



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA
2023

DASAR-DASAR TEKNIK PERMINYAKAN

Dani Yudanto
Eka Mulya Ade

SMK/MAK KELAS X

Hak Cipta pada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia
Dilindungi Undang-Undang

Penafian: Buku ini disiapkan oleh Pemerintah dalam rangka pemenuhan kebutuhan buku pendidikan yang bermutu, murah, dan merata sesuai dengan amanat dalam UU No. 3 Tahun 2017. Buku ini disusun dan ditelaah oleh berbagai pihak di bawah koordinasi Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. Buku ini merupakan dokumen hidup yang senantiasa diperbaiki, diperbarui, dan dimutakhirkan sesuai dengan dinamika kebutuhan dan perubahan zaman. Masukan dari berbagai kalangan yang dialamatkan kepada penulis atau melalui alamat surel buku@kemdikbud.go.id diharapkan dapat meningkatkan kualitas buku ini.

Dasar-Dasar Teknik Perminyakan
untuk SMK/MAK Kelas X

Penulis

Dani Yudanto
Eka Mulya Ade

Penelaah

Astra Agus Pramana
Anas Puji Santoso

Penyelia/Penyelaras

Supriyatno
Wijanarko Adi Nugroho
Erlina Indarti
Marsya Nisrina

Kontributor

Ajeng Noor Windarika
Mochamad Arief Rahman Hakim Amrullah

Ilustrator

Muhammad Yusuf

Editor

Ahid Hidayat

Desainer

Syndhi Renolarisa

Penerbit

Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi

Dikeluarkan oleh

Pusat Perbukuan
Kompleks Kemdikbudristek Jalan RS Fatmawati, Cipete, Jakarta Selatan
<https://buku.kemdikbud.go.id>

Cetakan pertama, 2023

ISBN 978-623-194-480-1 (no.jil.lengkap PDF)
978-623-194-481-8 (jil.1 PDF)

Isi buku ini menggunakan Noto Serif 11/15 pt, Steve Matteson.
xviii, 254 hlm., 17,6 x 25 cm.

Kata Pengantar

Pusat Perbukuan; Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan; Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi memiliki tugas dan fungsi mengembangkan buku pendidikan pada satuan Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Menengah, termasuk Pendidikan Khusus. Buku yang dikembangkan saat ini mengacu pada Kurikulum Merdeka. Kurikulum ini memberikan keleluasaan bagi satuan/program pendidikan dalam mengimplementasikan kurikulum dengan prinsip diversifikasi sesuai dengan kondisi satuan pendidikan, potensi daerah, dan peserta didik.

Pemerintah dalam hal ini Pusat Perbukuan mendukung implementasi Kurikulum Merdeka di satuan pendidikan dengan mengembangkan buku siswa dan buku panduan guru sebagai buku teks utama. Buku ini dapat menjadi salah satu referensi atau inspirasi sumber belajar yang dapat dimodifikasi, dijadikan contoh, atau rujukan dalam merancang dan mengembangkan pembelajaran sesuai karakteristik, potensi, dan kebutuhan peserta didik. Adapun acuan penyusunan buku teks utama adalah Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Nomor 033/H/KR/2022 tentang Perubahan Atas Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 008/H/KR/2022 tentang Capaian Pembelajaran pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Jenjang Pendidikan Menengah pada Kurikulum Merdeka.

Sebagai dokumen hidup, buku ini tentu dapat diperbaiki dan disesuaikan dengan kebutuhan dan perkembangan keilmuan dan teknologi. Oleh karena itu, saran dan masukan dari para guru, peserta didik, orang tua, dan masyarakat sangat dibutuhkan untuk pengembangan buku ini di masa yang akan datang. Pada kesempatan ini, Pusat Perbukuan menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah terlibat dalam penyusunan buku ini, mulai dari penulis, penelaah, editor, ilustrator, desainer, dan kontributor terkait lainnya. Semoga buku ini dapat bermanfaat khususnya bagi peserta didik dan guru dalam meningkatkan mutu pembelajaran.

Jakarta, Maret 2023
Kepala Pusat,

Supriyatno
NIP 196804051988121001



Prakata

Selamat berjumpa di Kelas X Sekolah Menengah Kejuruan. Buku ini ditujukan sebagai bahan pembelajaran dasar-dasar teknik perminyakan untuk kalian, siswa-siswi Sekolah Menengah Kejuruan Kelas X (Fase E) pada Program Keahlian Teknik Perminyakan.

Buku ini terdiri atas delapan bab yang berisi pengenalan industri hulu dan industri hilir di bidang teknik perminyakan. Materi yang diberikan di dalam buku ini disertai dengan contoh-contoh kontekstual nyata dan aplikasi yang memberikan gambaran proses di industri perminyakan. Terdapat lembar aktivitas yang dapat menuntun siswa untuk lebih dalam mempelajari subbab dan diakhiri dengan soal-soal uji kompetensi untuk mengukur ketercapaian kompetensi siswa. Setelah mempelajari dasar-dasar teknik perminyakan diharapkan dapat menumbuhkan *passion* siswa agar memiliki motivasi dan kemauan belajar yang tinggi pada program keahlian Teknik Perminyakan.

Penulis menyampaikan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu terwujudnya buku ini. Tiada gading yang tak retak, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna perbaikan penulisan di masa yang akan datang.

Jakarta, November 2022

Tim Penulis

Daftar Isi

Kata Pengantar.....	iii
Prakata	iv
Daftar Isi	v
Daftar Gambar	ix
Daftar Tabel	xiv
Petunjuk Penggunaan Buku.....	xv



Bab 1

Proses Bisnis di Bidang Teknik Perminyakan

- A. Industri Hulu Minyak dan Gas Bumi.....6
- B. Industri Hilir Minyak dan Gas Bumi.....16

Bab 2

Industri Perminyakan

- A. Teknologi Pengolahan Minyak Bumi.31
- B. Proses Pengolahan Minyak Bumi secara Tradisional/Sederhana..... 37
- C. Proses Pengolahan Minyak Bumi secara Modern41
- D. Proses *Hydrotreating* 45
- E. Program Pengembangan Kilang RDMP dan GRR..... 47
- F. Teknologi Energi Terbarukan.....49

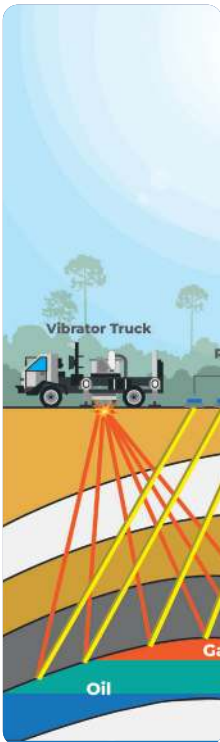




Bab 3

Peluang Karier dan Usaha Perminyakan

- A. Perkembangan Bisnis Industri Minyak dan Gas Bumi 56
- B. Jenis-Jenis Profesi di Industri Minyak dan Gas Bumi 58
- C. Jenis Usaha dalam Industri Minyak dan Gas Bumi 61
- D. Peluang Usaha di Industri Minyak dan Gas Bumi 64



Bab 4

Keselamatan dan Kesehatan Kerja serta Budaya Kerja Industri

- A. Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) 75
- B. Budaya Kerja Industri 102



Bab 5

Tahap Eksplorasi Minyak dan Gas Bumi

- A. Perencanaan Eksplorasi 109
- B. Pemilihan Daerah Eksplorasi 114
- C. Kegiatan Survei Seismik 117
- D. Evaluasi Data dan Survei Detail 119
- E. Perencanaan Pengeboran Eksplorasi 121

Bab 6

Tahap Pengeboran Minyak dan Gas Bumi

A. Pengertian Operasi Pengeboran.....	137
B. Kegiatan-Kegiatan Sebelum Operasi Pengeboran....	139
C. Sistem Peralatan Bor Putar.....	145



Bab 7

Tahapan Produksi Minyak dan Gas Bumi

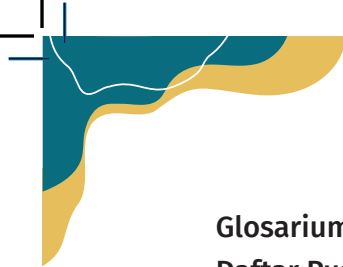
A. Perencanaan <i>Well Completion</i> (Tahap Penyelesaian Sumur).....	168
B. Pelubangan Sumur (Perforasi).....	177
C. Tahap Penimbaan (<i>Swabbing</i>).....	180
D. Metode Produksi Migas.....	181
E. Peralatan Produksi.....	182
F. Fasilitas Produksi Migas.....	188



Bab 8

Tahap Pengolahan Minyak Bumi

A. Pengolahan Minyak Bumi.....	203
B. Peralatan Pengolahan dan Utilitas.....	203
C. Tahapan Separasi dan Konversi Pengolahan Minyak Bumi ..	212
D. Produk-Produk Pengolahan Minyak Bumi.....	218
E. Pengukuran Level di Tangki Timbun.....	220
F. Penghitungan Minyak di Dalam Tangki Timbun.....	229



Glosarium	237
Daftar Pustaka.....	239
Daftar Kredit Gambar	242
Sumber Internet	244
Indeks.....	245
Biodata Penulis.....	249
Biodata Penelaah	250
Biodata Penelaah	251
Biodata Editor	252
Biodata Ilustrator	253
Biodata Desainer	254

Daftar Gambar

Gambar 1.1	Manfaat minyak dan gas bumi dalam kehidupan sehari-hari.....	2
Gambar 1.2	Diagram Proses Bisnis di Bidang Perminyakan.....	5
Gambar 1.3	Anjungan Minyak di Lepas Pantai	6
Gambar 1.4	Kegiatan Produksi Migas	15
Gambar 1.5	Kegiatan Usaha Hilir Migas.....	16
Gambar 1.6	Diagram Alir Pengolahan Minyak Bumi pada Kolom Fraksinasi.....	22
Gambar 2.1	Peta Persebaran Kilang Minyak di Indonesia	30
Gambar 2.2	<i>Crude Oil</i> (Minyak Mentah).....	33
Gambar 2.3	Distilasi Bertingkat Minyak Bumi.....	34
Gambar 2.4	Penambangan Minyak Tradisional/Sederhana	37
Gambar 2.5	Salah Satu Sumur Minyak Tradisional/Sederhana.....	38
Gambar 2.6	Penyulingan Minyak Tradisional.....	39
Gambar 2.7	Proses Separasi/Pemisahan	41
Gambar 2.8	Proses Konversi dan <i>Blending</i>	43
Gambar 2.9	Diagram Alir <i>Hydrotreating</i>	46
Gambar 3.1	Kegiatan Industri Migas	62
Gambar 3.2	Konsep Dasar Mengenali Peluang Usaha.....	66
Gambar 3.3	Foto Arifin Panigoro	67
Gambar 3.4	Perusahaan Swasta Nasional Bidang Perminyakan	68
Gambar 4.1	Mobil Tangki yang Keluar dari Depot BBM.....	74
Gambar 4.2	<i>Grounding</i>	79
Gambar 4.3	Pemakaian Stopkontak yang Berlebihan.....	80
Gambar 4.4	Pengoperasian Alat Angkat/ <i>Crane</i>	81
Gambar 4.5	Rambu-Rambu	83

Gambar 4.6	Komputerisasi Operator Kilang.....	83
Gambar 4.7	Pengeboran Sumur Minyak	84
Gambar 4.8	Pengambilan Sampel Minyak di Tangki Timbun.....	85
Gambar 4.9	Contoh Pembagian Zona.....	90
Gambar 4.10	Segitiga Api.....	92
Gambar 4.11	Alat Pemadam Api Ringan (APAR)	94
Gambar 4.12	Kebakaran di Kilang Minyak Balongan	101
Gambar 5.1	Urutan Operasi Survei Eksplorasi Minyak dan Gas	109
Gambar 5.2	Foto Udara dan Foto Satelit.....	110
Gambar 5.3	Pemetaan Geologi.....	112
Gambar 5.4	Gambar Peta Geologi.....	112
Gambar 5.5	Penyebaran cekungan yang ada di Indonesia	114
Gambar 5.6	Sketsa Kurva Rambatan Seismik	118
Gambar 5.7	a. Survei Seismik di Laut, b. Proses Seismik di Darat	118
Gambar 5.8	Data Seismik dan Pembacaannya	119
Gambar 5.9	Penampang Seismik Peta Struktur Berkontur	121
Gambar 5.10	Pembuatan Sarana Transportasi	124
Gambar 5.11	Pembuatan Lubang <i>Stove Pipe</i> dan Pemasangan <i>Stove Pipe</i>	125
Gambar 5.12	Pembuatan Kolam Cadangan (<i>Mud Pit</i>)	125
Gambar 5.13	Persiapan Sumber Air	126
Gambar 5.14	Pengiriman Peralatan	126
Gambar 5.15	Penyusunan Peralatan <i>Sub-structure</i>	127
Gambar 5.16	Pendirian <i>Derrick</i> atau Menara Pengeboran	127
Gambar 5.17	Penyusunan Peralatan Utama dan Penunjang	128
Gambar 5.18	Personal Pengeboran dan <i>Personal Service Company</i>	129
Gambar 6.1	Bagan Struktur Organisasi Sebuah Proyek Pengeboran	136
Gambar 6.2	<i>Cable Tool Drilling Rig</i>	138
Gambar 6.3	Transportasi Jalur Darat	141

Gambar 6.4	Transportasi Jalur Perairan	141
Gambar 6.5	Transportasi Melalui Jalur Udara	142
Gambar 6.6	Perangkaian <i>Sub-structure</i>	142
Gambar 6.7	Bagian Dasar Menara Diangkat ke Lantai Rig.....	143
Gambar 6.8	Menegakkan Menara	143
Gambar 6.9	Peralatan Dipindahkan ke Posisinya.....	144
Gambar 6.10	Pekerjaan Penyelesaian Akhir	144
Gambar 6.11	Peralatan Utama Rig Pengeboran	145
Gambar 6.12	Menara Bor	146
Gambar 6.13	<i>Drawwork</i>	147
Gambar 6.14	<i>Drilling Line</i>	147
Gambar 6.15	<i>Rotary Table</i>	148
Gambar 6.16	<i>Master Bushing dan Bowl</i>	149
Gambar 6.17	<i>Rotary Slip</i>	149
Gambar 6.18	<i>Safety Clamp</i>	150
Gambar 6.19	<i>Swivel</i>	150
Gambar 6.20	<i>Drill Pipe</i>	151
Gambar 6.21	<i>Drill Collar</i>	151
Gambar 6.22	<i>Drag Bit, Roller Cone Bit, dan Diamond Bit</i>	152
Gambar 6.23	Sistem Sirkulasi	154
Gambar 6.24	<i>Prime Mover</i>	155
Gambar 6.25	<i>BOP Stack</i>	157
Gambar 6.26	<i>Annular Preventer</i>	158
Gambar 6.27	<i>Pipe Ram Preventer</i>	158
Gambar 6.28	<i>Accumulator</i>	159
Gambar 6.29	<i>Choke Manifold</i>	159
Gambar 7.1	<i>Completion Type Open Hole</i>	170
Gambar 7.2	<i>Cased Hole Completion</i>	171

Gambar 7.3	<i>Screen Liner Completion</i>	172
Gambar 7.4	<i>Perforated Liner Completion</i>	172
Gambar 7.5	<i>Gravel Pack Completion</i>	173
Gambar 7.6	<i>Single Completion</i>	174
Gambar 7.7	<i>Commingle Completion</i>	174
Gambar 7.8	<i>Multiple Completion</i>	175
Gambar 7.9	<i>Wellhead Single Completion</i>	176
Gambar 7.10	<i>Wellhead Multiple Completion</i>	176
Gambar 7.11	<i>Perforated Casing Completion</i>	178
Gambar 7.12	<i>Konstruksi Bullet Perforator</i>	178
Gambar 7.13	<i>Prinsip Kerja Jet Perforator</i>	179
Gambar 7.14	<i>Peralatan Swabbing</i>	181
Gambar 7.15	<i>Sumur Natural Flow</i>	183
Gambar 7.16	<i>Sumur Gas Lift</i>	184
Gambar 7.17	<i>Konstruksi Sumur dengan Electric Submersible Pump</i>	185
Gambar 7.18	<i>Sucker Rod Pump</i>	186
Gambar 7.19	<i>Hydraulic Pump Unit</i>	186
Gambar 7.20	<i>Pompa Progressing Cavity</i>	187
Gambar 7.21	<i>Wellhead</i>	188
Gambar 7.22	<i>Christmas Tree</i>	189
Gambar 7.23	<i>Flow Line</i>	190
Gambar 7.24	<i>Manifold</i>	191
Gambar 7.25	<i>Separator Vertikal</i>	191
Gambar 7.26	<i>Separator Horizontal</i>	192
Gambar 7.27	<i>Separator Bulat</i>	192
Gambar 7.28	<i>Scrubber</i>	193
Gambar 7.29	<i>Pipe Line</i>	193
Gambar 7.30	<i>Tangki Pengumpul</i>	194

Gambar 7.31 Pompa	194
Gambar 7.32 Kompresor	195
Gambar 8.2 Pompa	204
Gambar 8.1 Tangki Timbun	204
Gambar 8.3 Alat Penukar Panas.....	205
Gambar 8.4 Kolom Fraksinasi.....	206
Gambar 8.5 <i>Separator</i>	207
Gambar 8.6 Termometer Kaca	209
Gambar 8.7 Manometer	210
Gambar 8.8 <i>flow meter</i>	210
Gambar 8.9 <i>Automatic Tank Gauging</i>	211
Gambar 8.10 Proses Pemisahan Air dalam <i>Crude Oil</i> (Minyak Mentah)	212
Gambar 8.11 Diagram Alir Distilasi Atmosferis	213
Gambar 8.12 Unit <i>Thermal Cracking</i> (Perengkahan Termal)	215
Gambar 8.13 <i>Diptape</i>	221
Gambar 8.14 Pasta Minyak	222
Gambar 8.15 Pasta Air	224
Gambar 8.16 Termometer Tangki	225
Gambar 8.17 Botol Sampel	226
Gambar 8.18 Pengukuran Densitas Menggunakan Hidrometer	227
Gambar 8.19 Pengukuran Level di Dalam Tangki Timbun.....	229
Gambar 8.20 Daftar Isi Tangki	230



Daftar Tabel

Tabel 1.1 Senyawa Hidrokarbon Parafinik	17
Tabel 1.2 Komposisi <i>Crude Oil</i>	19
Tabel 1.3 Fraksi Hidrokarbon Hasil Distilasi Minyak Bumi	23
Tabel 2.1 Hasil Distilasi Bertingkat Minyak Bumi.....	35
Tabel 2.2 Kapasitas Potensi Pengembangan Energi Terbarukan dengan <i>Reference Case 2030</i>	50
Tabel 3.1 Daftar Perusahaan Konstruksi Indonesia	62
Tabel 4.1 Kecukupan Pencahayaan.....	78
Tabel 4.2 Tingkat Pengendalian Risiko/Bahaya	82
Tabel 4.3 Korelasi <i>Zone</i> dan <i>Division</i>	91
Tabel 4.4 Kelas Api.....	93
Tabel 4.5 Budaya Kerja 5S dan 5R	102
Tabel 8.1 Konversi Skala Temperatur.....	209
Tabel 8.2 Komposisi Unsur-Unsur Penyusun <i>Crude Oil</i>	218
Tabel 8.3 Pengukuran Suhu Minyak di Dalam Tangki.....	225
Tabel 8.4 Tabel Tangki Perhitungan Cairan <i>Gross</i>	231
Tabel 8.5 Tangki Perhitungan Air <i>Gross</i>	231
Tabel 8.6 ASTM Tabel 53 untuk Mengonversi Densitas <i>Obs.</i> ke Densitas 15°C	232
Tabel 8.7 Menentukan VCF Berdasarkan Tabel 54 ASTM-IP	233

Petunjuk Penggunaan Buku



Halaman Awal Bab

Kamu akan menemukan halaman awal bab yang memberikan gambaran besar mengenai topik yang akan dipelajari.

Pertanyaan Pemantik

Kamu juga akan menemukan pertanyaan pemantik di halaman awal bab sebagai rumusan masalah untuk menuntun kamu dalam memahami materi dan mencapai tujuan pembelajaran.

Pendahuluan

Pendahuluan berisi penjelasan awal terkait materi yang akan diajarkan.



Pendahuluan

Minyak dan gas bumi (migas) merupakan sumber daya alam yang begitu besar manfaatnya bagi kehidupan manusia. Migas menjadi salah satu sumber energi utama bagi manusia untuk keperluan memasak di dapur, bahan bakar kendaraan bermotor, dan penggunaannya pada peralatan industri. Bahkan, jika lebih jauh diidentifikasi, penggunaan peralatan rumah tangga saat ini yang digunakan sehari-hari banyak yang berbahan dasar minyak bumi. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut perlu dilakukan pencarian sumber minyak bumi baru, produksi minyak bumi, serta pengolahan minyak bumi. Semua kegiatan tersebut adalah kegiatan yang dilakukan pada industri hulu dan industri hilir migas.

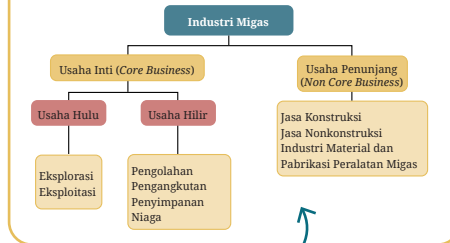
Tujuan Pembelajaran

Kamu dapat mengetahui tujuan pembelajaran yang diharapkan tercapai setelah mempelajari topik bab.

Tujuan Pembelajaran

Tujuan Pembelajaran	Indikator Pencapaian Tujuan Pembelajaran
1. Siswa memahami proses bisnis industri hulu minyak dan gas bumi.	1.1 Siswa dapat mengidentifikasi karakteristik industri hulu minyak dan gas bumi. 1.2 Siswa dapat menjelaskan kegiatan eksplorasi minyak dan gas bumi. 1.3 Siswa dapat menjelaskan kegiatan eksploitasi minyak dan gas bumi.
2. Siswa memahami proses bisnis industri hilir minyak dan gas bumi.	2.1 Siswa dapat mengidentifikasi jenis-jenis kegiatan industri hilir minyak dan gas bumi. 2.2 Siswa dapat menjelaskan kegiatan industri hilir minyak dan gas bumi.

Peta Konsep



Peta Konsep

Peta konsep disajikan di bagian awal bab yang berupa diagram yang menunjukkan hubungan antarkonsep yang terdapat dalam bab. Kamu perlu mengamati dan memahami peta konsep tersebut untuk memperoleh gambaran yang lebih mendalam mengenai isi bab tersebut.

Kata Kunci

Kata Kunci

minyak bumi, gas bumi, industri hulu migas, industri hilir migas, eksplorasi migas, eksploitasi migas

Kata kunci merupakan istilah-istilah utama yang menjadi intisari pada setiap topik bab.

Apersepsi

Apersepsi dapat digunakan untuk mengenalkan materi yang akan dibahas dalam setiap bab. Apersepsi dapat berupa ilustrasi yang berhubungan dengan pengetahuan awal dan gambaran awal tentang materi yang akan disajikan.

Apersepsi

Indonesia memiliki sumber daya migas yang cukup besar yang berpotensi menjadi sumber pendapatan bagi negara dan menjadi penggerak perekonomian nasional. Migas di negeri ini sudah dieksploitasi lebih dari satu abad yang lalu sejak penemuan sumur minyak di Desa Telaga Said, Pangkalan Brandan, Kabupaten Langkat, Sumatera Utara. Kegiatan produksi sudah lebih dari jutaan barel migas dan sudah diolah menjadi produk-produk pengolahan minyak bumi.

Produk migas yang digunakan saat ini melalui proses yang panjang dari kegiatan hulu hingga hilir. Tahukah kamu apa saja kegiatan proses bisnis pada industri hulu dan industri hilir migas? Proses bisnis di bidang perminyakan atau identik dengan migas sangatlah beragam seperti digambarkan pada diagram alir proses berikut ini.

Aktivitas

Aktivitas berisi pertanyaan yang digunakan untuk menuntun pembelajaran teoretis maupun praktis.

Aktivitas 1.1

1. Identifikasilah apa saja manfaat migas dalam kehidupan sehari-hari!
2. Identifikasilah jenis-jenis kegiatan industri migas yang kamu ketahui!
3. Jelaskan apakah yang dimaksud dengan industri hulu migas!
4. Jelaskan apakah yang dimaksud dengan industri hilir migas!

Asah Literasimu

Asah Literasimu

"Lima Perusahaan Migas Gagal Dapat Minyak di Indonesia"

Bisnis pengeboran minyak dan gas (migas) sebetulnya sangat berisiko. Usaha eksplorasi bahan bakar fosil ini memiliki risiko tinggi lantaran aspek investasinya besar sementara tingkat keberhasilan meraup keuntungan relatif rendah (*high excess rate*).

Besarnya risiko mencari minyak itu juga dialami perusahaan migas yang beroperasi di Indonesia. Berdasarkan data Kementerian ESDM dan Satuan Kerja Khusus Minyak dan Gas (SKK Migas), sampai akhir 2012 banyak perusahaan gagal mencari minyak di tanah air sehingga harus menanggung kerugian.

Asah Literasimu memberikan contoh permasalahan kontekstual yang dapat digunakan sebagai bahan literasi.

Uji Kompetensi

Uji kompetensi terdapat pada bagian akhir bab sebagai media dalam mengukur ketercapaian tujuan pembelajaran pada topik bab. Kamu dapat mengerjakan soal yang bervariasi dari yang sederhana hingga yang lebih kompleks.

Uji Kompetensi

Jawablah dengan singkat dan tepat!

1. Bisnis industri hulu migas termasuk jenis bisnis yang *high risk*. Coba jelaskan mengapa bisnis industri hulu migas termasuk *high risk*!
2. Berikan penjelasan tentang proses industri hulu migas dalam kegiatan mencari sumber minyak baru!
3. Jika sudah ditemukan cadangan minyak baru pada tahap eksplorasi, apakah tahapan selanjutnya untuk mendapatkan migas?
4. Klasifikasikanlah proses-proses bisnis pada industri hilir migas!
5. Berikan penjelasan mengenai bagaimanakah cara memisahkan minyak mentah menjadi fraksi-fraskinya melalui proses distilasi!

Pengayaan

Pengayaan digunakan untuk memperluas dan memperdalam konsep yang diberikan pada setiap topik bab.



Pengayaan

Coba cari tahu bekal apa yang harus dimiliki seseorang yang ingin bekerja di industri hulu dan hilir migas!

Refleksi

Refleksi diberikan di akhir bab berupa pertanyaan yang digunakan untuk mengajak peserta didik memikirkan apa yang sudah dipelajari dan sejauh mana pemahaman mereka pada topik bab.



Refleksi

Lembar Refleksi

Materi pelajaran atau topik apa saja yang menurut kamu sulit dipahami?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Materi pelajaran atau topik apa saja yang menurut kamu mudah dipahami?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2023

Dasar-Dasar Teknik Perminyakan
untuk SMK/MAK Kelas X

Penulis : Dani Yudanto, Eka Mulya Ade
ISBN : 978-623-194-480-1 (no.jil.lengkap PDF)
978-623-194-481-8 (jil.1 PDF)

I Bab 1

Proses Bisnis di Bidang Teknik Perminyakan



“Tahukah kalian apa saja kegiatan proses bisnis pada industri hulu dan industri hilir minyak dan gas bumi?”





Pendahuluan

Minyak dan gas bumi (migas) merupakan sumber daya alam yang begitu besar manfaatnya bagi kehidupan manusia. Migas menjadi salah satu sumber energi utama bagi manusia untuk keperluan memasak di dapur, bahan bakar kendaraan bermotor, dan penggunaannya pada peralatan industri. Bahkan, jika lebih jauh diidentifikasi, penggunaan peralatan rumah tangga saat ini yang digunakan sehari-hari banyak yang berbahan dasar minyak bumi. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut perlu dilakukan pencarian sumber minyak bumi baru, produksi minyak bumi, serta pengolahan minyak bumi. Semua kegiatan tersebut adalah kegiatan yang dilakukan pada industri hulu dan industri hilir migas.



Gambar 1.1 Manfaat minyak dan gas bumi dalam kehidupan sehari-hari.



Pengelolaan proses bisnis migas di Indonesia harus mengikuti regulasi yang ada dan di bawah pengawasan negara melalui Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945 Pasal 33 ayat (2) dan ayat (3) menjadi landasan hukum yang menegaskan bahwa cabang-cabang produksi yang penting bagi negara dan yang menguasai hajat hidup orang banyak dikuasai oleh negara. Begitu pun dengan kekayaan alam yakni bumi, air, dan kekayaan alam yang terkandung di dalamnya dikuasai oleh negara dan dipergunakan untuk sebesar-besarnya kemakmuran dan kesejahteraan rakyat. Minyak dan gas bumi merupakan komoditas vital nasional yang harus dikelola secara optimal karena memegang peranan penting dalam penyediaan bahan baku industri, pemenuhan kebutuhan energi nasional, dan penghasil devisa negara.



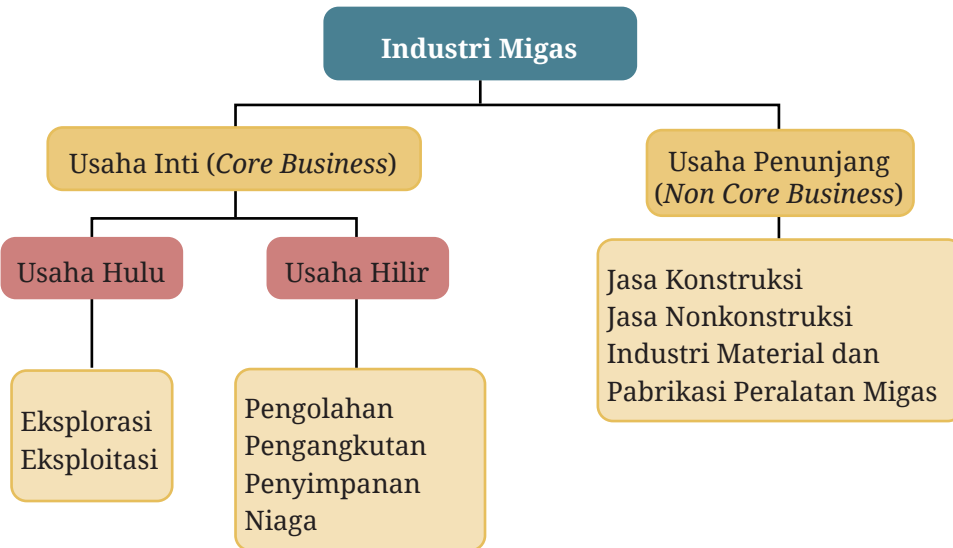
Tujuan Pembelajaran

Tujuan Pembelajaran	Indikator Pencapaian Tujuan Pembelajaran
1. Siswa memahami proses bisnis industri hulu minyak dan gas bumi.	1.1 Siswa dapat mengidentifikasi karakteristik industri hulu minyak dan gas bumi. 1.2 Siswa dapat menjelaskan kegiatan eksplorasi minyak dan gas bumi. 1.3 Siswa dapat menjelaskan kegiatan eksploitasi minyak dan gas bumi.
2. Siswa memahami proses bisnis industri hilir minyak dan gas bumi.	2.1 Siswa dapat mengidentifikasi jenis-jenis kegiatan industri hilir minyak dan gas bumi. 2.2 Siswa dapat menjelaskan kegiatan industri hilir minyak dan gas bumi.





Peta Konsep



Kata Kunci

minyak bumi, gas bumi, industri hulu migas, industri hilir migas, eksplorasi migas, eksploitasi migas

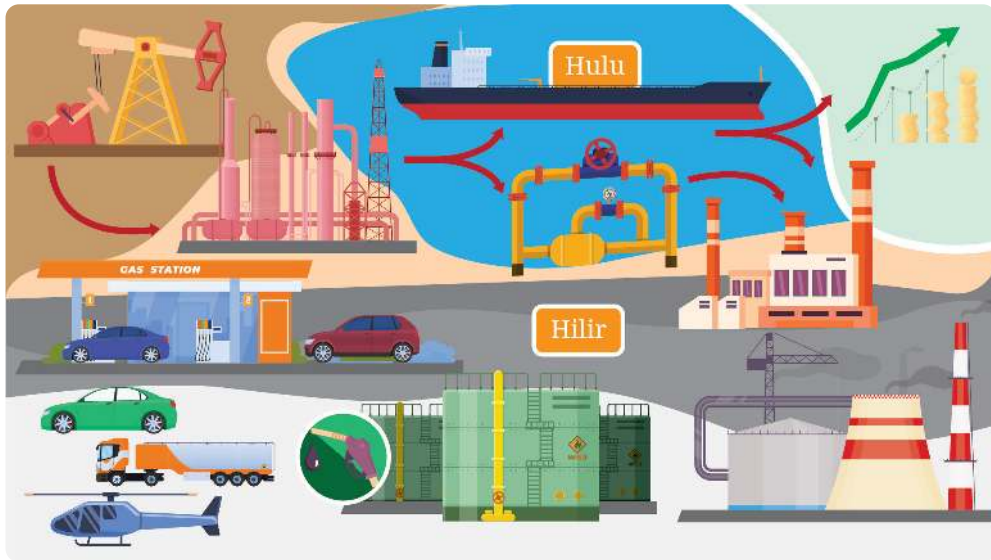


Apersepsi

Indonesia memiliki sumber daya migas yang cukup besar yang berpotensi menjadi sumber pendapatan bagi negara dan menjadi penggerak perekonomian nasional. Migas di negeri ini sudah dieksploitasi lebih dari satu abad yang lalu sejak penemuan sumur minyak di Desa Telaga Said, Pangkalan Brandan, Kabupaten Langkat, Sumatera Utara. Kegiatan produksi sudah lebih dari jutaan barel migas dan sudah diolah menjadi produk-produk pengolahan minyak bumi.

Produk migas yang digunakan saat ini melalui proses yang panjang dari kegiatan hulu hingga hilir. Tahukah kamu apa saja kegiatan proses bisnis pada industri hulu dan industri hilir migas? Proses bisnis di bidang perminyakan atau identik dengan migas sangatlah beragam seperti digambarkan pada diagram alir proses berikut ini.





Gambar 1.2 Diagram Proses Bisnis di Bidang Perminyakan

Semua produk migas yang saat ini kita gunakan berasal dari bahan galian minyak bumi yang diperoleh di bawah permukaan tanah. Proses pencarian, produksi, dan pengolahan migas ini melalui tahapan yang cukup kompleks dengan tingkat ketelitian dan risiko yang tinggi. Kegiatan pokok usaha migas terdiri atas dua jenis kegiatan usaha, yaitu kegiatan hulu migas (*upstream*) dan kegiatan hilir migas (*downstream*). Berdasarkan jenis kegiatannya, pengelolaan industri hulu dan industri hilir migas dapat diklasifikasikan ke dalam dua jenis, yaitu bisnis inti (*core business*) dan bisnis penunjang. Proses-proses tersebut dilakukan sebagai bagian dari kegiatan industri hulu dan industri hilir migas.

Aktivitas 1.1

1. Identifikasilah apa saja manfaat migas dalam kehidupan sehari-hari!
2. Identifikasilah jenis-jenis kegiatan industri migas yang kamu ketahui!
3. Jelaskan apakah yang dimaksud dengan industri hulu migas!
4. Jelaskan apakah yang dimaksud dengan industri hilir migas!



A. Usaha Hulu Minyak dan Gas Bumi

1. Ciri-ciri Industri Migas

Pernahkah kamu melihat bangunan konstruksi industri migas, baik yang ada di daratan maupun di tengah laut? Bangunan konstruksi industri migas tersebut memiliki ciri khas yang berbeda dengan industri di bidang yang lain. Perusahaan yang bergerak di bidang industri migas antara lain memiliki ciri-ciri berikut ini.

a) Memiliki Teknologi Tinggi (*High Technology*)

Minyak bumi yang akan diambil ke permukaan harus dilakukan pencarian terlebih dahulu terdapatnya sumber minyak bumi. Adanya jebakan minyak bumi yang ada di perut bumi hanya dapat dicapai dengan jalan membuat lubang bor, sedangkan letak jebakan ini beraneka ragam dari yang mudah sampai yang sulit. Untuk menemukan struktur di bawah permukaan bumi diperlukan pengolahan dan telaah data geologi yang tidak selalu mudah.



Gambar 1.3 Anjungan Minyak di Lepas Pantai

Dilihat dari posisinya, migas dapat berada di lokasi (a) dangkal sampai dalam sekali, (b) bawah tanah, darat atau di bawah air, (c) daerah panas atau dingin, dan (d) padang pasir atau hutan belantara. Oleh karena itu, penggunaan teknologi tinggi (*high technology*) diperlukan agar sumber migas dapat ditemukan. Hal ini juga sejalan dengan sumber daya manusia yang harus kompeten. Orang-orang yang bekerja harus kompeten dalam proses di lapangan, serta memahami dan menerapkan prinsip K3LH (Keselamatan dan Kesehatan Kerja serta Lingkungan Hidup).

b) Mengandung Risiko Tinggi (*high risk*)

Sebuah ungkapan terkenal *mining is gambling* berlaku juga untuk perusahaan migas. Bisnis pengeboran migas merupakan kegiatan industri yang memiliki risiko tinggi. Pengeboran termasuk ke dalam usaha eksplorasi yang memiliki risiko tinggi karena membutuhkan modal yang besar dengan tingkat keberhasilan yang relatif rendah. Kegiatan mencari cadangan minyak memerlukan dana besar tanpa adanya jaminan bahwa yang dicari itu dapat ditemukan secara pasti dan terdapat dalam jumlah yang ekonomis.

c) Memerlukan Modal Besar (*high cost*)

Investasi besar diperlukan oleh perusahaan migas. Tidak sedikit biaya yang harus dikeluarkan karena prosesnya melalui tahapan yang cukup panjang dan kompleks. Selain itu, peralatan dan teknologi modern yang mutlak harus dimiliki menyebabkan sangat besarnya biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan migas.

 **Asah Literasimu**

“Lima Perusahaan Migas Gagal Dapat Minyak di Indonesia”

Bisnis pengeboran minyak dan gas (migas) sebetulnya sangat berisiko. Usaha eksplorasi bahan bakar fosil ini memiliki risiko tinggi lantaran aspek investasinya besar sementara tingkat keberhasilan meraup keuntungan relatif rendah (*high excess rate*).

Besarnya risiko mencari minyak itu juga dialami perusahaan migas yang beroperasi Indonesia. Berdasarkan data Kementerian ESDM dan Satuan Kerja Khusus Minyak dan Gas (SKK Migas), sampai akhir 2012 banyak perusahaan gagal mencari minyak di tanah air sehingga harus menanggung kerugian.



