiga genset, masing-masing 1.000 kW (2027). Aturan rig: jumlah genset yang menyala sesedikit mungkin, tetapi total kapasitasnya tidak boleh kurang dari beban. Saat membor, kedua pompa lumpur dan *top drive* bekerja; saat cabut pipa, pompa dan top drive berhenti, sedangkan *drawworks* mengangkat.

Peralatan	Daya
Pompa lumpur (2 unit)	800 kW per unit
Top drive	400 kW
Drawworks saat mengangkat	900 kW
Peralatan lain (lampu, kamp, dll.)	200 kW

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 genset yang menyala yang paling tepat adalah ....

A. 2 genset saat membor dan 2 genset saat cabut pipa
B. 3 genset saat membor dan 2 genset saat cabut pipa
C. 3 genset saat membor dan 1 genset saat cabut pipa
D. 2 genset saat membor dan 1 genset saat cabut pipa
E. 3 genset saat membor dan 3 genset saat cabut pipa

16. Minyak di tangki timbun stasiun Ulin (2027) sebagian sudah membeku pada malam hari karena kandungan parafinnya tinggi. Di stasiun tersedia ketel uap yang masih punya kapasitas lebih, unit nitrogen, dan genset kecil yang sudah bekerja pada beban penuh. Pembeli menolak minyak yang kadar airnya naik. Supervisor meminta usulan untuk memanaskan minyak di tangki.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Usulan yang paling tepat adalah ....

A. Menyemburkan uap langsung ke dalam minyak di tangki
B. Memasang pemanas listrik baru yang dipasok genset kecil
C. Mengalirkan uap dari ketel ke kumparan pemanas di tangki
D. Mengalirkan nitrogen ke tangki agar parafin tidak mengendap
E. Membungkus dinding tangki dengan isolasi tanpa pemanas

17. Dalam laporan PT Energi Raya (2027), produk hulu adalah hasil langsung lapangan migas; produk antara adalah hasil olahan yang masih menjadi bahan baku proses lain; produk hilir adalah produk yang siap dipakai konsumen. Perusahaan itu menjual kondensat dari lapangan gasnya, minyak pelumas dasar (*base oil*) dari kilangnya kepada pabrik pencampur oli, dan LPG tabung 3 kg kepada rumah tangga.
(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
Kondensat dari lapangan gas termasuk produk hilir karena berwujud cair seperti bensin.	○	○
Minyak pelumas dasar yang dijual ke pabrik pencampur oli termasuk produk hilir.	○	○
LPG tabung 3 kg yang dibeli rumah tangga termasuk produk hilir.	○	○

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

18. Stasiun pengumpul Damar (2027) memisahkan fluida sumur dalam tiga tahap:

Tahap	Peralatan	Tekanan
1	Separator tekanan tinggi	30 bar
2	Separator tekanan rendah	5 bar
3	Tangki timbun	sekitar 1 bar

Gas dari tahap 1 dikirim langsung ke pipa gas penjualan, sedangkan gas tahap 2 dan 3 harus dimampatkan dulu dengan kompresor.
(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. Gas kembali terlepas dari minyak setiap kali tekanannya diturunkan.
☐ B. Pada 30 bar, minyak masih melarutkan lebih banyak gas daripada pada 5 bar.
☐ C. Minyak dari tahap 1 dapat langsung ke tangki karena gasnya sudah terpisah semua.
☐ D. Gas tahap 1 lebih murah dikirim karena tekanannya sudah tinggi.
☐ E. Bila tekanan tahap 1 diturunkan menjadi 5 bar, gasnya tetap dapat dikirim tanpa kompresor.

19. Lapangan Bakau (2027) memproduksi minyak bermassa jenis 0,85 kg/L bersama air formasi asin bermassa jenis 1,08 kg/L. Sebagian minyak dan air membentuk emulsi yang stabil. Di beberapa pipa air ditemukan kerak putih yang keras, dan dinding pipa mulai berkarat. Teknisi muda menuliskan beberapa catatan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Catatan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

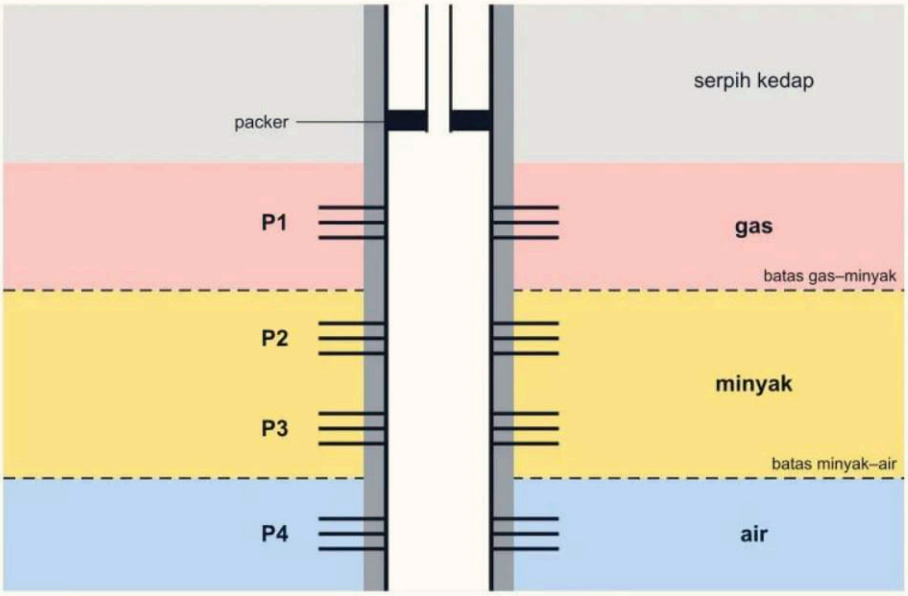
Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Kerak putih di pipa air terbentuk dari parafin minyak yang membeku.
☐ B. Selisih massa jenis yang lebih besar membuat minyak dan air lebih cepat terpisah.
☐ C. Air formasi asin lebih lambat terpisah dari minyak dibanding air tawar.
☐ D. Emulsi minyak-air yang stabil sulit dipisahkan hanya dengan pengendapan biasa.
☐ E. Air formasi yang banyak mengandung garam dapat menimbulkan kerak dan karat pada pipa.

20. Gambar menunjukkan rencana perforasi sumur Waru-2 (2027) yang dibuat kru baru. Lapisan produktifnya memiliki tudung gas di bagian atas dan air di bagian bawah. Perusahaan ingin memproduksi minyak saja, tanpa mengalirkan gas dari tudung gas dan tanpa membuka zona air. Pengawas meminta Hendra memeriksa interval yang boleh diperforasi.

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

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Interval yang boleh diperforasi adalah ....



Rencana perforasi sumur Waru-2 (tidak berskala)

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

21. Setelah *casing* produksi sumur Tembesu-1 disemen (2027), kru memasang tubing dan *christmas tree*, lalu membuka katup ke flowline. Ternyata tidak ada fluida yang mengalir dari sumur, padahal hasil pemboran menunjukkan lapisan minyaknya bertekanan tinggi. Pengawas mengatakan ada satu tahap penting yang terlewat.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tahap yang terlewat adalah ....

A. Memasang flowline yang diameternya lebih besar
B. Memperforasi casing di depan lapisan minyak
C. Memasang pompa angguk di kepala sumur
D. Menutup choke agar tekanan sumur naik
E. Menyambungkan sumur ke separator uji

22. Tangki T-07 di stasiun pengumpul Merbau berbentuk silinder tegak dengan luas penampang 20 m^2 (2027). Tinggi cairan saat ini 2,4 m, sedangkan tinggi pengisian maksimum yang diizinkan 3,8 m. Sebuah truk akan mengirim 30 m^3 minyak ke tangki itu, dan operator harus menentukan berapa yang boleh diterima.

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

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Volume paling banyak yang boleh diterima tangki T-07 adalah ....

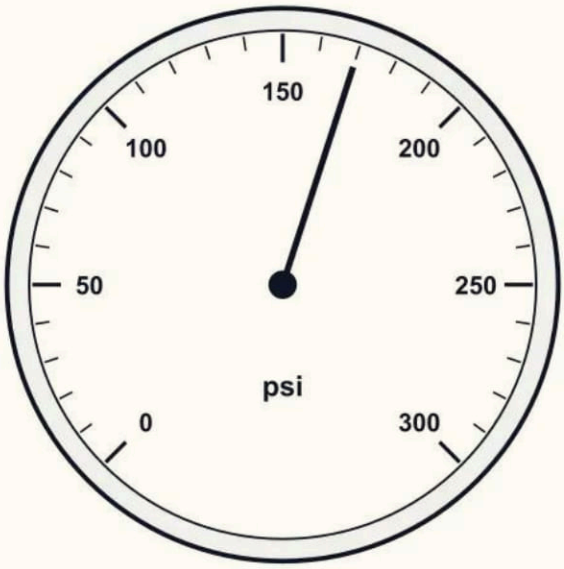
A. 76 m^3
B. 48 m^3
C. 30 m^3
D. 28 m^3
E. 1,4 m^3

23. PT Bumi Lestari (2027) memiliki lapangan minyak dan sebuah kilang mini. Di lapangan, fluida sumur dipisahkan di separator, emulsinya dipanaskan di *heater treater*, minyaknya dipompa ke tangki, lalu diukur di meter serah terima. Sebagian minyak mentah dikirim ke kilang mini perusahaan itu. Manajemen ingin memisahkan laporan biaya produksi dan biaya pengolahan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kegiatan yang termasuk pengolahan adalah ....

A. Memisahkan gas, minyak, dan air di separator
B. Memanaskan emulsi di heater treater lapangan
C. Memompa minyak mentah ke tangki timbun
D. Mengukur minyak mentah di meter serah terima
E. Mengubah minyak mentah jadi solar di kilang

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

24. Gambar menunjukkan pressure gauge pada separator SP-2 di stasiun pengumpul Gaharu (2027). Tekanan kerja separator itu paling tinggi 10 bar, sedangkan katup pengamannya diatur membuka pada 12 bar. Operator shift malam membaca gauge lalu harus memutuskan tindakan. Gunakan 1 bar = 14,5 psi.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pembacaan dan tindakan yang paling tepat adalah ....



A. Sekitar 11,7 bar; di atas batas kerja, tekanan diturunkan
B. Sekitar 11,7 bar; di bawah setelan katup pengaman, dibiarkan
C. Sekitar 11,0 bar; sedikit di atas batas, dicatat untuk besok
D. Sekitar 17 bar; melewati katup pengaman, segera evakuasi
E. Sekitar 12,4 bar; katup pengaman seharusnya sudah membuka

25. Stasiun pengumpul Kenari (2027) akan menambah dua tangki: satu untuk kondensat yang sangat mudah menguap dan satu untuk minyak berat yang kental dan sulit menguap. Tersedia pilihan tangki atap terapung dan tangki atap tetap yang dilengkapi katup tekanan-vakum. Siswa PKL diminta menilai pernyataan tentang pemilihan dan perawatan tangki 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. Kondensat aman di tangki atap tetap asalkan ventilasinya dibiarkan terbuka lebar.
☐ B. Tangki atap terapung tepat untuk kondensat karena ruang uapnya sangat kecil.
☐ C. Katup tekanan-vakum mencegah tangki atap tetap rusak saat diisi dan dikosongkan.
☐ D. Sil atap terapung tidak perlu diperiksa karena atapnya menempel pada cairan.
☐ E. Minyak berat yang sulit menguap dapat disimpan di tangki atap tetap.

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

Lembar jawaban

No	A	B	C	D	E
1	○	○	○	○	○
2	○	○	○	○	○
3					
4					
5	○	○	○	○	○
6					
7	○	○	○	○	○
8					
9	○	○	○	○	○

No	A	B	C	D	E
10	○	○	○	○	○
11	○	○	○	○	○
12	○	○	○	○	○
13					
14					
15	○	○	○	○	○
16	○	○	○	○	○
17					
18					

No	A	B	C	D	E
19					
20	○	○	○	○	○
21	○	○	○	○	○
22	○	○	○	○	○
23	○	○	○	○	○
24	○	○	○	○	○
25					

Soal PG kompleks / Benar–Salah (nomor 3, 4, 6, 8, 13, 14, 17, 18, 19, 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 1.2 · Aktivitas pekerjaan dan jenis profesi di industri perminyakan	10	___ / 1	Ulangi hlm. 25
Sub bab 1.3 · Kewirausahaan dan usaha pendukung migas	2	___ / 1	Ulangi hlm. 38
Sub bab 1.4 · Tantangan lingkungan dan energi lebih bersih dalam migas	4	___ / 1	Ulangi hlm. 51
Sub bab 1.5 · Program menjaga ketersediaan minyak dan gas bumi	12	___ / 1	Ulangi hlm. 63
Sub bab 2.1 · Terbentuknya minyak bumi dan petroleum system	5	___ / 1	Ulangi hlm. 87
Sub bab 2.2 · Geologi dasar: batuan, struktur, dan peran geologi	7	___ / 1	Ulangi hlm. 100
Sub bab 2.4 · Alat pelindung diri sesuai SOP	1	___ / 1	Ulangi hlm. 128
Sub bab 2.5 · Budaya kerja 5R: Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin	14	___ / 1	Ulangi hlm. 144
Sub bab 2.6 · Bahaya fisik, kimia, mekanik, dan potensi bahaya area kerja migas	3	___ / 1	Ulangi hlm. 157
Sub bab 3.1 · Jenis rig darat dan komponen utamanya	9	___ / 1	Ulangi hlm. 192
Sub bab 3.2 · Jenis rig dan peralatan pemboran yang dimobilisasi	6	___ / 1	Ulangi hlm. 205
Sub bab 3.3 · Mobilisasi, demobilisasi, dan moving rig	13	___ / 1	Ulangi hlm. 219
Sub bab 3.4 · Tahapan rig-up dan rig-down	11	___ / 1	Ulangi hlm. 233
Sub bab 3.5 · Lima sistem pemboran dan komponennya	15	___ / 1	Ulangi hlm. 246
Sub bab 4.1 · Metode produksi sumur: sembur alam dan pengangkatan buatan	8	___ / 1	Ulangi hlm. 278
Sub bab 4.2 · Sistem penyelesaian sumur (well completion)	20	___ / 1	Ulangi hlm. 296
Sub bab 4.3 · Dari sumur siap produksi hingga produksi berkelanjutan	21	___ / 1	Ulangi hlm. 310
Sub bab 4.4 · Jenis dan komponen utama peralatan produksi migas	25	___ / 1	Ulangi hlm. 322
Sub bab 4.5 · Prinsip kerja separator	18	___ / 1	Ulangi hlm. 336

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

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 5.1 · Dari produksi ke pengolahan: unit proses, alur, dan produk migas	17, 23	___ / 2	Ulangi hlm. 366
Sub bab 5.2 · Sifat fluida produksi: minyak, gas, dan air	19	___ / 1	Ulangi hlm. 383
Sub bab 5.3 · Alat ukur tekanan, suhu, laju alir, dan level cairan	24	___ / 1	Ulangi hlm. 397
Sub bab 5.4 · Perhitungan volume minyak, tinggi cairan, pemuaian, dan berat jenis	22	___ / 1	Ulangi hlm. 412
Sub bab 5.5 · Sistem utilitas: udara tekan, uap, air pendingin, listrik, dan bahan bakar	16	___ / 1	Ulangi hlm. 426

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Simulasi 2 — Prediksi TKA 2026

SMKTPER-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-smktper&node=SMKTPER-FIN2

1. Sumur Pari-2 (2027) perlu ditutup sementara di bagian dalam tubing agar katup di permukaan dapat diganti. Pekerjaan dilakukan dengan menurunkan sumbat ke dalam tubing memakai kawat baja tipis dari sebuah unit di permukaan, tanpa mencabut tubing dan tanpa rig. Kepala lapangan harus memanggil petugas yang tepat untuk pekerjaan itu. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Petugas yang paling tepat adalah ....

A. Operator slickline/wireline
B. Floorman dari rig pemboran
C. Mud engineer pengatur lumpur
D. Operator produksi stasiun
E. Teknisi instrumen dan kontrol

2. Flowline dari sumur Kenanga-9 bocor (2027). Minyak keluar terus dan mengalir di parit tanah menuju sungai yang berjarak sekitar 500 m. Sungai itu dipakai warga untuk mengairi sawah. Operator yang pertama tiba harus memutuskan tindakan pertama sebelum tim tanggap darurat datang.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan pertama yang paling tepat adalah ....

A. Memasang oil boom di sungai, lalu menutup katup di hulu kebocoran
B. Menutup katup di hulu kebocoran, lalu membendung parit
C. Mengeruk tanah tercemar di sekitar kebocoran pipa tersebut
D. Memotret kebocoran dan menunggu tim lingkungan datang
E. Menyemprotkan bahan pengurai minyak ke parit yang tercemar

3. Gas dari Lapangan Lembah (2027) dipisahkan dari cairan di separator, dikeringkan di unit dehidrasi lapangan, diukur di stasiun meter serah terima, lalu dialirkan lewat pipa

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

sepanjang 80 km ke PLTG milik PLN. Lapangan itu tidak punya pembeli lain dan tidak punya tempat menampung gas dalam jumlah besar.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat tentang rantai kegiatan itu adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Gas yang dialirkan ke PLTG sudah termasuk produk hilir karena dijual kepada PLN.
☐ B. Pengaliran gas lewat pipa 80 km ke PLTG termasuk distribusi awal hasil lapangan.
☐ C. Unit dehidrasi lebih tepat dipindah ke PLTG karena PLTG yang memakai gas kering.
☐ D. Pemisahan gas dari cairan di separator lapangan termasuk kegiatan hulu.
☐ E. Bila PLTG berhenti mendadak, produksi gas di lapangan perlu dikurangi.

4. Dian memiliki usaha pengiriman air bersih ke lokasi rig memakai dua truk tangki yang sudah penuh jadwal (2027). Sebuah kontraktor menawarkan tambahan 30 perjalanan per bulan. Setiap perjalanan memberi Dian Rp400.000 setelah dikurangi bahan bakar dan upah sopir. Untuk melayaninya, Dian perlu menyewa satu truk lagi seharga Rp9.000.000 per bulan ditambah asuransi Rp1.000.000 per bulan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Keputusan beserta alasan yang paling tepat adalah ....

A. Tidak menambah truk, karena sewa Rp9.000.000 terlalu mahal
B. Menambah truk, karena pendapatan tambahannya Rp12.000.000
C. Tidak menambah truk, karena labanya justru turun Rp1.000.000
D. Menambah truk, karena laba tambahannya Rp3.000.000 per bulan
E. Menambah truk, karena laba tambahannya Rp2.000.000 per bulan

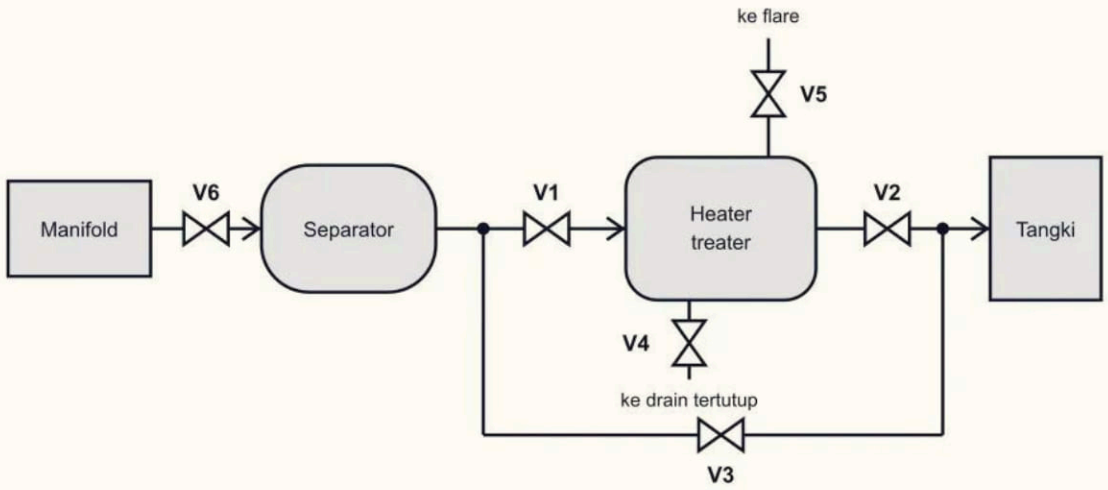
5. Sumur lepas pantai Pari-3 (2027) diselesaikan dengan *casing* produksi yang diperforasi di depan lapisan minyak, tubing, packer di atas perforasi, dan katup pengaman bawah permukaan (SSSV) sekitar 100 m di bawah dasar laut. Siswa PKL diminta menandai pernyataan yang benar tentang komponen itu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Packer dipasang agar minyak mengalir lewat ruang antara tubing dan casing.
☐ B. SSSV sebaiknya dipasang di atas kepala sumur agar mudah dirawat.
☐ C. SSSV menutup sumur otomatis bila terjadi kerusakan berat di permukaan.
☐ D. Perforasi sebaiknya diperpanjang sampai lapisan air di bawahnya agar laju cairan bertambah.
☐ E. Packer melindungi casing di atasnya dari tekanan dan fluida sumur yang korosif.

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

6. Gambar menunjukkan skema aliran minyak di stasiun pengumpul Seruni (2027). Heater treater harus diperbaiki, sementara minyak tetap dialirkan ke tangki tanpa terhenti (untuk sementara tanpa pemanasan). Sebelum dibuka, heater treater harus terpisah dari aliran, dikosongkan cairannya, dan dibuang tekanannya ke sistem tertutup.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Urutan kerja yang paling tepat adalah ....



Skema aliran minyak di stasiun pengumpul (sederhana)

A. Buka V3, tutup V1 dan V2, lalu buka V4 dan V5
B. Tutup V1 dan V2, buka V3, lalu buka V4 dan V5
C. Buka V3, tutup V6 dan V2, lalu buka V4 dan V5
D. Buka V4 dan V5, tutup V1 dan V2, lalu buka V3
E. Buka V3, tutup V1 saja, lalu buka V4 dan V5

7. Rig-08 dimobilisasi menyeberangi sungai besar memakai satu tongkang dengan batas muat 120 ton per perjalanan (2027). Muatan boleh digabung asalkan total per perjalanan tidak melebihi batas.

Muatan	Berat
Substruktur	95 ton
Menara	90 ton
Drawworks	60 ton
Pompa lumpur (2 unit)	45 ton per unit
Tangki lumpur (3 unit)	30 ton per unit
Genset (2 unit)	35 ton per unit
Peralatan lain	45 ton

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 perjalanan tongkang paling sedikit adalah ....

A. 3 kali
B. 4 kali
C. 5 kali
D. 6 kali
E. 9 kali

8. Crane akan mengangkat pompa seberat 8 ton di stasiun pengumpul Durian (2027). Jalur boom crane berada dekat jaringan listrik 20 kV. Pagi itu kecepatan angin 45 km/jam, sedangkan batas operasi crane 35 km/jam. Awan gelap mulai terlihat di kejauhan. Pengawas angkat meminta kru menilai pernyataan berikut.
(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. Pengangkatan ditunda karena kecepatan angin melebihi batas operasi crane.
☐ B. Pekerja boleh memandu beban dari bawahnya asalkan memakai helm.
☐ C. Jarak aman boom dari kabel listrik dijaga walau boom tidak menyentuh kabel.
☐ D. Bila angin sesaat turun di bawah 35 km/jam, pengangkatan boleh langsung dimulai walau petir terlihat.
☐ E. Jarak boom ke kabel 20 kV boleh dikurangi bila operator crane sudah berpengalaman.

9. Sumur Ladang-7 (2027) dangkal (sekitar 500 m), dibor miring dengan kemiringan besar, dan menghasilkan minyak sangat kental yang membawa banyak pasir pada laju sekitar 150 barel per hari. Listrik PLN tersedia di lokasi, tetapi tidak ada gas bertekanan. Sumur sudah tidak mengalir sendiri, dan tim produksi menimbang beberapa metode pengangkatan buatan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Metode yang paling tepat adalah ....

A. Pompa benam listrik (ESP) berkecepatan tinggi
B. Gas lift dengan injeksi gas melalui annulus
C. Pompa rongga progresif (PCP) bermotor listrik
D. Pompa angguk dengan langkah cepat dan panjang
E. Sembur alam dengan memperbesar ukuran choke

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

10. Di stasiun pengumpul Bambu (2027) terdapat tiga tangki dengan data berikut. Siang itu suhu udara 33 °C, dan akan ada pekerjaan las di dekat salah satu tangki.

Fluida	Titik nyala	Massa jenis
Kondensat	−30 °C	0,72 kg/L
Minyak mentah	20 °C	0,86 kg/L
Solar	60 °C	0,84 kg/L

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Pada suhu 33 °C, uap kondensat dapat dinyalakan oleh percikan las.
☐ B. Solar lebih berbahaya daripada kondensat karena massa jenisnya lebih besar.
☐ C. Minyak mentah aman dari api pada suhu 33 °C karena titik nyalanya positif.
☐ D. Pekerjaan las di dekat tangki kondensat butuh pengendalian lebih ketat.
☐ E. Pada suhu 33 °C, uap di atas solar biasanya belum dapat dinyalakan.

11. Seorang operator pingsan di dekat tangki di stasiun pengumpul Cempedak (2027). Detektor di lokasi menunjukkan H2S 150 ppm. Dua rekannya berada 40 m dari korban di sisi datangnya angin. Di pos keselamatan tersedia alat bantu napas mandiri (SCBA), masker kain, dan kotak P3K.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang paling tepat adalah ....

A. Segera berlari menarik korban sambil menahan napas sebentar
B. Memakai SCBA lalu masuk sendirian agar rekan lain tetap aman
C. Menunggu kadar H2S turun ke 0 ppm, baru korban ditolong
D. Membunyikan alarm, lalu menolong berpasangan memakai SCBA
E. Menyemprotkan air ke arah korban, lalu masuk tanpa APD

12. Saat membor sumur Pinus-3 (2027), volume tangki lumpur turun 20 barel dalam 15 menit, dan aliran lumpur yang kembali di *flowline* lebih kecil daripada yang dipompakan. Ketika pompa dihentikan sebentar, tidak ada aliran dari sumur. Lapisan yang sedang dibor diketahui retak-retak.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang paling tepat adalah ....

A. Menurunkan laju pompa dan menambah bahan penyumbat
B. Menutup BOP, lalu menambah berat lumpur sebelum membor lagi
C. Menambah berat lumpur agar lapisan retak tertahan tekanan
D. Mempercepat pemboran agar lapisan retak cepat terlewati
E. Mematikan shale shaker agar lumpur tidak banyak terbuang

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

13. Saat membersihkan rangka pompa transfer pada jadwal Resik mingguan (2027), Dika menemukan rembesan minyak di sambungan flens dan selang pendingin yang retak. Pompa sedang bekerja normal dan stasiun sedang mengirim minyak ke pembeli. Dika harus memutuskan apa yang dilakukan dengan temuannya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan Dika yang paling tepat adalah ....

A. Mengelap rembesan sampai bersih karena tujuan Resik adalah area yang bersih
B. Menandai temuan dan melaporkannya agar perbaikan dapat dijadwalkan
C. Membiarkannya sampai jadwal perawatan tahunan pompa tiba bulan depan
D. Mengencangkan baut flens sendiri saat pompa masih bekerja mengirim minyak
E. Melepas selang retak dan membuangnya agar area pompa lebih ringkas

14. Stasiun pengumpul baru di Lapangan Rimbun (2027) akan menerima cairan sekitar 8.000 barel per hari dengan sedikit gas. Minyaknya mudah berbusa dan membentuk emulsi dengan air, sehingga minyak dan air perlu dipisahkan. Lahan stasiun luas dan datar. Insinyur meminta Rafi memilih separator utama.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pilihan yang paling tepat adalah ....

A. Separator tegak dua fasa karena hemat lahan
B. Separator tegak tiga fasa yang berdiameter kecil
C. Separator datar tiga fasa yang berukuran besar
D. Dua separator tegak dua fasa yang dipasang seri
E. Scrubber gas berukuran besar di jalur masuk

15. Sumur eksplorasi Bukit Garam (2027) diperkirakan menembus lapisan yang mengandung H2S. Kontraktor menyusun daftar peralatan tambahan yang akan dimobilisasi bersama Rig-16, di luar peralatan standar rig. Pengawas pemboran meminta Rina, teknisi HSE, menandai usulan yang benar.
(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. Detektor H2S tetap di lantai bor, shale shaker, dan tangki lumpur
☐ B. SCBA dan tabung udara cadangan untuk seluruh kru yang bertugas
☐ C. Kipas angin biasa di lantai bor sebagai pengganti detektor H2S
☐ D. Masker kain basah cadangan untuk tiap kru karena H2S larut dalam air
☐ E. Pemisah gas lumpur yang gasnya dialirkan ke flare yang jauh

16. Dalam pelatihan operator baru (2027), instruktur membagikan empat kartu: (P) minyak terkumpul di batuan berpori di bawah lapisan kedap; (Q) sisa organisme mengendap

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

bersama lumpur halus di dasar laut; (R) lapisan itu tertimbun makin dalam sehingga suhu dan tekanannya naik; (S) minyak yang terbentuk bergerak keluar ke batuan berpori di sekitarnya. Peserta diminta mengurutkan kartu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Urutan yang tepat adalah ....

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

17. Rig-up Rig-11 di sumur Kemuning-5 hampir selesai (2027). Sebelum pemboran dimulai, pengawas menyusun daftar pemeriksaan. Ia meminta asisten *driller* menilai beberapa usulan anggota kru tentang pemeriksaan yang harus dilakukan sebelum pemboran dimulai atau dilanjutkan.
(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. Uji fungsi BOP yang sudah dipasang dapat ditunda sampai pemboran mencapai lapisan target.
☐ B. Pin dan baut sambungan menara diperiksa setelah menara berdiri dan sebelum beban diangkat.
☐ C. Rem drawworks diuji dengan beban sebelum rangkaian pipa digantung.
☐ D. Detektor gas dikalibrasi setelah pemboran berjalan agar sesuai keadaan lubang.
☐ E. Pompa lumpur dan jalur sirkulasi diuji tekanan untuk memastikan tidak bocor.

18. Sumur Laban-4 (2027) membutuhkan ruang tegak 6,8 m di bawah lantai bor untuk kepala sumur dan susunan BOP. Di lokasi sudah dibuat *cellar* (lubang di sekitar kepala sumur) sedalam 1,0 m. Ada dua rig darat: Rig P dengan tinggi bebas substruktur 6,0 m, sewanya lebih murah dan siap minggu ini; Rig Q dengan tinggi bebas 7,5 m, lebih mahal dan baru siap bulan depan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Keputusan yang paling tepat adalah ....

A. Rig Q, karena hanya tinggi bebasnya yang melebihi 6,8 m
B. Rig Q, karena kedalaman cellar tidak menambah ruang
C. Rig P, dengan mengurangi satu ram dari susunan BOP
D. Rig P, karena 6,0 m + cellar 1,0 m melebihi 6,8 m
E. Rig P, karena BOP dapat dipasang di atas lantai bor

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

19. Sumur Dahlia-6 baru selesai distimulasi dengan asam (2027). Pengawas menulis empat kegiatan: (P) mengalirkan balik sisa asam dari sumur ke tangki terpisah; (Q) mengukur pH cairan balik sampai mendekati netral; (R) mengalihkan aliran sumur ke header produksi untuk produksi rutin bersama sumur lain; (S) mengalirkan sumur ke separator uji untuk mengukur kenaikan laju minyak.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Urutan kegiatan yang tepat adalah ....

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

20. PT Teluk Biru (2027) akan melakukan survei seismik laut di perairan yang ramai oleh perahu nelayan. Kapal survei menarik sumber gelombang (*air gun*) dan kabel *streamer* berisi hidrofon sepanjang beberapa kilometer. Hasil survei akan dipakai menentukan lokasi sumur eksplorasi pertama di daerah 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
Jadwal dan jalur survei perlu disosialisasikan kepada nelayan karena streamer yang ditarik kapal sangat panjang.	○	○
Kapal survei dapat berbelok tajam kapan saja karena streamer langsung mengikuti gerak kapal.	○	○
Hasil seismik laut langsung menunjukkan jenis fluida di setiap lapisan sehingga uji sumur tidak diperlukan.	○	○

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

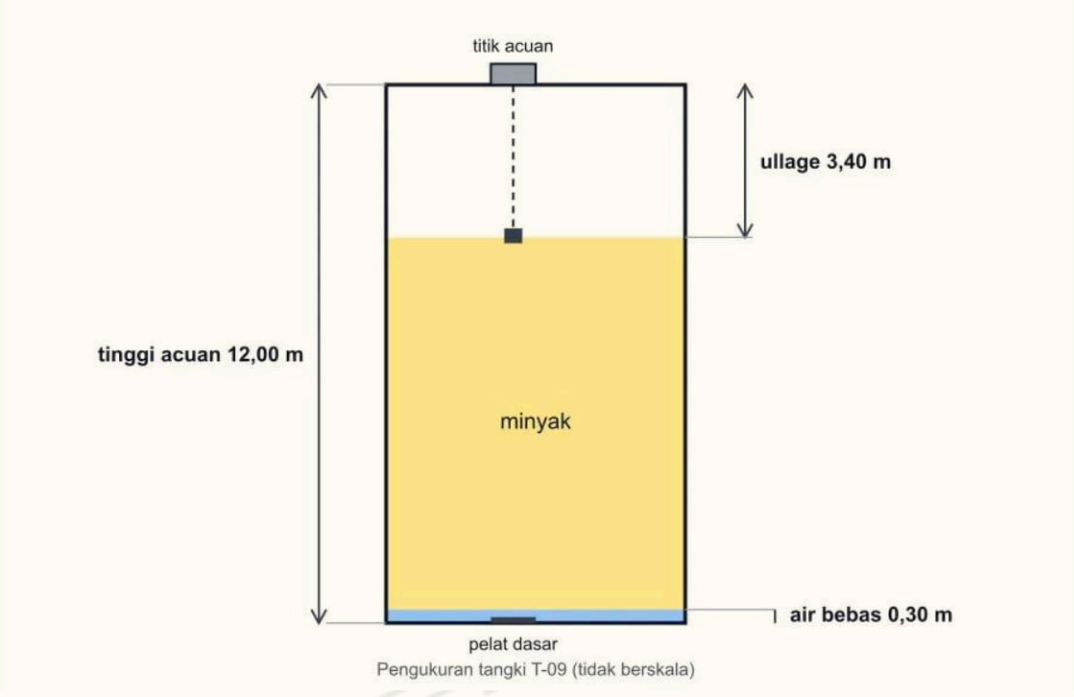
21. PT Sinar Petro (2027) mengelola tiga unit: stasiun pengumpul yang membuang air dari minyak mentah, dermaga yang memuat minyak mentah ke kapal tanker, dan unit kilang yang mengubah sebagian minyak mentah menjadi aspal. Dalam laporan perusahaan, pengolahan berarti mengubah minyak mentah menjadi produk lain. Bagian keuangan perlu memisahkan biaya produksi dan biaya pengolahan.
(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
Pemuatan minyak mentah ke kapal tanker termasuk pengolahan karena minyaknya berpindah tempat.	○	○
Stasiun pengumpul termasuk pengolahan karena mutu minyak berubah setelah airnya dibuang.	○	○
Unit yang menghasilkan aspal dari minyak mentah termasuk kegiatan pengolahan.	○	○

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

22. Gambar menunjukkan hasil pengukuran tangki tegak T-09 di stasiun pengumpul Ketapang (2027) dengan cara *ullage* (diukur dari titik acuan di atap ke permukaan cairan) dan pasta pendeteksi air. Luas penampang tangki 50 m^2. Minyak di tangki akan diserahkan kepada pembeli.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Volume minyak di tangki itu adalah ....



Pengukuran tangki T-09 (tidak berskala)

A. 600 m^3
B. 445 m^3
C. 430 m^3
D. 415 m^3
E. 170 m^3

23. Gas dari stasiun pengumpul Mahoni (2027) dijual lewat pipa bertekanan 30 bar. Pembeli meminta laju alir gas diukur terus-menerus dan datanya dikirim ke ruang kontrol kedua pihak. Teknisi diminta memilih alat ukur yang dipasang di pipa jual itu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Alat ukur yang paling tepat adalah ....

A. Pressure gauge Bourdon di pipa jual
B. Orifice meter dengan transmitter
C. Rotameter bertabung kaca di jalur gas
D. Meter turbin cairan di jalur kondensat
E. Pressure gauge digital dengan transmitter

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

24. Listrik PLN di stasiun pengumpul Kenari padam (2027). Genset darurat berkapasitas 150 kW menyala otomatis. Beban di stasiun:

Beban	Daya
Sistem kontrol dan penutup darurat	20 kW
Lampu darurat	15 kW
Kompresor udara instrumen	45 kW
Pompa transfer	90 kW
AC kantor	40 kW

(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
Sistem kontrol, lampu darurat, dan kompresor udara instrumen dapat menyala bersamaan dari genset.	○	○
Semua beban dapat menyala karena genset 150 kW lebih besar dari beban tunggal terbesar.	○	○
Setelah ketiga beban penting menyala, AC kantor masih dapat ditambahkan tanpa melebihi kapasitas genset.	○	○

25. Gas bumi dari Lapangan Ilalang (2027) dikirim ke pabrik pupuk. Di pabrik, gas bumi diolah menjadi amonia, lalu amonia diolah menjadi pupuk urea butiran yang dijual kepada petani. Dalam bahan ajar, produk antara adalah hasil olahan yang masih menjadi bahan baku proses lain, sedangkan produk hilir siap dipakai konsumen.
(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. Gas bumi yang dikirim ke pabrik termasuk produk hilir karena dipakai pabrik.
☐ B. Amonia di pabrik itu termasuk produk antara karena diolah lagi menjadi urea.
☐ C. Pupuk urea butiran yang dijual kepada petani termasuk produk hilir.
☐ D. Gas bumi yang keluar dari Lapangan Ilalang termasuk produk hulu.
☐ E. Urea termasuk produk antara karena bahan bakunya berasal dari amonia.

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, 8, 10, 15, 17, 20, 21, 24, 25): jawab langsung pada soalnya.

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

Tabel skor dan anjuran

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 1.1 · Tahapan industri migas dari eksplorasi hingga distribusi awal	3	___ / 1	Ulangi hlm. 12
Sub bab 1.2 · Aktivitas pekerjaan dan jenis profesi di industri perminyakan	1	___ / 1	Ulangi hlm. 25
Sub bab 1.3 · Kewirausahaan dan usaha pendukung migas	4	___ / 1	Ulangi hlm. 38
Sub bab 1.4 · Tantangan lingkungan dan energi lebih bersih dalam migas	2	___ / 1	Ulangi hlm. 51
Sub bab 2.1 · Terbentuknya minyak bumi dan petroleum system	16	___ / 1	Ulangi hlm. 87
Sub bab 2.3 · Tahapan pencarian migas di darat dan perairan	20	___ / 1	Ulangi hlm. 115
Sub bab 2.4 · Alat pelindung diri sesuai SOP	11	___ / 1	Ulangi hlm. 128
Sub bab 2.5 · Budaya kerja 5R: Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin	13	___ / 1	Ulangi hlm. 144
Sub bab 2.6 · Bahaya fisik, kimia, mekanik, dan potensi bahaya area kerja migas	8	___ / 1	Ulangi hlm. 157
Sub bab 3.1 · Jenis rig darat dan komponen utamanya	18	___ / 1	Ulangi hlm. 192
Sub bab 3.2 · Jenis rig dan peralatan pemboran yang dimobilisasi	15	___ / 1	Ulangi hlm. 205
Sub bab 3.3 · Mobilisasi, demobilisasi, dan moving rig	7	___ / 1	Ulangi hlm. 219
Sub bab 3.4 · Tahapan rig-up dan rig-down	17	___ / 1	Ulangi hlm. 233
Sub bab 3.5 · Lima sistem pemboran dan komponennya	12	___ / 1	Ulangi hlm. 246
Sub bab 4.1 · Metode produksi sumur: sembur alam dan pengangkatan buatan	9	___ / 1	Ulangi hlm. 278
Sub bab 4.2 · Sistem penyelesaian sumur (well completion)	5	___ / 1	Ulangi hlm. 296
Sub bab 4.3 · Dari sumur siap produksi hingga produksi berkelanjutan	19	___ / 1	Ulangi hlm. 310
Sub bab 4.4 · Jenis dan komponen utama peralatan produksi migas	6	___ / 1	Ulangi hlm. 322
Sub bab 4.5 · Prinsip kerja separator	14	___ / 1	Ulangi hlm. 336

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

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 5.1 · Dari produksi ke pengolahan: unit proses, alur, dan produk migas	21, 25	___ / 2	Ulangi hlm. 366
Sub bab 5.2 · Sifat fluida produksi: minyak, gas, dan air	10	___ / 1	Ulangi hlm. 383
Sub bab 5.3 · Alat ukur tekanan, suhu, laju alir, dan level cairan	23	___ / 1	Ulangi hlm. 397
Sub bab 5.4 · Perhitungan volume minyak, tinggi cairan, pemuaian, dan berat jenis	22	___ / 1	Ulangi hlm. 412
Sub bab 5.5 · Sistem utilitas: udara tekan, uap, air pendingin, listrik, dan bahan bakar	24	___ / 1	Ulangi hlm. 426

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Simulasi 3 — Prediksi TKA 2026

SMKTPER-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-smktper&node=SMKTPER-FIN3

1. Di Rig-21 milik sebuah kontraktor pemboran (2027), dua floorman mendadak sakit dan *drawworks* perlu perbaikan kecil. Harus ada yang mengatur pengganti kru dari kantor kontraktor dan menjadwalkan perbaikan peralatan rig untuk semua shift. Perwakilan perusahaan pemilik sumur hanya meminta diberi tahu dampaknya terhadap jadwal pemboran.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Orang yang paling tepat mengatur hal itu adalah ....

A. Company man
B. Derrickman
C. Driller
D. Toolpusher
E. Mud engineer

2. Bagas memiliki bengkel las kecil (2027). Agar dapat menerima pekerjaan perbaikan pipa migas, ia harus mengikuti sertifikasi juru las seharga Rp18.000.000. Selama pelatihan satu bulan bengkelnya tutup, sehingga ia kehilangan laba biasa Rp2.000.000. Setelah bersertifikat, labanya diperkirakan bertambah Rp3.000.000 per bulan dari pekerjaan pipa.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Waktu yang dibutuhkan setelah bengkel buka kembali agar seluruh biaya, yaitu biaya sertifikasi dan laba yang hilang selama pelatihan, tertutup oleh tambahan laba adalah sekitar ....

A. 6 bulan
B. 7 bulan
C. 9 bulan
D. 10 bulan
E. 20 bulan

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

3. Kru stimulasi akan mencampur dan memompakan asam klorida 15% ke sumur Rambutan-3 (2027). Pada sambungan pipa bertekanan, asam dapat terpercik ke wajah dan badan, dan genangan asam dapat terbentuk di sekitar tangki pencampur. Pengawas memeriksa kelengkapan APD setiap pekerja sebelum pekerjaan dimulai.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kelengkapan APD yang paling tepat adalah ....

A. Goggle dan pelindung wajah, sarung tangan karet tahan asam, baju tahan kimia, bot karet
B. Goggle dan pelindung wajah, sarung tangan kulit las, baju tahan kimia, sepatu bot karet
C. Pelindung wajah tanpa goggle, sarung tangan karet tahan asam, coverall katun, sepatu kulit
D. Kacamata pengaman biasa, sarung tangan karet tahan asam, baju tahan kimia, sepatu bot
E. Masker debu, kacamata hitam, sarung tangan karet tahan asam, baju tahan kimia, sepatu bot

4. Lapangan Kelapa (2027) berisi minyak berat yang sangat kental sehingga sulit mengalir ke sumur, walaupun minyak yang tersisa di reservoir masih sangat banyak. Peta reservoir menunjukkan ada bagian lapangan yang belum dilalui sumur mana pun. Manajemen meminta program yang dapat menambah perolehan minyak dari lapangan itu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Program yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Membuka choke sumur lebih besar agar kekentalan minyak di reservoir ikut turun.
☐ B. Menutup permanen sumur yang lajunya kecil agar tekanan reservoir naik dan minyak mengalir.
☐ C. Menginjeksikan uap agar kekentalan minyak turun dan minyak lebih mudah mengalir.
☐ D. Memasang pompa berkapasitas besar agar masalah kekentalan minyak teratasi.
☐ E. Membor sumur sisipan di bagian lapangan yang belum dilalui sumur.

5. Laboratorium menguji tiga contoh inti batuan dari sumur Tebat-2 (2027). Batuan dianggap layak sebagai reservoir bila porositasnya paling sedikit 15% dan porinya saling terhubung.

Contoh	Volume total	Volume pori	Keterangan pori
A	120 cm^3	21,6 cm^3	saling terhubung
B	150 cm^3	19,5 cm^3	saling terhubung
C	80 cm^3	14,4 cm^3	tidak saling terhubung

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

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Contoh batuan yang layak sebagai reservoir adalah ....

A. Hanya B
B. Hanya A
C. A, B, dan C
D. A dan C
E. B dan C

6. Data sumur Sungai Kecil-1 (2027): pada 1.500–1.600 m terdapat serpih hitam kaya bahan organik yang sudah matang; pada 1.200–1.250 m batupasir berpori berisi minyak; pada 1.150–1.200 m serpih tebal yang kedap; strukturnya antiklin; dan sebuah patahan menghubungkan lapisan dalam dengan batupasir itu. Siswa PKL diminta menilai pernyataan berikut.
(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. Serpih hitam pada 1.500–1.600 m juga berperan sebagai batuan penutup karena kedap.
☐ B. Serpih pada 1.150–1.200 m berperan sebagai batuan penutup.
☐ C. Batupasir pada 1.200–1.250 m adalah batuan induk karena berisi minyak.
☐ D. Patahan dapat menjadi jalur migrasi minyak dari batuan induk ke batupasir.
☐ E. Antiklin berperan sebagai perangkap yang menahan minyak di bagian puncaknya.

7. Lapangan lepas pantai Karang Biru (2027) baru menemukan minyak di sumur eksplorasinya. Rencana perusahaan: membor dua sumur deliniasi, menyusun rencana pengembangan, membangun platform dan pipa ekspor, berproduksi, lalu mengirim minyak lewat pipa ke terminal ekspor di darat. Siswa PKL diminta menilai pernyataan tentang 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
Pemboran sumur deliniasi dilakukan untuk menilai luas cadangan sebelum rencana pengembangan disusun.	○	○
Pipa ekspor sebaiknya dipasang sebelum rencana pengembangan disetujui agar produksi lebih cepat dimulai.	○	○
Pengiriman minyak dari platform ke terminal ekspor lewat pipa termasuk distribusi awal.	○	○

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

8. Pompa di dasar sumur pompa angguk SW-5 (2027) rusak dan harus diganti. Rangkaian batang pompa dan tubing sepanjang 900 m perlu dicabut lalu dipasang kembali. Sumur masih menyimpan sedikit tekanan gas di ruang antara tubing dan casing. Perencana menyusun daftar rig dan peralatan yang akan dimobilisasi.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

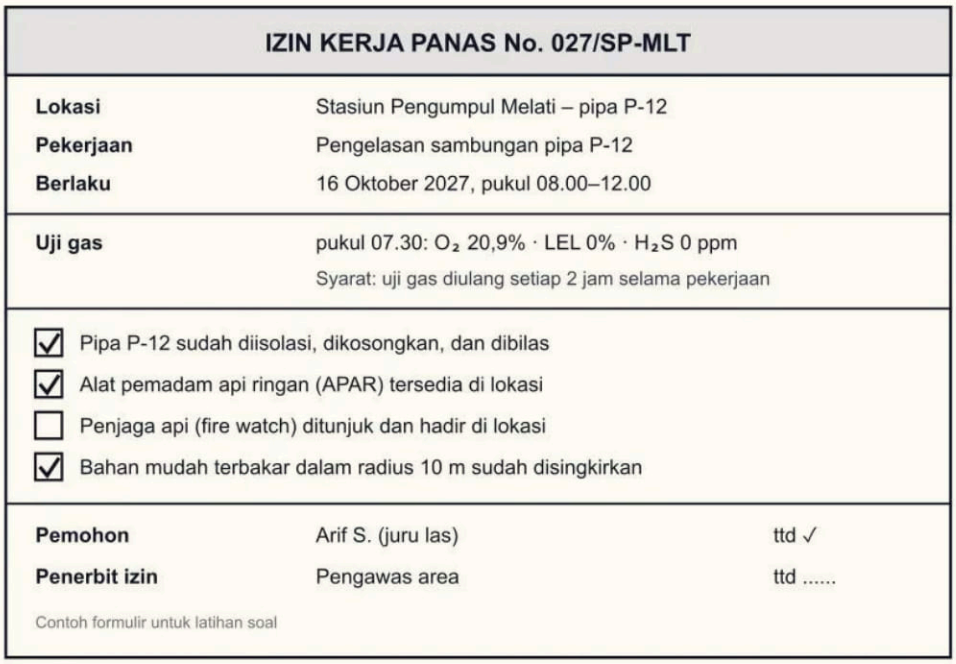
Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Rig perawatan sumur yang kecil sesuai karena rangkaian yang dicabut ringan.
☐ B. Rig perawatan sumur tidak perlu dilengkapi BOP karena tidak membor lubang baru.
☐ C. Kepala unit pompa angguk perlu digeser agar rig dapat bekerja di atas sumur.
☐ D. Rig pemboran besar wajib dipakai karena semua kerja di dalam sumur butuh menara tinggi.
☐ E. Tekanan sumur dibuang atau sumur diisi cairan pemati sebelum kepala sumur dibuka.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

9. Gambar menunjukkan izin kerja panas untuk pengelasan di stasiun pengumpul Melati (2027). Saat ini pukul 10.15. Juru las sudah siap di lokasi dan meminta pekerjaan segera dimulai. Siswa PKL yang mendampingi pengawas diminta menilai pernyataan berikut berdasarkan izin itu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)



IZIN KERJA PANAS No. 027/SP-MLT

Lokasi	Stasiun Pengumpul Melati – pipa P-12	
Pekerjaan	Pengelasan sambungan pipa P-12	
Berlaku	16 Oktober 2027, pukul 08.00–12.00	
Uji gas	pukul 07.30: O_2 20,9% · LEL 0% · H_2S 0 ppm Syarat: uji gas diulang setiap 2 jam selama pekerjaan	

- ☑ Pipa P-12 sudah diisolasi, dikosongkan, dan dibilas
- ☑ Alat pemadam api ringan (APAR) tersedia di lokasi
- ☐ Penjaga api (fire watch) ditunjuk dan hadir di lokasi
- ☑ Bahan mudah terbakar dalam radius 10 m sudah disingkirkan

Pemohon	Arif S. (juru las)	ttd ✓
Penerbit izin	Pengawas area	ttd .....

Contoh formulir untuk latihan soal

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Uji gas pukul 07.30 masih berlaku sampai 12.00 karena hasilnya aman.
☐ B. Pekerjaan belum boleh dimulai karena penerbit izin belum menandatangani.
☐ C. Izin ini tetap berlaku bila pengelasan dipindah ke pipa P-14 di sebelahnya.
☐ D. APAR sudah tersedia sehingga penjaga api tidak lagi diperlukan.
☐ E. Uji gas perlu diulang sebelum pengelasan dimulai pada pukul 10.15.

10. Rig-09 akan dipindah dari sumur Durian-1 ke Durian-4 di lapangan yang sama (2027). Persiapan lokasi Durian-4 dimulai 1 hari sebelum pemboran Durian-1 selesai.

Kegiatan	Lama	Syarat mulai
Persiapan lokasi Durian-4	4 hari	tidak bergantung pada rig
Rig-down di Durian-1	2 hari	setelah pemboran Durian-1 selesai
Angkut rig	1 hari	setelah rig-down selesai
Rig-up di Durian-4	3 hari	setelah rig tiba dan lokasi siap

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

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Waktu paling singkat dari selesainya pemboran Durian-1 sampai rig siap membor di Durian-4 adalah ....

A. 6 hari
B. 7 hari
C. 8 hari
D. 9 hari
E. 10 hari

11. Lokasi sumur Mangga-2 (2027) bertanah lempung yang menjadi lunak setelah hujan beberapa hari. Rig-12 sudah tiba dan kru ingin segera rig-up karena jadwal pemboran mepet. Substruktur dan menara akan menanggung beban ratusan ton saat rangkaian pipa digantung. Pengawas menentukan langkah pertama rig-up.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Langkah pertama yang paling tepat adalah ....

A. Meletakkan substruktur langsung di atas tanah, lalu meratakannya
B. Mendirikan menara lebih dulu agar posisi rig terlihat jelas
C. Meletakkan substruktur di atas balok kayu seadanya
D. Menunda rig-up beberapa minggu sampai tanah kering sendiri
E. Memadatkan dan meratakan lokasi lalu memasang papan alas

12. Kilang mini PT Petro Sakti (2027) mengolah minyak mentah yang masih mengandung air asin dan garam. Unitnya: kolom distilasi atmosferik, dapur pemanas yang memanaskan minyak sampai sekitar 350 °C, tangki minyak mentah, dan *desalter* (pembuang garam dengan air pencuci, bekerja pada suhu hangat sekitar 120 °C). Operator baru diminta menjelaskan urutan unit itu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Urutan beserta alasan yang paling tepat adalah ....

A. Tangki → dapur → desalter → distilasi, karena garam lebih mudah lepas pada suhu tinggi
B. Tangki → distilasi → desalter → dapur, karena garam terkumpul di dasar kolom
C. Tangki → desalter → dapur → distilasi, karena garam dibuang sebelum suhu tinggi
D. Tangki → dapur → distilasi → desalter, karena garam ikut keluar bersama residu
E. Tangki → desalter → distilasi → dapur, karena distilasi tidak memerlukan panas

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

13. Tiga sumur gas lift di Lapangan Gaharu (2027) masing-masing membutuhkan 1 juta kaki kubik gas injeksi per hari; dengan gas kurang dari itu, sumur tidak dapat mengangkat cairan. Karena satu kompresor rusak, gas yang tersedia minggu ini hanya 2 juta kaki kubik per hari.

Sumur	Laju cairan	Kandungan air
G1	400 bph	50%
G2	600 bph	80%
G3	350 bph	10%

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

A. G1 dan G2, karena laju cairan keduanya terbesar
B. G2 dan G3, karena laju cairan G2 paling besar
C. G1 dan G3, karena minyak bersihnya terbesar
D. Ketiganya, masing-masing dua pertiga kebutuhan
E. G3 saja, sedangkan sisa gas dibakar di flare

14. Dua kargo minyak mentah akan dibandingkan oleh bagian pemasaran (2027): minyak X bermassa jenis 0,82 kg/L dan minyak Y bermassa jenis 0,95 kg/L. Minyak yang lebih ringan biasanya menghasilkan lebih banyak bensin dan solar. Gunakan massa jenis air 1 kg/L.
(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
Minyak Y lebih ringan sehingga derajat API-nya lebih tinggi daripada minyak X.	○	○
Berat jenis relatif (specific gravity) minyak X adalah 0,82.	○	○
Untuk volume yang sama 1.000 L, massa minyak Y 130 kg lebih besar daripada minyak X.	○	○

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

15. Siswa PKL di Rig-17 (2027) mengamati satu batang pipa bor baru dibawa dari rak pipa di tanah sampai siap disambung di lantai bor. Ia juga melihat ruangan kecil di lantai bor yang disebut *dog house*. Pembimbing meminta ia menilai catatannya.
(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
Pipa dari rak pipa langsung dinaikkan ke papan monyet untuk disambung.	○	○
Catwalk dan V-door adalah jalur pipa dari tanah menuju lantai bor.	○	○
Dog house di lantai bor dipakai untuk menyimpan pipa sebelum disambung.	○	○

16. Rig-04 (2027) masih memakai sistem putar dengan *kelly*, bukan *top drive*. Saat membor, meja putar di lantai bor berputar, rangkaian pipa ikut berputar, dan lumpur terus dipompakan lewat *rotary hose* yang tergantung dari menara. Pembimbing meminta siswa PKL menilai catatannya tentang sistem putar itu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Catatan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Swivel ikut berputar penuh bersama kelly sehingga rotary hose ikut terpuntir.
☐ B. Meja putar memutar kelly bushing, lalu kelly bushing memutar kelly.
☐ C. Saat menyambung pipa, kelly dilepas dan disimpan sementara di rat hole.
☐ D. Rig yang memakai top drive tetap memerlukan kelly untuk memutar rangkaian.
☐ E. Panjang pemboran sebelum menyambung pipa dibatasi oleh panjang kelly.

17. Minyak bersih dari tiga sumur di Lapangan Kenari bercampur di satu tangki (2027). Pengukuran tangki menunjukkan 1.000 barel per hari, sedangkan hasil uji sumur bulan itu:

Sumur	Hasil uji minyak bersih
W1	450 bph
W2	300 bph
W3	500 bph

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

Perusahaan membagi produksi tangki kepada setiap sumur sebanding dengan hasil ujinya. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Produksi yang dicatat untuk sumur W2 adalah ....

A. 217 bph
B. 240 bph
C. 300 bph
D. 333 bph
E. 375 bph

18. Saat program 5R di gudang stasiun pengumpul Kenari (2027), tim menemukan banyak barang yang tidak jelas kegunaan dan pemiliknya: beberapa katup bekas, gulungan kabel, dan kotak suku cadang tanpa label. Sebagian barang mungkin masih dibutuhkan bagian lain. Pengawas meminta langkah Ringkas yang paling tepat. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Langkah yang paling tepat adalah ....

A. Langsung membuang semua barang yang tidak dikenal itu
B. Menyimpan semua barang di rak karena mungkin berguna
C. Menjual semua barang itu ke pengepul besi bekas
D. Menanyai pekerja shift itu, lalu membuang yang tidak diakui
E. Memberi label merah lalu memindahkan ke area tampung

19. Sumur Duku-3 (2027) menembus lapisan minyak setebal 8 m yang berbatuan kompak. Tepat di atasnya terdapat lapisan gas dan tepat di bawahnya lapisan air. Perusahaan ingin memproduksi minyak saja dengan rancangan penyelesaian sumur yang tetap sederhana. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Rancangan yang paling tepat adalah ....

A. Lubang terbuka di seluruh lapisan agar murah
B. Gravel pack dengan saringan di seluruh lapisan
C. Penyelesaian ganda dengan dua rangkaian tubing
D. Casing disemen, perforasi lapisan minyak saja
E. Casing tanpa semen, perforasi di lapisan minyak

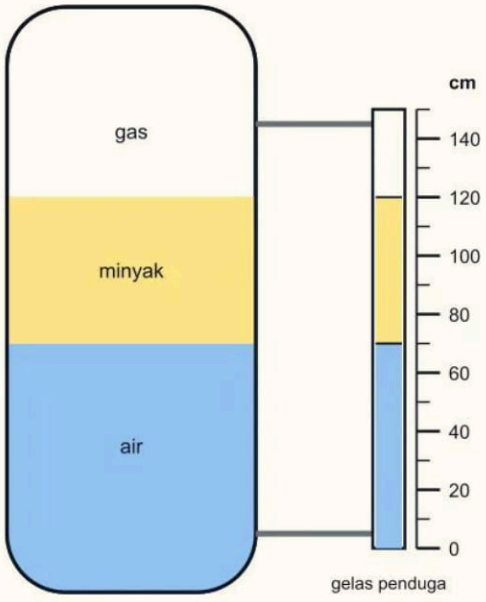
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

20. Siswa PKL diminta menjelaskan kepala sumur Jambu-7 (2027) yang terdiri atas kepala casing, kepala tubing dengan *tubing hanger*, *christmas tree* dengan katup-katupnya, choke, dan pengukur tekanan. Pembimbing meminta ia menilai pernyataan berikut sebelum presentasi.
(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. Katup master di christmas tree dipakai untuk mengatur besar kecilnya laju alir sehari-hari.
☐ B. Tubing hanger di kepala tubing menggantung rangkaian tubing.
☐ C. Kepala casing menahan rangkaian casing dan menyekat ruang di antaranya.
☐ D. Pengukur tekanan di christmas tree memantau tekanan kepala sumur.
☐ E. Choke dipakai untuk menutup sumur sepenuhnya dalam keadaan darurat.

21. Gambar menunjukkan separator tegak tiga fasa SP-6 dan gelas penduganya di stasiun pengumpul Sawo (2027). Batas antara minyak dan air harus dijaga pada 30–50 cm dari dasar skala agar air tidak terbawa ke saluran keluar minyak. Operator membaca gelas penduga pada awal shift dan harus memutuskan tindakan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pembacaan dan tindakan yang paling tepat adalah ....



Separator tegak SP-6

A. Batas 120 cm; katup keluaran gas dibuka lebih besar
B. Batas 70 cm; katup keluaran minyak dibuka lebih besar
C. Batas 40 cm; masih normal sehingga tidak ada tindakan
D. Batas 50 cm; tepat di batas atas sehingga dipantau saja
E. Batas 70 cm; aliran keluaran air perlu diperbesar

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

22. Separator di stasiun pengumpul Sukun (2027) menerima minyak berat bermassa jenis 0,95 kg/L yang sangat kental, bersama air formasi 1,02 kg/L. Butiran air sulit turun sehingga minyak keluaran masih banyak mengandung air. Waktu tinggal sudah maksimum untuk ukuran bejana itu, dan di stasiun tersedia ketel uap.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Langkah yang paling tepat adalah ....

A. Memanaskan fluida sebelum masuk separator agar kekentalannya turun
B. Menaikkan laju fluida masuk agar aliran di separator lebih kuat
C. Mengganti separator dengan bejana lebih kecil agar aliran lebih cepat
D. Menaikkan tekanan separator agar air terdorong ke dasar bejana
E. Menambahkan air tawar ke fluida agar minyaknya menjadi lebih encer

23. Operator mengambil 1 L contoh cairan dari sumur Pepaya-4 (2027). Setelah diendapkan, contoh itu terdiri atas 0,8 L minyak bermassa jenis 0,85 kg/L dan 0,2 L air bermassa jenis 1,0 kg/L. Siswa PKL diminta menilai hasil perhitungan 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. Massa jenis campuran lebih kecil daripada massa jenis minyaknya.
☐ B. Massa contoh 1 L itu 0,88 kg.
☐ C. Massa jenis campuran = (0,85 + 1,0) : 2 = 0,925 kg/L.
☐ D. Bila minyak itu lebih ringan, misalnya 0,80 kg/L, massa jenis campurannya juga turun.
☐ E. Bila airnya dipisahkan, massa minyak yang tersisa 0,68 kg.

24. Di stasiun pengumpul Sentul (2027), beberapa katup kontrol pneumatik bergerak tersendat pada pagi hari. Saat saluran pembuang di ujung jaringan udara instrumen dibuka, keluar air bercampur karat. Catatan perawatan menunjukkan pengering udara setelah kompresor sudah dua minggu rusak dan dilewati (*bypass*). Supervisor meminta tindakan yang paling tepat.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang paling tepat adalah ....

A. Melumasi semua katup kontrol agar gerakannya lancar lagi
B. Mengganti semua katup kontrol pneumatik dengan katup baru
C. Memperbaiki pengering udara dan membuang air di jaringan
D. Menyambung jaringan instrumen ke udara servis yang lain
E. Memasang saringan debu baru di ujung jaringan instrumen

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

25. Kapal tanker menerima minyak mentah dari terminal Teluk Biru (2027). Volume yang terukur di tangki kapal pada suhu 35 °C adalah 10.000 barel. Kontrak jual-beli memakai volume pada suhu standar 15 °C, dan tabel koreksi memberi faktor 0,985 untuk minyak itu pada 35 °C.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Volume minyak yang ditagihkan kepada pembeli adalah ....

A. 10.152 barel
B. 10.000 barel
C. 9.925 barel
D. 9.850 barel
E. 9.700 barel

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 4, 6, 7, 8, 9, 14, 15, 16, 20, 23): jawab langsung pada soalnya.

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

Tabel skor dan anjuran

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 1.1 · Tahapan industri migas dari eksplorasi hingga distribusi awal	7	___ / 1	Ulangi hlm. 12
Sub bab 1.2 · Aktivitas pekerjaan dan jenis profesi di industri perminyakan	1	___ / 1	Ulangi hlm. 25
Sub bab 1.3 · Kewirausahaan dan usaha pendukung migas	2	___ / 1	Ulangi hlm. 38
Sub bab 1.5 · Program menjaga ketersediaan minyak dan gas bumi	4	___ / 1	Ulangi hlm. 63
Sub bab 2.1 · Terbentuknya minyak bumi dan petroleum system	6	___ / 1	Ulangi hlm. 87
Sub bab 2.2 · Geologi dasar: batuan, struktur, dan peran geologi	5	___ / 1	Ulangi hlm. 100
Sub bab 2.4 · Alat pelindung diri sesuai SOP	3	___ / 1	Ulangi hlm. 128
Sub bab 2.5 · Budaya kerja 5R: Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin	18	___ / 1	Ulangi hlm. 144
Sub bab 2.6 · Bahaya fisik, kimia, mekanik, dan potensi bahaya area kerja migas	9	___ / 1	Ulangi hlm. 157
Sub bab 3.1 · Jenis rig darat dan komponen utamanya	15	___ / 1	Ulangi hlm. 192
Sub bab 3.2 · Jenis rig dan peralatan pemboran yang dimobilisasi	8	___ / 1	Ulangi hlm. 205
Sub bab 3.3 · Mobilisasi, demobilisasi, dan moving rig	10	___ / 1	Ulangi hlm. 219
Sub bab 3.4 · Tahapan rig-up dan rig-down	11	___ / 1	Ulangi hlm. 233
Sub bab 3.5 · Lima sistem pemboran dan komponennya	16	___ / 1	Ulangi hlm. 246
Sub bab 4.1 · Metode produksi sumur: sembur alam dan pengangkatan buatan	13	___ / 1	Ulangi hlm. 278
Sub bab 4.2 · Sistem penyelesaian sumur (well completion)	19	___ / 1	Ulangi hlm. 296
Sub bab 4.3 · Dari sumur siap produksi hingga produksi berkelanjutan	17	___ / 1	Ulangi hlm. 310
Sub bab 4.4 · Jenis dan komponen utama peralatan produksi migas	20	___ / 1	Ulangi hlm. 322
Sub bab 4.5 · Prinsip kerja separator	22	___ / 1	Ulangi hlm. 336

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

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 5.1 · Dari produksi ke pengolahan: unit proses, alur, dan produk migas	12	___ / 1	Ulangi hlm. 366
Sub bab 5.2 · Sifat fluida produksi: minyak, gas, dan air	14	___ / 1	Ulangi hlm. 383
Sub bab 5.3 · Alat ukur tekanan, suhu, laju alir, dan level cairan	21	___ / 1	Ulangi hlm. 397
Sub bab 5.4 · Perhitungan volume minyak, tinggi cairan, pemuaian, dan berat jenis	23, 25	___ / 2	Ulangi hlm. 412
Sub bab 5.5 · Sistem utilitas: udara tekan, uap, air pendingin, listrik, dan bahan bakar	24	___ / 1	Ulangi hlm. 426

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Bagian D · Kunci dan Pembahasan

Urutan sama dengan buku. Setiap pembahasan memuat konsep, langkah, dan alasan tiap pilihan. Baca pembahasan soal yang kamu jawab salah — dan juga yang kamu jawab benar tetapi menebak.

Latihan sub bab 1.1

No. 1 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: Kegiatan hulu: eksplorasi dan produksi (sampai minyak mentah siap dikirim). Kegiatan hilir: pengolahan, pengangkutan produk, penyimpanan, dan niaga.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** Minyak mentah dikumpulkan dan dikirim dulu, baru diolah di kilang.
• **Pernyataan 2 → Benar.** Setiap tahap saling bergantung; tangki penampung terbatas sehingga gangguan di hilir memengaruhi produksi.
• **Pernyataan 3 → Salah.** Jebakan: bahan bakunya memang minyak mentah, tetapi pengolahan di kilang termasuk kegiatan hilir.

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

No. 2 Kunci: B, C, D

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

Konsep: Urutan hulu: survei → pemboran eksplorasi → deliniasi (menghitung cadangan) → rencana pengembangan (POD) → pembangunan fasilitas dan pemboran pengembangan → produksi.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 ✗** Jebakan: deliniasi memang sesudah penemuan, tetapi masih kegiatan hulu.
• **Pernyataan 2 ✓** Seismik memetakan perangkap untuk menentukan titik sumur eksplorasi.
• **Pernyataan 3 ✓** POD disusun berdasarkan cadangan, dan cadangan baru dapat dihitung setelah deliniasi.
• **Pernyataan 4 ✓** Fasilitas dibangun sesuai rencana pengembangan yang sudah disetujui, jadi tidak boleh mendahului POD.
• **Pernyataan 5 ✗** Jebakan: satu sumur penemuan belum menunjukkan luas dan jumlah cadangan; deliniasi tetap diperlukan.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 4.

Latihan sub bab 1.2

No. 1 Kunci: B, C, E

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

Konsep: Profesi di rig: floorman (lantai bor), derrickman (papan monyet dan sistem lumpur), driller (operator drawworks, pemimpin kru), toolpusher (pimpinan rig dari kontraktor), company man (wakil perusahaan pemilik sumur), mud logger (pencatat serbuk bor dan gas).

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 ✗** Jebakan: driller memang mengendalikan pompa, tetapi pengambilan dan pencatatan serbuk bor serta kadar gas adalah tugas mud logger.
• **Pernyataan 2 ✓** Derrickman bekerja di papan monyet saat cabut-masuk pipa dan membantu memantau sistem lumpur.

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

• **Pernyataan 3** ✓ Driller mengoperasikan drawworks dan mengawasi floorman.
• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: toolpusher adalah pimpinan rig dari pihak kontraktor; wakil pemilik sumur adalah company man (pengawas pemboran).
• **Pernyataan 5** ✓ Floorman bekerja di lantai bor: memasang baji, kunci pipa, dan menyambung pipa.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

Latihan sub bab 1.3

No. 1 Kunci: B

Konsep: Keputusan usaha didasarkan pada laba (pendapatan − semua biaya) dan kemampuan produksi, bukan hanya pendapatan atau harga jual.

Langkah:
1. Rig-A: (38.000 − 30.000) × 150 − 600.000 = 1.200.000 − 600.000 = Rp600.000 per hari.
2. Rig-B: (45.000 − 32.000) × 90 − 150.000 = 1.170.000 − 150.000 = Rp1.020.000 per hari.
3. Laba Rig-B lebih besar; kedua kontrak (240 porsi) melebihi kapasitas 160 porsi.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: pendapatan Rig-A (Rp5.700.000) memang lebih besar, tetapi labanya lebih kecil.
• **B.** ✓ Laba Rig-B Rp1.020.000, Rig-A hanya Rp600.000.
• **C.** ✗ Jebakan: tanpa biaya antar, Rig-A (Rp1.200.000) memang lebih besar dari Rig-B (Rp1.170.000); biaya antar Rig-A yang besar terlupakan.
• **D.** ✗ Pilihannya benar, tetapi alasannya keliru: harga tinggi tidak menjamin laba besar.
• **E.** ✗ 150 + 90 = 240 porsi melebihi kapasitas dapur 160 porsi.

Jawaban: B.

No. 2 Kunci: B, D, E

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

Konsep: Usaha jasa pendukung migas bersaing lewat mutu, ketepatan waktu, dan keselamatan. Strategi yang baik mengatasi penyebab keluhan; memangkas biaya atau memberi potongan tanpa memperbaiki proses tidak menyelesaikan masalah.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: tampak mengatasi kerusakan, tetapi petunjuk pabrik melarang pemutih jenis apa pun.
• **Pernyataan 2** ✓ Mutu cucian langsung menyangkut keselamatan kru; petunjuk pabrik harus diikuti.
• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: menyenangkan pelanggan sesaat, tetapi penyebab keterlambatan dan kerusakan tetap ada.
• **Pernyataan 4** ✓ Mengatasi keluhan keterlambatan secara langsung.
• **Pernyataan 5** ✓ Menjawab keluhan mutu: kerusakan diketahui sebelum coverall dipakai lagi di rig.

Jawaban: pernyataan 2, 4, 5.

Latihan sub bab 1.4

No. 1 Kunci: B

Konsep: Air terproduksi adalah tantangan lingkungan utama di lapangan minyak. Cara yang dianjurkan: memisahkan sisa minyak, lalu menginjeksikan air ke lapisan bawah tanah yang sesuai (jauh dari air tanah warga), atau mengolahnya sampai memenuhi baku mutu.

Langkah:
1. Unit pemisah menurunkan minyak, tetapi garam tetap tinggi → air tidak boleh dibuang ke sungai.
2. Sumur tua menembus lapisan berpori bertekanan rendah jauh di bawah air tanah → dapat menerima

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

injeksi.
3. Pisahkan minyak, lalu injeksikan air.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: minyaknya memang berkurang, tetapi garam yang tinggi tetap masuk ke sungai warga.
• **B.** ✓ Minyak dipulihkan dan air dikembalikan ke lapisan dalam yang tidak terhubung dengan air tanah warga.
• **C.** ✗ Jebakan: penguapan meninggalkan garam dan minyak di tanah, dan kolam lebih luas memperbesar risiko bocor.
• **D.** ✗ Jebakan: tampak aman, tetapi 6.000 barel per hari selama bertahun-tahun tidak mungkin ditampung.
• **E.** ✗ Masalahnya hanya berpindah ke lapangan lain yang juga hampir penuh.

Jawaban: B.

Latihan sub bab 1.5

No. 1 Kunci: D

Konsep: Bila tekanan reservoir turun, minyak sulit terdorong ke sumur walaupun masih banyak. Injeksi air (pemeliharaan tekanan/secondary recovery) mengembalikan tekanan dan mendorong minyak ke sumur produksi.

Langkah:
1. Masalah utama: tekanan reservoir turun jauh, sisa minyak masih sekitar 75%.
2. Tidak ada kerusakan formasi → pengasaman tidak diperlukan.
3. Ada air terproduksi dan batuan cocok diinjeksi → injeksi air.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Pengasaman memperbaiki kerusakan di sekitar sumur, padahal kerusakan tidak ditemukan.
• **B.** ✗ Jebakan: sumur sisipan menambah titik pengurasan, tetapi tekanan reservoir yang rendah tetap membuat setiap sumur lemah.
• **C.** ✗ Jebakan: pompa besar menambah laju sesaat, tetapi tekanan reservoir makin cepat turun.
• **D.** ✓ Mengembalikan tekanan reservoir dan memanfaatkan air terproduksi.
• **E.** ✗ Eksplorasi tidak menambah perolehan Lapangan Teratai.

Jawaban: D.

Kuis Akhir Bab 1

No. 1 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Jalur minyak: sumur → stasiun pengumpul → tangki → pipa/truk/kapal → kilang. Jalur gas: sumur → pengolahan gas → pipa atau LNG → pembangkit, industri, rumah tangga. Perbedaan kunci: minyak boleh ditampung, gas butuh pembeli dan jalur kirim sejak awal.

Langkah:
1. Pernyataan 1 sesuai sifat keduanya → benar.
2. Pernyataan 2 menyamakan gas dengan minyak → salah.
3. Pernyataan 3 menyebut LNG dengan benar → benar.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Benar.** Menyimpan gas dalam jumlah besar mahal, sehingga pengembangan lapangan gas dimulai dengan pembeli dan jalur kirim yang jelas.
• **Pernyataan 2 → Salah.** Gas tidak ditampung di tangki timbun biasa; gas harus dialirkan, atau diubah bentuknya (misalnya menjadi LNG).

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

• **Pernyataan 3 → Benar.** LNG adalah gas yang didinginkan sampai sekitar −160 °C sehingga menjadi cairan dan dapat dikirim dengan kapal LNG.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 2 Kunci: B

Konsep: Tahap hulu berurutan: kontrak → studi dan survei → pemboran eksplorasi dan uji → EVALUASI (layak? sumur penilaian bila perlu) → rencana pengembangan disetujui → bor pengembangan dan fasilitas → produksi. Biaya besar baru dikeluarkan setelah penemuan dinyatakan layak.

Langkah:

1. Tahap yang baru selesai: pemboran eksplorasi dan uji. Penemuan ada, tetapi luas dan kelayakannya belum diketahui.
2. Tahap berikutnya: evaluasi (dan sumur penilaian bila perlu).
3. Pipa, peralatan produksi, dan pemboran pengembangan menunggu hasil evaluasi serta rencana pengembangan yang disetujui.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: pipa dibangun sebelum penemuan dinyatakan layak; bila ternyata kecil, biaya besar terbuang.
• **B.** ✓ Evaluasi (dan sumur penilaian bila perlu) menjawab dua hal yang belum diketahui: luas penemuan dan kelayakan ekonomi.
• **C.** ✗ Jebakan: peralatan produksi dan sumur pengembangan menunggu evaluasi dan persetujuan rencana pengembangan.
• **D.** ✗ Jebakan: sumur yang menemukan gas tidak disumbat; penutupan dilakukan untuk sumur yang gagal atau di akhir umur lapangan.
• **E.** ✗ Jebakan: seismik sudah dilakukan sebelum sumur dibor; yang belum diketahui justru luas dan kelayakan penemuan, bukan lokasi prospek.

Jawaban: B.

No. 3 Kunci: D

Konsep: Alur hulu: eksplorasi dan uji → sumur penilaian → evaluasi menyeluruh → rencana pengembangan (disetujui) → bangun fasilitas → produksi. Tiap kegiatan punya syarat yang harus selesai lebih dulu.

Langkah:

1. U lebih dulu: sumur penilaian hanya dibor setelah ada penemuan dari sumur eksplorasi (U sebelum R).
2. Q mengevaluasi "seluruh hasil uji, termasuk sumur penilaian", jadi Q sesudah R.
3. P (rencana pengembangan) disusun dari hasil evaluasi: Q sebelum P.
4. S (fasilitas) dibangun menurut rencana yang disetujui: P sebelum S; T (produksi) paling akhir karena butuh fasilitas.
5. Urutan: U – R – Q – P – S – T.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: evaluasi (Q) dilakukan sebelum sumur penilaian (R), padahal Q mengevaluasi hasil sumur penilaian juga.
• **B.** ✗ Jebakan: fasilitas (S) dibangun sebelum rencana pengembangan (P) disusun dan disetujui.
• **C.** ✗ Jebakan: rencana pengembangan (P) disusun sebelum evaluasi (Q); rencana tanpa evaluasi tidak punya dasar kelayakan.
• **D.** ✓ Semua syarat terpenuhi: eksplorasi, sumur penilaian, evaluasi menyeluruh, rencana, fasilitas,

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

lalu produksi.

• **E.** ✗ Jebakan: sumur penilaian (R) dibor sebelum penemuan dari sumur eksplorasi (U) ada.

Jawaban: D.

No. 4 Kunci: E

Konsep: Kegiatan yang mengunci biaya besar (pipa, stasiun pengumpul, sumur pengembangan) hanya boleh dimulai setelah dua keputusan: penemuan dinyatakan layak, lalu rencana pengembangan disetujui. Pekerjaan yang tidak mengunci biaya (studi rute, izin lahan) boleh lebih awal untuk menghemat waktu.

Langkah:

1. Periksa urutan keputusan: kontrak → seismik → bor eksplorasi → uji → (evaluasi) → rencana → fasilitas.
2. Pada jadwal, pipa dan stasiun (bulan 10–24) mulai SEBELUM sumur dibor (13–16), diuji (17), dan rencana disusun (28).
3. Perbaikan: geser pembangunan pipa dan stasiun sesudah rencana disetujui; pekerjaan ringan seperti studi rute dan izin lahan boleh lebih awal.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: sumur tidak dapat diuji sebelum dibor, dan survei seismik tetap diperlukan untuk menentukan lokasi sumur.

• **B.** ✗ Jebakan: seismik hanya memperkirakan; hanya pemboran yang membuktikan adanya minyak.

• **C.** ✗ Jebakan: rencana pengembangan disusun dari hasil survei, pemboran, dan evaluasi; tanpa itu rencana tidak punya dasar.

• **D.** ✗ Jebakan: lama pekerjaan dijadikan alasan melompati keputusan; pipa bernilai besar akan terbuang bila sumur ternyata kosong.

• **E.** ✓ Menghapus kunci biaya dari sebelum keputusan, sambil tetap memakai waktu secara cerdas lewat studi rute dan izin lahan.

Jawaban: E.

No. 5 Kunci: A, C, E

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

Konsep: Profesi dicocokkan dengan tempat, alat, dan siapa yang memerintah. Mud engineer atur sifat lumpur; mud logger catat serbuk bor dan gas; company man wakil pemilik sumur; floorman kerja di lantai bor; derrickman di papan monyet; roustabout pekerja umum.

Langkah:

1. (1) lumpur diukur dan diberi bahan kimia → mud engineer: pernyataan 1 benar.
2. (3) serbuk dan gas dicatat di unit pencatat → mud logger, bukan mud engineer: pernyataan 2 salah.
3. (4) wakil pemilik sumur → company man: pernyataan 3 benar.
4. (5) menyambung pipa di lantai bor → floorman, bukan derrickman: pernyataan 4 salah.
5. (2) bongkar muat → roustabout: pernyataan 5 benar.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Mengukur berat jenis dan kekentalan lalu menambah bahan kimia adalah tugas mud engineer.

• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: mud engineer mengatur lumpur; yang mencatat serbuk bor dan kadar gas di unit pencatat adalah mud logger.

• **Pernyataan 3** ✓ Petugas dari pemilik sumur yang memeriksa kemajuan terhadap program dan biaya adalah company man.

• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: menyambung pipa di lantai bor dengan kunci pipa dikerjakan floorman;

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

derrickman bekerja di papan monyet.
• **Pernyataan 5** ✓ Membongkar muat peralatan dengan bantuan crane adalah pekerjaan roustabout.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 5.

No. 6 Kunci: A, C, E

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

Konsep: Hulu = eksplorasi + eksploitasi (termasuk pengolahan sederhana di lapangan). Hilir = pengolahan (kilang), pengangkutan, penyimpanan, niaga. Garis pemisahnya: migas keluar dari lapangan menuju pengolah, pengangkut, penyimpan, atau pembeli.

Langkah:
1. Pernyataan 1: mencari prospek = eksplorasi → hulu → benar.
2. Pernyataan 2: pengujian sumur eksplorasi = eksplorasi → hulu, bukan hilir → salah.
3. Pernyataan 3: penyimpanan dan pengangkutan di terminal ekspor → hilir → benar.
4. Pernyataan 4: menjual BBM di SPBU = niaga → hilir, bukan hulu → salah.
5. Pernyataan 5: pipa transmisi gas = pengangkutan → hilir → benar.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✓ Studi dan survei untuk mencari migas adalah bagian dari eksplorasi, yaitu kegiatan hulu.
• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: "sudah mengalirkan minyak" dikira berarti hilir. Pengujian sumur eksplorasi adalah bagian eksplorasi (hulu).
• **Pernyataan 3** ✓ Penyimpanan dan pengangkutan setelah minyak keluar dari lapangan termasuk kegiatan hilir.
• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: asal bahan dikira menentukan golongan. Menjual produk ke konsumen adalah niaga, kegiatan hilir.
• **Pernyataan 5** ✓ Pengangkutan gas lewat pipa transmisi termasuk pengangkutan, yaitu kegiatan hilir.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 5.

No. 7 Kunci: D

Konsep: Pekerjaan di dalam sumur yang sudah berproduksi memakai kawat (slickline) atau kabel (wireline) dari unit di permukaan, tanpa rig dan tanpa mencabut tubing, dikerjakan oleh operator wireline/slickline.

Langkah:
1. Kata kunci: alat diturunkan dengan kawat dari unit di permukaan, tanpa rig, tanpa cabut tubing.
2. Tempat dan alat itu milik operator wireline/slickline.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: driller bekerja di rig pemboran dan mengoperasikan drawworks; di sini tidak ada rig.
• **B.** ✗ Jebakan: derrickman bekerja di papan monyet menara rig, bukan menurunkan alat dengan kawat.
• **C.** ✗ Jebakan: mud engineer mengatur sifat lumpur pemboran, bukan mengukur tekanan dasar sumur.
• **D.** ✓ Operator wireline/slickline menurunkan alat ukur ke dalam sumur dengan kawat dari unit permukaan.
• **E.** ✗ Jebakan: operator tangki mengatur penerimaan dan pengiriman minyak, bukan bekerja di dalam sumur.

Jawaban: D.

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

No. 8 Kunci: A, C, E

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

Konsep: Air terproduksi mengandung sisa minyak dan garam. Pisahkan minyaknya; garam tidak berkurang, sehingga air tidak dibuang ke lingkungan tetapi diinjeksikan ke lapisan dalam yang aman. Makin tua lapangan, makin banyak airnya.

Langkah:

1. Pernyataan 1: sifat air → benar.
2. Pernyataan 2: unit pemisah tidak menghilangkan garam → salah.
3. Pernyataan 3: injeksi ke lapisan dalam aman → benar.
4. Pernyataan 4: pengenceran bukan solusi → salah.
5. Pernyataan 5: kadar air naik seiring umur → benar.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Sisa minyak dan garam mencemari sungai dan merusak tanaman serta air tawar.
• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: unit pemisah hanya menurunkan kadar minyak; kadar garam tidak berkurang.
• **Pernyataan 3** ✓ Injeksi ulang ke lapisan dalam yang aman membuang air tanpa mencemari air tanah.
• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: pengenceran tidak menghilangkan garam dan minyak; pencemaran hanya menyebar.
• **Pernyataan 5** ✓ Kadar air naik seiring waktu sehingga volume air terproduksi bertambah.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 5.

No. 9 Kunci: C

Konsep: Titik impas: jumlah unit = biaya tetap ÷ (harga per unit − biaya variabel per unit). Bila hasilnya tidak bulat, dibulatkan ke atas karena unit yang terjual utuh dan laba nol baru tercapai pada unit itu.

Langkah:

1. Biaya tetap = 3.500.000 + 4.500.000 + 1.200.000 = Rp9.200.000.
2. Laba kontribusi per unit = 260.000 − 95.000 = Rp165.000.
3. Impas = 9.200.000 ÷ 165.000 ≈ 55,76 unit.
4. Dibulatkan ke atas: 56 unit (pada 55 unit bengkel masih rugi 55 × 165.000 − 9.200.000 = −Rp125.000).

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: biaya variabel dilupakan (9.200.000 ÷ 260.000 ≈ 35,4), sehingga jumlah impas terlalu kecil.
• **B.** ✗ Jebakan: 55,76 dibulatkan ke bawah menjadi 55; pada 55 unit bengkel masih rugi Rp125.000.
• **C.** ✓ 9.200.000 ÷ 165.000 ≈ 55,76, dibulatkan ke atas menjadi 56 unit.
• **D.** ✗ Jebakan: biaya tetap dibagi biaya variabel (9.200.000 ÷ 95.000 ≈ 97) bukan laba kontribusi.
• **E.** ✗ Jebakan: biaya tetap dan biaya variabel per unit dijumlahkan dalam pembagi yang salah sehingga hasilnya melebihi jumlah impas.

Jawaban: C.

No. 10 Kunci: B, C, E

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

Konsep: Menghadapi keluhan: cari SEBAB, pilih langkah yang memperbaiki sebab itu, patuhi syarat mutu dan keselamatan, dan komunikasikan secara jujur. Potongan harga dan penghematan yang melanggar batas bukan solusi.

Langkah:

1. Sebab keluhan: jadwal dan rute tidak tetap; bak bocor.

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

2. Strategi benar: periksa bak, jadwal tetap dan komunikasi, bukti serah terima dan izin.
3. Strategi salah: potongan harga tanpa perbaikan; muatan berlebih.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: potongan harga tidak memperbaiki bak bocor atau jadwal; keluhan akan berulang.
• **Pernyataan 2** ✓ Memperbaiki sebab tumpahan (bak bocor) menjaga lingkungan dan kepercayaan pelanggan.
• **Pernyataan 3** ✓ Jadwal tetap dan komunikasi yang tertib mengatasi sebab keterlambatan.
• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: muatan berlebih menambah risiko tumpah dan melanggar batas muatan; mutu turun.
• **Pernyataan 5** ✓ Memenuhi syarat izin dan bukti serah terima menjaga kepatuhan dan kepercayaan pelanggan.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

No. 11 Kunci: B, D

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

Konsep: Permintaan menambah produksi dari lapangan dalam 12 bulan dijawab oleh program kelompok B (reaktivasi, kerja ulang) yang mengatasi penyebab teknis sumur. Eksplorasi di luar lapangan dan program lapangan yang belum siap tidak dapat selesai dalam setahun.

Langkah:
1. Syarat: dari lapangan sendiri dan dalam 12 bulan.
2. Kabel putus (9 sumur) → ganti kabel: benar. Perforasi tersumbat (5 sumur) → kerja ulang: benar.
3. Injeksi uap belum siap; seismik dan eksplorasi di blok luar butuh bertahun-tahun: salah.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: survei di blok luar lapangan membutuhkan bertahun-tahun sampai berproduksi dan tidak menambah produksi lapangan ini dalam 12 bulan.
• **Pernyataan 2** ✓ Masalah teknis sumur yang mudah diperbaiki; sumur aktif lagi dalam hitungan bulan.
• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: program baru sampai studi laboratorium sehingga belum siap dalam 12 bulan.
• **Pernyataan 4** ✓ Membersihkan perforasi mengatasi penyebab turunnya produksi dan dapat dikerjakan dalam waktu singkat.
• **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: eksplorasi menambah cadangan jangka panjang, bukan produksi lapangan ini dalam setahun.

Jawaban: pernyataan 2, 4.

No. 12 Kunci: D

Konsep: Mengurangi pelepasan metana dari penggerak bergas dilakukan dengan menghentikan sumbernya: ganti dengan penggerak listrik atau udara. Di lokasi terpencil dengan banyak matahari dan kebutuhan daya kecil, tenaga surya dengan baterai cocok dan hemat.

Langkah:
1. Sumber pelepasan: gas bumi penggerak katup yang dilepas setiap kali bekerja.
2. Syarat usulan: menghentikan pelepasan dan cocok dengan keadaan (jauh dari PLN, banyak matahari, daya kecil).
3. Surya + baterai memenuhi keduanya.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: biaya kabel 45 km sangat besar untuk kebutuhan daya yang sangat kecil.
• **B.** ✗ Jebakan: genset diesel menambah emisi asap dan kebutuhan solar, bertentangan dengan tujuan.

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

• **C.** ✗ Jebakan: memindahkan titik pelepasan tidak mengurangi metana yang masuk ke atmosfer.
• **D.** ✓ Menghentikan penggunaan gas pada penggerak dan memakai energi setempat yang sesuai kebutuhan daya kecil.
• **E.** ✗ Jebakan: membakar mengurangi dampak dibanding melepas, tetapi tetap membuang gas dan harus dilakukan di setiap sumur; sumbernya tidak dihentikan.

Jawaban: D.

No. 13 Kunci: A, C, D

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

Konsep: Menekan metana berarti mengenai SUMBERNYA: ganti penggerak bergas dengan penggerak listrik atau udara (surya bila jauh dari PLN), tangkap uap tangki, dan periksa serta perbaiki kebocoran. Usulan yang berbahaya (tangki tanpa pelepas tekanan) atau sekadar membakar lebih banyak bukan solusi.

Langkah:
1. Sumber 1: penggerak bergas → ganti dengan listrik surya (benar).
2. Sumber 2: uap tangki → unit penangkap uap (benar); menutup rapat tanpa pelepas tekanan berbahaya (salah).
3. Sumber 3: sambungan merembes → periksa dan perbaiki (benar).
4. Menambah suar tidak mengurangi sumber (salah).

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✓ Penggerak listrik surya berhenti melepas metana dan tidak memerlukan jaringan PLN.
• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: tangki tertutup rapat tanpa pelepas tekanan berbahaya karena tekanan dapat merusak tangki.
• **Pernyataan 3** ✓ Unit penangkap uap menangkap uap hidrokarbon sehingga tidak lepas ke udara.
• **Pernyataan 4** ✓ Pemeriksaan dan perbaikan kebocoran menekan pelepasan dari sambungan.
• **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: menambah suar tidak mengurangi sumber pelepasan; gas tetap dibuang, hanya dibakar.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 4.

No. 14 Kunci: E

Konsep: Pada anggaran terbatas, bandingkan tambahan produksi per rupiah (tambahan produksi per sumur ÷ biaya per sumur) dan isi anggaran dari yang terbesar; periksa kombinasi lain dan pastikan total biaya tidak melebihi anggaran.

Langkah:
1. Per Rp1 juta: K = 36 ÷ 480 = 0,075; L = 24 ÷ 270 ≈ 0,089; M = 3 ÷ 300 = 0,01.
2. Urutan: L → K → M. Semua 9 sumur L = 9 × 270 = Rp2.430 juta, menambah 9 × 24 = 216 bph.
3. Sisa dana 5.400 − 2.430 = Rp2.970 juta → 6 sumur K (6 × 480 = Rp2.880 juta), menambah 6 × 36 = 216 bph. Total = 432 bph, biaya Rp5.310 juta.
4. Kombinasi lain: 10 K + 2 L = 360 + 48 = 408 bph; 7 K + 7 L = 252 + 168 = 420 bph; 9 L + 4 K + 3 M = 216 + 144 + 9 = 369 bph; 9 L + 8 K = 504 bph tetapi biayanya Rp6.270 juta, melebihi anggaran.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: kelompok K dahulukan karena tambahan per sumur terbesar, padahal per rupiah lebih kecil daripada L; hasilnya 408 bph.
• **B.** ✗ Jebakan: kombinasi seimbang 7 K + 7 L menghasilkan 420 bph, lebih kecil dari 432.
• **C.** ✗ Jebakan: sisa dana diberikan kepada kelompok M yang kadar airnya 96 %; tambahannya sangat kecil (369 bph).
• **D.** ✗ Jebakan: kombinasi 9 L + 8 K memerlukan Rp6.270 juta, melebihi anggaran Rp5.400 juta.

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

• **E.** ✓ L lebih dulu (per rupiah terbesar), sisa dana untuk 6 sumur K: 216 + 216 = 432 bph dengan biaya Rp5.310 juta.

Jawaban: E.

No. 15 Kunci: A, C

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

Konsep: Garis perintah rig: toolpusher (kepala rig kontraktor) → driller (pimpin satu giliran) → derrickman dan floorman. Company man mewakili pemilik sumur, mengawasi program dan biaya, dan hanya perlu diberi tahu dampak jadwal. HSE mengawasi keselamatan dan izin kerja.

Langkah:

1. Pernyataan 1: toolpusher mengatur kru dan alat seluruh rig → benar.
2. Pernyataan 2: company man di luar garis perintah → salah.
3. Pernyataan 3: driller memimpin satu giliran dan mengoperasikan drawworks → benar.
4. Pernyataan 4: HSE tidak memimpin kru → salah.
5. Pernyataan 5: perbaikan oleh teknisi kontraktor atas jadwal toolpusher → salah.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Toolpusher adalah kepala rig dari kontraktor, sehingga berwenang mengatur kru dan peralatan lintas giliran.
• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: company man mengawasi program dan biaya, tetapi tidak berada dalam garis perintah kru rig.
• **Pernyataan 3** ✓ Driller memimpin kru satu giliran dan mengendalikan drawworks.
• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: HSE mengawasi aturan keselamatan dan izin kerja, tetapi tidak memimpin kru lantai bor.
• **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: perbaikan peralatan dijadwalkan toolpusher dan dikerjakan teknisi kontraktor; pemilik sumur hanya perlu diberi tahu dampak jadwal.

Jawaban: pernyataan 1, 3.

No. 16 Kunci: A

Konsep: Perawatan mekanis pompa, kompresor, dan mesin (bantalan, seal, kopling) dikerjakan teknisi mekanik. Operator produksi mengoperasikan, melaporkan gangguan, dan membantu mengisolasi peralatan.

Langkah:

1. Pekerjaan: membongkar pompa dan mengganti bantalan aus → pekerjaan mekanis.
2. Pelaku perawatan mekanis di stasiun produksi: teknisi mekanik.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Teknisi mekanik merawat peralatan berputar seperti pompa, termasuk mengganti bantalan.
• **B.** ✗ Jebakan: teknisi instrumentasi merawat sensor, sinyal, dan katup pengendali, bukan bantalan pompa.
• **C.** ✗ Jebakan: mud logger mencatat serbuk bor dan gas di rig, bukan bekerja di stasiun produksi.
• **D.** ✗ Jebakan: geolog mempelajari batuan dan menentukan lokasi sumur, bukan merawat pompa.
• **E.** ✗ Jebakan: petugas medis merawat orang yang sakit atau cedera, bukan memperbaiki peralatan.

Jawaban: A.

No. 17 Kunci: A

Konsep: Limbah pemboran (lumpur bekas, serbuk bor) dikelola sebagai limbah: dipisahkan, ditampung dalam wadah atau kolam berlapis tertutup, lalu diserahkan kepada pengelola limbah berizin dengan catatan. Tidak boleh ditimbun, dialirkan ke lingkungan, atau dibakar sembarangan.

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

Langkah:
1. Sifat limbah: lumpur bekas dan serbuk bor dapat mengandung bahan kimia dan hidrokarbon.
2. Penanganan benar: tampung dengan aman, serahkan ke pengelola berizin.
3. Opsi menimbun, mengalirkan ke parit, membakar, atau membiarkan memindahkan pencemaran ke tanah, air, atau udara.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Menampung dengan aman lalu menyerahkannya kepada pengelola berizin mencegah pencemaran sawah dan air.
• **B.** ✗ Jebakan: menimbun di lahan kosong hanya memindahkan masalah ke tanah dan dapat mencemari air tanah.
• **C.** ✗ Jebakan: pengenceran oleh hujan tidak menghilangkan bahan pencemar; sawah di hilir tercemar.
• **D.** ✗ Jebakan: pembakaran sembarangan menghasilkan asap dan abu berbahaya serta tidak sesuai aturan pengelolaan limbah.
• **E.** ✗ Jebakan: kolam terbuka dapat meluap atau merembes; mengendap tidak berarti aman.

Jawaban: A.

No. 18 Kunci: B

Konsep: Tanggap tumpahan berurutan: hentikan sumber → batasi sebaran → kumpulkan → bersihkan dan pulihkan → lengkapi catatan. Tiap tindakan menjadi syarat tindakan berikutnya.

Langkah:
1. P lebih dulu: selama sumber masih mengalir, tanggul akan jebol dan pengumpulan sia-sia.
2. Q sebelum R: kondensat harus ditahan dulu agar dapat dikumpulkan.
3. R sebelum S: cairan dipompa dulu, baru tanah tercemar dikerok.
4. T terakhir: catatan dilengkapi setelah semua selesai.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: tanggul dipasang sebelum katup ditutup; kondensat terus mengalir dan tanggul dapat jebol.
• **B.** ✓ Hentikan sumber, batasi, kumpulkan, bersihkan, lalu catat: urutan yang benar.
• **C.** ✗ Jebakan: kondensat dipompa sebelum dibatasi; kondensat terus menyebar ke parit.
• **D.** ✗ Jebakan: tanah dikerok sebelum cairan dipompa; kondensat bebas masih menyebar.
• **E.** ✗ Jebakan: kondensat dipompa lebih dulu padahal sumber masih mengalir.

Jawaban: B.

No. 19 Kunci: A

Konsep: Diagnosis penyebab menentukan program: kerusakan di sekitar lubang sumur (endapan yang larut asam) dengan tekanan masih tinggi → stimulasi sumur lewat kerja ulang. Injeksi, uap, dan sumur sisip menjawab masalah reservoir, bukan hambatan di sekitar lubang.

Langkah:
1. Data: tekanan tinggi, minyak banyak, hambatan di sekitar lubang karena kerak larut asam, pompa dan tubing baik.
2. Masalahnya ada di sumur (formasi di sekitar lubang), bukan di reservoir.
3. Program yang tepat: stimulasi asam lewat kerja ulang.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Asam melarutkan kerak di sekitar lubang sehingga aliran ke sumur pulih.
• **B.** ✗ Jebakan: tekanan reservoir sudah tinggi; injeksi air menjawab tekanan yang turun.
• **C.** ✗ Jebakan: pompa dan tubing sudah baik; pompa lebih besar tidak menghilangkan hambatan di sekitar lubang.
• **D.** ✗ Jebakan: sumur sisip menjawab bagian lapangan yang belum terjangkau, bukan hambatan pada

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

sumur yang ada.

• **E.** ✗ Jebakan: uap menjawab minyak kental; di sini masalahnya endapan kerak, bukan kekentalan.

Jawaban: A.

No. 20 Kunci: E

Konsep: Memilih profesi berarti mencocokkan kompetensi dan sertifikat dengan tugas, lalu memeriksa syarat fisik dan keberatan pribadi. Pekerjaan instrumentasi menuntut ketelitian dan kemampuan membaca sinyal; pekerjaan lantai bor dan papan monyet menuntut kekuatan fisik dan keberanian di ketinggian.

Langkah:

1. Kompetensi Rini: instrumentasi, teliti, memecahkan masalah sinyal.
2. Keberatan: takut ketinggian dan tidak suka pekerjaan fisik berat. Siap giliran.
3. Cocok: teknisi instrumentasi di stasiun pengumpul. Tidak cocok: derrickman (ketinggian), floorman dan roustabout (fisik berat), toolpusher (butuh pengalaman panjang).

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: papan monyet berada di ketinggian puluhan meter, padahal Rini takut ketinggian.
• **B.** ✗ Jebakan: pekerjaan lantai bor berat secara fisik dan tidak sesuai dengan kompetensi instrumentasi.
• **C.** ✗ Jebakan: pekerjaan fisik berat tidak disukai Rini dan tidak memakai sertifikat instrumentasinya.
• **D.** ✗ Jebakan: toolpusher menuntut pengalaman belasan tahun; lulusan baru tidak memenuhi syarat.
• **E.** ✓ Sesuai sertifikat, ketelitian, dan kesiapan giliran Rini, tanpa ketinggian atau kerja fisik berat.

Jawaban: E.

No. 21 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Perluasan usaha dinilai dari laba tambahan: laba dari pekerjaan baru dikurangi semua biaya tambahan. Jumlah impas tambahan = biaya tambahan ÷ laba per unit (dibulatkan ke atas).

Langkah:

1. Biaya tambahan = 8.000.000 + 1.200.000 + 800.000 = Rp10.000.000.
2. Laba kontrak penuh = 40 × 350.000 = Rp14.000.000; laba tambahan = Rp4.000.000 → pernyataan 1 benar.
3. Pernyataan 2 mengabaikan biaya tetap tambahan → salah.
4. Impas = 10.000.000 ÷ 350.000 ≈ 28,6 → 29 perjalanan; pada 28 perjalanan rugi → pernyataan 3 benar.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** Laba dari kontrak 40 × 350.000 = Rp14.000.000; biaya tambahan 8.000.000 + 1.200.000 + 800.000 = Rp10.000.000; selisihnya Rp4.000.000.
• **Pernyataan 2 → Salah.** Biaya tetap tambahan (sewa, asuransi, perawatan) harus ikut dihitung; laba per perjalanan saja tidak menjamin untung.
• **Pernyataan 3 → Benar.** 28 × 350.000 = Rp9.800.000 lebih kecil daripada biaya tambahan Rp10.000.000, sehingga rugi Rp200.000; impas baru tercapai pada 29 perjalanan.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 22 Kunci: C

Konsep: Lama balik modal = total investasi ÷ tambahan laba per bulan. Total investasi memuat semua pengeluaran dan laba yang hilang akibat investasi itu. Hasil yang tidak bulat dibulatkan ke atas.

Langkah:

1. Total investasi = 24.000.000 + 3.000.000 + 1.800.000 = Rp28.800.000.

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

2. Lama = 28.800.000 ÷ 3.500.000 ≈ 8,23 bulan.
3. Dibulatkan ke atas: 9 bulan.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: hasil seperti 7,71 bulan (27.000.000 ÷ 3.500.000, tanpa laba yang hilang) kemudian disalahartikan sebagai 7 bulan.
• **B.** ✗ Jebakan: 8,23 dibulatkan ke bawah, atau laba yang hilang dilupakan (27.000.000 ÷ 3.500.000 ≈ 7,7 → 8); modal belum kembali penuh pada bulan ke-8.
• **C.** ✓ 28.800.000 ÷ 3.500.000 ≈ 8,23; dibulatkan ke atas menjadi 9 bulan.
• **D.** ✗ Jebakan: pembulatan terlalu besar; pada bulan ke-9 modal sudah kembali.
• **E.** ✗ Jebakan: lama dihitung dari seluruh tahun tanpa membagi dengan tambahan laba per bulan.

Jawaban: C.

No. 23 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: Jangka waktu program: kerja ulang dan reaktivasi cepat (bulan); injeksi dan sumur sisip sedang (tahun); eksplorasi paling lama (bertahun-tahun). Permintaan hasil dalam 12 bulan menuntut program yang cepat.

Langkah:

1. Pernyataan 1: eksplorasi bertahun-tahun → benar.
2. Pernyataan 2: kerja ulang cepat → benar.
3. Pernyataan 3: injeksi butuh persiapan dan waktu → salah.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** Eksplorasi melewati survei, pemboran, evaluasi, rencana, dan pembangunan sehingga hasilnya baru terlihat setelah bertahun-tahun.
• **Pernyataan 2 → Benar.** Kerja ulang memperbaiki sumur yang sudah ada sehingga hasilnya cepat.
• **Pernyataan 3 → Salah.** Program lapangan memerlukan persiapan (sumur injeksi, fasilitas) dan waktu respons reservoir; hasilnya tidak instan.

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

No. 24 Kunci: B

Konsep: Bila jam kerja terbatas, layanan didahulukan menurut LABA PER JAM (laba per unit ÷ waktu per unit), bukan menurut laba per unit. Isi jam dengan layanan peringkat pertama sebanyak pesanan, lalu peringkat berikutnya sampai jam habis; periksa kombinasi yang berdekatan.

Langkah:

1. Laba per jam: genset 520.000 ÷ 8 = 65.000; kalibrasi 90.000 ÷ 1,5 = 60.000; kompresor 700.000 ÷ 12 ≈ 58.333; APAR 45.000.
2. Urutan: genset → kalibrasi → kompresor → APAR.
3. Isi 36 jam: genset 3 unit = 24 jam; sisa 12 jam = kalibrasi 8 unit. Laba = 3 × 520.000 + 8 × 90.000 = 1.560.000 + 720.000 = Rp2.280.000.
4. Kombinasi terdekat (genset 3 + kompresor 1) = Rp2.260.000, lebih kecil.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: laba per unit terbesar dipilih; laba per jamnya justru paling rendah di antara tiga layanan teratas (Rp2.100.000).
• **B.** ✓ Genset (laba per jam tertinggi) lebih dulu, lalu kalibrasi mengisi sisa 12 jam: Rp2.280.000, tertinggi.
• **C.** ✗ Jebakan: sisa 12 jam diisi servis kompresor yang laba per jamnya lebih rendah daripada kalibrasi (Rp2.260.000).
• **D.** ✗ Jebakan: kombinasi mengurangi genset demi layanan berlaba per jam rendah (Rp2.165.000).

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

• **E.** ✗ Jebakan: layanan tercepat dikerjakan lebih dulu, sehingga jam terpakai untuk layanan berlaba per jam rendah (Rp1.960.000).

Jawaban: B.

No. 25 Kunci: C

Konsep: Harga jasa = biaya total × (1 + laba %). Biaya total memuat semua komponen: bahan, upah (tarif × jam), dan transport. Laba persen dihitung dari dasar yang disebut soal (di sini: dari biaya).

Langkah:

1. Upah = 3 × 55.000 = Rp165.000.
2. Biaya total = 240.000 + 165.000 + 95.000 = Rp500.000.
3. Laba = 40 % × 500.000 = Rp200.000.
4. Harga = 500.000 + 200.000 = Rp700.000.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: hanya biaya total; laba 40 % tidak ditambahkan.
• **B.** ✗ Jebakan: transport terlewat (405.000 × 1,4 = Rp567.000), sehingga biaya kurang dan laba terpotong.
• **C.** ✓ Biaya total Rp500.000 ditambah laba 40 % dari biaya (Rp200.000) menghasilkan Rp700.000.
• **D.** ✗ Jebakan: laba dihitung 40 % dari harga jual (500.000 ÷ 0,6), padahal soal menyebut dari biaya.
• **E.** ✗ Jebakan: laba 40 % dari biaya total ditambahkan pada biaya tanpa transport, lalu transport ditambahkan lagi (405.000 + 500.000).

Jawaban: C.

Latihan sub bab 2.1

No. 1 Kunci: E

Konsep: Bahan organik dalam batuan induk berubah menjadi minyak setelah terkubur dan terpanaskan (pematangan). Terlalu dangkal → belum matang; terlalu dalam/panas → terbentuk gas.

Langkah:

1. X: 30 + 3 × 6 = 48 °C → belum matang.
2. Y: 30 + 3 × 22 = 96 °C → di rentang minyak.
3. Z: 30 + 3 × 45 = 165 °C → di atas 120 °C, terutama gas.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ 48 °C masih di bawah 60 °C; bahan organik belum matang.
• **B.** ✗ Jebakan: paling dalam belum tentu paling baik; 165 °C menghasilkan terutama gas.
• **C.** ✗ X belum matang.
• **D.** ✗ Jebakan: Z sudah melewati rentang minyak.
• **E.** ✓ Hanya Y (96 °C) yang berada di rentang 60–120 °C.

Jawaban: E.

Latihan sub bab 2.2

No. 1 Kunci: A

Konsep: Minyak bergerak naik dan terkumpul di bagian tertinggi lapisan reservoir (misalnya puncak antiklin) bila bagian atasnya tertutup lapisan kedap. Bila lapisan penutup tererosi dan reservoir tersingkap di permukaan, minyak lolos ke permukaan.

Langkah:

1. Antiklin kiri (P1): batupasir masih tertutup batulempung kedap → perangkap utuh.

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

2. Antiklin kanan (P2): puncaknya tererosi, batupasir tersingkap di permukaan tanah → minyak lolos.
3. P3 di lekukan (sinklin) dan P4 di sayap → bagian rendah, cenderung berisi air.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Puncak antiklin dengan lapisan penutup yang masih utuh.
• **B.** ✗ Jebakan: antiklin kanan paling tinggi, tetapi lapisan penutupnya sudah tererosi sehingga minyak dapat lolos ke permukaan.
• **C.** ✗ Sinklin adalah bagian terendah; minyak bergerak naik meninggalkannya.
• **D.** ✗ Jebakan: sayap antiklin masih di dekat perangkap, tetapi lebih rendah dari puncak sehingga peluang menembus lapisan berisi minyak lebih kecil.
• **E.** ✗ Antiklin P2 tidak memiliki penutup di puncaknya.

Jawaban: A.

Latihan sub bab 2.3

No. 1 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Tahapan pencarian: studi geologi → survei gravitasi dan magnetik (cekungan) → seismik 2D (struktur umum) → seismik 3D (rinci di prospek) → pemboran eksplorasi.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** Seismik 2D lebih murah dan cocok untuk menemukan calon perangkap di daerah luas.
• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: hasilnya memang rinci, tetapi sangat mahal untuk 3.000 km^2 yang belum diketahui prospeknya; anggaran terbatas.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Seismik 3D mahal sehingga dipakai pada daerah prospek yang sudah teridentifikasi.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

Latihan sub bab 2.4

No. 1 Kunci: 1S 2S 3B

Konsep: APD dipilih sesuai bahaya: bahan korosif (goggle rapat, pelindung wajah, sarung tangan dan celemek tahan kimia, masker debu), kebisingan di atas 85 dBA (penyumbat atau penutup telinga).

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: kacamata biasa terbuka di sisi-sisinya; untuk bahan korosif diperlukan goggle rapat (dan pelindung wajah).
• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: tebal tidak sama dengan tahan kimia; kulit menyerap larutan basa kuat. Yang tepat sarung tangan karet tahan kimia.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Kebisingan di atas 85 dBA selama 2 jam melebihi batas aman tanpa pelindung telinga.

Jawaban: Salah, Salah, Benar.

No. 2 Kunci: B, D

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

Konsep: Masuk ruang terbatas memerlukan izin, uji gas, pemantauan gas terus-menerus, alat penyelamat (harness dan tali), petugas jaga, serta peralatan yang tidak menjadi sumber api.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: udara awal aman, tetapi H2S dapat muncul saat endapan diaduk; masker debu tidak menahan gas.
• **Pernyataan 2** ✓ Kadar gas dapat berubah selama bekerja; detektor memberi peringatan segera.

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

• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: pegangan memang terasa mantap, tetapi kulit langsung terkena endapan minyak yang dapat mengandung bahan beracun.
• **Pernyataan 4** ✓ Memudahkan penarikan pekerja keluar bila pingsan tanpa penolong ikut masuk.
• **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: penerangan memang perlu, tetapi harus jenis tahan ledak; senter biasa dapat memercikkan api di dekat uap minyak.

Jawaban: pernyataan 2, 4.

Latihan sub bab 2.5

No. 1 Kunci: A

Konsep: Urutan 5R: Ringkas (singkirkan yang tidak perlu) → Rapi (tata yang perlu) → Resik (bersihkan) → Rawat (pertahankan dengan standar) → Rajin (biasakan).

Langkah:
1. Masalah utama: barang rusak/bekas bercampur dengan peralatan yang dipakai.
2. Sebelum ditata, barang yang tidak perlu harus disingkirkan dulu (Ringkas).

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Ringkas: barang rusak dan bekas disingkirkan sehingga hanya peralatan yang diperlukan tersisa.
• **B.** ✗ Jebakan: pelabelan (Rapi) bermanfaat, tetapi jika barang bekas belum disingkirkan, rak tetap penuh barang tak terpakai.
• **C.** ✗ Membersihkan (Resik) tidak mengatasi barang yang bercampur.
• **D.** ✗ Jadwal piket termasuk Rawat/Rajin, dilakukan setelah gudang tertata.
• **E.** ✗ Poster tidak mengubah keadaan gudang.

Jawaban: A.

No. 2 Kunci: 1S 2B 3S

Konsep: 5R: Ringkas (singkirkan yang tidak perlu), Rapi (tempat tetap dan mudah diambil), Resik (bersihkan), Rawat (pertahankan dengan standar), Rajin (biasakan).

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: menyingkirkan barang yang tidak diperlukan adalah Ringkas.
• **Pernyataan 2 → Benar.** Setiap alat punya tempat tetap yang jelas → Rapi.
• **Pernyataan 3 → Salah.** Membersihkan alat adalah Resik.

Jawaban: Salah, Benar, Salah.

Latihan sub bab 2.6

No. 1 Kunci: C

Konsep: H2S sangat beracun, lebih berat dari udara sehingga berkumpul di tempat rendah, dan terbawa angin. Evakuasi dilakukan ke arah datangnya angin (atau menyamping) dan ke tempat yang lebih tinggi.

Langkah:
1. Angin dari barat ke timur → gas terbawa ke timur; arah aman ada di barat.
2. Di barat ada T2 (parit, rendah) dan T3 (tinggi).
3. H2S lebih berat dari udara → hindari parit → T3.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: T1 searah angin sehingga gas terbawa ke sana.
• **B.** ✗ Jebakan: arahnya benar, tetapi parit adalah tempat rendah tempat H2S berkumpul.
• **C.** ✓ Melawan arah angin dan di tempat tinggi.

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

- **D.** ✗ Tenggara masih searah angin (ke timur) sehingga berisiko terpapar.
- **E.** ✗ Keduanya berada di sisi timur yang dilalui gas.

Jawaban: C.

No. 2 Kunci: A

Konsep: Bahaya di area migas: mekanik (benda jatuh, selang terlepas), fisik (bising, licin), kimia (bahan bakar). Penilaian risiko sederhana menggabungkan kemungkinan terjadi dan keparahan akibatnya.

Langkah:

1. Temuan 1: 4 × 3 = 12; temuan 2: 3 × 5 = 15; temuan 3: 5 × 2 = 10; temuan 4: 2 × 5 = 10; temuan 5: 3 × 3 = 9.
2. Nilai ≥ 15 hanya temuan 2 → hentikan pekerjaan segera.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Nilai 15 → kategori dihentikan segera (benda jatuh dari ketinggian di atas kru).
- **B.** ✗ Jebakan: nilai 12, diperbaiki dalam shift, bukan dihentikan.
- **C.** ✗ Jebakan: kemungkinannya paling tinggi (5), tetapi nilai risikonya 10.
- **D.** ✗ Jebakan: keparahannya setinggi temuan 2, tetapi kemungkinannya kecil sehingga nilainya 10.
- **E.** ✗ Keduanya bernilai di bawah 15.

Jawaban: A.

Kuis Akhir Bab 2

No. 1 Kunci: A

Konsep: Batuan penutup harus kedap: tebal, dengan pori sangat sempit atau tidak terhubung. Batuan yang berpori dan terhubung justru dapat menyimpan dan mengalirkan fluida, yaitu cirinya sebagai reservoir.