Ketika perusahaan asing dan domestik mendapat kontrak karya mengeksplorasi kawasan tertentu, bukan berarti mereka otomatis mendapat tambang uang. Berbulan-bulan meneliti, berkali-kali mengebor tanah atau dasar laut, minyak yang didamba bisa jadi urung didapat.

Malah, kisah tragis baru-baru ini menimpa perusahaan Statoil asal Norwegia saat merambah Blok Karama, di Sulawesi Barat. Perusahaan itu rugi besar-besaran setelah enam tahun gagal menemukan cadangan minyak. Alhasil, mereka menyerah dan mengembalikan hak eksplorasi kepada pemerintah Indonesia.

Kisah Statoil bukan yang pertama terjadi dalam periode lima tahun terakhir. Pada kurun waktu yang sama, ada beberapa perusahaan gagal mendulang minyak dari bumi pertiwi. Berikut ini daftar lima perusahaan yang mengalami kegagalan saat berburu minyak di Indonesia.

ConocoPhillips

SKK Migas (dulu bernama BP Migas sebelum dibubarkan Mahkamah Konstitusi) mencatat kontraktor blok migas paling apes saat mencari minyak di Indonesia selama 2009-2012 adalah ConocoPhillips, asal Amerika Serikat. Perusahaan ini rugi hingga USD310,7 juta (sekitar Rp29,8 triliun). Padahal, perusahaan pengeboran yang berbasis di Houston ini sudah mencari minyak di tiga sumur potensial tanah air, yaitu sumur minyak Kaluku-1 di Blok Kuma, Makassar; Aru-1 di Amborip VI, Papua; dan Blok Mutiara Putih-1 di Arafura, Maluku.

Ketiga upaya eksplorasi itu terbukti besar pasak daripada tiang. Bahkan, usaha ConocoPhillips mengebor sumur Kaluku-1 di Makassar mencatat kerugian terbesar, mencapai USD149 juta karena minyak di sana tidak sebanyak yang mereka duga.

Murphy Oil Corp

Perusahaan migas dengan kantor pusat di Arkansas, Amerika Serikat ini juga apes saat mencari minyak di Indonesia. Mereka sudah mati-matian mengeksplorasi sumur Lengkuas-1, yang berlokasi di Blok Semai, Papua.



Biaya besar sudah digelontorkan demi mendapatkan emas hitam itu. Apa daya, belasan kali mengebor, rupanya minyak nihil didapat.

Perusahaan yang berdiri pada 1950 ini akhirnya mengalami kerugian besar. SKK Migas menyebut Murphy sebagai operator sumur dengan biaya terbesar yang tidak menemukan hasil. Kerugian Murphy mencapai USD214,7 juta atau setara Rp20 triliun.

ExxonMobil

Perusahaan Amerika kembali bernasib apes saat berburu minyak di tanah air. ExxonMobil asal Texas menjadi salah satu operator yang pulang tanpa hasil setelah tiga tahun berusaha mengebor empat sumur. Perusahaan yang didapuk majalah Forbes sebagai salah satu yang terkaya di dunia ini bernasib sial meski telah meneliti dua blok minyak potensial Indonesia.

SKK Migas mencatat ExxonMobil mengalami kerugian dari sumur Rangkong-1 di Blok Surumana, Selat Makassar, sebesar USD50,6 juta. Kegagalan mendulang minyak juga dialami di tiga sumur Blok Mandar, Selat Makassar yakni Kris-1 (rugi USD45,3 juta), Sultan-1 (rugi USD109,7 juta), dan Kriss Well-1 ST (rugi USD24,4 juta).

Alhasil, ExxonMobil mencatat total kerugian sebesar USD302,3 juta atau sebesar Rp29 triliun lantaran gagal dapat minyak di Indonesia.

Hess

Perusahaan yang kantor pusatnya berlokasi di New York, Amerika, ini ikut-ikutan apes setelah empat tahun mengebor beberapa blok potensial di tanah air. Dua sumur yang mereka eksplorasi di Papua tidak menghasilkan minyak sesuai harapan.

Hess padahal sudah fokus menggarap dua sumur yang konon kaya minyak dan gas di Blok Semai V. Apa daya, nasib berkata lain.

SKK Migas mencatat perusahaan migas asal Negeri Paman Sam ini mendapat total kerugian USD 222,7 juta. Rinciannya, mereka rugi di sumur Andalan-1 sebesar USD 164,4 juta dan buntung di Andalan-2 sebesar USD 52 juta.



Statoil

Statoil asal Norwegia menjadi perusahaan teranyar yang menyerah mencari minyak di Indonesia. Padahal mereka sudah membentuk perusahaan patungan bernama Statoil Indonesia menggandeng Pertamina Hulu Energi.

Perusahaan migas ini mencari tanda-tanda hidrokarbon, ciri keberadaan minyak di blok Karama, Selat Makassar, Sulawesi Barat. Namun, dari aktivitas eksplorasi meliputi studi geologi dan geofisika, seismik 3D, dan pengeboran tiga sumur yaitu sumur Gatotkaca, Anoman, dan Antasena selama enam tahun, tidak ditemukan cadangan energi yang diinginkan.

Alhasil, menurut SKK Migas, perusahaan ini akhirnya mengembalikan seluruh wilayah kerja (WK) di blok Karama ke pemerintah. Kerugian Statoil mencapai USD271 juta (Rp2,6 triliun), dan tidak diganti pemerintah karena seluruh biaya eksplorasi yang telah dikeluarkan sepenuhnya menjadi tanggung jawab kontraktor.

Jumat, 25 Januari 2013 pukul 07.08

Reporter: Ardyan Mohamad

Sumber: Merdeka.com

Industri hulu migas melakukan aktivitas dalam pencarian cadangan migas dan melakukan produksi migas setelah ditemukan bahan baku migas. Industri hulu migas menjadi bagian dari tulang punggung perekonomian negara karena menghasilkan nilai ekonomi bagi negara. Cukup banyak sumber daya alam yang sudah disumbangkan melalui kegiatan industri hulu migas. Industri hulu migas ini merupakan bagian dari bisnis inti (*core business*) pengelolaan migas. Industri migas membagi tahapan kegiatan industri hulu migas menjadi dua tahap, yaitu tahap eksplorasi dan tahap eksploitasi.

Sistem pengelolaan industri hulu migas yang berlaku di Indonesia menggunakan sistem kontrak kerja sama antara pemerintah Indonesia (negara) dengan kontraktor (perusahaan yang bergerak di industri hulu). Negara sebagai pemilik cadangan migas menggandeng rekan bisnis yang memiliki modal besar dan teknologi yang cukup untuk melakukan kegiatan eksplorasi. Seperti kita ketahui bersama, tahapan eksplorasi yang memiliki risiko tinggi memerlukan teknologi tinggi,



modal yang besar, serta sumber daya manusia yang kompeten. Biaya yang dikeluarkan dalam kegiatan eksplorasi dan produksi sepenuhnya ditanggung oleh kontraktor. Pengembalian biaya yang sudah ditanggung oleh kontraktor dalam kegiatan eksplorasi dilakukan pada saat hasil produksi migas sudah dihasilkan.

Indonesia memiliki badan pengawas dan pengendali kegiatan usaha hulu migas yaitu SKK Migas (Satuan Kerja Khusus Migas). Proses bisnis industri hulu di negeri ini akan melalui proses lelang kerja, dan perusahaan pemenang akan berkontrak dengan SKK Migas. Segala bentuk modal dan juga risiko kegiatan eksplorasi migas ditanggung oleh kontraktor. Negara tidak mengeluarkan modal dan tidak menanggung risiko apa pun, malah mendapatkan pembagian hasil yang besar. Dalam melakukan operasinya, kontraktor akan berada dalam kendali pemerintah dan tunduk pada kontrak yang diawasi oleh SKK Migas. Tidak seperti bisnis umumnya, sistem kontrak kerja sama sepenuhnya menguntungkan negara karena bila ditemukan cadangan migas yang komersial, semua biaya operasi akan dikembalikan atau disebut *cost recovery*.

Dana operasi hulu migas yang dikembalikan kepada kontraktor bukan sepenuhnya menjadi keuntungan kontraktor. Perlu diketahui bahwa biaya yang dikembalikan sama dengan yang dikeluarkan. Dengan adanya kontrak kerja sama, pemerintah tidak perlu mengambil risiko yang tinggi dengan mempertaruhkan keuangan negara untuk menanggung biaya operasi hulu migas. Adanya kerja sama dengan kontraktor harus tetap memastikan negara mendapatkan keuntungan yang besar untuk kemakmuran dan kesejahteraan rakyat. Dalam kontrak bagi hasil migas, negara mendapatkan 85% dari keuntungan dan 15% adalah bagian kontraktor.

Industri hulu migas cukup memberikan kontribusi yang besar bagi kehidupan masyarakat di negeri ini. Industri hulu migas menyumbangkan devisa yang cukup besar bagi negara dan memberikan andil dalam pembangunan di Indonesia. Kegiatan tanggung jawab sosial yang dilakukan oleh pelaku industri hulu migas juga harus sejalan dengan peraturan yang berlaku di negara kita. Industri hulu migas tidak hanya semata-mata menggali potensi alam, tetapi juga harus memberikan dampak besar terhadap perekonomian bangsa. Industri hulu migas juga dapat menghidupkan industri-industri penunjang lain dan memberikan lapangan kerja baru bagi masyarakat lokal di negeri ini.





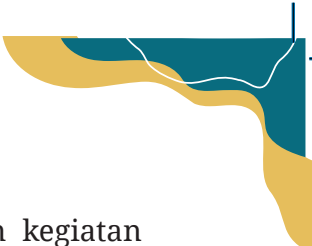
Aktivitas 1.2

1. Dari naskah di atas, coba gambarkan ciri-ciri industri hulu migas yang bergerak dalam pencarian sumber migas!
2. Bagaimanakah mekanisme kerja sama usaha hulu migas di negara kita?
3. Berikan penjelasan apakah negara harus mengganti biaya yang dikeluarkan jika proses pencarian sumber minyak bumi mengalami kegagalan?
4. Identifikasilah faktor penyebab perusahaan kontraktor yang mengeksplorasi migas di Indonesia mengalami kegagalan!

Istilah migas adalah akronim dari dua frasa yaitu **m**inyak bumi dan **g**as bumi. Minyak bumi adalah hasil proses alami berupa campuran kompleks dari senyawa hidrokarbon dan zat-zat lain yang dalam kondisi tekanan dan suhu atmosfer berupa fasa cair atau padat yang diperoleh dari kegiatan penambangan migas. Adapun gas bumi adalah hasil proses alami berupa campuran kompleks dari senyawa hidrokarbon dan zat-zat lain yang dalam kondisi tekanan dan suhu atmosfer berupa fasa gas yang diperoleh dari kegiatan penambangan migas.

2. Tahapan Eksplorasi Migas

Menurut *Kamus Besar Bahasa Indonesia*, eksplorasi adalah penyelidikan dan penjajakan daerah yang diperkirakan mengandung mineral berharga dengan jalan survei geologi, survei geofisika, atau pengeboran untuk menemukan deposit dan mengetahui luas wilayahnya. Adapun menurut Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2001 tentang Minyak dan Gas Bumi, eksplorasi adalah kegiatan yang bertujuan memperoleh informasi mengenai kondisi geologi untuk menemukan dan memperoleh perkiraan cadangan migas di wilayah kerja yang ditentukan. Ruang lingkup eksplorasi secara garis besar meliputi kegiatan (a) pengumpulan data referensi, (b) perencanaan eksplorasi, (c) operasi eksplorasi, (d) analisis laboratorium, dan (e) evaluasi.

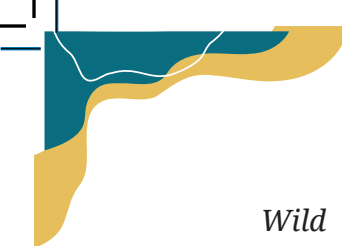


Seperti telah dibahas di atas, eksplorasi migas adalah kegiatan penting dalam industri migas. Dengan kegiatan eksplorasi diharapkan dapat ditemukan cadangan-cadangan minyak baru, baik di daerah baru maupun di daerah lama yang sebelumnya pernah dilakukan eksplorasi. Kenyataan membuktikan bahwa suatu daerah yang pernah dieksplorasi oleh perusahaan asing besar sampai pada beberapa kegiatan pengeboran dan dinyatakan tidak menghasilkan minyak atau gas bumi. Namun, ketika daerah tersebut diambil alih oleh perusahaan lain, di tempat yang sama justru ditemukan adanya cadangan migas dan dapat diproduksi. Hal ini menunjukkan sangat pentingnya tahapan eksplorasi guna menemukan cadangan migas.

Tahapan eksplorasi migas sering disebut sebagai kegiatan pencarian cadangan migas melalui beberapa jalan, yaitu studi geologi, studi geofisika, dan pengeboran eksplorasi. Studi geologi dilakukan untuk mengetahui kondisi geologi, yaitu struktur dan susunan batu di bawah permukaan tanah. Hasil studi geologi dapat dijadikan dasar dalam mengetahui lokasi mana saja yang memerlukan studi lanjutan. Studi lanjutan dalam pencarian cadangan migas ialah studi geofisika. Studi geofisika dilakukan dengan tujuan mengetahui sifat fisik batuan yang ada di permukaan bumi hingga ribuan meter di bawah permukaannya. Penentuan sifat fisik batuan ini umumnya dengan metode survei seismik. Melalui survei seismik keadaan di bawah tanah dapat direkonstruksi menjadi gambar dua dimensi atau tiga dimensi. Lokasi survei seismik dan tipe reservoir akan berpengaruh terhadap lamanya waktu tahapan ini.

Berdasarkan hasil interpretasi gambar pada survei seismik, akan diperoleh informasi keadaan lapisan yang memiliki potensi cadangan migas. Kegiatan berikutnya yang dilakukan ialah pengeboran eksplorasi. Hasil survei seismik yang akurat belum menjamin terdapatnya cadangan migas di lokasi yang ditentukan. Pengeboran eksplorasi dilakukan untuk membuktikan keberadaan cadangan migas. Semakin dalam lapisan yang dibor, tentunya akan semakin besar biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan pada kegiatan pengeboran eksplorasi. Pengeboran merupakan bagian penting untuk kegiatan eksplorasi dan produksi. Lama pengeboran suatu sumur bisa memakan waktu satu sampai empat bulan.





Wild cat adalah istilah yang biasa digunakan untuk tahapan pengeboran eksplorasi. Pengeboran eksplorasi ini awal mulanya digunakan secara sembarangan di daerah terpencil (di hutan) yang masih terdapat macan liar, sering dinamakan dengan kegiatan *wild cat*. Kerja sama di antara personel bagian eksplorasi dan bagian pengeboran sangat diperlukan untuk keberlangsungan kegiatan pengeboran eksplorasi di bawah koordinasi manajer pengeboran. Pengeboran eksplorasi memiliki tingkat risiko dan ketidakpastian yang cukup tinggi, padahal investasi yang dikeluarkan cukup besar. Dibutuhkan sumber daya manusia yang memiliki keterampilan dan pengalaman serta teknologi yang tinggi di bidang perminyakan.

Pengeboran eksplorasi menghasilkan dua penemuan. *Pertama*, penemuan sumur minyak baru (*discovery*). Penemuan baru di sini maksudnya adalah penemuan sumur minyak baru yang menguntungkan (*producing oil well*), sumur minyak baru yang tidak menguntungkan (*non-commercial oil well*), dan sumur gas komersial (*gas well*). *Kedua*, penemuan lubang kosong atau lubang kering (*dry hole*). Lubang pengeboran ada yang memperlihatkan tanda-tanda gas dan minyak (*gas and oil shows*), ada juga lubang sumur yang sama sekali kering (*no show*), dan bisa saja terjadi kegagalan mekanik. Risiko terburuk dari kegiatan pengeboran adalah *dry hole* atau tidak ditemukannya cadangan migas. Akan tetapi, penemuan baru dan *dry hole* tidak dapat ditemukan tanpa melalui kegiatan eksplorasi.

3. Tahapan Eksploitasi Migas

Keberhasilan tahapan eksplorasi dalam menemukan cadangan minyak baru akan dilanjutkan dengan tahapan eksploitasi. Kegiatan eksploitasi ini terdiri atas tahap pengembangan atau produksi. Kegiatan pengeboran sumur pengembangan (*development well*) dilakukan untuk menindaklanjuti cadangan migas agar dapat dilakukan pembangunan fasilitas produksi migas.

Kegiatan produksi yaitu dengan mengangkat migas ke atas permukaan. Aliran migas dari reservoir akan masuk ke dalam sumur lalu dinaikkan ke permukaan. Aliran migas di permukaan disalurkan melalui pipa salur, setelah itu dinaikkan ke separator. Untuk memisahkan migas dari zat-zat yang tidak dibutuhkan diperlukan suatu alat yang dinamakan separator. Waktu yang diperlukan untuk pemisahan pada separator sekitar enam bulan sampai tiga tahun.



Gambar 1.4 Kegiatan Produksi Migas

Proses produksi minyak dilakukan dengan cara mengalirkannya ke atas permukaan menuju tangki pengumpul dan gas disalurkan ke konsumen menggunakan pipa. Proses pengangkatan aliran migas ini dapat menggunakan dua cara yaitu pengangkatan tekanan alami (*natural flow*) atau menggunakan metode pengangkatan buatan (*artificial lift*). Sayangnya tekanan alami dari dalam bumi makin berkurang sehingga aliran migas tidak lagi bisa mengalir ke permukaan dengan sendirinya.

Aktivitas 1.3

1. Berdasarkan pengetahuan yang sudah kamu peroleh, buatlah diagram alir proses eksplorasi migas!
2. Berikanlah penjelasan singkat dari diagram alir proses eksplorasi migas yang sudah kamu buat!
3. Apa saja kegiatan yang termasuk ke dalam kegiatan eksploitasi migas?



B. Usaha Hilir Migas



Gambar 1.5 Kegiatan Usaha Hilir Migas

Kegiatan usaha industri hilir migas terdiri atas empat kegiatan yaitu pengolahan, transportasi, penyimpanan, dan niaga (pemasaran).

1. Pengolahan Minyak Bumi

Pengolahan minyak bumi adalah kegiatan untuk memurnikan minyak bumi menjadi komponen-komponen fraksi minyak bumi dengan metode tertentu sehingga dapat meningkatkan mutu dan kuantitas minyak bumi dan gas bumi. Minyak bumi yang dimaksud ialah minyak hasil perolehan dari eksplorasi dan eksploitasi. Pengolahan minyak bumi ialah mengubah minyak mentah (*crude oil*) menjadi berbagai macam produk migas. Pengolahan minyak mentah dilakukan pada kilang minyak bumi (*refinery*) sebagai sistem peralatan untuk mengolah minyak mentah (minyak bumi) menjadi berbagai produk-produk kilang. Produk hasil pengolahan minyak bumi berupa berbagai jenis produk bahan bakar minyak (BBM) dan produk-produk non-BBM, antara lain nafta, bensin, kerosin, minyak diesel, bahan pelumas, minyak bakar, residu, LPG, bahan kimia, oli, lilin, dan aspal.

Minyak bumi ialah campuran kompleks dari senyawa-senyawa hidrokarbon (97-98%) dan zat-zat lain dalam jumlah kecil seperti belerang (S), nitrogen (N), oksigen (O_2), vanadium (V), nikel (Ni), besi (Fe), tembaga (Cu), air, dan garam-garam terdispersi. Zat-zat lain ini umumnya dapat menurunkan kualitas dari produk minyak bumi yang dihasilkan. Zat-zat kimia selain hidrokarbon merupakan kotoran (*impurities*) yang dapat menyebabkan gangguan dalam pengolahan minyak bumi di kilang jika tidak dipisahkan.



a. Klasifikasi Hidrokarbon Minyak Bumi

Senyawa hidrokarbon adalah senyawa yang terdiri atas unsur hidrogen (H) dan unsur karbon (C). Senyawa hidrokarbon yang terdapat di dalam minyak bumi dapat dikelompokkan menjadi empat golongan, yaitu hidrokarbon parafinik, hidrokarbon naftenik, hidrokarbon olefinik, dan hidrokarbon aromatik.

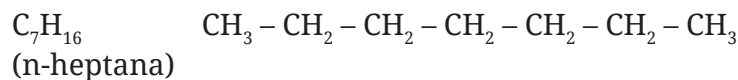
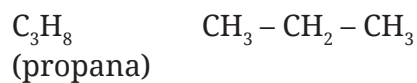
1) Hidrokarbon Parafinik

Hidrokarbon parafinik adalah hidrokarbon jenuh dengan rumus umum C_nH_{2n+2} .

Tabel 1.1 Senyawa Hidrokarbon Parafinik

Rantai Karbon	Rumus Molekul	Nama	Fase pada Suhu Kamar	Keterangan
C_1	CH_4	metana	gas	terdapat pada LNG
C_2	C_2H_6	etana	gas	komponen LPG
C_3	C_3H_8	propana	gas	komponen utama LPG
C_4	C_4H_{10}	butana	gas	komponen utama LPG
$C_5 - C_{16}$			cair	komponen nafta, bensin, kerosine, solar, minyak bakar, minyak diesel
$C_{17} >$			padat	malam paraffin, aspal

Contoh:



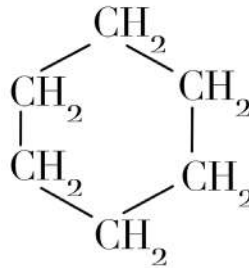
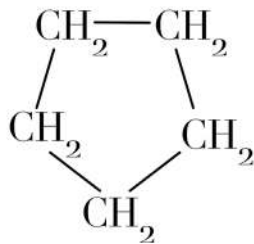
Mulai dari C_4 diawali dengan awalan n- (normal), seperti n-butana.



2) Hidrokarbon Naftenik

Hidrokarbon naftenik adalah hidrokarbon takjenuh dengan rumus umum C_nH_{2n} . Karena senyawa hidrokarbon naftenik mempunyai sifat hampir sama dengan hidrokarbon paraffin dengan struktur molekul siklik (melingkar), senyawa ini juga disebut sikloalkana. Senyawa sikloalkana banyak terkandung dalam fraksi nafta, siklopentana, dan sikloheksana.

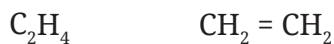
Contoh:



3) Hidrokarbon Olefinik

Hidrokarbon olefinik adalah hidrokarbon takjenuh yang memiliki ikatan rangkap dua dengan rumus umum C_nH_{2n} . Hidrokarbon olefinik tidak terdapat di dalam minyak mentah, tetapi terbentuk dalam distilasi minyak mentah dan banyak terbentuk dalam proses perengkahan. Senyawa ini sangat reaktif dan merupakan bahan dasar utama industri petrokimia, seperti etilena (C_2H_4) dan propilena (C_3H_6).

Contoh:



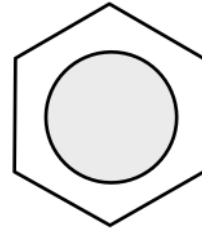
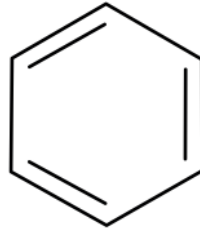
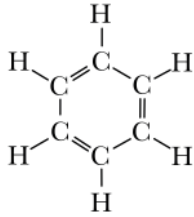
(etilena)

4) Hidrokarbon Aromatik

Hidrokarbon aromatik adalah hidrokarbon takjenuh dengan rumus bangun siklik. Senyawa hidrokarbon aromatik mempunyai sifat sangat reaktif yaitu mudah dioksidasi menggunakan asam. Hidrokarbon aromatik dapat mengalami reaksi substitusi atau reaksi adisi dan dipengaruhi oleh kondisi reaksi. Senyawa aromatik terdapat pada sebagian minyak mentah dengan titik didih tinggi (berat molekul besar) seperti di Sumatera dan Kalimantan.



Contoh:



Aktivitas 1.4

1. Berdasarkan rumus umum hidrokarbon parafinik C_nH_{2n+2} , coba kamu gambarkan rumus molekul dan rumus bangun hidrokarbon parafinik mulai dari C_1 sampai dengan C_{10} !

b. Sifat-Sifat Minyak Bumi

1) Sifat-Sifat Kimia Minyak Bumi

Crude oil atau minyak mentah merupakan campuran kompleks dari hidrokarbon dan zat-zat lain yang terkandung di dalamnya. Sifat kimia ini berkaitan dengan kandungan senyawa-senyawa/ unsur-unsur yang terdapat dalam minyak mentah, termasuk jenis hidrokarbon minyak bumi.

Tabel 1.2 Komposisi *Crude Oil*

Jenis Unsur	% Berat
karbon (C)	83,9-86,8
hidrogen (H)	11,4-14
nitrogen (N)	0,11-1,7
oksigen (O)	0,05
sulfur (S)	0,06-4
logam (Fe, Na, Va)	0,03

Minyak bumi terdiri atas hidrokarbon yang unsur penyusunnya adalah karbon (C) dan hidrogen (H). Struktur kimiawi senyawa hidrokarbon ini secara molekuler dapat berderet lurus (alifatik), bercabang, siklik (alisiklik), dan aromatik.



2) Sifat-Sifat Fisika Minyak Bumi

Kuantitas minyak bumi diukur berdasarkan volumenya. Dalam dunia perdagangan digunakan satuan barel (disingkat bbl), yaitu kira-kira sama dengan 159 liter. Istilah kuantitas lain yang digunakan adalah meter kubik atau disebut juga ton. Namun istilah ton untuk minyak bumi bukanlah satuan berat, tetapi sebetulnya adalah 1 meter kubik atau 1 kiloliter (kL). Sifat-sifat fisika minyak bumi dapat digunakan sebagai dasar dalam penentuan langkah pengolahan minyak bumi. Beberapa sifat fisika minyak bumi misalnya berat jenis (*specific gravity*), viskositas (*viscosity*), titik nyala (*flash point*), dan nilai kalori.

a) Berat Jenis (*Specific Gravity*)

Ada beberapa istilah dalam berat jenis minyak yaitu densitas, berat jenis, dan *API gravity*. Densitas adalah perbandingan antara massa minyak per satuan volume pada suhu tertentu. Adapun berat jenis minyak (*specific gravity*) adalah perbandingan antara densitas minyak pada suhu tertentu dengan densitas air pada suhu tertentu. Dalam penentuan densitas minyak bumi digunakan suhu standar yaitu 15°C atau 60°F, densitas ini disebut sebagai *API gravity* dapat dinyatakan:

$$API\ gravity = \frac{141,5}{SG\ 60/60^\circ\ F} - 131,5$$

b) Viskositas (*Viscosity*)

Viskositas adalah daya hambatan yang dilakukan oleh cairan jika suatu benda berputar dalam cairan tersebut. Satuan viskositas ialah sentipoise. Kadang-kadang viskositas dinyatakan dalam waktu yang diperlukan oleh suatu berat minyak bumi mengalir di dalam suatu pipa kapiler sehingga viskositasnya dikenal viskositas kinematik.

Pada umumnya, makin tinggi *API gravity* atau makin ringan minyak bumi tersebut, makin kecil viskositasnya atau berlaku sebaliknya.

$$\text{viskositas kinematik} = \frac{\text{viskositas dinamik}}{\text{berat jenis}}$$



c) Titik Nyala (*Flash Point*)

Titik nyala (*flash point*) adalah suhu terendah ketika uap minyak bumi dapat menyala jika dikenai suatu percikan api sehingga terjadi pembakaran sesaat.

Makin rendah titik nyala suatu minyak bumi, akan makin mudah terbakar minyak tersebut. Sebaliknya, jika makin tinggi titik nyala suatu minyak bumi, kemungkinan terbakarnya lebih rendah.

d) Nilai Kalori

Nilai kalori adalah jumlah panas yang ditimbulkan oleh satu gram minyak bumi, yaitu dengan meningkatkan suhu satu gram air dari 3,5°C sampai 4,5°C dan memiliki satuan kalori. Pada umumnya, minyak bumi mempunyai nilai 10.000 sampai dengan 10.800 kalori per gram. Nilai itu bisa kita bandingkan dengan nilai kalori batu bara yang berada pada kisaran 5.650 sampai dengan 8.200 kalori per gram.

c. Proses Pengolahan Minyak Bumi

Proses pengolahan minyak mentah di kilang minyak dilakukan dalam dua tahapan, yaitu (1) proses primer (*primary processing*), dan (2) proses sekunder (*secondary processing*). Proses primer merupakan proses pengolahan minyak bumi berdasarkan sifat fisika minyak bumi, sedangkan proses sekunder merupakan proses pemisahan minyak bumi berdasarkan sifat kimia.

1) Proses Primer (*Primary Processing*)

Proses primer dalam pengolahan minyak bumi dilakukan dengan metode distilasi bertingkat yang didasarkan perbedaan rentang titik didih dari fraksi-fraksi minyak bumi. Fraksi minyak bumi yang terpisahkan ini bergantung pada jumlah atom C pada molekul hidrokarbonnya. Umpan (*feed*) pada distilasi bertingkat ini ialah minyak mentah (*crude oil*).

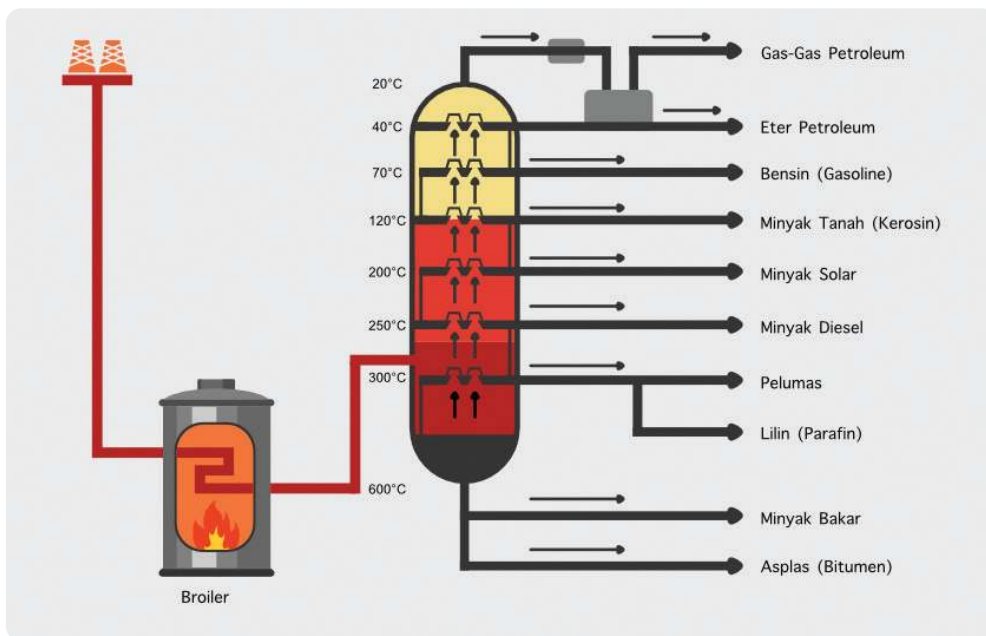
Tahapannya dimulai dengan memompa minyak mentah yang sudah diperoleh dari tahap eksplorasi dan produksi menuju ke kilang pengolahan minyak bumi (*refinery*). Pengolahan diawali dengan memanaskan minyak mentah pada suhu sekitar 400°C. Minyak yang sudah dipanaskan akan mengalir ke dalam kolom



fraksinasi. Di kolom fraksinasi akan terjadi pemisahan minyak bumi menjadi fraksi-fraksinya.

Fraksi minyak bumi dengan titik didih lebih tinggi akan tetap berwujud cair kemudian turun ke bagian bawah, sedangkan fraksi minyak bumi yang memiliki titik didih lebih rendah akan menguap dan naik terus ke bagian atas kolom fraksinasi melalui celah yang disebut *bubble cap tray*.

Proses pengolahan minyak bumi pada kolom fraksinasi dapat ditampilkan pada diagram alir berikut ini.



Gambar 1.6 Diagram Alir Pengolahan Minyak Bumi pada Kolom Fraksinasi

Setelah melewati *bubble cap tray*, produk akan mengembun dan terpisah, sedangkan fraksi yang lebih rendah terus naik hingga puncak menara fraksinasi. Fraksi yang terpisah ke bagian puncak adalah hidrokarbon yang pada suhu kamar berwujud gas atau disebut gas petroleum. Gas petroleum ini kemudian dapat diproses lebih lanjut menjadi LPG setelah melalui kompresi dan pendinginan.

Fraksi lain yang terpisah pada setiap *tray* akan dikondensasikan untuk menjadi produk-produknya.



Tabel 1.3 Fraksi Hidrokarbon Hasil Distilasi Minyak Bumi

Fraksi	Ukuran Molekul	Titik Didih (oC)	Kegunaan
gas petroleum	C ₁ – C ₄	-161 – 20	bahan bakar LPG
petroleum eter	C ₅ – C ₆	30 – 60	pelarut organik
bensin	C ₆ – C ₁₂	30 – 180	bahan bakar kendaraan
kerosine	C ₁₁ – C ₁₆	170 – 290	bahan bakar pesawat
minyak solar	C ₁₄ – C ₁₈	260 – 350	bahan diesel
minyak pelumas	C ₁₅ – C ₂₄	300 – 370	pelumas
aspal	C ₂₅ ke atas	> 370	bahan bakar dan pelapis jalan raya

2) Proses Sekunder (*Secondary Processing*)

Produk minyak bumi yang dihasilkan dari distilasi pada proses primer dapat diformasi ulang menjadi produk yang memiliki nilai jual yang tinggi. Perkembangan industri kendaraan bermotor sangatlah pesat. Hal ini dapat terlihat dari meningkatnya konsumsi bahan bakar kendaraan bermotor seperti bensin. Kebutuhan masyarakat akan bahan bakar tersebut tidak cukup hanya dari hasil pengolahan distilasi.

Untuk menambah produksi, fraksi berat harus dikonversi menjadi bensin melalui proses perengkahan (*cracking*). *Cracking* dilakukan dengan cara memutuskan ikatan pada rantai hidrokarbon yang lebih panjang menjadi rantai hidrokarbon yang lebih pendek, baik dengan bantuan termal maupun dengan katalis. Dari sini kita dapat membagi *cracking* menjadi dua proses, yaitu *thermal cracking* dan *catalytic cracking*. Misalnya proses *cracking* pada molekul hidrokarbon C₁₀H₂₂.



Reaksi tersebut menggambarkan bahwa molekul dekana, C₁₀H₂₂ dapat direngkah menjadi molekul oktana, C₈H₁₈ yang merupakan salah satu penyusun utama senyawa hidrokarbon di dalam bensin.



2. Transportasi Migas

Kegiatan transportasi migas terdiri atas pemindahan minyak mentah, gas bumi, dan hasil olahan migas dari lokasi kerja atau dari fasilitas penyimpanan dan pengolahan migas. Kegiatan ini juga termasuk pengangkutan gas bumi melalui pipa transmisi dan distribusi. Fasilitas kapal tanker, pipa, dan mobil tangki digunakan dalam kegiatan transportasi migas ini.

3. Penyimpanan Migas

Kegiatan penerimaan, penimbunan dan transportasi migas untuk tujuan komersial dapat berada di atas atau di bawah permukaan tanah. Contoh kegiatan penyimpanan migas seperti di depot dan tangki timbun. Usaha penyimpanan BBM dan gas di Indonesia telah melibatkan peran industri swasta dan badan usaha milik negara dalam pembangunannya. Tujuan kolaborasi ini ialah untuk mendukung kecukupan suplai kebutuhan BBM dan gas di tiap wilayah.

4. Niaga Migas

Kegiatan perdagangan minyak mentah, BBM, bahan bakar gas, dan hasil olahan termasuk dalam kategori kegiatan niaga migas. Sarana niaga migas ini ada kaitannya dengan transportasi migas antara lain kapal tanker, pipa, dan mobil tangki.

Aktivitas 1.5

1. Berdasarkan materi tentang proses pengolahan minyak bumi yang sudah kamu pelajari, bagaimanakah metode pemisahan minyak mentah menjadi fraksi-fraksinya!
2. *Cracking* dapat dilakukan untuk memutus ikatan hidrokarbon fraksi berat menjadi lebih ringan. Coba kamu tuliskan reaksi kimia pada *cracking* $C_{12}H_{26}$ untuk menghasilkan heptana, C_7H_{16} !
3. Berikan penjelasan perbedaan kegiatan transportasi, penyimpanan, dan niaga migas!





Uji Kompetensi

Jawablah dengan singkat dan tepat!

1. Bisnis industri hulu migas termasuk jenis bisnis yang *high risk*. Coba jelaskan mengapa bisnis industri hulu migas termasuk *high risk*!
2. Berikan penjelasan tentang proses industri hulu migas dalam kegiatan mencari sumber minyak baru!
3. Jika sudah ditemukan cadangan minyak baru pada tahap eksplorasi, apakah tahapan selanjutnya untuk mendapatkan migas?
4. Klasifikasikanlah proses-proses bisnis pada industri hilir migas!
5. Berikan penjelasan mengenai bagaimanakah cara memisahkan minyak mentah menjadi fraksi-fraksinya melalui proses distilasi!



Pengayaan

Coba cari tahu bekal apa yang harus dimiliki seseorang yang ingin bekerja di industri hulu dan hilir migas!



Lembar Refleksi

Materi pelajaran atau topik apa saja yang menurut kamu sulit dipahami?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Materi pelajaran atau topik apa saja yang menurut kamu mudah dipahami?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2023

Dasar-Dasar Teknik Perminyakan
untuk SMK/MAK Kelas X

Penulis : Dani Yudanto, Eka Mulya Ade
ISBN : 978-623-194-480-1 (no.jil.lengkap PDF)
978-623-194-481-8 (jil.1 PDF)

I Bab 2

Industri Perminyakan



Tahukah kalian bagaimana industri minyak dan gas dijalankan? Apa upaya agar minyak tetap selalu tersedia?





Pendahuluan

Ketersediaan minyak bumi saat ini meningkat seiring dengan meningkatnya permintaan. Pengolahan minyak bumi sesungguhnya membutuhkan proses yang sangat panjang dan berteknologi tinggi. Perusahaan besar berlomba-lomba untuk dapat mengolah dengan baik dan tentu dengan teknologi modern. Berikut ini tahapan proses yang dapat kita pelajari. *Pertama*, kita pastikan mendapatkan minyak bumi yang mempunyai cadangan besar. Minyak bumi yang masih mengandung *impurities* kita pompa sehingga dapat dipisahkan minyak dari *impurities* (air dan kotoran lain). Untuk mengembangkan sumur-sumur tua yang produksi minyaknya sudah menurun, dapat kita gunakan teknologi *Enhanced Oil Recovery* (EOR), yaitu proses pengambilan minyak yang masih terperangkap di batuan dengan menambahkan uap panas, cairan surfaktan, gas karbon dioksida, atau bahan kimia yang lain.



Tujuan Pembelajaran

Tujuan Pembelajaran	Indikator Pencapaian Tujuan Pembelajaran
1. Memahami perkembangan teknologi pengolahan minyak bumi.	1.1 Menjelaskan perkembangan teknologi pengolahan minyak bumi.
2. Mengidentifikasi proses pengolahan minyak bumi secara konvensional.	1.2 Mengidentifikasi proses pengolahan minyak bumi secara konvensional.
3. Mengidentifikasi proses pengolahan minyak bumi secara modern.	1.3 Mengidentifikasi proses pengolahan minyak bumi secara modern.
4. Memahami isu-isu global terkait industri minyak bumi.	1.4 Menganalisis isu-isu global terkait industri minyak bumi.





Peta Konsep





Kata Kunci

teknologi, minyak bumi, perminyakan, pengolahan



Apersepsi

Perhatikan gambar di bawah ini!



Gambar 2.1 Peta Persebaran Kilang Minyak di Indonesia

Berdasarkan Gambar 2.1 di atas, diskusikan dengan teman atau kelompok kalian tentang pertanyaan berikut ini!

Aktivitas 2.1

Salinlah tabel di bawah ini di dalam buku catatan dan kerjakan tugas berikut ini!

1. Tuliskan nama kilang dan lokasinya yang dapat kalian temukan dari peta di atas pada tabel di bawah ini!

No.	Nama Kilang	Nama Kabupaten/Kota Lokasi Kilang
1		
2		
3		
4		



No.	Nama Kilang	Nama Kabupaten/Kota Lokasi Kilang
5		
6		
7		
8		

2. Dari tabel pertanyaan nomor 1, urutkan kilang dari yang pertama beroperasi sampai dengan yang terakhir. Tuliskan pada tabel di bawah ini!

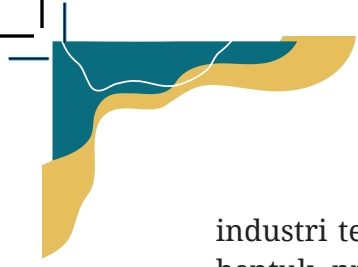
No.	Nama Kilang	Tahun Berdiri	Nama Kabupaten/ Kota Lokasi Kilang
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

3. Perhatikan tabel jawaban kalian di atas!
Sebutkan kilang yang memiliki produksi terbesar di Indonesia!
4. Walaupun memiliki banyak kilang, tidak dapat dimungkiri kenyataan bahwa Indonesia masih mengimpor BBM dari negara lain. Jelaskan alasan Indonesia masih mengimpor BBM!

A. Teknologi Pengolahan Minyak Bumi

Perkembangan teknologi dewasa ini mendorong kinerja atau cara kerja yang sesuai dengan teknologi yang dibutuhkan untuk mendapatkan hasil yang terbaik seperti yang dikemukakan para ahli. Menurut Poerbahawadja Harahap (Ananda, t.t.), teknologi mengacu pada ilmu pengetahuan yang menyelidiki tentang cara kerja di dalam bidang teknik atau ilmu pengetahuan yang digunakan dalam pabrik atau





industri tertentu. Menurut Miarso (2007), teknologi merupakan suatu bentuk proses yang meningkatkan nilai tambah, dan proses yang berjalan tersebut dapat menggunakan atau menghasilkan produk tertentu, yakni produk yang dihasilkan tidak terpisah dari produk lain yang telah ada. Sejalan dengan teori yang dikemukakan para ahli, perkembangan zaman menuntut teknologi yang lebih praktis, cepat, dan modern. Demikian pula teknologi proses pengolahan minyak bumi dan gas bumi, berkembang dengan pesat menjadi tepat sasaran dan ramah lingkungan.

Pengolahan sumber alam untuk menghasilkan minyak bumi atau gas berlangsung dalam proses yang panjang berupa membutuhkan teknologi yang modern dan canggih. Untuk mengoptimalkan pemanfaatan minyak bumi dan gas bumi dapat dilakukan dengan proses dengan tahapan yang panjang dan berteknologi tinggi. Pada kehidupan sehari-hari pengolahan minyak bumi dan gas memiliki keuntungan dan kerugian, baik bagi manusia maupun bagi lingkungan hidup. Marilah kita bahas kelebihan dan kekurangan pengolahan migas.

Kelebihan

Berikut ini adalah keuntungan atau kelebihan minyak bumi.

1. Pengolahan yang ringan. Pengolahan minyak bumi dan gas dapat dilakukan dengan beberapa cara dan tahapan yang ringan dibandingkan pengolahan yang dilakukan sumber daya lain.
2. Mudah dalam pendistribusian. Minyak bumi sebenarnya sangat mudah dalam proses pendistribusian sehingga pengelolaan dari pusat pengolahan dilakukan dengan jaringan pipa yang kemudian ditanamkan dalam pusat pengelola khusus.
3. Untuk mencukupi kebutuhan energi. Minyak bumi dan gas dapat digunakan untuk mencukupi kebutuhan energi pembangkit tenaga listrik karena memiliki sistem penyaluran bahan bakar yang cukup ringan dan cukup cepat serta dalam proses yang mudah.

Kekurangan

Berikut ini kerugian-kerugian dalam pengolahan migas bagi manusia dan alam.

1. Eksploitasi minyak bumi yang dilakukan besar-besaran menimbulkan dampak yang tidak baik, mengakibatkan habisnya sumber



daya minyak bumi karena minyak bumi merupakan sumber alam yang tidak dapat diperbarui. Sumber daya minyak bumi dan gas memerlukan waktu yang cukup lama dalam proses membentuknya kembali.

2. Limbah gas yang dihasilkan dapat menimbulkan polusi, efek rumah kaca yang menimbulkan pemanasan global. Hal ini tentu sangat berpengaruh kesehatan manusia dan keseimbangan alam.
3. Butuh biaya yang relatif besar dalam pengelolaan minyak bumi jika dibandingkan pengelolaan sumber daya alam yang lain.

“
Kalian sudah mempelajari kekurangan dan kelebihan dari pengolahan minyak bumi baik untuk manusia maupun alam sekitar. Bagaimana menurut kalian tentang pengolahan minyak bumi dan gas alam?
”



Gambar 2.2 Crude Oil (Minyak Mentah)

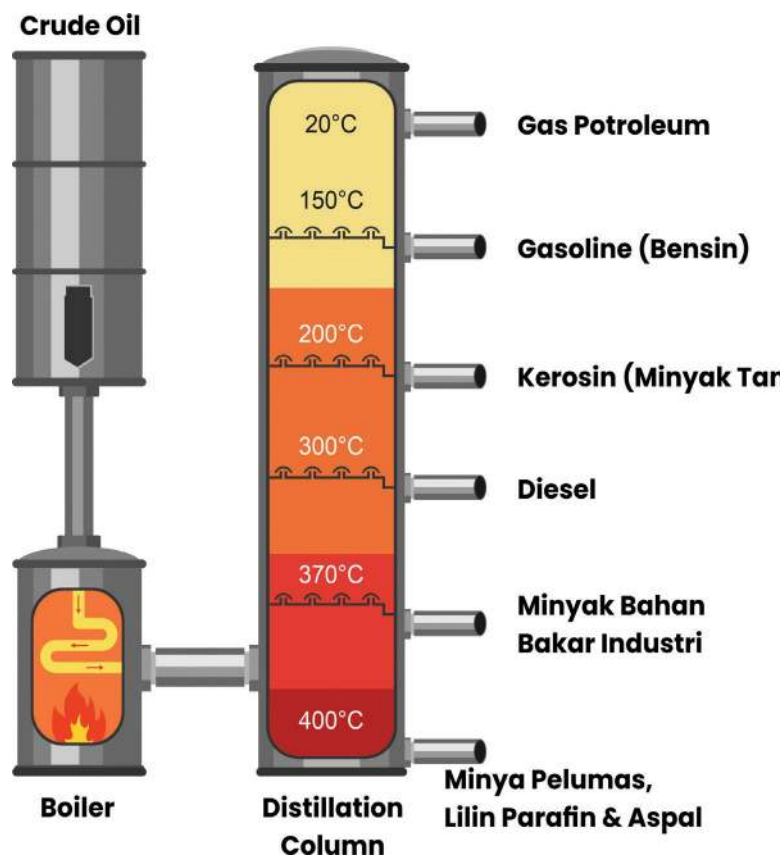
Dengan alat dan teknologi yang canggih, minyak bumi yang sudah diambil akan diproses untuk menghilangkan *impurities* (campuran lumpur dan air) dengan cara dipompa dan selanjutnya ditampung dalam tangki yang besar. Di tangki penyimpanan berbentuk silinder, minyak bumi selanjutnya didiamkan. Dengan tambahan tekanan, air dan lumpur akan mengendap. Setelah itu, tekanan diperkecil supaya gas dapat keluar. Proses pemisahan terjadi karena densitas minyak bumi lebih ringan sehingga berada di lapisan atas, sedangkan air dan lumpur berada di lapisan bawah.

Di alam ini, gas bumi berada bersamaan dengan minyak bumi. Gas bumi dapat diperoleh dengan cara memisahkan minyak bumi secara langsung. Selain itu, gas juga dapat diperoleh dari proses distilasi. Pada



proses yang berkelanjutan gas tersebut dapat dipadatkan sehingga menjadi LPG (*liquified petroleum gas*) atau digunakan dalam proses pembentukan bensin.

Marilah kita pelajari bersama tahapan proses dalam pengelolaan minyak bumi. Minyak mentah yang siap diproses terlebih dahulu dibersihkan dari kandungan garam-garamnya dengan cara menambahkan zat kimia. Dalam proses zat kimia tersebut dapat dipisahkan kembali dengan minyak pada proses selanjutnya. Pada proses selanjutnya, minyak dipisahkan dari hidrokarbon dengan menggunakan distilasi bertingkat. Distilasi bertingkat ini didasarkan dengan pemisahan berdasarkan jumlah atom C yang sama karena atom C yang sama akan memiliki titik didih yang hampir sama juga. Dapat dikatakan bahwa distilasi fraksinasi dilakukan dengan berdasarkan perbedaan titik didihnya.



Gambar 2.3 Distilasi Bertingkat Minyak Bumi

Tabel 2.1 Hasil Distilasi Bertingkat Minyak Bumi

Fraksi	Kandungan Karbon	Rentang Titik Didih (oC)
Distilat Ringan		
bensin	C_6-C_8	60 – 100
nafta	C_8-C_{11}	100 – 200
bahan bakar jet	C_6-C_{13}	80 – 230
kerosin	$C_{12}-C_{16}$	200 – 300
minyak pemanas ringan	$C_{11}-C_{18}$	200 – 300
Distilat Sedang		
minyak gas		250 – 400
minyak mesin berat	$C_{16}-C_{18}$	274 – 400
minyak diesel	$C_{15}-C_{18}$	280 – 380
Distilat Berat		
minyak pelumas	$C_{16} - C_{18}$	>300
lilin	$>C_{18}$	distilasi vakum
residu		
gemuk, vaselin	$C_{18}-C_{20}$	>300
lilin parafin	$C_{20}-C_{30}$	
aspal	$C_{30}-C_{40}$	
arang petroleum		
vaselin	$C_{18}-C_{22}$	>380

Aktivitas 2.2

Petunjuk Kerja

- Salinlah tabel di bawah ini di dalam buku catatan dan jawablah pertanyaan!
- Dari materi yang sudah kita pelajari, kalian tentu dapat mengetahui kilang-kilang yang beroperasi di Indonesia. Carilah informasi di mana saja kilang-kilang yang masih beroperasi di Indonesia!



- Dari informasi di atas, kalian dapat memerinci nama kilang dan daerah keberadaan serta produk apa saja yang dihasilkan dengan baik dan benar!
- Lengkapilah tabel di bawah ini berdasarkan hasil temuan kalian di atas.

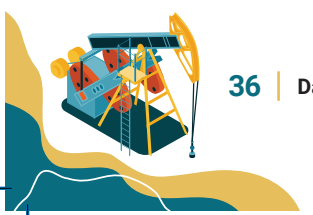
Tabel Pengamatan

Nama Kilang	Daerah	Kapasitas	Produk

- Setelah melengkapi tabel di atas, urutkan kilang tersebut dari kilang berkapasitas paling kecil hingga kilang berkapasitas paling besar.

Urutan	Kilang	Kapasitas
1		
2		
3		
4		
5		
6		

- Dari pengamatan kalian tentang besar kecilnya kapasitas kilang di Indonesia, jelaskan perbedaan kapasitas di kilang tersebut!



B. Proses Pengolahan Minyak Bumi secara Tradisional/Sederhana



Gambar 2.4 Penambangan Minyak Tradisional/Sederhana
Sumber: Zulfa'ayatin (2023)

Wonocolo adalah salah satu desa yang terletak di ujung kota Bojonegoro sebelah utara, tepatnya di Kabupaten Bojonegoro yang kawasannya banyak kita jumpai berupa hutan dan dataran yang agak tinggi. Di sana banyak kita jumpai sumur-sumur minyak tradisional/ sederhana dengan menggunakan peralatan minimalis berupa kayu yang disusun berdiri sebagai penyangga alat timba. Minyak bumi yang didapatkan juga diolah dengan cara tradisional/ sederhana dengan menggunakan peralatan yang tradisional/ sederhana pula. Bahkan, pemanasan dengan menggunakan tumpukan kayu yang dibakar. Solar dan kerosin yang dihasilkan dari pengolahan tersebut dipasarkan di sekitarnya. Banyak masyarakat di sekitar yang sumber penghasilan serta mata pencarian dari menimba minyak lalu mengolahnya, tentu dengan cara yang sangat tradisional/ sederhana. Pemandangan yang unik dan tampak alami yang ada di Wonocolo membuat para wisatawan asing berkunjung dan ingin tahu proses pengambilan serta pengolahan minyak bumi secara tradisional/ sederhana.





Gambar 2.5 Salah Satu Sumur Minyak Tradisional/Sederhana
Sumber: Zulfa'ayatin (2023)

Teknik kerja penambangan tradisional/ sederhana di Wonocolo dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu (1) menggunakan tenaga manusia, dan (2) menggunakan mesin diesel.

1. Tenaga Manusia

Penambangan di Wonocolo menggunakan alat pendukung berupa kayu sebagai penyangga timba dan masih ada beberapa yang menggunakan tenaga manusia. Untuk melakukan pekerjaan itu dibutuhkan 5—8 orang yang bertugas untuk menarik tali yang sudah dikaitkan dengan timba dari dalam sumur minyak. Dengan memanfaatkan kondisi daerah berupa perbukitan, mereka bekerja dengan menarik pipa besi yang diikat dengan tali dari atas bukit lalu menuruni bukit sehingga pipa besi yang berisi minyak mentah yang ada di dalam sumur dapat terangkat ke atas. Hal

itu dilakukan berulang-ulang sampai minyak mentah memenuhi drum penampungan. Kedalaman sumur mencapai 500 meter.

2. Tenaga Mesin Diesel

Selain menggunakan alat bantu penyangga dari kayu, beberapa penambang tradisional/ sederhana di Wonocolo sudah menggunakan mesin diesel untuk menarik tali kawat. Tali kawat tersebut dikaitkan dengan selang baja dan timba besi. Timba yang digunakan berbentuk seperti peluru dengan panjang tiga meter yang dilengkapi dengan katup ketika timba terangkat ke permukaan tanah. Petugas di sekitar sumur kemudian menarik dan mengarahkan timba itu untuk mengalirkan minyak mentah yang masih bercampur dengan air dan lumpur (disebut lantung) ke bak penampungan.



3. Proses Pengolahan secara Tradisional

Setelah proses penambangan selesai, dilanjutkan ke proses pengolahan minyak bumi. Di daerah Wonocolo, pengolahan minyak juga dilakukan dengan proses yang tergolong tradisional/ sederhana. Minyak mentah hasil penambangan kemudian diolah dengan peralatan yang sederhana pula. Minyak bumi diolah untuk menjadi produk siap pakai seperti solar dan minyak tanah/ kerosin. Minyak bumi masih harus melalui proses distilasi minyak mentah dengan cara tradisional/ sederhana. Proses penyulingan/ distilasi merupakan suatu pemisahan bahan kimia berdasarkan perbedaan kecepatan atau kemudahan penguapan. Dalam proses penyulingan/ distilasi, minyak dididihkan sehingga menguap. Uap ini kemudian didinginkan kembali sehingga terbentuk cairan. Proses tradisional ini menggunakan penyulingan/ distilasi. Air lumpur yang mengandung minyak dipanaskan dengan memanfaatkan tanah di sekitarnya. Pemanas berasal dari tungku api yang dibuat berbentuk terowongan bawah tanah. Api itu memanaskan tong berisi air lumpur hasil tambangan sampai mendidih. Air berlumpur yang mengandung minyak yang dipanaskan lalu menghasilkan uap minyak. Uap minyak kemudian mengalami pendinginan menjadi cairan dan akhirnya terkumpul hingga satu drum besar. Hasil penyulingan berupa solar dan minyak tanah/ kerosin. Setiap sumur rata-rata menghasilkan 2—3 drum per hari.



Gambar 2.6 Penyulingan Minyak Tradisional

Sumber: Antara Foto/Zabur Karuru (2016)



Aktivitas 2.3

Petunjuk Kerja

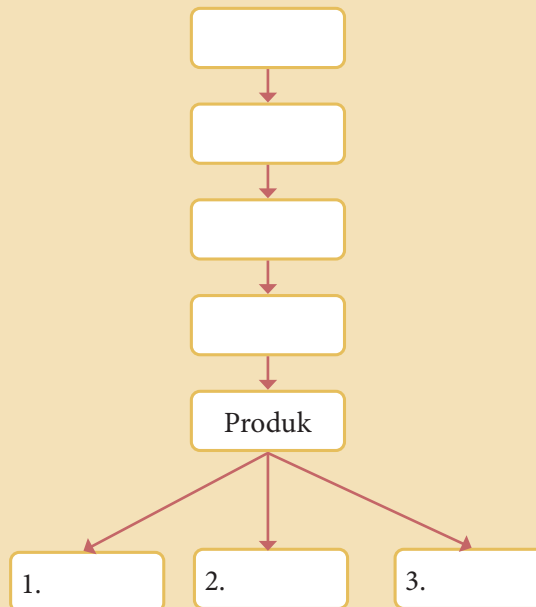
- Salinlah tabel di bawah ini di dalam buku catatan dan kerjakanlah tugas berikut ini!
- Dari materi yang sudah kalian pelajari, tentu kalian dapat mengetahui nama tambang minyak bumi tradisional di Indonesia. Sebutkan nama tambang minyak bumi tradisional di Indonesia dan jenis produk yang dihasilkan dari pengolahan minyak bumi tradisional tersebut!

No.	Nama Kilang	Nama Kabupaten/Kota Lokasi Kilang
1		
2		
3		

- Dari tabel di atas pilihlah salah satu tambang minyak bumi tradisional, Buatlah diagram alir proses pengolahannya serta produk yang dihasilkan!

Nama Tambang Tradisional/Sederhana

-



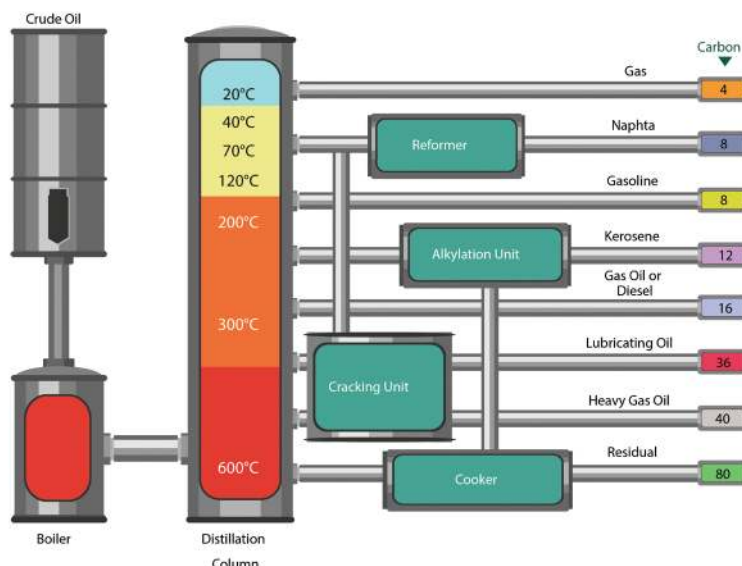
C. Proses Pengolahan Minyak Bumi secara Modern

Tuntutan zaman berkaitan dengan proses pengolahan minyak bumi makin lama makin berkembang. Perusahaan berlomba-lomba meningkatkan kapasitas produksi minyak bumi seiring dengan laju peningkatan kebutuhan produk minyak bumi sebagai energi. Upaya meningkatkan kapasitas produksi itu dilakukan dengan menggunakan teknologi yang lebih modern. Pada proses pemisahan minyak bumi tidak pernah diperoleh pemisahan senyawa-senyawa hidrokarbon murni, tetapi berupa campuran yang sangat kompleks. Bahan bakar dari minyak bumi yang diproses menghasilkan fraksi gas, nafta, kerosin, solar (ADO), minyak diesel (IDO), *gas oil*, dan residu. Hasil minyak bumi tersebut umumnya dibedakan menjadi dua, yaitu (1) bahan bakar minyak (BBM), dan (2) non-BBM.

Proses pengolahan minyak bumi memiliki empat tipe, yaitu (1) separasi atau pemisahan, (2) konversi, (3) *treating* atau pemurnian, dan (4) *blending* atau pencampuran.

1. Separasi (Pemisahan)

Separasi adalah suatu proses untuk memisahkan bagian-bagian dari minyak bumi ke dalam beberapa fraksi-fraksinya berdasarkan perbedaan titik didih, daya larut, dan lain-lain. Proses separasi merupakan proses fisis. Proses separasi dapat dilakukan pada (a) distilasi atmosferis, (b) distilasi hampa, (c) ekstraksi, dan (d) absorpsi.



Gambar 2.7 Proses Separasi/Pemisahan



2. Konversi

Konversi merupakan proses yang tidak dapat dipisahkan dari industri pengolahan migas. Konversi dilakukan supaya dapat menghasilkan suatu produk dengan standar yang diinginkan sesuai dengan permintaan pasar. Dalam industri pengolahan migas, konversi adalah suatu proses penyusunan kembali struktur hidrokarbon dengan bantuan katalis dan suhu yang tinggi untuk memperoleh jenis fraksi yang diinginkan.

Konversi terdiri atas empat proses berikut ini.

1. Proses perengkahan atau *cracking* adalah proses pemecahan molekul senyawa HC yang besar menjadi struktur senyawa yang lebih kecil. Proses perengkahan dibagi menjadi tiga, yaitu (a) perengkahan dengan panas (*thermal cracking*), (b) perengkahan dengan katalisis (*catalytic cracking*), dan (c) perengkahan dengan air (*hydrocracking*).
2. Proses polimerasi (*polymerization*) adalah proses penggabungan molekul-molekul yang kecil menjadi molekul-molekul yang lebih besar. Proses polimerisasi dibagi menjadi dua, yaitu (a) polimerasi dengan panas (*thermal polymerization*), dan (b) polimerasi dengan katalisis (*catalytic polymerization*).
3. Proses alkilasi adalah proses untuk membentuk molekul baru yang bertujuan untuk meningkatkan bilangan oktan.
4. Proses reformasi (*reforming*) adalah proses perubahan struktur yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas bensin.

3. Treating/Pemurnian

Dalam industri minyak dan gas, proses *treating* bertujuan untuk memurnikan minyak bumi dengan cara menghilangkan *impurities*/ pengotornya.

Proses *treating* terdiri atas lima macam berikut ini.

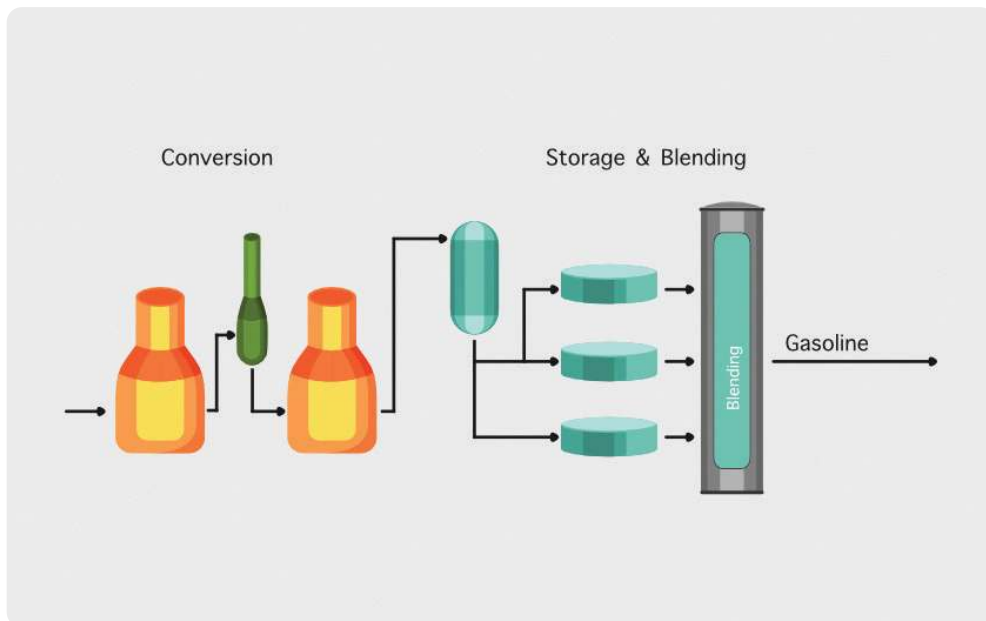
1. *Copper sweetening* merupakan proses yang bertujuan untuk menghilangkan pengotor yang menimbulkan bau.
2. *Acid treatment* merupakan proses yang bertujuan untuk menghilangkan sejenis lumpur dan dapat memperbaiki warna.



3. *Dewaxing* merupakan proses yang bertujuan untuk menghilangkan *wax* dari fraksi minyak pelumas yang bertujuan supaya minyak pelumas memiliki *pour point* rendah.
4. *Deasphalting* merupakan proses yang bertujuan untuk menghilangkan aspal dari fraksi minyak pelumas.
5. *Desulfurizing* merupakan proses yang bertujuan untuk menghilangkan belerang.

4. *Blending*/Pencampuran

Untuk mendapatkan hasil yang optimal, biasanya industri proses pengolahan minyak menggunakan proses *blending*. Proses *blending* itu sendiri merupakan proses pencampuran antara fraksi-fraksi tertentu yang diharapkan dapat meningkatkan kualitas dari produk tersebut.



Gambar 2.8 Proses Konversi dan *Blending*



Aktivitas 2.4

Petunjuk Kerja

- Salinlah tabel di bawah ini di dalam buku catatan dan kerjakanlah tugas berikut ini.
- Setelah kalian mempelajari proses separasi minyak bumi, coba sebutkan alat yang digunakan dan jelaskan fungsinya dengan melengkapi tabel di bawah ini!

Proses	Nama Alat	Kegunaan
distilasi atmosferis		
distilasi hampa		

- Sebutkan pula alat yang digunakan dalam proses konversi dan jelaskan pula kegunaan alat tersebut!

Proses	Nama Alat	Kegunaan
konversi		



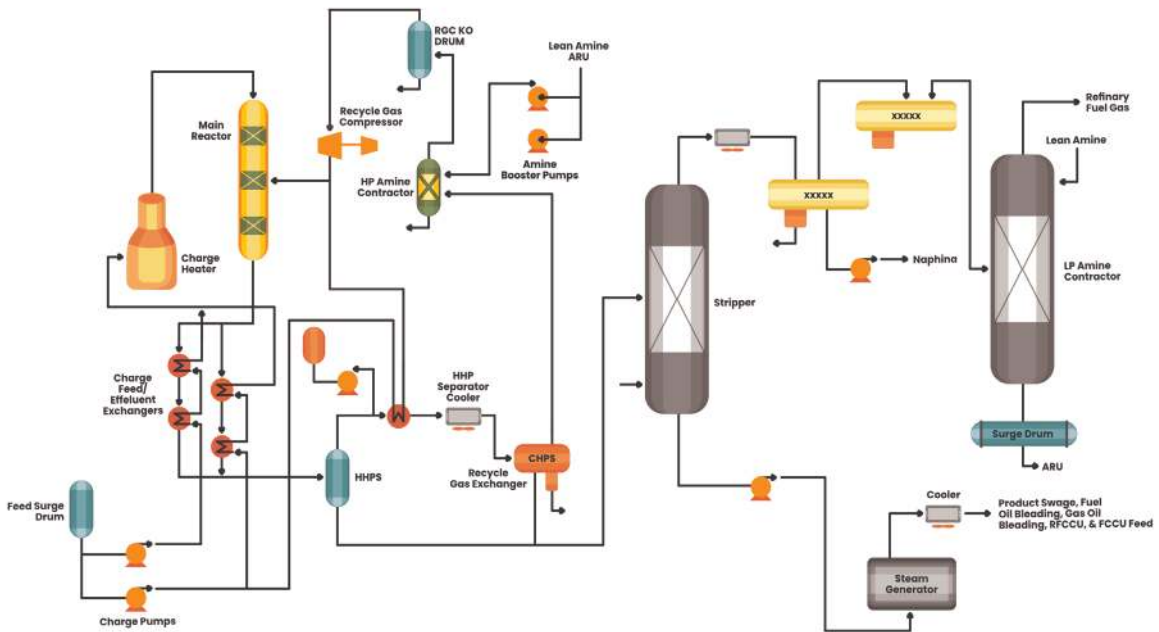
D. Proses *Hydrotreating*

Dewasa ini, untuk memenuhi standar produk yang optimal industri proses pengolahan minyak dan gas makin ketat dari tahun ke tahun dengan diberlakukannya aturan yang mengisyaratkan bahwa kadar sulfur pada bahan bakar (BBM) memiliki kadar maksimal tertentu. Tahukah kalian, mengapa kadar sulfur di dalam BBM tidak diperbolehkan melebihi ketentuan yang berlaku? Apabila mengandung sulfur melebihi ambang batas yang telah ditentukan, BBM akan mengganggu lingkungan. Ketika terjadi pembakaran, BBM yang mengandung sulfur melebihi ambang batas akan menghasilkan SO_2 dan akan mengakibatkan hujan asam dan pemanasan global. Untuk itu, industri pengolahan minyak dan gas berlomba-lomba untuk menciptakan suatu proses dengan produk yang bernilai tinggi. *Hydrotreating* adalah proses yang tidak lepas dalam rentetan pengolahan minyak dan gas. *Hydrotreating* atau *hydroprocessing* adalah proses hidrogenasi katalisis untuk menjenuhkan hidrokarbon dan menghilangkan sulfur, nitrogen, oksigen, dan logam dari aliran proses. *Hydrotreating* biasa dilakukan untuk umpan nafta sebelum dialirkan ke unit *platforming* karena katalis *platforming* (platina) sangat sensitif terhadap impurities seperti sulfur, nitrogen, oksigen, dan logam. *Hydrotreating* biasa juga dilakukan untuk umpan diesel untuk perbaikan kualitas diesel, terutama untuk mengurangi kandungan sulfur dalam diesel (spesifikasi produk diesel dari tahun ke tahun makin ketat terutama dalam hal kandungan sulfur maksimum) dan untuk mengurangi kandungan nitrogen dalam diesel yang dapat menyebabkan terjadinya *color instability* produk diesel.

Reaksi *hydrotreating* dikelompokkan menjadi lima jenis:

1. saturasi olefin (penjenuhan hidrokarbon);
2. desulfurisasi (penghilangan sulfur) atau sering disebut HDS (*hydrodesulfurization*);
3. denitrifikasi (penghilangan nitrogen) atau sering disebut (*hydrodenitrication*);
4. deoksigenasi (penghilangan oksigen); dan
5. demetalisasi (penghilangan logam) atau sering disebut HDM (*hydrodemetalization*).





Gambar 2.9 Diagram Alir Hydrotreating

Penjelasan Proses

Proses *Hydrotreater* yang umpannya adalah nafta *hydrotreater* atau yang disebut *straight run naphtha/cracked naphtha* disimpan dalam sebuah tangki penyimpanan. Tipe tangki yang biasa digunakan untuk penyimpanan nafta adalah *floating roof*. Tangki tipe ini dimungkinkan akan terjadi kebocoran *seal* sehingga udara di luar bisa masuk sehingga harus dilengkapi dengan gas dan nitrogen *blanketing* supaya nafta tidak bereaksi dengan oksigen yang berasal dari udara dan pada proses selanjutnya di *preheater* dapat membentuk *gums*. *Gums* bahkan bisa terbentuk pada permukaan katalis.

Untuk umpan *distillate/diesel hydrotreater* adalah *straight run diesel* atau *cracked diesel*. Apabila proses tersebut menggunakan umpan *cracked diesel*, maka perlu diketahui batasan maksimumnya karena *cracked diesel* membawa *cracked material/olefin* yang akan memengaruhi operasi *hydrotreater*. *Cracked diesel* juga dapat mengandung nitrogen tinggi yang akan memengaruhi tingkat *color stability* produk diesel.



Hasil produk unit *hydrotreating* berupa *hydrotreated heavy naphtha* atau *hydrotreated diesel*. *Hydrotreated heavy naphtha* adalah *intermediate product* dan merupakan umpan unit *platforming*. Produk *Hydrotreated heavy naphtha* diharapkan memenuhi syarat syarat ketentuan yang berlaku, misalnya kandungan sulfur dan nitrogen maksimum 0,5 ppm dan kandungan logam maksimum 2 ppm. Produk *hydrotreated diesel* adalah produk yang siap untuk dipasarkan, dan diharapkan memenuhi syarat ketentuan yang berlaku, yaitu kandungan sulfur antara 10 ppm, 30 ppm, atau 500 ppm.

Aktivitas 2.5

Petunjuk Kerja

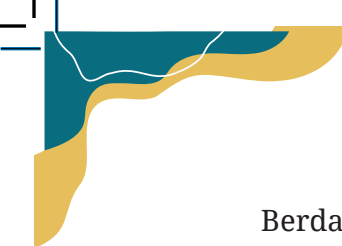
- Salinlah tabel di bawah ini di dalam buku catatan dan kerjakanlah tugas berikut ini.
- Pada pembelajaran materi proses *hydrotreating*, coba sebutkan alat-alat apa sajakah yang digunakan serta fungsi alat tersebut, dengan melengkapi tabel di bawah ini!

Proses	Nama Alat	Kegunaan
<i>hydrotreating</i>		

E. Program Pengembangan Kilang RDMP dan GRR

Industri perminyakan berlomba-lomba untuk meningkatkan kapasitas dan meningkatkan kualitas pengolahan kilang, sebagai salah satu proyek strategis nasional. Di sini tantangan besar bagi siapa saja yang memiliki peluang dan kesempatan untuk pemegang proyek tersebut. Proyek yang dimaksud adalah perubahan kilang lama atau *Refinery Development Master Plan* (RDMP). RDMP mempunyai tujuan untuk meningkatkan produksi minyak dan merupakan salah satu cara yang dipilih untuk memperbaiki ketahanan energi di Indonesia. Selain ekonomis, RDMP merupakan pemeliharaan dan perbaikan kilang yang sudah ada.



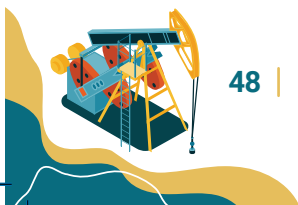


Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) RI, impor minyak dan gas tahun 2022 mengalami peningkatan. Dengan berkembangnya proyek RDMP, Pertamina diharapkan mampu memenuhi kebutuhan minyak nasional. Di Indonesia, RDMP sedang dikembangkan di Cilacap (Jawa Tengah) dan di Balikpapan (Kalimantan Timur). Dengan dikembangkannya proyek RDMP di Cilacap diharapkan mampu meningkatkan kapasitas menjadi 370 ribu barel per hari dan di Balikpapan diharapkan pada fase satu dengan proyeksi kapasitas produksi 360 ribu barel per hari.

Grass Root Refinery adalah kilang yang dibangun dari nol dengan kapasitas yang direncanakan. Hal ini juga mengacu pada infrastruktur yang dibangun bersama dengan kilang seperti jalan, instalasi pipa, dermaga, tangki penyimpanan, dan pengembangan lain di daerah sekitarnya, yang membantu berfungsinya kilang dengan baik. Infrastruktur dan kilang biasanya dibangun sekaligus.

Proyek pembangunan kilang minyak dan petrokimia (*grass root refinery/GRR*) Tuban dan GRR Bontang. Proyek GRR Tuban telah mencapai sejumlah target strategis antara lain penyelesaian *bankable feasibility study* (BFS), tender seleksi *process licensor*, *general engineering design* (GED), dan *front end engineering design* (FEED), serta izin penetapan lokasi lahan eks masyarakat seluas 493 ha dari Gubernur Jawa Timur.

Target selanjutnya adalah penandatanganan kontrak *process licensor*, *GED consultant*, dan *project management consultant*, pengoperasian perusahaan patungan secara penuh, pelaksanaan pembebasan lahan tahap II, dan pelatihan tenaga kerja lokal. Untuk GRR Bontang, pencapaian strategis pada 2018 adalah penandatanganan *frame work agreement* (FWA) dengan mitra *overseas oil group* (OOG) Oman pada 10 Desember 2018. Langkah berikutnya antara lain penetapan lokasi kilang, akuisisi lahan, penyesuaian RTRW, penyelesaian BFS, serta memulai pekerjaan GED dan FEED.



Aktivitas 2.6

Petunjuk Kerja

- Salinlah tabel di bawah ini di dalam buku catatan dan kerjakanlah tugas berikut ini!
- Setelah kalian mempelajari materi proyek strategis nasional tentang RDMP dan GRR yang dikembangkan di Indonesia, lengkapi tabel berikut ini!

Proyek	Lokasi	Target Produksi	Tujuan Berdirinya
RDMP			
GRR			

F. Teknologi Energi Terbarukan

Minyak bumi merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui. Apabila dieksploitasi secara terus-menerus dapat diperkirakan akan segera habis dalam beberapa tahun mendatang dan tentu akan menghambat dunia usaha yang memakai kebutuhan energi dari minyak bumi. Untuk itu, dibutuhkan penekanan kenaikan kebutuhan BBM dan dalam rangka menghemat pemakaian bahan bakar minyak ke depan usaha penghematan energi dan diversifikasi energi serta pengembangan energi terbarukan harus cepat diimplementasikan.