Langkah:

1. Syarat penutup: kedap (permeabilitas rendah) dan tebal.
2. L1 serpih tebal dengan pori sempit dan tidak terhubung → memenuhi.
3. L2, L3, L4 berpori dan terhubung → mengalirkan fluida, bukan menahan.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Serpih tebal dengan pori sempit dan tidak terhubung menahan minyak.
- **B.** ✗ Jebakan: butiran halus dikira otomatis kedap; L2 berpori dan terhubung baik sehingga mengalirkan minyak.
- **C.** ✗ Jebakan: rongga banyak dikira menahan; rongga yang terhubung adalah ciri reservoir.
- **D.** ✗ Jebakan: pori terhubung baik berarti fluida mengalir, sehingga lapisan ini tidak menahan minyak.
- **E.** ✗ Jebakan: kenyataannya L1 kedap dan dapat menjadi penutup.

Jawaban: A.

No. 2 Kunci: 1S 2B 3B

Konsep: Minyak terbentuk di batuan induk matang lalu bermigrasi naik. Rembesan di permukaan adalah bukti ada minyak yang terbentuk dan bergerak naik, sekaligus bukti bahwa sebagian lolos (tidak tertahan). Rembesan tidak membuktikan adanya akumulasi yang tertahan di perangkap.

Langkah:

1. Pernyataan 1: rembesan tidak membuktikan reservoir penuh dan tertutup rapat → salah.
2. Pernyataan 2: minyak yang muncul berasal dari batuan induk → benar.
3. Pernyataan 3: minyak di permukaan berarti ada yang lolos → benar.

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

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: rembesan justru menunjukkan minyak lolos ke permukaan. Ada tidaknya akumulasi yang tertahan baru dapat dibuktikan dengan pemboran.
• **Pernyataan 2 → Benar.** Minyak di permukaan berasal dari minyak yang terbentuk di batuan induk lalu bermigrasi naik.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Minyak yang muncul di permukaan adalah minyak yang tidak tertahan oleh batuan penutup.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

No. 3 Kunci: C

Konsep: Perangkap hanya dapat terisi bila sudah ada ketika minyak bermigrasi. Makin awal perangkap terbentuk, makin lama ia menampung minyak yang lewat; perangkap yang terbentuk setelah migrasi berhenti tidak terisi.

Langkah:
1. Masa migrasi: 20 sampai 6 juta tahun lalu.
2. X (24) sudah ada sebelum migrasi mulai, sehingga menampung seluruh masa migrasi.
3. Y (10) terbentuk di tengah masa migrasi: hanya menampung minyak yang lewat sejak 10 sampai 6 juta tahun lalu.
4. Z (3) terbentuk setelah migrasi berhenti (6): tidak terisi.
5. Urutan: X – Y – Z.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: antiklin yang terbentuk paling baru dikira paling baik; padahal Z baru ada setelah minyak lewat.
• **B.** ✗ Jebakan: Y mendahului X, padahal X sudah ada sebelum migrasi dimulai dan menangkap lebih banyak.
• **C.** ✓ Peluang terisi mengikuti lamanya perangkap ada selama masa migrasi: X paling lama, lalu Y, lalu Z yang terlambat.
• **D.** ✗ Jebakan: Z diletakkan di tengah; Z terbentuk setelah migrasi berhenti sehingga peluangnya terkecil.
• **E.** ✗ Jebakan: Z diletakkan paling atas padahal baru terbentuk 3 juta tahun lalu, setelah minyak lewat.

Jawaban: C.

No. 4 Kunci: B, D, E

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

Konsep: Pematangan bergantung pada suhu: di bawah ±60 °C belum matang; ±60–120 °C jendela minyak; di atas ±120 °C terutama gas. Yang menentukan adalah suhu terukur, bukan kandungan organik atau kedalaman saja.

Langkah:
1. Bandingkan tiap suhu dengan jendela: M-1 52 °C (belum matang), M-2 83 °C (minyak), M-3 118 °C (minyak, dekat batas atas), M-4 141 °C (gas).
2. Uji tiap pernyataan terhadap hasil itu.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: paling dalam dikira paling baik. Pada 141 °C terbentuk terutama gas.
• **Pernyataan 2** ✓ 83 °C berada di antara 60 dan 120 °C.
• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: kaya bahan organik belum cukup; pada 52 °C serpih belum matang.
• **Pernyataan 4** ✓ 118 °C masih di bawah 120 °C sehingga masih di jendela minyak.
• **Pernyataan 5** ✓ 141 °C melewati 120 °C sehingga yang terbentuk terutama gas.

Jawaban: pernyataan 2, 4, 5.

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

No. 5 Kunci: B, D

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

Konsep: Dalam perangkap, fluida tersusun menurut massa jenis: gas di atas, minyak, lalu air asin. Kontak minyak–air adalah batas antara minyak dan air. Sumur yang menembus reservoir di bawah kontak hanya menemukan air walau perangkapnya baik.

Langkah:

1. Kontak minyak–air pada 1.610 m; minyak hanya ada di antara puncak (1.540 m) dan kontak.
2. Kenanga-7 menembus reservoir pada 1.650–1.700 m, di bawah kontak → air asin.
3. Unsur lain baik (induk matang, reservoir, penutup, waktu), sehingga penyebabnya posisi sumur.
4. Lokasi di dekat puncak dengan reservoir di atas 1.610 m berpeluang minyak.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: bertentangan dengan data; batuan induk matang dan sumur dekat puncak menemukan minyak.
- **Pernyataan 2** ✓ Reservoir pada 1.650–1.700 m berada di bawah batas 1.610 m, yaitu zona air.
- **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: data menyebut antiklin terbentuk sebelum migrasi; adanya kontak minyak–air menunjukkan minyak tertahan.
- **Pernyataan 4** ✓ Di atas kontak (1.540–1.610 m) reservoir berisi minyak yang tertahan.
- **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: sumur di dekat puncak menemukan kontak minyak–air, jadi minyak tertahan; penutup tidak bocor.

Jawaban: pernyataan 2, 4.

No. 6 Kunci: C

Konsep: Rapi menata barang yang diperlukan: tempat tetap, label, garis lantai, jalur bebas. Ringkas menyingkirkan yang tidak perlu; Resik membersihkan; Rawat membakukan; Rajin membiasakan.

Langkah:

1. Semua tabung masih dipakai → tidak ada yang disingkirkan (bukan Ringkas).
2. Masalah: letak sembarang dan menghalangi jalur → menata dengan tempat tetap (Rapi).

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: tabung kosong masih dipakai; menyingkirkan barang adalah Ringkas, bukan penataan.
- **B.** ✗ Jebakan: membersihkan (Resik) tidak mengatasi letak tabung yang sembarang.
- **C.** ✓ Tempat tetap berlabel, garis lantai, dan jalur darurat bebas adalah Rapi.
- **D.** ✗ Jebakan: daftar periksa dan penanggung jawab adalah Rawat; dibuat setelah penataan ada.
- **E.** ✗ Jebakan: lomba tidak menetapkan tempat tetap; ia hanya memberi semangat sesaat.

Jawaban: C.

No. 7 Kunci: E

Konsep: Titik kait harus kuat menahan beban orang yang jatuh dan membuat jarak jatuh bebas tidak melebihi 1,8 m. Titik kait di atas cincin memperpendek jarak jatuh; di bawah cincin memperpanjangnya.

Langkah:

1. Balok: di atas cincin 0,3 m → jatuh = 1,3 − 0,3 = 1,0 m dan bersertifikat → memenuhi.
2. Lantai: di bawah cincin 1,5 m → jatuh = 1,3 + 1,5 = 2,8 m → melebihi 1,8 m.
3. Pagar 0,9 m: cincin 0,6 m di atasnya → jatuh = 1,3 + 0,6 = 1,9 m → melebihi 1,8 m.
4. Pipa berkarat setinggi cincin: jatuh 1,3 m, tetapi tidak bersertifikat dan berkarat → tidak kuat.
5. Anak tangga 0,3 m di bawah pijakan: cincin 1,8 m di atasnya → jatuh = 1,3 + 1,8 = 3,1 m.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: bersertifikat, tetapi jatuh 1,3 + 1,5 = 2,8 m, melebihi batas.
- **B.** ✗ Jebakan: bersertifikat, tetapi cincin 0,6 m di atas titik kait sehingga jatuh 1,9 m, melebihi 1,8 m.

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

• **C.** ✗ Jebakan: jaraknya pendek (1,3 m), tetapi pipa kecil berkarat tidak kuat menahan beban jatuh.
• **D.** ✗ Jebakan: tangga bukan titik angkur; jatuh 3,1 m.
• **E.** ✓ Jarak jatuh 1,0 m (≤ 1,8 m) dan titik kait bersertifikat.

Jawaban: E.

No. 8 Kunci: E

Konsep: Minyak naik dan tertahan di bagian tinggi reservoir yang tertutup batuan kedap. Patahan yang menghadapkan batupasir dengan serpih menutup jalan minyak; reservoir yang tersingkap di permukaan membuat minyak lolos.

Langkah:
1. Telusuri batupasir dari pusat cekungan: ke kiri naik sampai patahan, ke kanan naik sampai tersingkap di permukaan.
2. Di dekat patahan, batupasir blok kanan berhadapan dengan serpih blok kiri → minyak tertahan: perangkap patahan (W1).
3. Di kanan, batupasir tersingkap di permukaan → minyak lolos (W4).
4. Batupasir blok kiri (W2) letaknya lebih tinggi, tetapi terputus dari jalur minyak oleh patahan; W3 di pusat cekungan paling rendah.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: W4 paling tinggi, tetapi batupasirnya tersingkap sehingga minyak lolos ke permukaan.
• **B.** ✗ Jebakan: pusat cekungan adalah dapur; reservoir di sana paling rendah dan minyak sudah bergerak naik meninggalkannya.
• **C.** ✗ Jebakan: batupasir blok kiri memang lebih tinggi, tetapi patahan memutus jalur minyak dari cekungan sehingga tidak terisi.
• **D.** ✗ Jebakan: W1 benar, tetapi W2 terputus dari jalur minyak oleh patahan sehingga tidak ikut berisi minyak.
• **E.** ✓ W1 berada di bagian reservoir yang naik menuju patahan; minyak tertahan oleh serpih di seberang patahan sehingga berkumpul.

Jawaban: E.

No. 9 Kunci: A, C, E

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

Konsep: Patahan dapat menutup (batupasir berhadapan dengan serpih), menyalurkan (batupasir berhadapan dengan batupasir), atau membocorkan (terbuka sampai dekat permukaan dan memotong penutup). Rembesan membuktikan ada migrasi, bukan reservoir penuh.

Langkah:
1. F1: reservoir berhadapan dengan serpih → menutup.
2. F2: reservoir berhadapan dengan reservoir → minyak dapat lewat, tidak menutup.
3. F3: terbuka dan memotong penutup → bocor.
4. Rembesan di F2 dan F3: bukti migrasi dan kebocoran.

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

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Batupasir yang berhadapan dengan serpih kedap membuat minyak tertahan: perangkap patahan.

• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: patahan tidak selalu menutup; di F2 batupasir berhadapan dengan batupasir sehingga minyak dapat lewat.

• **Pernyataan 3** ✓ Patahan terbuka yang memotong penutup menjadi jalan lolos bagi minyak dan gas.

• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: rembesan menunjukkan ada yang lolos, bukan bukti reservoir penuh.

• **Pernyataan 5** ✓ Fluida yang muncul di permukaan berasal dari batuan induk dan sudah bergerak naik.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 5.

No. 10 Kunci: D

Konsep: Gas seperti H2S dan uap hidrokarbon dapat mengendap di tempat rendah, dan endapan yang diaduk melepaskan gas. Uji harus dilakukan di seluruh ruang (dari atas sampai bawah), lalu dipantau terus dengan detektor pribadi. Petugas jaga tetap di luar.

Langkah:

1. Uji hanya di 0,5 m dari mulut pit tidak mewakili dasar pit sedalam 4 m.
2. Gas berat mengendap di dasar; endapan yang diaduk melepaskan lebih banyak gas.
3. Syarat masuk: uji seluruh kedalaman dan detektor pribadi menyala terus; petugas jaga di luar.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: hasil uji hanya mewakili bagian atas pit; dasar pit belum diuji.

• **B.** ✗ Jebakan: masker debu tidak menahan gas; hasil nol di mulut pit tidak menjamin dasar pit.

• **C.** ✗ Jebakan: petugas jaga tidak boleh ikut masuk; ia di luar untuk memanggil bantuan.

• **D.** ✓ Menguji seluruh kedalaman dan memantau terus menjawab dua kelemahan: uji tidak mewakili dasar dan gas berubah saat diaduk.

• **E.** ✗ Jebakan: bau tidak dapat dijadikan alat ukur; H2S pada kadar tinggi justru tidak tercium.

Jawaban: D.

No. 11 Kunci: B

Konsep: Serbuk bor di saringan getar berasal dari kedalaman yang lebih dangkal daripada pahat saat ini, karena butuh waktu naik (waktu tempuh). Kedalaman asal = kedalaman pahat − laju bor × waktu tempuh.

Langkah:

1. Waktu tempuh 35 menit = 35 ÷ 60 jam.
2. Pahat maju selama itu: 24 × 35 ÷ 60 = 14 m.
3. Kedalaman asal serbuk: 2.436 − 14 = 2.422 m.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: kedalaman pahat dipakai langsung tanpa koreksi waktu tempuh.

• **B.** ✓ 2.436 − 14 = 2.422 m; selama 35 menit pahat sudah maju 14 m.

• **C.** ✗ Jebakan: koreksi ditambahkan, padahal serbuk berasal dari kedalaman yang lebih dangkal.

• **D.** ✗ Jebakan: menit dikira meter (2.436 − 35).

• **E.** ✗ Jebakan: laju per jam dikira meter koreksi (2.436 − 24).

Jawaban: B.

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

No. 12 Kunci: B, D, E

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

Konsep: APD dipilih dari bahaya yang disebut lembar data keselamatan bahan: iritan mata → goggle; iritan kulit → sarung tangan karet tahan kimia; uap berbahaya → respirator berkartrid bila udara cukup oksigen. Masker debu tidak menahan uap, dan pelindung telinga tidak perlu tanpa sumber bising.

Langkah:

1. Bahaya: mata (iritan), kulit (iritan), napas (uap), tidak bising, tidak mudah terbakar.
2. Cocokkan: goggle, sarung tangan karet tahan kimia, respirator berkartrid.
3. Coret APD yang tidak menjawab bahaya: penyumbat telinga dan masker debu.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: tidak ada sumber bising pada pekerjaan ini; APD harus menjawab bahaya yang ada.
• **Pernyataan 2** ✓ Cairan iritan memerlukan goggle rapat; kacamata biasa terbuka di sisinya.
• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: masker debu menyaring partikel, bukan uap atau gas.
• **Pernyataan 4** ✓ Karet tahan kimia melindungi kulit dari cairan iritan.
• **Pernyataan 5** ✓ Kartrid yang cocok menahan uap kadar rendah bila udara cukup oksigen.

Jawaban: pernyataan 2, 4, 5.

No. 13 Kunci: A

Konsep: Sumur kering hanya menjawab satu lokasi, tetapi penyebabnya harus dipakai untuk menilai prospek lain. Bila penyebab (penutup dipotong patahan terbuka) tampak juga di prospek berikutnya, risiko itu harus diperiksa lebih dahulu sebelum membor.

Langkah:

1. Penyebab kering di Alu: penutup dipotong patahan terbuka.
2. Prospek Barat tampak punya patahan serupa di puncaknya.
3. Langkah logis: tafsir ulang seismik Barat untuk menilai risiko itu sebelum biaya sumur dikeluarkan.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Menguji risiko yang sama di Prospek Barat memakai pelajaran dari sumur kering sebelum biaya besar dikeluarkan.
• **B.** ✗ Jebakan: sumur kering memang hanya satu lokasi, tetapi alasan sumur kering menunjuk risiko yang sama di Barat; membor tanpa memeriksanya mengulang kesalahan.
• **C.** ✗ Jebakan: sumur kering tidak membuktikan seluruh blok kosong; penyebabnya spesifik pada penutup yang bocor.
• **D.** ✗ Jebakan: struktur Alu sudah diketahui bocor di puncaknya; menambah sumur di sana tidak mengubah penyebabnya.
• **E.** ✗ Jebakan: data seismik 3D sudah ada dan cukup untuk menilai patahan; survei baru di seluruh blok menunda dan memboroskan biaya.

Jawaban: A.

No. 14 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Hasil 5R bertahan bila ada standar, kebiasaan, dan audit dengan tindak lanjut. Lomba sesaat tidak membentuk budaya. Resik adalah membersihkan sambil memeriksa; temuan dilaporkan.

Langkah:

1. Pernyataan 1: audit tanpa tindak lanjut tidak membantu → benar.
2. Pernyataan 2: lomba setahun sekali tidak cukup → salah.
3. Pernyataan 3: temuan saat Resik dilaporkan → benar.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** Audit membantu bila temuannya ditindaklanjuti; tanpa itu hasil 5R mudah

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

hilang.
• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: kegiatan sesaat tidak membentuk budaya; yang menjaga adalah standar, audit, dan kebiasaan harian.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Resik juga kegiatan memeriksa; temuan harus dilaporkan agar diperbaiki dengan prosedur yang aman.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 15 Kunci: D

Konsep: Pencarian berjalan dari luas dan murah ke sempit dan mahal: geologi permukaan → gravitasi dan magnetik (cekungan) → seismik 2D (struktur umum) → seismik 3D (area terpilih) → pemboran. Tarikan gravitasi rendah dan batuan dasar dalam menunjukkan cekungan sedimen tebal.

Langkah:
1. Hasil: cekungan sedimen tebal di tengah blok.
2. Tahap berikutnya: seismik 2D untuk memetakan struktur dan calon perangkap di daerah itu.
3. Pemboran, 3D di seluruh blok, dan rencana pengembangan terlalu dini.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: gravitasi hanya menunjukkan cekungan, bukan minyak; sumur dibor setelah prospek ditentukan.
• **B.** ✗ Jebakan: 3D mahal dan rapat; dipakai pada area yang sudah terpilih, bukan di seluruh blok termasuk tepi dangkal.
• **C.** ✗ Jebakan: gravitasi rendah justru menunjukkan sedimen tebal, bukan tanpa sedimen.
• **D.** ✓ Seismik 2D di bagian tengah blok memetakan struktur secara umum dengan biaya wajar.
• **E.** ✗ Jebakan: rencana pengembangan disusun setelah penemuan dinyatakan layak, bukan sebelum seismik dan sumur.

Jawaban: D.

No. 16 Kunci: A, C, D

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

Konsep: Prospek dinilai dari unsur petroleum system (induk, migrasi, reservoir, penutup, perangkap, waktu). Luas tutupan bukan satu-satunya ukuran; penutup bocor menurunkan peluang. Seismik 3D dipusatkan pada area terpilih, dan satu sumur kering tidak membatalkan blok.

Langkah:
1. C2: induk 3 km, penutup utuh, rembesan minyak → paling meyakinkan.
2. C3: penutup dipotong patahan terbuka, ada rembesan gas → risiko bocor.
3. C1: kecil dan tanpa tanda lain.
4. Uji lima pernyataan terhadap penilaian itu.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✓ Unsur penutup dan migrasi pada C2 paling meyakinkan.
• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: luas tidak menjamin cadangan; penutup C3 dipotong patahan terbuka sehingga minyak dapat lolos.
• **Pernyataan 3** ✓ Rembesan di dekat patahan terbuka adalah tanda lolosnya fluida lewat penutup.
• **Pernyataan 4** ✓ Seismik 3D rinci dipusatkan pada area terpilih.
• **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: satu sumur kering hanya menjawab satu lokasi dan tidak membatalkan calon lain.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 4.

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

No. 17 Kunci: B

Konsep: APD dipilih dari bahaya: percikan logam panas → pelindung wajah dan kacamata, sarung tangan kulit, pakaian tertutup; bising 100 dBA melewati batas 15 menit → pelindung telinga.

Langkah:

1. Bahaya 1: percikan logam panas → pelindung wajah, kacamata, sarung tangan kulit, badan tertutup.
2. Bahaya 2: bising 100 dBA selama 30 menit melebihi batas 15 menit → pelindung telinga.
3. Cari opsi yang melengkapi keduanya dengan jenis yang benar.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: kacamata biasa kurang melindungi wajah; sarung tangan karet tahan kimia tidak tahan percikan panas.
- **B.** ✓ Menjawab dua bahaya: percikan (wajah, mata, tangan, badan) dan bising (telinga).
- **C.** ✗ Jebakan: 30 menit melebihi batas 15 menit pada 100 dBA sehingga pelindung telinga tetap wajib.
- **D.** ✗ Jebakan: lengan terbuka terkena percikan logam panas.
- **E.** ✗ Jebakan: masker debu tidak melindungi mata dari percikan; mata tetap perlu kacamata atau pelindung wajah.

Jawaban: B.

No. 18 Kunci: C

Konsep: Lama survei = waktu merekam + waktu berputar. Waktu merekam = panjang total lintasan ÷ kecepatan. Putaran terjadi di antara lintasan, sehingga jumlahnya satu kurang dari jumlah lintasan.

Langkah:

1. Panjang total: 6 × 40 = 240 km.
2. Waktu merekam: 240 ÷ 8 = 30 jam.
3. Jumlah putaran: 6 − 1 = 5, masing-masing 2 jam → 10 jam.
4. Total: 30 + 10 = 40 jam.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: hanya waktu merekam; waktu putar streamer dilupakan.
- **B.** ✗ Jebakan: putaran dihitung 3 kali (lintasan dikira berpasangan), padahal ada 5 putaran.
- **C.** ✓ 30 jam merekam ditambah 5 putaran × 2 jam = 40 jam.
- **D.** ✗ Jebakan: putaran dihitung 6 kali, padahal tidak ada putaran sesudah lintasan terakhir.
- **E.** ✗ Jebakan: hanya satu putaran yang dihitung.

Jawaban: C.

No. 19 Kunci: A

Konsep: Perbandingan antarprinsip harus memakai persentase terhadap skor maksimum masing-masing, bukan skor mentah atau selisih. Prinsip dengan persentase terendah diprioritaskan.

Langkah:

1. Ringkas 16 ÷ 20 = 80 %; Rapi 21 ÷ 40 = 52,5 %; Resik 7 ÷ 10 = 70 %; Rawat 5 ÷ 10 = 50 %; Rajin 9 ÷ 20 = 45 %.
2. Persentase terendah: Rajin (45 %).
3. Skor mentah terendah (Rawat, 5) dan selisih terbesar (Rapi, 19) menyesatkan karena skor maksimumnya berbeda.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Rajin 9 ÷ 20 = 45 %, yang terendah.
- **B.** ✗ Jebakan: skor mentah terkecil (5) berasal dari skor maksimum 10; persentasenya 50 %, bukan yang terendah.
- **C.** ✗ Jebakan: selisih terbesar (19) terjadi karena skor maksimumnya 40; persentasenya 52,5 %.
- **D.** ✗ Jebakan: persentase tertinggi bukan alasan memprioritaskan; justru paling baik.

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

• **E.** ✗ Jebakan: urutan prinsip tidak menentukan prioritas perbaikan; persentase skor yang menentukan.

Jawaban: A.

No. 20 Kunci: E

Konsep: Bahaya digolongkan menurut sifatnya: fisik berasal dari kondisi lingkungan kerja (bising, panas, licin, ketinggian); kimia berasal dari zat (gas beracun, korosif, uap hidrokarbon); mekanik berasal dari benda bergerak atau energi tersimpan (bagian berputar, selang bertekanan, beban diangkat).

Langkah:

1. (1) Lantai licin = kondisi lingkungan → fisik.
2. (2) Selang bertekanan yang dapat menghentak = energi tersimpan → mekanik.
3. (3) Serbuk korosif = zat → kimia.
4. Urutan: fisik – mekanik – kimia.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: lantai licin dikira kimia karena ada lumpur; yang berbahaya adalah kondisi lantainya, bukan zatnya.
• **B.** ✗ Jebakan: selang bertekanan dikira kimia hanya karena berisi cairan; bahayanya hentakan energi tekanan, yaitu mekanik.
• **C.** ✗ Jebakan: urutan terbalik; licin termasuk kondisi lingkungan, bukan gerak.
• **D.** ✗ Jebakan: selang bertekanan dikira kondisi lingkungan; ia menyimpan energi dan dapat bergerak.
• **E.** ✓ Licin: fisik; selang bertekanan: mekanik; serbuk korosif: kimia.

Jawaban: E.

No. 21 Kunci: D

Konsep: Pengangkatan hanya dimulai bila semua syarat terpenuhi. Sling dengan kawat putus harus diganti, dan izin baru berlaku setelah ditandatangani penerbit. Syarat yang terpenuhi tidak mengimbangi syarat yang gagal.

Langkah:

1. Angin 27 ≤ 35: lolos. Jarak boom 9 ≥ 6: lolos. Area dibarikade: lolos.
2. Sling 5 kawat putus: gagal, harus diganti.
3. Izin belum ditandatangani penerbit: gagal, belum berlaku.
4. Keputusan: tunda sampai kedua hal itu diperbaiki.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: sling rusak tetap tidak boleh dipakai walau bebannya diringankan; kekuatannya tidak terjamin.
• **B.** ✗ Jebakan: izin harus berlaku sebelum pekerjaan dimulai, bukan sesudahnya.
• **C.** ✗ Jebakan: syarat tidak dinilai dengan jumlah yang lolos; satu yang gagal sudah menunda pekerjaan.
• **D.** ✓ Dua syarat gagal (sling dan izin); keduanya harus diperbaiki sebelum mengangkat.
• **E.** ✗ Jebakan: mengangkat dengan sling rusak berbahaya, dan memandu dari bawah beban dilarang.

Jawaban: D.

No. 22 Kunci: A, C, E

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

Konsep: Resik adalah membersihkan sambil memeriksa. Temuan keselamatan ditandai dan dilaporkan. Pekerjaan pada mesin atau instalasi listrik dilakukan oleh petugas berwenang setelah isolasi energi (kunci dan label).

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

Langkah:
1. (a) tetesan oli → laporkan agar sumber dihentikan.
2. (b) kabel terkelupas → batasi area, laporkan, perbaiki setelah isolasi listrik.
3. (c) kopling tanpa pelindung → hentikan dan isolasi pompa, pasang pelindung oleh petugas berwenang.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✓ Bagian berputar tanpa pelindung adalah bahaya mekanik; pekerjaan pada pompa dilakukan setelah isolasi energi.
• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: memasang pelindung pada bagian berputar saat mesin berjalan dapat menarik tangan atau pakaian.
• **Pernyataan 3** ✓ Kabel terkelupas dekat genangan berbahaya; area dibatasi dan perbaikan dilakukan setelah isolasi.
• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: Resik juga mencari sumber kotor; tetesan terus berulang bila sambungannya tidak diperbaiki.
• **Pernyataan 5** ✓ Resik mencari sumber kotor dan melaporkan temuan agar diperbaiki.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 5.

No. 23 Kunci: B, D

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

Konsep: Izin kerja panas mensyaratkan semua hasil uji gas terpenuhi dan diulang menurut aturan izin (misalnya tiap 2 jam). Satu syarat yang tidak terpenuhi, misalnya gas mudah terbakar di atas 0 % LEL, menghentikan pekerjaan sampai dikendalikan dan diuji ulang.

Langkah:
1. Uji 07.45 dan 09.45 memenuhi semua syarat; uji 11.45 gagal pada LEL 2 %.
2. Pekerjaan berhenti sampai LEL 0 % pada uji ulang.
3. Uji harus diulang tiap 2 jam; penjaga api tetap dipersyaratkan.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: satu syarat terpenuhi tidak cukup; gas mudah terbakar 2 % LEL melebihi syarat 0 % LEL.
• **Pernyataan 2** ✓ O2 20,8 % di dalam rentang, LEL 0 %, dan H2S 0,4 ppm di bawah 1 ppm.
• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: syarat izin meminta uji diulang setiap 2 jam; uji pagi tidak berlaku sepanjang hari.
• **Pernyataan 4** ✓ Kerja panas hanya boleh bila semua syarat uji terpenuhi.
• **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: penjaga api dipersyaratkan untuk mengawasi percikan dan bara, terlepas dari kadar H2S.

Jawaban: pernyataan 2, 4.

No. 24 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: Nilai risiko = kemungkinan × keparahan, lalu dicocokkan dengan aturan perusahaan. Kemungkinan atau keparahan yang tinggi saja tidak menentukan; hasil kalinya yang dibandingkan dengan ambang.

Langkah:
1. T1: 3 × 5 = 15 → hentikan segera.
2. T2: 5 × 2 = 10 → perbaiki dalam 24 jam.
3. T3: 2 × 2 = 4 → jadwalkan.
4. Uji tiap pernyataan.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Benar.** 3 × 5 = 15, yaitu 12 atau lebih: hentikan segera.

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

• **Pernyataan 2 → Benar.** 2 × 2 = 4, di bawah 6: dijadwalkan.
• **Pernyataan 3 → Salah.** Jebakan: 5 × 2 = 10, yaitu 6–11: perbaiki dalam 24 jam, bukan dihentikan. Kemungkinan tertinggi belum tentu risiko tertinggi.

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

No. 25 Kunci: B

Konsep: Titik kumpul dipilih dari arah angin saat itu: hindari sisi searah angin dan tempat rendah (gas berat mengendap), pilih titik menyamping atau melawan angin, dan jalur menuju titik itu tidak boleh melewati sumber gas. Bila angin bergeser, titik yang tadinya aman dapat menjadi searah angin.

Langkah:
1. Pukul 10.20 kantong angin menunjuk timur: angin dari barat ke timur, gas terbawa ke timur.
2. Titik B di timur kini searah angin → tidak aman.
3. Titik C di barat melawan angin, tetapi di dasar parit (gas berat mengendap) dan jalur terpendek ke sana melewati sumber.
4. Titik A di utara menyamping dari arah angin, tanah datar, dan dapat dicapai lewat jalur menyamping.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: B aman pada pukul 10.00 tetapi kini searah angin timur; keadaan telah berubah.
• **B.** ✓ A menyamping dari angin baru, tanah datar, jalurnya tidak melewati sumber.
• **C.** ✗ Jebakan: C melawan angin, tetapi jalur terpendek melewati sumber kebocoran dan C berada di parit.
• **D.** ✗ Jebakan: masker kartrid tidak menahan H2S kadar tinggi dan tidak menjauhkan pekerja dari gas.
• **E.** ✗ Jebakan: C melawan angin, tetapi di dasar parit gas berat mengendap dan jalur ke sana melewati area sumber.

Jawaban: B.

Latihan sub bab 3.1

No. 1 Kunci: B, D, E

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

Konsep: Sistem angkat (hoisting) rig: drawworks, tali bor, crown block, travelling block, hook, dan menara. Saat pipa tergantung di hook, bebannya ditahan rangkaian ini; meja putar baru menahan beban bila pipa digantung dengan baji.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✗ Pompa lumpur bagian sistem sirkulasi; tidak menahan beban.
• **Pernyataan 2** ✓ Tali bor menggantung beban melalui roda-roda crown block di puncak menara.
• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: meja putar menahan beban hanya bila baji sudah dipasang; di kasus ini baji belum dipasang.
• **Pernyataan 4** ✓ Beban dari crown block diteruskan oleh menara ke substruktur lalu ke tanah.
• **Pernyataan 5** ✓ Hook tergantung pada travelling block yang digantung oleh tali bor.

Jawaban: pernyataan 2, 4, 5.

No. 2 Kunci: C

Konsep: Jenis rig darat dipilih menurut akses: rig konvensional (diangkut trailer), rig mobile di atas truk (butuh jalan), dan rig modular/heli-rig yang dipecah menjadi bagian ringan untuk diangkut helikopter.

Langkah:
1. Jalan baru tidak diizinkan → rig truk dan rig konvensional lewat darat gugur.
2. Perahu: batas 2 ton < 3,5 ton → rig modular tidak dapat lewat sungai.

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

3. Helikopter: 4 ton ≥ 3,5 ton (modular) tetapi < 20 ton (konvensional) → rig modular dengan helikopter.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Rig truk butuh jalan yang dapat dilalui truk.
- **B.** ✗ Jebakan: helikopter memang pilihan akses, tetapi bagian 20 ton melebihi kemampuan angkat 4 ton.
- **C.** ✓ Bagian terberat 3,5 ton masih dalam kemampuan helikopter 4 ton.
- **D.** ✗ Jebakan: jenis rignya tepat, tetapi bagian 3,5 ton melebihi muatan perahu 2 ton.
- **E.** ✗ Pembukaan jalan tidak diizinkan di hutan lindung.

Jawaban: C.

Latihan sub bab 3.2

No. 1 Kunci: D

Konsep: Pemilihan rig lepas pantai: swamp barge untuk rawa/air sangat dangkal; jack-up untuk air dangkal sampai sekitar 100-an meter dengan dasar laut yang kuat; semi-submersible dan drillship untuk laut dalam (terapung, sewa mahal).

Langkah:

1. Kedalaman 45 m → terlalu dalam untuk swamp barge.
2. Dasar laut kuat dan diminta berdiri di atas dasar laut → rig berkaki (jack-up).
3. Rig terapung laut dalam mahal dan tidak diperlukan.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: drillship dapat bekerja di air dangkal, tetapi terapung dan sewanya mahal; tidak sesuai syarat kasus.
- **B.** ✗ Swamp barge hanya untuk rawa atau air beberapa meter.
- **C.** ✗ Jebakan: semi-submersible stabil, tetapi terapung dan sewanya mahal untuk air 45 m.
- **D.** ✓ Kakinya diturunkan ke dasar laut pasir padat sehingga rig berdiri stabil di atas air.
- **E.** ✗ Rig darat tidak dirancang untuk berdiri di laut terbuka.

Jawaban: D.

No. 2 Kunci: B

Konsep: Rig laut dalam: semi-submersible (terapung, ditambat jangkar atau berposisi dinamis) dan drillship (kapal bermesin sendiri, umumnya berposisi dinamis, cepat berpindah). Jack-up dan swamp barge hanya untuk air dangkal.

Langkah:

1. 1.800 m → hanya rig terapung.
2. Jangkar dilarang → yang ditambat jangkar gugur.
3. Pindah cepat dengan tenaga sendiri → drillship berposisi dinamis.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: semi-submersible cocok untuk laut dalam, tetapi pilihan ini memakai jangkar yang dilarang.
- **B.** ✓ Bertahan di posisi dengan pendorong (tanpa jangkar) dan dapat berlayar sendiri antar-lokasi.
- **C.** ✗ Kaki jack-up tidak mencapai dasar laut 1.800 m.
- **D.** ✗ Tender rig butuh platform yang sudah ada.
- **E.** ✗ Swamp barge hanya untuk perairan beberapa meter.

Jawaban: B.

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

Latihan sub bab 3.3

No. 1 Kunci: E

Konsep: Moving rig adalah pemindahan rig antarsumur (rig-down, angkut, rig-up). Rencana angkut harus memeriksa setiap muatan terhadap batas berat jembatan, tinggi bebas di bawah kabel, dan lebar jalan.

Langkah:

1. Drawworks 34 t > 30 t → tidak boleh rute 1; tinggi 3,9 m dan lebar 2,9 m → boleh rute 2 dan 3.
2. Menara lebar 3,2 m > 3,0 m → tidak boleh rute 3; 27 t dan 4,3 m → boleh rute 1 dan 2.
3. Substruktur tinggi 5,3 m > 5,0 m → tidak boleh rute 2; lebar 3,4 m → tidak boleh rute 3; 29 t → hanya rute 1.
4. Rencana yang cocok: drawworks rute 3 (atau 2), menara rute 2 (atau 1), substruktur rute 1.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: drawworks 34 ton melebihi batas jembatan 30 ton.
- **B.** ✗ Jebakan: substruktur setinggi 5,3 m tidak lolos di bawah kabel 5,0 m.
- **C.** ✗ Jebakan: menara lebar 3,2 m melebihi batas lebar jalan kebun 3,0 m.
- **D.** ✗ Substruktur lebar 3,4 m tidak boleh lewat jalan kebun.
- **E.** ✓ Ketiga muatan memenuhi batas berat, tinggi, dan lebar pada rutenya masing-masing.

Jawaban: E.

No. 2 Kunci: A

Konsep: Moving rig dalam satu pad dapat dilakukan dengan menggeser rig di atas rel tanpa membongkar menara, jauh lebih cepat daripada rig-down, angkut, dan rig-up. Sumur di luar jalur rel tetap memerlukan pemindahan biasa.

Langkah:

1. Sumur 2 dan 3 di jalur rel → digeser.
2. Sumur 4 tidak terjangkau rel → rig-down, angkut, rig-up.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Menggeser bila rel tersedia, pindah biasa bila tidak.
- **B.** ✗ Jebakan: sumur 4 tidak terjangkau rel.
- **C.** ✗ Boros waktu untuk sumur 2 dan 3 yang dapat digeser.
- **D.** ✗ Jebakan: sumur 3 masih di jalur rel sehingga cukup digeser dari sumur 2.
- **E.** ✗ Tidak perlu mengganti rig untuk pindah di pad yang sama.

Jawaban: A.

Latihan sub bab 3.4

No. 1 Kunci: 1B 2S 3S

Konsep: Rig-down membongkar rig dengan urutan terbalik dari rig-up. Peralatan yang dipakai untuk menurunkan peralatan lain (drawworks, tali bor, sumber tenaga) dilepas paling akhir; pekerjaan yang tidak saling bergantung dapat berjalan bersamaan.

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

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** Drawworks dan tali bor masih dibutuhkan untuk menurunkan menara secara terkendali.

• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: tampak aman, tetapi drawworks masih perlu tenaga untuk menurunkan menara; listrik dilepas setelah menara turun.

• **Pernyataan 3 → Salah.** Tangki lumpur tidak bergantung pada menara; pembersihannya dapat dikerjakan bersamaan dengan pekerjaan lain.

Jawaban: Benar, Salah, Salah.

No. 2 Kunci: D

Konsep: Rig-up mencakup penataan lokasi: peralatan yang dapat melepaskan gas atau api (flare pit) ditempatkan di sisi hilir angin dominan, berjarak aman dari kepala sumur, dan jauh dari bahan bakar serta tempat orang berkumpul.

Langkah:

1. Panah angin: dari timur laut ke barat daya → sisi hilir angin adalah barat daya.
2. Titik di barat daya: L4, sekitar 65 m dari kepala sumur.
3. L4 jauh dari tangki solar (tenggara) dan kamp (barat laut).

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ L1 di timur laut, yaitu sisi datangnya angin; panas dan gas akan tertiup ke arah rig.

• **B.** ✗ Jebakan: L2 hanya sekitar 20 m dari kepala sumur, kurang dari 30 m.

• **C.** ✗ L3 berada di dekat kamp.

• **D.** ✓ Di hilir angin, sekitar 65 m dari kepala sumur, jauh dari tangki solar dan kamp.

• **E.** ✗ Jebakan: jaraknya memenuhi, tetapi L5 bersebelahan dengan tangki solar.

Jawaban: D.

Latihan sub bab 3.5

No. 1 Kunci: A, D, E

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

Konsep: Lima sistem pemboran: tenaga, angkat, putar, sirkulasi, dan pencegah semburan liar. Sistem sirkulasi mengalirkan lumpur untuk mengangkat serbuk bor, mendinginkan pahat, dan menahan tekanan formasi.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Itulah jalur lumpur di permukaan menuju rangkaian pipa.

• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: lumpur turun di dalam pipa bor dan naik melalui annulus (ruang antara pipa dan dinding lubang).

• **Pernyataan 3** ✗ Serbuk bor dipisahkan oleh shale shaker dan peralatan pembersih saat lumpur kembali dari sumur, sebelum masuk tangki.

• **Pernyataan 4** ✓ Ketiganya peralatan sistem sirkulasi untuk membersihkan lumpur dari serbuk bor, pasir, dan gas.

• **Pernyataan 5** ✓ Serbuk bor diangkat oleh aliran lumpur; tanpa aliran, serbuk bor mengendap.

Jawaban: pernyataan 1, 4, 5.

No. 2 Kunci: A, C, E

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

Konsep: Sistem pencegah semburan liar (BOP) adalah salah satu dari lima sistem pemboran. Annular preventer menutup berbagai ukuran pipa, pipe ram menutup pipa berukuran tertentu, blind ram menutup lubang kosong, dan akumulator menyediakan tenaga untuk menutupnya.

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

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Pipe ram dibuat sesuai ukuran pipa yang melintasinya.

• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: pipe ram berlubang setengah lingkaran untuk pipa; tanpa pipa, lubang itu tetap terbuka. Yang dipakai adalah blind ram.

• **Pernyataan 3** ✓ Karet annular dapat menyesuaikan berbagai ukuran dan bentuk benda di dalamnya.

• **Pernyataan 4** ✗ Blind ram dirancang untuk lubang kosong; bila ada pipa, blind ram tidak dapat menutup rapat.

• **Pernyataan 5** ✓ Akumulator adalah cadangan tenaga hidraulik untuk menutup BOP.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 5.

Kuis Akhir Bab 3

No. 1 Kunci: C

Konsep: Beban rangkaian normalnya tergantung pada hook lewat elevator. Untuk melepas elevator, rangkaian dipindahkan ke meja putar dengan baji (slips) yang mencengkeram pipa; setelah itu hook bebas mengambil pipa berikutnya.

Langkah:

1. Elevator dilepas berarti hook tidak lagi memegang rangkaian.
2. Komponen yang dapat mencengkeram pipa langsung di lantai bor adalah baji di lubang meja putar.
3. Komponen lain berada pada jalur beban di atas hook atau tidak menahan pipa sama sekali.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: rem menahan tali dan travelling block, bukan rangkaian yang elevatornya sudah terlepas.

• **B.** ✗ Jebakan: travelling block menggantung hook dan elevator; setelah elevator lepas ia tidak memegang rangkaian.

• **C.** ✓ Baji mencengkeram pipa sehingga berat rangkaian beralih ke meja putar lalu substruktur.

• **D.** ✗ Jebakan: mouse hole menyimpan sebatang pipa baru, bukan menahan rangkaian di lubang.

• **E.** ✗ Jebakan: dog house hanya ruang kerja driller dan kru; ia tidak menahan beban apa pun.

Jawaban: C.

No. 2 Kunci: B

Konsep: Satu muatan lolos bila berat ≤ batas jembatan, tinggi ≤ tinggi bebas di bawah kabel, dan lebar ≤ lebar jalan. Untuk konvoi, rute harus lolos bagi semua muatan; rute terpendek hanya dipilih di antara yang lolos.

Langkah:

1. Rute 1: modul B lebarnya 3,5 m > 3,4 m, gugur.
2. Rute 2: modul A tingginya 4,4 m > 4,3 m, gugur.
3. Rute 3: A (33 ≤ 45; 4,4 ≤ 5,2; 3,1 ≤ 3,6) dan B (29 ≤ 45; 4,0 ≤ 5,2; 3,5 ≤ 3,6) lolos.
4. Satu-satunya rute yang lolos untuk keduanya adalah Rute 3 (21 km).

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: Rute 1 terpendek, tetapi lebar jalan 3,4 m tidak cukup untuk modul B (3,5 m).

• **B.** ✓ Rute 3 memenuhi tiga batas untuk kedua modul, walaupun bukan yang terpendek.

• **C.** ✗ Jebakan: jembatan dan lebar Rute 2 besar, tetapi tinggi bebasnya 4,3 m kurang dari tinggi modul A (4,4 m).

• **D.** ✗ Jebakan: modul A tidak lolos Rute 2 dan modul B tidak lolos Rute 1; lagi pula konvoi harus satu rute.

• **E.** ✗ Jebakan: Rute 3 meloloskan kedua modul sehingga tidak perlu memecah modul A.

Jawaban: B.

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

No. 3 Kunci: E

Konsep: Pilih rig dengan menyaring syarat teknis berurutan: (1) beban terberat ≤ batas aman; (2) tinggi bebas + cellar ≥ kebutuhan ruang BOP; (3) akses (muatan terberat ≤ batas jembatan); baru kemudian bandingkan sewa di antara yang lolos.

Langkah:

1. Beban casing = 2.200 × 36 = 79.200 kg = 79,2 ton. Rig dengan batas aman (70 % × kapasitas) kurang dari 79,2 ton gugur: Rig A (70 ton).
2. Ruang tegak = tinggi bebas + 0,6 m ≥ 5,0 m berarti tinggi bebas ≥ 4,4 m. Rig B (4,2 m) gugur.
3. Akses: muatan terberat ≤ 30 ton. Rig D (55 ton) gugur.
4. Yang lolos: Rig C (Rp40 juta) dan Rig E (Rp46 juta). Pilih yang termurah: Rig C.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: batas aman Rig A hanya 70 ton, kurang dari beban casing 79,2 ton.
- **B.** ✗ Jebakan: batas aman memang cukup (105 ton), tetapi ruang tegaknya 4,2 + 0,6 = 4,8 m, kurang dari 5,0 m.
- **C.** ✗ Jebakan: kapasitas dan tinggi terbesar tidak berarti pantas; muatan 55 ton melampaui batas jembatan 30 ton.
- **D.** ✗ Jebakan: Rig E juga memenuhi syarat, tetapi sewanya Rp46 juta; tujuannya sewa paling murah di antara yang memenuhi.
- **E.** ✓ Memenuhi tiga syarat teknis (105 ≥ 79,2 ton; 4,6 + 0,6 = 5,2 ≥ 5,0 m; 26 ≤ 30 ton) dengan sewa Rp40 juta, lebih murah daripada Rig E.

Jawaban: E.

No. 4 Kunci: C

Konsep: Pekerjaan perawatan pada sumur yang ada dikerjakan rig perawatan sumur, yang lebih kecil dan murah. Karena sumur masih bertekanan, sumur dikendalikan (dimatikan dengan cairan pemati atau tekanan dibuang) dan BOP dipasang sebelum kepala sumur dibuka dan tubing dicabut.

Langkah:

1. Pekerjaan: mencabut dan mengganti tubing pada sumur yang sudah ada dengan beban ringan (11 ton).
2. Rig perawatan sumur cukup; rig pemboran besar tidak diperlukan.
3. Sisa tekanan tidak boleh diabaikan: sumur dikendalikan dan BOP dipasang lebih dulu.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: kerja ringan pada sumur yang ada tidak memerlukan rig pemboran besar.
- **B.** ✗ Jebakan: tidak membor lubang baru bukan alasan meniadakan BOP; sumur masih bertekanan.
- **C.** ✓ Rig tepat dan urutan aman: sumur dimatikan, BOP dipasang, baru tubing dicabut.
- **D.** ✗ Jebakan: sisa tekanan yang tampak kecil tetap dapat menyemburkan fluida bila kepala sumur dibuka.
- **E.** ✗ Jebakan: rig perawatan sumur dapat dilengkapi BOP; yang tidak tepat adalah memakai rig besar tanpa perlu.

Jawaban: C.

No. 5 Kunci: A

Konsep: Mobilisasi: rig masuk ke lapangan (sekali). Moving rig: pindah antar-sumur dalam lapangan (tiap pindah). Demobilisasi: rig keluar lapangan (sekali).

Langkah:

1. Rig masuk lapangan dan keluar lapangan masing-masing sekali: 1 mobilisasi dan 1 demobilisasi.
2. Perpindahan antar-sumur: S-1→S-2, S-2→S-3, S-3→S-4, S-4→S-5 = 4 kali.
3. Kedatangan di S-1 sudah termasuk mobilisasi sehingga tidak dihitung moving.

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

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ 1 mobilisasi, 4 moving (5 sumur → 4 perpindahan), dan 1 demobilisasi.
- **B.** ✗ Jebakan: moving dihitung satu per sumur, padahal kedatangan di S-1 adalah mobilisasi.
- **C.** ✗ Jebakan: mobilisasi dan demobilisasi dihitung tiap sumur, padahal keduanya dibayar sekali per kontrak.
- **D.** ✗ Jebakan: jumlah moving dikira sama dengan jumlah sumur dikurangi dua.
- **E.** ✗ Jebakan: demobilisasi dihitung tiap kali rig pindah; padahal pindah antar-sumur adalah moving.

Jawaban: A.

No. 6 Kunci: B

Konsep: Pada platform rig, rig berada di atas anjungan tetap. Bila dek sempit, kamp, genset, dan gudang ditaruh di kapal tender yang ditambatkan di samping anjungan (rig berbantuan tender).

Langkah:

1. Rig berada di atas anjungan tetap yang sudah ada.
2. Kapal di samping anjungan yang memuat kamp, genset, dan gudang adalah tender.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: jack-up adalah rig tersendiri; kasus ini sudah memakai anjungan tetap.
- **B.** ✓ Susunan tepat: rig di atas anjungan tetap, kapal tender menampung peralatan pendukung.
- **C.** ✗ Jebakan: kapal bor berlayar sendiri dan tidak bertugas menampung peralatan anjungan.
- **D.** ✗ Jebakan: tongkang rawa untuk air sangat dangkal di rawa, bukan di bawah dek anjungan laut.
- **E.** ✗ Jebakan: semi-submersible adalah rig terapung laut dalam, bukan pengganti anjungan.

Jawaban: B.

No. 7 Kunci: A, B, E

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

Konsep: Beban digantung = panjang × berat per meter. Batas aman = persentase aturan × kapasitas. Rig boleh dipakai bila beban terberat (sering casing) tidak melebihi batas aman.

Langkah:

1. Casing: 1.800 × 38 = 68,4 ton; pipa bor: 1.800 × 24 = 43,2 ton; terberat = casing.
2. Batas aman 75 % × 90 = 67,5 ton: casing melampaui, pipa bor tidak.
3. Pada 80 % batasnya 72 ton, casing di bawahnya.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ 1.800 × 38 = 68.400 kg = 68,4 ton; batas aman 75 % × 90 = 67,5 ton; 68,4 > 67,5.
- **Pernyataan 2** ✓ 1.800 × 24 = 43,2 ton, kurang dari 67,5 ton.
- **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: batas aman 75 % dari kapasitas, yaitu 67,5 ton, bukan 90 ton.
- **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: yang menentukan adalah panjang × berat per meter; casing 68,4 ton lebih berat daripada pipa bor 43,2 ton.
- **Pernyataan 5** ✓ 80 % × 90 = 72 ton ≥ 68,4 ton; syaratnya terpenuhi, tetapi aturan sekarang 75 %.

Jawaban: pernyataan 1, 2, 5.

No. 8 Kunci: D

Konsep: Rig-up berurutan dari bawah ke atas: lokasi → substruktur dan drawworks → rakit menara dan tali bor → periksa → naikkan menara → perlengkapan menara → sirkulasi dan tenaga → BOP → uji pra-bor. Uji akhir menjadi penutup.

Langkah:

1. Semua pekerjaan memasang sudah selesai.
2. Yang tersisa adalah menguji semua sistem pemboran sebelum spud.
3. Pilihan lain adalah pekerjaan awal rig-up.

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

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: pemeriksaan pin dan baut dilakukan sebelum menara dinaikkan, jauh sebelum akhir rig-up.
• **B.** ✗ Jebakan: tali bor dipasang sebelum menara dinaikkan; ini pekerjaan awal.
• **C.** ✗ Jebakan: pemadatan lokasi adalah langkah pertama rig-up.
• **D.** ✓ Uji pra-bor memastikan rem, sirkulasi, BOP, dan detektor gas berfungsi sebelum pemboran.
• **E.** ✗ Jebakan: merakit menara dikerjakan sebelum naik, lama sebelum uji akhir.

Jawaban: D.

No. 9 Kunci: B, C, E

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

Konsep: Empat jenis rig darat: konvensional (kapasitas besar, jalan kuat), mobile di atas truk (cepat, kapasitas lebih kecil), perawatan sumur (sumur yang sudah ada, tetap memakai BOP), modular (dipecah ringan untuk angkut udara tanpa jalan).

Langkah:

1. L1: sumur dangkal dan jalan baik → rig mobile (pernyataan 5 benar; pernyataan 1 salah).
2. L2: tanpa jalan, bagian ≤ 3 ton → rig modular angkut udara (pernyataan 2 benar).
3. L3: ganti pompa pada sumur lama → rig perawatan sumur + BOP (pernyataan 3 benar).
4. L4: sumur dalam dengan jalan kuat → rig konvensional, bukan mobile (pernyataan 4 salah).

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: modul ringan dibutuhkan hanya bila tidak ada jalan; di tepi jalan raya rig mobile lebih cepat dan murah.
• **Pernyataan 2** ✓ Tanpa jalan dan dengan batas 3 ton per bagian, hanya rig modular yang dapat sampai di lokasi.
• **Pernyataan 3** ✓ Mengganti pompa adalah pekerjaan pada sumur yang sudah ada; sumur bertekanan tetap dikendalikan dengan BOP.
• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: sumur dalam butuh kapasitas besar sehingga rig konvensional lebih cocok; kemudahan pindah bukan syarat utamanya.
• **Pernyataan 5** ✓ Rig mobile berkapasitas lebih kecil, cepat dipindah, dan cukup untuk sumur dangkal di dekat jalan.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

No. 10 Kunci: B, C, E

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

Konsep: Kegiatan yang tidak saling bergantung berjalan sejajar. Waktu mulai paling awal sebuah kegiatan = waktu selesai paling lambat di antara semua syaratnya. Jalur kritis menentukan waktu total; kegiatan di luar jalur kritis memiliki selang.

Langkah:

1. Lokasi siap = −3 + 6 = hari 3.
2. Rig tiba = rig-down 0–2 lalu angkut 2–5 = hari 5.
3. Rig-up mulai pada yang lebih lambat (hari 5), selesai hari 10; uji selesai hari 11.
4. Selang lokasi = 5 − 3 = 2 hari.
5. Hari 1: lokasi siap hari 7 → rig-up 7–12 → uji selesai hari 13. Rig-down 1 hari: rig tiba hari 4 → rig-up 4–9 → uji selesai hari 10.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: lokasi siap pada hari 3, sedangkan rig tiba pada hari 5; lokasi justru menunggu rig.
• **Pernyataan 2** ✓ Rig tiba hari 5; rig-up hari 5–10; uji selesai hari 11.

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

• **Pernyataan 3** ✓ Lokasi siap hari 3, dibutuhkan hari 5: selang 2 hari.
• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: lokasi siap hari 7 sehingga rig-up mulai hari 7, selesai hari 12, dan uji selesai hari 13, bukan 12.
• **Pernyataan 5** ✓ Rig tiba hari 4 (lokasi siap hari 3); rig-up hari 4–9; uji selesai hari 10.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

No. 11 Kunci: 1S 2B 3S

Konsep: Sumur berpotensi H2S membutuhkan detektor tetap, SCBA cukup untuk semua kru ditambah cadangan, windsock, pemisah gas lumpur dengan jalur ke flare, serta titik kumpul dan jalur evakuasi. Kekurangan satu perlengkapan saja membuat lokasi berbahaya.

Langkah:
1. Pernyataan 1: pemisah gas tanpa jalur ke flare belum memadai → salah.
2. Pernyataan 2: 14 set = jumlah kru, cadangan masih perlu → benar.
3. Pernyataan 3: detektor tidak menggantikan windsock → salah.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: gas yang sudah terpisah harus dialirkan ke flare yang jauh dari kru; tanpa jalur itu gas berbahaya tetap di lokasi.
• **Pernyataan 2 → Benar.** SCBA harus cukup untuk semua kru yang bertugas ditambah cadangan; 14 set baru memenuhi bagian pertama.
• **Pernyataan 3 → Salah.** Jebakan: detektor memberi tahu adanya gas, sedangkan windsock menunjukkan arah angin untuk memilih arah menjauh.

Jawaban: Salah, Benar, Salah.

No. 12 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Tahapan mobilisasi: survei rute dan lokasi → izin dan koordinasi → rig-down di asal → muat dan ikat → angkut → periksa batas rute → terima dan inventaris → rig-up dan uji.

Langkah:
1. Pernyataan 1: survei dan izin mendahului angkut → benar.
2. Pernyataan 2: pemeriksaan batas dilakukan juga saat angkut → salah.
3. Pernyataan 3: inventaris mendahului rig-up → benar.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Benar.** Hasil survei menentukan cara angkut dan izin menentukan boleh tidaknya konvoi berjalan; keduanya mendahului pengangkutan.
• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: batas berat, tinggi, dan lebar tetap diperiksa di sepanjang rute saat konvoi berjalan.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Modul dicocokkan dengan daftar muatan lebih dulu agar kekurangan diketahui sebelum dipasang.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 13 Kunci: B, D, E

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

Konsep: Jack-up berpindah dalam keadaan terapung dengan kaki terangkat. Di lokasi baru kaki diturunkan ke dasar, badan dinaikkan di atas air. Dasar laut disurvei dan pipa bawah laut dihindari.

Langkah:
1. Pernyataan 1: survei dasar laut tetap perlu → salah.
2. Pernyataan 2: kaki naik dan badan terapung saat pindah → benar.
3. Pernyataan 3: badan rig ditinggikan saat bekerja, tidak terapung → salah.

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

4. Pernyataan 4: kaki turun dulu, badan naik kemudian → benar.
5. Pernyataan 5: pipa bawah laut dihindari → benar.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: kekuatan dasar laut menentukan apakah kaki berdiri stabil; survei dilakukan sebelum jack-up datang.
• **Pernyataan 2** ✓ Saat dipindahkan, jack-up terapung seperti kapal dengan kaki terangkat.
• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: saat bekerja, badan rig dinaikkan di atas air dan ditopang kaki di dasar laut.
• **Pernyataan 4** ✓ Urutan di lokasi: kaki turun ke dasar, kemudian badan diangkat di atas gelombang.
• **Pernyataan 5** ✓ Pipa bawah laut dihindari agar tidak rusak oleh kaki rig.

Jawaban: pernyataan 2, 4, 5.

No. 14 Kunci: A, C, D

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

Konsep: Rig-down kira-kira kebalikan rig-up: sumur diamankan, beban di menara turun lebih dulu, BOP dilepas, menara diturunkan dengan drawworks + tali + tenaga, lalu substruktur. Peralatan penurun menara dilepas paling akhir. Kegiatan tak bergantung boleh sejajar.

Langkah:
1. Pernyataan 1: sumur aman lebih dulu → benar.
2. Pernyataan 2: BOP harus dilepas sebelum substruktur → salah.
3. Pernyataan 3: alat di menara turun sebelum menara → benar.
4. Pernyataan 4: genset menyediakan tenaga drawworks sampai menara turun → benar.
5. Pernyataan 5: sistem lumpur tidak menunggu substruktur → salah.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✓ Tidak boleh ada kegiatan bongkar di dekat sumur yang belum aman.
• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: BOP berada di bawah lantai bor dalam ruang substruktur; BOP dilepas dan kepala sumur diberi tutup sebelum substruktur dibongkar.
• **Pernyataan 3** ✓ Peralatan yang terpasang pada menara harus turun lebih dulu agar tidak jatuh.
• **Pernyataan 4** ✓ Drawworks dan tali bor menurunkan menara dengan tenaga dari genset.
• **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: sistem lumpur tidak bergantung pada menara atau substruktur; dapat dikerjakan sejajar.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 4.