Dalam Peraturan Presiden Nomor 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional, khususnya sasaran kebijakan energi nasional adalah terwujudnya energi *primer mix* yang optimal pada tahun 2025. Adapun peranan setiap jenis energi terhadap konsumsi energi nasional pada tahun 2025 sebagai berikut: (a) energi baru dan terbarukan seperti biomassa, nuklir, tenaga air, tenaga surya dan tenaga angin menjadi 5%; (b) bahan bakar nabati menjadi lebih dari 5%; (c) panas bumi menjadi lebih dari 5%; dan (d) menekan penggunaan minyak bumi



menjadi kurang dari 20%. Semua ini adalah target yang dicanangkan oleh kebijakan politik pemerintah ke depan. Untuk mencapai target dan sasaran kebijakan politik pemerintah tersebut, tentu sangat dibutuhkan aturan yang jelas tentang energi terbarukan agar segera dapat diimplementasikan.

Potensi energi terbarukan seperti biomassa, panas bumi, energi surya, energi air, energi angin, dan energi samudera, sampai saat ini belum banyak dimanfaatkan. Saat ini, harga energi terbarukan belum kompetitif dibandingkan harga energi fosil sebagai akibat belum dikuasainya teknologi pengembangan energi terbarukan dan belum dilaksanakannya kebijakan harga energi yang mendorong pengembangannya. Begitu pun dengan EBT, Indonesia memiliki potensi pengembangan energi terbarukan yang amat tinggi. Tabel berikut ini memberikan garis besar potensi energi terbarukan di Indonesia dengan pengelompokan lima sistem kelistrikan utama sesuai dengan lokasi geografis yang dipublikasikan dalam IRENA REmap 2017.

Tabel 2.2 Kapasitas Potensi Pengembangan Energi Terbarukan dengan *Reference Case* 2030

Lokasi	PLTS (Surya)	PLTA (Air)	PLTMH/ PLTM (Mikrohidro/ Minihidro)	PLTBm (Biomassa)	PLTP (Panas Bumi)	PLTO (Ombak)	PLTB (Bayu/ Angin)
Sumatera	137,1	15,6	5,7	15,6	12,9	8,3	1,0
Jawa-Bali	38,7	4,3	2,9	9,2	10,1	2,4	3,9
Kalimantan	149,0	21,6	8,1	5,1	0,2	-	0,3
Sulawesi & Nusa Tenggara	66,8	10,8	1,8	2,6	4,8	6,9	3,9
Maluku & Papua	140,9	22,8	0,8	0,2	1,5	0,4	0,3
Total Indonesia	532,6	75,0	19,4	32,7	29,5	18,0	9,3

(Sumber: IRENA REmap 2017)



Aktivitas 2.7

Petunjuk Kerja

- Salinlah tabel di bawah ini di dalam buku catatan dan kerjakanlah tugas berikut ini!
- Berdasarkan pengetahuan kalian tentang PLTP dan PLTA yang ada di Indonesia, lengkapilah tabel di bawah ini!

Jenis	Nama Perusahaan dan Daerah	Kapasitas
PLTP		
PLTA		



Uji Kompetensi

Jawablah soal di bawah ini secara jelas dan terperinci kemudian presentasikan hasil pekerjaan kalian di depan kelas!

1. Jelaskan teknologi pengolahan minyak bumi dengan menggunakan distilasi atmosferis!
2. Gambarkan alur diagram distilasi atmosferis!
3. Pada pengolahan minyak bumi secara tradisional/sederhana yang telah kalian pelajari, jelaskan keuntungan dan kerugian dari pengolahan tersebut!
4. Pada pengolahan minyak bumi dihasilkan limbah, sebutkanlah limbah yang dihasilkan dari pengolahan minyak bumi!
5. Dari materi tentang proyek strategis nasional yang kalian pelajari, jelaskan yang kalian ketahui tentang RDMP yang dilaksanakan di Indonesia!
6. Dari materi yang kalian pelajari di atas, apa yang kalian ketahui tentang GRR yang dilaksanakan di Indonesia?
7. Jelaskan alasan mengapa diperlukannya teknologi energi terbarukan!



8. Sebutkan dengan terperinci teknologi energi terbarukan yang sudah diterapkan di Indonesia!
9. Buatlah tabel tentang produk yang dihasilkan dari pengolahan minyak bumi secara modern!
10. Buatlah tabel tentang produk dari teknologi energi terbarukan yang sudah dikembangkan Indonesia!



Pengayaan

Diskusikanlah dengan teman atau kelompok kalian, distilasi hampa! Gambarkan alur diagram dan jelaskan proses serta produk yang dihasilkan!



Refleksi

Setelah mempelajari materi di atas, manakah bagian yang telah/belum kalian kuasai?

Materi	Ya	Tidak
Keuntungan dan Kerugian Pengolahan Minyak Bumi		
Teknologi Pengolahan Minyak Bumi secara Tradisional/Sederhana		
Separasi		
Konversi		
<i>hydrotreating</i>		
RDMP		
GRR		
Teknologi Energi Terbarukan		



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2023

Dasar-Dasar Teknik Perminyakan
untuk SMK/MAK Kelas X

Penulis : Dani Yudanto, Eka Mulya Ade
ISBN : 978-623-194-480-1 (no.jil.lengkap PDF)
978-623-194-481-8 (jil.1 PDF)

I Bab 3

Peluang Karier dan Usaha Perminyakan

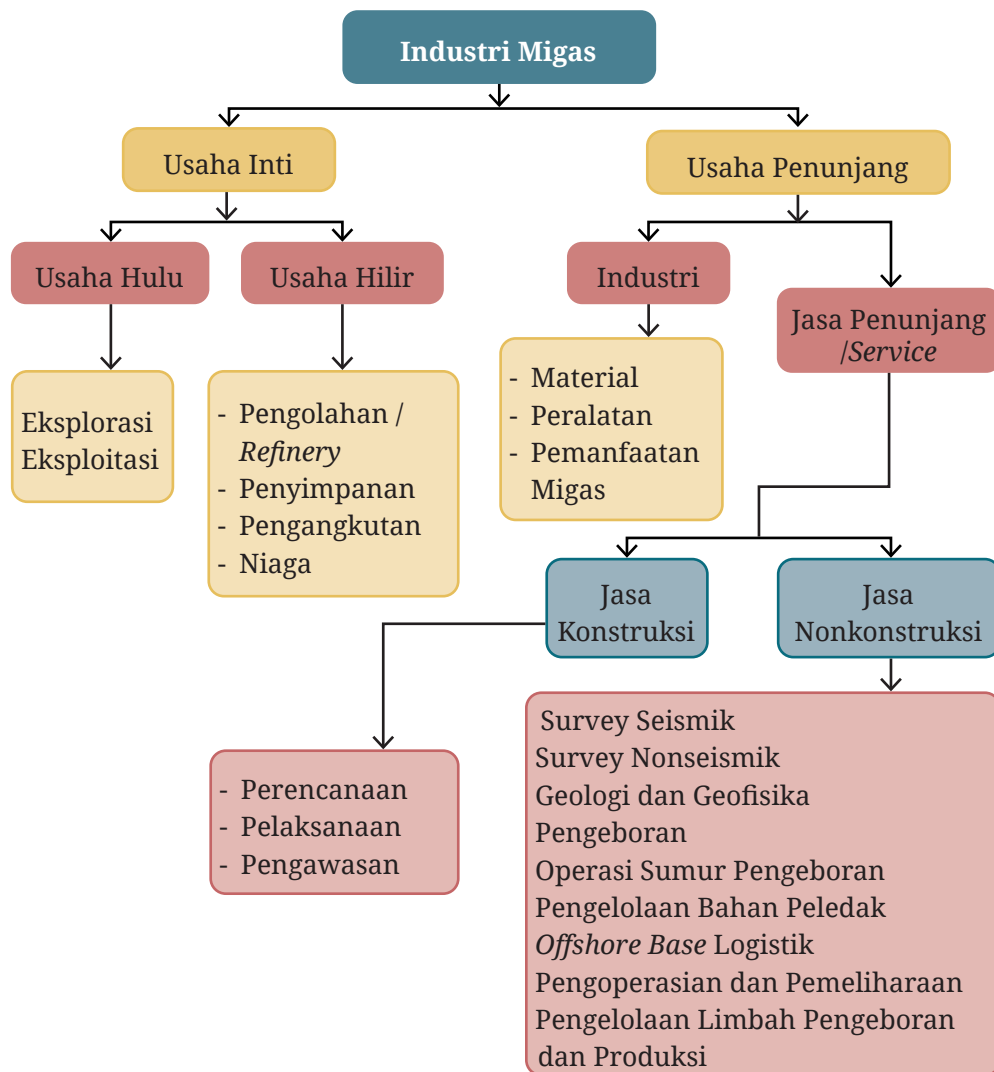


“
Bagaimana peluang berkarir atau berwirausaha di industri perminyakan?
”



Pendahuluan

Pada masa sekarang ini, bisnis emas hitam atau minyak dan gas bumi terbilang sangat menjanjikan. Berdasarkan jenis kegiatannya, industri minyak dan gas dibagi menjadi dua, yaitu usaha inti dan usaha penunjang. Kedua jenis kegiatan usaha industri minyak dan gas tersebut saling berkaitan satu dengan yang lain. Usaha inti (*core business*) meliputi kegiatan hulu sampai dengan hilir migas. Usaha penunjang (*non core business*) meliputi pekerjaan jasa penunjangnya atau servis dan jasa penunjang lain. Perhatikan bagan jenis usaha di bawah ini!



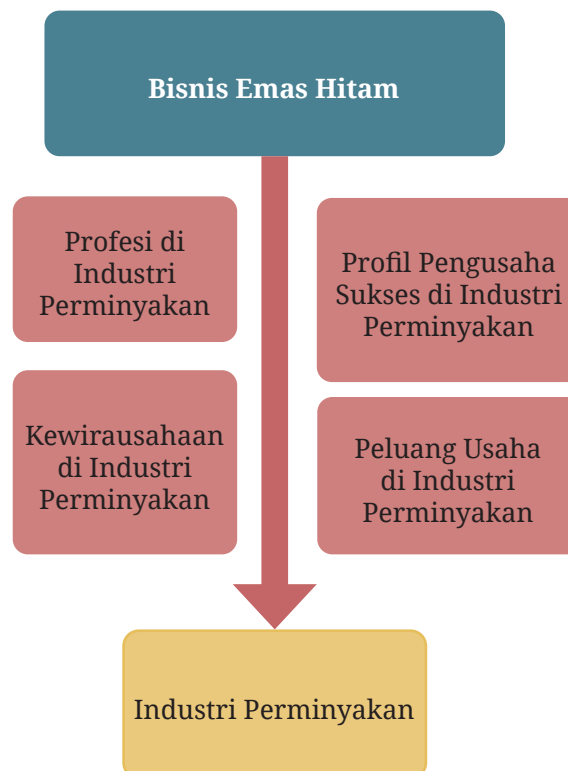


Tujuan Pembelajaran

Tujuan Pembelajaran	Indikator Pencapaian Tujuan Pembelajaran
1. Memahami jenis-jenis profesi dan kewirausahaan di industri perminyakan.	1.1 Mengidentifikasi jenis-jenis profesi dan kewirausahaan di industri perminyakan.
2. Memahami profil pengusaha di industri perminyakan.	1.2 Memahami profil pengusaha di industri perminyakan.
3. Memahami peluang usaha di industri perminyakan.	1.3 Menganalisis peluang usaha di industri perminyakan.



Peta Konsep





Kata Kunci

bisnis emas hitam, profesi di industri perminyakan, peluang usaha, kewirausahaan



Apersepsi

Indonesia memerlukan sumber energi yang diperoleh dari hasil pengolahan minyak bumi. Proses yang ada membutuhkan orang-orang yang memiliki *passion* di bidang teknik perminyakan. Bisnis minyak dan gas bumi adalah bisnis yang populer dengan sebutan bisnis emas hitam. Nilai manfaat dalam kehidupan sangat banyak sekali walaupun minyak bumi asalnya berwujud cairan kental berwarna hitam (*crude oil*). Perlu adanya pembahasan mengenai jenis-jenis profesi dan bidang kewirausahaan yang berkaitan dengan bisnis emas hitam ini, termasuk contoh figur sukses di bidang ini yang bisa menginspirasi anak-anak muda di jenjang sekolah menengah kejuruan. Dari uraian tersebut, tahukah kamu apa saja jenis profesi di bidang teknik perminyakan, dan bagaimanakah peluang usaha di bidang industri perminyakan ini? Pertanyaan-pertanyaan tersebut akan dibahas di dalam pembahasan bab ini.

A. Perkembangan Bisnis Industri Minyak dan Gas Bumi

Kita ketahui bersama bahwa kebutuhan energi di Indonesia antara lain bersumber dari minyak dan gas bumi. Kebutuhan energi itu dari tahun ke tahun makin bertambah seiring dengan perkembangan zaman. Pada dasarnya, minyak dan gas bumi merupakan kekayaan alam yang tidak dapat diperbarui. Sumber minyak dan gas bumi merupakan kekayaan nasional yang dikuasai oleh negara dan termasuk wilayah hukum pertambangan Indonesia. Pengelolaan industri pertambangan hulu migas melibatkan beberapa lembaga atau instansi pemerintah, antara lain Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, SKK Migas, BPPK, dan Kementerian Keuangan.

Migas mempunyai peranan penting bagi pembangunan Indonesia, terutama dalam hal pemenuhan energi. Dewasa ini seiring per-



kembangan dunia migas tidak hanya digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi dalam negeri, tetapi juga kebutuhan luar negeri. Hal ini dapat dijadikan perkembangan terbaik karena dapat meningkatkan sumber pendapatan dan devisa Indonesia. Pada saat ini, peranan migas untuk pembangunan terdapat beberapa kegiatan. Kegiatan migas dalam pembangunan terdiri atas dua sektor, yaitu (1) kegiatan sektor hulu, dan (2) kegiatan sektor hilir.

Memasuki abad ke-21 yang ditandai dengan globalisasi dan krisis di beberapa negara Asia, diperlukan strategi yang terbaik untuk menghadapi tantangan dan peluang dalam bidang migas. Strategi yang diharapkan dapat masuk dan memiliki andil pada pasar bebas.

Di dunia migas dewasa ini sudah diketahui memiliki organisasi bisnis yang diharapkan mampu menjadikan pilar-pilar keberhasilan dari hasil migas. Tentu diperlukan pengelolaan manajemen yang tertata dan rapi. Untuk mengelola perusahaan migas perlu diketahui struktur umum, tugas, tujuan dan sasaran, visi dan misi, serta pengukuran kinerja perusahaan migas. Selain itu, diperlukan juga pengetahuan organisasi bisnis migas di Indonesia dan di dunia serta kontrak perusahaan migas internasional. Dalam menjalankan usaha, industri migas, seperti industri lain, tidak mengerjakan semua kegiatannya sendiri; dibutuhkan pihak lain untuk melakukan sebagian besar kegiatannya berdasarkan kontrak yang bermacam ragam untuk setiap proyek. Dalam hal tertentu, setiap kontrak mempunyai kelebihan dan kekurangan masing-masing. Pemilihan kontrak dapat didasarkan pada kondisi yang paling menguntungkan dalam dunia bisnis migas.

Dalam hal bisnis, perhitungan harga minyak adalah yang utama. Harga minyak dipengaruhi oleh pemasokan dan permintaan minyak dunia. Berikut ini dua hal yang perlu diperhatikan dalam penentuan harga migas.

1. Harga minyak dan gas bergantung pada harga minyak dunia.
2. Harga minyak dan gas domestik sebagian mengikuti aturan pemerintah (subsidi) misalnya untuk pabrik baja, pupuk, dan petrokimia.

Harga gas dapat ditentukan berdasarkan biaya yang dikeluarkan, keuntungan, dan pajak (harga finansial) atau dibandingkan dengan energi lain.



Untuk menyikapi permasalahan lingkungan baik fisik maupun sosial (*community development*) adalah hal yang biasa timbul dan membutuhkan pengelolaan dalam bisnis migas dalam dunia perminyakan. Dengan peningkatan otonomi daerah, pengontrolan hal tersebut dari daerah makin intensif. Sebagaimana penghasil migas Indonesia membutuhkan strategi dan mekanisme pengelolaan migas yang baik, terutama dalam bersikap terhadap kontraktor asing serta dalam usaha meningkatkan kemampuan nasional, baik pada BUMN (Badan Usaha Milik Negara), BUMD (Badan Usaha Milik Daerah), maupun swasta nasional.

Pada dasarnya, industri migas memiliki prinsip ekonomi yaitu bertujuan mencari keuntungan sama halnya seperti usaha yang lain. Keuntungan adalah fungsi dari produksi, harga, biaya, dan pajak. Keuntungan dinyatakan dengan indikator-indikatornya, sedangkan tugas perusahaan adalah menentukan pilihan dari alternatif-alternatif yang paling menguntungkan bagi investasinya.

Aktivitas 3.1

Perhatikan pertanyaan di bawah ini dan jawablah dengan benar!

1. Dari pengetahuan yang sudah kalian baca di atas, sebutkan faktor apa saja yang menjadikan bahan bakar minyak yang dipasarkan di Indonesia harganya fluktuatif bisa berubah-ubah! Jelaskan!
2. Peranan migas untuk pembangunan sangatlah besar. Sebutkan kegiatan pembangunan tersebut seperti yang sudah kalian pelajari!

B. Jenis-Jenis Profesi di Industri Minyak dan Gas Bumi

Perkembangan usaha industri migas tidak dapat dilepaskan dari risiko. Tingkat risiko yang terjadi harus dapat diminimalkan. Apakah risiko-risiko tersebut? Sebelum lebih jauh mengetahui seberapa beresikonya usaha bidang migas ini, kita juga harus tahu apa saja profesi yang ada di dalam industri tersebut yang nantinya bisa menjadi gambaran apakah kita akan masuk di dalam usaha inti (*core business*) atau usaha penunjang (*non-core business*).

Macam-macam karier di bidang pertambangan, perminyakan, dan mineral sangat bervariasi, seperti teknisi, *petroleum engineer*, *drilling engineer*, *process engineer*, *field services technical*, *machine operator*,

supervisor, junior manager, manager, dan senior manager. Berikut ini penjelasan setiap bidang tersebut.

1. Teknisi pada umumnya adalah seseorang yang menguasai bidang teknologi dan menguasai teknik dibandingkan *layperson* rata-rata atau profesional dalam bidang itu.
2. *Petroleum engineer* pada umumnya bertugas mengidentifikasi peluang untuk meningkatkan kinerja dan profitabilitas dari suatu lapangan migas, menangani manajemen harian operasi produksi minyak dan gas, termasuk mengevaluasi peluang yang dapat memaksimalkan nilai akhir dari suatu kegiatan peningkatan produksi sumur migas.
3. *Drilling engineer* pada umumnya bertugas mengembangkan, merencanakan biaya dan mengawasi operasi pengeboran sumur minyak dan gas, dan terlibat dalam desain sumur awal hingga pengujian, penyelesaian, dan produksi.
4. *Process engineer* pada umumnya bertanggung jawab terhadap pengembangan, instalasi, dan *monitoring* kegiatan hulu dan hilir serta proses yang mengubah material mentah menjadi produk akhir hingga siap untuk didistribusikan.
5. *Field services technical* pada umumnya bertugas berkomunikasi dengan pelanggan yang memiliki komplain dan masalah pada alat, melakukan kunjungan ke pelanggan yang memiliki masalah pada alat, melakukan *maintenance* di lapangan, serta membuat laporan *maintenance* dan kerusakan yang sering terjadi.
6. *Machine operator* pada umumnya bertanggung jawab untuk memastikan bahwa mesin yang digunakan berjalan lancar sesuai standar/spesifikasi dan mengatur jadwal serta keperluan *maintenance* sehingga tidak mengganggu jadwal kerja.
7. *Supervisor* umumnya bertugas mengecek dan mengawasi produk atau jasa yang ditawarkan kepada pelanggan sesuai dengan standar dan spesifikasi.
8. *Junior manager* pada umumnya bertanggung jawab atas para pegawai yang secara langsung memproduksi produk atau layanan yang ditawarkan oleh perusahaan.



9. *Manager* pada umumnya bertanggung jawab atas pelaksanaan target atau tujuan yang ditetapkan oleh manajer tingkat atas, yaitu dengan menetapkan target setiap departemen.
10. *Senior manager* pada umumnya bertugas mengatur langsung kegiatan sehari-hari perusahaan namun mereka membuat keputusan dan menentukan target, strategi, kebijakan, dan rencana bisnis perusahaan.

Contoh di atas hanya beberapa jabatan yang ada di usaha industri migas. Masih banyak lagi jabatan-jabatan atau profesi yang ada di bidang perminyakan.

Refleksi 3.1

Dari materi yang sudah kalian pelajari di atas coba jawablah pertanyaan di bawah ini dengan baik!

1. Posisi pekerjaan apa yang ingin kalian tempati?
2. Di perusahaan apa kalian ingin berkerja?
3. Mengapa kalian memilih posisi tersebut?
4. Apa hal yang pertama akan kalian lakukan pada posisi tersebut?
5. Strategi apa yang akan kalian lakukan jika menempati posisi tersebut?
6. Sebutkan tugas dan kewajiban pada posisi tersebut!
7. Seberapa lama kalian ingin menempati posisi tersebut?

Untuk menjawab pertanyaan di atas, buatlah tabel seperti berikut ini di buku catatan masing-masing.

No.	Pertanyaan	Jawaban
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		

Selanjutnya silakan presentasikan hasil pekerjaan kalian di depan kelas.



C. Jenis Usaha dalam Industri Minyak dan Gas Bumi

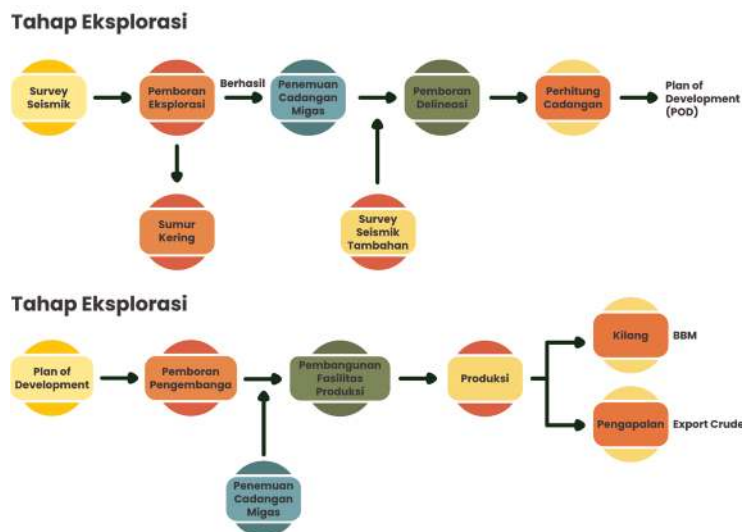
1. Usaha Inti (*Core Business*)

Tahapan pengelolaan blok migas terdiri atas tahap eksplorasi, tahap eksploitasi, dan tahap terminasi. Tahapan pengelolaan tersebut dimulai sejak sebelum penandatanganan kontrak (pra-KKS). Seluruh tahapan pengelolaan blok migas ditangani oleh pemerintah yang meliputi Kementerian ESDM (Direktorat Jenderal Migas) dan SKK Migas. Ditjen Migas memiliki tugas mengelola blok migas dimulai dari tahap sebelum penandatanganan kontrak kerja sama sampai dengan tahap terminasi wilayah kerja.

SKK Migas melakukan pengendalian manajemen atas operasi yang dilaksanakan oleh kontraktor kontrak kerja sama (KKKS), berdasarkan kontrak kerja sama ditandatangani oleh Kontraktor dan SKK Migas serta diketahui oleh Kementerian ESDM. Pengendalian manajemen atas operasi yang dilaksanakan oleh KKKS dalam kegiatan inti tersebut mencakup dua sektor berikut ini.

- 1) Sektor hulu terdiri atas dua tahap, yaitu (a) tahap eksplorasi, merupakan rincian tahunan program kerja dan anggaran dari komitmen pasti 3 tahun + 3 tahun dalam jangka waktu eksplorasi termasuk masa perpanjangannya atau maksimum 10 tahun; dan (b) tahap eksploitasi (pengembangan dan produksi) merupakan rincian tahunan program kerja dan anggaran sejak persetujuan pengembangan lapangan pertama kali sampai 30 tahun jangka waktu KKS.
- 2) Sektor hilir meliputi pengolahan, pengangkutan (transportasi), penyimpanan, dan niaga. Dinamika perusahaan migas yang menjelaskan hubungan keuntungan (positif) dengan investasi, penerimaan, cadangan, produksi, permintaan, harga, biaya, pajak, lingkungan, dan teknologi.





Gambar 3.1 Kegiatan Industri Migas

2. Usaha Penunjang (*Non-Core Business*)

Seluruh usaha penunjang kegiatan migas adalah semua kegiatan yang menunjang kegiatan usaha migas yang terdiri atas (a) jasa penunjang, dan (b) industri penunjang.

a. Jasa Penunjang

1) Konstruksi

Dalam industri minyak dan gas jasa konstruksi terdiri atas jasa perencanaan konstruksi, rancang bangun dan rekayasa (*design engineering*), pelaksana konstruksi dan pengawasan konstruksi, dan masih banyak lagi. Pada bidang ini semua komponen dan bidang kompetensi bisa masuk dalam industri minyak dan gas sehingga peluang kerjanya masih sangat terbuka luas bagi lulusan SMK yang berkompeten dan mampu memanfaatkan peluang. Apa saja perusahaan konstruksi terbesar yang ada di Indonesia? Berikut ini adalah nama-nama perusahaan konstruksi besar yang ada di Indonesia.

Tabel 3.1 Daftar Perusahaan Konstruksi Indonesia

Perusahaan Konstruksi	Aset (triliun rupiah)
Waskita Karya (Persero), Tbk.	132,57
Wijaya Karya (Persero), Tbk.	59,64
Pembangunan Perumahan (Persero), Tbk.	53,50

Perusahaan Konstruksi	Aset (triliun rupiah)
Adhi Karya (Persero), Tbk.	31,40
Acset Indonusa, Tbk.	10,72
Wijaya Karya Bangunan Gedung, Tbk.	5,99
Jaya Konstruksi Manggala Pratama, Tbk.	5,06
Totalindo Eka Persada, Tbk.	3,48
Total Bangun Persada, Tbk.	2,91
Nusa Raya Cipta, Tbk.	2,44
Superkrane Mitra Utama, Tbk.	1,68
Nusa Konstruksi Enjiniring, Tbk.	1,67
Paramita Bangun Sarana, Tbk.	0,70
Cahayasakti Investindo Sukses, Tbk.	0,45

Sumber : LLifepal.

Kalian tentu sudah tidak asing lagi dengan nama-nama di atas, bahkan mungkin ada keluarga atau saudara yang bekerja di salah satu perusahaan tersebut. Nama-nama perusahaan di atas juga banyak tertera di jalan umum atau jalan tol, bahkan nama-nama tersebut menjadi langganan yang mengerjakan proyek terutama bidang konstruksi.

2) Nonkonstruksi

Industri nonkonstruksi adalah suatu usaha jasa yang melayani pekerjaan selain konstruksi yang ada dalam industri perminyakan seperti survei seismik, survei nonseismik, geologi dan geofisika, pengeboran, operasi sumur pengeboran, pekerjaan bawah air, pengelolaan bahan peledak, *offshore base* logistik, pengoperasian dan pemeliharaan, pengelolaan limbah pengeboran dan produksi, dan sebagainya.

b. Industri Penunjang

Kegiatan penunjang usaha industri ini adalah kegiatan yang menghasilkan barang, material atau peralatan yang digunakan sebagai penunjang langsung dalam kegiatan usaha minyak dan gas. Kegiatan ini meliputi industri material alat, peralatan-peralatan migas dan industri pemanfaatan migas dan petrokimia.





Aktivitas 3.2

1. Sebutkan kegiatan apa saja yang berhubungan dengan sektor-sektor berikut ini!
 - a. hulu industri migas
 - b. hilir industri migas
 - c. penunjang industri migas

D. Peluang Usaha di Industri Minyak dan Gas Bumi

Para pengusaha yang saat ini sukses berkiprah di Indonesia, bahkan di dunia, mengawali kariernya dengan kondisi yang tidak mulus. Para pengusaha itu bahkan harus melewati kegagalan-kegagalan yang berulang, tidak hanya satu kali. Kegagalan yang dialami rata-rata karena kendala teknis dan modal. Meskipun demikian, bisnis yang didukung keuangan terbaik pun tidak dapat bertahan sebagai bisnis jika tidak bisa menutup bebannya.

Menurut Hendro dan Chandra (2006), peluang adalah suatu keadaan di setiap saat kehidupan kita sehari-hari, sejak bangun pagi hingga larut malam. Peluang dapat muncul dalam berbagai bentuk, tergantung cara kita melihatnya; yang terpenting bukan sekadar cara melihat atau memandang suatu hal, melainkan bagaimana suatu ketidaksempurnaan itu dapat berubah menjadi peluang yang sebenarnya dibutuhkan oleh pasar.

Suatu keadaan akan menjadi peluang yang prospektif bila mengandung unsur-unsur sebagai berikut:

1. sedang dibutuhkan oleh pasar;
2. memecahkan kesulitan atau masalah yang sedang dihadapi pasar;
3. menyempurnakan yang sebelumnya;
4. benar-benar beda dan memiliki nilai tambah;
5. temuan yang orisinal (inovatif);
6. memberi keuntungan yang nyata;
7. ada unsur yang dibanggakan oleh pembeli; dan
8. dapat diwujudkan.

Menurut Hendro dan Chandra (2006), berikut ini konsep yang cukup sederhana untuk memudahkan di dalam menemukan dan menciptakan peluang.

1. Awali dengan melihat sesuatu dari “teori ketidaksempurnaan”, bahwa apa yang dilihat adalah tidak sempurna sehingga ada peluang untuk menyempurnakannya.
2. Gunakan inspirasi, bahwa peluang itu adalah:
 - a. merebut pasar dari pesaing (*intersection*);
 - b. menggantikan posisi yang ada dari pesaing (*replacement*);
 - c. mengisi kekosongan dari celah persaingan (*filter*);
 - d. menghancurkan *market leader* (*destroyer*); dan
 - e. melengkapi ketidaksempurnaan pasar (*compatible*).
3. Setelah menemukan beberapa alternatif peluang maka buatlah daftar peluang itu.
4. Memilih peluang yang berpotensi (maksimal 3 peluang).
5. Jadikan peluang yang pertama sebagai peluang yang paling berpotensi.
6. Buatlah suatu tulisan sehingga kita dapat selalu melihatnya.
7. Tambahkan kata-kata yang dapat memotivasi.
8. Mulailah mengambil keputusan yang *smart* tanpa harus menjadi seorang *risk taker*.
9. Jangan takut untuk mencoba.
10. Ciptakanlah kesuksesan-kesuksesan kecil terlebih dahulu untuk meningkatkan rasa percaya diri dan terus berkreasi, berinovasi, dan bertahan.

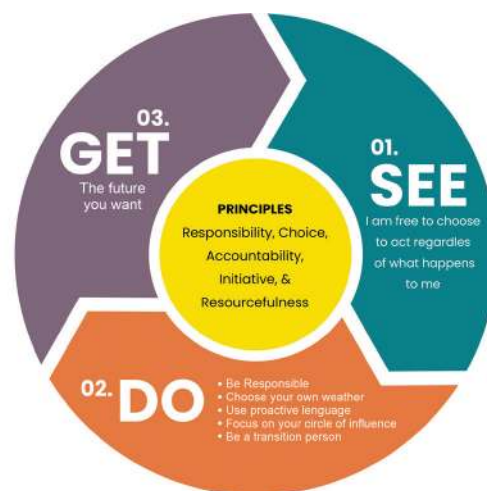
Setelah kita mengetahui apa itu peluang usaha dan konsep untuk memudahkan kita dalam mengelola peluang, bagaimana kita mencarinya? Yang pasti, sebelum mendapatkan apa yang kita inginkan, kita harus mengetahui apa yang kita inginkan dan apa yang mereka butuhkan. Karena itu, kita harus melakukan berbagai cara untuk mengenalinya. Ada orang yang dapat peka terhadap peluang, ada juga yang tidak. Namun, anggapan tersebut tidaklah benar karena kepekaan



dalam mengenali peluang tergantung dari daya imajinasi seseorang yang membuatnya mampu melihat sesuatu dari sisi positif. Itulah bukti bahwa dengan mengubah *negative thinking* menjadi *positive thinking* dapat memberikan peluang baru; bagaimana memanfaatkannya dan bukan membuangnya.

Menurut Jackie Ambadar (2003), ada dua format yang mungkin dilakukan seseorang dalam usahanya mengenali peluang. *Pertama, see – do – get*; seseorang yang melihat (*see*) peluang untuk dilaksanakan (*do*) menjadi bisnis (*get*) yang menguntungkan (*profit /sukses*). *Kedua, do – see – get*; seseorang terlibat (*do*) dalam suatu bisnis, kemudian menemukan (*see*) peluang bisnis baru (*get*) yang menguntungkan.

PROACTIVE See-Do-Get Cycle



Gambar 3.2 Konsep Dasar Mengenali Peluang Usaha

Lantas, bagaimana sebaiknya kita lakukan sebagai calon pengusaha, terutama pengusaha di bidang yang kita geluti yaitu minyak dan gas? Sampai saat ini mungkin kalian masih berpikir tidak ada orang Indonesia yang menggeluti usaha besar pada bidang perminyakan. Memang selama ini perminyakan Indonesia masih dikuasai oleh perusahaan asing, terutama yang paling besar saat ini adalah Exxon Mobil, Chevron, kemudian disusul perusahaan BUMN milik Indonesia yaitu Pertamina. Namun, di balik nama perusahaan besar itu ada salah seorang putra Indonesia yang memiliki perusahaan yang cukup mentereng yaitu Medco Energi. Siapa pemilik perusahaan tersebut?



Dia adalah Arifin Panigoro yang dijuluki sebagai raja minyak asal Indonesia. Dia salah satu orang Indonesia yang bisa membaca peluang dan berani terjun di industri perminyakan Indonesia.

Arifin Panigoro, alumni Teknik Elektro Institut Teknologi Bandung (ITB) tahun 1973 ini, memulai usahanya tidak langsung menjadi bos di Meta Epsi Drilling Company (Medco). Kesuksesan itu bermula ketika dia membaca peluang belum adanya perusahaan lokal yang menangani proyek besar, proyek yang lazimnya bukan porsi pengusaha lokal, melainkan pengusaha asing. Jadi, setiap Pertamina melakukan tender untuk pemasangan pipa besar, perusahaan asinglah yang memenangi tender karena untuk mengerjakan proyek pemasangan jalur pipa dibutuhkan peralatan berat. Pada umumnya, peralatan untuk proyek itu hanya dimiliki oleh perusahaan asing.



Gambar 3.3 Foto Arifin Panigoro

Kondisi itu membuat Arifin Panigoro berpikir bahwa pengusaha lokal pun seyogianya diberi kesempatan atau dibantu untuk bisa menangani pemasangan pipa besar, tidak hanya diberi pekerjaan yang kecil-kecil. Pada 1981, ia memberanikan diri untuk mulai masuk proyek pipanisasi yang berdiameter besar. Untuk pekerjaan itu, ia bekerja sama dengan perusahaan asing dengan perjanjian bila satu proyek selesai, bagi hasilnya adalah peralatan itu. Mitra setuju, proyek pun selesai. Sejak itu dengan alat tersebut ia mencari proyek ke mana-mana.



Selain menggandeng mitra asing, dukungan dan proteksi dari pemerintah amat diperlukan. Tidak mungkin pengusaha lokal yang baru berdiri dan tidak memiliki pengalaman dapat tiba-tiba bersaing dengan perusahaan asing yang berpengalaman di bidang perminyakan selama puluhan tahun. Menggandeng mitra luar dan dukungan pemerintah itu merupakan cara pengusaha lokal bisa membuka pintu ke bidang bisnis yang lebih luas. Dengan demikian, persaingan dengan perusahaan asing bisa dilakukan. Semuanya dimulai dari tahapan membiasakan pengusaha lokal mengerjakan proyek besar. Contoh yang dialaminya dengan bendera usaha Medco terjadi pada tahun 1979-1980 ketika terjadi *oil boom*. Sekretariat Negara mengambil inisiatif untuk membangun kilang minyak karena ada tambahan anggaran. Pada saat itu, pemerintah berkeinginan untuk menyelipkan unsur pembinaan bagi pengusaha lokal, termasuk Medco. Saat itu, dalam pembangunan Kilang Cilacap, Medco bekerja sama dengan satu perusahaan asal Amerika Serikat. Akhirnya, Medco yang tidak tahu apa-apa tentang pemasangan pipa, menjadi mengerti.



Gambar 3.4 Perusahaan Swasta Nasional Bidang Perminyakan

Tahun 1981 adalah titik awal Medco menjadi besar. Kesuksesan Medco itu tidak lepas dari bantuan pemerintah yang menginginkan ada pengusaha lokal dalam proyek jasa pengeboran. Kebetulan ada penyertaan modal pemerintah ke Pertamina yang mau melakukan pengeboran gas di Sumatera Selatan.

Pada 1990, untuk pertama kali Arifin membeli sumur minyak di Tarakan, Kalimantan Timur seharga USD 13 juta. Ladang itu mampu



berproduksi 4.000 barel per hari (bph). Pada 1995, Medco kemudian membeli sumur minyak tertua PT Stanvac Indonesia milik ExxonMobil. Sampai saat ini, total produksi Medco mencapai 80.000 bph.

Keberhasilan itu konon karena ada unsur tekanan dari pemerintah. Menanggapi isu tersebut, Arifin membeberkan bahwa pembelian perusahaan minyak itu melalui tender internasional. Untuk bertemu langsung dengan orangnya saja tidak bisa. Baru setelah selesai pembelian, mereka bisa benar-benar bertemu. Ia membelinya secara langsung. Waktu itu cadangannya cuma 20 juta. Pada 1996 produksinya kemudian digenjut. Hasilnya, satu lapangan saja bisa mendapatkan 320 juta barel minyak.