No. 15 Kunci: A

Konsep: Ruang tegak tersedia = tinggi bebas substruktur + kedalaman cellar, dan harus ≥ kebutuhan kepala sumur + BOP. Kekurangan ruang diatasi dengan rig yang lebih tinggi atau cellar yang lebih dalam (dalam batas yang aman), tidak dengan mengurangi preventer.

Langkah:
1. Kebutuhan 6,4 m; tinggi bebas Rig K 5,6 m, sehingga cellar harus menambah paling sedikit 6,4 − 5,6 = 0,8 m.
2. Batas penggalian 1,0 m, jadi 0,8 sampai 1,0 m dapat dicapai: 5,6 + 1,0 = 6,6 m ≥ 6,4 m.
3. Rig K lebih murah daripada Rig L, sehingga pilihan termurah yang memenuhi syarat adalah Rig K dengan cellar diperdalam.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Cellar 0,8–1,0 m memberi 6,4–6,6 m, cukup, dan tetap lebih murah daripada Rig L.
• **B.** ✗ Jebakan: 5,6 + 0,5 = 6,1 m, masih kurang dari 6,4 m; cellar yang ada belum cukup.
• **C.** ✗ Jebakan: melepas ram melemahkan pengendalian sumur; ruang tidak boleh dipenuhi dengan mengurangi preventer.
• **D.** ✗ Jebakan: Rig K sebenarnya mampu (5,6 + 1,0 = 6,6 m) sehingga Rig L yang lebih mahal tidak

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

perlu.

• **E.** ✗ Jebakan: cellar tidak boleh lebih dalam daripada 1,0 m karena ada muka air tanah.

Jawaban: A.

No. 16 Kunci: E

Konsep: Jumlah perjalanan minimal = total ÷ kapasitas dibulatkan ke atas sebagai batas bawah, lalu diperiksa dengan pengelompokan nyata. Modul besar yang jumlahnya melewati kapasitas tidak dapat digabung.

Langkah:

1. Total = 50 + 42 + 40 + 36 + 33 + 17 + 12 + 9 = 239 ton.
2. 239 : 60 = 3,98 → batas bawah 4 perjalanan.
3. Lima modul pertama (50, 42, 40, 36, 33) masing-masing lebih dari 30 ton, sehingga tidak ada dua di antaranya yang dapat digabung (jumlahnya lebih dari 60 ton). Jadi lima perjalanan berbeda dibutuhkan.
4. Modul kecil dapat mengisi sisa ruang: (50 + 9), (42 + 17), (40 + 12), (36), (33). Total 5 perjalanan.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: 3,98 dibulatkan ke bawah; padahal sisa muatan tetap membutuhkan perjalanan.

• **B.** ✗ Jebakan: batas bawah dari pembagian; tidak mungkin tercapai karena lima modul besar tidak dapat digabung satu sama lain.

• **C.** ✗ Jebakan: terlalu banyak; modul kecil dapat digabung dengan modul besar sehingga lima perjalanan cukup.

• **D.** ✗ Jebakan: satu perjalanan untuk tiap modul, padahal modul dapat digabung selama jumlahnya tidak melebihi 60 ton.

• **E.** ✓ Lima modul besar memerlukan lima perjalanan, dan modul kecil dapat mengisi sisa ruang tanpa menambah perjalanan.

Jawaban: E.

No. 17 Kunci: D

Konsep: Pemilihan rig lepas pantai: kedalaman air dan dasar laut menyaring lebih dulu, baru biaya dibandingkan. Jack-up berdiri di dasar yang kuat pada air dangkal; tongkang rawa hanya untuk air sangat dangkal.

Langkah:

1. Kedalaman 95 m: R1 (75 m) dan R5 (6 m) gugur.
2. Yang mampu: R2 (120 m), R3, R4.
3. Dasar pasir padat dan gelombang sedang cocok untuk jack-up; sewa termurah di antara yang mampu: R2 (Rp520 juta).

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: kedalaman maksimum R1 hanya 75 m, kurang dari 95 m; murah tetapi tidak mampu.

• **B.** ✗ Jebakan: R3 mampu, tetapi sewanya Rp1.150 juta jauh lebih mahal daripada R2; stabilitas lebih tidak diperlukan di sini.

• **C.** ✗ Jebakan: mampu bekerja tidak berarti paling tepat; R4 sangat mahal dibandingkan R2.

• **D.** ✓ Kedalaman 120 m ≥ 95 m, dasar kuat cocok untuk jack-up, dan sewa Rp520 juta paling murah di antara yang mampu.

• **E.** ✗ Jebakan: tongkang rawa hanya untuk air beberapa meter; kedalaman 95 m melampaui kemampuannya.

Jawaban: D.

No. 18 Kunci: A

Konsep: Rig-up berurutan menurut syarat: dasar kuat → substruktur → tali bor terpasang → menara dinaikkan → perlengkapan di menara → uji akhir.

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

Langkah:

1. T sebelum R: papan alas harus ada sebelum substruktur diletakkan di atasnya.
2. Q sebelum P: menara dinaikkan lewat tali bor, jadi tali harus terpasang lebih dulu.
3. P sebelum S: top drive dipasang pada menara yang sudah tegak.
4. U paling akhir: uji menutup seluruh pemasangan.
5. Urutan: T – R – Q – P – S – U.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Semua syarat terpenuhi: dasar, substruktur, tali, naik, top drive, uji.
• **B.** ✗ Jebakan: menara dinaikkan (P) sebelum tali bor terpasang (Q); drawworks tidak dapat menarik menara tanpa tali.
• **C.** ✗ Jebakan: substruktur diletakkan (R) sebelum lokasi dipadatkan dan dialasi (T).
• **D.** ✗ Jebakan: top drive (S) dipasang sebelum menara dinaikkan (P).
• **E.** ✗ Jebakan: uji rem (U) dilakukan sebelum top drive terpasang; uji harus sesudah semua pemasangan.

Jawaban: A.

No. 19 Kunci: A, B, E

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

Konsep: Persiapan lokasi: ratakan, padatkan berlapis, papan alas, parit, cellar, dan tata letak peralatan (termasuk lubang pembakaran dengan arah angin). Semua selesai sebelum substruktur diletakkan.

Langkah:

1. Pernyataan 1: pemadatan dan papan alas lebih dulu → benar.
2. Pernyataan 2: parit mengalirkan air hujan → benar.
3. Pernyataan 3: meratakan sesudah → salah.
4. Pernyataan 4: papan alas di bawah seluruh beban → salah.
5. Pernyataan 5: tata letak dan arah angin ditetapkan dini → benar.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Beban rig tersebar dan tanah tidak amblas bila dasar disiapkan lebih dulu.
• **Pernyataan 2** ✓ Saluran air menjaga tanah tetap kering dan kuat.
• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: beban justru membuat tanah lunak amblas tidak merata; pemadatan harus lebih dulu.
• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: seluruh kaki substruktur dan menara membutuhkan alas agar beban tersebar.
• **Pernyataan 5** ✓ Tata letak peralatan dan arah angin ditetapkan sebelum rig tiba.

Jawaban: pernyataan 1, 2, 5.

No. 20 Kunci: C

Konsep: Lubang pembakaran gas ditempatkan di sisi hilir angin, cukup jauh dari kepala sumur, dan jauh dari tangki bahan bakar serta kamp. Angin dari timur laut bertiup ke barat daya.

Langkah:

1. Hilir = kuadran barat daya (x negatif, y negatif).
2. P (−55, −50): barat daya; ke sumur 74,3 m; ke tangki 72,8 m; ke kamp jauh → memenuhi.
3. Q (−28, −22): 35,6 m dari sumur (< 40 m) → gagal.
4. R (−62, 38): barat laut, bukan hilir → gagal.
5. S (50, −40): tenggara, bukan hilir → gagal.
6. T (−45, −2): barat daya dan 45 m dari sumur, tetapi hanya 24,2 m dari tangki solar (< 30 m) → gagal.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: Q di sisi hilir, tetapi jaraknya 35,6 m dari kepala sumur, kurang dari 40 m.

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

• **B.** ✗ Jebakan: R jauh dari sumur dan kamp, tetapi di sisi barat laut, yaitu sisi datangnya angin.
• **C.** ✓ Semua syarat terpenuhi: hilir (barat daya), 74,3 m dari sumur, 72,8 m dari tangki.
• **D.** ✗ Jebakan: S jauh dari sumur dan tangki, tetapi di tenggara, bukan kuadran barat daya yang dituju angin.
• **E.** ✗ Jebakan: T di hilir dan 45 m dari sumur, tetapi hanya 24,2 m dari tangki solar.

Jawaban: C.

No. 21 Kunci: B

Konsep: Jumlah genset = beban yang bekerja bersamaan ÷ daya satu genset, dibulatkan ke atas; nyalakan sesedikit mungkin tetapi tidak kurang dari beban.

Langkah:
1. Membor: 1.850 : 900 = 2,06 → 3 genset (2 genset = 1.800 kW < 1.850 kW).
2. Mencabut pipa: 1.300 : 900 = 1,44 → 2 genset (1 genset = 900 kW < 1.300 kW).
3. Hanya sirkulasi: 1.400 : 900 = 1,56 → 2 genset.
4. Jawaban: 3, 2, dan 2.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: hasil bagi dibulatkan ke bawah (2,06 → 2; 1,44 → 1; 1,56 → 1), sehingga daya kurang.
• **B.** ✓ Pembulatan ke atas pada tiap kegiatan menghasilkan 3, 2, dan 2 genset.
• **C.** ✗ Jebakan: membor dikira cukup dengan 2 genset (1.800 kW) padahal beban 1.850 kW melampauinya.
• **D.** ✗ Jebakan: semua genset dinyalakan terus, melanggar aturan sesedikit mungkin.
• **E.** ✗ Jebakan: saat mencabut pipa, pompa dan penggerak putar dianggap ikut bekerja sehingga bebannya dijumlahkan berlebih.

Jawaban: B.

No. 22 Kunci: D

Konsep: Lumpur naik lewat annulus membawa serbuk bor, mengalir lewat flowline ke shale shaker. Serbuk dipisahkan sesudah lumpur kembali dari sumur dan sebelum masuk tangki, sehingga lumpur menuju pompa dan pipa bor sudah bersih.

Langkah:
1. Telusuri arah: tangki → pompa → standpipe → pipa bor → pahat → annulus → flowline → shaker → pembersih → tangki.
2. Serbuk muncul di pahat dan terbawa annulus, jadi paling banyak pada lumpur yang baru kembali, yaitu flowline sebelum shaker (R).
3. Titik lain berada sesudah pembersih atau sebelum lumpur menuju sumur.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: lumpur di titik P berasal dari tangki hisap yang sudah bersih.
• **B.** ✗ Jebakan: Q berada sebelum lumpur masuk sumur sehingga belum membawa serbuk baru.
• **C.** ✗ Jebakan: S sudah melewati shale shaker yang memisahkan serbuk besar.
• **D.** ✓ Lumpur di R baru kembali dari annulus dan belum melewati shaker sehingga serbuknya paling banyak.
• **E.** ✗ Jebakan: T berada di tangki sesudah seluruh pembersihan sehingga paling bersih.

Jawaban: D.

No. 23 Kunci: E

Konsep: Akumulator menyimpan fluida hidraulik bertekanan di tabung-tabungnya. Karena itu BOP tetap dapat menutup walaupun mesin dan listrik rig mati; panel kendali jarak jauh mengaktifkannya.

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

Langkah:

1. Listrik padam sehingga pompa pengisi tidak berjalan.
2. Tenaga cadangan BOP adalah fluida bertekanan yang sudah tersimpan di akumulator.
3. Menunda penutupan sampai genset menyala membiarkan kick berkembang.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: menunggu genset menunda penutupan sumur saat kick sedang berkembang.
- **B.** ✗ Jebakan: pompa lumpur bagian sistem sirkulasi dan ikut mati bersama listrik.
- **C.** ✗ Jebakan: berat rangkaian tidak dipakai untuk menutup ram; ram digerakkan hidraulik.
- **D.** ✗ Jebakan: meja putar memutar rangkaian dan tidak berhubungan dengan penutupan BOP.
- **E.** ✓ Akumulator menyediakan tenaga hidraulik tersimpan untuk menutup BOP walau listrik padam.

Jawaban: E.

No. 24 Kunci: 1S 2B 3B

Konsep: Berat lumpur menimbulkan tekanan di dasar lubang. Terlalu ringan: fluida formasi masuk (kick). Terlalu berat: lapisan lemah retak dan lumpur hilang. Lumpur juga mengangkat serbuk dan menahannya melayang saat sirkulasi berhenti.

Langkah:

1. Pernyataan 1: tekanan lumpur kalah → kick, bukan hilang lumpur → salah.
2. Pernyataan 2: terlalu berat → lapisan lemah retak → benar.
3. Pernyataan 3: lumpur mengental saat diam menahan serbuk → benar.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: tekanan lumpur yang kalah oleh tekanan formasi menyebabkan kick, bukan hilang lumpur.
- **Pernyataan 2 → Benar.** Tekanan berlebih pada lapisan yang lemah menyebabkan retak dan lumpur hilang ke dalamnya.
- **Pernyataan 3 → Benar.** Lumpur yang mengental saat tidak mengalir menahan serbuk agar tidak mengendap di annulus.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

No. 25 Kunci: A, B, D

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

Konsep: Kick = fluida formasi masuk karena tekanan lumpur kalah. Gejalanya: volume tangki naik tanpa penambahan dan aliran tetap saat pompa mati. Prioritas: hentikan masuknya fluida dengan menutup sumur; lumpur diperberat setelah sumur tertutup dan tekanan terbaca. Hilang lumpur berlawanan: volume turun, tanpa aliran.

Langkah:

1. Volume naik 150 → 158 barel tanpa penambahan: indikasi kick (pernyataan 1 benar).
2. Aliran tetap saat pompa mati: indikasi kick (pernyataan 2 benar).
3. Memompa kencang tidak menghentikan fluida; sumur ditutup lebih dulu (pernyataan 3 salah).
4. Pemberatan lumpur setelah sumur tertutup (pernyataan 4 benar).
5. Volume turun dan tanpa aliran = hilang lumpur (pernyataan 5 salah).

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ 158 − 150 = 8 barel naik tanpa sebab di permukaan: fluida formasi mendesak lumpur.
- **Pernyataan 2** ✓ Lumpur yang tetap mengalir tanpa dipompa berarti ada yang mendorong dari bawah.
- **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: memompa kencang tidak menghentikan masuknya fluida; sumur harus ditutup lebih dulu.

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

• **Pernyataan 4 ✓** Pemberatan lumpur dilakukan sesudah sumur tertutup agar masuknya fluida sudah berhenti.
• **Pernyataan 5 ✗** Jebakan: gejala itu menandakan hilang lumpur, bukan kick.

Jawaban: pernyataan 1, 2, 4.

Latihan sub bab 4.1

No. 1 Kunci: D

Konsep: Pompa benam listrik (ESP) cocok untuk laju besar dan sumur dalam bila listrik tersedia serta pasir dan gas bebas sedikit. Pompa angguk cocok untuk laju kecil-sedang dan sumur tidak terlalu dalam. Gas lift memerlukan pasokan gas bertekanan.

Langkah:
1. Laju 2.500 bph dari 2.100 m → laju besar, sumur dalam.
2. Tidak ada gas bertekanan → gas lift gugur.
3. Listrik tersedia, pasir sedikit → ESP memenuhi semua syarat.

Analisis setiap opsi:
• **A. ✗** Jebakan: data menyebut tidak ada gas bertekanan di lapangan; tidak ada sumur gas tetangga yang dapat dipakai.
• **B. ✗** Jebakan: pompa angguk cocok untuk sumur dangkal-sedang dengan laju kecil; 2.500 bph dari 2.100 m melampaui kemampuannya.
• **C. ✗** Sumur sudah tidak mengalir sendiri; memperkecil choke justru mengurangi aliran.
• **D. ✓** Laju besar, sumur dalam, listrik tersedia, dan pasir sedikit.
• **E. ✗** Swab hanya sementara untuk memancing aliran, bukan metode produksi berkelanjutan.

Jawaban: D.

No. 2 Kunci: E

Konsep: Gas lift menyuntikkan gas ke dalam tubing agar kolom cairan lebih ringan. Cocok untuk sumur miring, fluida bergas dan sedikit berpasir, serta bila tersedia gas bertekanan; peralatan di permukaan sedikit.

Langkah:
1. Sumur miring → batang pompa angguk mudah aus.
2. Banyak gas dan ada pasir, listrik terbatas → ESP kurang sesuai.
3. Kompresor gas tersedia → gas lift.

Analisis setiap opsi:
• **A. ✗** Jebakan: pompa angguk umum di darat, tetapi batangnya bergesekan di sumur miring dan unitnya besar untuk geladak.
• **B. ✗** Jebakan: ESP berlaju besar, tetapi butuh listrik besar dan terganggu oleh gas dan pasir.
• **C. ✗** Sumur sudah tidak mengalir sendiri.
• **D. ✗** PCP bermotor listrik juga membutuhkan listrik dan mudah terganggu oleh banyak gas.
• **E. ✓** Gas bertekanan tersedia, cocok untuk sumur miring dan fluida bergas.

Jawaban: E.

Latihan sub bab 4.2

No. 1 Kunci: A

Konsep: Penyelesaian sumur ganda (dual completion) memakai dua rangkaian tubing dan packer sehingga dua lapisan diproduksi bersamaan tetapi terpisah. Penyelesaian tunggal yang menyatukan lapisan bertekanan berbeda dapat menimbulkan aliran silang.

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

Langkah:

1. Syarat: produksi bersamaan + terukur terpisah.
2. Tekanan berbeda jauh → bila disatukan, fluida lapisan bawah dapat mengalir masuk ke lapisan atas (aliran silang).
3. Dua tubing dengan packer memenuhi kedua syarat.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Kedua lapisan mengalir bersamaan lewat jalur masing-masing sehingga terukur terpisah.
- **B.** ✗ Jebakan: sederhana dan murah, tetapi produksi tercampur dan terjadi aliran silang dari lapisan bertekanan tinggi.
- **C.** ✗ Lapisan atas tidak diproduksi sama sekali; syarat produksi bersamaan tidak terpenuhi.
- **D.** ✗ Casing sudah terpasang, dan tanpa casing lapisan tidak dapat dipisahkan.
- **E.** ✗ Jebakan: terukur terpisah, tetapi tidak bersamaan sesuai keinginan perusahaan.

Jawaban: A.

No. 2 Kunci: C

Konsep: Penyelesaian lubang terbuka: casing dipasang sampai di atas lapisan produktif, lapisan dibiarkan terbuka. Sesuai untuk batuan kuat, satu lapisan, tanpa air/gas yang perlu dipisahkan; paling sederhana dan murah.

Langkah:

1. Batuan keras → tidak runtuh, tidak berpasir.
2. Satu lapisan, tanpa air/gas di dekatnya → tidak ada yang perlu dipisahkan.
3. Ingin paling sederhana → open hole.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Hanya ada satu lapisan.
- **B.** ✗ Gravel pack untuk pasir lepas; batugamping ini keras.
- **C.** ✓ Sesuai semua syarat dan paling murah.
- **D.** ✗ Jebakan: liner berperforasi memang dapat dipakai, tetapi lebih mahal tanpa manfaat tambahan di sumur ini.
- **E.** ✗ Tidak ada zona air yang perlu dipisahkan.

Jawaban: C.

Latihan sub bab 4.3

No. 1 Kunci: B

Konsep: Tahapan sumur siap produksi: pengosongan/pemancingan aliran (swab atau unloading) → uji produksi di separator uji → disambungkan ke jaringan produksi → pemantauan produksi berkelanjutan.

Langkah:

1. Sumur penuh cairan → dipancing dulu dengan swab (Q).
2. Kemampuan sumur diukur di separator uji (P).
3. Setelah diketahui, sumur disambungkan ke manifold produksi (R), lalu dipantau harian (S).

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Sumur belum mengalir sendiri, jadi belum dapat diuji sebelum dipancing.
- **B.** ✓ Pancing aliran → uji → sambung ke produksi → pantau.
- **C.** ✗ Jebakan: sumur disambung ke produksi sebelum diuji, padahal laju dan kandungan airnya belum diketahui.
- **D.** ✗ Menyambung ke manifold sebelum sumur mengalir dan diuji.
- **E.** ✗ Pemantauan produksi harian baru berlangsung setelah sumur tersambung ke manifold produksi.

Jawaban: B.

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

No. 2 Kunci: D

Konsep: Tahap awal produksi: sumur dibuka bertahap (choke diperbesar sedikit demi sedikit) sambil memantau tekanan, pasir, dan kandungan air, sehingga laju optimal ditemukan tanpa merusak sumur.

Langkah:

1. Pasir agak lepas → penarikan besar dapat merusak saringan.
2. Air 15 m di bawah → penarikan besar dapat menarik air naik.
3. Buka bertahap + pantau → laju aman dapat ditemukan.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: sumur tetangga berbeda lapisan (kompak, tanpa air), jadi ukuran choke-nya tidak dapat langsung ditiru.
- **B.** ✗ Jebakan: pembersihan sumur memang umum, tetapi aliran penuh pada pasir lepas dan air di dekatnya dapat merusak saringan dan menarik air.
- **C.** ✗ Aman bagi sumur, tetapi produksi terlalu kecil dan laju optimal tidak pernah diketahui.
- **D.** ✓ Laju dinaikkan sedikit demi sedikit sambil dipastikan pasir dan air tidak meningkat.
- **E.** ✗ Kerusakan saringan atau naiknya air sudah terjadi ketika pasir muncul.

Jawaban: D.

Latihan sub bab 4.4

No. 1 Kunci: E

Konsep: Christmas tree: katup master (bawah dan atas) di jalur tegak, katup swab di puncak, katup sayap produksi menuju choke dan flowline, serta katup sayap kill di sisi lain. Untuk mengganti choke, choke diisolasi dari sumur (katup sayap produksi) dan dari flowline (katup hilir).

Langkah:

1. Jalur tegak: V1 dan V2 (katup master), V6 di puncak (katup swab) → dipakai hanya darurat sesuai SOP atau tidak berada di jalur choke.
2. Sayap kanan menuju choke: V3 di hulu choke, V4 di hilir choke.
3. Tutup V3 dan V4, lalu buang tekanan di antaranya.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: V5 berada di sayap kiri (kill wing), bukan di jalur choke; aliran sumur tetap masuk ke choke lewat V3.
- **B.** ✗ V6 adalah katup swab di puncak; tidak memisahkan choke dari aliran sumur.
- **C.** ✗ Jebakan: menutup katup master memang menghentikan aliran sumur, tetapi SOP membatasinya untuk darurat, dan sisi flowline belum terisolasi.
- **D.** ✗ Jebakan: sisi hulu tertutup, tetapi fluida bertekanan dari flowline dapat mengalir balik ke choke.
- **E.** ✓ V3 mengisolasi sisi sumur dan V4 mengisolasi sisi flowline.

Jawaban: E.

No. 2 Kunci: B, D

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

Konsep: Peralatan produksi: kepala sumur dan choke (pengatur laju), flowline, manifold (pengumpul), separator (pemisah fasa), heater treater (pemecah emulsi), tangki, pompa transfer, dan meter serah terima.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: gas sebaiknya dipisahkan dulu; memanaskan seluruh gas memboroskan bahan bakar dan membebani heater treater.
- **Pernyataan 2** ✓ Panas menurunkan kekentalan dan membantu butiran air bergabung lalu turun.

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

• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: pembeli membayar minyak, bukan air; meter dipasang setelah minyak dipisahkan dari air.
• **Pernyataan 4** ✓ Manifold adalah titik kumpul dan pengatur arah aliran sumur.
• **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: choke dapat memperkecil aliran, tetapi penutupan darurat dilakukan katup master atau katup pengaman.

Jawaban: pernyataan 2, 4.

Latihan sub bab 4.5

No. 1 Kunci: A

Konsep: Separator memisahkan gas dan cairan dengan gravitasi; level cairan dijaga oleh katup pengatur level. Bila cairan tidak dapat keluar, level naik dan cairan terbawa ke saluran gas.

Langkah:
1. Laju masuk normal dan tekanan normal → masalah bukan di sisi masuk atau tekanan.
2. Katup diperintah membuka 100%, tetapi aliran keluar hampir nol → cairan tertahan di jalur keluar.
3. Cairan terbawa ke saluran gas → level memang tinggi (bukan salah baca gelas penduga).

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Perintah membuka 100% tetapi aliran nol menunjukkan katup macet atau jalur tersumbat.
• **B.** ✗ Jebakan: laju masuk berlebih memang menaikkan level, tetapi data menyebut laju sama seperti kemarin.
• **C.** ✗ Data menyebut tekanan normal.
• **D.** ✗ Jebakan: bila hanya gelas penduga yang rusak, cairan tidak akan terbawa ke saluran gas.
• **E.** ✗ Massa jenis cairan tidak berubah karena fluidanya sama; cairan tetap di bawah gas.

Jawaban: A.

No. 2 Kunci: A

Konsep: Separator tiga fasa memisahkan fluida berdasarkan perbedaan massa jenis: gas di atas, minyak di tengah, air di dasar. Sekat pelimpah membuat hanya lapisan minyak teratas yang melimpah ke ruang minyak, sehingga keluaran minyak berada di dasar ruang di belakang sekat.

Langkah:
1. Di depan sekat: air di dasar → N2 adalah keluaran air.
2. Minyak melimpah melewati sekat ke ruang di belakangnya → N1 di dasar ruang itu adalah keluaran minyak.
3. N3 (atas, setelah mesh) keluaran gas; N4 (atas) jalur lain bagian gas; N5 (dasar dekat saluran masuk) penguras endapan.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ N1 berada di dasar ruang minyak di belakang sekat pelimpah.
• **B.** ✗ Jebakan: N2 di dasar bagian utama yang terisi air (lapisan paling berat).
• **C.** ✗ N3 di atas setelah pengering kabut, untuk gas.
• **D.** ✗ N4 di bagian atas, terhubung dengan ruang gas, bukan minyak.
• **E.** ✗ Jebakan: N5 juga di bagian bawah, tetapi di dekat saluran masuk untuk menguras endapan.

Jawaban: A.

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

Kuis Akhir Bab 4

No. 1 Kunci: B

Konsep: Gas lift menyuntikkan gas bertekanan ke dalam tubing lewat katup, sehingga kolom cairan menjadi lebih ringan dan tekanan lapisan mampu mendorongnya naik. Peralatannya: kompresor, jalur gas ke annulus, dan katup gas lift di tubing.

Langkah:

1. Cari ciri peralatan: kompresor, gas masuk lewat annulus, katup di tubing.
2. Cari yang tidak ada: batang pompa, motor, atau kabel di dalam sumur.
3. Ciri pertama hanya dimiliki gas lift; ciri kedua menyingkirkan pompa angguk, ESP, dan PCP.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: pompa angguk memerlukan batang pompa dan torak di dalam sumur; di sini tidak ada batang.
- **B.** ✓ Gas bertekanan dari kompresor masuk ke tubing lewat katup dan meringankan kolom cairan; itulah gas lift.
- **C.** ✗ Jebakan: pompa benam listrik memerlukan motor dan kabel di dalam sumur; di sini tidak ada motor.
- **D.** ✗ Jebakan: pompa rongga progresif memerlukan rotor dan batang putar; di sini tidak ada batang.
- **E.** ✗ Jebakan: sumur sudah berhenti mengalir sendiri, dan sembur alam tidak memakai kompresor maupun katup di tubing.

Jawaban: B.

No. 2 Kunci: D

Konsep: Gas lift cocok untuk sumur miring dan fluida yang banyak gasnya, dengan syarat gas bertekanan tersedia. Sumur dangkal berminyak kental dan berpasir lebih cocok PCP, sumur dangkal bersih lebih cocok pompa angguk, dan sumur sangat dalam berlaju besar lebih cocok ESP.

Langkah:

1. Gas bertekanan tersedia, jadi syarat mutlak gas lift terpenuhi untuk satu sumur.
2. Cocokkan ciri: miring dan banyak gas hanya dimiliki T-2.
3. Periksa yang lain: T-1 (kental, berpasir, dangkal) menunjuk PCP; T-3 (dangkal, lurus, bersih) menunjuk pompa angguk; T-4 (sangat dalam) menunjuk ESP.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: dangkal bukan alasan memilih gas lift; sumur T-1 kental dan berpasir lebih cocok PCP.
- **B.** ✗ Jebakan: sumur dangkal, lurus, dan bersih adalah kandidat pompa angguk.
- **C.** ✗ Jebakan: sumur sangat dalam dengan laju besar adalah kandidat ESP, bukan gas lift.
- **D.** ✓ Sumur miring dengan banyak gas ikut aliran adalah ciri utama yang cocok untuk gas lift.
- **E.** ✗ Jebakan: gas lift justru dipakai pada sumur yang sudah berhenti mengalir sendiri.

Jawaban: D.

No. 3 Kunci: B, C, E

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

Konsep: Pompa angguk: gerak naik-turun dari permukaan diteruskan batang pompa ke torak. Dua katup bola (jalan pada torak, tetap di dasar tabung) membuat cairan hanya bergerak ke atas. Gas bebas yang masuk tabung dapat menahan katup sehingga cairan sedikit terangkat.

Langkah:

1. Langkah naik: katup jalan tertutup, katup tetap terbuka (pernyataan 2 benar).
2. Langkah turun: katup jalan terbuka, katup tetap tertutup (pernyataan 1 salah).
3. Gas lock menjelaskan penurunan mendadak (pernyataan 3 benar); mempercepat langkah tidak

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

menyelesaikannya (pernyataan 4 salah).
4. Batang pompa meneruskan gerak (pernyataan 5 benar).

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: pada langkah turun katup tetap justru tertutup oleh berat cairan di tabung; cairan baru masuk pada langkah naik.
• **Pernyataan 2** ✓ Berat cairan di atas torak menutup katup jalan, sehingga cairan itu terangkat bersama torak.
• **Pernyataan 3** ✓ Gas yang terjebak (gas lock) mengganggu pembukaan katup; ini sesuai dengan penurunan mendadak cairan terangkat.
• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: kecepatan lebih tinggi tidak mengeluarkan gas dari tabung dan dapat menambah keausan.
• **Pernyataan 5** ✓ Batang pompa menghubungkan batang poles di permukaan dengan torak di dasar sumur.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

No. 4 Kunci: E

Konsep: PCP memindahkan cairan lewat rongga antara rotor dan stator berlapis karet. Cairan juga melumasi dan mendinginkan karet; bila pompa diputar tanpa cairan, gesekan menimbulkan panas dan merusak karet stator dengan cepat.

Langkah:
1. Petunjuk: cairan keluar turun (cairan di sumur menipis) tetapi motor tetap diputar penuh.
2. Karet hangus menunjukkan panas gesekan tanpa pelumasan cairan.
3. Pasir tidak menjelaskan karet hangus dalam dua pekan, dan sumur disebut dangkal; penyebab yang cocok adalah berputar tanpa cairan.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: pasir memang mengikis karet, tetapi pengawas menduga bukan pasir dan karet hangus menunjukkan panas, bukan sekadar aus.
• **B.** ✗ Jebakan: minyak kental biasanya ditangani PCP dengan baik; kental tidak menghanguskan karet.
• **C.** ✗ Jebakan: kecepatan rendah tidak menimbulkan panas gesekan berlebihan; data menunjukkan motor berputar pada kecepatan semula.
• **D.** ✗ Jebakan: sumur dangkal, sehingga beban batang putar kecil dan bukan penyebab karet hangus.
• **E.** ✓ Cairan menipis tetapi motor tetap berputar penuh; karet hangus karena gesekan tanpa pelumasan cairan.

Jawaban: E.

No. 5 Kunci: C

Konsep: Lapisan pasir lepas memerlukan penahan pasir: saringan dan kerikil (gravel pack) menahan butiran pasir lapisan agar tidak ikut aliran. Lubang terbuka hanya untuk batuan kuat, dan packer menyekat annulus, bukan menahan pasir.

Langkah:
1. Ciri lapisan: pasir halus dan lepas; satu lapisan; tanpa air atau gas di dekatnya.
2. Syarat lubang terbuka (batuan kuat) tidak terpenuhi, sehingga pasir akan runtuh dan terbawa.
3. Kebutuhan utama adalah menahan pasir: saringan dan gravel pack.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: lubang terbuka murah, tetapi syaratnya batuan kuat; pasir lepas akan runtuh dan terbawa.
• **B.** ✗ Jebakan: perforasi saja tidak menahan pasir; pasir tetap masuk lewat lubang perforasi.
• **C.** ✓ Saringan menahan kerikil dan kerikil menahan butiran pasir lapisan, sehingga pasir tidak ikut

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

aliran.

• **D.** ✗ Jebakan: penyelesaian ganda untuk dua lapisan; di sini hanya satu lapisan dan masalahnya pasir.

• **E.** ✗ Jebakan: packer menyekat ruang antara tubing dan casing; ia tidak menahan pasir dari lapisan.

Jawaban: C.

No. 6 Kunci: 1S 2B 3B

Konsep: Sembur alam berakhir ketika tekanan lapisan turun dan air naik: tekanan kepala sumur mendekati tekanan separator dan kolom cairan makin berat. Tindakan yang tepat adalah menyiapkan pengangkatan buatan, bukan menaikkan tekanan separator.

Langkah:

1. Pernyataan 1: separator 20 bar melebihi tekanan kepala sumur 15 bar → salah.
2. Pernyataan 2: selisih tinggal 2 bar → hampir berhenti → benar.
3. Pernyataan 3: air menambah berat kolom → benar.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Salah.** Tekanan kepala sumur hanya 15 bar; separator 20 bar membuat beban lebih besar daripada dorongan sehingga sumur berhenti.

• **Pernyataan 2 → Benar.** Selisih 15 − 13 = 2 bar tinggal sedikit; tenaga untuk mengatasi gesekan dan menjaga laju hampir habis.

• **Pernyataan 3 → Benar.** Air lebih berat daripada minyak, sehingga makin banyak air makin besar beban kolom.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

No. 7 Kunci: A

Konsep: Sumur mengalir sendiri bila tekanan di dasar sumur ≥ berat kolom cairan + tekanan separator. Makin banyak air, makin berat kolom, sehingga ada kadar air tertinggi yang masih memungkinkan aliran.

Langkah:

1. Beban kolom maksimum = 135 − 9 = 126 bar.
2. Berat per meter maksimum = 126 ÷ 1.500 = 0,084 bar per meter.
3. Syarat: 0,080 + 0,020 × w ≤ 0,084, jadi w ≤ 0,004 ÷ 0,020 = 0,20.
4. Kadar air tertinggi = 20 %. Cek: pada 20 %, kolom = 1.500 × 0,084 = 126 bar, ditambah separator 9 bar = 135 bar, tepat sama dengan tekanan dasar.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Beban kolom maksimum 126 bar dibagi 1.500 m memberi 0,084 bar per meter, sehingga w = 20 %.

• **B.** ✗ Jebakan: tekanan separator tidak dikurangkan lebih dulu (135 ÷ 1.500 = 0,090), sehingga w tampak 50 %.

• **C.** ✗ Jebakan: koefisien kadar air dipakai 0,010 sehingga w tampak 40 %.

• **D.** ✗ Jebakan: tekanan separator ditambahkan, bukan dikurangkan ((135 + 9) ÷ 1.500 = 0,096), sehingga w tampak 80 %.

• **E.** ✗ Jebakan: koefisien kadar air dipakai 0,040 (digandakan), sehingga w tampak 10 %.

Jawaban: A.

No. 8 Kunci: 1S 2B 3S

Konsep: Pada penyelesaian bercasing, semen menyekat lapisan dan perforasi dipilih hanya di zona minyak. Semen buruk memberi jalan bagi air atau gas, dan perforasi ke zona air menambah air, bukan minyak.

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

Langkah:

1. Pernyataan 1: tanpa semen tidak ada sekat di belakang casing → salah.
2. Pernyataan 2: semen buruk membuka jalan di belakang casing → benar.
3. Pernyataan 3: zona air menambah air → salah.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Salah.** Tanpa semen, gas dan air dapat mengalir di belakang casing menuju perforasi; semen yang menyekat lapisan.

• **Pernyataan 2 → Benar.** Ikatan semen yang buruk membuka jalan di belakang casing; air dari lapisan bawah dapat naik ke perforasi.

• **Pernyataan 3 → Salah.** Zona air hanya mengalirkan air; yang bertambah adalah air, bukan minyak.

Jawaban: Salah, Benar, Salah.

No. 9 Kunci: C

Konsep: Pengalihan aliran: buka jalur baru lebih dulu agar aliran tidak terhenti, baru isolasi peralatan yang dikerjakan dengan menutup katup di sisi hulu dan hilirnya, lalu buang tekanan yang terperangkap.

Langkah:

1. Syarat 1: produksi tidak berhenti, jadi jalur CH-B (B1 dan B2) dibuka dulu.
2. Syarat 2: CH-A harus terisolasi di hulu dan hilir, jadi A1 dan A2 ditutup sesudahnya.
3. Syarat 3: W dan katup master tidak disentuh.
4. Urutan: buka B1 dan B2, tutup A1 dan A2, buang tekanan di antaranya.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: menutup A1 dan A2 lebih dulu menghentikan aliran sumur sampai B1 dan B2 dibuka.

• **B.** ✗ Jebakan: W tidak boleh disentuh menurut SOP, dan menutupnya menghentikan sumur.

• **C.** ✓ Jalur baru dibuka lebih dulu sehingga aliran tidak terhenti, lalu CH-A diisolasi di hulu dan hilir.

• **D.** ✗ Jebakan: A2 yang masih terbuka membuat sisi hilir CH-A tetap terhubung dengan flowline bertekanan.

• **E.** ✗ Jebakan: menutup satu sisi saja tidak mengisolasi CH-A; fluida bertekanan dapat mengalir balik lewat A2.

Jawaban: C.

No. 10 Kunci: D

Konsep: Setelah kerja ulang, sumur mengulang urutan aman: sumur diamankan sebelum dikerjakan, cairan kerja dikeluarkan sebelum diuji, sumur diuji bertahap sebelum dialihkan ke produksi rutin.

Langkah:

1. P sebelum Q: sumur harus diamankan dan ditutup sebelum peralatan di dalamnya dikerjakan.
2. Q sebelum R: swab dikerjakan setelah peralatan baru terpasang.
3. R sebelum S: sumur baru bisa mengalir dan diuji setelah cairan kerja keluar.
4. S sebelum T: laju kerja ditetapkan dari uji bertahap sebelum dialihkan ke produksi rutin.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: swab (R) dikerjakan sebelum saringan diganti (Q); cairan kerja dari pekerjaan Q belum ada.

• **B.** ✗ Jebakan: sumur diuji (S) sebelum cairan kerja dikeluarkan (R); sumur belum mengalir.

• **C.** ✗ Jebakan: sumur dialihkan ke produksi rutin (T) sebelum diuji (S); laju kerja dan pasir belum diketahui.

• **D.** ✓ Semua syarat terpenuhi: amankan, ganti saringan, kosongkan cairan kerja, uji bertahap, alihkan.

• **E.** ✗ Jebakan: saringan diganti (Q) sebelum sumur diamankan dan ditutup (P); berbahaya.

Jawaban: D.

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

No. 11 Kunci: C

Konsep: Minyak bersih = laju cairan × (1 − kadar air). Laju cairan sudah mencakup air, sehingga laju cairan yang naik tidak selalu berarti minyak bertambah.

Langkah:

1. Sebelum: 300 × (1 − 0,20) = 300 × 0,80 = 240 bph.
2. Sesudah: 360 × (1 − 0,40) = 360 × 0,60 = 216 bph.
3. Minyak bersih turun 24 bph (10 %), jadi stimulasi tidak berhasil menambah minyak.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: 288 bph diperoleh dengan menaikkan 240 bph sebesar 20 %, bukan dari data sesudah stimulasi.
- **B.** ✗ Jebakan: 360 bph adalah laju cairan sesudah stimulasi, bukan minyak bersih.
- **C.** ✓ Minyak bersih sebelum 240 bph dan sesudah 216 bph; turun, sehingga klaim keberhasilan tidak benar.
- **D.** ✗ Jebakan: minyak bersih sebelum dihitung dari laju cairan 300 bph tanpa mengurangi air.
- **E.** ✗ Jebakan: kadar air justru menentukan bagian minyak dalam laju cairan.

Jawaban: C.

No. 12 Kunci: A, C, E

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

Konsep: Selongsong geser memilih lapisan bergantian; packer menyekat lapisan; lapisan bertekanan beda tidak boleh disatukan dalam satu tubing (aliran silang); produksi bersamaan yang terukur terpisah memerlukan dua tubing dan packer.

Langkah:

1. Pernyataan 1: fungsi selongsong geser → benar.
2. Pernyataan 2: pembukaan bersamaan pada tekanan beda → aliran silang → salah.
3. Pernyataan 3: fungsi packer → benar.
4. Pernyataan 4: tiga selongsong terbuka → tercampur → salah.
5. Pernyataan 5: bersamaan dan terukur terpisah → dua tubing → benar.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ Selongsong geser adalah bagian tubing berlubang yang dioperasikan dengan alat kabel baja untuk menghubungkan tubing dengan lapisan terpilih.
- **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: pembukaan bersamaan pada tekanan berbeda jauh menimbulkan aliran silang dari lapisan bertekanan tinggi ke lapisan bertekanan rendah.
- **Pernyataan 3** ✓ Packer menyekat annulus di antara lapisan sehingga tiap lapisan terisolasi.
- **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: bila ketiganya terbuka, fluida tercampur dalam satu tubing sehingga tidak ada yang terukur sendiri.
- **Pernyataan 5** ✓ Penyelesaian ganda memberi jalur sendiri bagi tiap lapisan sehingga bersamaan dan terukur terpisah.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 5.

No. 13 Kunci: A

Konsep: Semen menyekat lapisan di belakang casing. Bila semen tidak melekat baik, air dari lapisan di bawahnya dapat naik di belakang casing menuju perforasi. Jalan air itu harus disekat kembali, misalnya dengan penyemenan ulang pada bagian yang bocor.

Langkah:

1. Gejala: air naik mendadak dari 5 % ke 60 % tanpa perubahan laju atau choke.
2. Sumber air: lapisan air 6 m di bawah perforasi; semen di antaranya tidak melekat baik.
3. Jalan air ada di belakang casing, sehingga tindakannya adalah menyekat jalan itu.

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

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Penyemenan ulang menutup jalan air di belakang casing sehingga air dari lapisan bawah tidak naik ke perforasi.
• **B.** ✗ Jebakan: memperbesar choke menambah tarikan dan justru mempercepat air naik.
• **C.** ✗ Jebakan: perforasi tambahan di zona yang lebih rendah mendekatkan sumur pada air.
• **D.** ✗ Jebakan: pompa lebih besar menarik air lebih banyak tanpa menutup jalan airnya.
• **E.** ✗ Jebakan: lapisan minyak tidak seluruhnya berair; sumber air adalah jalan di belakang casing.

Jawaban: A.

No. 14 Kunci: A, B, E

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

Konsep: Pilih laju kerja dari uji bertahap: hitung minyak bersih = cairan × (1 − air), buang ukuran yang melanggar batas pasir, lalu pilih minyak bersih terbesar di antara yang tersisa.

Langkah:

1. Minyak bersih: 12/64 = 150 × 0,96 = 144; 20/64 = 300 × 0,95 = 285; 28/64 = 420 × 0,90 = 378; 36/64 = 520 × 0,78 = 405,6 bph.
2. Batas pasir 0,1 %: 36/64 (0,35 %) gugur; tiga lainnya memenuhi.
3. Pilihan terbaik: 28/64 in dengan 378 bph.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Pasir 0,35 % lebih besar daripada batas 0,1 %, sehingga choke itu ditolak.
• **Pernyataan 2** ✓ 420 × (1 − 0,10) = 378 bph.
• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: minyak bersih 36/64 (520 × 0,78 = 405,6 bph) memang terbesar, tetapi pasirnya melampaui batas.
• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: minyak bersihnya memang 144 bph, tetapi jauh di bawah pilihan lain yang masih memenuhi batas pasir.
• **Pernyataan 5** ✓ Yang memenuhi batas: 12/64 (144), 20/64 (285), dan 28/64 (378 bph); 28/64 terbesar.

Jawaban: pernyataan 1, 2, 5.

No. 15 Kunci: A

Konsep: Katup sayap produksi dipakai menutup sumur sehari-hari. Katup master dibiarkan terbuka penuh dan dipakai untuk keadaan darurat; katup swab membuka jalan ke dalam sumur; katup sayap kill dipakai memompakan cairan ke sumur.

Langkah:

1. Tujuan: menutup sumur sementara tanpa keadaan darurat.
2. Katup yang lazim untuk itu: katup sayap produksi, di jalur menuju flowline.
3. Katup master disimpan untuk darurat; swab dan kill bukan untuk menutup aliran produksi.

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

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Katup sayap produksi berada di jalur menuju flowline dan lazim dipakai menutup sumur sehari-hari.

• **B.** ✗ Jebakan: katup master dibiarkan terbuka penuh dan dipakai untuk keadaan darurat, bukan penutupan rutin.

• **C.** ✗ Jebakan: katup master atas juga cadangan keadaan darurat; membukanya atau menutupnya saat aliran menggerus penyekatnya.

• **D.** ✗ Jebakan: katup swab membuka jalan vertikal ke dalam sumur, bukan menutup jalur aliran produksi.

• **E.** ✗ Jebakan: katup sayap kill dipakai untuk memompakan cairan ke dalam sumur dan tidak berada di jalur produksi.

Jawaban: A.

No. 16 Kunci: B

Konsep: Perforasi hanya di zona minyak dan menjauhi kedua kontak sesuai jarak aman, supaya gas dan air tidak tertarik masuk (coning). Pita aman: kontak atas + jarak aman sampai kontak bawah − jarak aman.

Langkah:

1. Pita aman = 1.612 + 5 = 1.617 m sampai 1.640 − 5 = 1.635 m.
2. L1 (1.606–1.610) di zona gas; L5 (1.642–1.646) di zona air.
3. L2 (1.614–1.618) mulai di 1.614, hanya 2 m dari kontak gas–minyak.
4. L3 (1.620–1.626) seluruhnya di dalam pita 1.617–1.635 → boleh.
5. L4 (1.631–1.637) berakhir di 1.637, hanya 3 m dari kontak minyak–air.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: L2 berada di zona minyak, tetapi mulai di 1.614 m, hanya 2 m dari kontak gas–minyak (kurang dari 5 m).

• **B.** ✓ Hanya L3 yang seluruhnya berada di dalam pita aman 1.617–1.635 m.

• **C.** ✗ Jebakan: L4 berada di zona minyak, tetapi berakhir di 1.637 m, hanya 3 m dari kontak minyak–air.

• **D.** ✗ Jebakan: L2 dan L4 sama-sama melanggar jarak aman walaupun berada di zona minyak.

• **E.** ✗ Jebakan: L1 berada di zona gas dan L5 di zona air; keduanya membuka fluida yang tidak diinginkan.

Jawaban: B.

No. 17 Kunci: E

Konsep: Sumur baru yang sudah mengalir diuji lebih dulu untuk mengetahui laju, kadar air, tekanan, dan pasir. Pengujian dilakukan sendirian di fasilitas uji dengan choke kecil yang diperbesar bertahap, sebelum disambung ke produksi rutin.

Langkah:

1. Keadaan sekarang: cairan kerja sudah keluar, sumur mengalir, flowline siap.
2. Yang belum diketahui: kemampuan sumur (laju, air, pasir).
3. Langkah berikutnya: uji sendirian dengan choke bertahap, baru dialihkan ke produksi rutin.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: choke penuh pada sumur yang belum dikenal dapat membawa pasir atau menarik air.

• **B.** ✗ Jebakan: bila diuji bersama sumur lain, hasilnya tercampur dan tidak mewakili satu sumur.

• **C.** ✗ Jebakan: alokasi memerlukan hasil uji; tanpa pengukuran tidak ada dasar pembagian.

• **D.** ✗ Jebakan: menunggu tanpa mengukur tidak mengungkap kemampuan sumur dan membuang waktu produksi.

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

• **E.** ✓ Sumur diuji sendirian agar hasilnya mewakili satu sumur, dan choke diperbesar bertahap untuk melindungi sumur.

Jawaban: E.

No. 18 Kunci: 1B 2S 3S

Konsep: Gas dari separator bertekanan rendah dimampatkan kompresor sebelum masuk pipa gas bertekanan lebih tinggi; suar menangani gas yang tidak dapat dimanfaatkan atau dilepas karena darurat; air terproduksi ditampung terpisah dari minyak.

Langkah:

1. Pernyataan 1: aliran hanya ke tekanan lebih rendah, jadi gas harus dimampatkan → benar.
2. Pernyataan 2: gas yang bisa dijual tidak dibakar → salah.
3. Pernyataan 3: air dan minyak penjualan dipisahkan → salah.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** Gas hanya dapat mengalir ke pipa bertekanan lebih tinggi bila tekanannya dinaikkan lebih dulu dengan kompresor.

• **Pernyataan 2 → Salah.** Suar dipakai untuk gas yang tidak dapat dimanfaatkan atau dilepas karena darurat; membakar gas yang bisa dijual membuang pendapatan.

• **Pernyataan 3 → Salah.** Air ditampung di tangki atau kolam terpisah; bercampur dengan minyak penjualan menurunkan mutu dan menimbulkan karat.

Jawaban: Benar, Salah, Salah.

No. 19 Kunci: B, D, E

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

Konsep: Separator memerlukan waktu tinggal untuk memisahkan; waktu tinggal = volume cairan ÷ laju masuk. Endapan pasir mengurangi volume efektif bejana, sehingga waktu tinggal menyusut walaupun laju masuk tetap. Penanganannya: kuras berkala dan kurangi sumber pasir.

Langkah:

1. Laju masuk tetap, tetapi air terbawa: yang berubah bukan laju, melainkan volume efektif.
2. Penguras tidak pernah dibuka dan keluar banyak pasir: endapan mengurangi volume.
3. Volume turun → waktu tinggal turun → air belum sempat terpisah.
4. Penanganan: kuras berkala dan tangani sumber pasir.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: tekanan tidak melarutkan pasir; pasir hanya dapat dibuang lewat penguras.

• **Pernyataan 2** ✓ Volume cairan yang tersedia berkurang oleh endapan; waktu tinggal = volume ÷ laju, jadi menyusut.

• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: waktu tinggal bergantung pada volume cairan juga; volume berkurang oleh endapan.

• **Pernyataan 4** ✓ Pembuangan endapan berkala menjaga volume efektif separator.

• **Pernyataan 5** ✓ Pasir berasal dari sumur; memperbaiki penahan pasirnya mengurangi pasir yang masuk separator.

Jawaban: pernyataan 2, 4, 5.

No. 20 Kunci: E

Konsep: Pada separator, gas berada di atas, minyak di tengah, dan air di bawah. Nozzle keluaran air terhubung ke lapisan air; nozzle di titik terendah dipakai menguras endapan, bukan mengalirkan air produksi.

Langkah:

1. Tandai lapisan pada gambar: gas di atas, minyak di tengah, air di bawah.

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

2. Cari nozzle yang terhubung ke lapisan air: N4 (di sisi, setinggi lapisan air).
3. N5 di titik terendah sudah dijelaskan sebagai penguras endapan; N3 terhubung ke lapisan minyak; N1 ke gas; N6 adalah masuk.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: N1 di bagian atas, terhubung ke ruang gas.
- **B.** ✗ Jebakan: N3 terhubung ke lapisan minyak, bukan lapisan air.
- **C.** ✗ Jebakan: N5 juga di bagian bawah, tetapi di titik terendah dan dipakai menguras endapan.
- **D.** ✗ Jebakan: N6 adalah nozzle masuk fluida dari manifold.
- **E.** ✓ N4 terhubung ke lapisan air di bagian bawah bejana, sehingga menjadi keluaran air.

Jawaban: E.

No. 21 Kunci: A, D, E

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

Konsep: Pada manifold, tiap sumur punya katup ke header produksi dan ke header uji. Uji sendirian hanya benar bila satu sumur terhubung ke header uji. Menutup satu-satunya katup yang terbuka pada sebuah sumur menghentikan alirannya.

Langkah:

1. Baca tiap baris: S-1 dan S-4 hanya ke header produksi; S-2 ke keduanya; S-3 hanya ke header uji.
2. Header uji menerima S-2 dan S-3, jadi hasil uji bercampur.
3. Menutup katup S-2 ke header uji memperbaiki keadaan tanpa menghentikan S-2.
4. Menutup katup S-3 ke header uji menghentikan S-3 karena tidak ada jalur lain.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ S-2 terbuka ke header produksi dan header uji; separator uji menerima campuran S-2 dan S-3.
- **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: S-2 juga terbuka ke header uji, sehingga S-3 tidak sendirian.
- **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: S-2 tetap mengalir ke header uji sehingga masih bercampur dengan S-3.
- **Pernyataan 4** ✓ S-2 tetap mengalir lewat header produksi; setelah itu hanya S-3 yang tersisa di header uji.
- **Pernyataan 5** ✓ Kedua katup S-3 akan tertutup sehingga S-3 tidak memiliki jalur aliran.

Jawaban: pernyataan 1, 4, 5.

No. 22 Kunci: B, C, D

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

Konsep: Bagian dalam separator: pengalih masuk memecah gaya semburan fluida masuk; sekat pelimpah membuat hanya minyak teratas yang melimpah ke ruang minyak; pengabut menangkap tetesan cairan di ruang gas; pengendali level menjaga tinggi cairan lewat katup keluaran.

Langkah:

1. Pernyataan 1: pemisahan minyak–air bukan tugas pengabut → salah.
2. Pernyataan 2: fungsi pengabut → benar.
3. Pernyataan 3: fungsi sekat pelimpah → benar.
4. Pernyataan 4: tanpa pengendalian level, cairan dapat menumpuk → benar.
5. Pernyataan 5: pemisahan gas tetap terjadi tanpa pengalih masuk → salah.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: pemisahan minyak–air terjadi karena gravitasi dan sekat pelimpah, bukan pengabut.
- **Pernyataan 2** ✓ Pengabut menangkap tetesan cairan halus di ruang gas; tanpa pengabut tetesan ikut ke saluran gas.
- **Pernyataan 3** ✓ Sekat pelimpah menjaga hanya minyak teratas yang melimpah; bila bocor, air ikut

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

ke ruang minyak.
• **Pernyataan 4 ✓** Tanpa pengendalian level, cairan menumpuk dan naik ke ruang gas.
• **Pernyataan 5 ✗** Jebakan: pemisahan gas tetap terjadi lewat gravitasi, hanya kurang terkendali tanpa pengalih masuk.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 4.

No. 23 Kunci: A, B, D

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

Konsep: Pemanas emulsi dipasang sesudah separator dan sebelum tangki serta meter serah terima agar air terpisah. Minyak yang kadar airnya melebihi syarat pembeli tidak diserahkan, tetapi diolah ulang; pembeli membayar minyak, bukan air.

Langkah:
1. Bandingkan angka: 3 % lebih besar daripada 0,5 %, jadi minyak tidak memenuhi syarat.
2. Hubungkan dengan penyebab: pemanas emulsi dilewati, sehingga air tidak terpisah.
3. Tindakan: tidak diserahkan, diolah ulang; setelah perbaikan, alur normal dipulihkan.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 ✓** Kadar air 3 % melebihi 0,5 %; minyak seperti itu ditolak dan diolah ulang, bukan diserahkan.
• **Pernyataan 2 ✓** Pemanas emulsi memecah emulsi; tanpa pemanas, air tersisa dalam minyak.
• **Pernyataan 3 ✗** Jebakan: meter hanya mengukur; menutupnya tidak mengurangi air dalam minyak.
• **Pernyataan 4 ✓** Pemanas emulsi kembali menjadi bagian alur sebelum tangki dan meter, sehingga air terpisah.
• **Pernyataan 5 ✗** Jebakan: pembeli membayar minyak, bukan air; syarat kadar air ada justru karena air bukan produk yang dibeli.

Jawaban: pernyataan 1, 2, 4.

No. 24 Kunci: D

Konsep: Waktu tinggal = volume cairan ÷ laju cairan masuk. Waktu tinggal diperpanjang dengan menambah volume cairan, membagi aliran ke beberapa bejana paralel, atau menurunkan laju; tekanan tidak memengaruhi pemisahan minyak–air secara berarti.

Langkah:
1. Kondisi awal: 10 m^3 ÷ (40 ÷ 60 m^3 per menit) = 15 menit, tepat memenuhi syarat.
2. Laju 60 m^3 per jam = 1 m^3 per menit; tanpa perubahan, waktu tinggal = 10 menit (kurang).
3. Paralel: tiap bejana menerima 30 m^3 per jam = 0,5 m^3 per menit → 10 ÷ 0,5 = 20 menit (memenuhi).
4. Volume 12 m^3 → 12 menit; volume 14 m^3 → 14 menit; volume 8 m^3 → 8 menit; semuanya kurang dari 15 menit.

Analisis setiap opsi:
• **A. ✗** Jebakan: 12 m^3 ÷ 1 m^3 per menit = 12 menit, masih kurang dari 15 menit.
• **B. ✗** Jebakan: 14 m^3 ÷ 1 m^3 per menit = 14 menit, hampir tetapi masih kurang dari 15 menit.
• **C. ✗** Jebakan: tekanan memengaruhi pelepasan gas, bukan pemisahan minyak–air; waktu tinggal tetap 10 menit.
• **D. ✓** Aliran terbagi dua (30 m^3 per jam tiap bejana), waktu tinggal 10 ÷ 0,5 = 20 menit, memenuhi syarat.
• **E. ✗** Jebakan: volume 8 m^3 ÷ 1 m^3 per menit = 8 menit; mengurangi volume memperpendek waktu tinggal.

Jawaban: D.

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

No. 25 Kunci: B

Konsep: Pemisahan oleh gravitasi: cairan yang lebih ringan (massa jenis lebih kecil) naik dan berada di atas, sedangkan yang lebih berat turun ke bawah.

Langkah:

1. Urutkan massa jenis dari kecil ke besar: kondensat 0,75 < minyak 0,85 < air formasi 1,05.
2. Yang terkecil di atas, yang terbesar di bawah.
3. Susunan: kondensat, minyak, air formasi.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: urutan dibalik; air formasi yang paling berat tidak mungkin berada di atas.
- **B.** ✓ Massa jenis kecil di atas: kondensat 0,75, minyak 0,85, air formasi 1,05 di dasar.
- **C.** ✗ Jebakan: minyak (0,85) ditaruh di atas kondensat (0,75), padahal kondensat lebih ringan.
- **D.** ✗ Jebakan: air formasi (1,05) ditaruh di atas minyak (0,85), padahal air lebih berat.
- **E.** ✗ Jebakan: kondensat (0,75) ditaruh paling bawah, padahal ia yang paling ringan.