Sukses di bidang perminyakan ternyata membuat Arifin berpikir tentang sektor tambang yang lain. Mengapa orang lokal tidak bisa berjaya di gas, seperti halnya di minyak? Padahal, Indonesia adalah salah satu produsen gas terbesar di dunia dan banyak industri yang mengeluhkan kekurangan gas. Kenyataan ini kerap membuat Arifin Panigoro gundah. Padahal, Indonesia menempati posisi nomor satu di dunia dalam ekspor LNG karena cadangan gas Indonesia jauh lebih banyak dari minyak. Kini, cadangan sudah mencapai 170 triliun kaki kubik (TCF). Cadangan gas yang dimiliki Indonesia itu sampai 50 tahun pun tidak akan habis diproduksi.

Cadangan gas yang dimiliki Indonesia itu ada di luar Pulau Jawa. Namun, hasil produksinya tetap harus dibawa ke Pulau Jawa karena berapa pun harganya tetap menarik. Misalnya PLN, jika membeli gas harganya hanya 3 dolar per *million metric british thermal unit* (MMBTU) sudah sangat bagus. Namun, kalau disetarakan dengan BBM sama dengan 18 dolar AS per barel. Harga itu sangat murah dibandingkan harga BBM yang harus dibayar PLN sebesar 30 dolar AS per barel.

Arifin Panigoro menyadari bahwa suatu saat ia akan pensiun sebagai orang perminyakan. Namun, tidak berarti ia akan berdiam diri. Ia merencanakan Medco untuk berfokus ke bidang yang lain, yaitu agrobisnis. Sekarang ini, dalam bidang pertanian, mengemuka masalah minyak goreng yang masih kurang bahan bakunya yakni kelapa sawit. Mungkin itu adalah salah satu pelabuhan yang akan ditujunya kemudian.



Refleksi 3.1

Dari materi peluang usaha dan contoh biografi seorang pengusaha minyak dan gas Arifin Panigoro di atas, carilah informasi mengenai hal-hal berikut ini.

1. Contoh peluang usaha yang ada pada industri perminyakan.
2. Contoh pengelolaan peluang yang ada menjadi sebuah usaha pada industri perminyakan.
3. Contoh strategi pengembangan dan risiko usaha pada industri perminyakan.
4. Contoh kemampuan mengelola usaha pada industri perminyakan.
5. Contoh pemanfaatan teknologi dalam pengelolaan usaha pada industri perminyakan.



Uji Kompetensi

1. Sebutkan lima jenis karier/profesi yang berhubungan dengan pertambangan, perminyakan, dan mineral!
2. Bisnis di bidang teknik perminyakan ada usaha inti dan usaha penunjang. Klasifikasikan bisnis pada usaha inti dan penunjang di bidang teknik perminyakan!
3. Jelaskan jenis peluang usaha yang berhubungan sektor usaha hulu migas!



Pengayaan

Cari tahu apa saja peluang usaha penunjang di bidang teknik perminyakan!



Refleksi

Apakah manfaat yang dapat kamu ambil dari pembahasan topik bab ini?



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2023

Dasar-Dasar Teknik Perminyakan
untuk SMK/MAK Kelas X

Penulis : Dani Yudanto, Eka Mulya Ade
ISBN : 978-623-194-480-1 (no.jil.lengkap PDF)
978-623-194-481-8 (jil.1 PDF)

I Bab 4

Keselamatan dan Kesehatan Kerja serta Budaya Kerja Industri

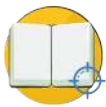


Tempat kerja di industri perminyakan memiliki potensi bahaya dari berbagai sumber. Tahukah kamu bagaimanakah menerapkan prinsip keselamatan dan kesehatan kerja di industri perminyakan?



Pendahuluan

Industri migas merupakan sektor industri yang memiliki risiko tinggi, terutama dalam hal keselamatan dan kesehatan kerja (K3) sehingga memerlukan kecermatan dalam bekerja di industri migas. Undang-undang Nomor 22 Tahun 2001 mengamanatkan kepada industri migas untuk selalu mengedepankan keselamatan dan kesehatan kerja bagi para pekerjanya, serta menjamin pengelolaan lingkungan hidup yang baik, dan menaati peraturan perundangan-undangan yang berlaku. Dalam mewujudkan amanat tersebut diperlukan komitmen berbagai pihak untuk menunjang keselamatan migas. Penerapan K3 juga berkaitan dengan budaya kerja industri yang harus dilaksanakan di tempat kerja. Budaya kerja sangat penting dalam upaya meningkatkan kualitas pekerjaan seorang tenaga kerja industri.



Tujuan Pembelajaran

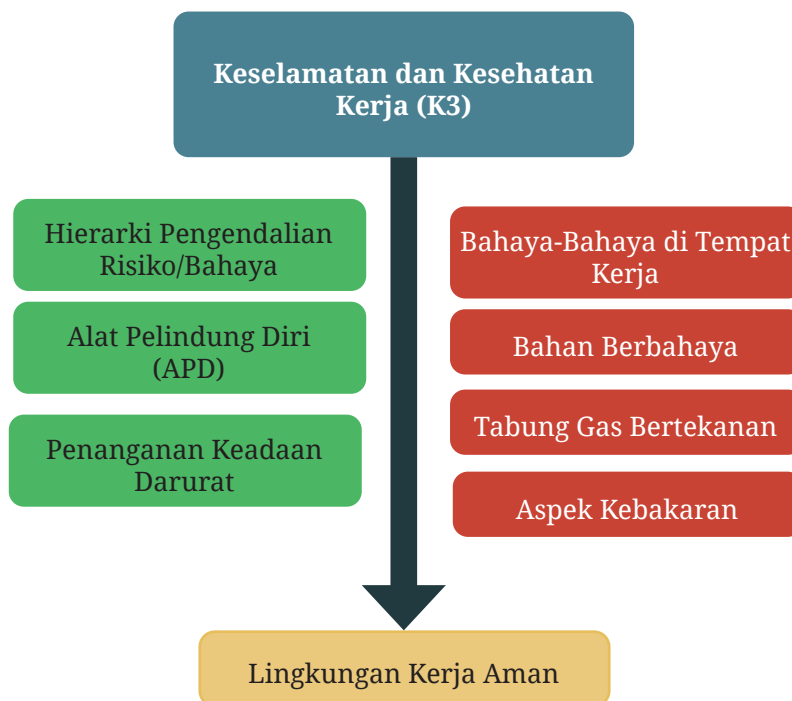
Tujuan Pembelajaran	Indikator Pencapaian Tujuan Pembelajaran
1. Memahami penerapan K3LH.	<ul style="list-style-type: none">1.1 Peserta didik dapat menjelaskan tujuan keselamatan dan kesehatan kerja (K3).1.2 Peserta didik dapat mengenali lingkungan kerja aman.1.3 Peserta didik dapat menjelaskan hierarki pengendalian risiko/bahaya.1.4 Peserta didik dapat mengidentifikasi bahaya di tempat kerja.1.5 Peserta didik dapat menganalisis simbol-simbol bahaya bahan kimia.



Tujuan Pembelajaran	Indikator Pencapaian Tujuan Pembelajaran
	1.6 Peserta didik dapat mengklasifikasikan area berbahaya. 1.7 Peserta didik dapat menyimpulkan media pemadam yang tepat berdasarkan kelas api. 1.8 Peserta didik dapat menjelaskan macam-macam alat pelindung diri (APD). 1.9 Peserta didik dapat menjelaskan <i>pre-fire planning</i> .
2. Memahami penerapan budaya kerja 5R/5S.	2.1 Peserta didik dapat menjelaskan budaya kerja 5R/5S.



Peta Konsep





Kata Kunci

keselamatan dan kesehatan kerja (K3), pengendalian risiko, potensi bahaya, aspek kebakaran, alat pelindung diri (APD), budaya kerja industri



Apersepsi

Perhatikan gambar berikut ini.



Gambar 4.1 Mobil Tangki yang Keluar dari Depot BBM

Sumber: CNN Indonesia/Adhi Wicaksono

Pekerjaan di industri perminyakan berhubungan langsung dengan potensi bahaya yang bersumber dari bahan kimia, sumber listrik, peralatan, dan potensi bahaya yang lain. Semua pekerja di industri perminyakan harus taat pada prosedur Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3). Berdasarkan Gambar 4.1, cobalah identifikasi potensi bahaya yang harus diperhatikan pada saat bekerja di industri perminyakan!



A. Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

1. Pengetahuan Umum Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

a) Tujuan K3

Keselamatan dan kesehatan kerja merupakan pengetahuan dan penerapan dalam upaya untuk mencegah terjadinya kemungkinan kecelakaan dan penyakit akibat kerja. Keselamatan kerja berhubungan langsung dengan peralatan, mesin, bahan, dan proses pekerjaan. Keselamatan kerja berkaitan dengan prosedur dalam pencegahan kecelakaan kerja, baik yang berakibat cacat maupun kematian.

Kecelakaan kerja dapat membahayakan individu, mesin, peralatan, dan proses kerja. Banyak kerugian tidak langsung, antara lain kerusakan mesin, kerusakan peralatan di tempat kerja, gangguan produksi di berbagai titik lokasi, kerusakan lingkungan kerja, dan biaya yang timbul akibat kecelakaan kerja. Beberapa faktor dapat diidentifikasi sebagai penyebab kecelakaan kerja. Faktor-faktor ini berasal dari lingkungan dan peralatan mekanik, serta dari manusia. Penyebab ini perlu dihilangkan jika kecelakaan ingin dihindari.

Selama tempat kerja aman dan sehat, setiap pekerja dapat terus bekerja secara produktif dan efisien. Namun, jika tempat kerja tidak teratur, terdapat banyak risiko, kerusakan harta benda, dan absen yang tidak dapat dihindari karena sakit, kondisi ini akan berbeda dari yang diharapkan. Pendapatan pekerja akan hilang sebagai akibat dari kondisi tersebut. Selain itu, kondisi tersebut juga akan menurunkan produktivitas bisnis. Secara global, pemilik bisnis sangat berhati-hati dalam mempersiapkan strategi bisnis mereka, tetapi banyak yang masih gagal mempertimbangkan faktor penting seperti Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3).



b) Kebijakan K3

Kebijakan K3 merupakan komitmen yang dibuat oleh pimpinan organisasi untuk memastikan bahwa semua pihak terkait dan pekerja yang berada di bawah kendalinya diikutsertakan dalam kegiatan operasional perusahaan.

Berikut adalah beberapa kebijakan terkait K3 di Indonesia:

- a. Undang-undang Nomor 22 Tahun 2001 tentang Minyak dan Gas Bumi;
- b. Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 1973 tentang Pengaturan dan Pengawasan Keselamatan Kerja di Bidang Pertambangan;
- c. Peraturan Pemerintah Nomor 17 Tahun 1974 tentang Pengawasan Pelaksanaan Eksplorasi dan Eksploitasi Migas di Daerah Lepas Pantai;
- d. Peraturan Pemerintah Nomor 11 Tahun 1979 tentang Keselamatan Kerja pada Pemurnian dan Pengolahan Minyak dan Gas Bumi;
- e. Peraturan Pemerintah Nomor 35 Tahun 2004 tentang Kegiatan Industri Hulu Minyak dan Gas Bumi;
- f. Peraturan Pemerintah Nomor 36 Tahun 2004 tentang Kegiatan Industri Hilir Minyak dan Gas Bumi; serta
- g. Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 18 Tahun 2018 tentang Pemeriksaan Instalasi dan Peralatan pada Kegiatan Usaha Minyak dan Gas Bumi.

Aktivitas 4.1

1. Apakah tujuan penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)?
2. Apa saja faktor penyebab terjadinya kemungkinan kecelakaan kerja?
3. Sebutkan apa saja kerugian jika terjadi kecelakaan kerja?
4. Berdasarkan kebijakan dan regulasi K3, siapa saja yang harus menerapkan prosedur K3 di dalam organisasi/perusahaan?



2. Lingkungan Kerja Aman

Lingkungan kerja aman di tempat kerja sangatlah diidamamkan untuk keberlangsungan pekerjaan dan produktivitas kerja. Faktor desain dan faktor operasional dapat memengaruhi lingkungan kerja yang aman. Tata letak, instalasi listrik, dan desain bangunan tempat kerja termasuk ke dalam faktor desain, sedangkan faktor operasional berhubungan dengan kegiatan operasi di tempat kerja termasuk kebersihan lingkungan.

a. Faktor Desain

Lingkungan kerja yang aman didesain mengikuti ketentuan-ketentuan yang berlaku yang meliputi tujuh hal berikut ini.

- 1) Desain tata letak dan keselamatan bangunan, meliputi
 - *spacing*, jarak minimum antarbangunan berdasarkan ukuran, jenis, dan jumlah pekerja yang menempati bangunan tersebut;
 - *access road*: Jalan yang digunakan dua arah untuk lalu lintas truk berat harus mempunyai lebar 15 m; dan
 - bangunan harus dilengkapi oleh penyalur petir (*lightening arrester*).
- 2) Jalan keluar/masuk dalam bangunan, meliputi
 - ketinggian untuk pejalan kaki di pabrik setidaknya 2,1 m untuk melindungi kepala, lebar koridor termasuk untuk kondisi darurat dan lebar pintu tidak kurang dari 32 inci (810 mm);
 - kemiringan tangga antara 30–35 derajat dari horizontal;
 - ketinggian setiap anak tangga tidak melebihi 20 cm dengan lebar minimum 22 inci; dan
 - harus ada *bordes* (landasan istirahat) setiap ketinggian 12 kaki (3,7 m).
- 3) Kecukupan ventilasi, meliputi
 - ventilasi, pemanas dan *air conditioner* (AC) bukan hanya untuk kenyamanan, tetapi juga untuk kondisi keselamatan dan meningkatkan efisiensi pekerja;



- udara masuk dari luar harus diatur sehingga mencegah masuknya atau terhisapnya uap yang mudah terbakar;
- ventilasi harus cukup untuk menjaga suhu ruangan antara 21°C hingga 28°C, dan kelembapan 65% hingga 90%; dan
- ventilasi harus dapat memberikan pergantian udara sebanyak 6 kali volume ruang per jam.

4) Kecukupan pencahayaan

- Pencahayaan harus cukup untuk pekerja di area sebagai berikut:

Tabel 4.1 Kecukupan Pencahayaan

Foot-candles	Area Operasi
5	area konstruksi umum, koridor, <i>warehouse</i> , dalam bangunan
3	jalan semen, jalan masuk-keluar, pekerjaan galian dan area pembuangan, tempat penyimpanan
10	pabrik, peralatan listrik, <i>mess halls</i> , ruang kerja
30	pusat bantuan medis, kantor

- catatan: 1 ft-candles = 10.76 lux

5) Letak penyimpanan bahan B3 (bahan berbahaya dan beracun) dan bahan mudah terbakar, meliputi

- ruang penyimpanan yang sesuai dengan standar;
- dalam kabinet maksimum 25 galon (95 liter). dalam satu area penyimpanan, tidak boleh lebih dari 3 kabinet;
- tempat penyimpanan dirancang bahan tahan api serta dapat menutup otomatis;
- dalam *container* yang berada di luar bangunan tidak boleh melebihi 4.200 liter di setiap satu kaleng (*pile*); dan
- bebas dari kotoran, rumput liar/rumput-rumputan, atau material lain yang mudah terbakar.

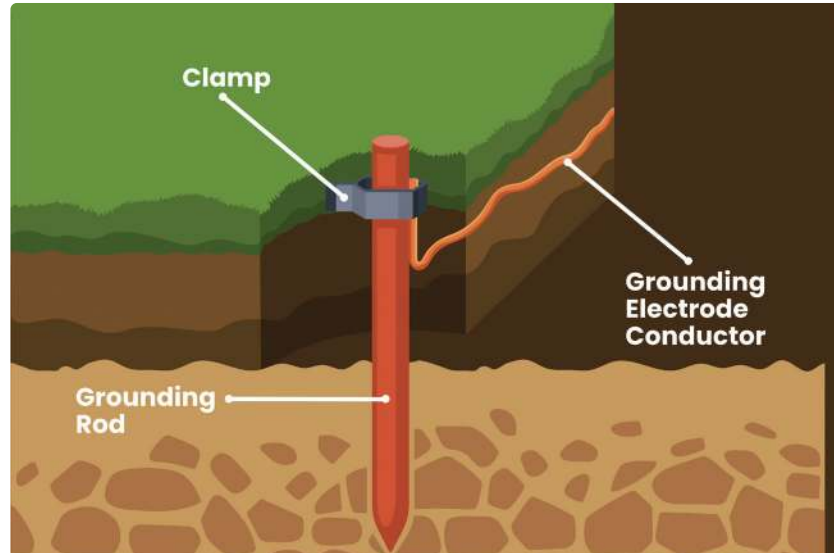


6) Desain pabrik dan tata letak, meliputi

- tata letak dibuat sedemikian rupa sehingga bahan paling berbahaya di lokasi yang paling jauh dari bangunan yang dihuni oleh pekerja dengan jarak minimum 30 m,
- permukaan yang panas (di atas 150°F/65°C) harus diinsulasi (penyekatan atau penghambatan) untuk mencegah perpindahan arus listrik, panas, bunyi, dan sebagainya; serta
- desain instalasi listrik sesuai klasifikasi area berbahayanya apakah termasuk zona 0, zona 1, zona 2.

7) Instalasi listrik, meliputi

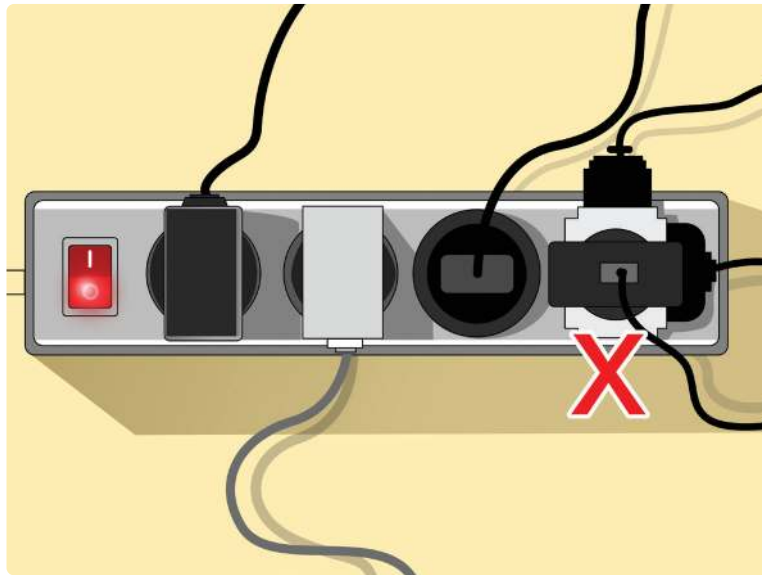
- instalasi arde atau *grounding* yang ditanam telah terpasang dengan baik dan mempunyai resistansi atau hambatan maksimal 5 ohm (sesuai yang dinyatakan dalam persyaratan umum instalasi listrik); dan
- kabel yang terpasang dalam sistem instalasi listrik mempunyai inti kabel *grounding* di dalamnya dan tersambung atau terkoneksi dengan baik sampai stopkontak; dan



Gambar 4.2 *Grounding*

- kabel listrik yang rusak tidak boleh digunakan termasuk pemakaian stopkontak yang berlebihan atau kondisi tidak baik.





Gambar 4.3 Pemakaian Stopkontak yang Berlebihan

b. Faktor Operasional

Aktivitas kerja yang dapat menimbulkan bahaya dan berpengaruh terhadap lingkungan kerja aman di tempat kerja antara lain

- gerinda abrasif;
- penggunaan peralatan udara bertekanan;
- bekerja di ketinggian;
- penggunaan bahan asbes;
- pekerjaan galian dan saluran;
- lingkungan terbatas (*confined space entry*);
- penggunaan alat listrik dan alat tangan;
- penyimpanan dan penanganan bahan peledak;
- pengoperasian alat angkat/*crane* dan pengangkatan beban;
- penyimpanan dan penggunaan bahan cair mudah terbakar;
- limbah berbahaya;
- penyimpanan tabung gas bertekanan;
- tangga ringan (*portable ladder*);
- pengelasan, pemotongan dengan api, dan pemanasan;
- pengendalian pekerjaan panas (api); serta
- tali angkat, rantai, dan tali.





Gambar 4.4 Pengoperasian Alat Angkat/Crane

Aktivitas 4.2

- Lembar aktivitas ini dapat dilaksanakan secara langsung di lokasi laboratorium yang ada di sekolah.
 - Salinlah tabel di bawah ini pada buku catatanmu, kemudian kerjakanlah tugas berikut!
1. Identifikasilah faktor desain dan tata letak laboratorium yang ada di sekolahmu kemudian isilah pada tabel yang sudah kamu buat!

No.	Faktor Desain	Hasil Pengamatan
1	jarak antarmeja	
2	jumlah ventilasi	
3	jalur keluar masuk	
4	letak penyimpanan bahan	
5	instalasi listrik	



3. Hierarki Pengendalian Risiko

Pengendalian risiko/bahaya di tempat kerja sangat penting untuk mewujudkan tempat kerja yang aman. Langkah konkret dalam mengelola kegiatan organisasi untuk mencapai keselamatan dan kesehatan kerja adalah menetapkan hierarki pengendalian risiko/bahaya.

Tabel 4.2 Tingkat Pengendalian Risiko/Bahaya

No.	Hierarki	Uraian Pengendalian
1.	eliminasi	mengurangi sumber bahaya seperti melakukan pekerjaan sesuai prosedur yang tepat
2.	substitusi	mengganti alat/mesin/bahan yang berbahaya dengan yang tidak berbahaya, menurunkan energi sistem kerja alat/mesin seperti menurunkan suhu atau menurunkan arus listrik
3.	perancangan	merancang desain dan tata letak bangunan tempat kerja, sistem ventilasi, pencahayaan, instalasi listrik, dan instalasi pipa
4.	administrasi	membuat prosedur keselamatan, prosedur kerja alat, izin pekerjaan, simbol keselamatan, dan lain-lain
5.	alat pelindung diri (APD)	penggunaan alat pelindung diri yang sesuai oleh seluruh pekerja

Penerapan hierarki pengendalian risiko/bahaya di industri migas misalnya dengan cara pembuatan rambu-rambu K3 di area tempat kerja.





Gambar 4.5 Rambu-Rambu

Contoh lain dalam penerapan hierarki pengendalian risiko/bahaya adalah sistem komputerisasi operator kilang. Saat ini kontrol proses di kilang minyak dapat dipantau melalui tampilan layar monitor dan panel kontrol yang ada di *control room*.



Gambar 4.6 Komputerisasi Operator Kilang
Sumber: Antara Foto/Mahatma (2010)



Aktivitas 4.3

Salinlah tabel di bawah ini, kemudian kerjakan tugas berikut!

1. Analisislah Gambar 4.5 dan Gambar 4.6, kemudian kelompokkanlah ke dalam jenis hierarki pengendalian risiko/bahaya yang mana dan berikan alasannya!

No.	Gambar	Hirearki Pengendalian Risiko/Bahaya	Alasan
1	Gambar 4.5		
2	Gambar 4.6		

4. Bahaya-Bahaya di Tempat Kerja

Bahaya atau dikenal dengan istilah *hazard* di tempat kerja ialah suatu kondisi yang dapat memungkinkan terjadinya cedera pada pekerja (manusia), kerusakan pada peralatan, kerugian secara material, atau penurunan produktivitas pada fungsi tertentu. Bahaya ini merupakan suatu kewaspadaan bagi pekerja dalam melakukan aktivitasnya dan dapat dihindari dampaknya jika ditanggulangi dengan baik. Bahaya yang berpotensi terjadi di industri perminyakan sangatlah banyak kemungkinannya. Bahkan, untuk mengeliminasi atau menghapus adanya bahaya ini sangatlah tidak mungkin secara maksimal. Semuanya harus ada kerja sama yang solid di antara berbagai fungsi di perusahaan.



Gambar 4.7 Pengeboran Sumur Minyak
Sumber: Antara Foto/Dedhez Anggara (2016)



Potensi bahaya di industri migas dapat ditimbulkan karena melakukan pekerjaan yang berhubungan dengan hal-hal berikut ini.

a. Gas, Cairan Hidrokarbon, dan Bahan Kimia Lain

Tidak dapat dimungkiri bahwa industri migas sudah pasti berhubungan dengan gas atau cairan hidrokarbon atau bahan kimia lain. Bahan-bahan tersebut berpotensi terjadinya kemungkinan kecelakaan kerja. Risiko dapat berupa gas berbahaya dan beracun, baik dari hidrokarbon maupun gas berbahaya lain, cairan hidrokarbon yang mudah terbakar, maupun zat padat berbahaya bagi manusia dan lingkungannya.

b. Ketinggian

Pekerjaan di industri migas selalu berhubungan dengan peralatan dengan ketinggian tertentu, seperti tangki timbun. Para pekerja tentu harus punya keberanian, taat pada prosedur yang ada, dan selalu menggunakan APD.



Gambar 4.8 Pengambilan Sampel Minyak di Tangki Timbun
Sumber: Antara Foto/Rivan Awal Lingga

c. Listrik

Listrik adalah sumber energi untuk menjalankan proses pada peralatan-peralatan industri migas, peralatan kontrol, komputerisasi, kendaraan mobil tangki, kapal tangker, pompa, dan sebagainya. Potensi bahaya dari sumber listrik ini tentu harus diwaspadai. Boleh jadi pada kondisi tertentu, terjadinya korsleting listrik dapat menyebabkan kebakaran. Peniadaan sumber energi listrik di industri migas merupakan hal yang tidak mungkin dilakukan.



d. Bahaya Lain

Bahaya lain bisa bersumber dari aktivitas menggunakan peralatan atau manusia itu sendiri. Bekerja di industri migas berpotensi terkena benturan dan tertimpa benda jatuh. Boleh jadi pada saat dua orang yang bekerja, belum tentu risiko bahaya akan sama sehingga harus memiliki konsentrasi atau perhatian yang tinggi.

Untuk lebih menggali pengetahuan tentang bahaya di tempat kerja, cobalah kalian pelajari potensi bahaya dengan mengerjakan Lembar Aktivitas 4.4 berikut ini.

Aktivitas 4.4

- Salinlah tabel di bawah ini, kemudian kerjakan tugas berikut!
1. Analisislah potensi bahaya yang dapat ditimbulkan dari aktivitas pekerjaan pada Gambar 4.7 dan Gambar 4.8!

No.	Gambar	Aktivitas	Potensi Bahaya
1	Gambar 4.7		
2	Gambar 4.8		

5. Bahan-Bahan Berbahaya

Bahan-bahan berbahaya ialah zat yang dapat menyebabkan iritasi, kebakaran, ledakan, korosi, keracunan, dan risiko lain yang dapat membahayakan kesehatan manusia atau merusak benda-benda di tempat kerja. Bahan-bahan berbahaya dapat diklasifikasikan ke dalam sembilan kelompok berikut ini.

a. Bahan Mudah Terbakar (*Flammable*)

Kemudahan terbakar suatu bahan bergantung pada titik nyala dari bahan tersebut. Bahan-bahan yang diproses dalam industri migas terutama hidrokarbon atau bahan turunan hidrokarbon tentu memiliki titik nyala sendiri. Sebagai contoh, bensin dengan titik nyala -43°C memerlukan tingkat keamanan yang tinggi dalam hal pengolahan, penyimpanan, dan pengangkutannya.

b. Bahan Mudah Meledak (Eksplorisif)

Bahan yang mudah meledak ini bukan hanya bahan peledak, melainkan juga bahan lain yang dapat menimbulkan ledakan disertai kebakaran apabila dikenai pemanasan, tekanan, atau gesekan, baik karena bahan itu sendiri maupun dalam bentuk campuran.

c. Bahan Pengoksidasi

Bahan-bahan ini kaya akan oksigen yang dapat mendukung terjadinya kebakaran. Klorat dan permanganat termasuk zat yang dapat menyebabkan nyala api karena dapat mengoksidasi.

d. Bahan Beracun (*Toxic*)

Bahan-bahan ini beracun bagi manusia jika berkontak langsung dengan tubuh seperti terhirup, tertelan, atau terserap ke dalam tubuh.

e. Bahan Berakibat Iritasi (*Irritant*)

Bahan-bahan ini berbahaya jika berkontak langsung dengan tubuh manusia karena dapat mengiritasi kulit, mata, hidung, dan tenggorokan.

f. Bahan Korosif

Bahan-bahan korosif meliputi bahan-bahan asam, basa, atau bahan lain yang bersifat merusak dan dapat mengakibatkan terbakar pada tubuh yang dikenainya.

g. Bahan Berbahaya terhadap Kesehatan

Bahan-bahan yang dapat menyebabkan bahaya serius jika masuk saluran pernafasan, merusak kesuburan atau janin, menyebabkan kanker, menyebabkan cacat genetik, kerusakan organ, dan gejala alergi atau kesulitan bernafas jika terhirup.

h. Gas di Bawah Tekanan

Gas di bawah tekanan maksudnya adalah gas yang disimpan dengan cara ditekan atau dimampatkan untuk mengurangi volumenya. Gas di bawah tekanan ini berbahaya jika dipanaskan.










i. Bahan Berbahaya terhadap Lingkungan Akuatik

Bahan-bahan yang beracun bagi kehidupan akuatik dengan efek jangka panjang yang biasanya ditemukan pada bahan seperti pestisida, bensin, dan terpentin.



Aktivitas 4.5

- Diskusikan dengan teman satu kelompokmu tentang simbol-simbol bahaya bahan berikut ini!

1.		4.		7.	
2.		5.		8.	
3.		6.		9.	

- Salinlah tabel berikut, kemudian jawab pertanyaan berikut!
- Apakah nama simbol dan makna dari simbol bahaya tersebut?

No.	Nama Simbol	Bahaya
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		



6. Klasifikasi Area Berbahaya

Aktivitas yang dilakukan pada industri migas tentu berada di lokasi yang berpotensi bahaya seperti area proses, kepala sumur (*well bay area*), kompresor, penyimpanan cairan, mudah terbakar, dan beberapa area utilitas seperti sistem bahan bakar gas. Area berbahaya (*hazardous area*) adalah area yang terdapat potensi bahaya seperti kebakaran atau ledakan yang disebabkan oleh adanya gas atau material di udara yang dapat terbakar (dan bukan gas beracun).

Terdapat tiga hal yang menjadi perhatian dalam menentukan klasifikasi area berbahaya.

- Tipe potensi bahaya dari materi gas atau cairan mudah terbakar. Bahaya dari gas atau cairan dapat terbakar atau menyebabkan kebakaran atau ledakan jika terpantik api/panas.
- Tingkat potensi kebocoran (*leak source potential*). Potensi kebocoran dapat terjadi seperti pada pipa berkarat atau penipisan pipa, kompresor, saringan (*filter*), sambungan pipa dengan las (*welded join pipe*), katup (*valve*), pompa (*pump*), dan titik sampel (*sample point*).
- Potensi penyalaan (*ignition*) dan juga suhu untuk dapat menyala sendiri (*auto ignition temperature*) dari material berbahaya. Potensi penyalaan dapat terjadi pada permukaan panas karena terjadi gesekan, peralatan listrik yang di bawah standar, percikan api, dan reaksi kimia.

Klasifikasi area berbahaya ini bertujuan untuk (a) memberikan profil risiko di fasilitas produksi; (b) perancangan dan pemasangan instrumentasi elektrik dan peralatan sistem pengendalian yang aman; (c) pencegahan kebakaran atau ledakan dengan biaya yang optimal; dan (d) operasi menjadi lebih aman dan lebih menguntungkan.

Area berbahaya diklasifikasikan ke dalam zona berdasarkan frekuensi dan durasi munculnya kondisi atmosfer berbahaya. Ada tiga standar utama yang menjadi acuan di dunia, yakni (a) IEC-*International Electrotechnical Commission* atau Cenelec-*Comité European de Normalisation Electrotechnique*, Eropa), (b) NEC (*National Electric Code* – Amerika Serikat), dan (c) CEC (*Canadian Electric Code*, Kanada).



a. **Klasifikasi Area Berbahaya Berdasarkan Standar Eropa (IEC/Cenelec)**

- 1) Zona 0. Zona ini berada pada area yang terdapat paparan gas atau material yang dapat meledak dalam rentang waktu yang cukup lama (terus-menerus) pada keadaan normal. Area untuk zona 0 umumnya adalah *floating roof tank*, ruangan pompa bahan mudah terbakar dengan ventilasi yang tidak mencukupi, saluran limbah minyak, dan tempat pemuatan/pemindahan produk mudah terbakar.
- 2) Zona 1. Zona ini berada pada area yang memungkinkan terdapatnya paparan gas atau material yang dapat meledak selama kondisi operasi normal. Area untuk zona 1 umumnya adalah tempat penanganan bahan mudah terbakar, sistem tertutup yang dapat melepaskan gas/cairan mudah terbakar pada keadaan abnormal, dan sebagainya.
- 3) Zona 2. Zona ini berada pada area yang tidak terdapat gas atau material yang dapat meledak dalam keadaan operasi normal kecuali keadaan abnormal (kecelakaan pelepasan gas). Area untuk zona 2 umumnya adalah sistem perpipaan yang tidak terdapat sumber-sumber kebocoran, tempat cairan mudah terbakar dipindahkan dengan tetap berada pada sistem tertutupnya (kontainer yang sesuai), dan sebagainya.



Gambar 4.9 Contoh Pembagian Zona

b. Klasifikasi Area Berbahaya Berdasarkan Standar Amerika Serikat (NEC) dan Kanada (CEC).

Standar Amerika Serikat dan Kanada memiliki kesamaan, yaitu membagi area berbahaya ke dalam dua divisi.

- 1) Divisi 1 (*Division 1*). Area di lokasi yang terdapat kemungkinan campuran dapat terbakar/meledak dapat terjadi pada keadaan normal.
- 2) Divisi 2 (*Division 2*). Area di lokasi yang terdapat kemungkinan campuran dapat terbakar/meledak dapat terjadi pada keadaan abnormal.

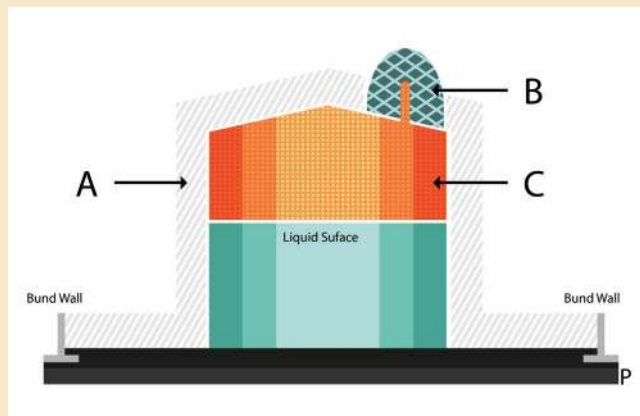
Klasifikasi area berbahaya menurut *zone* dan *division* memiliki korelasi. Korelasi antara *zone* dan *division* dapat digambarkan pada tabel berikut.

Tabel 4.3 Korelasi Zone dan Division

IEC/CENELEC (EROPA)	NEC/CEC (AMERIKA/CANADA)
<i>zone 0</i>	<i>division 1</i>
<i>zone 1</i>	
<i>zone 2</i>	<i>division 2</i>

Aktivitas 4.6

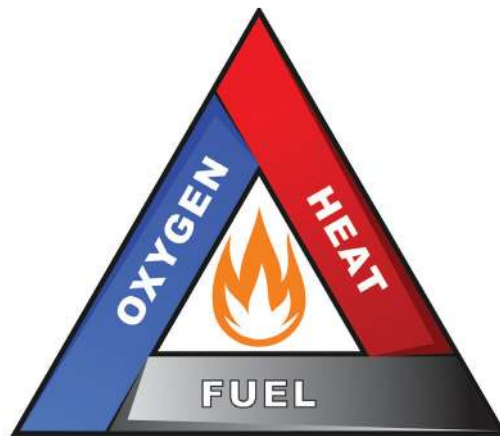
- Analisislah pembagian area berbahaya berdasarkan *zone* dan *division* pada area tangki timbun dan berikan alasannya. Pembagian area sudah diberikan arsiran, kamu tinggal mengelompokkan *zone* dan *division*.



7. Aspek Kebakaran

a. Aspek Kimia Api

Bahan bakar dengan oksigen di udara dapat mengalami serangkaian reaksi kimia yang menghasilkan pelepasan panas dan cahaya yang disebut api. Adanya tiga komponen segitiga api dapat menyebabkan terjadinya kebakaran. Kehadiran bahan bakar, oksigen di udara, dan sumber panas adalah tiga elemen yang membentuk segitiga api ini. Api tidak dapat dihindari jika ketiganya dalam keadaan saling bersentuhan.



Gambar 4.10 Segitiga Api

Dalam industri migas potensi bahaya api dapat terjadi yang berupa kebakaran. Kebakaran adalah api yang tidak diinginkan dan tidak terkendali. Kebakaran dapat terjadi pada area yang berpotensi terjadinya api, seperti tangki timbun, peralatan proses, saluran pipa, mobil tangki, dan area lain di lokasi terdapatnya komponen dari segitiga api terutama bahan bakar.

b. Pencegahan Kebakaran

Pencegahan terjadinya kebakaran perlu dilakukan dengan beberapa tindakan berikut ini.

- Penghilangan sumber oksigen. Bejana, kontainer, perpipaan, tangki sebelum diisi oleh bahan bakar (hidrokarbon) dibersihkan dari kadar O_2 dengan cara mendorongnya dengan gas *inert* (gas yang tidak bisa bereaksi) yang disebut *purging*. *Purging* menghindari terjadinya kontak antara hidrokarbon dengan udara. Gas *inert* yang digunakan ialah gas nitrogen (N_2) atau karbon dioksida (CO_2).



- Pencegahan kebakaran dari pekerjaan las. Penggunaan alat *flashback arrestor* yang berfungsi menghindari arus balik termasuk arus api balik dari ujung las ke tabung gas.
- Penghilangan sumber api. Pada area berbahaya dibuat petunjuk larangan merokok dan penggunaan alat yang dapat menimbulkan api.
- Pemasangan alat listrik sesuai dengan standar area berbahaya. Penggunaan alat listrik yang tidak memenuhi kriteria area berklasifikasi berbahaya hanya dapat dilakukan melalui pengendalian pekerjaan panas (*hot work*). Sambungan instalasi listrik di area berbahaya ditempatkan di dalam kotak sambungan *kedap gas* yang disebut dengan *explosion proof junction box*.
- Pemasangan alat penangkal petir. Pencegahan ini melalui pemasangan alat penangkal petir (*lightning arrestor*) sehingga petir tidak menyambar daerah/tempat yang dapat terbakar.

c. Kelas Api

Api dapat dikelompokkan menjadi empat kelas berikut ini.