Jawaban: B.

Latihan sub bab 5.1

No. 1 Kunci: 1S 2B 3S

Konsep: Produksi migas mengangkat fluida dari reservoir ke permukaan dan memisahkannya (gas, minyak, air) tanpa mengubah jenis zatnya. Pengolahan mengubah minyak mentah/gas menjadi produk baru melalui proses seperti distilasi.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: sama-sama "memisahkan", tetapi distilasi menghasilkan produk baru (bensin, minyak tanah, solar) dari minyak mentah → pengolahan.
- **Pernyataan 2 → Benar.** Fluida hanya dipisahkan menurut fasanya; minyaknya tetap minyak mentah.
- **Pernyataan 3 → Salah.** Letak sesudah separator tidak membuatnya pengolahan; tangki hanya menampung minyak mentah tanpa mengubahnya.

Jawaban: Salah, Benar, Salah.

No. 2 Kunci: D

Konsep: Distilasi memisahkan minyak mentah berdasarkan titik didih. Suhu kolom paling tinggi di bawah dan makin rendah ke atas; fraksi ringan diambil di atas, fraksi berat di bawah.

Langkah:

1. Rentang kerosin 150–250 °C.
2. Suhu titik pengambilan: K3 = 140 °C (masih rentang nafta), K4 = 205 °C, K5 = 300 °C (rentang solar).
3. Titik yang suhunya di dalam 150–250 °C adalah K4.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ K1 (40 °C) adalah puncak kolom untuk gas dan nafta ringan.
- **B.** ✗ K2 (95 °C) berada di rentang nafta.
- **C.** ✗ Jebakan: K3 terletak di tengah kolom, tetapi suhunya 140 °C masih di rentang nafta.
- **D.** ✓ Suhu 205 °C berada di rentang kerosin 150–250 °C.
- **E.** ✗ Jebakan: K5 (300 °C) berada di rentang solar.

Jawaban: D.

No. 3 Kunci: A, E

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

Konsep: Produk hulu: minyak mentah, gas bumi, kondensat. Produk antara: hasil olahan yang masih menjadi bahan baku (nafta, etilena). Produk hilir: siap dipakai (BBM, avtur, pelumas, LPG kemasan).

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

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Keduanya hasil langsung kegiatan eksplorasi dan produksi.

• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: nafta berasal dari kilang, tetapi masih menjadi bahan baku pabrik petrokimia → produk antara.

• **Pernyataan 3** ✗ Solar siap dipakai konsumen → produk hilir.

• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: etilena masih diolah lagi menjadi biji plastik → produk antara.

• **Pernyataan 5** ✓ Avtur dipakai langsung sebagai bahan bakar pesawat.

Jawaban: pernyataan 1, 5.

Latihan sub bab 5.2

No. 1 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Fluida yang lebih ringan naik atau mengapung; yang lebih berat turun atau tenggelam. Gas bumi lebih ringan dari udara, LPG lebih berat dari udara, minyak dan kondensat lebih ringan dari air.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** Berat jenis 0,65 < 1 → lebih ringan dari udara.

• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: LPG lebih berat dari udara (1,8) sehingga berkumpul di dekat lantai; detektor dipasang rendah.

• **Pernyataan 3 → Benar.** Massa jenis 0,72 kg/L lebih kecil dari air (1 kg/L).

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 2 Kunci: A, D

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

Konsep: Sifat fluida: massa jenis dan derajat API (minyak ringan → API tinggi), viskositas (kekentalan, turun bila dipanaskan), titik tuang (suhu terendah minyak masih mengalir).

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Makin kecil massa jenis, makin besar derajat API.

• **Pernyataan 2** ✗ Viskositas M2 paling besar (450 cP) sehingga paling sulit dipompa.

• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: M3 memang encer pada 40 °C, tetapi titik tuangnya 36 °C, di atas 24 °C, sehingga dapat berhenti mengalir.

• **Pernyataan 4** ✓ Viskositas minyak turun bila suhunya naik.

• **Pernyataan 5** ✗ Massa jenis keduanya lebih kecil dari air (1 kg/L) sehingga mengapung.

Jawaban: pernyataan 1, 4.

Latihan sub bab 5.3

No. 1 Kunci: E

Konsep: Uji banding alat ukur tekanan: bacaan alat dibandingkan dengan alat standar pada tekanan yang sama, setelah satuannya disamakan, lalu selisihnya dibandingkan dengan toleransi.

Langkah:

1. G1: 51 − 50 = +1 psi → layak.
2. G2: 3,2 × 14,5 = 46,4 psi → selisih −3,6 psi → tidak layak.
3. G3: 340 : 6,9 ≈ 49,3 psi → selisih −0,7 psi → layak.
4. G4: 3,7 × 14,5 ≈ 53,7 psi → selisih +3,7 psi → tidak layak.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: G3 dianggap salah karena angkanya (340) jauh dari 50, padahal satuannya kPa.

• **B.** ✗ Jebakan: angka 3,2 bar dikira dekat dengan 50 psi tanpa diubah satuannya; G2 = 46,4 psi, selisih 3,6 psi.

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

- **C.** ✗ G4 = 53,7 psi, selisih 3,7 psi melebihi toleransi.
- **D.** ✗ Keduanya justru yang tidak layak.
- **E.** ✓ Hanya G1 (+1 psi) dan G3 (−0,7 psi) yang selisihnya dalam ±2 psi.

Jawaban: E.

No. 2 Kunci: E

Konsep: Alat ukur suhu: termometer kaca dan bimetal (dibaca di tempat), termometer inframerah (pengukuran sesaat), termokopel/RTD dengan transmitter (sinyal dikirim ke ruang kontrol untuk pemantauan dan alarm).

Langkah:

1. Syarat: terbaca terus-menerus 2 km jauhnya + alarm otomatis.
2. Perlu sensor yang sinyalnya dikirim ke ruang kontrol → termokopel/RTD + transmitter.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: sensornya tepat, tetapi layar di lokasi tidak terbaca di ruang kontrol 2 km jauhnya.
- **B.** ✗ Jebakan: tahan lama dan umum di lapangan, tetapi tetap harus dibaca di tempat.
- **C.** ✗ Pengukuran sesaat oleh operator, tidak terus-menerus.
- **D.** ✗ Hanya menunjukkan perubahan warna di lokasi.
- **E.** ✓ Sinyalnya dikirim terus-menerus ke ruang kontrol dan dapat memicu alarm.

Jawaban: E.

Latihan sub bab 5.4

No. 1 Kunci: C

Konsep: Tabel kalibrasi tangki mengubah tinggi cairan menjadi volume. Tinggi hasil pengukuran adalah tinggi total cairan (minyak di atas air); volume minyak = volume pada tinggi total − volume air bebas di dasar.

Langkah:

1. Tinggi total 200 cm → 31.400 L (minyak + air).
2. Air 20 cm → 3.140 L.
3. Minyak bersih = 31.400 − 3.140 = 28.260 L.
4. Cek ulang: baris 180 cm (tebal minyak 200 − 20 cm) juga 28.260 L karena penampang tangki tegak sama di setiap ketinggian.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: 3.140 L adalah volume air bebas di dasar, bukan minyak.
- **B.** ✗ Jebakan: tebal minyak 180 cm dibaca 28.260 L, lalu air dikurangkan lagi (28.260 − 3.140); air terkurangi dua kali.
- **C.** ✓ 31.400 − 3.140 = 28.260 L.
- **D.** ✗ Jebakan: volume total cairan, air belum dikurangkan.
- **E.** ✗ Jebakan: tinggi air ditambahkan (220 cm), padahal 200 cm sudah termasuk air.

Jawaban: C.

No. 2 Kunci: B

Konsep: Berat jenis (specific gravity) = massa jenis zat : massa jenis air. Massa minyak = BJ × 1 kg/L × volume. Muatan dibatasi oleh volume tangki DAN massa yang diizinkan.

Langkah:

1. Massa bila penuh: 0,88 × 24.000 = 21.120 kg > 20.000 kg → tidak boleh penuh.
2. Volume maksimum: 20.000 : 0,88 ≈ 22.727 L → sekitar 22.700 L.

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

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: 21.120 kg justru MELEBIHI batas 20.000 kg.
- **B.** ✓ 20.000 : 0,88 ≈ 22.727 L; pengisian sekitar 22.700 L aman.
- **C.** ✗ Volume memang muat, tetapi batas massa terlampaui.
- **D.** ✗ Jebakan: menganggap 1 L minyak = 1 kg (BJ diabaikan); muatan menjadi kurang dari kemampuan truk.
- **E.** ✗ Jebakan: mengalikan 20.000 × 0,88, padahal seharusnya dibagi.

Jawaban: B.

No. 3 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: Berat jenis (specific gravity) = massa jenis zat : massa jenis air. Dengan air 1 kg/L, berat jenis = massa (kg) : volume (L).

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 → Benar.** 190 − 18 = 172 kg; 172 : 200 = 0,86 → di dalam 0,84–0,88.
- **Pernyataan 2 → Benar.** 198 − 20 = 178 kg; 178 : 200 = 0,89 > 0,88.
- **Pernyataan 3 → Salah.** Jebakan: 184 − 18 = 166 kg; 166 : 200 = 0,83 < 0,84 → justru di bawah batas.

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

No. 4 Kunci: B

Konsep: Volume tangki silinder tegak = $\pi \times r^2 \times$ tinggi cairan; satuan m^3 diubah ke barel dengan mengalikan 6,29.

Langkah:

1. r = 6 : 2 = 3 m.
2. V = 3,14 × 3^2 × 4 = 113,04 m^3.
3. 113,04 × 6,29 ≈ 711 barel.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: diameter dipakai sebagai jari-jari (3,14 × 6^2 × 4 = 452,16 m^3 ≈ 2.844 barel).
- **B.** ✓ 3,14 × 9 × 4 = 113,04 m^3 × 6,29 ≈ 711 barel.
- **C.** ✗ Jebakan: π lupa dikalikan (9 × 4 = 36 m^3 ≈ 226 barel).
- **D.** ✗ Jebakan: hasil masih dalam m^3 (113), belum diubah ke barel.
- **E.** ✗ Jebakan: m^3 dibagi 6,29, padahal seharusnya dikali.

Jawaban: B.

Latihan sub bab 5.5

No. 1 Kunci: C

Konsep: Sistem utilitas meliputi listrik, udara tekan, uap, air pendingin, dan bahan bakar. Air pendingin menyerap panas dari pendingin kompresor dan mesin, lalu dilepas di menara pendingin; tanpa sirkulasi, suhu naik.

Langkah:

1. Listrik, udara instrumen, dan gas bahan bakar normal.
2. Pompa sirkulasi menara pendingin berhenti → air pendingin tidak mengalir ke pendingin antar-tahap.
3. Suhu gas naik → kompresor berhenti otomatis.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Data menyebut tekanan udara instrumen normal.
- **B.** ✗ Jebakan: pompa berhenti dapat dikira gangguan listrik, tetapi motor-motor lain dan penerangan menyala normal.

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

- **C.** ✓ Pompa sirkulasi berhenti sehingga panas tidak terbuang.
- **D.** ✗ Pasokan gas bahan bakar normal.
- **E.** ✗ Pendingin antar-tahap tidak memakai uap; tujuannya mendinginkan, bukan memanaskan.

Jawaban: C.

No. 2 Kunci: B, C, E

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

Konsep: Utilitas migas meliputi listrik, udara tekan, uap, air pendingin, bahan bakar, dan nitrogen. Nitrogen dipakai untuk membilas (purging) dan menyelimuti (blanketing) karena tidak terbakar, tetapi berbahaya bila terhirup di ruang tertutup karena menggeser oksigen.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: udara memang mendorong gas, tetapi selama itu terbentuk campuran gas-udara yang dapat meledak.
- **Pernyataan 2** ✓ Gas hidrokarbon diusir lebih dulu oleh gas tak terbakar sebelum udara masuk.
- **Pernyataan 3** ✓ Sisa nitrogen dapat membuat kadar oksigen rendah; uji oksigen memastikan udara layak dihirup.
- **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: nitrogen memang tidak beracun, tetapi menggeser oksigen sehingga orang dapat lemas mendadak.
- **Pernyataan 5** ✓ Semuanya disediakan unit utilitas untuk mendukung proses.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

Kuis Akhir Bab 5

No. 1 Kunci: A

Konsep: Produksi menyiapkan fluida sumur di lapangan: memisahkan fasa (gas, cairan, air), memanaskan emulsi, menyimpan, mengukur, dan mengirim, tanpa mengubah jenis zatnya. Pengolahan mengubah minyak mentah atau gas menjadi produk lain di kilang atau pabrik.

Langkah:

1. Ukuran yang diberikan soal: apakah jenis zat berubah menjadi produk lain?
2. Separator di lapangan hanya memisahkan fasa: gas tetap gas, cairan tetap cairan, sehingga ini produksi.
3. Perengkahan uap (etilena), pemisahan LPG, penyulingan kondensat, dan pencairan menjadi LNG menghasilkan produk baru, sehingga semuanya pengolahan.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Pemisahan fasa di lapangan tidak mengubah jenis zat; kegiatan ini produksi.
- **B.** ✗ Jebakan: nafta diubah menjadi zat baru (etilena) di pabrik petrokimia; itu pengolahan.
- **C.** ✗ Jebakan: sama-sama "memisahkan", tetapi hasilnya LPG, produk baru di pabrik; itu pengolahan.
- **D.** ✗ Jebakan: sama-sama "memisahkan", tetapi menyuling menghasilkan nafta dan solar; itu pengolahan.
- **E.** ✗ Jebakan: LNG adalah produk baru dari gas; pencairan termasuk pengolahan.

Jawaban: A.

No. 2 Kunci: 1B 2S 3S

Konsep: Produksi = menyiapkan dan mengirim fluida sumur tanpa mengubah jenis zat. Pengolahan = mengubah menjadi produk lain. Tempat dan alat (memakai panas, ada di perusahaan yang sama) tidak menentukan golongan.

Langkah:

1. Pernyataan 1: pemisahan fasa tidak mengubah zat → produksi → benar.

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

2. Pernyataan 2: pemanasan emulsi hanya melepas air → produksi, bukan pengolahan → salah.
3. Pernyataan 3: minyak menjadi solar = produk baru → pengolahan → salah.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Benar.** Pemisahan fasa hanya memisahkan; minyaknya tetap minyak mentah.
• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: panas dipakai untuk melepas air; hasilnya tetap minyak mentah, jadi tetap produksi.
• **Pernyataan 3 → Salah.** Jebakan: asal bahan tidak menentukan golongan; minyak mentah menjadi solar adalah produk baru, jadi pengolahan.

Jawaban: Benar, Salah, Salah.

No. 3 Kunci: 1S 2B 3B

Konsep: Titik nyala adalah suhu terendah di mana zat cair menghasilkan uap yang cukup untuk menyala bila ada sumber api. Bandingkan titik nyala dengan suhu zat atau suhu udara: suhu lebih tinggi berarti berbahaya; suhu lebih rendah berarti uap belum cukup. Titik nyala positif tidak menjamin aman.

Langkah:
1. Pernyataan 1: 34 °C < 48 °C → uap belum cukup menyala → salah.
2. Pernyataan 2: 60 °C > 48 °C → uap dapat menyala → benar.
3. Pernyataan 3: suhu < titik nyala → uap belum cukup → benar.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: 34 °C lebih rendah daripada 48 °C, sehingga uap belum cukup banyak untuk menyala; yang menentukan adalah perbandingan suhu dan titik nyala, bukan tanda positif.
• **Pernyataan 2 → Benar.** 60 °C di atas titik nyala 48 °C sehingga uapnya cukup untuk menyala.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Suhu di bawah titik nyala berarti uap belum cukup untuk menyala.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

No. 4 Kunci: D

Konsep: Kemudahan memompa ditentukan oleh kekentalan: makin kental, makin berat pompa bekerja. Massa jenis dan derajat API menyatakan berat atau ringannya minyak, bukan kemudahan mengalir.

Langkah:
1. Yang dibandingkan adalah kemudahan memompa pada suhu yang sama (40 °C).
2. Kekentalan X = 900 cP, Y = 25 cP → X jauh lebih kental.
3. Makin kental, pompa makin berat; massa jenis tidak menentukan hal ini.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: massa jenis dikira menentukan; justru Y bermassa jenis lebih besar tetapi lebih encer.
• **B.** ✗ Jebakan: sama-sama lebih ringan dari air tidak berarti sama kentalnya.
• **C.** ✗ Jebakan: Y memang lebih encer, tetapi alasan derajat API salah; derajat API X yang lebih tinggi karena massa jenisnya lebih kecil.
• **D.** ✓ Minyak X jauh lebih kental sehingga pompa bekerja lebih berat.
• **E.** ✗ Jebakan: pada 40 °C, di atas titik tuang yang mungkin, kekentalan sudah cukup untuk membandingkan; titik tuang bukan syaratnya.

Jawaban: D.

No. 5 Kunci: B, C, E

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

Konsep: Golongan produk ditentukan oleh penggunaannya, bukan oleh tempat pembuatannya atau bahan bakunya. Hasil langsung lapangan = hulu; hasil olahan yang masih menjadi bahan baku = antara; siap dipakai konsumen = hilir.

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

Langkah:

1. Tanyakan: hasil langsung lapangan? Gas bumi ya → hulu, bukan antara.
2. Bukan hasil langsung, masih diolah lagi? Metanol dan butiran polipropilena ya → antara.
3. Siap dipakai? Bensin dan karung plastik ya → hilir.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: gas bumi hasil langsung lapangan, jadi produk hulu walaupun dipakai pabrik.
• **Pernyataan 2** ✓ Metanol hasil olahan yang masih diolah pabrik perekat.
• **Pernyataan 3** ✓ Bensin langsung dipakai pengendara.
• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: wujud plastik tidak menentukan; butiran masih dibentuk menjadi karung, jadi produk antara.
• **Pernyataan 5** ✓ Karung plastik siap dipakai konsumen akhir.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

No. 6 Kunci: A, C, D

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

Konsep: Distilasi memisahkan menurut titik didih. Suhu paling tinggi di dasar kolom dan paling rendah di puncak; fraksi ringan diambil di atas dan fraksi berat di bawah. Produk di tiap titik ditentukan dengan mencocokkan suhu titik itu dengan rentang titik didih, bukan dengan letaknya.

Langkah:

1. S2 = 110 °C → rentang nafta (30–150) → pernyataan 1 benar.
2. S3 = 185 °C → rentang kerosin (150–250), bukan solar → pernyataan 2 salah.
3. S4 = 290 °C (solar) lebih tinggi daripada S3 = 185 °C (kerosin), lebih berat → pernyataan 3 benar.
4. S5 = 375 °C > 350 °C → residu → pernyataan 4 benar.
5. S1 = 40 °C paling dingin → produk paling ringan → pernyataan 5 salah.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Suhu 110 °C berada di rentang nafta 30–150 °C.
• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: letak di tengah kolom dikira menentukan; suhu 185 °C berada di rentang kerosin 150–250 °C.
• **Pernyataan 3** ✓ Makin ke bawah suhu makin tinggi dan produk makin berat; 290 °C berada di rentang solar.
• **Pernyataan 4** ✓ 375 °C berada di atas 350 °C, sehingga produk di dasar kolom adalah residu.
• **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: bagian puncak kolom paling dingin dan menghasilkan produk paling ringan, bukan paling berat.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 4.

No. 7 Kunci: A, B, D

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

Konsep: Berat jenis gas dibandingkan dengan udara (=1). Gas bumi (metana) lebih ringan dan naik; LPG, H_2S, dan CO_2 lebih berat dan menggenang di lantai, parit, atau cekungan. Detektor dipasang rendah untuk gas berat dan tinggi untuk gas ringan.

Langkah:

1. H_2S ±1,2 > 1 → lebih berat → detektor rendah: pernyataan 1 benar.
2. Metana < 1 → naik: pernyataan 2 benar.
3. Parit dan cekungan menampung gas berat: pernyataan 3 dan 5 salah.
4. CO_2 ±1,5 > 1 → berkumpul dekat lantai: pernyataan 4 benar.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ H_2S lebih berat dari udara sehingga berkumpul di tempat rendah.

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

• **Pernyataan 2** ✓ Metana lebih ringan dari udara.
• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: gas yang lebih berat dari udara turun dan menggenang di parit; gas tidak selalu naik.
• **Pernyataan 4** ✓ CO_2 lebih berat dari udara dan menumpuk di tempat rendah di ruang tertutup.
• **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: lebih berat walaupun sedikit tetap cenderung mengumpul di tempat rendah; gas tidak boleh dianggap menyebar merata di cekungan.

Jawaban: pernyataan 1, 2, 4.

No. 8 Kunci: B

Konsep: Desalter membuang garam dan air asin dari minyak mentah sebelum dapur dan kolom. Garam yang ikut dipanaskan sampai ratusan derajat membentuk kerak yang menyumbat pipa dapur dan menghasilkan asam yang mengkaratkan dapur dan kolom. Karena itu urutan: tangki → pemanas awal → desalter → dapur → kolom.

Langkah:
1. Suhu desalter ±120 °C, jauh di bawah suhu dapur ±350 °C → desalter harus lebih dulu.
2. Usul menaruh desalter sesudah dapur membuat garam ikut dipanaskan sampai ±350 °C.
3. Dampaknya: kerak di pipa dapur dan asam yang mengkaratkan dapur dan kolom, sehingga usul itu tidak tepat.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: panas dikira memudahkan pencucian, padahal desalter bekerja pada suhu hangat dan suhu dapur justru merusak.
• **B.** ✓ Garam yang dipanaskan sampai ±350 °C membentuk kerak dan asam; desalter harus mendahului dapur.
• **C.** ✗ Jebakan: kerusakan dikira hanya di kolom, padahal kerak dan asam sudah merusak dapur lebih dulu.
• **D.** ✗ Jebakan: garam dikira baru terkumpul di dasar kolom; kerusakan terjadi sebelum garam sampai di sana.
• **E.** ✗ Jebakan: desalter dikira pembersih akhir produk; ia membersihkan umpan sebelum diolah.

Jawaban: B.

No. 9 Kunci: C

Konsep: Golongan menurut penggunaan: yang masih diolah lagi sebelum sampai konsumen adalah produk antara, siapa pun yang mengolahnya. Nafta yang dicampur menjadi bensin masih diolah lagi, sehingga tetap produk antara; bensinnya yang produk hilir.

Langkah:
1. Penggunaan 1: nafta → etilena (diolah lagi) → antara.
2. Penggunaan 2: nafta → dicampur menjadi bensin (diolah lagi) → antara; bensin yang dijual ke SPBU baru produk hilir.
3. Golongan tidak bergantung pada siapa pengolahnya (pihak lain atau kilang yang sama).

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: tempat pembuatan dan penjualan dikira menentukan golongan; yang menentukan adalah penggunaan.
• **B.** ✗ Jebakan: nafta yang dicampur menjadi bensin dikira hilir; nafta itu masih diolah, bensinnya yang hilir.
• **C.** ✓ Nafta pada kedua penggunaan masih diolah lagi; hanya bensinnya yang siap dipakai.
• **D.** ✗ Jebakan: asal dari minyak mentah dikira membuatnya produk hulu; nafta hasil olahan kilang, bukan hasil langsung lapangan.

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

• **E.** ✗ Jebakan: golongan dikira bergantung pada siapa pemakainya; pengolahan sendiri tetap pengolahan lanjutan.

Jawaban: C.

No. 10 Kunci: E

Konsep: Pemisahan minyak-air bergantung pada selisih massa jenis, waktu, dan kestabilan emulsi. Pemanasan menurunkan kekentalan minyak sehingga butir air lebih mudah menyatu dan turun; suhu yang diturunkan mengembalikan kekentalan tinggi dan emulsi stabil. Bahan pemecah emulsi dan waktu tinggal membantu.

Langkah:

1. Perubahan satu-satunya: suhu 75 → 45 °C; hasilnya kadar air naik 0,5 → 4 %.
2. Suhu turun → minyak lebih kental → butir air sulit menyatu dan turun → emulsi sulit pecah.
3. Selisih massa jenis tidak berubah, sehingga bukan penyebab; tindakan yang benar mengembalikan suhu (atau memberi bahan pemecah emulsi).

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: laju alir yang lebih besar mempersingkat waktu pemisahan dan memperburuk keadaan.
• **B.** ✗ Jebakan: air tawar justru lebih lambat memisah karena selisih massa jenisnya dengan minyak lebih kecil.
• **C.** ✗ Jebakan: pendinginan menaikkan kekentalan, bukan membantu butir air mengumpul.
• **D.** ✗ Jebakan: selisih massa jenis besar benar, tetapi emulsi stabil pada suhu rendah tidak memisah sendiri.
• **E.** ✓ Penyebab perubahan hasil adalah suhu yang diturunkan; mengembalikannya menurunkan kekentalan dan memecah emulsi.

Jawaban: E.

No. 11 Kunci: B

Konsep: Rotameter adalah alat laju alir berupa pelampung dalam tabung kerucut tembus pandang; dibaca di tempat tanpa listrik dan cocok untuk tekanan rendah. Orifis dengan transmitter mengirim sinyal dan memerlukan listrik; pressure gauge mengukur tekanan; termokopel mengukur suhu; radar mengukur level.

Langkah:

1. Besaran yang diukur: laju alir cairan.
2. Syarat: dibaca langsung di lokasi, tanpa listrik, tekanan rendah (3 bar).
3. Rotameter memenuhi semua syarat itu.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: orifis memang mengukur laju alir, tetapi transmitter memerlukan listrik dan mengirim data, sedangkan syaratnya dibaca di lokasi tanpa listrik.
• **B.** ✓ Rotameter dibaca langsung di lokasi dan tidak memerlukan listrik.
• **C.** ✗ Jebakan: pressure gauge mengukur tekanan, bukan laju alir.
• **D.** ✗ Jebakan: termokopel mengukur suhu, dan sinyalnya dikirim ke ruang kontrol.
• **E.** ✗ Jebakan: radar dipakai mengukur level cairan, bukan laju alir di pipa.

Jawaban: B.

No. 12 Kunci: A, D, E

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

Konsep: Alat level untuk bejana bertekanan yang dibaca dari jauh: radar atau beda tekanan (bergantung pada massa jenis yang stabil). Ultrasonik terganggu busa, uap, dan perubahan tekanan. Gelas penduga bertekanan berkatup isolasi hanya sebagai pembanding visual di lokasi.

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

Langkah:

1. Syarat: tekanan 15 bar, busa dan uap, dibaca 400 m dari lokasi, alarm.
2. Radar dan beda tekanan memenuhi syarat; ultrasonik dan gelas penduga (sebagai alat utama) tidak.
3. Gelas penduga tetap berguna sebagai pembanding visual.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Radar memakai gelombang mikro yang kurang terpengaruh uap dan tekanan, dan sinyalnya dapat dikirim ke ruang kontrol.
• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: busa dan uap mengganggu pantulan gelombang suara; kecepatan suara juga berubah menurut suhu dan tekanan.
• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: gelas penduga hanya dibaca di lokasi; ia tidak mengirim sinyal.
• **Pernyataan 4** ✓ Gelas penduga memperlihatkan level langsung di lokasi bila dirancang untuk tekanan itu dan dilengkapi katup isolasi.
• **Pernyataan 5** ✓ Beda tekanan menunjukkan tinggi cairan bila massa jenis cairan tetap.

Jawaban: pernyataan 1, 4, 5.

No. 13 Kunci: D

Konsep: Orifis menghitung laju alir dari beda tekanan sebelum dan sesudah pelat. Beda tekanan itu disalurkan lewat sadapan ke transmitter. Bila sadapan tertutup, beda tekanan tidak terbaca dan alat menunjukkan nol walaupun aliran berjalan. Alat yang menunjukkan angka tidak cocok dengan keadaan lain dianggap diragukan, bukan dipercaya.

Langkah:

1. Data lain normal: tekanan 28 bar, kompresor berjalan, pembeli menerima gas → aliran sebenarnya ada.
2. Orifis membaca beda tekanan; sadapan tertutup sebagian → beda tekanan tidak sampai → bacaan nol.
3. Tindakan: buka katup isolasi sesuai prosedur dan bandingkan dengan data pembeli; kompresor tidak perlu dihentikan.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: bacaan alat dipercaya padahal data lain menunjukkan aliran berjalan; menghentikan kompresor merugikan.
• **B.** ✗ Jebakan: orifis lazim dipakai untuk gas bertekanan; masalahnya sadapan, bukan alatnya.
• **C.** ✗ Jebakan: mengganti pelat dengan rotameter tidak tepat; rotameter tidak untuk gas 28 bar dan penyebabnya bukan jenis alat.
• **D.** ✓ Bacaan nol disebabkan sadapan tertutup, bukan aliran berhenti; membuka katup sesuai prosedur memulihkan bacaan.
• **E.** ✗ Jebakan: tekanan pipa tidak menunjukkan laju alir; orifis justru bergantung pada beda tekanan.

Jawaban: D.

No. 14 Kunci: C

Konsep: Rentang gauge dipilih agar tekanan kerja berada di 25–75 % skala, dan untuk tekanan berdenyut tekanan kerja maksimum tidak melewati 50 % skala. Persentase = tekanan kerja ÷ skala penuh × 100 %.

Langkah:

1. Tekanan berdenyut: syarat 25 % ≤ 900 ÷ skala ≤ 50 %, sehingga skala harus minimal 900 : 0,5 = 1.800 kPa dan maksimal 900 : 0,25 = 3.600 kPa.
2. Periksa: 0–600 (150 %), 0–1.000 (90 %), 0–1.600 (56 %) melebihi 50 %.
3. 0–2.500 = 36 % memenuhi; 0–4.000 = 22,5 % kurang dari 25 %.
4. Hanya 0–2.500 kPa yang memenuhi.

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

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: 900 ÷ 1.000 = 90 %, jauh melewati 50 %; jarum hampir di ujung skala.

• **B.** ✗ Jebakan: skala 600 lebih kecil daripada tekanan kerja (150 %); jarum menabrak batas.

• **C.** ✓ 900 ÷ 2.500 = 36 %, di antara 25 % dan 50 %.

• **D.** ✗ Jebakan: 900 ÷ 1.600 = 56 % memenuhi aturan umum 25–75 %, tetapi tekanan berdenyut membatasi sampai 50 %.

• **E.** ✗ Jebakan: skala terlalu besar; 900 ÷ 4.000 = 22,5 %, kurang dari 25 %, sehingga jarum sulit dibaca teliti.

Jawaban: C.

No. 15 Kunci: A

Konsep: Membaca dial: lihat satuan, hitung nilai satu garis kecil (selisih dua angka berurutan dibagi jumlah bagian), tentukan angka terdekat di bawah jarum, lalu tambahkan. Bandingkan hasilnya dengan tekanan kerja maksimum dan setelan katup pengaman. Katup pengaman adalah perlindungan terakhir, bukan batas operasi.

Langkah:

1. Satuan: bar. Antara 25 dan 30 ada 5 bagian, sehingga 1 bagian = (30 − 25) : 5 = 1 bar.
2. Jarum 1 bagian di atas 25: 25 + 1 = 26 bar.
3. Bandingkan: 26 > 24 (batas kerja) dan 26 < 28 (setelan katup pengaman).
4. Tindakan: turunkan tekanan dan laporkan sebelum katup pengaman terpaksa membuka.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Pembacaan benar (26 bar) dan tekanan sudah melewati batas kerja 24 bar.

• **B.** ✗ Jebakan: pembacaan benar, tetapi menunggu katup pengaman berbahaya; katup itu perlindungan terakhir.

• **C.** ✗ Jebakan: satu bagian dibaca 0,2 bar padahal 1 bar, sehingga jarum dibaca 25,2.

• **D.** ✗ Jebakan: angka 30 dipakai sebagai awal lalu ditambah 1; jarum berada di atas 25, bukan di atas 30.

• **E.** ✗ Jebakan: salah menghitung satu bagian sehingga dibaca 27 bar; tindakannya benar tetapi pembacaannya keliru.

Jawaban: A.

No. 16 Kunci: A

Konsep: Volume silinder tegak = luas alas × tinggi; luas alas = $\pi \times r^2$ dengan r = diameter : 2. Hasil dalam m^3 diubah ke liter dengan dikali 1.000.

Langkah:

1. r = 4 : 2 = 2 m.
2. Luas alas = $3{,}14 \times 2^2 = 12{,}56\ m^2$.
3. Volume = $12{,}56 \times 2 = 25{,}12\ m^3$.
4. $25{,}12 \times 1.000 = 25.120$ liter.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ $12{,}56 \times 2 = 25{,}12\ m^3 = 25.120$ liter.

• **B.** ✗ Jebakan: diameter dipakai sebagai jari-jari ($3{,}14 \times 16 \times 2 = 100{,}48\ m^3$).

• **C.** ✗ Jebakan: π terlupa ($4 \times 2 = 8\ m^3 = 8.000$ liter).

• **D.** ✗ Jebakan: hasil dalam m^3 tidak diubah menjadi liter.

• **E.** ✗ Jebakan: m^3 dikali 10.000, bukan 1.000.

Jawaban: A.

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

No. 17 Kunci: D

Konsep: Pada genset terbatas, beban keselamatan dan kontrol dinyalakan lebih dulu. Jumlah daya semua beban yang menyala tidak boleh melebihi kapasitas; beban lain hanya ditambahkan bila masih muat. Menunda beban keselamatan demi menghemat daya salah.

Langkah:

1. Beban keselamatan: 10 + 8 + 30 + 55 = 103 kW.
2. 103 ≤ 120 → semuanya muat; sisa 17 kW.
3. Semua tujuh beban = 195 kW > 120 kW; empat keselamatan + pompa transfer = 163 kW > 120 kW.
4. Susunan yang memuat seluruh beban keselamatan dan muat adalah empat beban keselamatan saja (103 kW).

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: 195 kW melebihi 120 kW; genset kelebihan beban dan mati.
- **B.** ✗ Jebakan: 163 kW melebihi 120 kW, dan pompa transfer bukan beban keselamatan.
- **C.** ✗ Jebakan: jumlahnya aman (80 kW), tetapi pompa pemadam sebagai beban keselamatan tidak dinyalakan.
- **D.** ✓ Seluruh beban keselamatan menyala (103 kW) dan tidak melebihi 120 kW.
- **E.** ✗ Jebakan: kompresor udara instrumen termasuk beban keselamatan; menundanya membuat katup pneumatik kehilangan udara.

Jawaban: D.

No. 18 Kunci: E

Konsep: Pada pengukuran ullage, tinggi cairan (innage) = tinggi acuan − ullage. Air bebas di dasar dikurangkan karena bukan minyak. Volume minyak = luas alas × tinggi minyak, dengan luas alas = $\pi \times r^2$ dan r = diameter : 2.

Langkah:

1. Innage = tinggi acuan − ullage = 10,00 − 3,25 = 6,75 m (tinggi cairan total).
2. Tinggi minyak = 6,75 − 0,15 = 6,60 m.
3. r = 10 : 2 = 5 m; luas alas = $3{,}14 \times 5^2 = 78{,}5\ m^2$.
4. Volume minyak = $78{,}5 \times 6{,}60 = 518{,}1\ m^3$.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: air bebas tidak dikurangkan ($6{,}75 \times 78{,}5 = 529{,}9\ m^3$).
- **B.** ✗ Jebakan: air bebas ditambahkan ($6{,}90 \times 78{,}5 = 541{,}7\ m^3$).
- **C.** ✗ Jebakan: ullage dikira tinggi cairan ($3{,}25 \times 78{,}5 = 255{,}1\ m^3$), yaitu ruang kosong.
- **D.** ✗ Jebakan: diameter dipakai sebagai jari-jari ($3{,}14 \times 10^2 \times 6{,}60 = 2.072{,}4\ m^3$).
- **E.** ✓ Innage 6,75 m dikurangi air bebas 0,15 m = 6,60 m; $78{,}5 \times 6{,}60 = 518{,}1\ m^3$.

Jawaban: E.

No. 19 Kunci: C

Konsep: Rantai ketergantungan utilitas: pemanas tangki memerlukan uap; uap dibuat di ketel; ketel memerlukan bahan bakar. Gangguan ditelusuri dengan mencoret utilitas yang datanya normal dan mengikuti yang tidak normal sampai penyebab awal; tindakan memperbaiki penyebab, bukan gejala.

Langkah:

1. Gejala: minyak tidak mencair → pemanas kumparan tidak mendapat uap (header uap kosong).
2. Uap tidak ada karena ketel padam; ketel padam karena gas bahan bakar ke pembakar nol.
3. Gas bahan bakar nol karena kompresor gas bahan bakar berhenti; listrik dan udara instrumen normal, jadi bukan penyebabnya.
4. Tindakan: pulihkan kompresor gas bahan bakar lalu nyalakan ketel.

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

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: listrik dinyatakan normal; menyalahkan genset mengabaikan data.
• **B.** ✗ Jebakan: air pendingin tidak berhubungan dengan pemanasan tangki; pompa sirkulasi berjalan.
• **C.** ✓ Penyebab awal adalah hilangnya bahan bakar ketel; memulihkannya mengembalikan uap.
• **D.** ✗ Jebakan: kumparan dikira rusak, padahal tidak ada uap yang masuk; kumparan baru tetap tidak mendapat uap.
• **E.** ✗ Jebakan: udara instrumen dinyatakan normal; ia tidak menjadi penyebab uap tidak ada.

Jawaban: C.

No. 20 Kunci: B, D, E

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

Konsep: Massa jenis campuran = massa total ÷ volume total, dengan massa tiap cairan = massa jenis × volume. Rata-rata biasa hanya sama dengan hasil ini bila volume tiap cairan sama. Berat jenis = massa jenis campuran ÷ massa jenis air.

Langkah:

1. Massa X = 30.000 × 0,82 = 24.600 kg; massa Y = 10.000 × 0,90 = 9.000 kg; total 33.600 kg (pernyataan 2 benar).
2. Volume total 40.000 L; massa jenis = 33.600 : 40.000 = 0,84 kg/L (pernyataan 4 benar, 1 dan 3 salah).
3. Bila Y = 30.000 L: massa = 24.600 + 27.000 = 51.600 kg; 51.600 : 60.000 = 0,86 kg/L (pernyataan 5 benar).

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: rata-rata biasa hanya benar bila volume kedua minyak sama; di sini 30 m^3 dan 10 m^3.
• **Pernyataan 2** ✓ 30.000 L × 0,82 + 10.000 L × 0,90 = 24.600 + 9.000 = 33.600 kg.
• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: campuran lebih dekat ke massa jenis minyak yang volumenya lebih besar, yaitu X (0,82).
• **Pernyataan 4** ✓ 33.600 kg : 40.000 L = 0,84 kg/L; berat jenis 0,84 terhadap air.
• **Pernyataan 5** ✓ Dengan volume sama: (24.600 + 27.000) : 60.000 = 0,86 kg/L, sama dengan rata-rata biasa.

Jawaban: pernyataan 2, 4, 5.

No. 21 Kunci: B, C, D

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

Konsep: Pemakaian solar per jam = beban (kW) × pemakaian per kWh. Lama operasi = persediaan solar ÷ pemakaian per jam. Beban yang lebih besar menghabiskan solar lebih cepat, dan jumlah beban tidak boleh melebihi kapasitas genset.

Langkah:

1. 200 kW: 200 × 0,27 = 54 L/jam → 1.080 : 54 = 20 jam (24 jam salah).
2. 160 kW: 43,2 L/jam → 25 jam (benar).
3. 100 kW: 27 L/jam → 40 jam (benar).
4. Beban lebih besar → pemakaian lebih besar → lebih cepat habis (benar); 280 kW > 250 kW tidak boleh (salah).

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: pemakaian 200 × 0,27 = 54 L per jam, sehingga 1.080 : 54 = 20 jam.
• **Pernyataan 2** ✓ 160 × 0,27 = 43,2 L per jam; 1.080 : 43,2 = 25 jam.
• **Pernyataan 3** ✓ 100 × 0,27 = 27 L per jam; 1.080 : 27 = 40 jam.
• **Pernyataan 4** ✓ Pemakaian per jam sebanding dengan beban, sehingga lama operasi makin pendek.

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

• **Pernyataan 5 ✗** Jebakan: jumlah beban tidak boleh melebihi kapasitas; kelebihan beban dapat mematikan genset sehingga seluruh beban hilang.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 4.

No. 22 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: Volume pada suhu standar = volume terukur × faktor koreksi (diberikan). Minyak yang lebih panas daripada suhu standar sudah memuai, sehingga faktor kurang dari 1 dan volume standar lebih kecil.

Langkah:

1. Pernyataan 1: 12.000 × 0,9875 = 11.850 → benar.
2. Pernyataan 2: volume terukur (12.000) > volume standar (11.850) → tanpa koreksi pembeli kelebihan membayar 150 barel → benar.
3. Pernyataan 3: membagi dengan faktor salah arah → salah.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** 12.000 × 0,9875 = 11.850 barel.

• **Pernyataan 2 → Benar.** Minyak hangat sudah memuai; volume terukur 12.000 barel lebih besar daripada volume standar 11.850 barel.

• **Pernyataan 3 → Salah.** Jebakan: faktor dikalikan, bukan membagi; membagi menghasilkan sekitar 12.152 barel, lebih besar daripada volume terukur pada suhu yang lebih tinggi, tidak masuk akal.

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

No. 23 Kunci: B

Konsep: Volume minyak = luas alas × (tinggi cairan − air bebas). Pemuaian: $\Delta V = V_0 \times \beta \times \Delta T$, ΔT = suhu akhir − suhu awal. Volume akhir dibandingkan dengan batas isi aman (bukan kapasitas).

Langkah:

1. r = 3 m; luas alas = 3,14 × 9 = 28,26 m^2. Tinggi minyak = 4,20 − 0,20 = 4,00 m; V_0 = 28,26 × 4,00 = 113,04 m^3.
2. ΔT = 45 − 27 = 18 °C. ΔV = 113,04 × 0,0010 × 18 ≈ 2,03 m^3.
3. Volume siang = 113,04 + 2,03 ≈ 115,07 m^3.
4. Bandingkan dengan batas isi aman 115 m^3: 115,07 > 115 → tidak aman (hanya sedikit melebihi, tetapi batas tetap batas).

Analisis setiap opsi:

• **A. ✗** Jebakan: pemuaian diabaikan; volume pagi 113,04 m^3 memang di bawah 115, tetapi siang hari bertambah.

• **B. ✓** Volume siang 115,07 m^3 melebihi batas isi aman 115 m^3.

• **C. ✗** Jebakan: volume siang dibandingkan dengan kapasitas 120 m^3, bukan batas isi aman.

• **D. ✗** Jebakan: ΔT tidak dikalikan (113,04 × 0,0010 ≈ 0,11 m^3), sehingga pertambahan terlalu kecil.

• **E. ✗** Jebakan: air bebas tidak dikurangkan (4,20 × 28,26 = 118,69 m^3) dan pemuaian tidak dihitung.

Jawaban: B.

No. 24 Kunci: A, C, E

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

Konsep: Muatan truk dibatasi volume (kapasitas) dan massa (batas muatan bersih). Massa bila penuh = berat jenis × kapasitas (dalam L, hasil kg). Bila melebihi batas, volume maksimum = batas massa ÷ berat jenis.

Langkah:

1. T-1: 0,85 × 20.000 = 17.000 kg ≤ 17.500 kg → boleh penuh.
2. T-2: 0,85 × 18.000 = 15.300 kg > 15.000 kg → tidak boleh penuh; maksimum 15.000 : 0,85 ≈ 17.647 L.

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

3. T-3: 0,85 × 16.000 = 13.600 kg ≤ 14.000 kg → boleh penuh.
4. Total: 20.000 + 17.647 + 16.000 ≈ 53.647 L ≈ 53.600 L.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ 0,85 × 20.000 = 17.000 kg ≤ 17.500 kg.
- **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: massa penuh 0,85 × 18.000 = 15.300 kg melebihi batas 15.000 kg.
- **Pernyataan 3** ✓ 15.000 : 0,85 ≈ 17.647 L; dibulatkan ke bawah sekitar 17.600 L.
- **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: berat jenis diabaikan (1 L dianggap 1 kg); massa penuh 0,85 × 16.000 = 13.600 kg masih di bawah 14.000 kg, sehingga T-3 boleh penuh.
- **Pernyataan 5** ✓ 20.000 + sekitar 17.600 + 16.000 ≈ 53.600 L.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 5.

No. 25 Kunci: E

Konsep: Udara instrumen dikhususkan untuk aktuator pneumatik dan alat kontrol. Udara tekan tidak boleh dipakai membersihkan badan atau pakaian karena dapat melukai kulit, mata, dan telinga. Udara instrumen dan udara pabrik juga bukan udara pernapasan.

Langkah:

1. Bahaya: udara bertekanan 7 bar dapat melukai badan; mutu udara (bersih, kering) tidak menghilangkan bahaya itu.
2. Jaringan udara instrumen untuk alat kontrol, bukan untuk membersihkan badan.
3. Tindakan: melarang dan menjelaskan alasannya.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: kebersihan dan kekeringan udara dikira membuatnya aman bagi badan.
- **B.** ✗ Jebakan: tekanan yang diturunkan lewat katup tetap dapat melukai, dan jaringan instrumen tetap bukan untuk badan.
- **C.** ✗ Jebakan: bahaya dikira hanya mengenai mata; kulit dan telinga juga dapat terluka.
- **D.** ✗ Jebakan: udara instrumen dikira beracun; larangan berlaku karena tekanan dan peruntukan, bukan karena racun.
- **E.** ✓ Udara bertekanan dapat melukai badan, dan jaringan udara instrumen hanya untuk alat kontrol.

Jawaban: E.

Simulasi 1 — Prediksi TKA 2026

No. 1 Kunci: A

Konsep: Bekerja di ketinggian memerlukan full body harness yang dikaitkan ke titik angkur yang kuat di atas kepala (jarak jatuh pendek), helm bertali dagu agar tidak lepas, dan sarung tangan untuk pegangan.

Langkah:

1. Ketinggian 27 m dan menjangkau keluar pagar → harus memakai pengaman jatuh yang terkait.
2. Titik kait di atas kepala → jarak jatuh paling pendek.
3. Helm bertali dagu dan sarung tangan melengkapi.

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

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Harness penuh, angkur di atas, helm terikat, sarung tangan.

• **B.** ✗ Jebakan: sabuk pinggang tidak menahan tubuh dengan aman saat jatuh, dan pagar bukan angkur yang dirancang.

• **C.** ✗ Jebakan: titik kait di bawah kaki membuat jarak jatuh panjang dan hentakan keras.

• **D.** ✗ Pagar setinggi pinggang tidak melindungi saat menjangkau keluar.

• **E.** ✗ Helm tanpa tali dagu dapat lepas dan jatuh; tangan tanpa sarung tangan mudah tergelincir di pipa basah.

Jawaban: A.

No. 2 Kunci: C

Konsep: Harga jual dengan metode biaya plus: harga = total biaya + persentase laba × total biaya.

Langkah:

1. Total biaya = 1.800.000 + 600.000 + 200.000 = Rp2.600.000.
2. Laba = 25% × 2.600.000 = Rp650.000.
3. Harga = 2.600.000 + 650.000 = Rp3.250.000.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: biaya transport tidak dihitung (2.400.000 × 1,25).

• **B.** ✗ Jebakan: laba 25% hanya dihitung dari suku cadang (2.600.000 + 450.000).

• **C.** ✓ 2.600.000 × 1,25 = Rp3.250.000.

• **D.** ✗ Jebakan: transport dihitung dua kali (3.250.000 + 200.000).

• **E.** ✗ Jebakan: laba 25% dihitung dari harga jual (2.600.000 : 0,75).

Jawaban: C.

No. 3 Kunci: B, D, E

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

Konsep: Bahaya di area migas: fisik (panas, bising, radiasi, tekanan), kimia (zat beracun atau mudah terbakar), mekanik (bagian berputar, terjepit, benda jatuh). Pengendalian: isolasi energi yang dikunci dan diberi label, pelindung mesin, pengosongan tekanan, pengaturan kerja, dan APD.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: wujud gas tidak menentukan golongan; benzena adalah zat beracun → bahaya kimia.

• **Pernyataan 2** ✓ Bagian berputar dapat menarik pakaian atau tangan → bahaya mekanik.

• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: sakelar yang tidak dikunci dan diberi label dapat dinyalakan orang lain atau oleh sistem kontrol; isolasi energi harus dikunci (lockout/tagout).

• **Pernyataan 4** ✓ Panas lingkungan → bahaya fisik (tekanan panas).

• **Pernyataan 5** ✓ Mencegah semburan cairan dan uap kondensat saat pompa dibuka.

Jawaban: pernyataan 2, 4, 5.

No. 4 Kunci: 1S 2B 3B

Konsep: Energi lebih bersih di migas: mengurangi pelepasan metana (venting), mengurangi pembakaran rutin (flaring), dan memakai sumber tenaga yang lebih bersih untuk peralatan lapangan.

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

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: pembakaran menghasilkan CO2, tetapi metana yang dilepas langsung jauh lebih kuat memerangkap panas; membakar lebih baik daripada melepas.
• **Pernyataan 2 → Benar.** Gas bumi sebagian besar metana, gas rumah kaca yang kuat.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Penggeraknya tidak lagi memakai gas, dan panel surya cocok untuk lokasi tanpa PLN.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

No. 5 Kunci: C

Konsep: Petroleum system membutuhkan jalur migrasi dari batuan induk ke perangkap. Patahan yang menghadapkan lapisan pembawa (batupasir) dengan batuan kedap dapat menghentikan migrasi.

Langkah:

1. Dapur yang sama mengisi Struktur Timur → batuan induk matang dan menghasilkan minyak.
2. Struktur Barat punya reservoir dan penutup yang baik.
3. Patahan menghadapkan batupasir dengan serpih → jalan minyak ke barat tertutup.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Struktur Timur terisi minyak dari dapur yang sama, jadi batuan induk sudah matang.
• **B.** ✗ Data menyebut kedua struktur berbatupasir berpori.
• **C.** ✓ Minyak tidak dapat melewati patahan karena batupasir bertemu serpih kedap.
• **D.** ✗ Jebakan: kebocoran penutup memang dapat membuat sumur kering, tetapi data menyebut penutupnya serpih kedap dan tidak ada tanda bocor.
• **E.** ✗ Jebakan: patahan dapat menjadi jalan bocor, tetapi di sini patahan menghadapkan batupasir dengan serpih tebal sehingga justru menutup jalan minyak.

Jawaban: C.

No. 6 Kunci: C, E

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

Konsep: Jenis rig menurut lingkungan: rig darat (tanah keras), swamp barge (rawa, air 2–6 m, dikandaskan), jack-up (laut dangkal sampai ±100-an m), semi-submersible dan drillship (laut dalam).

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: air dangkal tetapi dasar lumpur lunak tidak dapat menahan rig darat tanpa pondasi khusus.
• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: jack-up memang untuk air dangkal laut, tetapi badannya terlalu besar untuk kanal sempit dan dasar lumpur lunak.
• **Pernyataan 3** ✓ Swamp barge dirancang untuk rawa: ditarik ke lokasi lalu dikandaskan dengan air pemberat.
• **Pernyataan 4** ✗ Drillship butuh perairan dalam; badan kapalnya tidak dapat masuk kanal 2–4 m.
• **Pernyataan 5** ✓ Barge harus dapat melewati kanal tanpa kandas atau tersangkut di belokan.

Jawaban: pernyataan 3, 5.

No. 7 Kunci: D

Konsep: Batuan sedimen: batupasir (butiran pasir), serpih (halus, berlapis), batugamping (berbuih dengan asam, sering berfosil). Batuan beku: kristal saling mengunci hasil pembekuan magma. Minyak umumnya ditemukan di batuan sedimen.

Langkah:

1. K1 batupasir, K2 serpih, K3 batugamping → sedimen.
2. K4 kristal kasar saling mengunci dan keras → batuan beku.

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

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Butiran pasir kuarsa → batupasir (sedimen).
- **B.** ✗ Halus dan berlapis → serpih (sedimen).
- **C.** ✗ Jebakan: berbuih dan keras, tetapi ada cangkang → batugamping (sedimen).
- **D.** ✓ Kristal saling mengunci dan sangat keras → batuan beku.
- **E.** ✗ K2 adalah serpih yang berlapis, bukan batuan beku.

Jawaban: D.

No. 8 Kunci: A, C, E

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

Konsep: Sembur alam terjadi bila tekanan reservoir di dasar sumur mampu mengangkat kolom cairan sampai ke separator. Bila tidak, diperlukan pengangkatan buatan (pompa angguk, ESP, gas lift, dan lain-lain).

Langkah:

1. J-1: 0,09 × 1.000 + 10 = 100 bar ≤ 110 → sembur alam.
2. J-2: 0,09 × 1.200 + 10 = 118 bar > 105 → perlu pengangkatan buatan.
3. J-3: 0,09 × 800 + 10 = 82 bar ≤ 90 → sembur alam.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ Butuh 0,09 × 1.000 + 10 = 100 bar ≤ 110 bar.
- **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: tekanannya memang paling kecil, tetapi sumurnya dangkal: butuh 0,09 × 800 + 10 = 82 bar ≤ 90 bar → masih mengalir sendiri.
- **Pernyataan 3** ✓ Butuh 0,09 × 1.200 + 10 = 118 bar > 105 bar.
- **Pernyataan 4** ✗ Butuh 90 + 25 = 115 bar > 110 bar → J-1 berhenti mengalir.
- **Pernyataan 5** ✓ Tekanan yang dibutuhkan berkurang sehingga selisihnya bertambah.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 5.

No. 9 Kunci: E

Konsep: Pada rig dengan top drive, top drive adalah komponen sistem putar yang memutar rangkaian pipa. Sistem angkat (drawworks, tali, block) dan sistem sirkulasi (pompa) bekerja terpisah.

Langkah:

1. Mengangkat normal → sistem angkat baik.
2. Pompa dan tekanan normal → sistem sirkulasi baik.
3. Pipa bebas tetapi tidak berputar → sistem putar (top drive).

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Rangkaian masih dapat diangkat-turunkan dengan bebas.
- **B.** ✗ Sirkulasi normal.
- **C.** ✗ Crown block bagian sistem angkat yang bekerja normal.
- **D.** ✗ Jebakan: BOP dapat menjepit pipa bila tertutup, tetapi pipa masih bebas bergerak naik-turun.
- **E.** ✓ Satu-satunya fungsi yang terganggu adalah putaran.

Jawaban: E.

No. 10 Kunci: E

Konsep: Mud logger bekerja di rig: mengambil dan memeriksa serbuk bor (jenis batuan), membaca alat deteksi gas, dan mencatat data pemboran secara bergiliran.

Langkah:

1. Ciri Wulan: mengamati batuan, teliti mencatat, alat deteksi gas, siap bergiliran di rig, tidak suka kerja fisik berat.
2. Profesi yang memeriksa serbuk bor dan membaca gas di rig → mud logger.

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

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Driller memimpin kru lantai bor dan tidak memeriksa batuan.
• **B.** ✗ Roustabout mengerjakan pekerjaan fisik umum.
• **C.** ✗ Jebakan: operator produksi juga membaca data, tetapi bekerja di fasilitas produksi, bukan memeriksa batuan di rig.
• **D.** ✗ Jebakan: petugas HSE memakai detektor gas, tetapi tidak mengamati batuan.
• **E.** ✓ Tugasnya memeriksa serbuk bor, membaca gas, dan mencatat data di rig.

Jawaban: E.

No. 11 Kunci: A

Konsep: Rig-down adalah kebalikan rig-up. Sebelum menara direbahkan, semua beban yang tersandar atau tergantung di menara (stand pipa, peralatan di papan) harus diturunkan; peralatan yang dibutuhkan untuk menurunkan menara (drawworks, tali bor, tenaga) tetap terpasang.

Langkah:

1. Stand pipa tersandar di menara → akan jatuh bila menara direbahkan.
2. Drawworks, tali bor, dan genset justru dibutuhkan untuk menurunkan menara.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Stand pipa harus diturunkan agar tidak jatuh saat menara direbahkan.
• **B.** ✗ Jebakan: tali bor justru dipakai untuk menurunkan menara.
• **C.** ✗ Jebakan: tampak aman, tetapi drawworks membutuhkan tenaga dari genset.
• **D.** ✗ Tangki dan pompa lumpur tidak menghalangi penurunan menara.
• **E.** ✗ Jebakan: tampak mengurangi bahaya, tetapi genset masih dibutuhkan untuk menggerakkan drawworks saat menara diturunkan.

Jawaban: A.

No. 12 Kunci: B

Konsep: Reaktivasi sumur dan kerja ulang adalah program menjaga ketersediaan minyak dari lapangan yang sudah ada. Dengan anggaran terbatas, prioritas diberikan kepada pekerjaan yang paling banyak menambah minyak.

Langkah:

1. P: 10 × 3 = 30 bph.
2. Q: 10 × 40 = 400 bph.
3. R + P: 6 × 25 + 4 × 3 = 162 bph; Q + R: 5 × 40 + 5 × 25 = 325 bph; R + Q: 6 × 25 + 4 × 40 = 310 bph.
4. Terbesar: seluruh kelompok Q.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: jumlah sumur banyak, tetapi kandungan airnya 98% sehingga hanya 30 bph.
• **B.** ✓ 10 × 40 = 400 bph, tambahan terbesar.
• **C.** ✗ Hanya 162 bph.
• **D.** ✗ Jebakan: tampak seimbang, tetapi 325 bph < 400 bph.
• **E.** ✗ Jebakan: semua sumur pompa rusak didahulukan, padahal 6 × 25 + 4 × 40 = 310 bph, masih di bawah 400 bph.

Jawaban: B.

No. 13 Kunci: B, C, D, E

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

Konsep: Mobilisasi: rig masuk ke lapangan. Moving rig: pindah antarsumur. Demobilisasi: rig-down, angkut keluar, kembalikan peralatan, dan pulihkan lokasi.

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

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: moving rig memindahkan rig antarsumur di lapangan yang sama; demobilisasi mengeluarkan rig dari lapangan setelah pekerjaan selesai.
• **Pernyataan 2** ✓ Rig harus dibongkar sebelum diangkut.
• **Pernyataan 3** ✓ Bagian dari demobilisasi agar tidak ada biaya sewa dan sengketa kondisi.
• **Pernyataan 4** ✓ Lumpur dan serbuk bor harus ditangani agar tidak mencemari lokasi.
• **Pernyataan 5** ✓ Pemulihan lokasi adalah bagian akhir demobilisasi.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 4, 5.

No. 14 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: 5R: Ringkas, Rapi, Resik, Rawat (membakukan dengan standar dan pemeriksaan), Rajin (membiasakan dengan disiplin).

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Benar.** Pemeriksaan rutin dengan standar menjaga hasil 5R (Rawat) dan membentuk kebiasaan (Rajin).
• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: tanpa pemeliharaan, bengkel kembali berantakan; 5R adalah kebiasaan berkelanjutan.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Rajin = disiplin menjalankan 5R sebagai kebiasaan.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 15 Kunci: B

Konsep: Sistem tenaga adalah salah satu dari lima sistem pemboran; ia memasok daya untuk sistem angkat, putar, dan sirkulasi. Jumlah mesin yang dinyalakan disesuaikan dengan beban yang bekerja bersamaan.

Langkah:
1. Membor: 2 × 800 + 400 + 200 = 2.200 kW → 2 genset (2.000 kW) kurang → 3 genset.
2. Cabut pipa: 900 + 200 = 1.100 kW → 1 genset (1.000 kW) kurang → 2 genset.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: lupa beban peralatan lain atau salah satu pompa; 2.000 kW < 2.200 kW.
• **B.** ✓ 3.000 kW ≥ 2.200 kW dan 2.000 kW ≥ 1.100 kW dengan jumlah paling sedikit.
• **C.** ✗ Jebakan: beban lain 200 kW terlupa sehingga 1.000 kW dianggap memenuhi.
• **D.** ✗ Kedua kegiatan kekurangan daya.
• **E.** ✗ Saat cabut pipa satu genset menyala tanpa perlu, melanggar aturan "sesedikit mungkin".

Jawaban: B.

No. 16 Kunci: C

Konsep: Uap adalah utilitas pemanas yang umum: dialirkan dalam kumparan sehingga memanaskan tanpa bercampur dengan minyak. Nitrogen tidak memanaskan; isolasi hanya mengurangi kehilangan panas.

Langkah:
1. Minyak sudah membeku sebagian → perlu tambahan panas.
2. Ketel uap masih punya kapasitas → uap lewat kumparan (tidak bercampur).
3. Genset sudah penuh → pemanas listrik akan membebani berlebih.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: uap memang memanaskan cepat, tetapi uap yang mengembun menambah air ke dalam minyak, padahal pembeli menolak minyak berkadar air tinggi.
• **B.** ✗ Jebakan: pemanas listrik dapat memanaskan, tetapi genset sudah bekerja penuh.
• **C.** ✓ Uap memanaskan minyak melalui kumparan tanpa bercampur.

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

• **D.** ✗ Nitrogen dipakai untuk menyelimuti tangki, tetapi tidak menaikkan suhu minyak.
• **E.** ✗ Jebakan: isolasi mengurangi kehilangan panas, tetapi tidak mencairkan minyak yang sudah membeku.

Jawaban: C.

No. 17 Kunci: 1S 2S 3B

Konsep: Produk hulu: minyak mentah, gas bumi, kondensat. Produk antara: hasil olahan yang masih diproses lagi (nafta, pelumas dasar, etilena). Produk hilir: BBM, LPG kemasan, oli jadi, plastik jadi.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: wujudnya mirip bensin, tetapi kondensat adalah hasil langsung lapangan → produk hulu.
• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: berasal dari kilang, tetapi masih dicampur menjadi oli jadi oleh pembelinya → produk antara.
• **Pernyataan 3 → Benar.** LPG tabung langsung dipakai konsumen untuk memasak.

Jawaban: Salah, Salah, Benar.

No. 18 Kunci: A, B, D

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

Konsep: Separator memisahkan gas dan cairan berdasarkan perbedaan massa jenis dan tekanan. Gas terlarut dalam minyak lepas setiap kali tekanan diturunkan, sehingga pemisahan dibuat bertahap dari tekanan tinggi ke rendah.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✓ Kelarutan gas dalam minyak berkurang bila tekanan turun.
• **Pernyataan 2** ✓ Makin tinggi tekanan, makin banyak gas dapat terlarut dalam minyak.
• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: pada 30 bar masih banyak gas terlarut; bila langsung ke tangki, gas lepas sekaligus dan dapat membahayakan tangki.
• **Pernyataan 4** ✓ Gas bertekanan 30 bar perlu sedikit atau tanpa kompresi.
• **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: gas 5 bar sama dengan gas tahap 2, yang menurut kasus harus dimampatkan dulu dengan kompresor.

Jawaban: pernyataan 1, 2, 4.

No. 19 Kunci: B, D, E

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

Konsep: Fluida produksi terdiri atas minyak, gas, dan air formasi. Air formasi asin lebih berat dari air tawar dan dapat menimbulkan kerak dan korosi. Pemisahan minyak-air bergantung pada selisih massa jenis dan kestabilan emulsi.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: parafin berwarna gelap-lilin dan menempel di jalur minyak; kerak keras di pipa air berasal dari garam yang mengendap.
• **Pernyataan 2** ✓ Gaya yang memisahkan keduanya makin besar bila selisih massa jenisnya besar.
• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: air asin justru lebih berat sehingga selisih massa jenisnya dengan minyak lebih besar dan lebih cepat turun.
• **Pernyataan 4** ✓ Emulsi stabil perlu bantuan panas atau bahan kimia pemecah emulsi.
• **Pernyataan 5** ✓ Garam terlarut dapat mengendap sebagai kerak dan mempercepat korosi.

Jawaban: pernyataan 2, 4, 5.

No. 20 Kunci: D

Konsep: Pada penyelesaian sumur bercasing, perforasi dipilih hanya di zona yang ingin diproduksi. Membuka zona gas atau air membuat gas atau air ikut mengalir dan menurunkan produksi minyak.

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

Langkah:
1. P1 berada di zona gas (di atas batas gas–minyak).
2. P2 dan P3 berada di zona minyak.
3. P4 berada di zona air (di bawah batas minyak–air).

Analisis setiap opsi:
- **A.** ✗ P1 membuka tudung gas.
- **B.** ✗ P4 membuka zona air.
- **C.** ✗ Membuka gas dan air sekaligus.
- **D.** ✓ Keduanya berada di antara batas gas–minyak dan batas minyak–air.
- **E.** ✗ Jebakan: P3 benar, tetapi P4 sudah di bawah batas minyak–air.

Jawaban: D.

No. 21 Kunci: B

Konsep: Setelah casing disemen, lapisan minyak tertutup casing dan semen. Perforasi membuat lubang menembus casing dan semen sehingga fluida dapat masuk ke sumur.

Langkah:
1. Casing dan semen menutup lapisan.
2. Tanpa perforasi, fluida tidak punya jalan masuk.

Analisis setiap opsi:
- **A.** ✗ Ukuran flowline tidak berpengaruh bila fluida tidak masuk sumur.
- **B.** ✓ Perforasi membuka jalan dari lapisan ke dalam casing.
- **C.** ✗ Jebakan: lapisan bertekanan tinggi; masalahnya jalan masuk, bukan tenaga angkat.
- **D.** ✗ Menutup choke justru menghentikan aliran.
- **E.** ✗ Separator uji tidak membuat fluida masuk ke sumur.

Jawaban: B.

No. 22 Kunci: D

Konsep: Volume cairan di tangki silinder tegak = luas penampang × tinggi cairan. Kapasitas sisa dihitung dari selisih tinggi maksimum dan tinggi sekarang.

Langkah:
1. Selisih tinggi = 3,8 − 2,4 = 1,4 m.
2. Volume = 1,4 × 20 = 28 m^3 (kurang dari 30 m^3, jadi tidak semua kiriman dapat diterima).

Analisis setiap opsi:
- **A.** ✗ Jebakan: 3,8 × 20 adalah volume tangki pada tinggi maksimum, bukan sisa ruang.
- **B.** ✗ Jebakan: 2,4 × 20 adalah volume yang sudah ada.
- **C.** ✗ Jebakan: seluruh kiriman diterima; tinggi akhir menjadi 2,4 + 1,5 = 3,9 m, melebihi batas.
- **D.** ✓ (3,8 − 2,4) × 20 = 28 m^3.
- **E.** ✗ Jebakan: selisih tinggi belum dikalikan luas penampang.

Jawaban: D.

No. 23 Kunci: E

Konsep: Produksi: mengangkat dan memisahkan fluida sumur serta menyiapkan minyak mentah untuk dijual. Pengolahan: mengubah minyak mentah menjadi produk lain (BBM, pelumas, petrokimia).

Langkah:
1. Separator, heater treater, pompa, dan meter menangani minyak mentah tanpa mengubahnya menjadi produk lain → produksi.
2. Kilang mengubah minyak mentah menjadi solar → pengolahan.

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

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Pemisahan fasa termasuk produksi.

• **B.** ✗ Jebakan: pemanasan tampak seperti proses kilang, tetapi hanya memisahkan air dari minyak mentah.

• **C.** ✗ Pemompaan termasuk penanganan produksi.

• **D.** ✗ Pengukuran serah terima termasuk produksi.

• **E.** ✓ Minyak mentah diubah menjadi produk BBM.

Jawaban: E.

No. 24 Kunci: A

Konsep: Membaca alat ukur tekanan: tentukan nilai skala terkecil, baca posisi jarum, samakan satuan, lalu bandingkan dengan batas operasi. Katup pengaman adalah perlindungan terakhir, bukan batas kerja normal.

Langkah:

1. Skala luar: angka tiap 50 psi dengan 5 bagian → 1 bagian = 10 psi.
2. Jarum 2 bagian setelah 150 → 170 psi.
3. 170 : 14,5 ≈ 11,7 bar.
4. 11,7 bar > 10 bar batas kerja → tekanan harus diturunkan (misalnya mengurangi aliran masuk) dan dilaporkan.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Pembacaan benar dan tekanan sudah melewati batas kerja.

• **B.** ✗ Jebakan: pembacaan benar, tetapi katup pengaman bukan batas kerja; menunggu sampai katup membuka berbahaya.

• **C.** ✗ Jebakan: salah membaca satu bagian skala (160 psi ≈ 11,0 bar) dan menunda tindakan.

• **D.** ✗ Jebakan: angka 170 psi dibagi 10 seolah-olah bar.

• **E.** ✗ Jebakan: jarum dibaca 180 psi.

Jawaban: A.

No. 25 Kunci: B, C, E

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

Konsep: Tangki timbun: atap terapung untuk cairan mudah menguap (kondensat, minyak ringan); atap tetap dengan katup tekanan-vakum untuk cairan yang sulit menguap. Sil atap terapung dan katup tekanan-vakum perlu diperiksa berkala.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: tekanan memang tidak naik, tetapi uap kondensat terus keluar sehingga boros dan menimbulkan bahaya kebakaran.

• **Pernyataan 2** ✓ Atap menempel di permukaan cairan sehingga penguapan dan kehilangan uap kecil.

• **Pernyataan 3** ✓ Katup itu melepas tekanan berlebih dan memasukkan udara saat tangki dikosongkan.

• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: atap memang menempel, tetapi uap dapat lolos lewat sil yang aus atau rusak; sil harus diperiksa berkala.

• **Pernyataan 5** ✓ Penguapannya kecil sehingga tangki atap tetap dengan katup tekanan-vakum sudah sesuai.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

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

Simulasi 2 — Prediksi TKA 2026

No. 1 Kunci: A

Konsep: Operator slickline/wireline menurunkan alat ke dalam sumur memakai kawat atau kabel untuk memasang/mencabut sumbat, mengukur tekanan, atau membersihkan tubing, tanpa mencabut tubing.

Langkah:
1. Alat diturunkan memakai kawat baja tipis, tanpa rig dan tanpa mencabut tubing → pekerjaan slickline.

Analisis setiap opsi:
- **A.** ✓ Pekerjaan memakai kawat dari unit permukaan adalah pekerjaan slickline/wireline.
- **B.** ✗ Floorman bekerja di lantai rig, sedangkan pekerjaan ini tanpa rig.
- **C.** ✗ Mud engineer mengatur lumpur pemboran.
- **D.** ✗ Jebakan: operator produksi menjalankan sumur, tetapi tidak mengoperasikan unit kawat ke dalam tubing.
- **E.** ✗ Teknisi instrumen menangani alat ukur dan kontrol di permukaan.

Jawaban: A.

No. 2 Kunci: B

Konsep: Penanggulangan tumpahan minyak: (1) hentikan sumber, (2) batasi penyebaran (tanggul, boom), (3) kumpulkan minyak, (4) bersihkan dan pulihkan lingkungan, sambil melapor.

Langkah:
1. Minyak keluar terus → sumber harus dihentikan lebih dulu.
2. Parit menuju sungai 500 m → bendung parit dengan karung pasir sebelum minyak sampai sungai.

Analisis setiap opsi:
- **A.** ✗ Jebakan: kedua tindakan benar, tetapi urutannya terbalik; selama boom dipasang, sumber terus mengalir dan minyak belum sampai sungai.
- **B.** ✓ Menghentikan sumber lalu membatasi penyebaran sebelum minyak mencapai sungai.
- **C.** ✗ Pengerukan adalah tahap pemulihan, bukan langkah pertama.
- **D.** ✗ Menunggu membuat minyak terus mengalir ke sungai.
- **E.** ✗ Bahan pengurai tidak menghentikan kebocoran dan dapat mencemari air.

Jawaban: B.

No. 3 Kunci: B, D, E

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

Konsep: Tahapan industri migas: eksplorasi → produksi (pengangkatan dan pemisahan) → penyiapan di lapangan (pemisahan, pengeringan) → pengukuran serah terima → distribusi awal lewat pipa/kapal ke pembeli → pengolahan atau pemakaian di hilir.

Analisis setiap pernyataan:
- **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: gas memang dijual, tetapi gas bumi dari lapangan tetap produk hulu; pengalirannya ke pembeli adalah distribusi awal.
- **Pernyataan 2** ✓ Pengangkutan gas dari lapangan ke pembeli pertama adalah tahap distribusi awal.
- **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: PLTG memang butuh gas kering, tetapi gas harus kering sebelum masuk pipa 80 km agar pipa tidak berkarat dan tersumbat.
- **Pernyataan 4** ✓ Pemisahan fluida sumur adalah bagian kegiatan produksi (hulu).
- **Pernyataan 5** ✓ Tanpa pembeli lain dan tempat penampungan, gas tidak dapat disalurkan.

Jawaban: pernyataan 2, 4, 5.

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

No. 4 Kunci: E

Konsep: Keputusan menambah kapasitas usaha dinilai dari laba tambahan: tambahan pendapatan bersih dikurangi semua biaya tambahan.

Langkah:

1. Tambahan pendapatan bersih: 30 × 400.000 = Rp12.000.000.
2. Biaya tambahan: 9.000.000 + 1.000.000 = Rp10.000.000.
3. Laba tambahan: 12.000.000 − 10.000.000 = Rp2.000.000 per bulan → menguntungkan.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: biaya dilihat tanpa membandingkan dengan tambahan pendapatan.
- **B.** ✗ Jebakan: pendapatan tambahan belum dikurangi biaya sewa dan asuransi.
- **C.** ✗ Hitungan keliru; laba tambahan positif.
- **D.** ✗ Jebakan: biaya asuransi terlupa (12.000.000 − 9.000.000).
- **E.** ✓ 12.000.000 − 10.000.000 = Rp2.000.000 per bulan.

Jawaban: E.

No. 5 Kunci: C, E

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

Konsep: Komponen penyelesaian sumur: casing dan semen (penyekat lapisan), perforasi (jalan masuk fluida), tubing (jalur aliran), packer (penyekat annulus), dan SSSV (pengaman bawah permukaan).

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: packer justru menyekat ruang itu sehingga minyak mengalir lewat tubing.
- **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: mudah dirawat, tetapi SSSV justru dipasang di bawah permukaan agar tetap dapat menutup sumur bila kepala sumur atau platform rusak.
- **Pernyataan 3** ✓ SSSV adalah pengaman terakhir, misalnya bila platform rusak.
- **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: laju cairan memang bertambah, tetapi yang bertambah adalah air, bukan minyak.
- **Pernyataan 5** ✓ Ruang di atas packer terisi cairan pelindung, tidak dilalui fluida produksi.

Jawaban: pernyataan 3, 5.

No. 6 Kunci: A

Konsep: Mengisolasi peralatan produksi: buka jalur pintas lebih dulu agar aliran tidak terhenti, tutup katup masuk dan keluar peralatan, lalu kosongkan cairan dan buang tekanannya ke sistem tertutup.

Langkah:

1. V3 di jalur pintas → dibuka dulu agar minyak tetap mengalir ke tangki.
2. V1 (masuk) dan V2 (keluar) heater treater ditutup → heater treater terpisah dari kedua sisi.
3. V4 (drain tertutup) dan V5 (flare) dibuka untuk mengosongkan cairan dan membuang tekanan.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Jalur pintas dibuka dulu, heater treater diisolasi dua sisi, lalu dikosongkan.
- **B.** ✗ Jebakan: urutannya membuat aliran sempat terhenti saat V1 dan V2 tertutup sebelum V3 dibuka.
- **C.** ✗ V6 adalah katup masuk separator; menutupnya menghentikan seluruh aliran ke stasiun.
- **D.** ✗ Mengosongkan heater treater saat masih terhubung aliran membuat minyak terus terbuang ke drain dan flare.
- **E.** ✗ Jebakan: V2 masih terbuka sehingga minyak dari jalur ke tangki dapat mengalir balik ke heater treater.

Jawaban: A.

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

No. 7 Kunci: C

Konsep: Mobilisasi rig memindahkan seluruh peralatan rig ke wilayah kerja. Perencanaan angkut memperhitungkan berat total, batas muat sarana angkut, dan muatan tunggal terberat.

Langkah:

1. Total = 95 + 90 + 60 + 2 × 45 + 3 × 30 + 2 × 35 + 45 = 540 ton.
2. 540 : 120 = 4,5 → paling sedikit 5 perjalanan (tidak ada muatan tunggal di atas 120 ton).
3. Cek: (95), (90 + 30), (60 + 30 + 30), (45 + 45), (35 + 35 + 45) → 5 perjalanan.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Terlalu sedikit; 3 × 120 = 360 ton < 540 ton.
- **B.** ✗ Jebakan: 4,5 dibulatkan ke bawah; 4 × 120 = 480 ton < 540 ton.
- **C.** ✓ 540 : 120 = 4,5 → dibulatkan ke atas menjadi 5, dan susunan muatannya memungkinkan.
- **D.** ✗ Jebakan: terlalu banyak bila muatan digabung dengan baik.
- **E.** ✗ Jebakan: unit yang sejenis dihitung satu perjalanan per jenis muatan.

Jawaban: C.

No. 8 Kunci: A, C

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

Konsep: Bahaya pengangkatan: beban jatuh atau berayun (mekanik), sengatan listrik dari jaringan di dekatnya dan petir (fisik), crane terguling karena angin. Pengendalian: batas angin, jarak aman listrik, tali pemandu, dan larangan berada di bawah beban.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ Angin di atas batas membuat beban berayun dan crane dapat terguling.
- **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: helm tidak melindungi dari beban 8 ton yang jatuh; beban dipandu dengan tali dari samping.
- **Pernyataan 3** ✓ Listrik tegangan menengah dapat meloncat ke boom yang terlalu dekat.
- **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: syarat angin sesaat terpenuhi, tetapi petir di dekat lokasi juga menghentikan operasi crane yang tinggi berlogam.
- **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: pengalaman tidak mengubah jarak loncatan listrik; jarak aman tetap harus dijaga.

Jawaban: pernyataan 1, 3.

No. 9 Kunci: C

Konsep: Pompa rongga progresif (PCP) memindahkan fluida dalam rongga ulir yang bergerak; cocok untuk minyak kental, mampu menangani pasir, dan efisien di sumur dangkal dengan laju kecil-sedang.

Langkah:

1. Minyak sangat kental + pasir + dangkal + laju 150 bph.
2. Tidak ada gas bertekanan → gas lift gugur.
3. PCP cocok untuk minyak kental dan berpasir.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ ESP mudah aus oleh pasir dan kurang efisien untuk minyak sangat kental pada laju kecil.
- **B.** ✗ Tidak ada gas bertekanan.
- **C.** ✓ Sesuai untuk minyak kental yang berpasir, sumur dangkal, dan listrik tersedia.
- **D.** ✗ Jebakan: pompa angguk lazim di sumur dangkal, tetapi di sumur miring batangnya bergesekan dengan tubing, sulit turun di minyak sangat kental, dan pompanya aus oleh pasir.
- **E.** ✗ Sumur sudah tidak mengalir sendiri.

Jawaban: C.

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

No. 10 Kunci: A, D, E

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

Konsep: Titik nyala adalah suhu terendah zat cair menghasilkan uap yang dapat dinyalakan oleh sumber api. Makin rendah titik nyala, makin mudah terbakar.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Suhu udara jauh di atas titik nyala kondensat (−30 °C).
• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: bahaya nyala ditentukan titik nyala, bukan massa jenis; solar justru paling sulit menyala.
• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: titik nyala 20 °C berada di bawah 33 °C, sehingga uapnya dapat menyala.
• **Pernyataan 4** ✓ Kondensat paling mudah menghasilkan uap yang dapat menyala.
• **Pernyataan 5** ✓ Suhu udara masih di bawah titik nyala solar (60 °C).

Jawaban: pernyataan 1, 4, 5.

No. 11 Kunci: D

Konsep: H2S pada kadar tinggi dapat membuat orang pingsan seketika. Penolong harus memakai alat bantu napas mandiri (SCBA), bekerja berpasangan, dan membawa korban ke udara bersih di sisi datangnya angin.

Langkah:

1. 150 ppm sangat berbahaya → penolong wajib SCBA.
2. Bunyikan alarm agar bantuan datang, lalu tolong berpasangan.
3. Bawa korban ke sisi datangnya angin.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: menahan napas tidak menjamin penolong aman; banyak penolong menjadi korban kedua dengan cara ini.
• **B.** ✗ Jebakan: SCBA sudah tepat, tetapi menolong sendirian berbahaya; bila penolong terjatuh, tidak ada yang tahu dan menolongnya.
• **C.** ✗ Jebakan: tampak aman bagi penolong, tetapi korban dapat meninggal selama menunggu; dengan SCBA korban dapat segera ditolong.
• **D.** ✓ Penolong terlindungi dan korban cepat dipindahkan ke udara bersih.
• **E.** ✗ Semprotan air tidak menghilangkan bahaya H2S di sekitar korban.

Jawaban: D.

No. 12 Kunci: A

Konsep: Hilang lumpur (lost circulation) terjadi bila lumpur masuk ke lapisan retak atau sangat berpori. Tanda: volume tangki turun, aliran balik berkurang. Penanganan: kurangi tekanan (laju pompa) dan tambahkan bahan penyumbat (LCM).

Langkah:

1. Volume turun, aliran balik kecil, tidak ada aliran saat pompa mati → bukan kick, melainkan hilang lumpur.
2. Kurangi tekanan pada lapisan dan sumbat retakannya.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Mengurangi tekanan dan menyumbat retakan.
• **B.** ✗ Jebakan: tindakan untuk kick (volume naik dan sumur mengalir saat pompa mati); di sini sebaliknya, dan lumpur lebih berat memperbanyak lumpur yang hilang.
• **C.** ✗ Lumpur lebih berat menambah tekanan sehingga lebih banyak lumpur hilang.
• **D.** ✗ Pemboran lanjut tanpa sirkulasi yang baik berbahaya.
• **E.** ✗ Shale shaker bukan penyebab hilangnya lumpur.

Jawaban: A.

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

No. 13 Kunci: B

Konsep: Resik (membersihkan) juga berfungsi sebagai pemeriksaan: kebocoran, retak, atau kelainan lebih mudah terlihat pada peralatan yang bersih. Temuan harus ditandai dan dilaporkan untuk diperbaiki.

Langkah:

1. Ditemukan rembesan dan selang retak → kelainan peralatan.
2. Pompa sedang bekerja → jangan diperbaiki sendiri tanpa prosedur.
3. Tandai dan laporkan.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: area memang bersih, tetapi penyebab rembesan tidak tertangani.
- **B.** ✓ Temuan ditindaklanjuti dengan aman sesuai prosedur.
- **C.** ✗ Kelainan dapat memburuk sebelum jadwal tahunan.
- **D.** ✗ Bekerja pada sambungan bertekanan saat pompa berjalan berbahaya dan tanpa izin.
- **E.** ✗ Jebakan: membuang barang adalah Ringkas, tetapi selang itu bagian pompa yang masih dibutuhkan.

Jawaban: B.

No. 14 Kunci: C

Konsep: Separator datar memiliki permukaan cairan luas dan volume cairan besar sehingga cocok untuk cairan banyak, busa, dan pemisahan minyak-air (tiga fasa). Separator tegak cocok untuk fluida dominan gas dan lahan sempit.

Langkah:

1. Cairan banyak + busa + perlu pisah minyak-air → butuh permukaan dan volume cairan besar, tiga fasa.
2. Lahan luas → keunggulan hemat lahan tidak diperlukan.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: hemat lahan tidak dibutuhkan, dan dua fasa tidak memisahkan minyak dari air.
- **B.** ✗ Diameter kecil memberi permukaan cairan sempit untuk busa dan cairan sebanyak itu.
- **C.** ✓ Permukaan cairan luas, volume besar, dan memisahkan minyak-gas-air.
- **D.** ✗ Jebakan: pemasangan seri menambah tahap, tetapi bejana tegak dua fasa tetap berpermukaan cairan sempit dan tidak memisahkan minyak dari air.
- **E.** ✗ Jebakan: scrubber memang memisahkan cairan dari gas, tetapi dirancang untuk gas dengan sedikit cairan, bukan 8.000 barel cairan berbusa.

Jawaban: C.

No. 15 Kunci: A, B, E

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

Konsep: Peralatan yang dimobilisasi menyesuaikan risiko sumur. Sumur ber-H2S memerlukan detektor gas tetap, SCBA, penunjuk arah angin, pemisah gas lumpur, flare, dan titik kumpul.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ Titik-titik itu adalah tempat gas dari lumpur paling mungkin keluar.
- **Pernyataan 2** ✓ Alat bantu napas mandiri diperlukan bila kadar H2S tinggi.
- **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: kipas membantu menyebarkan gas, tetapi tidak memberi tahu kadar H2S dan dapat menjadi sumber api bila bukan jenis tahan ledak.
- **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: H2S memang dapat larut dalam air, tetapi masker kain basah tidak melindungi dari kadar H2S yang berbahaya.
- **Pernyataan 5** ✓ Gas dari lumpur dipisahkan dan dibakar jauh dari kru.

Jawaban: pernyataan 1, 2, 5.

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

No. 16 Kunci: E

Konsep: Tahapan pembentukan minyak: pengendapan bahan organik → penimbunan dan pematangan oleh suhu-tekanan → migrasi → terperangkap di reservoir di bawah batuan penutup.

Langkah:

1. Bahan asal mengendap dulu (Q).
2. Tertimbun dan matang (R).
3. Bermigrasi (S), lalu terkumpul di perangkap (P).

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Penimbunan tidak dapat terjadi sebelum bahan organiknya mengendap.
- **B.** ✗ Urutan awal terbalik.
- **C.** ✗ Minyak belum terbentuk sebelum lapisan tertimbun dan matang.
- **D.** ✗ Jebakan: minyak harus bermigrasi dulu sebelum dapat terkumpul di perangkap.
- **E.** ✓ Pengendapan → pematangan → migrasi → terperangkap.

Jawaban: E.

No. 17 Kunci: B, C, E

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

Konsep: Rig-up diakhiri pemeriksaan dan pengujian sebelum pemboran: struktur menara, rem dan sistem angkat, sistem sirkulasi, BOP, serta alat deteksi gas.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: BOP harus diuji sebelum dibutuhkan; kick dapat terjadi sebelum lapisan target.
- **Pernyataan 2** ✓ Sambungan menara menahan seluruh beban rangkaian pipa.
- **Pernyataan 3** ✓ Rem yang gagal menahan beban dapat menjatuhkan rangkaian.
- **Pernyataan 4** ✗ Detektor harus berfungsi dan terkalibrasi sejak awal.
- **Pernyataan 5** ✓ Kebocoran jalur bertekanan berbahaya dan mengganggu sirkulasi.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

No. 18 Kunci: D

Konsep: Substruktur adalah komponen utama rig darat yang menopang lantai bor; tinggi bebas di bawahnya harus muat untuk kepala sumur dan BOP. Cellar menambah ruang tegak dari bawah.

Langkah:

1. Ruang tersedia Rig P = 6,0 + 1,0 = 7,0 m ≥ 6,8 m → muat.
2. Rig P lebih murah dan lebih cepat siap → dipilih.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: cellar terlupa; Rig P juga memenuhi bila cellar dihitung.
- **B.** ✗ Cellar justru menambah ruang di bawah lantai bor.
- **C.** ✗ Mengurangi ram melemahkan pengendalian sumur.
- **D.** ✓ 7,0 m ≥ 6,8 m; lebih murah dan lebih cepat.
- **E.** ✗ BOP dipasang di kepala sumur di bawah lantai bor, bukan di atasnya.

Jawaban: D.

No. 19 Kunci: E

Konsep: Setelah stimulasi: sisa bahan kimia dialirkan balik ke tangki terpisah, dipantau sampai aman (pH mendekati netral), sumur diuji untuk menilai hasil, lalu dikembalikan ke jaringan produksi dan dipantau.

Langkah:

1. Sisa asam dikeluarkan ke tangki terpisah (P) sampai cairan aman (Q).

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

2. Hasil stimulasi diukur di separator uji (S).
3. Sumur dialihkan ke manifold produksi (R).

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Sisa asam akan masuk ke fasilitas produksi dan merusak peralatan.
• **B.** ✗ Sisa asam dialirkan ke produksi sebelum pH diperiksa.
• **C.** ✗ Sisa asam akan masuk ke separator uji.
• **D.** ✗ Jebakan: sumur langsung dialirkan ke produksi sehingga kenaikan laju minyak hasil stimulasi tidak terukur sendiri.
• **E.** ✓ Aliran balik → cek pH → uji → produksi.

Jawaban: E.

No. 20 Kunci: 1B 2S 3S

Konsep: Survei seismik laut: kapal menarik air gun dan streamer berisi hidrofon. Data dipakai memetakan struktur dan memilih lokasi sumur eksplorasi; kegiatan ini perlu dikoordinasikan dengan pengguna laut lain.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Benar.** Jaring dan perahu nelayan dapat tersangkut streamer; sosialisasi mencegah kecelakaan dan konflik.
• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: streamer sepanjang beberapa kilometer tidak dapat berbelok tajam; kapal harus berbelok dengan putaran lebar.
• **Pernyataan 3 → Salah.** Seismik menggambarkan bentuk lapisan; jenis fluida dibuktikan dengan pemboran dan uji sumur.

Jawaban: Benar, Salah, Salah.

No. 21 Kunci: 1S 2S 3B

Konsep: Produksi: mengangkat, memisahkan, dan menyiapkan minyak mentah. Pengolahan: mengubah minyak mentah menjadi produk lain seperti BBM, pelumas, dan aspal.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Salah.** Berpindah tempat bukan pengolahan; minyaknya tetap minyak mentah.
• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: mutu memang naik, tetapi minyaknya tetap minyak mentah; pemisahan air termasuk produksi.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Minyak mentah diubah menjadi produk lain (aspal).

Jawaban: Salah, Salah, Benar.

No. 22 Kunci: D

Konsep: Pengukuran ullage: tinggi cairan = tinggi acuan − ullage. Volume minyak = luas penampang × (tinggi cairan − tinggi air bebas).

Langkah:
1. Tinggi cairan = 12,00 − 3,40 = 8,60 m.
2. Tinggi minyak = 8,60 − 0,30 = 8,30 m.
3. Volume = 50 × 8,30 = 415 m^3.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: 12,00 × 50, yaitu volume bila tangki penuh sampai titik acuan.
• **B.** ✗ Jebakan: air bebas ditambahkan, bukan dikurangkan (8,90 × 50).
• **C.** ✗ Jebakan: air bebas belum dikurangkan (8,60 × 50).
• **D.** ✓ (12,00 − 3,40 − 0,30) × 50 = 415 m^3.
• **E.** ✗ Jebakan: ullage dikalikan luas (3,40 × 50), yaitu ruang kosong di atas cairan.

Jawaban: D.

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

No. 23 Kunci: B

Konsep: Laju alir gas di pipa bertekanan umum diukur dengan orifice meter: pelat berlubang menimbulkan beda tekanan yang sebanding dengan laju alir, lalu dikirim transmitter ke ruang kontrol.

Langkah:

1. Besaran yang diukur: laju alir gas, terus-menerus, dikirim ke ruang kontrol.
2. Orifice meter + transmitter memenuhi syarat itu.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: pressure gauge mengukur tekanan, bukan laju alir.
- **B.** ✓ Mengukur laju alir gas bertekanan dan sinyalnya dapat dikirim.
- **C.** ✗ Jebakan: rotameter memang mengukur laju alir, tetapi tabung kacanya tidak untuk gas bertekanan 30 bar dan dibaca di tempat.
- **D.** ✗ Jebakan: meter turbin memang mengukur laju alir, tetapi yang dipasang ini untuk cairan di jalur kondensat, bukan gas di pipa jual.
- **E.** ✗ Jebakan: sinyalnya dapat dikirim, tetapi yang diukur tekanan, bukan laju alir.

Jawaban: B.

No. 24 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Listrik adalah salah satu sistem utilitas. Saat daya terbatas, beban penting untuk keselamatan dan kontrol didahulukan, dan jumlah beban yang menyala tidak boleh melebihi kapasitas sumber.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 → Benar.** 20 + 15 + 45 = 80 kW ≤ 150 kW.
- **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: yang dibandingkan adalah jumlah semua beban: 20 + 15 + 45 + 90 + 40 = 210 kW > 150 kW.
- **Pernyataan 3 → Benar.** 80 + 40 = 120 kW ≤ 150 kW (sedangkan pompa transfer 80 + 90 = 170 kW tidak muat).

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 25 Kunci: B, C, D

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

Konsep: Produk hulu: minyak mentah, gas bumi, kondensat. Produk antara: hasil olahan yang masih diproses lagi (amonia, nafta, etilena). Produk hilir: siap dipakai (pupuk, BBM, LPG, plastik jadi).

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: gas bumi adalah hasil langsung lapangan → produk hulu, walaupun dipakai pabrik.
- **Pernyataan 2** ✓ Amonia masih menjadi bahan baku urea.
- **Pernyataan 3** ✓ Urea langsung dipakai petani.
- **Pernyataan 4** ✓ Hasil langsung kegiatan produksi.
- **Pernyataan 5** ✗ Asal bahan baku tidak menentukan; urea siap dipakai → hilir.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 4.

Simulasi 3 — Prediksi TKA 2026

No. 1 Kunci: D

Konsep: Toolpusher adalah pimpinan rig dari pihak kontraktor: mengatur kru, peralatan, dan perawatan rig untuk semua shift. Company man mewakili pemilik sumur; driller memimpin satu shift kru lantai bor.

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

Langkah:

1. Urusan kru dan peralatan rig adalah tanggung jawab kontraktor.
2. Mengatur untuk semua shift → pimpinan rig kontraktor, bukan pimpinan satu shift.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: company man memang berwenang di lokasi, tetapi mewakili pemilik sumur, bukan pengatur kru dan alat kontraktor.
- **B.** ✗ Derrickman adalah anggota kru.
- **C.** ✗ Jebakan: driller memimpin kru, tetapi hanya pada shift-nya dan tidak mengatur penggantian dari kantor.
- **D.** ✓ Toolpusher mengatur kru dan peralatan rig kontraktor di semua shift.
- **E.** ✗ Mud engineer mengurus lumpur pemboran.

Jawaban: D.

No. 2 Kunci: B

Konsep: Lama balik modal = jumlah modal yang dikeluarkan (termasuk pendapatan yang hilang) : tambahan laba per bulan.

Langkah:

1. Seluruh biaya = 18.000.000 + 2.000.000 = Rp20.000.000.
2. 20.000.000 : 3.000.000 ≈ 6,7 bulan → sekitar 7 bulan.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: laba yang hilang selama pelatihan tidak dihitung (18 : 3).
- **B.** ✓ (18 + 2) : 3 ≈ 6,7 → sekitar 7 bulan.
- **C.** ✗ Jebakan: dibagi laba biasa Rp2.000.000, bukan tambahan laba (18 : 2).
- **D.** ✗ Jebakan: modal benar, tetapi dibagi laba biasa (20 : 2).
- **E.** ✗ Jebakan: tambahan laba dianggap 3 − 2 = Rp1.000.000 per bulan.

Jawaban: B.

No. 3 Kunci: A

Konsep: APD untuk bahan korosif: goggle rapat ditambah pelindung wajah, sarung tangan dan baju tahan kimia, serta sepatu bot karet untuk genangan.

Langkah:

1. Percikan ke wajah dan mata → goggle + pelindung wajah.
2. Kontak tangan dan badan → sarung tangan karet tahan asam + baju tahan kimia.
3. Genangan → sepatu bot karet.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Semua item tahan asam dan melindungi mata, wajah, badan, dan kaki.
- **B.** ✗ Jebakan: hanya satu item keliru — kulit las tidak tahan asam.
- **C.** ✗ Pelindung wajah tanpa goggle masih membuka celah ke mata; katun dan kulit menyerap asam.
- **D.** ✗ Jebakan: kacamata biasa terbuka di sisi sehingga percikan dapat masuk ke mata.
- **E.** ✗ Masker debu tidak menahan uap asam, dan kacamata hitam tidak rapat.

Jawaban: A.

No. 4 Kunci: C, E

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

Konsep: Program menjaga ketersediaan migas: optimasi, kerja ulang, sumur sisipan, peningkatan perolehan (injeksi air, uap, kimia), dan eksplorasi. Untuk minyak berat, injeksi uap menurunkan kekentalan sehingga minyak lebih mudah mengalir.

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

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 ✗** Jebakan: choke besar memang menambah laju sesaat, tetapi tidak mengubah kekentalan minyak di reservoir.

• **Pernyataan 2 ✗** Jebakan: menutup sumur tidak menurunkan kekentalan minyak, dan minyak di sekitar sumur itu tidak terambil.

• **Pernyataan 3 ✓** Panas uap menurunkan viskositas minyak berat.

• **Pernyataan 4 ✗** Jebakan: pompa membantu mengangkat di dalam sumur, tetapi minyak di reservoir tetap sulit mengalir ke sumur.

• **Pernyataan 5 ✓** Menambah titik pengurasan di daerah yang belum terkuras.

Jawaban: pernyataan 3, 5.

No. 5 Kunci: B

Konsep: Batuan reservoir harus mampu menyimpan fluida (porositas) dan mengalirkannya (pori saling terhubung/permeabel). Porositas = volume pori : volume total.

Langkah:

1. A: 21,6 : 120 = 18% → terhubung → layak.
2. B: 19,5 : 150 = 13% → kurang dari 15%.
3. C: 14,4 : 80 = 18%, tetapi pori tidak terhubung → tidak layak.

Analisis setiap opsi:

• **A. ✗** Jebakan: volume pori B paling besar, tetapi porositasnya hanya 13% karena volume totalnya juga besar.

• **B. ✓** Hanya A yang porositasnya ≥ 15% dan porinya terhubung.

• **C. ✗** B dan C tidak memenuhi syarat.

• **D. ✗** Jebakan: porositas C memang 18%, tetapi porinya tidak terhubung.

• **E. ✗** Keduanya tidak memenuhi syarat.

Jawaban: B.

No. 6 Kunci: B, D, E

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

Konsep: Petroleum system: batuan induk (tempat minyak terbentuk), migrasi (jalan minyak), batuan reservoir (penyimpan), batuan penutup (penahan), dan perangkap (bentuk struktur yang mengumpulkan minyak).

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 ✗** Jebakan: sama-sama serpih, tetapi serpih hitam kaya organik yang matang adalah batuan induk.

• **Pernyataan 2 ✓** Serpih kedap tepat di atas batupasir menahan minyak agar tidak naik lebih jauh.

• **Pernyataan 3 ✗** Berisi minyak menunjukkan batuan reservoir; batuan induk adalah tempat minyak terbentuk.

• **Pernyataan 4 ✓** Patahan menghubungkan lapisan dalam dengan batupasir sehingga minyak dapat bergerak naik.

• **Pernyataan 5 ✓** Bentuk lengkung ke atas menahan minyak di bagian tertinggi di bawah penutup.

Jawaban: pernyataan 2, 4, 5.

No. 7 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Tahapan kegiatan migas: eksplorasi → deliniasi → rencana pengembangan → pembangunan fasilitas dan pemboran pengembangan → produksi → distribusi awal ke terminal/pembeli.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** Data deliniasi menjadi dasar rencana pengembangan.

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

• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: ukuran dan rute pipa bergantung pada rencana pengembangan; membangun lebih dulu berisiko salah ukuran.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Pengangkutan hasil lapangan ke titik serah atau terminal adalah distribusi awal.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 8 Kunci: A, C, E

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

Konsep: Jenis rig yang dimobilisasi disesuaikan dengan pekerjaan: rig pemboran untuk membuat lubang baru, rig perawatan sumur (well service/workover) untuk pekerjaan di sumur yang sudah ada, beserta peralatan pendukungnya.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 ✓** Rig perawatan sumur dirancang untuk cabut-pasang batang pompa dan tubing.
• **Pernyataan 2 ✗** Jebakan: tidak membor, tetapi sumur masih bertekanan; BOP tetap dipasang untuk mengendalikan sumur selama pekerjaan.
• **Pernyataan 3 ✓** Kepala kuda (horse head) menghalangi ruang kerja di atas kepala sumur.
• **Pernyataan 4 ✗** Jebakan: pekerjaan di dalam sumur memang butuh menara, tetapi rangkaian 900 m yang ringan cukup ditangani rig perawatan sumur.
• **Pernyataan 5 ✓** Mencegah semburan gas saat kepala sumur dibuka.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 5.

No. 9 Kunci: B, E

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

Konsep: Izin kerja panas mengendalikan bahaya kebakaran dan ledakan: pekerjaan hanya boleh dimulai bila semua syarat terpenuhi (isolasi, uji gas yang masih berlaku, penjaga api, APAR) dan izin sudah ditandatangani penerbit, untuk lokasi dan waktu yang tertulis.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 ✗** Jebakan: hasilnya memang aman, tetapi syarat izin meminta uji ulang setiap 2 jam; uji pukul 07.30 hanya berlaku sampai 09.30.
• **Pernyataan 2 ✓** Izin berlaku setelah disetujui dan ditandatangani penerbit izin.
• **Pernyataan 3 ✗** Izin hanya berlaku untuk lokasi dan pekerjaan yang tertulis (pipa P-12).
• **Pernyataan 4 ✗** Jebakan: APAR adalah alat, sedangkan penjaga api adalah orang yang mengawasi percikan; keduanya dipersyaratkan.
• **Pernyataan 5 ✓** Uji terakhir pukul 07.30 sudah lebih dari 2 jam.

Jawaban: pernyataan 2, 5.

No. 10 Kunci: A

Konsep: Moving rig terdiri atas rig-down, angkut, dan rig-up. Kegiatan yang tidak saling bergantung (persiapan lokasi) dapat berjalan bersamaan sehingga waktu pindah lebih singkat.

Langkah:
1. Hari 0 = pemboran Durian-1 selesai. Lokasi dimulai hari −1 → siap pada akhir hari 3.
2. Rig-down hari 0–2, angkut hari 2–3 → rig tiba akhir hari 3.
3. Kedua syarat terpenuhi akhir hari 3 → rig-up hari 3–6 → siap membor setelah 6 hari.

Analisis setiap opsi:
• **A. ✓** Lokasi dan rig sama-sama siap pada hari ke-3, lalu rig-up 3 hari.
• **B. ✗** Jebakan: persiapan lokasi dianggap baru dimulai saat pemboran selesai (siap hari ke-4).
• **C. ✗** Jebakan: angkut rig dianggap menunggu lokasi siap (2 + 3 + 3).

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

• **D.** ✗ Jebakan: sisa persiapan lokasi (3 hari) dikerjakan setelah rig tiba (2 + 1 + 3 + 3).
• **E.** ✗ Jebakan: semua kegiatan dijumlahkan berurutan (4 + 2 + 1 + 3).

Jawaban: A.

No. 11 Kunci: E

Konsep: Rig-up dimulai dari persiapan dasar: lokasi dipadatkan dan diratakan, papan alas (matting board) dipasang agar beban rig tersebar, baru substruktur, drawworks, dan menara dipasang.

Langkah:
1. Tanah lunak + beban ratusan ton → risiko amblas dan miring.
2. Padatkan, ratakan, pasang papan alas → beban tersebar.
3. Baru pasang substruktur dan peralatan lain.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: meratakan setelah substruktur diletakkan tidak mencegah amblas di bawah beban.
• **B.** ✗ Menara berdiri di atas substruktur, jadi tidak dapat didirikan lebih dulu.
• **C.** ✗ Jebakan: balok membantu, tetapi tanpa pemadatan dan alas yang merata beban tetap bertumpu pada beberapa titik dan dapat amblas.
• **D.** ✗ Jebakan: tampak aman, tetapi tanah dapat diperbaiki dengan pemadatan dan papan alas tanpa menunda berminggu-minggu.
• **E.** ✓ Dasar yang kuat disiapkan lebih dulu sebelum beban rig diletakkan.

Jawaban: E.

No. 12 Kunci: C

Konsep: Alur pengolahan minyak bumi: penampungan → pembuangan garam (desalting) → pemanasan di dapur → distilasi atmosferik → pengolahan lanjut. Garam dibuang lebih dulu agar tidak menimbulkan kerak dan karat di dapur dan kolom.

Langkah:
1. Desalter bekerja pada sekitar 120 °C, bukan 350 °C → letaknya sebelum dapur.
2. Garam yang ikut dipanaskan sampai 350 °C membentuk kerak dan asam penyebab karat.
3. Urutan: tangki → desalter → dapur → distilasi.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: pemanasan memang membantu, tetapi desalter bekerja pada suhu hangat; pada 350 °C garam sudah merusak dapur.
• **B.** ✗ Garam sudah merusak kolom sebelum dibuang.
• **C.** ✓ Garam dibuang pada suhu hangat sebelum dapur dan kolom.
• **D.** ✗ Garam merusak dapur dan kolom lebih dulu.
• **E.** ✗ Distilasi memerlukan minyak yang sudah dipanaskan di dapur.

Jawaban: C.

No. 13 Kunci: C

Konsep: Gas lift menyuntikkan gas ke tubing agar kolom cairan lebih ringan. Bila gas terbatas, gas diberikan ke sumur yang menghasilkan minyak bersih paling banyak.

Langkah:
1. G1: 400 × 0,5 = 200 bph; G2: 600 × 0,2 = 120 bph; G3: 350 × 0,9 = 315 bph.
2. Dua sumur terbesar: G3 (315) dan G1 (200) → 515 bph.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: laju cairan besar, tetapi G2 hanya 120 bph minyak (sisanya air); total 320 bph.
• **B.** ✗ Total 120 + 315 = 435 bph, lebih kecil dari G1 + G3.
• **C.** ✓ G1 + G3 = 515 bph, terbesar.

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

- **D.** ✗ Setiap sumur kekurangan gas sehingga tidak ada yang dapat mengangkat cairan.
- **E.** ✗ Membuang gas yang masih dapat dipakai menghasilkan 200 bph minyak.

Jawaban: C.

No. 14 Kunci: 1S 2B 3B

Konsep: Sifat fluida: massa jenis, berat jenis (terhadap air), dan derajat API. Minyak ringan bermassa jenis kecil dan berderajat API tinggi.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: massa jenis Y lebih besar → Y lebih berat → derajat API-nya lebih rendah.
- **Pernyataan 2 → Benar.** 0,82 : 1 = 0,82.
- **Pernyataan 3 → Benar.** 950 − 820 = 130 kg.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

No. 15 Kunci: 1S 2B 3S

Konsep: Komponen rig darat di sekitar lantai bor: rak pipa, catwalk, V-door, lantai bor, dog house, papan monyet, serta menara dengan crown block dan travelling block.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 → Salah.** Pipa naik ke lantai bor lewat catwalk dan V-door; papan monyet dipakai untuk mengatur stand saat cabut-masuk.
- **Pernyataan 2 → Benar.** Pipa didorong di catwalk lalu ditarik naik lewat bukaan V-door.
- **Pernyataan 3 → Salah.** Jebakan: letaknya memang di lantai bor, tetapi dog house adalah ruang kerja driller dan kru, bukan tempat pipa.

Jawaban: Salah, Benar, Salah.

No. 16 Kunci: B, C, E

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

Konsep: Sistem putar adalah salah satu dari lima sistem pemboran: meja putar, kelly bushing, kelly, swivel (atau top drive), rangkaian pipa, dan pahat.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: swivel justru memungkinkan kelly berputar sementara bagian atasnya dan rotary hose tetap diam.
- **Pernyataan 2** ✓ Itulah jalur putaran dari lantai bor ke rangkaian pipa.
- **Pernyataan 3** ✓ Rat hole adalah lubang di lantai bor untuk menyimpan kelly saat penyambungan.
- **Pernyataan 4** ✗ Top drive memutar rangkaian langsung dari atas sehingga kelly tidak diperlukan.
- **Pernyataan 5** ✓ Pemboran hanya dapat diteruskan sepanjang kelly sebelum pipa baru disambung.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

No. 17 Kunci: B

Konsep: Pemantauan produksi berkelanjutan memerlukan uji sumur berkala. Karena hasil uji jarang sama persis dengan pengukuran tangki, produksi dibagi (dialokasikan) sebanding dengan hasil uji setiap sumur.

Langkah:

1. Jumlah hasil uji = 450 + 300 + 500 = 1.250 bph.
2. Faktor alokasi = 1.000 : 1.250 = 0,8.
3. W2 = 300 × 0,8 = 240 bph.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: selisih 250 bph dibagi rata ke tiga sumur (300 − 83).

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

- **B.** ✓ 300 × 0,8 = 240 bph.
- **C.** ✗ Jebakan: hasil uji dipakai langsung tanpa alokasi.
- **D.** ✗ Jebakan: produksi tangki dibagi rata ke tiga sumur.
- **E.** ✗ Jebakan: faktor terbalik (300 × 1,25).

Jawaban: B.

No. 18 Kunci: E

Konsep: Ringkas memisahkan barang yang diperlukan dari yang tidak. Barang yang belum jelas diberi label merah dan ditaruh di area tampung sementara, lalu diputuskan: dipakai, dipindah ke bagian lain, dijual, atau dibuang.

Langkah:

1. Barang belum jelas manfaatnya → jangan langsung dibuang.
2. Beri label merah, pindahkan ke area tampung, putuskan bersama yang berwenang.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: gudang cepat lega, tetapi barang yang masih dibutuhkan bagian lain ikut terbuang.
- **B.** ✗ Gudang tetap penuh barang yang belum tentu diperlukan.
- **C.** ✗ Jebakan: gudang lega dan ada pemasukan, tetapi barang yang masih dibutuhkan bagian lain ikut terjual.
- **D.** ✗ Barang perusahaan tidak dibawa pulang.
- **E.** ✓ Barang dipisahkan dulu lalu diputuskan dengan jelas.

Jawaban: E.

No. 19 Kunci: D

Konsep: Casing yang disemen memisahkan lapisan; perforasi selektif membuka hanya lapisan yang ingin diproduksi. Lubang terbuka tidak dapat memisahkan gas dan air.

Langkah:

1. Gas di atas dan air di bawah → harus dipisahkan.
2. Casing disemen menyekat lapisan; perforasi hanya di lapisan minyak.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: murah dan sederhana, tetapi gas dan air ikut terbuka.
- **B.** ✗ Batuan kompak tidak membutuhkan penahan pasir.
- **C.** ✗ Hanya satu lapisan yang diproduksi.
- **D.** ✓ Semen menyekat lapisan dan perforasi hanya membuka minyak.
- **E.** ✗ Tanpa semen, gas dan air dapat mengalir di belakang casing ke perforasi.

Jawaban: D.

No. 20 Kunci: B, C, D

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

Konsep: Peralatan produksi di kepala sumur: kepala casing, kepala tubing dan tubing hanger, christmas tree (katup master, sayap, swab), choke (pengatur laju), dan alat ukur tekanan.

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

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: katup master memang di jalur aliran, tetapi dipakai buka-tutup penuh; laju alir diatur dengan choke.
• **Pernyataan 2** ✓ Rangkaian tubing tergantung pada tubing hanger.
• **Pernyataan 3** ✓ Kepala casing adalah dasar kepala sumur tempat casing digantung.
• **Pernyataan 4** ✓ Tekanan kepala sumur dipantau untuk mengendalikan sumur.
• **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: choke dapat memperkecil aliran, tetapi penutupan darurat dilakukan katup master atau katup pengaman, bukan choke.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 4.

No. 21 Kunci: E

Konsep: Gelas penduga menunjukkan tinggi cairan dan batas antarlapisan di dalam bejana. Batas minyak–air dijaga dengan mengatur aliran keluaran air: bila batas terlalu tinggi, air harus dikeluarkan lebih banyak.

Langkah:

1. Skala: angka tiap 20 cm, garis kecil tiap 10 cm.
2. Batas air (biru) dan minyak (kuning) berada pada garis 70 cm; batas minyak–gas pada 120 cm.
3. 70 cm > 50 cm → air terlalu tinggi → aliran keluaran air diperbesar (periksa katup pembuang air).

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: 120 cm adalah batas minyak–gas, bukan batas minyak–air.
• **B.** ✗ Jebakan: pembacaan benar, tetapi membuka keluaran minyak justru membuat air ikut keluar bersama minyak.
• **C.** ✗ Salah membaca skala.
• **D.** ✗ Salah membaca skala; batasnya 70 cm.
• **E.** ✓ Batas minyak–air 70 cm, di atas rentang 30–50 cm, sehingga air harus dikeluarkan lebih banyak.

Jawaban: E.

No. 22 Kunci: A

Konsep: Pemisahan minyak-air di separator mengandalkan gravitasi: butiran air turun lebih cepat bila selisih massa jenis besar dan minyak tidak kental. Pemanasan menurunkan kekentalan minyak sehingga air lebih mudah turun.

Langkah:

1. Selisih massa jenis kecil (0,07) dan minyak sangat kental → air turun lambat.
2. Waktu tinggal sudah maksimum → perlu mempercepat turunnya air.
3. Panas dari uap menurunkan kekentalan → air lebih cepat turun.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Kekentalan turun sehingga butiran air lebih cepat turun.
• **B.** ✗ Laju naik justru mengurangi waktu tinggal.
• **C.** ✗ Bejana lebih kecil mengurangi waktu tinggal.
• **D.** ✗ Jebakan: tekanan berpengaruh pada pelepasan gas, tetapi tidak mempercepat air turun di dalam minyak.
• **E.** ✗ Jebakan: air tidak membuat minyak lebih encer; air tawar justru memperkecil selisih massa jenis dengan minyak.

Jawaban: A.

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: Massa = massa jenis × volume. Massa jenis campuran dihitung dari massa total dibagi volume total (rata-rata tertimbang), bukan rata-rata biasa.

Langkah:

1. Massa minyak = 0,8 × 0,85 = 0,68 kg; massa air = 0,2 × 1,0 = 0,20 kg.
2. Massa total = 0,88 kg dalam 1 L → massa jenis campuran 0,88 kg/L.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: air lebih berat dari minyak, jadi campurannya (0,88 kg/L) lebih berat dari minyak (0,85 kg/L).
- **Pernyataan 2** ✓ 0,8 × 0,85 + 0,2 × 1,0 = 0,68 + 0,20 = 0,88 kg.
- **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: rata-rata biasa salah karena volume minyak dan air tidak sama; yang benar 0,88 kg/L.
- **Pernyataan 4** ✓ 0,8 × 0,80 + 0,2 = 0,84 kg/L, lebih kecil dari 0,88 kg/L.
- **Pernyataan 5** ✓ 0,8 × 0,85 = 0,68 kg.

Jawaban: pernyataan 2, 4, 5.

No. 24 Kunci: C

Konsep: Udara instrumen adalah utilitas yang harus kering dan bersih; air menyebabkan karat dan membuat katup serta alat kontrol tersendat. Pengering udara menjaga mutunya.

Langkah:

1. Air dan karat di jaringan → udara basah.
2. Penyebab: pengering udara rusak dan dilewati.
3. Perbaiki pengering dan buang air yang sudah masuk jaringan.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: katup memang bergerak lebih lancar sesaat, tetapi air dan karat terus masuk dari jaringan.
- **B.** ✗ Jebakan: katup baru akan tersendat lagi karena udaranya tetap basah.
- **C.** ✓ Penyebab dihilangkan dan air di jaringan dibuang.
- **D.** ✗ Jebakan: udara servis umumnya tidak dikeringkan untuk keperluan instrumen sehingga masalahnya sama.
- **E.** ✗ Jebakan: saringan debu menahan partikel, tetapi uap air tetap terbawa dan mengembun di jaringan.

Jawaban: C.

No. 25 Kunci: D

Konsep: Minyak memuai bila dipanaskan. Volume pada suhu standar = volume terukur × faktor koreksi; faktor kurang dari 1 bila suhu terukur di atas suhu standar.

Langkah:

1. Volume standar = 10.000 × 0,985 = 9.850 barel.
2. Cek: pada 35 °C minyak lebih memuai, jadi volume pada 15 °C harus lebih kecil dari 10.000.

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

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: volume dibagi faktor (10.000 : 0,985), padahal seharusnya dikali.
- **B.** ✗ Jebakan: volume tidak dikoreksi.
- **C.** ✗ Jebakan: koreksi hanya dipakai setengahnya.
- **D.** ✓ 10.000 × 0,985 = 9.850 barel.
- **E.** ✗ Jebakan: koreksi dikurangkan dua kali.

Jawaban: D.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Penutup

Kamu sudah sampai di akhir buku ini. Itu sendiri adalah bukti bahwa kamu mampu menepati janji belajarmu.

Lima strategi yang paling penting untuk TKA Teknik Perminyakan:

1. **Baca kasusnya dengan pensil.** Garis bawahi syarat, angka, satuan, dan keadaan lapangan seperti "tangki tertutup bertekanan", "angin bertiup dari barat", "tanpa listrik jaringan", "20 bar", atau "minyak 55 °C". Satu keadaan yang terlewat sering menjadi pembeda jawaban.
2. **Ikuti empat langkah: fakta → aturan → penerapan → periksa.** Tindakan yang benar aman bagi pekerja dan lingkungan, mengikuti urutan atau prosedur kerja yang benar, dan menyelesaikan **sebab** masalah, bukan hanya gejalanya. Pada soal urutan, tanyakan dua hal: tahap mana yang baru selesai, dan keputusan apa yang harus diambil sebelum langkah berikutnya.
3. **Hitung sendiri sebelum melihat pilihan.** Angka pengecoh sengaja dibuat dari kesalahan yang paling sering: air bebas di dasar tangki tidak dikurangkan, kapasitas dibaca sebagai batas aman, satuan bar dan psi tertukar, satu komponen biaya terlewat, atau pembulatan ke bawah.
4. **Bayangkan alurnya dan gambarlah.** Pada soal pemboran, produksi, dan pengolahan, gambarlah sketsa kecil: alur lumpur, susunan katup di kepala sumur, aliran di separator, atau urutan fraksi di menara distilasi. Sketsa yang kamu buat sendiri lebih kuat di ingatan.
5. **Pada soal pilih lebih dari satu dan Benar/Salah, nilai setiap pernyataan sendiri.** Jangan menebak jumlah jawaban yang benar. Pilih juga tindakan yang menghentikan sumber masalah lebih dulu, baru yang membatasi dan membersihkan dampaknya.