Tabel 4.4 Kelas Api

No.	Kelas	Bahan Bakar
1.	A	bahan bakar padat yang umumnya mengandung unsur karbon seperti kayu, kertas plastik, kain, karet, dan sebagainya
2.	B	bahan bakar cair dan gas seperti bensin dan gas LPG
3.	C	peralatan listrik
4.	D	bahan logam/metal seperti magnesium, sodium, potasium, dan aluminium

d. Media Pemadam

Media pemadam merupakan bahan kimia yang digunakan dengan tujuan mematikan api dalam suatu kebakaran. Ada beberapa jenis media pemadam yang dapat digunakan dalam mengatasi kebakaran. Setiap jenis media pemadam harus digunakan untuk setiap kelas api yang sesuai agar pemadaman api dapat berjalan maksimal. Alat pemadam api ringan (APAR) umumnya digunakan untuk kebutuhan pemadam kebakaran yang berukuran kecil.



Beberapa jenis media pemadam dapat dijelaskan sebagai berikut.

- 1) Air. Media pemadam air memiliki kelebihan stabil, mudah didapat, murah, awet, dan jangkauan semprotan jauh. Namun, media ini sangatlah tidak cocok untuk memadamkan api kelas C.
- 2) Busa pemadam/AFFF (*aqueous film forming foam*). Busa pemadam adalah kumpulan massa cair berbentuk gelembung-gelembung berisi gas atau udara yang mampu mengapung di atas zat cair dan mengalir di atas permukaan zat padat. Busa pemadam umumnya terbuat dari aluminium sulfat dan natrium bikarbonat.
- 3) Pasir. Pasir digunakan untuk menutup tumpahan dan pemadaman kebakaran kecil. Namun, media ini punya kekurangan yaitu berat, tidak mengalir, kotor, dan dapat menimbulkan karat.
- 4) Serbuk kimia/*dry chemical powder*. Tepung pemadam memiliki ukuran kecil, mudah mengalir, ringan, mudah terpancar, tidak menyerap air, dan tidak menimbulkan karat.
- 5) CO₂. Pemadam CO₂ tidak terbakar, tidak bereaksi dengan bahan lain, memancar karena kekuatannya sendiri, penetrasi ke seluruh area, mudah menyebar, bukan penghantar listrik, bersih, berat uap 1½ x udara. Namun, jangkauan sangat pendek (apar CO₂ pancarannya < 1 meter), tidak tahan terhadap panas kebakaran, tidak efektif untuk kebakaran kelas A.
- 6) Inergen. Media pemadam yang berupa campuran gas alam yaitu nitrogen (N₂) 52%, argon (Ar) 40%, dan karbon dioksida (CO₂) 8%.



Gambar 4.11 Alat Pemadam Api Ringan (APAR)

Aktivitas 4.7

- Carilah informasi dari berbagai sumber, diskusikan dengan teman satu kelompokmu.
- Salinlah tabel di bawah ini pada buku catatanmu, kemudian lakukan tugas berikut ini! Tentukan jenis media pemadam yang tepat untuk setiap kelas api!

No.	Kelas Api	Jenis Pemadam
1.		
2.		
3.		
4.		

8. Alat Pelindung Diri (APD)

Alat pelindung diri (APD) tidak diragukan lagi diperlukan untuk pekerjaan yang dilakukan di industri migas. Semua pekerja diwajibkan untuk mematuhi dan menggunakan APD di lingkungan kerja industri migas. Dasar hukum penggunaan APD ini adalah Peraturan Menteri Tenaga Kerja Nomor 08/MEN/VII/2010 tentang Alat Pelindung Diri. APD ialah suatu alat yang mempunyai kemampuan untuk melindungi seseorang yang fungsinya mengisolasi sebagian atau seluruh tubuh dari potensi bahaya di tempat kerja. Beberapa APD yang wajib digunakan ialah untuk pelindung kepala, mata, telinga, pernafasan, tangan, kaki, pakaian pelindung, pelindung jatuh perorangan, dan pelampung.

Adapun tujuan penggunaan APD adalah untuk (a) meminimalkan akibat kecelakaan kerja; (b) meminimalkan penyakit akibat kerja; (c) meminimalkan gangguan fisik yaitu mata, telinga, kulit, dan kepala; serta (d) mengamankan anggota tubuh bagian dalam.



Aktivitas 4.8

- Diskusikan dengan teman satu kelompokmu tentang jenis-jenis APD berikut ini!



- Salinlah tabel di bawah ini pada buku catatanmu, kemudian kerjakan tugas berikut!

2. Apakah nama APD dan fungsi dari APD tersebut.

No.	Nama APD	Fungsi APD
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		



9. Prosedur Keadaan Darurat

a. Rencana Tindakan Darurat

Industri migas sebagai bidang industri yang memiliki tingkat risiko tinggi, baik proses maupun keselamatan kerjanya. Setiap perusahaan harus memiliki rencana tindakan dalam berbagai kondisi keadaan darurat. Berikut ini kegiatan-kegiatan yang mencakup keadaan darurat.

- Rencana tindakan darurat baik secara tertulis maupun lisan. Rencana tindakan darurat harus secara tertulis ada dalam standar prosedur perusahaan. Pengawas dapat mengomunikasikan secara lisan kepada pekerja untuk kepatuhan terhadap K3.
- Unsur-unsur dalam rencana tindakan darurat. Beberapa unsur dalam rencana tindakan darurat antara lain prosedur untuk pelaporan kebakaran dan prosedur dalam evakuasi keadaan darurat.
- Sistem tanda bahaya bagi pekerja. Dalam berbagai kondisi pekerjaan, perusahaan harus memasang sistem tanda bahaya bagi pekerja. Sistem ini tentu akan menjadi pengingat kepada semua pekerja untuk patuh pada prosedur K3.
- Pelatihan keadaan darurat. Perusahaan dapat menunjuk pekerja pada unit kerja yang sesuai untuk mengikuti pelatihan guna membantu dalam evakuasi para pekerja lain jika terjadi keadaan darurat.
- Tinjauan rencana tindakan darurat. Perusahaan harus meninjau rencana tindakan darurat bersama seluruh pekerja untuk dilakukan evaluasi.

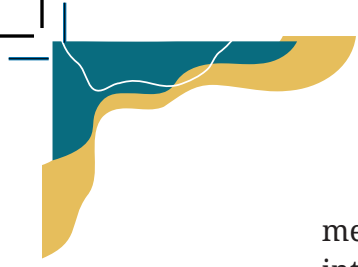
b. Strategi Tanggap Darurat

Berikut ini strategi tanggap darurat dalam tiga kondisi darurat, yaitu (1) paparan H_2S , (2) kebakaran atau ledakan, dan (3) evakuasi medis.

1) Paparan H_2S

Hidrogen sulfida (H_2S) merupakan gas yang sangat berbahaya bagi para pekerja di industri migas karena gas ini bersifat asam yang sangat beracun, tidak berwarna, dan tidak memiliki bau. Akan tetapi, tidak ada yang dapat menjadi patokan peringatan bahaya terjadinya paparan H_2S yang dapat menyerang serta





melumpuhkan secara tiba-tiba. Paparan H_2S yang terlampaui intens dapat mengakibatkan ketidaksadaran dan kegagalan pernapasan yang dapat terjadi tanpa gejala peringatan. Hidrogen sulfida ini sendiri bersifat mudah meledak dan mudah terbakar.

Nilai ambang batas (NAB) hidrogen sulfida (H_2S) di dalam tubuh manusia adalah 1 ppm. Perusahaan harus menjamin keselamatan dan kesehatan pekerja melalui pengendalian kandungan gas H_2S di lingkungan kerjanya. Beberapa area kerja yang dapat terjadi paparan H_2S seperti area rig pengeboran, separator, atau pada unit H_2S removal.

Berikut ini cara mengendalikan paparan H_2S .

- Pengendalian yang baik dengan cara mendeteksi kadar gas H_2S menggunakan *gas detector* (terkalibrasi secara rutin). Dalam kondisi paparan H_2S yang cukup tinggi, para pekerja tidak diizinkan bekerja di area tersebut kecuali dengan persyaratan khusus.
- Rig pengeboran dilengkapi dengan monitor H_2S elektronik yang dipasang bersama dengan alarm yang dapat terdengar dan secara visual terkontrol.
- Indikator angin setidaknya dua arah harus diinstal di lokasi.
- Tersedia satu *blower* untuk sirkulasi udara yang cukup.
- Tanda-tanda peringatan H_2S harus terletak tidak lebih dari satu mil $\frac{1}{4}$ dari sumur.
- Tersedianya alat pernapasan SCBA (*self contained breathing apparatus*) harus terletak di lokasi kerja masing-masing.
- Pekerja harus menyelesaikan pelatihan H_2S dan telah tersertifikasi.
- Kewaspadaan H_2S jika berada di seluruh tempat-tempat rendah seperti gudang bawah tanah dan selokan karena H_2S lebih berat daripada udara.

2) Kebakaran atau Ledakan

Kebakaran dan ledakan merupakan risiko serius harus dihadapi oleh industri migas yang dapat mengancam keselamatan



personel, aset perusahaan, dan lingkungan operasinya. Area atau lokasi kerja yang memiliki bahaya kebakaran tinggi memerlukan adanya konsep penanggulangan pra-kebakaran (*pre-fire planning*). Fasilitas eksplorasi, produksi, dan pengolahan migas harus memiliki *pre-fire planning* yang dijalankan secara konsisten. *Pre-fire planning* adalah suatu cara untuk mempersiapkan segala hal yang diperlukan untuk pencegahan dan penanggulangan keadaan darurat yang disebabkan oleh bahaya kebakaran yang mungkin terjadi di suatu area lokasi industri migas.

Adapun cakupan *pre-fire planning* terdiri atas dua kegiatan berikut ini.

- Mempersiapkan atau membuat strategi praktis pemadaman api untuk berbagai skenario, termasuk perhitungan dalam menentukan jumlah dan jenis media pemadam api serta peralatan yang diperlukan.
- Mengintegrasikan dengan tanggap operasional seperti sistem *emergency shutdown*, *blowdown*, *alarm*, dan sebagainya.

Dalam keadaan darurat jika terjadi kebakaran maka dilakukan tanggap darurat taktis dalam pengendalian dan penanggulangan kebakaran. Berikut ini beberapa teknik pemadaman kebakaran.

- Pendinginan (*cooling*). Untuk memadamkan api, pendinginan bahan bakar dapat dilakukan agar uap bahan bakar tidak lagi menyala pada titik nyalanya. Strategi yang digunakan adalah dengan menyiramkan air ke area tempat kebakaran terjadi.
- Menutupi (*smothering*). Metode ini dapat dilakukan dengan cara menghilangkan suplai oksigen yaitu dengan memisahkan oksigen dan udara. Metode yang umum ialah dengan cara menyembrotkan busa (*foam*), CO₂, atau *dry chemical/dry powder* dari APAR. Adapun untuk kebakaran kecil, dapat digunakan selimut basah atau pasir.
- Mematikan sumber bahan bakar (*starvation*). Diperlukan adanya pemantauan terhadap sistem otomatis *emergency*



shutdown valve (ESDV), apakah berfungsi dengan baik atau tidak. ESDV tersebut berfungsi menutup pasokan gas/cairan mudah terbakar ke area terjadinya kebakaran.

- Menghalangi terjadinya reaksi kimia berantai. Untuk menghentikan serangkaian reaksi kimia pada kebakaran, bahan khusus seperti busa (*foam*) dapat diaplikasikan pada area nyala api. Tujuannya adalah untuk menghindari segitiga api saling bersentuhan.

3) Evakuasi Medis

Evakuasi medis diperlukan jika terdapatnya korban pada saat terjadi keadaan darurat. Evakuasi medis dilakukan oleh tim medis perusahaan. Persiapan evakuasi medis yaitu dengan menyiapkan sarana rumah sakit yang mempunyai fasilitas memadai, instansi lain yang memiliki sarana transportasi seperti helikopter, dan sebagainya.



Asah Literasimu

Begini Metode Pemadaman Kebakaran Tangki Pertamina Balongan

Jakarta - Dirut Pertamina, Nicke Widyawati, mengungkapkan metode yang digunakan untuk memadamkan kebakaran di tangki timbun kilang PT Pertamina RU VI Balongan, Kabupaten Indramayu, Jawa Barat. Selain itu, api juga kini sudah bisa dilokalisasi. “Kondisi terkini api telah dapat dilokalisasi di dalam *bund wall*. Jadi, di sekitar tangki ini ada tanggul. Nah, api sudah bisa kita lokalisir di sana dan untuk pemadaman kami menggunakan *foam* ke perimeter *bund wall* dan pusat nyala api. Dengan demikian, kami pastikan bahwa api tidak menjalar ke area lain,” kata Nicke dalam konferensi pers, Senin (29/3/2021).

Pihak Pertamina juga sudah melakukan pendinginan di sekitar lokasi kebakaran. Sejumlah mobil pemadam kebakaran dikerahkan. “Untuk mencegah api itu ke daerah lain kami juga melakukan pendinginan di area sekitar, untuk penanganan ini ada 10 mobil pemadam kebakaran yang kita operasikan,” tutur Nicke. Nicke menyampaikan bahwa sebagian masyarakat sudah kembali ke rumah masing-masing. Namun, kata Nicke, ada lima orang warga yang masih dirawat.





Gambar 4.12 Kebakaran di Kilang Minyak Balongan
(Foto: Dedhez Anggara/Antara)

“Terkait dengan dampak insiden itu sendiri terdapat korban luka dan seluruhnya sudah ditangani oleh tim medis. Sebagian warga masyarakat ini sudah berhasil ditangani dan juga sudah kembali ke rumah masing-masing. Namun, masih ada lima orang korban yang masih ditangani di rumah sakit. Alhamdulillah, tidak ada korban jiwa pada insiden ini,” imbuh Nicke. Nicke juga meminta warga untuk tidak panik. Selain itu, warga juga diminta menjauhi lokasi kebakaran. “Kami memohon kepada warga di sekitar untuk tetap tenang dan menjauhi lokasi kebakaran dan untuk memastikan itu kami mohon maaf juga karena kami melakukan pemblokiran jalan di sekitar lokasi dibantu oleh Polri dan TNI tentu saja kesehatan masyarakat di sekitar kilang menjadi yang utama,” kata Nicke.

Tim detikcom – detikNews
Senin, 29 Mar 2021 11:09 WIB
Sumber: news.detik.com

Aktivitas 4.9

Diskusikan dengan teman satu kelompokmu mengenai naskah berita yang berjudul “Begini Metode Pemadaman Kebakaran Tangki Pertamina Balongan” tersebut. Kerjakan tugas berikut!

1. Identifikasilah metode penanganan keadaan darurat yang dilakukan pada saat terjadi kebakaran di kilang Balongan berdasarkan naskah berita tersebut!



B. Budaya Kerja Industri

1. Safety Talk

Safety talk ialah pertemuan oleh para pekerja untuk membicarakan mengenai pekerjaan yang dilakukan dan untuk mengingatkan penerapan K3 di perusahaan. Budaya kerja *safety talk* ini dapat dilakukan secara rutin tiap hari atau tiap beberapa hari tertentu, tergantung kebutuhan perusahaan. *Safety talk* dilakukan dalam durasi yang tidak terlalu lama guna efisiensi waktu, misalnya dalam durasi 10 menit, 15 menit, atau 20 menit saja. Walaupun hanya beberapa menit, *safety talk* diharapkan dapat meningkatkan kedisiplinan pekerja dalam penerapan K3 di perusahaan.

2. Budaya Kerja 5R

Budaya kerja 5R terdiri atas ringkas, rapi, resik, rawat, dan rajin. Dalam beberapa sumber referensi menyebutkan bahwa terdapat budaya kerja dalam bahasa asing yang sepadan yaitu 5S yang berasal dari bahasa Jepang. Berikut perbandingan istilah 5S dan 5R.

Tabel 4.5 Budaya Kerja 5S dan 5R

Jepang	Indonesia
<i>seiri</i>	ringkas
<i>seiton</i>	rapi
<i>seiso</i>	resik
<i>seiketsu</i>	rawat
<i>shitsuke</i>	rajin

Cara penerapan 5R atau 5S adalah sebagai berikut.

- Ringkas, menggunakan peralatan kerja seperlunya sesuai kebutuhan, memisahkan barang yang diperlukan, dan mengurangi barang yang tidak diperlukan.
- Rapi, menyimpan barang sesuai pada tempatnya dan ditata kembali dengan rapi. Jika ini dilakukan secara konsisten maka akan dengan cepat dan mudah dalam penggunaannya kembali.
- Resik, budaya resik atau bersih perlu dilakukan oleh semua pekerja agar tercipta lingkungan yang bersih dan nyaman untuk bekerja.



- Rawat, menjaga eksistensi dari hasil budaya ringkas, rapi, dan resik yang sudah dilakukan.
- Rajin, melakukan kebiasaan baik untuk menjadi budaya kerja di tempat kerja.

Budaya kerja yang baik ini tentu harus dilakukan oleh setiap personel untuk mewujudkan lingkungan kerja yang kondusif.

Aktivitas 4.10

Diskusikan dengan teman satu kelompokmu. Kerjakan tugas berikut ini!

1. Berikan contoh penerapan budaya kerja 5R pada saat pembelajaran praktik di sekolahmu!
2. Tuliskan penerapan budaya kerja 5R tersebut ke dalam tabel!



Uji Kompetensi

Jawablah dengan singkat dan tepat!

1. Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) sangatlah penting diterapkan di industri migas. Jelaskan tujuan dari penerapan K3 di industri migas!
2. Bagaimanakah konsep lingkungan kerja yang aman berdasarkan kriteria desain tata letak dan keselamatan bangunan?
3. Ada beberapa hierarki pengendalian risiko/bahaya di tempat kerja sesuai dengan tingkat kebutuhannya? Berikan penjelasan termasuk hierarki manakah jika di industri migas dilakukan komputerisasi operator kilang!
4. Apa sajakah potensi bahaya yang dapat terjadi sebagai operator pengeboran sumur minyak?
5. Jelaskan maksud simbol bahaya bahan kimia berikut ini!

a.



b.



6. Di manakah letak area yang termasuk Zona 0 menurut klasifikasi area berbahaya dari Eropa (IEC/Cenelec)?.
7. Sebutkan jenis media pemadam yang tepat untuk kebakaran api kelas A!
8. Apakah fungsi APD dari jenis *safety helmet* dan *safety shoes*?
9. Apakah yang dimaksud dengan *pre-fire planning*?
10. Sebutkan contoh penerapan budaya kerja ringkas yang dapat dilakukan pada saat pembelajaran praktik!



Pengayaan

Carilah informasi dari berbagai sumber belajar mengenai tata cara penggunaan APAR untuk memadamkan kebakaran!



Refleksi

Lembar Refleksi

Manakah topik yang menurut kamu sulit dan mudah dipahami?

No.	Topik
1.	Pengetahuan Umum K3
2.	Lingkungan Kerja Aman
3.	Hierarki Pengendalian Risiko
4.	Bahaya-Bahaya di Tempat Kerja
5.	Simbol-Simbol Bahaya Bahan Kimia
6.	Klasifikasi Area Berbahaya
7.	Aspek Kebakaran
8.	Alat Pelindung Diri (APD)
9.	Prosedur dalam Keadaan Darurat
10.	Budaya Kerja Industri



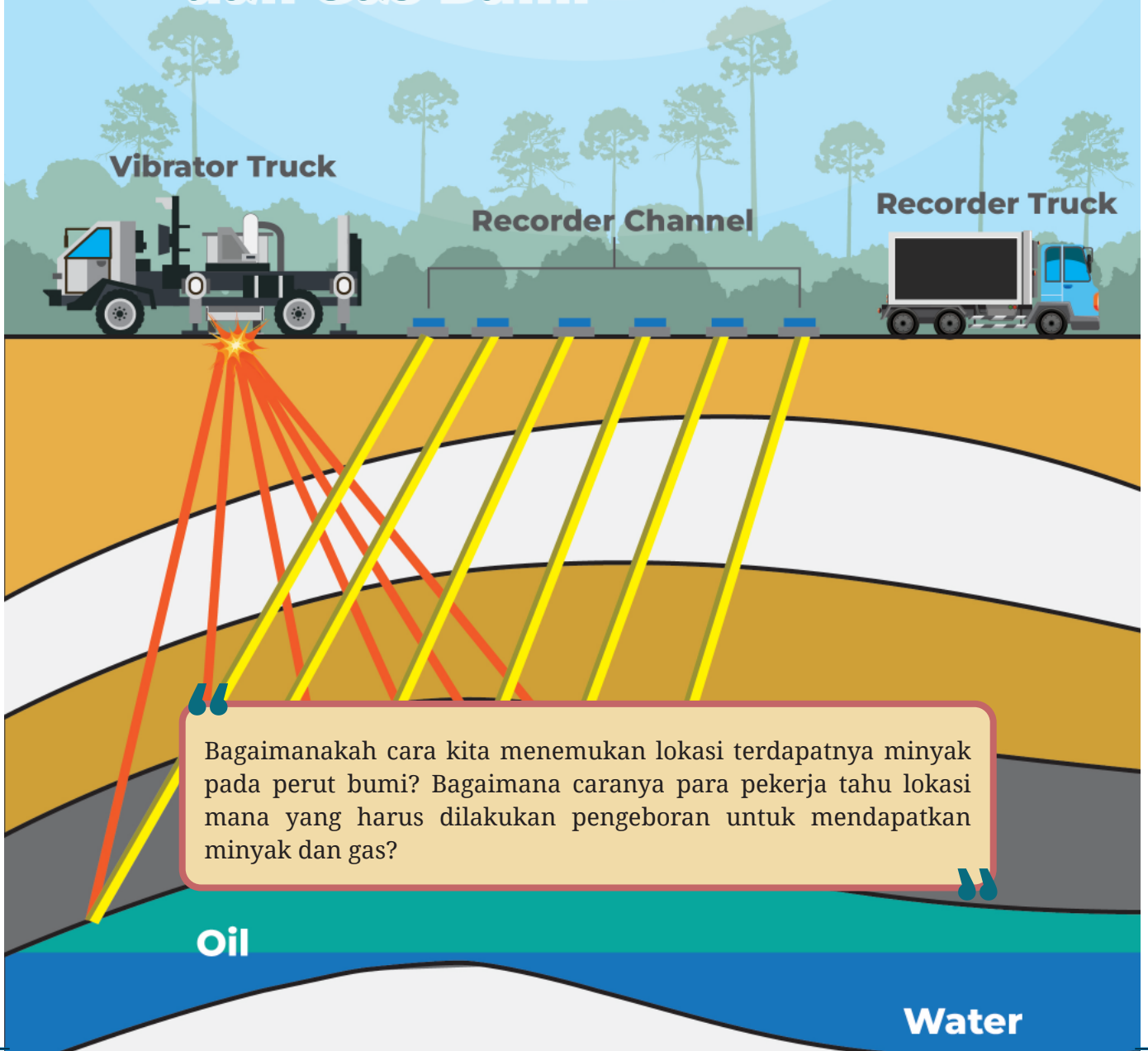
KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2023

Dasar-Dasar Teknik Perminyakan
untuk SMK/MAK Kelas X

Penulis : Dani Yudanto, Eka Mulya Ade
ISBN : 978-623-194-480-1 (no.jil.lengkap PDF)
978-623-194-481-8 (jil.1 PDF)

I Bab 5

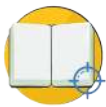
Tahap Eksplorasi Minyak dan Gas Bumi





Pendahuluan

Industri minyak dan gas bumi yang sangat kompleks memerlukan teknologi tinggi dan biaya besar. Oleh karena itu, industri minyak dan gas bumi dapat dikategorikan sebagai industri yang padat teknologi dan padat modal. Minyak dan gas bumi merupakan hasil dari proses makhluk hidup purbakala yang mati dan terkubur selama jutaan tahun, mendapatkan tekanan dan suhu tinggi lalu berproses menjadi minyak atau gas. Proses ini terjadi di batuan induk/batuan sumber (*source rock*). Minyak dan gas kemudian berpindah dan terperangkap di batuan reservoir yang di atasnya ada lapisan batuan penutup (*cap rock*) yang menjaganya agar tidak menguap atau berpindah lagi. Untuk membawa minyak dan gas bumi sampai ke permukaan dibutuhkan proses yang mahal.



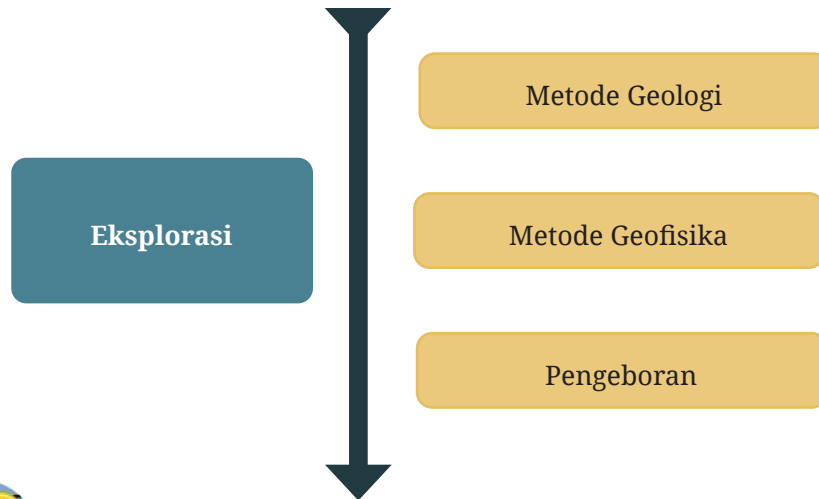
Tujuan Pembelajaran

Tujuan Pembelajaran	Indikator Pencapaian Tujuan Pembelajaran
1. Memahami tahapan pencarian sumber minyak dan gas bumi.	1.1 Menjelaskan tahapan eksplorasi minyak dan gas bumi.
2. Memahami proses terjadinya minyak dan gas bumi.	2.1 Menjelaskan batuan induk. 2.2 Menjelaskan sifat-sifat batuan reservoir. 2.3 Menjelaskan fungsi batuan perangkap.
3. Memahami jenis-jenis eksplorasi minyak dan gas bumi.	3.1 Menjelaskan tahapan studi geologi dan geofisika. 3.2 Menjelaskan tahapan pengeboran eksplorasi.





Peta Konsep



Kata Kunci

industri migas, eksplorasi migas, G & G (*geology & geophysics*), geofisika dan pengeboran eksplorasi



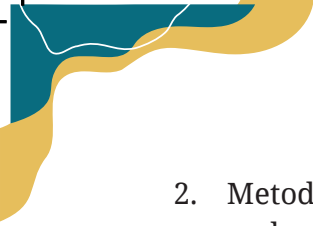
Apersepsi

Proses industri minyak dan gas, selalu diawali dengan kegiatan eksplorasi. Apa itu kegiatan eksplorasi?

Eksplorasi migas adalah suatu usaha mencari sumber migas dengan metode-metode berikut ini.

1. Identifikasi langsung. Metode eksplorasi langsung mempunyai pengertian bahwa pengamatan dapat dilakukan dengan kontak visual dan fisik dengan kondisi permukaan/bawah permukaan, terhadap endapan yang dicari, serta dapat dilakukan deskripsi megaskopis/mikroskopis, pengukuran, dan *sampling* terhadap objek yang dianalisis. Begitu juga dengan interpretasi yang dilakukan, dapat berhubungan langsung dengan fakta-fakta dari hasil pengamatan lapangan. Metode eksplorasi langsung ini dapat dilakukan pada sepanjang kegiatan eksplorasi (tahap awal sampai dengan detail).



- 
2. Metode geologi. Pada studi geologi, dilakukan pemetaan geologi pada permukaan secara detail yang dapat dilakukan jika memang terdapat singkapan. Hal ini bertujuan untuk memetakan persebaran batuan dan formasi batuan, umur batuan, kandungan mineral, fosil, geokimia, stratigrafi dan sedimentologi, serta struktur geologi, dan menggambarkan kondisi bawah permukaan dan lebih efektif dalam eksplorasi selanjutnya yang mendukung kelengkapan dan akurasi data G & G (*geology & geophysics*).
 3. Metode geofisika. Metode geofisika dilakukan sebelum pengeboran dengan kajian meliputi daerah yang luas. Dari hasil kajian ini, diperoleh gambaran lapisan batuan di dalam bumi melalui survei seismik, survei magnetik, dan survei gravitasi.
 4. Pengeboran eksplorasi (*wild cat*). Pengeboran eksplorasi bertujuan mengetahui dengan pasti jenis batuan yang lebih detail antar lapisan serta pengambilan contoh sampel batuan untuk analisis lebih lanjut di laboratorium. Selain itu, dilakukan *wireline logging* untuk mengambil data dengan menggunakan berbagai alat *logging*, salah satunya dengan bantuan bahan radioaktif yang memancarkan sinar gama. Semua data yang diperoleh diintegrasikan dalam studi G & G (*geology & geophysics*) untuk memastikan keberadaan hidrokarbon dan kemungkinannya untuk dapat dieksploitasi.

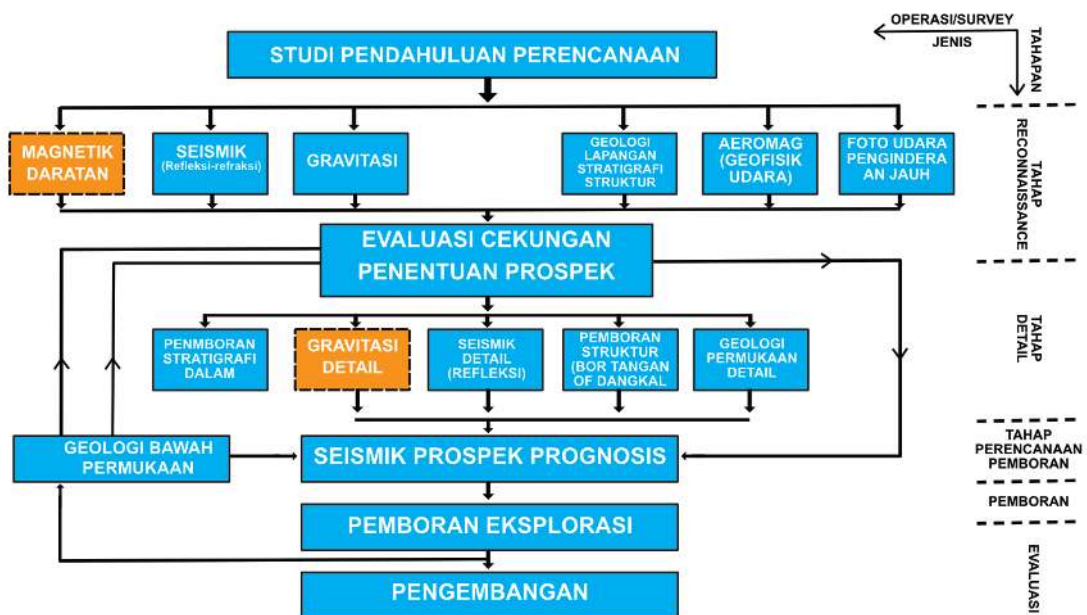
Tahap eksplorasi lanjut/tahap detail adalah tahap yang kegiatannya hampir sama dengan eksplorasi sebelumnya, tetapi dilakukan dengan lebih mendetail. Tahapan tersebut adalah (1) geologi permukaan detail, (2) pengeboran struktur, (3) seismik detail 2D dan 3D, (4) gravitasi detail, dan (5) pengeboran stratigrafi. Hasil tahap eksplorasi lanjut berupa data geologi bawah permukaan detail termasuk reservoir, serta evaluasi prospek prognosis untuk rencana ke tahap *appraisal drilling* untuk menentukan cadangan, dan selanjutnya persiapan untuk fase pengembangan jika ada sumur yang ditemukan cadangan hidrokarbon.

Dalam kegiatan eksplorasi minyak dan gas bumi, urutan pekerjaannya adalah sebagai berikut:

- 1) studi pendahuluan/perencanaan;
- 2) *reconnaissance*, terdiri atas foto udara atau pengindraan jauh, geofisik udara, geologi lapangan dan stratigrafi struktur, gravitasi, seismik, dan magnetik;

- 3) evaluasi data dari pekerjaan pada tahap 2;
- 4) studi detail, terdiri atas geologi permukaan, pengeboran struktur/dangkal, seismik, gravitasi, dan pengeboran stratigrafi dalam;
- 5) perencanaan pengeboran eksplorasi;
- 6) pengeboran eksplorasi; dan
- 7) evaluasi hasil pengeboran untuk menentukan apakah pekerjaan akan diteruskan atau dihentikan.

Secara skematis, proses eksplorasi itu dapat dilihat pada Gambar 5.1 di bawah ini.



Gambar 5.1 Urutan Operasi Survei Eksplorasi Minyak dan Gas

A. Perencanaan Eksplorasi

Hal yang pertama dalam kegiatan eksplorasi adalah studi pendahuluan dan perencanaan yang bertujuan untuk mencari daerah prospek minyak dan gas bumi dengan cara membandingkan geologi daerah lain yang telah terbukti produktif. Studi ini mempertimbangkan formasi yang biasa dijadikan sasaran eksplorasi, struktur yang dapat bertindak sebagai perangkap minyak dan gas bumi. Selain itu, studi pendahuluan juga meliputi pembuatan rencana eksplorasi, studi cekungan, arah



sedimentasi, batuan sumber, perubahan fasies minyak yang terjadi, perkembangan cekungan, serta gejala sedimentasi yang terjadi dalam suatu periode geologi ketika cekungan itu berevolusi.

Hal pertama yang dilakukan adalah *reconnaissance* (pengintaian), kegiatan eksplorasi awal yang terdiri atas pemotretan dari udara, pemetaan geologi permukaan, dan penyelidikan geofisika. Interpretasi foto udara merupakan kegiatan menganalisis citra foto udara dengan maksud untuk mengidentifikasi dan menilai objek pada citra tersebut sesuai dengan prinsip-prinsip interpretasi. Dari kegiatan tersebut dapat diperoleh data struktur geologi berupa lipatan atau patahan yang kemungkinan dapat menjadi cebakan minyak bumi pada daerah *onshore*. Sebagai contoh, dapat dilihat pada Gambar 5.2.

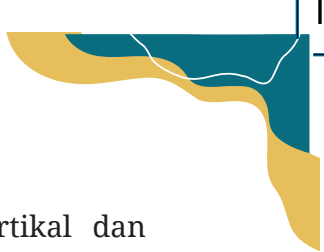


Gambar 5.2 Foto Udara dan Foto Satelit

Sumber : [kompas.com/Anggara Wikan Prasetya](https://kompas.com/Anggara%20Wikan%20Prasetya) (2020)

Selanjutnya, dari hasil foto udara dilakukanlah pemetaan geologi permukaan untuk memetakan kondisi geologi suatu daerah sehingga menghasilkan peta geologi batuan, tektonik, peremajaan morfologi serta mengetahui sejarah suatu daerah dan secara spesifik melakukan pengukuran penampang stratigrafi dan pemetaan struktur. Pengukuran stratigrafi bertujuan untuk memperoleh gambaran yang terperinci dari hubungan stratigrafi antarlapisan batuan/satuan batuan, ketebalan





setiap satuan stratigrafi, sejarah sedimentasi secara vertikal dan lingkungan pengendapan dari setiap satuan batuan. Di lapangan, pengukuran stratigrafi biasanya dilakukan dengan menggunakan tali meteran dan kompas pada singkapan-singkapan yang menerus dalam suatu lintasan; dilakukan terutama di pinggiran cekungan, sepanjang aliran sungai. Tujuan pengukuran penampang stratigrafi ini adalah mempelajari ketebalan formasi, fasies, serta litologi berbagai macam satuan stratigrafi, perubahan fasies yang terjadi secara regional dan kemungkinan adanya batuan reservoir sehingga dapat dipelajari sifat-sifatnya.

Dari penjabaran di atas apa sebenarnya peta geologi itu? Apa saja informasi yang diperoleh dari peta geologi?

1. Peta Geologi

Peta geologi adalah peta tematik yang berkaitan dengan informasi geologi di suatu wilayah. Informasi geologi tersebut berupa batuan penyusun permukaan bumi di wilayah tertentu (disesuaikan dengan batas peta), baik secara lateral (menyebarkan/menghampar) maupun secara vertikal (di bawah permukaan). Batuan-batuan penyusun muka bumi tersebut disusun berdasarkan jenisnya, seperti batuan sedimen (batu pasir, batu lempung, batu lanau), batuan beku (andesit, dasit, piroksenit, basal), batuan metamorf (gneiss, sekis), batuan vulkanik/piroklastik (breksi vulkanik, tuf, ignimbrite, batu apung), dan batuan yang belum kompak (agregat lepas) seperti aluvium (pasir, lempung, kerakal, kerikil, bongkah). Di dalam peta geologi, sebaran batuan secara lateral digambarkan dalam dua dimensi berikut notasi warna (yang menunjukkan umur) dan notasi huruf (simbol batuan).

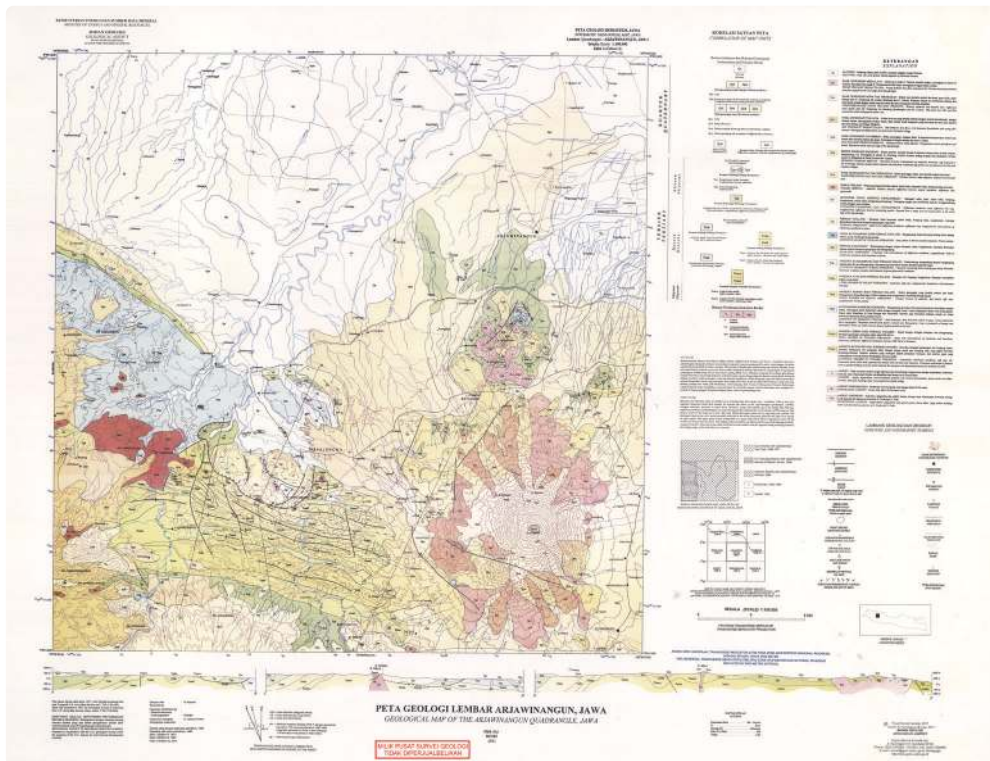
Kolom stratigrafi memuat tabel urutan-urutan jenis batuan beserta umurnya dari yang paling tua sampai yang paling muda. Penampang geologi dibuat untuk menunjukkan sebaran batuan secara vertikal. Informasi didapat dari sebaran lateral berdasarkan hukum V atau dari data geofisika, contohnya interpretasi seismik, atau dari data pengeboran. Sebagai contoh, dapat dilihat pada Gambar 5.3.