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: sembilan tahap kegiatan hulu, unsur petroleum system, lima sistem pemboran, urutan sumur siap produksi, alur kilang minyak, dan langkah menghitung volume minyak di tangki.
- 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.

Orang yang bekerja di dekat minyak dan gas belajar memeriksa dulu sebelum bertindak, dan menolak jalan pintas ketika keselamatan dipertaruhkan. Bawalah kebiasaan itu ke mana pun

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

kamu melangkah. Ilmu yang kamu kumpulkan hari ini adalah bekal yang kelak kamu persembahkan untuk keluarga, untuk rekan-rekan yang bekerja di lantai bor dan stasiun pengumpul, dan untuk negeri ini. Bekerjalah dengan sungguh-sungguh dan jujur, sepenuh hati dan segenap tenaga. Apa pun hasil ujianmu nanti, kesungguhan yang kamu bangun selama belajar akan tetap menjadi milikmu.

Selamat berjuang.

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; bila sebuah istilah dibahas di beberapa sub bab, yang dicantumkan adalah sub bab penjelasan utamanya.

Istilah	Arti	Sub bab
5R	budaya kerja penataan tempat kerja dari padanan 5S Jepang: Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin	2.5
5S	gerakan penataan tempat kerja dari Jepang (seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke) yang menjadi asal 5R	2.5
Administratif	pengendalian dengan mengubah cara kerja, misalnya prosedur, izin kerja, pelatihan, jadwal bergilir, dan rambu	2.4
Air bebas	air yang sudah memisah dan mengendap di dasar tangki; harus dikurangkan untuk memperoleh volume minyak bersih	5.4
Air formasi	air asin yang terperangkap di reservoir bersama minyak dan gas, lebih berat daripada air tawar dan minyak; menimbulkan kerak, karat, dan emulsi	5.2
Air gun	sumber getaran seismik laut berupa letusan udara bertekanan tinggi yang dilepaskan ke dalam air berulang-ulang	2.3
Air pendingin	air yang mengalir melalui pendingin peralatan, menyerap panas, lalu didinginkan di menara pendingin	5.5
Air pengganti	air yang menggantikan air yang menguap dari sistem air pendingin	5.5
Air terproduksi (produced water)	air yang ikut keluar dari sumur bersama minyak dan gas; mengandung sisa minyak dan garam tinggi	1.4
Aktuator pneumatik	penggerak katup yang bekerja dengan tekanan udara	5.5
Akumulator	unit tabung bertekanan yang menyimpan fluida hidraulik sehingga BOP tetap dapat menutup walaupun mesin dan listrik rig mati	3.5
Alat pelindung diri (APD)	perlengkapan yang dipakai di badan untuk mengurangi akibat bahaya yang masih tersisa; garis pertahanan terakhir	2.4
Alat yang diragukan	alat yang penunjukannya berbeda jauh dari alat lain dan harus dibandingkan serta diperiksa, bukan dipilih yang tampak benar	5.3

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

Alga	makhluk renik di air yang sisanya cenderung menghasilkan minyak dan gas	2.1
Aliran balik (flowback)	cairan yang keluar dari sumur setelah pekerjaan, misalnya sisa asam, yang ditampung terpisah sampai pH mendekati netral	4.3
Aliran silang (crossflow)	fluida dari lapisan bertekanan tinggi menekan masuk ke lapisan bertekanan rendah, bukan naik ke permukaan	4.2
Alokasi produksi	pembagian total produksi terukur di titik serah kepada tiap sumur secara sebanding dengan hasil ujinya	4.3
Amina	larutan penyerap yang menangkap H_2S dan CO_2 dari gas	5.1
Amonia	bahan yang dibuat dari hidrogen asal gas bumi dan menjadi bahan baku urea	5.1
Angkutan barang khusus	pengangkutan muatan yang melampaui batas ukuran biasa, misalnya rig; memerlukan rekomendasi instansi terkait dan pengawalan kepolisian	3.3
Annular preventer	bagian BOP paling atas dengan karet berbentuk donat yang merapat di sekeliling pipa berbagai ukuran	3.5
Annulus	ruang antara dinding lubang dan pipa bor, tempat lumpur naik membawa serbuk bor; pada gas lift, ruang antara tubing dan casing	3.5
Antiklin	lipatan lapisan yang melengkung ke atas, seperti punggung atap atau tutup mangkuk	2.2
APAR	alat pemadam api ringan; harus mudah terlihat dan terjangkau	2.5
Area tampung	tempat sementara bagi barang berlabel merah sebelum diputuskan nasibnya	2.5
Arus kas	catatan uang masuk dan uang keluar secara rutin	1.3
Asisten driller	pendamping driller yang menggantikan perannya dan sering memantau pompa lumpur dan alat pencegah semburan	1.2
Audit 5R	pemeriksaan berkala memakai daftar periksa dan skor, disertai tindak lanjut	2.5
Avtur	bahan bakar pesawat yang dibuat dari fraksi kerosin	5.1
Bagian berputar	poros, kopling, sabuk penggerak, dan meja putar yang dapat menarik pakaian atau tangan; dikendalikan dengan pelindung mesin	2.6
Bahan bakar utilitas	bahan bakar untuk mesin dan pemanas di stasiun, yaitu solar dan gas lapangan	5.5
Bahan kimia korosif	zat seperti soda api dan asam klorida yang membakar kulit dan merusak mata	2.6

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

Bahan kimia pemecah emulsi	bahan yang membantu butir air halus bergabung agar emulsi stabil terpisah	5.2
Bahan penyumbat (lost circulation material)	bahan yang ditambahkan ke lumpur untuk menyumbat retakan saat hilang lumpur	3.5
Bahaya (hazard)	sumber yang berpotensi menimbulkan cedera, sakit, atau kerusakan	2.6
Bahaya fisik	bahaya dari keadaan lingkungan kerja: bising, panas, getaran, pencahayaan buruk, lantai licin, dan ketinggian	2.6
Bahaya kimia	bahaya dari zat: gas beracun, uap hidrokarbon, bahan kimia korosif, dan gas lemas	2.6
Bahaya mekanik	bahaya dari benda yang bergerak atau menyimpan energi: bagian berputar, tekanan tersimpan, pengangkatan beban, benda jatuh	2.6
Baji (slips)	penjepit berbentuk baji yang dimasukkan ke lubang meja putar untuk menahan pipa sehingga berat rangkaian beralih dari hook ke meja putar	3.1
Baki (kolom distilasi)	sekat berlubang di dalam kolom, bersuhu makin rendah ke atas, tempat uap mengembun	5.1
Balok jungkat (walking beam)	balok yang berayun naik-turun pada pompa angguk	4.1
Bar	satuan tekanan; tekanan udara sekitar kita kira-kira 1 bar	4.1
Barel (bbl)	satuan standar perdagangan minyak, sama dengan 42 galon AS atau sekitar 159 liter; 1 m^3 sekitar 6,29 barel	5.4
Batang poles (polished rod)	batang yang turun ke kepala sumur dan tersambung ke rangkaian batang pompa	4.1
Batang pompa (sucker rods)	rangkaian batang yang menjulur lewat tubing ke pompa di dasar sumur	4.1
Batas aman beban	batas beban yang ditetapkan perusahaan, misalnya 75 persen dari kapasitas rig, sebagai cadangan terhadap gesekan atau pipa tersangkut	3.1
Batas berat, tinggi, dan lebar	tiga batas di sepanjang rute yang harus terpenuhi sekaligus oleh muatan: kekuatan jembatan, tinggi kabel atau jembatan layang, dan lebar jalan	3.3
Batas isi aman	volume maksimum pengisian yang lebih rendah daripada kapasitas karena disisakan ruang untuk pemuaian, buih, dan keselamatan	5.4
Batas muatan bersih	massa muatan terbesar yang diizinkan bagi truk tangki, di samping kapasitas volume tangkinya	5.4
Batuan beku	batuan yang terbentuk ketika magma membeku; kristalnya saling mengunci, keras, dan tidak berlapis	2.2
Batuan dasar	batuan beku keras di dasar cekungan; bila pahat menembusnya, pemboran biasanya dihentikan	2.2

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

Batuan induk (source rock)	batuan tempat minyak dan gas bumi terbentuk, yaitu serpih yang kaya sisa makhluk hidup	2.1
Batuan kompak	batuan sangat rapat yang mengalirkan fluida lambat	4.2
Batuan malihan (metamorf)	batuan yang terbentuk ketika batuan lain berubah oleh panas dan tekanan tinggi tanpa mencair, misalnya batugamping menjadi marmer	2.2
Batuan penutup (seal, cap rock)	batuan kedap di atas reservoir yang menahan minyak agar tidak naik terus	2.1
Batuan reservoir	batuan yang menyimpan dan mengalirkan minyak karena berpori dan pori-porinya terhubung	2.1
Batuan sedimen	batuan yang terbentuk dari bahan batuan lain yang lapuk, terangkut, diendapkan, lalu memadat; berlapis dan sering memuat fosil	2.2
Batugamping	batuan sedimen dari kalsium karbonat yang berbuih bila ditetesi asam klorida encer; menjadi reservoir bila berongga atau retak	2.2
Batulanau	batuan sedimen dengan butiran antara pasir dan lempung	2.2
Batupasir	batuan sedimen dari butiran pasir (kebanyakan kuarsa), berpori dan umumnya mengalirkan cairan dengan baik; reservoir paling umum	2.2
Bayangan alat	gambar bentuk alat pada papan sehingga alat yang belum kembali langsung terlihat	2.5
Beban prioritas	beban keselamatan dan kontrol (kontrol, penutup darurat, lampu darurat, kompresor udara instrumen, pompa pemadam) yang dinyalakan lebih dulu saat daya terbatas	5.5
Beda tekanan (ΔP)	selisih tekanan sebelum dan sesudah pelat orifis, atau antara dasar dan atas bejana, yang dipakai menghitung aliran atau level	5.3
Bell nipple	sambungan di puncak sumur tempat lumpur mengalir ke flowline	3.5
Benzena	uap hidrokarbon beracun dalam kondensat dan bensin yang dapat merusak darah dan menyebabkan kanker bila terpapar lama	2.6
Berat jenis (specific gravity, SG)	massa jenis zat dibandingkan dengan massa jenis air (atau udara bagi gas); tanpa satuan	5.2
Berat jenis gas	massa jenis gas dibandingkan dengan massa jenis udara pada suhu dan tekanan yang sama; gas bumi sekitar 0,55 naik, sedangkan LPG, H_2S, dan CO_2 lebih berat dan menggenang	5.2
Berat kolom cairan	beban pertama yang harus dikalahkan dorongan sumur; naik sekitar 0,08 sampai 0,09 bar per meter untuk minyak dan lebih besar bila banyak air	4.1

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

Biaya	seluruh uang yang dikeluarkan untuk menghasilkan jasa atau barang	1.3
Biaya tetap	biaya yang jumlahnya sama walaupun jumlah pekerjaan berubah, misalnya sewa bengkel dan gaji tetap	1.3
Biaya variabel	biaya yang berubah menurut jumlah pekerjaan, misalnya suku cadang, bahan bakar, dan upah per jam	1.3
Blind ram	sepasang blok baja tanpa lubang yang menutup rapat hanya bila tidak ada pipa di lubang	3.5
Blowdown	pembuangan sebagian air bergaram dari sistem air pendingin agar tidak mengerak	5.5
BOP (blowout preventer)	susunan katup raksasa di atas kepala sumur yang menutup sumur dengan cepat saat terjadi kick; terdiri dari annular, pipe ram, dan blind ram	3.5
BOSIET	pelatihan keselamatan dan evakuasi laut untuk bekerja di lepas pantai	1.2
Bot karet	sepatu untuk genangan atau bahan kimia	2.4
bph	barel per hari, satuan laju produksi minyak	1.5
BPH Migas	Badan Pengatur Hilir Migas, yang mengatur dan mengawasi sebagian kegiatan hilir	1.1
Busa	cairan berbusa yang terbawa ke saluran gas, salah satu gangguan separator	4.5
Cairan kerja	cairan di dalam sumur selama pengeboran dan penyelesaian, misalnya lumpur atau air asin, yang dapat menahan fluida lapisan sampai dikeluarkan	4.3
Cairan pemati (kill fluid)	cairan yang mengisi sumur agar tidak menyembur sebelum kepala sumur dibuka	3.2
Calon (lead)	bagian bawah tanah yang tampak sebagai perangkap tetapi datanya belum cukup	2.3
Carryover	cairan terbawa ke saluran gas ketika level cairan terlalu tinggi	4.5
Casing	pipa selubung yang dimasukkan untuk melapisi dinding lubang	3.1
Casing antara	casing pada sumur dalam yang melapisi lapisan bermasalah	3.5
Casing permukaan	casing yang melindungi lapisan air tanah dari pencemaran dan menjadi tempat BOP serta kepala sumur dipasang	3.5
Casing produksi	casing yang melapisi lubang sampai lapisan target dan menjadi saluran bagi pipa produksi	3.5
Catwalk	landasan datar di antara rak pipa dan rig	3.1

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

CCS (carbon capture and storage)	karbon dioksida ditangkap lalu disuntikkan ke batuan dalam bumi supaya tidak lepas ke udara; mahal dan belum dipakai di semua lapangan	1.4
Cekungan sedimen	daerah yang amblas perlahan sehingga menampung endapan dalam jumlah tebal	2.1
Cellar	lubang berdinding di permukaan tanah di bawah lantai bor, tempat casing pertama turun dan kepala sumur dipasang	3.1
Centipoise (cP)	satuan kekentalan; air pada suhu kamar sekitar 1 cP	5.2
Choke	lubang kecil yang ukurannya dapat dipilih di jalur aliran dekat kepala sumur untuk mengatur laju fluida yang boleh lewat	4.1
Christmas tree	rakitan katup di puncak kepala sumur yang mengatur dan mengamankan aliran	4.4
Company man	wakil perusahaan pemilik sumur di lokasi yang memastikan pekerjaan sesuai program, biaya, dan aturan keselamatan; tidak memimpin kru rig	1.2
Coning	pembentukan kerucut ketika tekanan di lubang menarik air dari bawah dan gas dari atas ke arah perforasi yang terlalu dekat kontak	4.2
Contoh inti	potongan batuan dari sumur yang diuji laboratorium untuk menilai porositas, keterhubungan pori, dan isi fluida	2.2
Coverall	baju kerja satu potong yang menutup lengan dan kaki	2.4
Cracking (perengkahan)	pengolahan lanjut yang memecah molekul besar dari fraksi berat menjadi molekul yang lebih kecil dan lebih berharga	5.1
Crown block	deretan roda tali yang terpasang tetap di puncak menara	3.1
Daftar periksa (checklist)	daftar yang memuat apa yang diperiksa, kapan, dan oleh siapa	2.5
Daftar periksa pra-bor (pre-spud checklist)	daftar periksa tertulis yang diisi dan ditandatangani setelah semua sistem diuji sebelum pemboran	3.4
Dapur (kitchen)	bagian cekungan tempat batuan induk terkubur cukup dalam sehingga sedang menghasilkan minyak	2.1
Dapur pemanas (furnace)	tungku yang memanaskan minyak mentah sampai sekitar 350 °C atau lebih agar hampir semua bagian yang bisa menguap menjadi uap	5.1
Darcy (milidarcy)	satuan permeabilitas; untuk batuan reservoir dipakai milidarcy	2.2
Dehidrasi gas	pembuangan uap air dari gas, biasanya dengan glikol, sesudah pembuang gas asam	5.1

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

Demobilisasi	memindahkan rig dan peralatannya keluar dari lapangan setelah seluruh pekerjaan selesai, termasuk mengembalikan peralatan sewa, menangani lumpur dan limbah, dan memulihkan lokasi	3.3
Derajat API	cara industri migas menyatakan ringan atau beratnya minyak; makin ringan minyak, makin besar derajat API	5.2
Derrick	menara kisi baja berkaki empat yang dirakit bagian demi bagian di tempat	3.1
Derrickman	pekerja di papan monyet yang mengatur ujung atas pipa dan biasa memantau lumpur serta pompa lumpur	1.2
Desalter	unit yang membuang garam dan air asin dari minyak mentah dengan air pencuci dan medan listrik; harus sebelum dapur dan kolom	5.1
Desander, desilter, dan degasser	alat yang memisahkan pasir dan lanau yang lebih halus serta membuang gas yang terbawa lumpur	3.5
Desibel A (dBA)	satuan tingkat bunyi	2.4
Detektor gas pribadi	alat kecil yang dijepitkan di pakaian dan membunyikan alarm bila kadar gas melewati batas	2.4
Dinamit	muatan kecil yang ditanam di lubang bor dangkal lalu diledakkan sebagai sumber getaran seismik di darat; berisiko dan perlu jarak aman serta izin khusus	2.3
Distilasi	cara memisahkan campuran cairan berdasarkan perbedaan titik didih	5.1
Dog house	ruang kerja driller dan kru di lantai bor; bukan tempat menyimpan pipa	3.1
Dolomit	batuan sedimen yang mirip batugamping	2.2
Double block and bleed	pengayaan: dua katup penutup dengan satu katup pembuang di antaranya untuk isolasi yang lebih aman	4.4
Drawworks	mesin penggulung (winch) terbesar di rig; drumnya menggulung dan melepas tali bor sehingga travelling block naik atau turun, dilengkapi rem yang sangat kuat	3.1
Drill collar	pipa baja tebal dan berat tepat di atas pahat yang menekan pahat ke batuan	3.5
Driller	juru bor, pemimpin kru pada satu giliran yang mengoperasikan drawworks	1.2
Eksploitasi	kegiatan mengambil migas dari lapangan yang sudah terbukti, mulai dari pemboran sumur pengembangan sampai produksi	1.1
Eksplorasi	kegiatan mencari dan membuktikan adanya migas, misalnya studi geologi, survei seismik, dan pemboran sumur eksplorasi	1.1

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

Elektrifikasi	penyambungan lapangan ke jaringan listrik agar mesin diesel tidak perlu menyala terus	1.4
Elevator	penjepit pipa yang digantungkan pada hook	3.1
Eliminasi	pengendalian dengan menghilangkan bahaya itu sendiri	2.4
Emulsi	campuran butiran air halus yang tersebar di dalam minyak dan sulit memisah sendiri	4.4
Endapan pasir (separator)	pasir yang mengendap di dasar bejana, mengurangi volume dan harus dikuras	4.5
Energi lebih bersih	cara yang melepaskan lebih sedikit gas rumah kaca dan pencemar per satuan energi daripada cara lama; bukan berarti nol dampak	1.4
Energi tersimpan	tekanan, cairan, pegas, atau gerak yang masih ada pada mesin yang sudah dimatikan	2.6
EOR	enhanced oil recovery: peningkatan perolehan lanjutan, misalnya uap atau bahan kimia	1.5
Etilena	molekul kecil hasil perengkahan nafta yang dirangkai menjadi polietilena	5.1
Evaluasi	tahap menghitung perkiraan jumlah migas, lajunya, dan kelayakan ekonominya	1.1
Evaporit	sedimen yang terbentuk ketika air asin menguap, misalnya garam batu dan gipsum; sangat kedap	2.2
Faktor alokasi	total terukur di titik serah dibagi jumlah hasil uji semua sumur	4.3
Faktor koreksi	angka pengali untuk mengubah volume terukur menjadi volume pada suhu standar; kurang dari 1 bila suhu terukur lebih tinggi daripada suhu standar	5.4
Faktor perolehan (recovery factor)	persentase minyak awal di reservoir yang dapat diproduksi	1.5
Fasa	bagian campuran yang terpisah jelas: gas, minyak, atau air	4.5
Fast line dan dead line	ujung tali bor yang ditarik atau dilepas drawworks (fast line) dan ujung yang diikat mati pada jangkar (dead line)	3.1
Flens buta	penutup yang dipasang pada pipa untuk menyumbatnya	2.4
Floorman (roughneck)	pekerja lantai bor yang memasang baji dan kunci pipa serta membersihkan lantai bor	1.2
Flowline (jalur produksi)	pipa yang menyalurkan fluida dari kepala sumur ke stasiun pengumpul; tiap sumur punya flowline sendiri	4.4
Flowline (lumpur)	pipa miring yang membawa lumpur dari puncak sumur menuju peralatan pembersih	3.5
Fluida formasi	gas, minyak, atau air yang berada di dalam batuan dan dapat mendesak masuk ke lubang saat kick	3.5

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

Fosil	sisa makhluk hidup yang sering terdapat dalam batuan sedimen	2.2
Foto kondisi baku	foto yang menunjukkan keadaan area seharusnya, dipasang sebagai standar	2.5
Fraksi	satu kelompok senyawa dengan rentang titik didih berdekatan yang diambil lewat pipa samping kolom	5.1
Fraksinasi NGL	pemisahan NGL di menara-menara menurut titik didihnya menjadi etana, propana, butana, dan nafta alam	5.1
Gas asam	karbon dioksida (CO_2) dan hidrogen sulfida (H_2S) dalam gas; H_2S beracun dan keduanya membuat pipa berkarat	5.1
Gas basah	gas dari sumur yang membawa banyak zat selain metana	5.1
Gas bebas	gas yang ikut masuk ke pompa dan mengganggu ESP, PCP, dan pompa angguk	4.1
Gas ikutan (associated gas)	gas yang ikut keluar bersama minyak, terutama terdiri dari metana	1.4
Gas jual	sisa gas yang kaya metana yang dialirkan lewat pipa untuk dijual	5.1
Gas lemas	gas tidak beracun yang mengusir oksigen dari udara, misalnya nitrogen, karbon dioksida, dan metana di ruangan tertutup	2.6
Gas lembam	gas yang tidak terbakar dan tidak menyokong pembakaran, misalnya nitrogen	5.5
Gas lift	pengangkatan buatan dengan menyuntikkan gas bertekanan ke tubing lewat annulus dan katup gas lift sehingga kolom cairan lebih ringan; wajib ada gas bertekanan dan kompresor	4.1
Gas lock	keadaan ketika gas bebas membuat katup pompa tidak membuka sehingga hanya sedikit cairan terangkat	4.1
Gas rumah kaca	gas hasil pembakaran bahan bakar fosil yang menjadi salah satu penyebab perubahan iklim	1.4
Gelas penduga (sight glass, gauge glass)	tabung tembus pandang yang tersambung ke atas dan bawah bejana sehingga tinggi cairannya sama dengan di bejana; dibaca di tempat	5.3
Gelombang (pengangkutan truk)	kelompok perjalanan truk yang berangkat bersamaan; jumlahnya dibulatkan ke atas	3.3
Genset	generator penghasil listrik yang digerakkan mesin diesel; rig biasanya punya beberapa dan menyalakan sesedikit mungkin sesuai beban bersamaan	3.5
Genset darurat	genset yang menyala otomatis bila listrik jaringan padam	5.5
Geophone	penerima getaran tanah yang ditancapkan ke tanah pada seismik darat	2.3

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

Giliran kerja (shift)	pembagian kerja bergantian siang dan malam di rig, biasanya dua belas jam per giliran	1.2
Glikol	larutan yang menyerap air dari gas pada unit dehidrasi	5.1
Goggle	kacamata rapat yang menutup seluruh sekeliling mata; wajib untuk percikan cairan, debu halus, dan bahan kimia	2.4
Gravel pack	penahan pasir berlapis: ruang di sekitar saringan diisi kerikil yang menahan pasir lapisan, sedangkan saringan menahan kerikil	4.2
Gravimeter	alat untuk mengukur variasi sangat kecil pada tarikan gravitasi bumi	2.3
Harga jasa	biaya total ditambah laba persen; harga = biaya × (1 + laba persen)	1.3
Harness (sabuk pengaman seluruh tubuh)	sabuk pengaman yang wajib dipakai pekerja di ketinggian	1.2
HAZOP	analisis bahaya terstruktur yang dikerjakan tim ahli dan berada di atas batasan TKA SMK	2.6
Header produksi	pipa induk manifold menuju separator produksi yang menerima campuran semua sumur	4.4
Header uji	pipa induk manifold menuju separator uji yang menerima satu sumur saja untuk diukur	4.4
Helm keselamatan	pelindung kepala dari benda jatuh dan benturan; untuk tempat tinggi dilengkapi tali dagu	2.4
Hidrofon	penerima yang peka terhadap perubahan tekanan air pada seismik laut	2.3
Hidrogen sulfida (H2S)	gas beracun tak berwarna yang berbau telur busuk pada kadar sangat rendah, sedikit lebih berat daripada udara, mudah terbakar, dan merusak penciuman pada kadar sekitar 100 ppm ke atas	2.6
Hierarki pengendalian	urutan cara mengendalikan bahaya dari yang paling kuat: eliminasi, substitusi, rekayasa teknik, administratif, lalu APD	2.4
Hilang lumpur (lost circulation)	lumpur mengalir ke lapisan retak atau sangat berpori; ditandai volume tangki turun dan tidak ada aliran saat pompa mati	3.5
Hilir (kegiatan usaha hilir)	kegiatan yang berintikan pengolahan, pengangkutan, penyimpanan, dan niaga (jual beli)	1.1
Hook (kait)	kait di bawah travelling block tempat rangkaian pipa tergantung	3.1
HSE	health, safety, and environment: kesehatan, keselamatan, dan lingkungan	1.2

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

Hulu (kegiatan usaha hulu)	kegiatan yang berintikan eksplorasi dan eksploitasi, termasuk pengolahan sederhana di lapangan	1.1
Hulu dan hilir peralatan (arah aliran)	hulu adalah sisi sebelum peralatan dan hilir sisi sesudahnya menurut arah aliran	4.4
Impeler	roda bersirip pada pompa bertingkat yang berputar cepat dan menaikkan tekanan cairan	4.1
Injeksi air (waterflood)	penyuntikan air ke reservoir lewat sumur injeksi untuk menjaga tekanan dan mendorong minyak ke sumur produksi	1.5
Injeksi gas	penyuntikan gas ke reservoir yang bekerja serupa dengan injeksi air	1.5
Injeksi uap (steam injection)	penyuntikan uap panas ke reservoir agar minyak berat menjadi lebih encer dan mudah mengalir	1.5
Innage	tinggi cairan diukur dari pelat dasar tangki ke permukaan cairan	5.4
Insinyur reservoir	insinyur perminyakan yang mempelajari perilaku migas di dalam batuan	1.2
Interval perforasi	bagian lapisan yang dilubangi; dipilih di dalam zona minyak dengan jarak aman dari kedua kontak	4.2
Inventaris di lokasi	pengecekan jumlah dan kondisi tiap modul terhadap daftar muatan saat diterima	3.3
IOR	improved oil recovery: peningkatan perolehan secara umum, termasuk injeksi air	1.5
Isolasi peralatan	pemisahan peralatan dari sumber fluida dan tujuannya dengan menutup katup terdekat di hulu dan hilir lalu membuang tekanan terperangkap ke tempat aman	4.4
IWCF dan IADC	lembaga yang menyelenggarakan pelatihan pengendalian sumur bagi driller	1.2
Izin kerja (permit to work)	dokumen resmi yang menyatakan pekerjaan apa, di mana, kapan, bahaya apa, dan syarat keselamatan apa sudah dipenuhi sebelum pekerjaan berbahaya dimulai	2.6
Izin masuk	izin tertulis yang mencatat siapa masuk, untuk apa, berapa lama, hasil uji gas, dan alat penyelamat	2.4
Jacket	kerangka baja anjungan tetap yang berdiri di dasar laut	3.2
Jack-up	rig berbadan tongkang dengan tiga atau empat kaki baja yang diturunkan sampai menancap di dasar laut lalu badannya dinaikkan di atas air; untuk air dangkal sampai sedang dan dasar laut kuat	3.2
Jalur beban	jalan aliran berat rangkaian pipa: hook, travelling block, tali bor, crown block, menara, substruktur, tanah	3.1

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

Jalur evakuasi	jalur keluar untuk menyelamatkan diri saat alarm yang harus selalu bebas dari barang	2.5
Jalur kritis	rangkaian kegiatan yang menentukan waktu total sebuah jadwal	3.3
Jalur migrasi	jalan yang dilalui minyak, yaitu batuan berpori yang pori-porinya terhubung atau patahan	2.1
Jalur pintas (bypass)	jalur di sekitar peralatan yang dibuka lebih dulu bila aliran harus terus berjalan saat peralatan diisolasi	4.4
Jarak jatuh bebas	jarak yang ditempuh tubuh sebelum tali menjadi kencang; umumnya dibatasi tidak lebih dari 1,8 m	2.4
Jari-jari	setengah diameter lingkaran	5.4
Jaringan produksi	flowline dari kepala sumur ke manifold produksi tempat sumur-sumur dialirkan	4.3
Jendela minyak (oil window)	rentang suhu sekitar 60 sampai 120 °C ketika kerogen terurai terutama menjadi minyak	2.1
K3	keselamatan dan kesehatan kerja; pekerja wajib mengikuti pelatihan dasar K3 migas sebelum bekerja di lokasi migas	1.2
Kacamata pengaman	kacamata dengan pelindung samping untuk serpihan dan debu kasar	2.4
Kadar air (water cut)	bagian air dalam fluida yang keluar dari sumur, yaitu volume air dibagi volume cairan total, dalam persen	4.3
Kadar ambang batas jangka pendek	batas kadar paparan singkat; untuk H2S 5 ppm menurut Permenaker 5/2018	2.6
Kadar oksigen cukup	udara dianggap cukup oksigen pada kira-kira 19,5% sampai 23%; di luar rentang itu berbahaya, termasuk untuk kerja panas	2.6
Kalibrasi	jasa yang memastikan alat ukur menunjukkan angka yang benar	1.3
Kantilever	lengan pada jack-up tempat menara bor dipasang agar lubang bor dapat berada di luar badan rig	3.2
Kantong angin (windsock)	kain berbentuk kerucut di tiang; mulutnya menghadap arah datangnya angin dan ujungnya menunjuk arah angin pergi	2.6
Kapal bor (drillship)	kapal dengan menara bor di tengah, mesin penggerak sendiri, dan moonpool; cocok untuk lokasi berjauhan dan laut dalam	3.2
Kapal tanker	kapal pengangkut minyak untuk jarak jauh dan lewat laut	1.1
Kapasitas beban angkat	berat terbesar yang boleh digantungkan pada hook sebuah rig	3.1
Kapasitas genset	daya terbesar dalam kilowatt (kW) yang boleh dibebankan pada genset; jumlah beban tidak boleh melebihinya	5.5

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

Kapasitas tangki	volume terbesar yang muat secara fisik di dalam tangki	5.4
Kartu pengamatan (hazard observation card)	kartu pendek untuk melaporkan tindakan atau kondisi tidak aman beserta tindakan yang diusulkan; bukan alat menyalahkan orang	2.6
Katup gas lift	katup kecil di kedalaman tertentu yang memasukkan gas dari annulus ke tubing	4.1
Katup isolasi	katup di ujung gauge atau gelas penduga agar dapat diganti tanpa menghentikan proses	5.3
Katup jalan (traveling valve)	katup bola pada torak yang tertutup saat langkah naik	4.1
Katup keselamatan bawah permukaan (SSSV)	subsurface safety valve: katup di dalam tubing yang ditahan terbuka oleh tekanan hidraulik dan menutup sumur sendiri bila peralatan permukaan rusak; dipasang di bawah permukaan	4.2
Katup kontrol	katup pengatur level, tekanan, atau aliran yang digerakkan aktuator pneumatik	5.5
Katup master	katup di jalur tegak christmas tree yang mengendalikan seluruh aliran sumur; dibiarkan terbuka penuh dan hanya dipakai untuk keadaan darurat atau perawatan bagian atas	4.4
Katup pengaman	katup di atas bejana yang melepas tekanan bila tekanan berlebih	4.5
Katup pengatur level	katup di saluran keluar cairan yang membuka atau menutup atas perintah pengendali level	4.5
Katup penutup darurat (shutdown valve)	katup pneumatik yang dirancang menutup sendiri ke posisi aman bila tekanan udaranya hilang	5.5
Katup sayap kill	katup di cabang seberang yang dipakai memompakan cairan ke dalam sumur, misalnya bahan kimia pencegah karat atau cairan pengendali sumur	4.4
Katup sayap produksi	katup di cabang samping menuju flowline yang dipakai menutup sumur sehari-hari	4.4
Katup swab	katup di puncak christmas tree yang membuka jalan vertikal ke dalam sumur bagi alat kabel baja	4.4
Katup tekanan–vakum	katup yang melepas tekanan berlebih saat tangki diisi dan memasukkan udara saat tangki dikosongkan	4.4
Katup tetap (standing valve)	katup bola di dasar tabung pompa yang terbuka saat langkah naik	4.1
Kegiatan sejajar	kegiatan yang tidak bergantung satu sama lain sehingga dapat dikerjakan bersamaan	3.3
Kekentalan (viskositas)	ukuran seberapa sulit fluida mengalir, dalam centipoise (cP); tidak sama dengan massa jenis dan menurun bila suhu naik	5.2

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

Kelas jalan	penggolongan jalan yang membatasi ukuran kendaraan, misalnya pada jalan kelas I lebar sekitar 2,5 m dan tinggi 4,2 m	3.3
Kelly	pipa berpenampang persegi atau segi enam di bagian paling atas rangkaian yang meneruskan putaran meja putar	3.5
Kelly bushing	bantalan di lubang meja putar yang mencengkeram kelly	3.5
Kelumpuhan penciuman	hilangnya kemampuan mencium H2S pada kadar sekitar 100 ppm ke atas	2.6
Kementerian ESDM	Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, yang menetapkan kebijakan dan wilayah kerja	1.1
Kepala casing	bagian kepala sumur tempat casing digantung dan ruang di antara casing disekat	4.4
Kepala tubing	bagian kepala sumur dengan penggantung tubing yang menahan rangkaian tubing	4.4
Kerak (di dapur)	endapan garam yang menyumbat pipa dapur dan mengurangi perpindahan panas	5.1
Kerja panas	pekerjaan yang menimbulkan percikan atau panas, seperti mengelas, memotong, dan menggerinda	2.6
Kerja ulang (workover)	pekerjaan perawatan di dalam sumur memakai rig perawatan atau peralatan khusus untuk memperbaiki masalah sumur	1.5
Kerogen	bahan organik yang terawetkan dalam batuan dan dapat menjadi minyak bila dipanaskan	2.1
Kerosin	fraksi dengan rentang titik didih sekitar 150–250 °C, bahan avtur dan minyak tanah	5.1
Ketel uap (boiler)	bejana tempat air dipanaskan oleh pembakaran bahan bakar sampai menjadi uap bertekanan	5.5
Kick	masuknya fluida formasi (gas, minyak, atau air) ke lubang karena tekanan formasi lebih besar daripada tekanan lumpur; ditandai volume tangki naik dan aliran tetap saat pompa mati	3.5
Kilang minyak	tempat minyak mentah diolah menjadi bensin, solar, avtur, LPG, dan produk lain	1.1
KKKS	Kontraktor Kontrak Kerja Sama: perusahaan yang menjalankan kegiatan hulu di sebuah wilayah kerja berdasarkan kontrak dengan SKK Migas	1.1
Koefisien muai volume (β)	angka yang menyatakan berapa bagian volume bertambah untuk tiap kenaikan suhu 1 °C	5.4
Kolom distilasi atmosferik	menara tinggi yang bekerja pada tekanan sekitar tekanan udara luar tempat uap dan cairan dipisahkan menjadi fraksi-fraksi	5.1

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

Kolom distilasi vakum	kolom bertekanan sangat rendah yang menguapkan fraksi berat dari residu tanpa pemanasan berlebihan	5.1
Kompresor	mesin yang menekan gas, misalnya untuk gas lift atau untuk menaikkan tekanan gas keluaran separator bertekanan rendah agar masuk pipa gas	4.1
Kompresor udara	mesin yang memampatkan udara menjadi udara tekan untuk jaringan udara instrumen dan udara pabrik	5.5
Kondensat	cairan ikutan gas yang dipisahkan lalu dijual sendiri	1.1
Kondensat uap	air panas hasil uap yang melepas panasnya dan mengembun, dikembalikan ke ketel	5.5
Konduktor	casing pertama yang paling lebar dan dangkal untuk menahan tanah permukaan yang lepas	3.5
Konglomerat	kerikil yang merekat, lebih kasar daripada pasir	2.2
Kontak antarfluida	pertemuan fluida berbeda di dalam reservoir, misalnya gas di atas dan air asin di bawah	2.1
Kontak gas–minyak	batas antara zona gas dan zona minyak di dalam lapisan	4.2
Kontak minyak–air	batas antara zona minyak dan zona air di dalam lapisan	4.2
Kontrak (usaha jasa)	kesepakatan tertulis untuk melayani pelanggan dalam jangka waktu tertentu dengan jumlah, harga, dan syarat yang disepakati	1.3
Kontraktor pemboran	perusahaan jasa yang menyewakan rig beserta krunya	1.2
Korosi (karat)	kerusakan logam yang dipercepat oleh air asin	5.2
kPa	kilopascal, satuan tekanan; 1 bar sama dengan 100 kPa	5.3
Kuarsa	mineral bening yang keras, penyusun utama batupasir	2.2
Kubah garam	lapisan garam yang naik menembus lapisan di atasnya; garam kedap sehingga menahan minyak	2.1
Kumparan pipa (pemanas tangki)	pipa berkelok di dasar tangki yang dialiri uap sehingga panas pindah ke minyak tanpa bercampur	5.5
Kunci dan label (LOTO, lockout–tagout)	cara mengisolasi mesin dengan mengunci titik isolasi memakai gembok pribadi dan memberi label, lalu membuang energi sisa dan menguji	2.6
Kunci pipa (tongs)	alat untuk menyambung dan melepas pipa	1.2
Laba	pendapatan dikurangi biaya	1.3
Laba kontrak per hari	jumlah unit × (harga − biaya variabel per unit) − biaya tetap kontrak per hari	1.3
Laba kontribusi per unit	selisih harga dan biaya variabel per unit, sumbangan tiap unit untuk menutup biaya tetap	1.3
Laba per jam	laba per unit dibagi waktu yang dipakai per unit; dipakai bila waktu terbatas	1.3

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

Laba tambahan	laba dari pekerjaan baru dikurangi biaya tambahan yang muncul; dasar menilai perluasan usaha	1.3
Label merah	label untuk barang yang belum jelas kegunaannya sehingga dipisahkan dan dipindahkan ke area tampung	2.5
Laju alir	banyaknya fluida yang melewati pipa tiap satuan waktu, misalnya m^3 per jam atau barel per hari	5.3
Laju kerja	laju produksi yang ditetapkan setelah uji, dipilih sebelum pasir dan air naik tajam	4.3
Lama balik modal	total biaya investasi dibagi tambahan laba per bulan, dibulatkan ke atas	1.3
Lampu tahan ledak	lampu atau alat listrik yang aman dipakai dekat uap minyak karena tidak memercikkan api	2.4
Lantai bor (rig floor)	platform tempat kerja utama kru pemboran, tempat pipa disambung dan rangkaian diputar atau diturunkan	3.1
Laporan harian (daily report)	catatan kedalaman sumur, kegiatan tiap jam, bahan yang dipakai, dan kejadian penting	1.2
Layak secara ekonomi	keadaan ketika hasil penjualan lebih besar daripada biaya mengambil dan menyalurkan migas	1.1
LEL (lower explosive limit)	batas ledak bawah, yaitu kadar gas atau uap terendah dalam udara yang dapat menyala; alat deteksi menunjukkan kadar sebagai persen dari LEL (%LEL), dan 0% LEL berarti tidak ada gas mudah terbakar yang terdeteksi	2.6
Level (tinggi cairan)	tinggi permukaan cairan di dalam bejana atau tangki	5.3
Level beda tekanan	pengukuran level dari beda tekanan antara dasar dan bagian atas bejana; bergantung pada massa jenis cairan yang stabil	5.3
Lima sistem pemboran	pengelompokan peralatan rig menjadi sistem tenaga, angkat, putar, sirkulasi, dan pencegah semburan liar	3.5
Limbah pemboran	serbuk bor dan lumpur bekas, termasuk bahan kimia lumpur yang harus dikelola khusus	1.4
Liner	pipa yang lebih pendek daripada casing, digantung dari bagian bawah casing produksi dan menutupi lapisan produktif	4.2
Litifikasi	proses pemadatan dan perekatan endapan menjadi batu	2.2
LNG	liquefied natural gas: gas bumi yang didinginkan sampai sekitar −160 °C menjadi cairan dan diangkut dengan kapal khusus	1.1
Log sumur	pengukuran sifat batuan dengan alat yang diturunkan ke dalam sumur; di atas batasan TKA SMK	2.2

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

Lonjakan cairan (slug)	cairan yang datang tiba-tiba dalam jumlah besar dari sumur atau flowline	4.5
LPG	fraksi tertentu dari gas yang dipisahkan dan dikemas dalam tabung	1.1
Luas alas	luas lingkaran alas tangki, $\pi \times r^2$; setiap tambahan tinggi 1 m menambah volume sebesar luas alas	5.4
Lubang orang (manhole)	lubang masuk ke tangki atau bejana	2.4
Lubang pembakaran gas (flare pit, burn pit)	lubang atau menara tempat gas dari uji alir atau pemisahan lumpur dibakar, diletakkan di sisi hilir angin, jauh dari kepala sumur, tangki bahan bakar, dan kamp	3.4
Lumpur pemboran (drilling mud)	campuran air atau minyak dengan lempung dan bahan kimia yang mengangkat serbuk bor, mendinginkan pahat, menahan tekanan formasi, dan menstabilkan dinding lubang	3.5
Magma	batuan cair panas dari dalam bumi	2.2
Magnetometer	alat untuk mengukur medan magnet bumi	2.3
Manifold	rakitan pipa dan katup di stasiun pengumpul yang mengumpulkan aliran beberapa sumur dan mengarahkannya ke peralatan berikutnya	4.4
Masker debu	penyaring partikel yang menahan debu dan serbuk tetapi tidak menahan gas dan uap	2.4
Massa jenis	massa zat dibagi volumenya, dalam kg/L atau kg/m^3; air tawar 1 kg/L, minyak mentah sekitar 0,8–0,95 kg/L sehingga mengapung di air	5.2
Massa jenis campuran	massa total dibagi volume total, bukan rata-rata biasa	5.4
Mast	menara yang dirakit mendatar di tanah lalu dinaikkan tegak sekaligus dengan tenaga drawworks	3.1
Meja putar (rotary table)	lingkaran baja di lantai bor yang dapat berputar; menahan beban rangkaian hanya setelah baji dipasang	3.1
Menara (rig)	kerangka untuk menggantung rangkaian pipa dan menyimpan pipa yang berdiri	3.1
Menara pendingin	menara tempat air hangat disebar sementara udara mengalir ke atas sehingga sebagian air menguap dan membawa panas pergi	5.5
Menggeser rig (skidding)	memindahkan rig di atas rel ke sumur sebelahnya dengan menara tetap berdiri; lebih cepat dan murah daripada pindah penuh	3.3
Metana	komponen utama gas ikutan yang jauh lebih kuat memanaskan atmosfer daripada karbon dioksida	1.4
Meter Coriolis	alat ukur aliran berupa tabung bergetar yang mengukur massa yang mengalir; sangat teliti tetapi mahal	5.3

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

Meter serah terima (custody transfer meter)	meter yang mengukur minyak yang diserahkan kepada pembeli; dipasang setelah air dan emulsi dipisahkan	4.4
Meter turbin	alat ukur aliran yang baling-balingnya berputar sebanding dengan kecepatan aliran fluida encer	5.3
Meter vortex	alat ukur aliran yang menghitung pusaran di belakang batang di dalam aliran	5.3
Migas	singkatan minyak dan gas bumi	1.1
Migrasi	perpindahan minyak dan gas ke atas dari batuan induk karena lebih ringan daripada air	2.1
Minyak berat	minyak yang sangat kental sehingga sulit mengalir ke sumur	1.5
Minyak berparafin (waxy)	minyak yang kandungan parafinnya tinggi sehingga titik tuangnya tinggi	5.2
Minyak bersih	jumlah minyak yang dapat dijual: laju cairan × (1 − kadar air)	4.3
Mobilisasi	memindahkan rig dan seluruh peralatannya dari luar lapangan ke lokasi sumur pertama; dibayar satu kali per kontrak	3.3
Modal kerja	uang tunai untuk membiayai kegiatan usaha sebelum pembayaran pelanggan masuk	1.3
Moonpool	lubang di lambung kapal bor tempat pipa turun ke laut	3.2
Mouse hole	lubang pendek berselubung di lantai bor tempat sebatang pipa baru disimpan tegak sementara sebelum disambung	3.1
Moving rig (rig move)	memindahkan rig dari satu sumur ke sumur berikutnya di dalam lapangan yang sama; dibayar tiap kali pindah dan jumlahnya satu lebih sedikit daripada jumlah sumur	3.3
Muatan berbentuk (shaped charge)	muatan dalam senapan perforasi yang menyemburkan semburan panas bertekanan untuk melubangi casing dan semen	4.2
Mud engineer	insinyur lumpur yang mengatur sifat lumpur pemboran: berat jenis, kekentalan, dan campuran bahan kimia	1.2
Mud logger	petugas yang mengamati serbuk bor, mencatat jenis batuan, kadar gas, dan data pemboran	1.2
Nafta	fraksi dengan rentang titik didih sekitar 30–150 °C, bahan baku bensin dan petrokimia	5.1
Nafta alam	campuran pentana dan hidrokarbon yang lebih berat dari fraksinasi NGL	5.1
NGL (natural gas liquids)	cairan gas bumi, yaitu hidrokarbon yang lebih berat daripada metana: etana, propana, butana, dan seterusnya	5.1

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

Niaga	kegiatan menjual migas atau produknya, termasuk ekspor dan impor	1.1
Nilai ambang batas (NAB)	batas paparan yang diizinkan menurut Permenaker 5/2018: kebisingan 85 dBA untuk 8 jam per hari (makin keras makin singkat) dan H2S 1 ppm rata-rata 8 jam	2.4
Nilai risiko	kemungkinan × keparahan; tindakan ditetapkan menurut rentang nilai	2.6
Nitrogen	gas lembam yang tidak terbakar dan tidak menyokong pembakaran, dipakai untuk pembilasan dan penyelimutan; tidak beracun tetapi menggeser oksigen	5.5
Nozzle	lubang kecil pada pahat tempat lumpur menyembur keluar	3.5
Oil boom	pagar apung penahan minyak di air	1.4
Operator (perusahaan pemilik sumur)	perusahaan yang memegang kontrak wilayah kerja dan membayar seluruh pekerjaan	1.2
Operator produksi	petugas yang menjaga sumur dan fasilitas berjalan: memeriksa tekanan, suhu, dan level, mengatur katup, dan mencatat produksi harian	1.2
Optimasi produksi	penyetelan sumur dan peralatan yang sudah ada agar menghasilkan lebih baik	1.5
Orifis (orifice meter)	pelat tipis berlubang di dalam pipa yang menimbulkan beda tekanan sebanding dengan aliran; untuk gas dan cairan satu fasa	5.3
Pabrik pengolah gas	pabrik yang mengubah gas basah dari sumur menjadi gas jual, LPG, dan cairan lain	5.1
Pabrik petrokimia	pabrik yang mengubah nafta atau etana menjadi bahan dasar plastik dan bahan kimia	5.1
Pabrik pupuk	pabrik yang mengubah gas bumi menjadi amonia lalu urea	5.1
Packer	penyekat karet dan baja yang mengunci annulus antara tubing dan casing di atas lapisan produktif sehingga fluida hanya lewat tubing	4.2
Pad	hamparan tempat banyak sumur dibor berjajar rapat pada jarak beberapa meter	3.3
Pahat (bit)	ujung rangkaian yang menghancurkan batuan	3.5
Pakaian tahan api (flame-resistant)	pakaian yang tidak mudah menyala, dipakai di area yang mudah terbakar	2.4
Paket program	gabungan beberapa program yang disusun menurut waktu, pekerjaan cepat lebih dulu	1.5
Panel kendali jarak jauh	panel yang memungkinkan BOP ditutup dari tempat aman tanpa mendekati lantai bor	3.5

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

Papan alas (matting board)	papan atau balok tebal di bawah kaki substruktur agar beban tersebar ke luasan lebih besar	3.4
Papan monyet (monkey board)	platform kerja kecil di bagian atas menara tempat derrickman berdiri untuk menata pipa yang berdiri	3.1
Parafin	zat lilin dalam minyak yang mengkristal saat dingin dan membentuk jaringan gel yang menahan seluruh minyak	5.2
Pasta pendeteksi air	pasta yang dioleskan pada bandul dan berubah warna di bagian yang terendam air sehingga tinggi air bebas terbaca	5.4
Patahan	retakan besar pada batuan yang disertai pergeseran; dapat menutup (membentuk perangkap) atau bocor	2.2
Patahan bocor	patahan terbuka yang menerus sampai dekat permukaan sehingga menjadi jalan minyak lolos	2.2
Pelacak panas (steam tracing)	pipa kecil berisi uap yang ditempelkan sejajar dengan pipa proses untuk menjaganya hangat	5.5
Pelampung (float)	pelampung yang naik turun mengikuti permukaan cairan, pada jenis magnetik menggerakkan penanda di luar tabung	5.3
Pelepasan langsung ke udara (venting)	gas dialirkan ke atmosfer tanpa dibakar; lebih buruk bagi iklim daripada dibakar di suar	1.4
Pelindung mesin	penutup bagian berputar yang dipasang sebelum mesin dijalankan	2.6
Pelindung telinga	penyumbat atau penutup telinga untuk melindungi pendengaran dari suara keras	2.4
Pelindung wajah (face shield)	pelindung yang menutup seluruh wajah dari percikan besar; dipakai di atas goggle	2.4
Pemanas awal	unit yang menaikkan suhu minyak mentah memakai panas dari aliran produk yang sudah panas untuk menghemat bahan bakar	5.1
Pemanas emulsi (heater treater)	alat yang memanaskan campuran minyak dan air berbentuk emulsi agar kekentalan turun dan air terpisah; dipasang sesudah separator	4.4
Pemanas pendamping	pemanas yang dipasang pada pipa agar suhu minyak tetap di atas titik tuang	5.2
Pemarkaan lantai	garis atau cat lantai untuk jalur jalan, tempat tabung, tempat sampah, APAR, dan jalur evakuasi	2.5
Pematangan (maturation)	proses kerogen terurai menjadi molekul yang lebih kecil karena suhu yang cukup tinggi	2.1
Pembilasan (purging)	pengusiran gas hidrokarbon dari bejana atau pipa dengan nitrogen sebelum dibuka atau dialiri udara	5.5
Pemboran (drilling)	kegiatan membuat lubang sampai ke lapisan batuan yang diduga berisi migas; lubang hasilnya disebut sumur	3.1

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

Pemisah gas lumpur	alat yang memisahkan gas dari lumpur dan mengalirkannya ke flare di tempat yang jauh dari kru	3.2
Pemisah NGL	unit yang mendinginkan gas sampai suhu sangat rendah sehingga NGL mengembun dan terpisah dari metana; air dan CO_2 harus sudah dibuang agar tidak membeku	5.1
Pemisahan bertahap	pemasangan beberapa separator berurutan dengan tekanan makin rendah agar gas terlepas sedikit demi sedikit	4.5
Pemosisi katup (positioner)	alat yang mengatur posisi katup pengendali sesuai sinyal	1.2
Pemuaian	bertambahnya volume zat cair bila dipanaskan; $\Delta V = V_0 \times \beta \times \Delta T$	5.4
Pemulihan lokasi	pengosongan dan pengolahan kolam lumpur, pengangkutan limbah, dan perataan permukaan sebelum lokasi diserahkan	3.3
Penagihan	permintaan pembayaran kepada pelanggan, yang oleh pelanggan besar biasanya dibayar sesudah pekerjaan selesai dan tagihan diperiksa	1.3
Penahan pasir (sand control)	cara menahan butiran pasir lepas agar tidak ikut terbawa fluida, misalnya liner bercelah, saringan, dan gravel pack	4.2
Penambat (tali penambat)	tali dengan peredam kejut yang menghubungkan harness ke titik angkur	2.4
Pendapatan (omzet)	seluruh uang yang diterima dari penjualan jasa atau barang	1.3
Pendingin dan pemisah air	bagian jaringan udara yang mengembunkan dan membuang sebagian air dari udara kompresor	5.5
Pendingin udara (air cooler)	pendingin yang memakai kipas untuk meniupkan udara ke pipa berisi fluida panas	5.5
Penemuan	hasil pemboran eksplorasi ketika ditemukan migas	2.3
Penerbit izin	pengawas area yang menandatangani izin kerja sehingga izin berlaku	2.6
Pengabut (mist extractor)	kisi di dekat saluran gas yang menangkap tetesan cairan halus agar tidak ikut ke saluran gas	4.5
Pengalih masuk (inlet diverter)	pelat tempat fluida pertama menabrak untuk memecah gaya semburan dan memulai pemisahan gas dari cairan	4.5
Pengangkatan buatan (artificial lift)	cara menambah tenaga bagi sumur yang dorongan alamnya tidak cukup: gas lift, pompa angguk, ESP, PCP, dan swab	4.1
Pengendali level	pengukur tinggi cairan yang memerintahkan katup pengatur level agar tinggi cairan tetap	4.5
Pengendalian bertingkat	penggunaan hierarki pengendalian dari eliminasi sampai APD yang terakhir	2.6

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

Pengendalian sumur (well control)	pelatihan khusus menghadapi kick, di luar kisi-kisi TKA; prinsipnya tutup sumur dulu, perberat lumpur kemudian	3.5
Pengering udara (desikan)	unit yang membuang sisa uap air dari udara instrumen, biasanya dengan bahan penyerap air bernama desikan	5.5
Penggantung tubing (tubing hanger)	bagian kepala tubing yang menahan rangkaian tubing	4.4
Pengolahan	kegiatan mengubah minyak mentah atau gas bumi menjadi produk lain yang berbeda sifat dan kegunaannya, misalnya di kilang, pabrik gas, petrokimia, dan pupuk	5.1
Pengolahan di lapangan	pemisahan gas, minyak, dan air supaya minyak bisa disimpan dan dikirim; termasuk kegiatan hulu	1.1
Pengukur tekanan	alat yang menunjukkan tekanan kepala sumur sebagai dasar memantau kondisi sumur	4.4
Penguras endapan	saluran di dasar dekat masuk untuk membuang pasir dan lumpur yang mengendap	4.5
Penjaga api (fire watch)	orang yang mengawasi percikan dan siap memadamkan selama dan sesudah kerja panas, berbeda dengan APAR yang berupa alat	2.6
Pentanahan (grounding)	penyaluran listrik statis ke tanah untuk mencegah percikan	2.6
Penukar panas	alat tempat dua aliran bersuhu berbeda bersentuhan lewat dinding logam sehingga yang panas melepas panas dan yang dingin menyerapnya	5.1
Penutupan sumur	sumur disumbat permanen, fasilitas dibongkar, dan lahan dipulihkan sesuai aturan	1.1
Penyekat (baffle)	sekat di dalam separator	4.5
Penyelesaian bercasing (cased hole)	penyelesaian yang memasang dan menyemen casing sampai dasar lalu memperforasi hanya di depan bagian lapisan yang diproduksikan; paling umum	4.2
Penyelesaian ganda (dual completion)	pemasangan dua tubing dan packer sehingga dua lapisan diproduksikan bersamaan lewat tubing masing-masing dan terukur terpisah	4.2
Penyelesaian lubang terbuka (open hole)	penyelesaian yang memasang casing hanya sampai di atas lapisan produktif; murah, tetapi syaratnya batuan kuat, satu lapisan, dan tanpa air atau gas di dekatnya	4.2
Penyelesaian sumur (well completion)	pekerjaan menyiapkan bagian bawah sumur dan memasang peralatan di dalamnya sehingga sumur siap berproduksi atau menerima injeksi dengan aman	4.2
Penyelimutan (blanketing)	pengisian ruang di atas cairan di tangki dengan nitrogen agar uap minyak tidak bertemu udara	5.5
Penyimpanan	kegiatan menerima, mengumpulkan, dan menampung migas atau produknya di tangki atau terminal	1.1

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

Peralatan pneumatik	penggerak katup bertenaga gas yang melepas sedikit gas setiap kali bekerja	1.4
Perangkap (trap)	bentuk geologi yang menyusun reservoir dan penutup sehingga minyak berkumpul di satu tempat	2.1
Perangkap antiklin	perangkap berupa lipatan lapisan yang melengkung ke atas, tempat minyak berkumpul di puncaknya di bawah penutup	2.1
Perangkap patahan	perangkap yang terbentuk ketika pergeseran patahan menghadapkan batupasir reservoir dengan serpih kedap	2.1
Perangkap stratigrafi	perangkap yang terbentuk oleh bentuk lapisan, misalnya batupasir yang menipis dan habis di antara batuan kedap	2.1
Perangsangan lapisan (stimulasi)	pekerjaan menambah kemampuan lapisan mengalirkan fluida, misalnya dengan memompa asam atau merekahkan batuan	4.2
Peredam kejut	bagian penambat yang memanjang dan melunakkan hentakan saat menahan jatuh	2.4
Perengkahan uap (steam cracking)	proses memanaskan nafta sangat tinggi bersama uap air sehingga molekulnya pecah menjadi etilena dan propilena	5.1
Perforasi	lubang-lubang yang dibuat menembus casing dan semen sampai ke batuan sebagai jalan masuk fluida lapisan; casing yang belum diperforasi tidak mengalirkan apa pun	4.2
Permeabilitas	kemampuan batuan mengalirkan fluida, bergantung pada keterhubungan dan lebar jalan antarpori	2.2
Persiapan lokasi (site preparation)	pekerjaan meratakan, memadatkan, memasang papan alas, membuat saluran air dan cellar, serta menandai posisi peralatan sebelum rig dipasang	3.4
Perusahaan jasa	perusahaan yang menyewakan rig, mengerjakan survei seismik, membangun fasilitas, atau mengangkut peralatan	1.1
Peta geologi	peta hasil studi geologi permukaan yang memberi dugaan awal tentang cekungan dan struktur bawah tanah	2.3
Petrokimia	industri yang memakai produk migas sebagai bahan baku untuk membuat bahan kimia dan plastik	5.1
Petroleum system (sistem minyak bumi)	kumpulan syarat (batuan induk, pematangan dan migrasi, reservoir, penutup, perangkap) yang harus terpenuhi pada tempat dan waktu yang tepat agar minyak terkumpul	2.1
Petugas HSE	petugas yang mengawasi aturan keselamatan, memeriksa izin kerja, melatih pekerja, memimpin tanggap darurat, dan berwenang menghentikan pekerjaan tidak aman	1.2
Petugas jaga (attendant)	orang yang berjaga di luar ruang terbatas, mencatat siapa di dalam, berkomunikasi, dan memanggil bantuan; tidak boleh masuk menolong	2.4