Gambar 5.3 Pemetaan Geologi
Sumber: Yudanto (2014)

Dari kegiatan tersebut akan dihasilkan peta geologi seperti contoh pada Gambar 5.4.



Gambar 5.4 Gambar Peta Geologi
Sumber: Pusat Survei Geologi, Badan Geologi, Kementerian ESDM (2011)



2. Informasi yang Terdapat pada Peta Geologi

Hasil analisis laboratorium sangat berguna untuk menunjang analisis peta geologi. Analisis fosil bisa menentukan umur relatif sebuah formasi batuan (khususnya batuan sedimen), sedangkan untuk batuan beku kita memakai analisis *dating* (isotope) untuk menentukan umur absolut batuan. Petrografi dan analisis kimia batuan untuk studi petrogenesis pada batuan beku dan metamorf, juga bisa untuk menentukan potensi mineral di suatu daerah. Hasil-hasil dari lapangan dan laboratorium tersebut dikompilasikan dan direkonstruksilah sejarah geologi, umur batuan, sebaran batuan, ketersediaan potensi sumber daya mineral/migas, dan potensi bencana geologi yang dituangkan ke dalam peta.

Informasi yang lain adalah sebaran struktur geologi berupa sesar, lipatan, atau bentukan alam seperti kawah gunung api, jejak longsoran, kepundan, gawir sesar, dan sebagainya. Informasi tambahan yang ada di peta geologi antara lain keberadaan mata air, mata air panas (*hotspring*), lokasi pengambilan fosil, lokasi pengamatan lapangan, serta informasi lokasi penambangan, baik pengeboran minyak bumi maupun aktivitas penambangan mineral. Hal yang paling utama dari penentuan peta geologi adalah mencari informasi tentang stratigrafi yang bisa bertindak sebagai batuan reservoir serta lapisan penutup dari suatu batuan.

3. Penyelidikan Geofisika

Kegiatan geofisika bertujuan untuk mengetahui kondisi di bawah permukaan bumi dengan cara melakukan pengukuran di atas permukaan bumi dari parameter-parameter fisika yang dimiliki oleh batuan di dalam bumi. Penyelidikan ini berupa survei seismik dan survei magnetik. Dari hasilnya, ditafsirkan bagaimana sifat-sifat dan kondisi di bawah permukaan bumi, baik secara vertikal (berupa lapisan atas hingga ke bawah) yang tercakup dengan survei seismik, maupun secara horizontal (berupa patahan/diskontinuitas) yang tercakup dengan survei magnetik. Survei magnetik akan memetakan gangguan lokal pada medan magnet bumi yang disebabkan oleh variasi kemagnetan batuan. Survei ini dapat menggunakan *aeromagnetic magnetometer*, yaitu metode *remote sensing* yang dilakukan dari pesawat dan mencakup daerah yang luas.



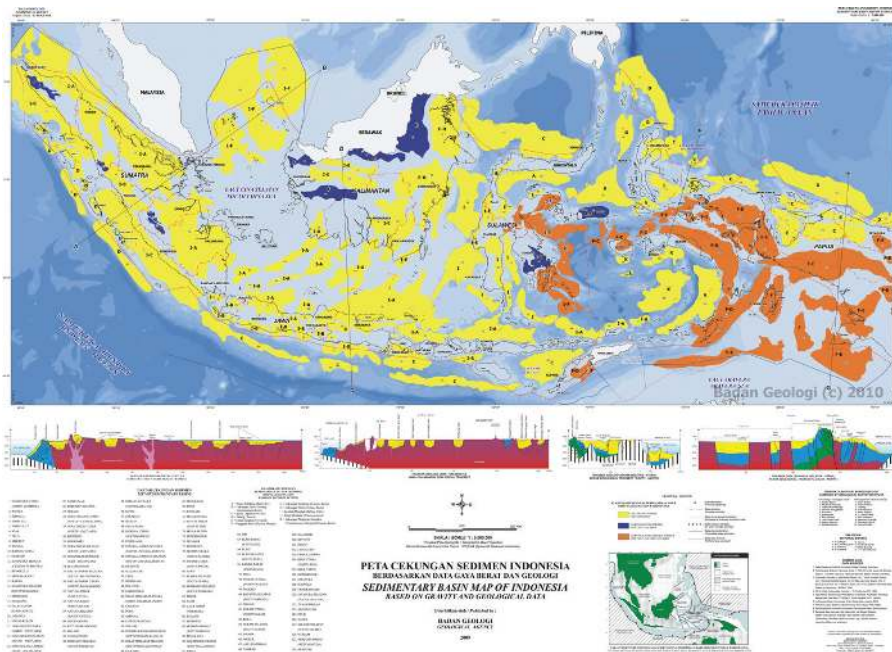
4. Survei Gravitasi

Survei gravitasi dilakukan dengan memanfaatkan perubahan gaya gravitasi dari suatu tempat ke tempat lain. Jika batuan memiliki densitas yang tinggi maka nilai gravitasi yang terukur juga besar. Survei ini dapat melihat perubahan gravitasi sehingga bersifat horizontal dan dapat dilakukan dengan pesawat sehingga daerah cakupannya lebih luas.

B. Pemilihan Daerah Eksplorasi

Secara geologis, Indonesia dapat dibagi ke dalam dua bagian, yaitu kawasan barat dan kawasan timur. Di kawasan barat, terdapat 21 cekungan (35%) dengan luas 1,34 juta km², memiliki tatanan geologi yang lebih sederhana dibandingkan kawasan timur yang memiliki 39 cekungan (65%) dengan luas 1,3 juta km² dengan tatanan geologi yang lebih kompleks dan belum banyak dilakukan penyelidikan.

Kegiatan eksplorasi pada umumnya masih dilakukan di cekungan kawasan barat, yaitu di 19 cekungan (90,47% dari jumlah yang ada di kawasan barat), sedangkan di kawasan timur di 22 cekungan (56,41% dari jumlah yang ada di kawasan timur). Pada Gambar 5.5 dapat dilihat cekungan-cekungan yang ada di Indonesia.



Gambar 5.5 Penyebaran cekungan yang ada di Indonesia
Sumber : Pusat survey Geologi, Badan Geologi, Kementerian ESDM (2009)

Berbeda dengan sumber daya yang terdapat pada permukaan bumi seperti halnya sumber daya hutan, permukiman cadangan minyak bumi sulit dan penuh ketidakpastian. Penentuannya pun dapat dilakukan dengan berbagai metode, dari yang sederhana hingga yang canggih. Karena minyak bumi yang terdapat dalam suatu cekungan sedimen berasal dari bahan organik (sisa tumbuh-tumbuhan ataupun hewan) yang terdapat dalam sedimen yang telah mengalami proses perubahan kimiawi, salah satu metode yang paling sederhana untuk menghitung besarnya cadangan minyak bumi adalah dengan memperkalikan volume batuan dari cekungan sedimen dengan suatu faktor empirik, yang mengaitkan kandungan.

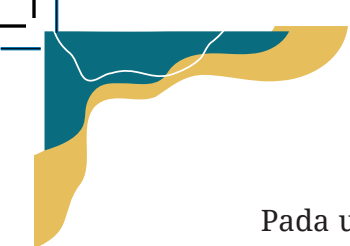
Cekungan-cekungan minyak dan gas bumi umumnya berumur tersier. Di Indonesia, telah ditemukan beberapa cekungan *inner pre-tertiary* yang cukup produktif. Cekungan Jawa Timur termasuk migas di kawasan barat yang berumur tersier. Cekungan ini sekarang terdiri atas daratan dan Laut Jawa bagian timur. Secara tektonik regional, cekungan Jawa Timur termasuk cekungan busur (*back arc basin* atau *force land basin*).

Stratigrafi regional zona Rembang dipakai sebagai acuan karena merupakan perkembangan dari yang sudah ada. Lokasi tipe dari formasi-formasi tersingkap merupakan unsur dominan di dalam penyusunan stratigrafi regional. Pada zaman Eosin sampai Pleistosen, cekungan tersier disusun oleh lempung, karbonat, serta pasir.

Sedimen tersier ini menumpang tidak selaras di atas batuan dasar yang dibentuk oleh metasedimen. Modifikasi Rembang bagian darat menunjukkan adanya tiga ketidakselarasan, yaitu pada awal Meosin, Meosin tengah, akhir Pleosin. Di cekungan Rembang yang sekarang merupakan daratan, pembentukan karbonat pada awal Meosin identik dengan terbentuknya formasi Prupuh, formasi yang hanya tersingkap di daerah Tuban-Gresik.

Batuan induk merupakan awal dari mata rantai terdapatnya akumulasi minyak dan gas bumi. Batuan induk yaitu produk sedimentasi akuatik lingkungan sangat tenang dan reduksi, yang proses pembentukannya dapat terjadi secara *in situ*, yang berasal dari larutan baik yang mengalami proses kimiawi maupun proses biokimia, yang dalam proses tersebut organisme juga turut berperan.





Pada umumnya, batuan induk dibayangkan sebagai batuan serpih berwarna gelap yang kaya akan bahan organik, terutama dalam bentuk kerogen. Pengawetan zat-zat organik yang terdapat di dalam sedimen merupakan proses penting dalam kaitan potensi batuan induk.

Batuan induk mempunyai nilai ekonomi sangat penting sebab mempunyai porositas yang memungkinkan untuk berkumpulnya minyak dan gas, terutama pada batuan karbonat yang telah mengalami proses dolomitisasi sehingga hal ini dapat menjadi perhatian khusus pada geologi minyak bumi. Potensi batuan induk ditentukan di laboratorium berdasarkan kandungan karbon organik (TOC = *total organic carbon*).

Tujuan analisis batuan induk adalah untuk mengklasifikasi (menamai), menafsirkan lingkungan pengendapan, serta mengetahui proses-proses diagenesis yang terjadi pada batuan induk dan aspek-aspek lain yang berhubungan dengan batuan induk. Untuk mengetahui apakah batuan induk tertentu sudah memproduksi minyak atau belum, digunakan teknik-teknik pendeteksi antara lain metode daya pantul vitrinite (R_o), T max dari pirolisis dan teknik SCI (*spore coloration index*). Tidak seperti batuan stratigrafi cekungan Jawa Timur bagian utara, jumlah batuan induk lebih sedikit dibandingkan reservoir karbon.

Batuan reservoir adalah wadah permukaan yang diisi dan dijenuhi oleh minyak dan gas bumi. Ruang penyimpanan minyak dalam reservoir berupa rongga atau pori. Pada hakikatnya, batuan dapat bertindak sebagai batuan reservoir apabila mempunyai kemampuan menyimpan minyak bumi. Ada tiga syarat yang harus dipenuhi untuk disebut reservoir minyak bumi, yaitu

1. batuan reservoir diisi dan dijenuhi oleh minyak dan gas bumi, biasanya merupakan batuan berpori;
2. lapisan penutup berupa batuan yang tidak tembus dan terdapat di atas batuan reservoir; dan
3. perangkap reservoir.

Batuan yang mempunyai sifat porositas dan permeabilitas yang baik adalah batu pasir dan karbonat (batu gamping dan dolomit). Karena itu, minyak dan gas bumi 60% diperoleh dari reservoir batu pasir, 39% dari batu pasir karbonat, dan sisanya 1% dari reservoir lain seperti rekahan pada batuan beku.

C. Kegiatan Survei Seismik

Setelah kegiatan foto udara atau pengindraan jauh, geofisik udara, geologi lapangan dan stratigrafi struktur dan graviti selesai dan didapatkan daerah yang tepat atau suatu lapangan yang memenuhi syarat awal atau tahap awal eksplorasi. Langkah selanjutnya di daerah tersebut akan dilakukan survei seismik.

Metode seismik merupakan metode geofisika yang sangat populer dalam eksplorasi hidrokarbon. Ketepatan dan resolusi tinggi dalam memodelkan struktur litologi bawah permukaan menjadikan metode ini lebih unggul dibandingkan metode yang lain. Dukungan teknologi yang canggih serta pesatnya penelitian dalam metode ini menjadi faktor kunci kesuksesan metode ini.

Tujuan interpretasi seismik khusus dalam eksplorasi minyak dan gas bumi adalah untuk menentukan tempat-tempat terakumulasinya (struktur cebakan-cebakan) minyak dan gas. Minyak dan gas akan terakumulasi pada suatu tempat jika memenuhi tiga syarat, yaitu

1. adanya batuan sumber (*source rock*), adalah lapisan-lapisan batuan yang merupakan tempat terbentuknya minyak dan gas;
2. batuan reservoir yaitu batuan yang permeabel tempat terakumulasinya minyak dan gas bumi setelah bermigrasi dari batuan sumber; dan
3. batuan penutup, adalah batuan yang impermeabel (tidak tembus) sehingga minyak yang sudah terakumulasi dalam batuan reservoir akan tetap tertahan di dalamnya dan tidak bermigrasi ke tempat yang lain.

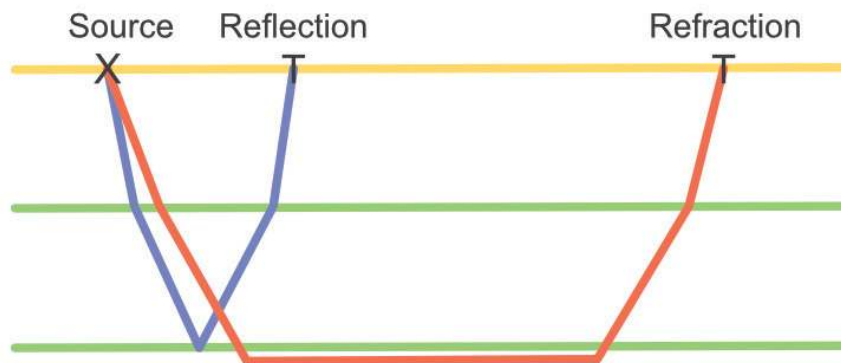
Pemetaan struktur bawah permukaan menggunakan metode seismik dilakukan dengan memberikan gelombang suara ke dalam bumi dan menganalisis hasil pantulannya. Metode seismik dibedakan menjadi dua, yaitu (1) metode seismik refraksi, dan (2) metode seismik refleksi. Metode yang banyak digunakan dalam bidang eksplorasi hidrokarbon adalah metode seismik refleksi.

Metode seismik dipakai untuk eksplorasi mencari sumber daya energi dan sumber daya mineral. Metode ini merupakan cara yang paling banyak digunakan. Secara garis besar, metode seismik terbagi menjadi dua macam.



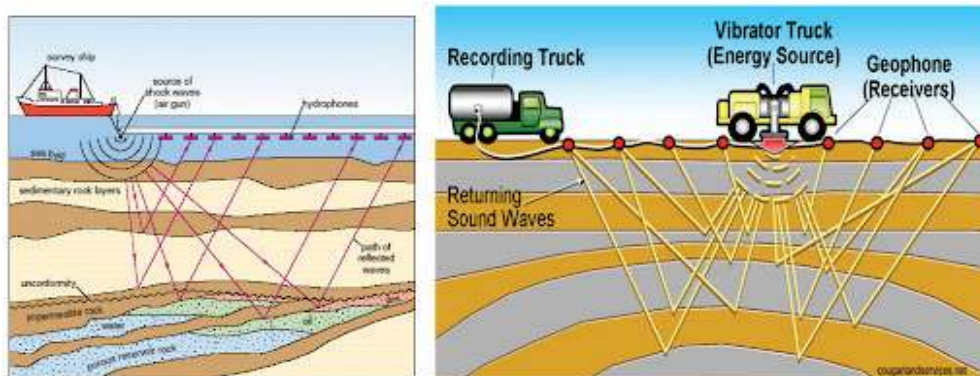
1. Metode seismik refraksi untuk analisis batuan di dalam geoteknik, yaitu untuk (a) menentukan kedalaman dari *bedrock*; (b) eksplorasi air tanah; dan (c) studi kerak bumi dan lempeng tektonik.
2. Metode seismik refleksi untuk mendeteksi rongga bawah permukaan tanah, yaitu untuk (a) studi stratigrafi dangkal; (b) survei pemasangan rig di lepas pantai; (c) eksplorasi hidrokarbon; dan (d) studi kerak bumi dan lempeng tektonik.

Bentuk kurva rambatan dari kedua survei tersebut dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 5.6 Sketsa Kurva Rambatan Seismik

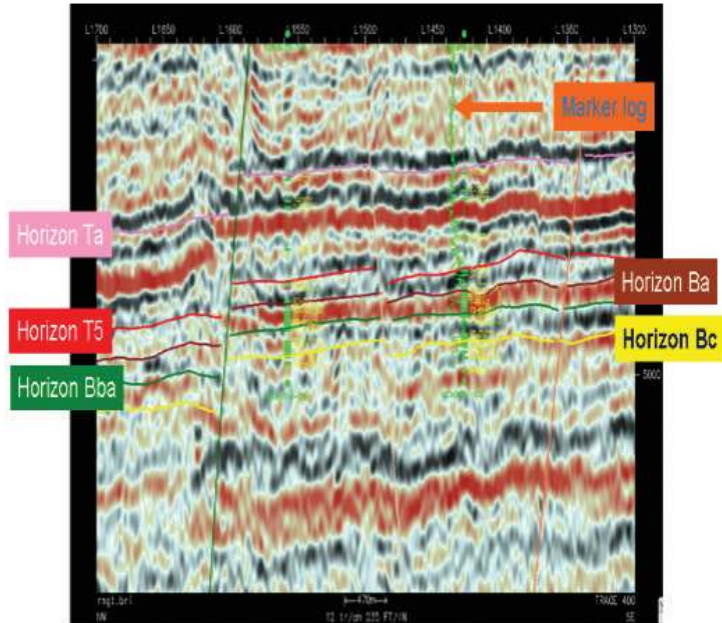
Dalam industri migas, survei seismik dapat dilihat pada Gambar 5.7.



Gambar 5.7 a. Survei Seismik di Laut, b. Proses Seismik di Darat

Sumber : a. Roberts, dkk (2021), b. Zowarka (2013)

Setelah tahu tentang gambaran survei seismik, pasti kalian juga ingin mengetahui data yang dihasilkan, bukan? Pada Gambar 5.8 ditampilkan gambar data seismik dan pembacaannya.



Gambar 5.8 Data Seismik dan Pembacaannya
Sumber: Alfiandri (2007)

D. Evaluasi Data dan Survei Detail

Evaluasi data dan survei detail merupakan kegiatan tahapan penyelidikan lapangan terakhir. Hasil survei disajikan dalam peta dengan skala 1 : 10.000 atau 1 : 5.000, tetapi pada umumnya adalah 1 : 50.000 sampai 1 : 25.000. Survei detail bertujuan untuk menentukan adanya tutupan (*closure*), besar kecilnya tutupan berupa area horizontal atau secara vertikal, serta bentuk perangkat itu secara lebih teliti sehingga langsung dapat ditentukan titik lokasi pengeboran pengeboran eksplorasi. Dari survei detail ini dapat dilakukan perkiraan volume minyak yang bisa diharapkan secara maksimal dan kedalaman objektif atau lapisan *reservoir* yang diharapkan akan menghasilkan minyak.



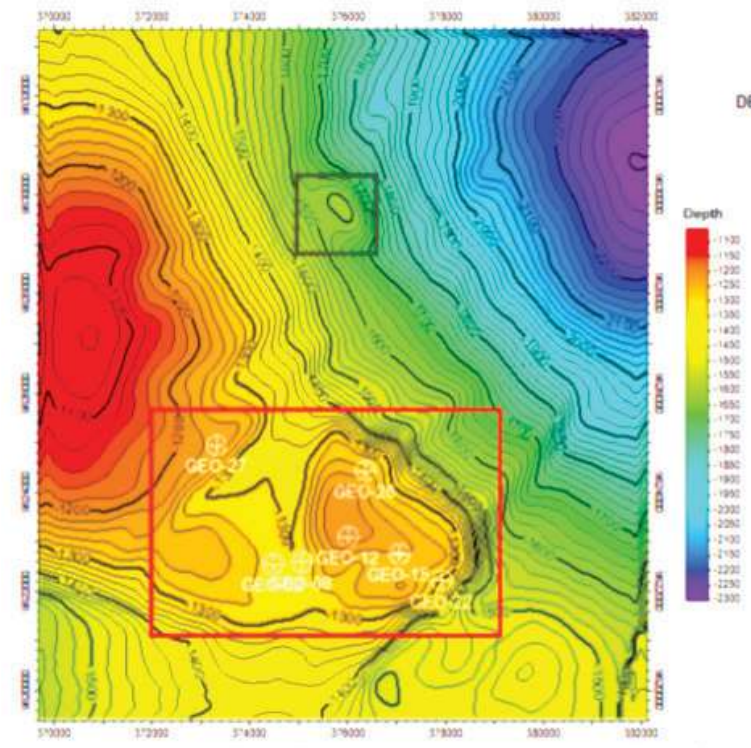


Metode yang sampai sekarang dipergunakan adalah enam tahapan berikut ini.

1. Survei geologi permukaan. Pada tahap survei detail ini pemetaan geologi dilakukan secara lebih atau dengan skala yang lebih besar dengan menggunakan alat ukur. Penyelidikan sering dilakukan dengan pengeboran dangkal (menggunakan alat *counterflush*).
2. Survei seismik, metode yang paling canggih untuk dapat merekam data geologi bawah permukaan yang kemampuannya dapat melampaui geologi permukaan. Survei seismik dibagi menjadi dua, yaitu (a) seismik refraksi (bias), dan (b) seismik refleksi (pantul). Survei seismik refraksi dipergunakan untuk mendeteksi batuan atau lapisan yang letaknya cukup dangkal dan untuk mengetahui lapisan tanah penutup (*overburden*). Adapun survei seismik refleksi dipergunakan untuk menyelidiki minyak dan gas bumi.
3. Pengeboran stratigrafi membuat lubang vertikal ke dalam tanah. Dalam keadaan tertentu, pengeboran dapat juga dilakukan secara miring (*directional drilling*). Pengeboran stratigrafi (*slimhole drilling*) bertujuan untuk memperoleh gambaran mengenai urutan stratigrafi suatu daerah pengeboran inti (*diamond drilling*) untuk memperoleh contoh batuan dalam bentuk inti (*core*) dari kedalaman 0 hingga kedalaman tertentu.
4. Pengeboran struktur, yaitu pengeboran yang bertujuan untuk mendapatkan gambaran struktur geologi suatu tempat.
5. Pengeboran eksplorasi (*wildcat drilling*), yaitu pengeboran untuk menguji apakah suatu formasi itu mengandung minyak atau tidak.
6. Survei gravitasi detail, untuk mendetailkan adanya suatu tutupan, terutama jika yang diharapkan adalah suatu intrusi garam (kubah garam) atau suatu terumbu.

Hasil akhir dari penampang seismik adalah peta struktur berkontur untuk menduga daerah mana yang potensial merupakan jebakan minyak dan lebih lanjut dengan menghitung volume jebakan minyaknya, sampai ke volume minyak bumi itu sendiri. Peta struktur berkontur yang menunjukkan penampang seismik dapat dilihat pada Gambar 5.9.





Gambar 5.9 Penampang Seismik Peta Struktur Berkontur
 Sumber: Prianggoro, dkk (2017)

Aktivitas 5.1

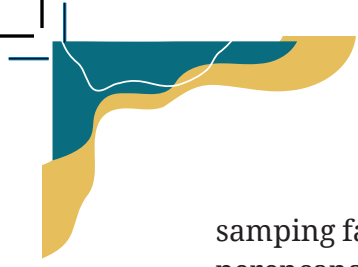
Jawablah pertanyaan berikut ini!

1. Apakah yang dimaksud peta geologi?
2. Apakah yang dimaksud dengan peta berkontur?
3. Apakah maksud dari garis-garis melengkung pada peta kontur?

E. Perencanaan Pengeboran Eksplorasi

Pengeboran eksplorasi merupakan puncak seluruh kegiatan eksplorasi yang bertujuan untuk membuktikan suatu cekungan ada tidaknya minyak dan gas bumi serta untuk mendapatkan data bawah permukaan sebanyak mungkin. Perencanaan sumur merupakan suatu hal yang sangat penting dalam persiapan program pengeboran. Untuk itu, diperlukan pengetahuan tentang berbagai prinsip-prinsip teknis di





samping faktor pelaksanaan dan pengalaman. Walaupun suatu metode perencanaan sumur sudah dipraktikkan, masih memungkinkan terjadinya perubahan sejalan dengan pelaksanaan pengeboran. Pada akhirnya, semuanya harus memperhatikan beberapa faktor, yaitu keamanan, meminimalkan biaya pengeboran, dan metode produksi yang akan digunakan.

Suatu perencanaan sumur akan melibatkan berbagai disiplin keahlian, yaitu para ahli yang berpengalaman dalam bidang pengeboran yang dapat memadukan semua aspek pengeboran secara baik. Mereka menggunakan perlengkapan dan piranti teknik, seperti komputer dan beberapa alat bantu yang lain dalam merencanakan sumur. Berikut ini beberapa variabel yang harus diperhatikan dalam perencanaan sumur minyak.

1. Keamanan (*Safety*)

Faktor keamanan harus mendapat prioritas yang paling tinggi dalam perencanaan program pengeboran. Pertimbangan keamanan dan keselamatan harus ditempatkan di atas seluruh aspek. Dalam pelaksanaan pengeboran, perencanaan sumur dapat diubah jika sampai terjadi problem pengeboran yang akan membahayakan para pekerja. Kegagalan faktor keamanan ini dapat mengakibatkan kematian, kebakaran, dan cacat pada individu.

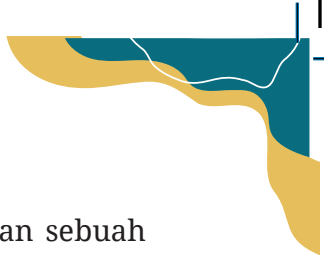
Prioritas selanjutnya dalam segi keamanan yang harus selalu diperhatikan adalah perencanaan pengeboran harus didesain agar dapat meminimalkan risiko terjadinya semburan liar (*blow-out*) dan faktor kemungkinan terjadi problem pengeboran (*hole problems*). Desain ini harus berdasarkan pada sumber data yang terkait dalam perencanaan sumur.

2. Biaya Minimum

Dalam perencanaan sumur, diusahakan untuk menekan biaya sekecil mungkin tanpa mengabaikan aspek keamanan. Pada banyak kasus, biaya dapat disesuaikan pada batas-batas tertentu dalam usaha perencanaan. Hal ini bukan berarti membangun “monumen baja” untuk faktor keamanan jika biaya tambahan tidak diperlukan. Pada sisi lain, uang harus dikeluarkan untuk membangun sistem keamanan.

Biaya yang diperlukan untuk perencanaan sumur disesuaikan sebagai perbandingan dari biaya pengeboran sebenarnya. Pada banyak





kasus, kurang dari US\$1.000 dikeluarkan untuk perencanaan sebuah sumur yang bernilai US\$1 juta; berarti merepresentasikan 1/10 dari 1% biaya pengeboran. Sering kali akhirnya biaya pengeboran melebihi jumlah yang diperkirakan. Untuk itu, diusahakan mengurangi data-data yang tidak terlalu penting. Meskipun data yang baik biasanya dapat diperoleh dengan biaya kurang dari US\$ 2,000 – US\$ 3,000 per prospek, beberapa perencanaan sumur tanpa pengetahuan tentang kemungkinan terjadinya problem pengeboran. Kurangnya pengeluaran biaya pada tahap awal dalam proses perencanaan sumur hampir selalu menimbulkan biaya pengeboran menjadi lebih tinggi dari perkiraan.

3. *Usable Hole* (Lubang Bor Terpakai)

Lubang bor yang mencapai target kedalaman tidak selalu sesuai seperti yang diharapkan. Jika sumur yang dihasilkan pada akhirnya tidak sesuai dengan konfigurasi maka sumur tersebut tidak dapat dilakukan kompleksi dan akibatnya sumur tersebut tidak dapat berproduksi (gagal).

Untuk itu, istilah *usable* tersebut harus memenuhi dua ketentuan, yaitu

- a. ukuran diameter lubang bor sesuai dengan kompleksi sumur yang akan dilakukan; dan
- b. formasi produksi tidak mengalami kerusakan yang tidak dapat diperbaiki.

Pada umumnya, sumur eksplorasi memerlukan perencanaan yang lebih rumit dibandingkan tipe lain. Perencanaan pengeboran sumur eksplorasi hanya menggunakan sedikit data geologi. Sumur eksplorasi merupakan sumur yang sangat mahal karena bersifat *gambling* dalam penentuan titik sumur. Adapun untuk keperluan pengeboran sumur-sumur pengembangan dapat digunakan data dari beberapa sumber yang tersedia.

4. Pelaksanaan Pengeboran Eksplorasi

Kegiatan eksplorasi migas bertujuan untuk memastikan apakah jebakan tersebut berisi migas atau tidak, perlu dilakukan pengeboran eksplorasi. Bila eksplorasi berhasil maka dapat diketahui adanya hidrokarbon (minyak dan/atau gas bumi). Berikut ini langkah-langkah yang dilakukan dalam pelaksanaan pengeboran eksplorasi.



a. Pembuatan Sarana Transportasi

Pada kegiatan awal pengeboran, sarana transportasi yang mumpuni adalah sarana yang paling vital karena sarana/jalan tersebut kelak akan diakses oleh kendaraan dengan beban sangat berat dan berukuran panjang sehingga struktur jalan haruslah kuat.



Gambar 5.10 Pembuatan Sarana Transportasi

b. Pembuatan Lubang *Stove Pipe* dan Pemasangan *Stove Pipe*

Rangkaian pondasi dan struktur di sekitar lubang *stove pipe* harus sangat kuat agar pada pelaksanaan dan peletakan peralatan pengeboran nanti pondasi mampu menahan alat-alat yang berat tersebut.





Gambar 5.11 Pembuatan Lubang Stove Pipe dan Pemasangan Stove Pipe

c. Pembuatan Kolam Cadangan (*Mud Pit*)

Mud pit terletak sebisa mungkin di dekat rig, atau tergantung pada kondisi dan luas area pengeboran. Fungsi *mud pit* adalah sebagai tempat penyimpanan lumpur atau air (untuk pengeboran panas bumi) dalam kegiatan pengeboran. Air atau lumpur yang terdapat di *mud pit* akan dipompa oleh *mud pump* dan melewati berbagai peralatan pada sistem sirkulasi untuk kemudian kembali lagi ke *mud pit*.

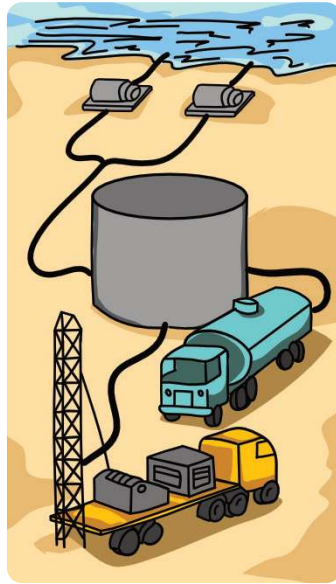


Gambar 5.12 Pembuatan Kolam Cadangan (*Mud Pit*)



d. Persiapan Sumber Air

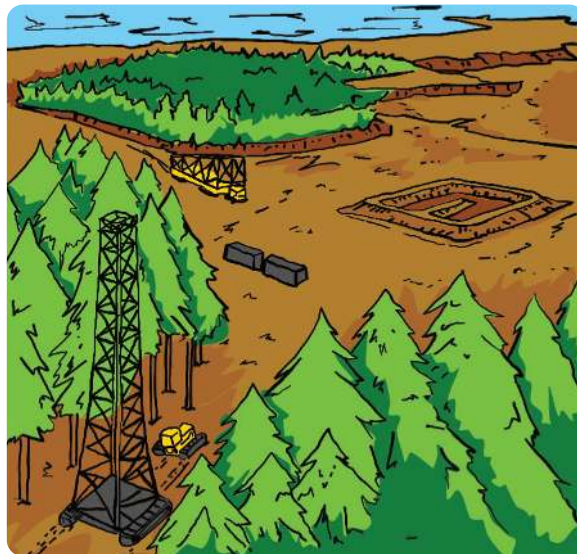
Tersedianya sumber mata air sangat penting dalam pengeboran karena pembuatan lumpur tergantung dari air yang tersedia.



Gambar 5.13 Persiapan Sumber Air

e. Pengiriman Peralatan

Setelah seluruh segi teknis sebelumnya sudah terpenuhi maka peralatan akan dikirim ke lokasi.



Gambar 5.14 Pengiriman Peralatan



f. Penyusunan Peralatan *Sub-structure*

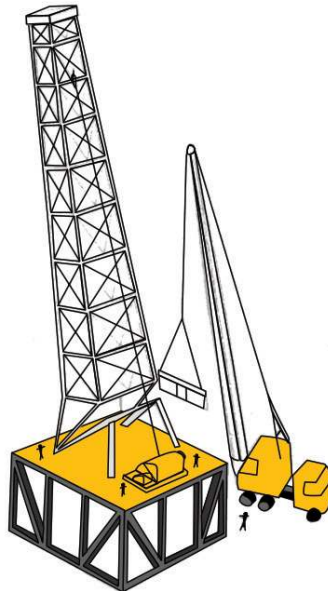
Sub-structure ini merupakan pondasi yang sangat kuat tempat berdirinya mast atau derrick dan tempat meletakkan *drawwork*. di tempat ini para pekerja lantai pengeboran (operator lantai bor) melakukan aktivitasnya.



Gambar 5.15 Penyusunan Peralatan *Sub-structure*

g. Pendirian *Derrick* atau Menara Pengeboran

Menara pengeboran yang telah tersusun, didirikan dengan memperhatikan faktor keselamatan

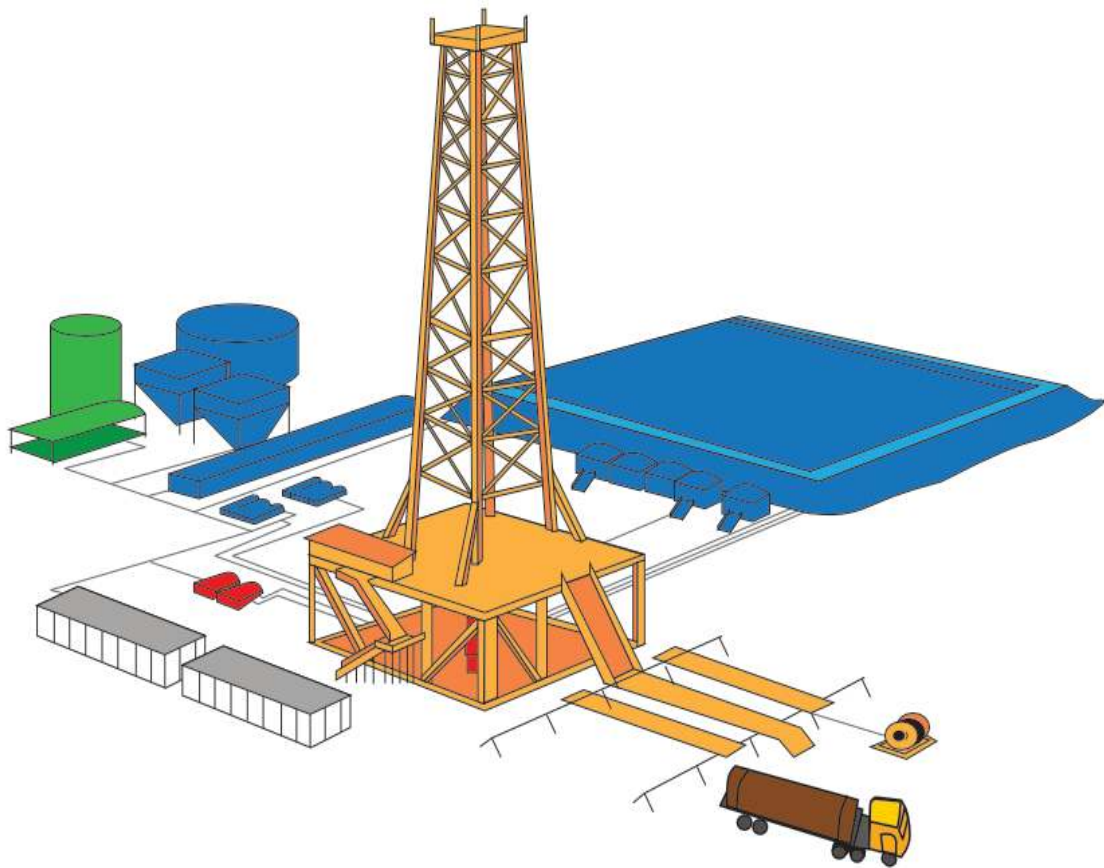


Gambar 5.16 Pendirian *Derrick* atau Menara Pengeboran



h. Penyusunan Peralatan Utama dan Penunjang

Peralatan utama disusun terdiri dari sistem tenaga, sistem angkat, sistem putar, sistem sirkulasi, sistem pencegah semburan liar, derrick atau mast, sub struktur, alat pemancingan, peralatan penanganan pipa dan mata bor.