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

Pindah penuh	perpindahan rig dengan rig-down, angkut, dan rig-up; diperlukan bila sumur berikutnya di luar jalur rel	3.3
Pipa bor (drill pipe)	pipa baja yang disambung batang demi batang untuk meneruskan putaran dan menyalurkan lumpur ke bawah	3.5
Pipa Bourdon	pipa pipih berbentuk huruf C di dalam gauge yang cenderung meluruskan diri bila diberi tekanan sehingga menggerakkan jarum	5.3
Pipa penjualan	pipa pengiriman minyak yang telah diukur oleh meter serah terima kepada pembeli	4.4
Pipe ram	sepasang blok baja berlubang setengah lingkaran berukuran tertentu yang menutup rapat di sekeliling pipa seukuran	3.5
Piper Alpha	anjungan di Laut Utara yang meledak dan terbakar pada 1988 dengan 167 korban jiwa, dikaitkan dengan kegagalan menyampaikan status izin kerja saat pergantian shift	2.6
Pita ukur berbandul	pita yang diturunkan dari lubang ukur di atap untuk mengukur tinggi cairan di tangki	5.4
Plankton	makhluk renik yang melayang di air; sisanya cenderung menghasilkan minyak	2.1
Platform rig	rig yang dipasang di atas anjungan tetap yang berdiri di dasar laut	3.2
Plunger lift	metode pengayaan berupa torak bebas yang didorong tekanan sumur untuk sumur bergas dengan cairan sedikit	4.1
POD (plan of development)	rencana pengembangan lapangan yang memuat jumlah sumur, fasilitas, biaya, dan jadwal; harus disetujui pemerintah sebelum dikerjakan	1.1
Polietilena	rantai panjang dari etilena yang dijual sebagai butiran plastik	5.1
Polimerisasi	proses merangkai molekul kecil menjadi rantai panjang	5.1
Pompa angguk (sucker rod pump, pumpjack)	pompa yang digerakkan dari permukaan lewat balok jungkat dan batang pompa ke pompa di dasar sumur; cocok untuk laju kecil sampai sedang pada sumur tidak terlalu dalam	4.1
Pompa benam listrik (ESP)	electric submersible pump: pompa bertingkat beserta motornya yang diturunkan ke dalam sumur; unggul untuk laju besar dan sumur dalam dengan listrik besar	4.1
Pompa lumpur	pompa yang menekan lumpur pemboran lewat rangkaian pipa sampai ke pahat	3.1
Pompa rongga progresif (PCP)	progressing cavity pump: pompa berotor ulir yang berputar di stator berlapis karet; cocok untuk minyak kental dan berpasir pada sumur dangkal	4.1

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

Pompa sirkulasi (air pendingin)	pompa yang menekan air dingin dari kolam menara kembali ke peralatan	5.5
Pompa transfer	pompa yang memindahkan minyak dari tangki ke pipa pengiriman	4.4
Ponton	bagian semi-sub yang terendam di bawah permukaan air	3.2
Porositas	kemampuan batuan menyimpan fluida: volume pori dibagi volume total batuan, dalam persen	2.2
Posisi dinamis (dynamic positioning)	pendorong yang dikendalikan komputer untuk menahan posisi rig terapung tanpa jangkar	3.2
ppm	parts per million: bagian per sejuta bagian udara; 1 ppm berarti satu bagian H2S dalam satu juta bagian udara	2.6
Pressure gauge (manometer)	alat ukur tekanan berpiringan yang bekerja dengan pipa Bourdon dan menunjukkan tekanan terukur	5.3
Produk antara	hasil olahan yang masih menjadi bahan baku proses lain, misalnya nafta untuk pabrik petrokimia, etilena, amonia, dan butiran plastik	5.1
Produk hilir	produk yang siap dipakai konsumen, misalnya bensin di SPBU, LPG tabung, urea, oli kemasan, dan kantong plastik	5.1
Produk hulu	hasil langsung kegiatan eksplorasi dan produksi di lapangan: minyak mentah, gas bumi, dan kondensat	5.1
Produksi	kegiatan mengalirkan migas dari sumur ke fasilitas; bagian dari eksploitasi	1.1
Prospek	bagian bawah tanah yang diperkirakan menyimpan migas	1.1
psi	pounds per square inch, satuan tekanan; 1 bar kira-kira 14,5 psi	5.3
Pt100	jenis RTD berkawat platina yang hambatannya 100 ohm pada 0 °C	5.3
Radar (pengukur level)	sensor gelombang mikro yang kurang terpengaruh uap, suhu, dan tekanan; sering dipilih untuk tangki tertutup bertekanan	5.3
Rajin	prinsip 5R kelima: membiasakan diri dan tim menjalankan 5R dengan disiplin tanpa perlu disuruh; sikap, berbeda dengan Rawat yang berupa sistem	2.5
Rak pipa (pipe rack)	rangka tempat pipa ditumpuk berjajar di tanah di samping rig	3.1
Ramp	landasan miring yang menanjak ke lantai bor, bagian dari catwalk	3.1
Rangkaian pipa bor (drill string)	rangkaian pipa bor, drill collar, dan pahat di bawah kelly atau top drive	3.5

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

Rapat singkat sebelum kerja (pre-job meeting, toolbox talk)	pertemuan kru sebelum pekerjaan penting untuk membahas langkah kerja, bahaya, dan pembagian tugas	1.2
Rapi	prinsip 5R kedua: menata yang diperlukan dengan tempat tetap, jelas, dan mudah diambil serta dikembalikan	2.5
Rat hole	lubang di lantai bor tempat kelly disimpan sementara ketika sebatang pipa disambung	3.1
Rawat (dalam 5R)	prinsip 5R keempat: membakukan hasil tiga prinsip sebelumnya dengan standar, foto kondisi baku, daftar periksa, dan penanggung jawab; bukan merawat mesin	2.5
Reaktivasi sumur	menghidupkan kembali sumur yang berhenti berproduksi	1.5
Reforming	pengolahan lanjut yang mengubah susunan molekul nafta menjadi bahan bensin bermutu lebih baik	5.1
Rekayasa teknik	pengendalian dengan mengubah alat atau tempat kerja agar bahaya terpisah dari pekerja, misalnya pagar, ventilasi, dan sistem deteksi gas	2.4
Rembesan minyak (oil seep)	bercak minyak di tanah atau gelembung minyak di air; tanda ada minyak yang bermigrasi dan sebagian lolos	2.1
Rencana penyelamatan	rencana menurunkan korban yang tergantung di harness, termasuk siapa dan dengan alat apa	2.4
Rentang (skala) gauge	jangkauan angka pada dial yang dipilih agar tekanan kerja normal berada di antara 25 dan 75 persen skala, idealnya sekitar tengah	5.3
Residu	bagian yang tidak menguap pada suhu dapur dan tetap cair di dasar kolom; diolah lagi atau dijual sebagai aspal dan bahan bakar kapal	5.1
Resik	prinsip 5R ketiga: membersihkan sekaligus memeriksa; kelainan yang ditemukan ditandai dan dilaporkan	2.5
Respirator berkartrid	pelindung napas dengan kartrid khusus yang menyerap gas atau uap tertentu; hanya untuk kadar tidak terlalu tinggi dan oksigen cukup	2.4
Rig berbantuan tender (tender-assisted rig)	konfigurasi rig di anjungan tetap yang didukung kapal tender di sampingnya	3.2
Rig diesel-listrik	rig yang mesin dieselnya menggerakkan generator untuk mengalirkan listrik ke motor drawworks, pompa lumpur, dan top drive	3.5
Rig konvensional	rig darat terbesar dengan menara dirakit di lokasi; cocok untuk sumur dalam, butuh jalan kuat dan waktu pemasangan lama	3.1
Rig mobile (rig di atas truk)	rig dengan menara terlipat di atas rangka truk; pindah cepat tetapi berkapasitas lebih kecil	3.1

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

Rig modular	rig yang dipecah menjadi bagian ringan agar dapat diangkut tanpa jalan, misalnya dengan helikopter atau perahu kecil	3.1
Rig pemboran	paket peralatan pembuat lubang yang dapat dibongkar, dipindahkan, dan dirakit lagi	3.1
Rig perawatan sumur (workover rig, well service rig)	rig yang bekerja pada sumur yang sudah ada, misalnya mencabut pipa produksi atau mengganti pompa; tetap memakai BOP	3.1
Rig-down	membongkar rig menjadi bagian yang dapat diangkut, dengan urutan kebalikan rig-up	3.4
Rig-up	merakit dan memasang rig di lokasi sumur sampai siap membor	3.4
Ringkas	prinsip 5R pertama: menyingkirkan yang tidak diperlukan dari tempat kerja sehingga hanya yang dipakai tersisa	2.5
Risiko (risk)	gabungan seberapa mungkin bahaya menimbulkan celaka dan seberapa parah akibatnya	2.6
Rotameter	pelampung dalam tabung kerucut tembus pandang yang naik makin tinggi bila aliran makin besar; dibaca di tempat dan hanya untuk tekanan rendah	5.3
Rotary hose	selang lentur yang menyalurkan lumpur dari standpipe ke swivel atau top drive	3.5
Rotor dan stator	rotor berbentuk ulir yang berputar di dalam stator berulir ganda berlapis karet pada PCP	4.1
Roustabout	pekerja umum di lokasi: membongkar muat peralatan, merawat lokasi, dan membantu pengangkatan dengan crane	1.2
RTD (resistance temperature detector)	pengukur suhu hambatan dari kawat logam, biasanya platina, yang hambatannya berubah menurut suhu; umumnya lebih teliti dan stabil	5.3
Ruang pengendapan gravitasi	bagian terbesar bejana separator tempat fluida tenang dan gravitasi memisahkan komponen	4.5
Ruang terbatas	ruang yang cukup besar untuk dimasuki, tetapi pintu masuk dan keluarnya terbatas dan tidak dirancang untuk ditempati terus-menerus	2.4
Saat kritis	saat paling banyak minyak terbentuk dan bergerak	2.1
Sabuk pengaman seluruh tubuh (full body harness)	tali yang melingkar di bahu, dada, dan paha sehingga gaya tahan saat jatuh tersebar di badan	2.4
Saluran separator (nozzle)	saluran masuk dan keluar separator: keluaran gas di atas setelah pengabut, keluaran air di dasar ruang utama, keluaran minyak di dasar ruang minyak di belakang sekat	4.5
Sarat	kedalaman tongkang di dalam air	3.2

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

Saringan (screen)	pipa baja bercelah halus yang meloloskan fluida tetapi menahan butiran yang lebih besar daripada celah	4.2
SCBA	self-contained breathing apparatus: alat bantu napas mandiri dengan tabung udara bersih di punggung	2.4
Segitiga api	tiga syarat api: bahan bakar, oksigen, dan panas atau sumber api; menghilangkan satu memadamkan api	2.6
Seismik	metode mengirim getaran ke dalam bumi dan merekam gema yang memantul dari batas lapisan untuk menggambar bentuk dan letak lapisan; tidak menunjukkan isi lapisan	2.3
Seismik 2D	seismik yang merekam di sepanjang garis dengan lintasan berjauhan, menghasilkan penampang tegak; cukup untuk menemukan calon perangkap	2.3
Seismik 3D	seismik pada jaringan garis yang sangat rapat sehingga menghasilkan balok data yang rinci; mahal sehingga dipusatkan pada daerah prospek	2.3
Sekat pelimpah (weir)	sekat yang menahan lapisan air dan minyak di satu sisi sehingga hanya minyak teratas yang melimpah ke ruang minyak	4.5
Selang (waktu longgar)	waktu longgar kegiatan di luar jalur kritis yang tidak menunda keseluruhan	3.3
Selongsong geser (sliding sleeve)	bagian tubing berlubang yang dapat dibuka atau ditutup dengan alat kabel baja untuk menghubungkan tubing dengan lapisan terpilih secara bergantian	4.2
Selongsong pelindung (thermowell)	selongsong tempat sensor suhu agar dapat dicabut tanpa membuka pipa	5.3
Sembur alam (natural flow)	produksi yang hanya memanfaatkan dorongan tekanan alam tanpa alat pengangkat	4.1
Semburan liar (blowout)	fluida formasi menyembur tak terkendali dari sumur, akibat kick yang dibiarkan	3.5
Semen (pada casing)	bubur yang dipompa turun lewat casing dan naik mengisi annulus, lalu mengeras untuk menahan casing dan mencegah fluida berpindah antarlapisan	3.5
Semi-submersible (semi-sub)	rig terapung berupa dek di atas kolom dan ponton terendam; stabil di gelombang besar dan laut dalam	3.2
Senapan perforasi (perforating gun)	alat yang diturunkan dengan kabel dan berisi muatan berbentuk untuk melubangi casing, semen, dan batuan	4.2
Separator	bejana bertekanan di stasiun pengumpul yang memisahkan gas, minyak, dan air dengan bantuan gravitasi	4.5
Separator dua fasa	separator yang memisahkan gas dari cairan	4.5

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

Separator horizontal	separator mendatar berpermukaan cairan luas; cocok untuk cairan banyak, minyak berbusa, dan pemisahan minyak dari air	4.5
Separator tiga fasa	separator yang memisahkan gas, minyak, dan air sehingga masing-masing keluar lewat saluran sendiri; pemisahan minyak dan air bersifat kasar	4.5
Separator uji	separator yang memisahkan dan mengukur minyak, gas, dan air dari satu sumur saja	4.4
Separator vertikal	separator tegak berlahan sempit; cocok untuk fluida dominan gas dan fluida berpasir	4.5
Serah terima giliran	pemberitahuan kru yang selesai kepada kru berikutnya tentang pekerjaan, peralatan bermasalah, dan bahaya	1.2
Serbuk bor (cuttings)	serpihan batuan hasil pahat yang dibawa lumpur ke permukaan	2.2
Serpih	batuan sedimen dari lumpur sangat halus (lempung dan lanau); menjadi batuan induk bila kaya organik atau penutup bila tebal dan kedap	2.2
Sertifikat kompetensi	bukti tertulis bahwa seseorang sudah dinilai mampu mengerjakan suatu pekerjaan	1.2
Setelan katup pengaman	tekanan pembukaan katup pengaman yang lebih tinggi daripada batas kerja; perlindungan terakhir, bukan batas operasi	5.3
Shale shaker (saringan getar)	ayakan bergetar yang menyaring serbuk bor berukuran besar dari lumpur	3.5
Shear ram	ram yang dapat memotong pipa dan menutup sumur sebagai pilihan terakhir	3.5
Siklus batuan	perubahan batuan beku, sedimen, dan malihan satu menjadi yang lain lewat pembekuan, pelapukan dan pengendapan, serta pemanasan dan penekanan	2.2
Sil (tangki atap terapung)	penutup celah antara tepi atap dan dinding tangki; harus diperiksa berkala karena sil aus membiarkan uap lolos	4.4
Silinder tegak	bentuk tangki timbun berdasar lingkaran dengan dinding lurus ke atas	5.4
Singkapan (outcrop)	batuan yang tampak langsung di permukaan, misalnya tebing sungai atau potongan jalan	2.2
Sinklin	lipatan lapisan yang melengkung ke bawah; bukan perangkap karena minyak bergerak menjauhinya	2.2
Sisi hilir angin	sisi ke arah angin bertiup; angin dari barat laut bertiup ke tenggara sehingga hilirnya tenggara	3.4
Sistem angkat (hoisting system)	peralatan yang mengangkat, menurunkan, dan menahan rangkaian pipa bor	3.1

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

Sistem penahan jatuh	rangkaian titik angkur, penambat dengan peredam kejut, dan sabuk seluruh tubuh	2.4
Sistem pencegah semburan liar	sistem yang menutup sumur dengan cepat saat terjadi kick, terdiri dari BOP, akumulator, dan panel kendali	3.5
Sistem putar (rotary system)	sistem yang memutar rangkaian pipa dan pahat di dasar lubang, memakai meja putar dengan kelly atau top drive	3.5
Sistem sirkulasi	sistem yang mengalirkan lumpur pemboran terus-menerus melalui sumur dan dipakai ulang (sistem tertutup)	3.5
Sistem tambat	jangkar dengan rantai atau tali yang menahan posisi rig terapung	3.2
Sistem tenaga	sistem yang menyediakan energi untuk semua sistem lain, umumnya mesin diesel penggerak generator (genset)	3.5
Skimmer	penyendok minyak di permukaan air	1.4
SKK Migas	lembaga yang mengawasi kontrak hulu	1.1
Slickline	kawat baja tipis untuk menurunkan alat ke dalam sumur dari unit di permukaan tanpa rig	1.2
Solar	fraksi dengan rentang titik didih sekitar 250–350 °C, bahan bakar mesin diesel	5.1
SPBU	tempat produk olahan seperti bensin sampai ke kendaraan; contoh produk hilir yang siap dipakai konsumen	1.1
Spud	kegiatan memulai pemboran	3.4
Stand	kelompok tiga batang pipa yang dicabut, puncaknya disandarkan di papan monyet dan kakinya berdiri di lantai bor	3.1
Standpipe	pipa tegak di sisi menara yang menyalurkan lumpur bertekanan dari pompa	3.5
Stasiun pengumpul	tempat fluida dari beberapa sumur dikumpulkan lalu gas, minyak, dan air dipisahkan	1.1
Streamer	kabel panjang yang ditarik di belakang kapal seismik dan berisi banyak hidrofon	2.3
Studi geologi permukaan	tahap pertama pencarian migas: memetakan singkapan, mencari rembesan, dan mempelajari citra satelit serta peta lama; murah dan luas tetapi hanya memperlihatkan permukaan	2.3
Suar (flare)	tempat gas dibakar sehingga metana menjadi karbon dioksida dan uap air	1.4
Substitusi	pengendalian dengan mengganti bahaya dengan yang lebih aman, misalnya bahan pembersih yang kurang beracun	2.4

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

Substruktur (substructure)	rangka baja penopang lantai bor, menara, dan beban rangkaian pipa, sekaligus penyedia ruang untuk kepala sumur dan BOP	3.1
Suhu standar	suhu acuan perdagangan minyak, umumnya 15 °C atau 60 °F, agar volume dapat dibandingkan	5.4
Sumur	lubang yang dihasilkan oleh pemboran, biasanya sedalam ribuan meter	3.1
Sumur berpotensi H2S	sumur yang diperkirakan menembus lapisan berhidrogen sulfida dan memerlukan detektor tetap, SCBA cukup, windsock, pemisah gas lumpur dengan flare, serta titik kumpul	3.2
Sumur eksplorasi	sumur yang dibor di prospek terbaik untuk membuktikan apakah ada migas	1.1
Sumur horizontal	sumur yang dibor mendatar di dalam zona minyak sehingga menjauhi kontak dan membuka bidang aliran lebih panjang	4.2
Sumur injeksi	sumur untuk menyuntikkan air atau gas kembali ke dalam bumi	1.4
Sumur kering (dry hole)	sumur yang tidak menemukan minyak atau gas dalam jumlah layak diambil; berarti setidaknya satu unsur petroleum system gagal	2.1
Sumur pengembangan	sumur yang mengambil migas dari lapangan yang sudah dinyatakan layak	1.1
Sumur penilaian	sumur tambahan untuk memastikan luas dan besar sebuah penemuan	1.1
Sumur sisip (infill well)	sumur tambahan yang dibor di antara sumur yang ada atau di bagian lapangan yang belum dilalui sumur mana pun	1.5
Survei gravitasi	survei yang mengukur variasi kecil tarikan gravitasi bumi untuk mendeteksi cekungan sedimen tebal, yang bertarikan lebih rendah	2.3
Survei magnetik	survei yang mengukur medan magnet bumi untuk menduga kedalaman batuan dasar atau dasar cekungan	2.3
Survei rute	pemeriksaan jalan, jembatan, kabel di atas jalan, sungai atau laut, dan lokasi sumur baru sebelum rig diangkut	3.3
Swab	pekerjaan menarik kolom cairan keluar dari tubing dengan alat berujung cawan karet pada kabel baja untuk memancing aliran atau membersihkan sumur; bukan produksi harian	4.1
Swivel	sambungan yang memungkinkan rangkaian berputar sementara bagian atasnya tetap diam dan lumpur dapat masuk	3.5

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

Syarat mutlak	syarat yang bila dilanggar langsung menggugurkan sebuah metode, misalnya tidak ada gas bertekanan untuk gas lift	4.1
Tabel kalibrasi	daftar yang menyatakan volume cairan tangki untuk tiap tinggi; bila tinggi di antara dua baris dihitung proporsi	5.4
Tali bor (drilling line)	tali baja yang dianyam bolak-balik antara roda crown block dan travelling block	3.1
Tali pemandu	tali untuk memandu beban dari samping sehingga orang tidak berada di bawah beban	2.6
Tali pengangkat (sling)	tali atau kawat pengangkat beban yang diperiksa sebelum dipakai	2.6
Tali penyelamat	tali yang menghubungkan harness pekerja ke luar sehingga dapat ditarik keluar tanpa penolong ikut masuk	2.4
Tambahan produksi per biaya	tambahan produksi sumur dibagi biaya pekerjaan; dipakai memilih pekerjaan bila anggaran terbatas	1.5
Tanda minyak	bercak minyak, bau minyak, atau pendaran di bawah sinar ultraviolet pada serbuk bor	2.2
Tangki air terproduksi	tangki atau kolam terpisah untuk menampung air yang dipisahkan dari minyak	4.4
Tangki atap terapung	tangki beratap yang mengapung di atas cairan sehingga penguapan sangat kecil; untuk cairan mudah menguap seperti kondensat dan minyak ringan	4.4
Tangki atap tetap	tangki beratap menempel pada dinding dengan ruang uap, untuk cairan yang sangat sulit menguap; dilengkapi katup tekanan–vakum	4.4
Tangki harian	tangki solar yang cukup untuk operasi beberapa jam	5.5
Tangki hisap	tangki tempat pompa mengambil lumpur bersih	3.5
Tangki lumpur	tangki di samping rig yang menampung lumpur pemboran	3.1
Tangki minyak mentah	tangki penyangga di kilang yang menampung minyak yang datang lewat pipa atau kapal	5.1
Tangki timbun	tangki tempat minyak bersih ditampung dan isinya diukur	1.1
Tekanan	gaya yang bekerja pada satu satuan luas, diukur dengan pressure gauge	5.3
Tekanan di dasar sumur	dorongan ke atas yang membuat sumur mengalir sendiri bila lebih besar daripada berat kolom cairan ditambah tekanan separator	4.1
Tekanan formasi	tekanan fluida di dalam lapisan batuan yang harus ditahan oleh tekanan lumpur	3.5
Tekanan kerja maksimum	tekanan tertinggi yang diizinkan untuk operasi sebuah bejana; di bawah setelan katup pengaman	5.3
Tekanan panas	beban panas lingkungan bagi tubuh, termasuk bahaya fisik	2.6

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

Tekanan separator	beban kedua yang harus dikalahkan aliran: tekanan di bejana tujuan fluida	4.1
Tekanan terukur	tekanan di atas tekanan udara luar; jarum menunjuk 0 saat bejana terbuka ke udara	5.3
Teknisi instrumentasi dan kontrol	teknisi yang merawat alat ukur dan katup pengendali otomatis, termasuk sensor, pemosisi katup, kabel sinyal, dan sistem kendali	1.2
Tempat tetap	lokasi khusus dan berlabel untuk tiap barang	2.5
Tender	kapal yang ditambatkan di samping anjungan dan membawa kamp, genset, gudang, dan peralatan pendukung	3.2
Terminal	tempat minyak mentah diterima untuk dikirim ke kilang	1.1
Termokopel	sensor suhu dari dua kawat logam berbeda yang ujungnya disambung dan menghasilkan tegangan kecil menurut suhu; tahan suhu sangat tinggi	5.3
Termometer bimetal	termometer dari dua lempeng logam berbeda yang melengkung bila panas dan menggerakkan jarum; dibaca di tempat tanpa listrik	5.3
Termometer inframerah	termometer yang mengukur suhu permukaan dari jauh dengan menangkap pancaran panas; memberi nilai sesaat	5.3
Termometer kaca	termometer berisi cairan dalam pipa kaca yang memuai; dibaca di tempat	5.3
Tetrahedron api	gambaran api yang juga ditopang reaksi berantai selain tiga sisi segitiga api	2.6
Tinggi acuan	jarak dari titik acuan di atap ke pelat dasar tangki; innage = tinggi acuan − ullage	5.4
Tinggi bebas substruktur	jarak dari tanah ke sisi bawah lantai bor; ditambah kedalaman cellar menjadi ruang tegak untuk kepala sumur dan BOP	3.1
Titik angkur	tempat rangkaian penahan jatuh dikaitkan; harus kuat dan sebaiknya di atas pekerja	2.4
Titik didih	suhu ketika suatu zat cair mendidih dan berubah menjadi uap	5.1
Titik impas	keadaan ketika pendapatan sama dengan biaya total sehingga laba nol	1.3
Titik keputusan	saat hasil sebuah tahap menentukan lanjut atau berhenti; pada hulu ada dua, yaitu evaluasi dan persetujuan rencana pengembangan	1.1
Titik kumpul (muster point)	tempat aman yang ditentukan untuk berkumpul dan menghitung orang saat alarm gas berbunyi	2.6

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

Titik nyala (flash point)	suhu terendah ketika zat cair menghasilkan uap cukup banyak untuk menyala bila didekati api; yang terbakar adalah uapnya	5.2
Titik serah	meter atau tangki di ujung stasiun pengumpul tempat produksi yang dijual diukur untuk semua sumur sekaligus	4.3
Titik tuang (pour point)	suhu terendah yang masih membuat minyak dapat mengalir; di bawahnya minyak berparafin menggel	5.2
Tongkang rawa (swamp barge)	rig di atas tongkang berlambung datar yang dikandaskan di dasar untuk rawa, delta, dan sungai dengan air sangat dangkal	3.2
Toolpusher	kepala rig dari kontraktor pemboran; penanggung jawab seluruh rig dan kru	1.2
Top drive	motor penggerak putaran yang dipasang di menara di bawah hook dan memutar rangkaian langsung dari atas; memungkinkan pemboran satu stand sekaligus	3.5
Topeng las	pelindung mata dan wajah untuk pengelasan dengan kaca penyaring cahaya	2.4
Torak (plunger)	bagian pompa di dasar sumur yang bergerak naik-turun di dalam tabung	4.1
Transmitter	pengubah dan pengirim sinyal dari sensor ke ruang kontrol	5.3
Travelling block	kumpulan roda tali yang bergerak naik dan turun di dalam menara, tergantung pada tali bor	3.1
Truk vibrator (vibroseis)	sumber getaran seismik darat berupa pelat berat di bawah truk yang digetarkan ke tanah dengan getaran terkendali, tanpa ledakan	2.3
Tubing (pipa produksi)	pipa yang dipasang di dalam sumur dan dilewati fluida	4.1
Tudung gas	zona gas yang berada paling atas di dalam lapisan	4.2
Tumpahan minyak	minyak yang keluar dari pipa, tangki, atau wadah yang bocor	1.4
Uap	uap bertekanan dari ketel yang dipakai terutama untuk memanaskan tangki, pipa, dan minyak	5.5
Uap hidrokarbon	uap dari minyak mentah, kondensat, solar, dan bensin yang mudah terbakar dan sebagian beracun; banyak yang lebih berat daripada udara	2.6
Udara instrumen	udara tekan bersih dan kering untuk menggerakkan aktuator pneumatik seperti katup kontrol dan katup penutup darurat	5.5
Udara pabrik (udara servis)	udara tekan untuk pekerjaan umum seperti alat pneumatik tangan dan pembersih peralatan; mutunya tidak harus sekering udara instrumen	5.5

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

Udara pernapasan	udara yang disiapkan terpisah dan diuji kemurniannya; udara instrumen dan udara pabrik bukan udara pernapasan	5.5
Udara suplai	sistem yang memasok udara lewat selang dari tabung di luar area bahaya	2.4
Udara tekan	udara yang dimampatkan oleh kompresor udara sehingga bertekanan tinggi dan dapat menggerakkan peralatan	5.5
UEL (upper explosive limit)	batas ledak atas; di atasnya campuran terlalu gemuk untuk meledak	2.6
Uji asam	pemeriksaan batugamping dengan meneteskan asam klorida encer dan melihat buihnya, oleh petugas terlatih dengan kacamata dan sarung tangan	2.2
Uji awal	pengujian sumur baru di fasilitas uji dengan choke kecil yang diperbesar bertahap untuk mengetahui laju, kadar air dan gas, tekanan, dan pasir	4.3
Uji kerapatan masker	pemeriksaan bahwa masker respirator atau SCBA menutup rapat terhadap wajah	2.4
Uji pra-bor	pengujian rem drawworks, pompa dan jalur sirkulasi, detektor gas, komunikasi, dan BOP sebelum pemboran dimulai	3.4
Uji sumur berkala	pengalihan tiap sumur bergantian ke separator uji untuk mengukur laju minyak, gas, air, dan kadar air	4.3
Ukuran choke (per 64 inci)	ukuran choke dinyatakan dalam per 64 inci; 32/64 in berarti setengah inci	4.3
Ullage (outage)	jarak dari titik acuan di atap ke permukaan cairan, yaitu tinggi ruang kosong di atas cairan	5.4
Ultrasonik (pengukur level)	sensor yang menangkap pantulan gelombang suara dari permukaan cairan; terganggu busa, uap, serta perubahan suhu dan tekanan	5.3
Unit pemisah minyak dan air	alat di stasiun pengumpul yang menurunkan kadar minyak dalam air, tetapi tidak mengurangi garam	1.4
Unit penangkap uap (vapor recovery)	alat pada tangki yang menangkap kembali uap hidrokarbon agar tidak lepas ke udara	1.4
UPS (baterai)	baterai pelindung sistem kontrol agar tetap hidup walaupun listrik mati sesaat	5.5
Urea	pupuk yang dibuat dari amonia dan dijual kepada petani	5.1
Usaha pendukung migas	usaha yang menjual jasa atau barang kepada perusahaan migas, misalnya bengkel, katering, angkutan, dan kalibrasi; bukan usaha migas inti	1.3

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

Utilitas	layanan pendukung (udara tekan, uap, air pendingin, listrik, bahan bakar, nitrogen) yang menyediakan tenaga, media, panas, atau pendinginan bagi peralatan proses; bukan proses utama	5.5
V-door	bukaan di sisi menara pada ketinggian lantai bor tempat pipa masuk ke lantai bor	3.1
Waktu tempuh (lag time)	selang waktu serbuk bor naik dari dasar lubang ke permukaan sehingga serbuk berasal dari kedalaman yang lebih dangkal daripada kedalaman pahat saat ini	2.2
Waktu tinggal	lamanya cairan berada di dalam separator: volume cairan di dalam separator dibagi laju cairan masuk	4.5
Wilayah kerja	area tertentu tempat perusahaan boleh mencari dan mengambil migas	1.1
Wirausaha	orang yang membuka usaha sendiri, menanggung risikonya, dan berusaha mendapat laba	1.3
Wireline	kabel berisi penghantar listrik untuk menurunkan alat ke dalam sumur dari unit di permukaan	1.2
Zona minyak tipis	zona minyak yang sempit di antara dua kontak sehingga interval perforasi pendek dan laju dijaga rendah	4.2

Lampiran 2 · Daftar sumber acuan

Semua nama orang, perusahaan, lapangan, sumur, stasiun, dan angka pada soal latihan, kuis, dan contoh di buku ini adalah rekaan tim NLS untuk latihan dan diberi keterangan di soalnya; tidak ada data statistik dari sumber luar yang dipakai pada soal. Fakta teknis, istilah, dan peraturan di materi diperiksa pada sumber resmi atau tepercaya pada Oktober 2026. Sumber ensiklopedia dan situs industri dipakai sebagai rujukan bacaan, dan teksnya tidak disalin. Standar dan peraturan berubah dari waktu ke waktu, jadi periksa versi terbaru sebelum memakainya sebagai dasar pekerjaan.

Sumber	Yang dipakai
Pusmendik Kemendikdasmen, Kerangka Asesmen TKA SMA/MA/SMK/MAK – Teknik Perminyakan	definisi mata pelajaran, enam kompetensi, sebelas elemen, level kognitif, batasan asesmen, dan contoh soal resmi
Keputusan Kepala BSKAP Kemendikdasmen Nomor 046/H/KR/2025	Capaian Pembelajaran Fase E yang menjadi acuan muatan
Pusmendik Kemendikdasmen, TKA SMK 2025 Projek Kreatif dan Kewirausahaan	acuan bentuk, panjang, dan tingkat kesulitan soal
Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2001 tentang Minyak dan Gas Bumi	pembagian kegiatan usaha hulu dan hilir
Peraturan Menteri ESDM Nomor 17 Tahun 2017	wilayah kerja, KKKS, SKK Migas, dan rencana pengembangan lapangan

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

Permenaker Nomor 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja	nilai ambang batas kebisingan dan hidrogen sulfida (H2S)
Permenaker Nomor 9 Tahun 2016	keselamatan dan kesehatan kerja pada pekerjaan di ketinggian
OSHA (Amerika Serikat) dan CCOHS (Kanada)	praktik keselamatan umum: hidrogen sulfida (H2S), ruang terbatas, dan penahan jatuh
NIOSH/CDC (Amerika Serikat)	hierarki pengendalian bahaya
Wikipedia dan ensiklopedia sejenis	rujukan bacaan istilah: geologi perminyakan, perangkap hidrokarbon, batuan induk, porositas, seismik, lumpur pemboran, kerja ulang (workover), pompa angguk, gas lift, pompa benam listrik (ESP), pompa rongga progresif (PCP), penyelesaian sumur, separator, desalter, derajat API, titik tuang, titik nyala, pelat orifis, gelas penduga, dan ullage
SLB Energy Glossary	istilah katup master dan katup sayap, gravel pack, sliding sleeve, perforating gun, dan heater treater
Rigzone	rujukan bacaan industri tentang rig dan operasi pemboran
Penn State Energy and Mineral Engineering (EMS)	kilang distilasi atmosferik dan pengolahan gas
ISA-7.0.01	mutu udara instrumen (hanya pada kotak Pengayaan)
Engineering Toolbox	berat jenis gas terhadap udara
hukumonline	kelas jalan dan pengawalan angkutan alat berat
AAPG Wiki	rig darat (land rig)
migas.esdm.go.id	tahapan eksplorasi migas
Pemberitaan skema TKA 2026	jumlah soal (25) dan waktu (60 menit) mata pelajaran pilihan
Wikimedia Commons dan Geoscience Digital Image Library (GeoDIL)	foto batuan, rig, pompa angguk, separator, kolom distilasi, dan pressure gauge; lisensi tiap foto tercantum pada keterangan gambar dan di Daftar sumber gambar

Lampiran 3 · Lembar jawaban kosong

Lembar ini boleh difotokopi. Untuk soal PG, lingkari satu huruf. Untuk pilih lebih dari satu (MCMA), lingkari semua huruf yang benar. Untuk Benar/Salah, tulis B atau S untuk setiap pernyataan.

No	Jawaban	No	Jawaban	No	Jawaban
1	A B C D E	10	A B C D E	19	A B C D E
2	A B C D E	11	A B C D E	20	A B C D E
3	A B C D E	12	A B C D E	21	A B C D E

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

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. Untuk mata pelajaran Teknik Perminyakan belum ada soal asli TKA yang dapat dimuat; soal di buku ini disusun tim NLS mengikuti bentuk enam contoh resmi Pusmendik dan soal asli TKA SMK 2025 mata pelajaran Projek Kreatif dan Kewirausahaan. 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 nilai migas: kegiatan hulu dan hilir	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.2	Sembilan tahap kegiatan hulu migas dengan titik keputusan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.3	Jalur minyak dan jalur gas dari lapangan sampai konsumen	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.4	Peta konsep tahapan industri migas	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.5	Susunan kru rig pemboran dan garis perintahnya	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	Peta tugas profesi di rig, perawatan sumur, dan lapangan produksi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.7	Contoh jalur karier lulusan SMK di rig dan lapangan produksi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.8	Peta konsep profesi di industri perminyakan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.9	Peta usaha pendukung migas dan keahlian yang dibutuhkan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.10	Rincian biaya satu pekerjaan jasa dan cara menetapkan harga	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.11	Titik impas: garis pendapatan memotong garis biaya total	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.12	Peta konsep kewirausahaan dan usaha pendukung migas	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.13	Dampak lingkungan pada tiap tahap kegiatan migas dan pengendaliannya	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.14	Penanganan air terproduksi: pisah minyak lalu injeksi ulang	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 1.15	Gas ikutan: dilepas, dibakar, atau dimanfaatkan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.16	Lima langkah tanggap tumpahan minyak	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.17	Peta konsep tantangan lingkungan dan energi lebih bersih	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.18	Penurunan produksi lapangan dan pengaruh program	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.19	Injeksi air: sumur injeksi mendorong minyak ke sumur produksi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.20	Perbandingan program menjaga ketersediaan migas	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.21	Peta konsep program menjaga ketersediaan migas	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.1	Jendela pematangan menurut kedalaman	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.2	Tiga jenis perangkap	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.3	Penampang petroleum system	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.4	Garis waktu petroleum system	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 2.5	Peta konsep petroleum system	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.6	Siklus batuan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.7	Tiga batuan sedimen penting: batupasir, serpih, batugamping (komposit tiga foto)	Darla Sondrol (a, batupasir Berea, GeoDIL 236); Mike Davis (b, serpih Maplewood, GeoDIL 241); Nessa Eull (c, batugamping litografi Solnhofen, GeoDIL 485); Geoscience Digital Image Library	CC0 1.0 (domain publik); diubah: ketiga foto dipangkas, disusun berdampingan, dan diberi judul serta keterangan berbahasa Indonesia	https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Berea_Sandstone_(GeoDIL_number_-_236).jpg ; https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Maplewood_Shale_(Silurian)_(GeoDIL_number_-_241).jpg ; https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lithographic_limestone_(GeoDIL_number_-_485).jpg
Gambar 2.8	Pori terhubung dan pori tidak terhubung	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.9	Penampang dengan antiklin, sinklin, dan patahan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.10	Peta konsep geologi dasar	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.11	Tahap pencarian migas dari luas dan murah ke sempit dan mahal	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—

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

Gambar	Judul	Pembuat	Lisensi	Sumber
Gambar 2.12	Seismik darat dan seismik laut	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.13	Peta prospek dengan lintasan 2D dan area 3D	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.14	Peta konsep tahapan pencarian migas	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.15	Teknisi dengan APD dasar	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.16	Tabel bahaya dan APD	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.17	Masuk ruang terbatas: tangki	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.18	Sistem penahan jatuh	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.19	Peta konsep APD sesuai SOP	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.20	Lima prinsip 5R sebagai tangga	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.21	Label merah dan bayangan alat	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.22	Denah rumah alat sebelum dan sesudah 5R	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.23	Peta konsep budaya kerja 5R	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 2.24	Bahaya fisik, kimia, dan mekanik di lantai bor	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.25	Segitiga api dan batas ledak	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.26	Hierarki pengendalian bahaya	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.27	Izin kerja panas beranotasi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.28	Titik kumpul dan arah angin	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.29	Peta konsep bahaya dan pengendaliannya	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.1	Rig pemboran darat dengan menara kisi baja (Barnett Shale, Texas)	Loadmaster (David R. Tribble)	CC BY-SA 3.0; diubah: dipotong dan diberi label berbahasa Indonesia (label ditambahkan)	https://commons.wikimedia.org/wiki/File:BarnettShaleDrilling-9323.jpg
Gambar 3.2	Empat jenis rig darat dan keadaan lokasi yang cocok	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.3	Jalur beban rangkaian pipa pada sistem angkat rig darat	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.4	Jalur pipa dari rak pipa ke lantai bor	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.5	Penampang substruktur, cellar, kepala sumur, dan BOP	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 3.6	Peta konsep jenis rig darat dan komponen utamanya	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.7	Lima jenis rig di perairan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.8	Rig jack-up dengan kaki terangkat (Seadrill West Epsilon, galangan dekat Stavanger)	Lars Christopher Nøttaasen	CC BY-SA 2.0; diubah: dipotong dan diberi label berbahasa Indonesia (label ditambahkan)	https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Seadrill_west_epsilon.jpg
Gambar 3.9	Rig semi-submersible di Bjørnafjorden, Norwegia	Marius Vassnes	CC BY-SA 4.0; diubah: diberi label berbahasa Indonesia (label ditambahkan)	https://commons.wikimedia.org/wiki/File:8767317_Leiv_Eriksson_oil_rig.jpg
Gambar 3.10	Kapal bor (drillship) laut dalam	Paul Harrison	CC BY-SA 4.0; diubah: diperkecil dan diberi label berbahasa Indonesia (label ditambahkan)	https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Drill_Ship_Noble_Bully_2018.jpg
Gambar 3.11	Kedalaman air dan jenis rig (ukuran kasar)	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.12	Kelompok peralatan yang dimobilisasi bersama rig	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.13	Peta konsep jenis rig dan peralatan yang dimobilisasi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—

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

Gambar	Judul	Pembuat	Lisensi	Sumber
Gambar 3.14	Mobilisasi, moving rig, dan demobilisasi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.15	Memilih rute berdasarkan batas berat, tinggi, dan lebar	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.16	Mengelompokkan muatan rig ke truk	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.17	Jadwal pindah rig: kegiatan berurutan dan sejajar	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.18	Moving rig dalam satu pad: geser atau pindah penuh	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.19	Peta konsep mobilisasi, moving, dan demobilisasi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.20	Persiapan lokasi sebelum rig-up	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.21	Urutan rig-up	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.22	Denah lokasi sumur dan arah angin untuk lubang pembakaran gas	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.23	Urutan rig-down	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.24	Peta konsep rig-up dan rig-down	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 3.25	Lima sistem pemboran pada satu rig	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.26	Sistem putar: meja putar dan kelly dibandingkan dengan top drive	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.27	Alur lumpur pemboran pada sistem sirkulasi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.28	Kick, hilang lumpur, dan bukan kick: gejala pada tangki lumpur dan aliran	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.29	Susunan BOP dan tiga cara menutup sumur	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.30	Sistem tenaga dan cara menentukan jumlah genset yang menyala	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.31	Casing dan semen pada sumur	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.32	Peta konsep lima sistem pemboran	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.1	Neraca tekanan pada sumur sembur alam	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.2	Tanda-tanda sembur alam menuju akhir	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.3	Sembur alam dan lima cara pengangkatan buatan berdampingan	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 4.4	Pompa angguk (pumpjack) di lapangan minyak Permian Basin dekat Monahans, Texas	Quintin Soloviev	CC BY 4.0; diubah: nomor penunjuk bagian ditambahkan; ukuran diperkecil	https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Oil_pumpjack_in_the_Permian_Basin.jpg
Gambar 4.5	Dua langkah pompa di dasar sumur	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.6	Pompa benam listrik (ESP) dan pompa rongga progresif (PCP)	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.7	Skema gas lift	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.8	Kriteria memilih metode produksi sumur	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.9	Peta konsep metode produksi sumur	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.10	Penampang penyelesaian sumur bercasing berperforasi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.11	Tiga jenis penyelesaian: lubang terbuka, casing berperforasi, dan liner dengan penahan pasir	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.12	Gravel pack dilihat dari atas	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 4.13	Penyelesaian ganda dengan dua tubing dan packer	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.14	Interval perforasi dan kontak fluida	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.15	Peta konsep penyelesaian sumur	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.16	Urutan dari sumur siap produksi sampai produksi berkelanjutan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.17	Uji awal dengan choke bertahap (grafik konsep)	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.18	Contoh lembar uji sumur berkala (dokumen fiktif)	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.19	Peta konsep produksi berkelanjutan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.20	Christmas tree dengan nama katup	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.21	Manifold produksi dan uji	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.22	Tangki atap tetap dan atap terapung	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.23	Alur fluida di stasiun pengumpul	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 4.24	Peta konsep peralatan produksi migas	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.25	Separator tiga fasa horizontal (penampang memanjang)	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.26	Separator minyak dan gas horizontal yang dipamerkan di Moonie, Queensland	Mattinbgn	CC BY 3.0; diubah: dipotong; nomor penunjuk ditambahkan	https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Moonie_Horizontal_Oil_and_Gas_Separator.JPG
Gambar 4.27	Separator tiga fasa vertikal (penampang)	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.28	Pemisahan bertahap dengan tekanan makin rendah	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.29	Gangguan pada separator: tanda, penyebab, dan tindakan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.30	Peta konsep prinsip kerja separator	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.1	Dari sumur ke pemakai: produksi, pengolahan, dan penggunaan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.2	Alur unit kilang minyak dari tangki sampai kolom distilasi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.3	Kolom distilasi atmosferik dan fraksi yang diambil	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 5.4	Distillation towers near San Jose Iturbide on transit for the Tula refinery, Mexico	Carlos Valenzuela (Cvmontuy)	CC BY-SA 4.0; diubah: ukuran diperkecil	https://commons.wikimedia.org/wiki/index.php?curid=59126003
Gambar 5.5	Alur pengolahan gas bumi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.6	Produk hulu, antara, dan hilir dengan contoh rantai	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.7	Peta konsep dari produksi ke pengolahan dan produk	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.8	Hubungan kekentalan, suhu, dan titik tuang (konsep)	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.9	Tabel perbandingan minyak ringan dan minyak berat	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.10	Gas ringan naik dan gas berat turun dibandingkan dengan udara	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.11	Lapisan minyak, emulsi, dan air formasi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.12	Peta konsep sifat fluida produksi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.13	Manometar photo Momcilo Stokanovic	Momcilo Stokanovic	CC BY-SA 4.0; diubah: ukuran diperkecil	https://commons.wikimedia.org/wiki/index.php?curid=182970938
Gambar 5.14	Dial pressure gauge dan cara membaca	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 5.15	Tiga cara mengukur suhu: lokal, jarak jauh, sesaat	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.16	Pelat orifis dan transmitter beda tekanan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.17	Gelas penduga pada bejana bertekanan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.18	Radar, beda tekanan, dan pelampung pada tangki bertekanan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.19	Peta konsep alat ukur tekanan, suhu, laju alir, dan level	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.20	Tangki silinder tegak berukuran	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.21	Ullage dan innage pada tangki	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.22	Tabel kalibrasi tangki (dokumen fiktif)	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.23	Pemuaian minyak dan batas isi aman	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.24	Peta konsep perhitungan volume, tinggi cairan, pemuaian, dan berat jenis	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.25	Peta utilitas stasiun dan peralatan yang dilayani	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 5.26	Jaringan udara instrumen dari kompresor sampai katup	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.27	Uap pemanas tangki lewat kumparan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.28	Sistem air pendingin dengan menara pendingin	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.29	Peta konsep sistem utilitas	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—

Tabel silang sub bab dan soal

Sub bab	Soal
1.1 · Tahapan industri migas dari eksplorasi hingga distribusi awal	Bedah Prediksi 07 no. 3; Latihan 1.1 no. 1; Latihan 1.1 no. 2; Kuis Bab 1 no. 1; Kuis Bab 1 no. 2; Kuis Bab 1 no. 3; Kuis Bab 1 no. 4; Kuis Bab 1 no. 6; Simulasi 2 no. 3; Simulasi 3 no. 7
1.2 · Aktivitas pekerjaan dan jenis profesi di industri perminyakan	Bedah Prediksi 09 no. 9; Latihan 1.2 no. 1; Kuis Bab 1 no. 5; Kuis Bab 1 no. 7; Kuis Bab 1 no. 15; Kuis Bab 1 no. 16; Kuis Bab 1 no. 20; Simulasi 1 no. 10; Simulasi 2 no. 1; Simulasi 3 no. 1
1.3 · Kewirausahaan dan usaha pendukung migas	Bedah Prediksi 07 no. 10; Latihan 1.3 no. 1; Latihan 1.3 no. 2; Kuis Bab 1 no. 9; Kuis Bab 1 no. 10; Kuis Bab 1 no. 21; Kuis Bab 1 no. 22; Kuis Bab 1 no. 24; Kuis Bab 1 no. 25; Simulasi 1 no. 2; Simulasi 2 no. 4; Simulasi 3 no. 2
1.4 · Tantangan lingkungan dan energi lebih bersih dalam migas	Bedah Prediksi 07 no. 15; Latihan 1.4 no. 1; Kuis Bab 1 no. 8; Kuis Bab 1 no. 12; Kuis Bab 1 no. 13; Kuis Bab 1 no. 17; Kuis Bab 1 no. 18; Simulasi 1 no. 4; Simulasi 2 no. 2
1.5 · Program menjaga ketersediaan minyak dan gas bumi	Bedah Prediksi 07 no. 8; Latihan 1.5 no. 1; Kuis Bab 1 no. 11; Kuis Bab 1 no. 14; Kuis Bab 1 no. 19; Kuis Bab 1 no. 23; Simulasi 1 no. 12; Simulasi 3 no. 4
2.1 · Terbentuknya minyak bumi dan petroleum system	Bedah Prediksi 07 no. 12; Latihan 2.1 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. 5; Simulasi 2 no. 16; Simulasi 3 no. 6
2.2 · Geologi dasar: batuan, struktur, dan peran geologi	Bedah Prediksi 07 no. 7; Latihan 2.2 no. 1; Kuis Bab 2 no. 1; Kuis Bab 2 no. 8; Kuis Bab 2 no. 9; Kuis Bab 2 no. 11; Simulasi 1 no. 7; Simulasi 3 no. 5
2.3 · Tahapan pencarian migas di darat dan perairan	Bedah Prediksi 08 no. 5; Latihan 2.3 no. 1; Kuis Bab 2 no. 13; Kuis Bab 2 no. 15; Kuis Bab 2 no. 16; Kuis Bab 2 no. 18; Simulasi 2 no. 20

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

Sub bab	Soal
2.4 · Alat pelindung diri sesuai SOP	Bedah Prediksi 07 no. 14; Latihan 2.4 no. 1; Latihan 2.4 no. 2; Kuis Bab 2 no. 7; Kuis Bab 2 no. 10; Kuis Bab 2 no. 12; Kuis Bab 2 no. 17; Simulasi 1 no. 1; Simulasi 2 no. 11; Simulasi 3 no. 3
2.5 · Budaya kerja 5R: Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin	Bedah Prediksi 08 no. 17; Latihan 2.5 no. 1; Latihan 2.5 no. 2; Kuis Bab 2 no. 6; Kuis Bab 2 no. 14; Kuis Bab 2 no. 19; Kuis Bab 2 no. 22; Simulasi 1 no. 14; Simulasi 2 no. 13; Simulasi 3 no. 18
2.6 · Bahaya fisik, kimia, mekanik, dan potensi bahaya area kerja migas	Bedah Prediksi 08 no. 6; Latihan 2.6 no. 1; Latihan 2.6 no. 2; Kuis Bab 2 no. 20; Kuis Bab 2 no. 21; Kuis Bab 2 no. 23; Kuis Bab 2 no. 24; Kuis Bab 2 no. 25; Simulasi 1 no. 3; Simulasi 2 no. 8; Simulasi 3 no. 9
3.1 · Jenis rig darat dan komponen utamanya	Bedah Prediksi 08 no. 16; Latihan 3.1 no. 1; Latihan 3.1 no. 2; Kuis Bab 3 no. 1; Kuis Bab 3 no. 3; Kuis Bab 3 no. 7; Kuis Bab 3 no. 9; Kuis Bab 3 no. 15; Simulasi 1 no. 9; Simulasi 2 no. 18; Simulasi 3 no. 15
3.2 · Jenis rig dan peralatan pemboran yang dimobilisasi	Bedah Prediksi 08 no. 19; Latihan 3.2 no. 1; Latihan 3.2 no. 2; Kuis Bab 3 no. 4; Kuis Bab 3 no. 6; Kuis Bab 3 no. 11; Kuis Bab 3 no. 13; Kuis Bab 3 no. 17; Simulasi 1 no. 6; Simulasi 2 no. 15; Simulasi 3 no. 8
3.3 · Mobilisasi, demobilisasi, dan moving rig	Bedah Prediksi 08 no. 9; Latihan 3.3 no. 1; Latihan 3.3 no. 2; Kuis Bab 3 no. 2; Kuis Bab 3 no. 5; Kuis Bab 3 no. 10; Kuis Bab 3 no. 12; Kuis Bab 3 no. 16; Simulasi 1 no. 13; Simulasi 2 no. 7; Simulasi 3 no. 10
3.4 · Tahapan rig-up dan rig-down	Bedah Prediksi 08 no. 18; Latihan 3.4 no. 1; Latihan 3.4 no. 2; Kuis Bab 3 no. 8; Kuis Bab 3 no. 14; Kuis Bab 3 no. 18; Kuis Bab 3 no. 19; Kuis Bab 3 no. 20; Simulasi 1 no. 11; Simulasi 2 no. 17; Simulasi 3 no. 11
3.5 · Lima sistem pemboran dan komponennya	Bedah Prediksi 07 no. 1; Latihan 3.5 no. 1; Latihan 3.5 no. 2; Kuis Bab 3 no. 21; Kuis Bab 3 no. 22; Kuis Bab 3 no. 23; Kuis Bab 3 no. 24; Kuis Bab 3 no. 25; Simulasi 1 no. 15; Simulasi 2 no. 12; Simulasi 3 no. 16
4.1 · Metode produksi sumur: sembur alam dan pengangkatan buatan	Bedah Prediksi 08 no. 8; Latihan 4.1 no. 1; Latihan 4.1 no. 2; Kuis Bab 4 no. 1; Kuis Bab 4 no. 2; Kuis Bab 4 no. 3; Kuis Bab 4 no. 4; Kuis Bab 4 no. 6; Kuis Bab 4 no. 7; Simulasi 1 no. 8; Simulasi 2 no. 9; Simulasi 3 no. 13
4.2 · Sistem penyelesaian sumur (well completion)	Bedah Prediksi 07 no. 6; Latihan 4.2 no. 1; Latihan 4.2 no. 2; Kuis Bab 4 no. 5; Kuis Bab 4 no. 8; Kuis Bab 4 no. 12; Kuis Bab 4 no. 13; Kuis Bab 4 no. 16; Simulasi 1 no. 20; Simulasi 2 no. 5; Simulasi 3 no. 19
4.3 · Dari sumur siap produksi hingga produksi berkelanjutan	Bedah Prediksi 08 no. 14; Latihan 4.3 no. 1; Latihan 4.3 no. 2; Kuis Bab 4 no. 10; Kuis Bab 4 no. 11; Kuis Bab 4 no. 14; Kuis Bab 4 no. 17; Simulasi 1 no. 21; Simulasi 2 no. 19; Simulasi 3 no. 17
4.4 · Jenis dan komponen utama peralatan produksi migas	Bedah Prediksi 08 no. 7; Latihan 4.4 no. 1; Latihan 4.4 no. 2; Kuis Bab 4 no. 9; Kuis Bab 4 no. 15; Kuis Bab 4 no. 18; Kuis Bab 4 no. 21; Kuis Bab 4 no. 23; Simulasi 1 no. 25; Simulasi 2 no. 6; Simulasi 3 no. 20
4.5 · Prinsip kerja separator	Bedah Prediksi 07 no. 17; Latihan 4.5 no. 1; Latihan 4.5 no. 2; Kuis Bab 4 no. 19; Kuis Bab 4 no. 20; Kuis Bab 4 no. 22; Kuis Bab 4 no. 24; Kuis Bab 4 no. 25; Simulasi 1 no. 18; Simulasi 2 no. 14; Simulasi 3 no. 22
5.1 · Dari produksi ke pengolahan: unit proses, alur, dan produk migas	Bedah Prediksi 09 no. 23; Latihan 5.1 no. 1; Latihan 5.1 no. 2; Latihan 5.1 no. 3; Kuis Bab 5 no. 1; Kuis Bab 5 no. 2; Kuis Bab 5 no. 5; Kuis Bab 5 no. 6; Kuis Bab 5 no. 8; Kuis Bab 5 no. 9; Simulasi 1 no. 17; Simulasi 1 no. 23; Simulasi 2 no. 21; Simulasi 2 no. 25; Simulasi 3 no. 12

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

Sub bab	Soal
5.2 · Sifat fluida produksi: minyak, gas, dan air	Bedah Prediksi 07 no. 20; Latihan 5.2 no. 1; Latihan 5.2 no. 2; Kuis Bab 5 no. 3; Kuis Bab 5 no. 4; Kuis Bab 5 no. 7; Kuis Bab 5 no. 10; Simulasi 1 no. 19; Simulasi 2 no. 10; Simulasi 3 no. 14
5.3 · Alat ukur tekanan, suhu, laju alir, dan level cairan	Bedah Prediksi 07 no. 19; Latihan 5.3 no. 1; Latihan 5.3 no. 2; Kuis Bab 5 no. 11; Kuis Bab 5 no. 12; Kuis Bab 5 no. 13; Kuis Bab 5 no. 14; Kuis Bab 5 no. 15; Simulasi 1 no. 24; Simulasi 2 no. 23; Simulasi 3 no. 21
5.4 · Perhitungan volume minyak, tinggi cairan, pemuaian, dan berat jenis	Bedah Prediksi 08 no. 24; Latihan 5.4 no. 1; Latihan 5.4 no. 2; Latihan 5.4 no. 3; Latihan 5.4 no. 4; Kuis Bab 5 no. 16; Kuis Bab 5 no. 18; Kuis Bab 5 no. 20; Kuis Bab 5 no. 22; Kuis Bab 5 no. 23; Kuis Bab 5 no. 24; Simulasi 1 no. 22; Simulasi 2 no. 22; Simulasi 3 no. 23; Simulasi 3 no. 25
5.5 · Sistem utilitas: udara tekan, uap, air pendingin, listrik, dan bahan bakar	Bedah Prediksi 07 no. 22; Latihan 5.5 no. 1; Latihan 5.5 no. 2; Kuis Bab 5 no. 17; Kuis Bab 5 no. 19; Kuis Bab 5 no. 21; Kuis Bab 5 no. 25; Simulasi 1 no. 16; Simulasi 2 no. 24; Simulasi 3 no. 24

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

NEXT LEVEL STUDY INDONESIA

Era Baru Pendidikan

TKA SMK Teknik Perminyakan

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 Perminyakan: 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-smktper

GRATIS · TIDAK UNTUK DIPERJUALBELIKAN

SMKTPER · Edisi 1 · Gratis untuk pelajar Indonesia · 2026/2027