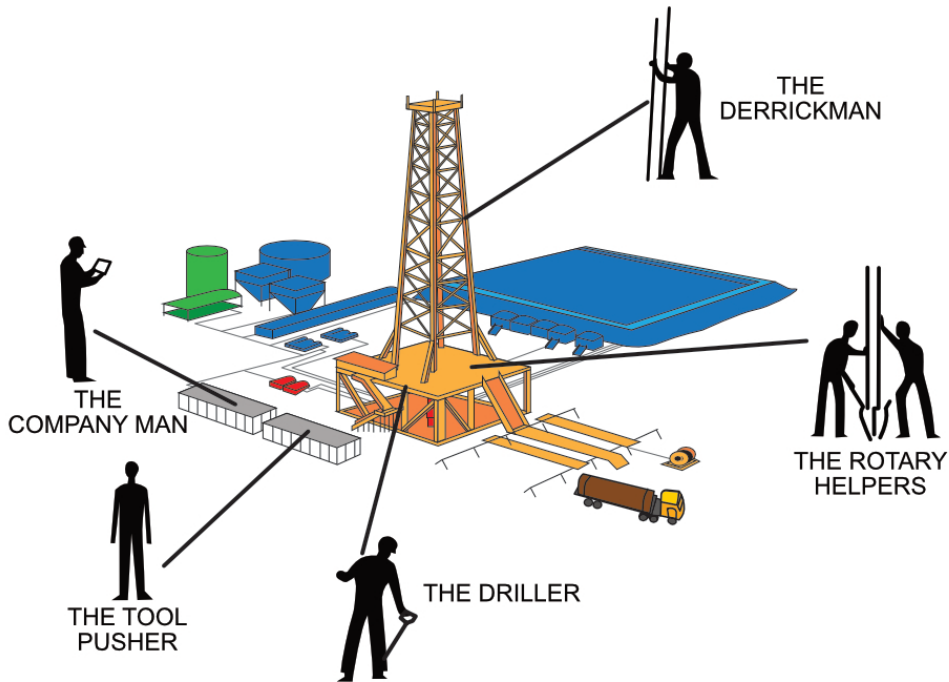


Gambar 5.17 Penyusunan Peralatan Utama dan Penunjang



i. Personal Pengeboran dan *Personal Service Company*

Apabila semua komponen alat sudah berada di lokasi dan disusun sesuai dengan fungsinya maka para pekerja akan menempati posisi sesuai tugas dan kompetensi masing-masing.



Gambar 5.18 Personal Pengeboran dan *Personal Service Company*

Setelah semua kru dan peralatan sudah berada di lokasi maka pengeboran eksplorasi siap dimulai dengan data interpretasi gambar dari survei seismik dan sesuai dengan titik yang diduga mengandung cadangan. Perlu diketahui bahwa meski data seismik akurat, tetapi belum tentu dalam kenyataannya ditemukan cadangan migas.

Pengeboran adalah tahap yang paling penting dalam kegiatan eksplorasi dan produksi migas. Untuk satu titik pengeboran diperlukan waktu 1—4 bulan. Makin dalam lapisan yang dilakukan pengeboran maka tinggi biaya yang diperlukan. Risiko terburuk dari kegiatan pengeboran adalah *dry hole* atau tidak ditemukan cadangan migas.



Meskipun menggunakan teknologi canggih dan risiko tinggi, tidak ada jaminan proses eksplorasi migas pasti berhasil. Itulah sebabnya proses ini memerlukan modal sangat besar dan tenaga ahli berpengalaman. Namun, bila migas berhasil ditemukan maka keuntungannya bisa puluhan, bahkan ratusan kali lipat dari modal. Sementara itu, untuk memproduksi migas dari cebakan prospek, dilakukan pengembangan di lapangan dengan mengebor banyak sumur produksi dalam waktu tertentu, misalnya kontrak 25 tahun.

Tidak semua sumur pengembangan mengandung migas. Cadangan per sumur adalah fungsi dari produksi awal, produksi pada *economic limit* (yakni biaya produksi sama dengan pendapatan) dan waktu produksi. Dari sumur yang dibor dapat diperkirakan biaya sumur dan biaya bukan sumur (peralatan-peralatan produksi, infrastruktur pendukung, transportasi migas dan biaya pengelolaan) untuk pengembangan lapangan tersebut.

Aktivitas 5.2

Dari informasi terdahulu kalian sudah mendapatkan tambahan pengetahuan bahwa pencarian minyak tidak selalu membuahkan hasil seperti yang diinginkan. Diskusikan dengan teman-temanmu hal yang akan dialami oleh perusahaan apabila hasil pencarian minyak tersebut tidak berhasil!

Uji Kompetensi

Kerjakan soal berikut dengan benar!

1. Tahapan dalam kegiatan eksplorasi migas berupa aktivitas pemetaan, foto udara dan pengambilan sampel pada lokasi yang diperkirakan terdapat cadangan migas disebut tahap ...
2. Dalam tahap eksplorasi, perusahaan melakukan aktivitas survei untuk memperoleh gambaran/interpretasi bawah permukaan (*subsurface interpretation*) dengan menggunakan pantulan gelombang getaran atau ledakan. Kegiatan tersebut merupakan salah satu tahapan aktivitas ...



3. Peralatan yang ditunjukkan oleh Gambar 1 adalah



4. Apakah yang dimaksud dengan batuan induk?
5. Bagaimanakah sifat-sifat batuan reservoir?
6. Apakah fungsi batuan perangkap?
7. Apakah yang dimaksud dengan pengeboran deliniasi?
8. Bagaimanakah prinsip kerja dari pekerjaan geoseismik?
9. Jelaskanlah apa itu peta topografi!
10. Jelaskanlah apa itu peta kontur!



Pengayaan

Carilah informasi dari berbagai sumber belajar mengenai eksplorasi minyak dan gas!

Bahan bacaan dapat dipelajari dengan mengklik tautan atau memindai kode QR berikut ini.



<http://ringkas.kemdikbud.go.id/SMKPerminyakanX>

1

2

<http://ringkas.kemdikbud.go.id/SMKPerminyakan2>





<http://ringkas.kemdikbud.go.id/SMKPerminyakan3>

3



Refleksi

Lembar Refleksi

Manakah topik yang menurut kamu sulit dan mudah dipahami?

No.	Topik
1.	Peta Geologi
2.	Penyelidikan Geofisika
3.	Survei Gravitasi
4.	Pemilihan Daerah Eksplorasi
5.	Kegiatan Seismik
6.	Evaluasi Data dan Survei Detail
7.	Perencanaan Pengeboran Eksplorasi
8.	Pelaksanaan Pengeboran Eksplorasi



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2023

Dasar-Dasar Teknik Perminyakan
untuk SMK/MAK Kelas X

Penulis : Dani Yudanto, Eka Mulya Ade
ISBN : 978-623-194-480-1 (no.jil.lengkap PDF)
978-623-194-481-8 (jil.1 PDF)

I Bab 6

Tahap Pengeboran Minyak dan Gas Bumi



Tahukah kalian bagaimana memulai sebuah kegiatan pengeboran?





Pendahuluan

Seperti yang sudah kalian pelajari di bab sebelumnya, pekerjaan di industri perminyakan di seluruh dunia dapat dipastikan akan memiliki sifat yang sama, yaitu berisiko tinggi, berbiaya tinggi, serta mensyaratkan teknologi yang sangat maju. Untuk menangani industri ini, diperlukan tenaga-tenaga dengan keahlian, keterampilan, dan pengetahuan yang tinggi, terutama dalam hal keselamatan dalam bekerja menangani peralatan yang sangat besar dan berbahaya. Untuk mencapai lokasi pengeboran, peralatan tersebut harus dipindahkan ke lokasi-lokasi tertentu yang tidak selalu mudah dijangkau. Setelah sampai di lokasi pun pekerjaan belum selesai. Peralatan tersebut akan diposisikan siap untuk melakukan pengeboran serta perlu merangkai peralatan-peralatan utama serta pendukungnya. Aktivitas operasi pengeboran dimulai dari kegiatan sebelum operasi pengeboran, *rigging up*, *rigging down*, hingga pemasangan peralatan.



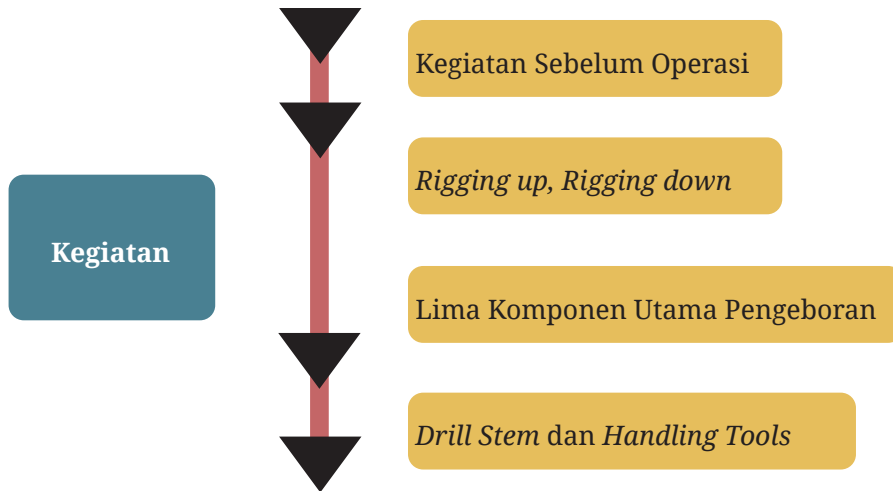
Tujuan Pembelajaran

Tujuan Pembelajaran	Indikator Pencapaian Tujuan Pembelajaran
1. Memahami kegiatan sebelum operasi pengeboran.	1.1 Menjelaskan kegiatan sebelum operasi pengeboran.
2. Memahami penerapan <i>rigging up</i> , <i>rigging down</i> .	2.1 Menerapkan <i>rigging up</i> , <i>rigging down</i> .
3. Memahami lima komponen utama dalam pengeboran.	3.1 Menjelaskan lima komponen utama dalam pengeboran.
4. Memahami peralatan <i>drill stem</i> dan <i>handling tools</i> .	4.1 Menjelaskan peralatan <i>drill stem</i> dan <i>handling tools</i> .
5. Memahami peralatan pipa pengeboran.	5.1 Menjelaskan peralatan pipa pengeboran.





Peta Konsep



Kata Kunci

pengeboran, *rigging up*, *rigging down*



Apersepsi

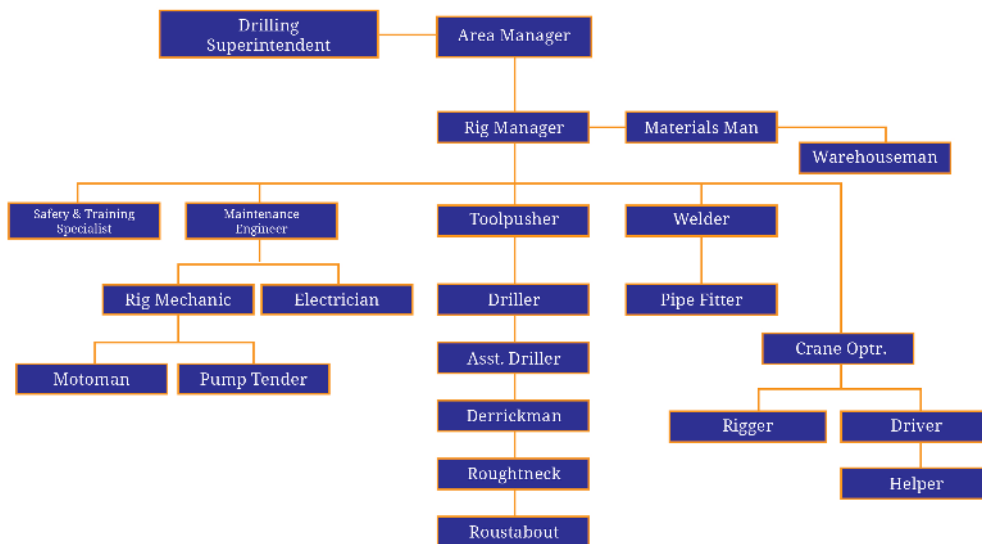
Tahukah kalian bahwa biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk mengoperasikan peralatan pengeboran ini sangat besar? Perusahaan mengeluarkan biaya untuk sewa rig, upah para karyawan, pembelian bahan, dan biaya lain. Keterlambatan pengerjaan dari jadwal semula juga berarti akan menambah biaya pembuatan sumur pengeboran. Untuk memastikan operasi pengeboran berjalan sesuai jadwal dan tidak terjadi hal-hal yang tidak diinginkan, perusahaan tentu akan mempekerjakan orang-orang yang kompeten di bidangnya. Jika kalian berminat untuk terjun di bidang yang menjanjikan upah tinggi ini, kalian wajib memiliki kompetensi yang diakui oleh lembaga sertifikasi profesi yang secara rutin menguji hasil dari pelatihan-pelatihan yang



diselenggarakan oleh lembaga yang disebut dengan *provider*. Pelatihan dilakukan untuk menjamin bahwa calon pekerja memiliki kompetensi yang tinggi sehingga mampu bekerja secara aman dan efisien tanpa menimbulkan kecelakaan yang tentu sangat merugikan pekerja, perusahaan, dan masyarakat sekitar.

Untuk menjamin keberhasilan suatu proyek pengeboran, tentu diperlukan banyak tenaga yang memiliki keahlian khusus yang perlu dilibatkan untuk menangani kegiatan pengeboran. Banyak perusahaan yang akan berperan menyumbangkan keahliannya dengan jumlah pegawai rata-rata 2-3 orang pekerja setiap perusahaan. Struktur organisasi dalam sebuah proyek pengeboran adalah sebagai berikut.

Line Organization of the Rig Crew



Gambar 6.1 Bagan Struktur Organisasi Sebuah Proyek Pengeboran



Selanjutnya kalian akan belajar tentang apa yang dimaksud dengan pengeboran, apa saja jenis pengeboran, apa saja yang perlu dipersiapkan sebelum melakukan pengeboran, bagaimana pemasangan peralatan pengeboran, serta sistem peralatan apa saja yang dibutuhkan.

A. Pengertian Operasi Pengeboran

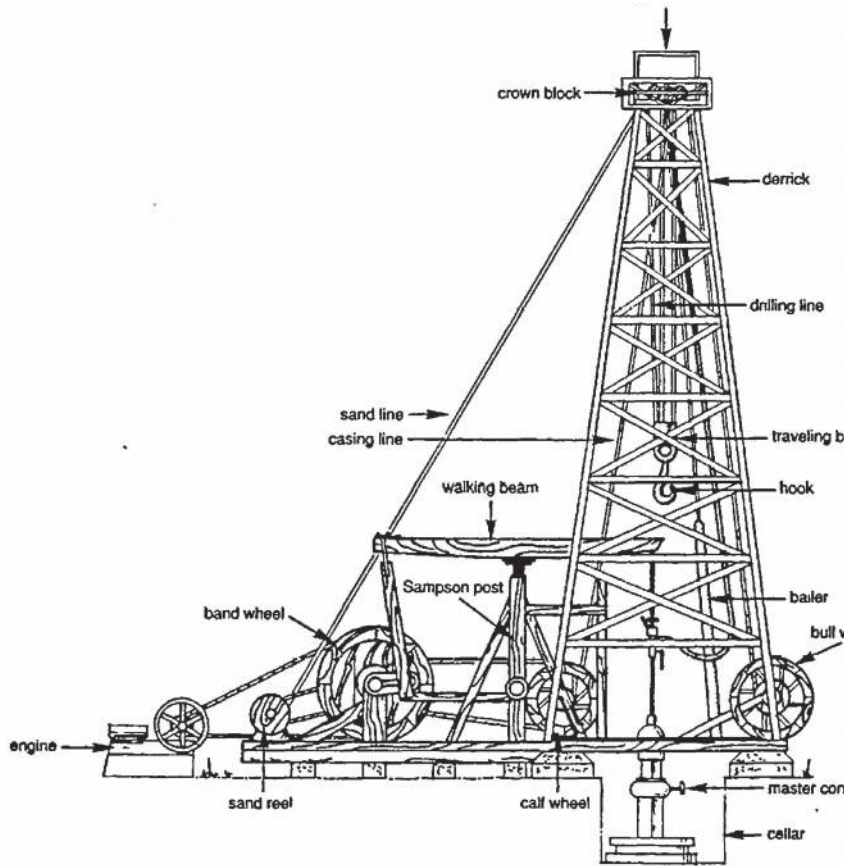
Tahukah kalian, apakah yang dimaksud dengan pengeboran? Pengeboran adalah menembus lapisan yang diperkirakan mengandung sejumlah minyak dan atau gas dengan cara membuat lubang dengan peralatan yang dinamakan mata bor secara aman. Selanjutnya adalah melekatkan pipa selubung dengan cara disemen pada bagian luar sebuah rangkaian pipa yang akan menyelubungi lubang pengeboran yang dinamakan pipa *casing* sehingga *casing* akan melekat dengan kuat untuk melindungi lubang bor yang telah dibuat. Kalian tentu berpikir bahwa pekerjaan ini mirip dengan pembuatan sumur air, tetapi dengan resiko yang jauh lebih besar karena sumur minyak lebih dalam dan lebih berbahaya. Fluida yang diinginkan melalui pengeboran ini sangat mudah terbakar atau membahayakan nyawa manusia karena mengandung gas-gas yang berbahaya.

Dengan kata lain, tujuan membuat lubang bor adalah untuk membuat lubang dengan maksud untuk membuktikan apakah terdapat minyak atau gas dalam suatu reservoir minyak di dalam perut bumi. Ada dua metode atau cara membuat lubang bor, yaitu (1) *cable tool drilling* (bor tumbuk); dan (2) *rotary drilling* (bor putar).

1. Cable Tool Drilling (Bor tumbuk)

Cara kerja bor tumbuk adalah membuat lubang bor dengan menumbuk-numbukkan mata bor untuk menembus lapisan tanah. Mata bor tersebut terbuat dari semacam pipa *casing* berbentuk lonjong dan diikat pada *cable* yang ujungnya dibuat bergigi yang kuat untuk memecah dan menghancurkan batuan, pecahan batuan atau yang disebut *cutting* masuk ke dalam perangkat atau trap berupa silinder, kemudian dibawa ke permukaan untuk dibuang.





Gambar 6.2 Cable Tool Drilling Rig

Sumber: Penn Well Corporation/Hyne (2001)

2. Rotary Drilling (Bor Putar)

Rotary drilling dilakukan dengan tujuan membuat lubang sumur dengan memutar seluruh rangkaian bor dari permukaan sampai ke ujung mata bor agar lapisan batuan mudah dihancurkan. Metode pengeboran putar mulai diperkenalkan pada tahun 1903 di lapangan minyak Spindel Top, negara bagian Pennsylvania, Texas, Amerika Serikat. Ada lima sistem utama yang sangat penting pada *rotary drilling* yang akan mendukung untuk dapat terlaksananya proses pengeboran, yaitu (a) *power system* (sistem tenaga); (b) *hoisting system* (sistem pengangkat); (c) *rotating system* (sistem putar); (d) *circulating system* (sistem sirkulasi); dan (e) *blow out preventer system* (sistem pencegahan semburan liar)



Aktivitas 6.1

Coba diskusikan dengan teman-temanmu kegiatan atau proyek apa sajakah yang memerlukan pengeboran tanah dan apa yang mereka inginkan dari hasil pengeboran tersebut!

B. Kegiatan-Kegiatan Sebelum Operasi Pengeboran

Setelah dilakukan survei oleh ahli geologi—terdiri atas survei seismik, survei geologi permukaan, dan survei geologi bawah permukaan, selanjutnya dapat diketahui bahwa terdapat suatu perangkap di bawah permukaan. Isi perangkap belum dapat diketahui sebelum dilakukan pengeboran untuk membuktikan isi perangkap. Untuk memastikan suatu lokasi siap menjadi lahan yang memungkinkan terlaksananya operasi pengeboran, perlu dilakukan persiapan terlebih dahulu. Seperti kalian ketahui, peralatan pengeboran sangatlah besar dan berat sehingga diperlukan alat transportasi berupa kendaraan berat dan ruang (*space*) yang cukup untuk bermanuver menuju titik lokasi pengeboran akan dilakukan. Kegiatan-kegiatan yang perlu dilaksanakan adalah mengurus perizinan, menyiapkan lokasi, pembuatan jalan ke lokasi, mendapatkan sumber air beserta penampungannya, mempersiapkan peralatan pengeboran, persiapan alat transportasi peralatan menuju lokasi, dan mendirikan menara.

1. Mempersiapkan Jalan Menuju Lokasi Pengeboran

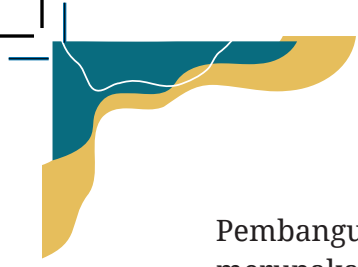
Memindahkan peralatan pengeboran ke lokasi pengeboran bukanlah hal yang mudah dilakukan karena membutuhkan jalan yang perlu disurvei dan dipersiapkan dengan memperhatikan berbagai hal, seperti kebutuhan lahan, peralatan, dan personel. Jalan yang akan dilalui harus dipastikan mengenai jarak paling pendek, tingkat kekerasan dan lebar jalan, kepadatan arus lalu lintas jalan, lebar dan kekuatan jembatan.

Keselamatan selama transportasi dan persiapan jalan ini wajib diperhatikan mengingat besar dan beratnya peralatan-peralatan pengeboran yang akan diangkut melintasi jalan tersebut.

2. Mempersiapkan Lahan/Lokasi Pengeboran

Aspek yang paling penting untuk diingat saat melakukan operasi pengeboran di darat adalah persiapan lokasi untuk pengeboran.





Pembangunan kolam penyimpanan dan ruang bawah tanah (*cellar*) merupakan bagian dari persiapan lokasi untuk operasi pengeboran tanah. Karena tidak banyak ruang, harus dipikirkan ukuran platform yang digunakan saat pengeboran dilakukan di laut dan dimanfaatkan sebaik mungkin.

3. Mempersiapkan Sumber Penampungan Air

Lumpur pengeboran, bubur semen, dan penggunaan sehari-hari semuanya sangat bergantung pada air. Oleh karena itu, pertama-tama perlu dilakukan penyelidikan sumber air terdekat atau di sekitar lokasi pengeboran. Sungai, danau, dan rawa merupakan sumber air yang potensial. Jika sumber air permukaan tidak cukup, diperlukan pengeboran air tanah. Jika tidak ada sumber air di lokasi, diperlukan truk tangki untuk membawa air ke lokasi pengeboran. Pasokan air biasanya disimpan dalam tangki besar di dekat lokasi pengeboran setelah persiapan sumber air dan pemasangan saluran air dan pompa.

4. Mempersiapkan Bahan dan Peralatan Pengeboran

Peralatan pengeboran harus disiapkan sesuai dengan target yang akan dibor. Perlu persiapan peralatan pengeboran untuk menangani potensi masalah. Peralatan yang disiapkan dapat direncanakan berdasarkan kedalaman target, serta ukuran dan kapasitas menara dapat direncanakan. Mengingat besarnya tekanan yang akan dihadapi, *blow out preventer* yang tepat juga perlu dipersiapkan. Selain peralatan pengeboran, bahan dan material yang akan digunakan dalam operasi pengeboran juga harus disiapkan, seperti bahan lumpur pengeboran dan penyemenan.

5. Mempersiapkan Alat Transportasi

Bergantung pada lokasi pengeboran, peralatan pengeboran dapat diangkut melalui darat, air, atau udara. Pemindahan peralatan ini disebut dengan *moving*. Tingkat kemudahan dan biaya, keselamatan pekerja, peralatan, dan keselamatan lingkungan semuanya harus dipertimbangkan saat mengangkut barang. Urutan pengangkutan peralatan pengeboran juga harus dipertimbangkan dalam transportasi.

Barang atau peralatan yang akan dipasang terlebih dahulu dikirim lebih awal untuk menghindari penumpukan karena keterbatasan ruang di lokasi. Hal ini dimaksudkan untuk mencegah penumpukan peralatan di lokasi.



Ada tiga jalur transportasi yang dapat digunakan untuk pengiriman peralatan ke lokasi. *Pertama*, transportasi melalui jalur darat. Trailer biasanya digunakan ketika pengiriman peralatan melalui darat. *Kedua*, transportasi melalui jalur air. Kapal khusus biasa digunakan sebagai sarana pemindahan apabila lokasi rig pengeboran berada di daerah berawa atau dapat dilalui dengan transportasi air. Penggunaan kapal penarik *towing ship* untuk menarik *barge* yang dimuati rig yang terangkai secara utuh.



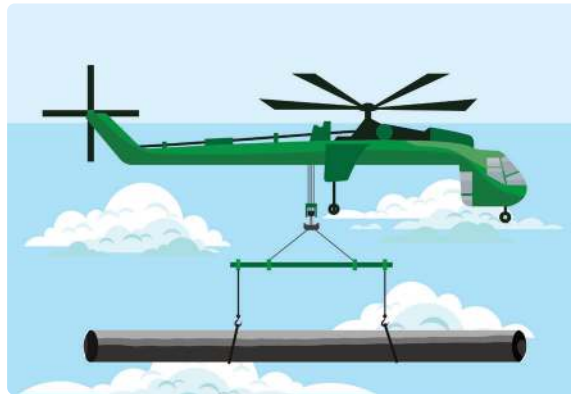
Gambar 6.3 Transportasi Jalur Darat
Sumber: PPSDM Migas Cepu/Susilo (2012)



Gambar 6.4 Transportasi Jalur Perairan
PPSDM Migas Cepu/Susilo (2012)



Ketiga, transportasi melalui jalur udara. Peralatan dapat dikirim melalui udara jika tidak praktis atau kondisi geografis tidak memungkinkan untuk mengirimkannya melalui darat dan air. Di lokasi, lahan yang cukup untuk landasan harus disiapkan jika pesawat terbang digunakan, tetapi helikopter dapat digunakan jika *runway* tidak dapat dibuat.



Gambar 6.5 Transportasi Melalui Jalur Udara

6. Proses Mendirikan Menara Pengeboran (*Rig Up*)

Rig up adalah proses memasang menara dan peralatan pengeboran di tempat. Setelah pembuatan *cellar* selesai, langkah pertama dalam *rigging* adalah mulai memasang substruktur. Penggerak utama, *drawwork*, dan dasar rig semuanya dipasang terlebih dahulu ke pemasangan substruktur. Setelah *drilling line* dipasang dan salah satu ujungnya terhubung ke *drawwork*, lanjutkan ke pemasangan alat *overhead*. *Derrick* dapat berdiri lebih mudah dengan ini. Gambar berikut memberikan representasi visual dari tahapan sebelumnya.



Gambar 6.6 Perangkaian *Sub-structure*

Sumber: PPSDM Migas Cepu/Susilo (2012)





Gambar 6.7 Bagian Dasar Menara Diangkat ke Lantai Rig
Sumber: PPSDM Migas Cepu/Susilo (2012)



Gambar 6.8 Menegakkan Menara
Sumber: Yudanto (2017)





Gambar 6.9 Peralatan Dipindahkan ke Posisinya
Sumber: PPSDM Migas Cepu/Susilo (2012)



Gambar 6.10 Pekerjaan Penyelesaian Akhir
Sumber: PPSDM Migas Cepu/Susilo (2012)



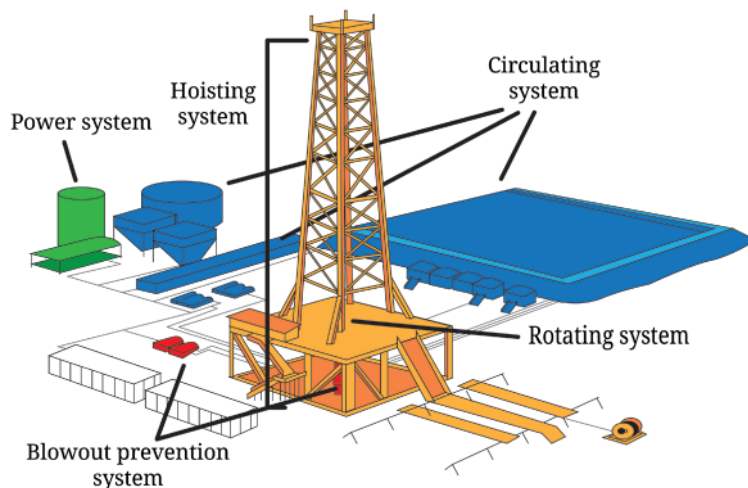
Aktivitas 6.2

Buatlah tabel seperti berikut di buku catatan, kemudian isilah dengan jawaban yang tepat, diskusikan bersama dengan temanmu!

1. Persiapan lokasi pengeboran	a. b. c. d. e. f.
2. 5 sistem dalam pengeboran	a. b. c. d. e.

C. Sistem Peralatan Bor Putar

Seperti yang telah kalian pelajari, peralatan pengeboran dapat dikelompokkan menjadi lima kelompok besar yang disebut dengan lima sistem dalam pengeboran, yaitu (1) sistem angkat, (2) sistem putar, (3) sistem sirkulasi, (4) sistem tenaga, dan (5) sistem pencegah semburan liar.



Gambar 6.11 Peralatan Utama Rig Pengeboran



1. Sistem Angkat

Sistem pengangkat (*hoisting system*) berfungsi untuk memberikan ruang kerja yang cukup untuk menaikkan dan penurunan rangkaian pipa bor dan peralatan lain. Sistem pengangkat terdiri atas dua bagian utama, yaitu (a) *supporting structure*, dan (b) *hoisting equipment*.

a. *Supporting Structure*

Operasi pengeboran membutuhkan ruang yang cukup dan penyangga peralatan-peralatan pengeboran yang terpasang di atasnya. Untuk keperluan itu, harus disediakan *supporting structure* yang terdiri atas *drilling tower* (*derrick* atau *mast*), *sub-structure*, dan *rig floor*. Berikut ini tiga jenis *drilling tower* atau biasa disebut menara pengeboran.

- 1) *Conventional/standard derrick*. Menara ini tidak dapat didirikan dalam satu unit, akan tetapi disambung bagian demi bagian.
- 2) *Portable skid*. Menara ini didirikan dengan merangkai bagian demi bagian dengan las atau sekrup. Tipe ini dapat juga didirikan dengan cara ditahan oleh *telescoping* dan diperkuat oleh tali-tali yang ditambatkan secara tersebar.
- 3) *Mobile/trailer mounted type mast*. Tipe *mast* tercantum dalam standar API 4D.



Gambar 6.12 Menara Bor
Sumber: Yudanto (2017)

b. Hoisting Equipment?

Peralatan pengangkatan terdiri atas (1) *drawwork*, (2) *overhead tools*, dan (3) *drilling line*.

- 1) *Drawwork* merupakan alat yang digunakan seorang *driller* melakukan dan mengatur operasi pengeboran. *Drawwork* juga merupakan tempat gulungan *drilling line*.



Gambar 6.13 *Drawwork*
Sumber Winarto (2022)

- 2) *Overhead tools* merupakan rangkaian sekumpulan peralatan yang terdiri atas *crown block*, *traveling block*, *hook*, dan elevator.
- 3) *Drilling line* terdiri atas *dead line*, *fast line*, *drilling line*, *supply*, dan *dead line anchor*. *Drilling line* digunakan untuk menahan (menarik) beban pada *hook*.



Gambar 6.14 *Drilling Line*
Sumber : Priyadi (2023)



Aktivitas 6.3

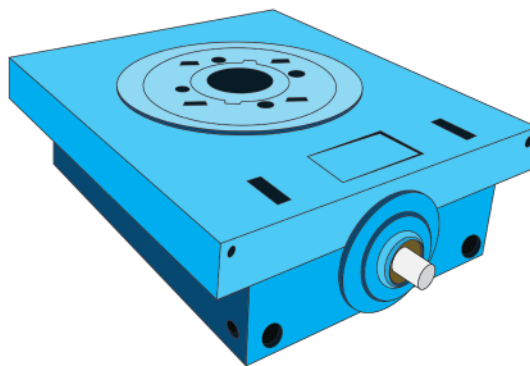
Buatlah tabel seperti berikut di buku catatan, kemudian isilah dengan jawaban yang tepat, diskusikan bersama dengan temanmu!

<p>1. Nama-nama peralatan <i>hoisting system</i></p>	<p>a.</p> <p>b.</p> <p>c.</p> <p>d.</p> <p>e.</p> <p>f.</p> <p>g.</p>
<p>2. Kegunaan-kegunaan peralatan- peralatan <i>hoisting system</i></p>	<p>a.</p> <p>b.</p> <p>c.</p> <p>d.</p>

2. Sistem Putar

Sistem ini berfungsi untuk memutar seluruh rangkaian pipa bor dan memberikan beban di atas pahat (WOB) untuk mengebor suatu formasi. *Rotating equipment* terdiri atas meja putar (*rotary table*), *master bushing*, *kelly bushing*, *kelly*, *swivel*, *drill pipe*, dan *drill collar*.

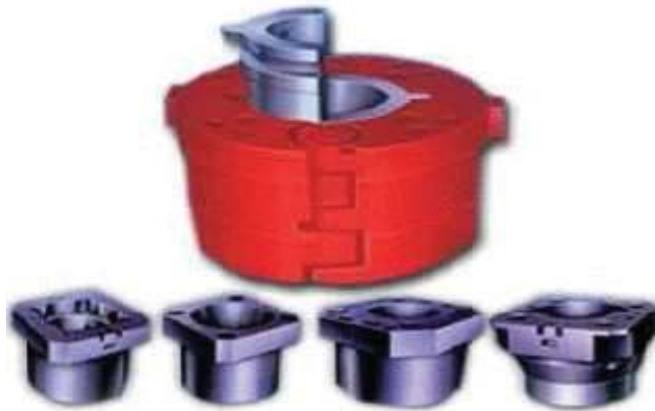
- a. **Rotary table (meja putar)** dipasang di atas lantai bor yang di dalamnya terdapat *master bushing*. Gambaran *rotary table*, *master bushing*, *kelly bushing* dan *kelly* dapat dilihat pada Gambar 6.15.



Gambar 6.15 Rotary Table



Rotary table dipasang pada lantai bor tegak lurus dengan *traveling block*. Di bagian tengah *rotary table* terdapat lubang untuk meletakkan *master bushing* di dalamnya.



Gambar 6.16 *Master Bushing dan Bowl*
Sumber: Pamungkas (2004)

Pada saat kelly dilepas *rotary slip* akan menggantungkan rangkaian pengeboran pada *rotary table*, untuk menambahkan drill pipe baru dan pada saat mencabut rangkaian pipa bor dari lubang.



Gambar 6.17 *Rotary Slip*
Sumber : Priyadi (2023)

Pada saat digunakan untuk menahan *drill collar*, *rotary slip* harus ditambahkan bantuan dengan *safety clamp* di bawahnya.





Gambar 6.18 Safety Clamp
Sumber: Yudanto (2009)

Rangkaian pipa bor terdiri atas *swivel* dan *kelly*. *Swivel* digunakan sebagai penghubung antara *rotary hose* (pipa karet) dengan *kelly* sehingga memungkinkan lumpur bor untuk bersirkulasi tanpa mengalami kebocoran. *Kelly* merupakan rangkaian pipa bor yang berbentuk segitiga, segi enam, dan segi empat.



Gambar 6.19 Swivel
Sumber: Winarto (2023)



- b. *Drill pipe* merupakan sebuah rangkaian paling panjang dari keseluruhan *drill string* yang digunakan untuk menjangkau dasar sumur.



Gambar 6.20 *Drill Pipe*
Sumber: Yudanto (2020)

- c. *Drill collar* memiliki dinding yang lebih tebal daripada *drill pipe* sehingga akan lebih berat daripada drill pipe. Penempatan *drill collar* adalah pada bagian paling bawah di atas mata bor.



Gambar 6.21 *Drill Collar*
Sumber: Priyadi (2023)



- d. *Bit (mata bor)* merupakan bagian paling ujung dari seluruh rangkaian pipa bor yang langsung bersentuhan dengan formasi, fungsinya untuk menghancurkan dan menembus batuan formasi. Terdapat tiga jenis mata bor, yaitu (1) *drag bit*, (2) *roller cone (rock bit)*, dan (3) *diamond bit*.



Gambar 6.22 Drag Bit, Roller Cone Bit, dan Diamond Bit

Sumber: PPSDM Migas Cepu/Susilo (2012)

Aktivitas 6.4

Buatlah tabel di buku catatan kalian seperti berikut, kemudian isilah dengan jawaban yang tepat!

1. Nama-nama peralatan <i>hoisting system</i>	a. b. c.
2. Kegunaan-kegunaan peralatan- peralatan <i>hoisting system</i>	a. b. c.

3. Sistem Sirkulasi

Terpikirkankah oleh kalian, bagaimana para pekerja pengeboran membuang kotoran pengeboran dari lubang bor? Lubang pengeboran ini menembus jauh ke dalam perut bumi sehingga untuk membuang kotoran ini diperlukan suatu rangkaian peralatan yang disebut sistem sirkulasi. Sistem ini seperti peredaran darah dalam tubuh kita yang berpusat pada jantung dengan cara memompa darah bersih beredar ke seluruh tubuh kemudian kembali lagi sebagai darah kotor yang harus dibersihkan. Arti kata ‘sirkulasi’ adalah peredaran, perputaran, artinya



cairan yang disirkulasi akan kembali lagi ke tempat semula secara berulang terus-menerus tanpa gangguan. Pada proyek pengeboran, pembersihan kotoran pengeboran atau sering disebut dengan *cutting* ini dilakukan oleh cairan yang disebut lumpur pengeboran yang dialirkan oleh sebuah sistem sirkulasi.

Sistem sirkulasi tersusun oleh empat komponen utama, yaitu (a) lumpur pengeboran, (b) area persiapan (*preparation area*), (c) peralatan sirkulasi, dan (d) *solid control equipment*.

a. Lumpur Pengeboran

Dalam operasi pengeboran lumpur mempunyai peran sangat penting, yaitu

- mengangkat *cutting* ke permukaan;
- mengontrol tekanan formasi;
- mendinginkan dan melumasi *bit* dan *drill string*;
- memberi lapisan tipis pada lubang bor dengan *mud cake*;
- menahan *cutting* saat sirkulasi dihentikan;
- mengurangi sebagian berat rangkaian pipa bor;
- melepas *cutting* di permukaan;
- mendapatkan informasi (*mud logging, sample log*); dan
- sebagai media *logging*.

b. Preparation Area

Preparation area ditempatkan di dekat pompa lumpur, yaitu pada awal dimulainya sirkulasi lumpur. Bagian ini terdiri atas peralatan-peralatan yang memberikan fasilitas untuk persiapan atau pemeliharaan (*treatment*) lumpur bor setelah keluar dari lubang bor dengan membawa kontaminan. Tempat persiapan ini meliputi *mud house, steel mud pits/tanks, mixing hopper, chemical mixing barrel, bulk mud storage bins, water tanks, dan reserve pit*.

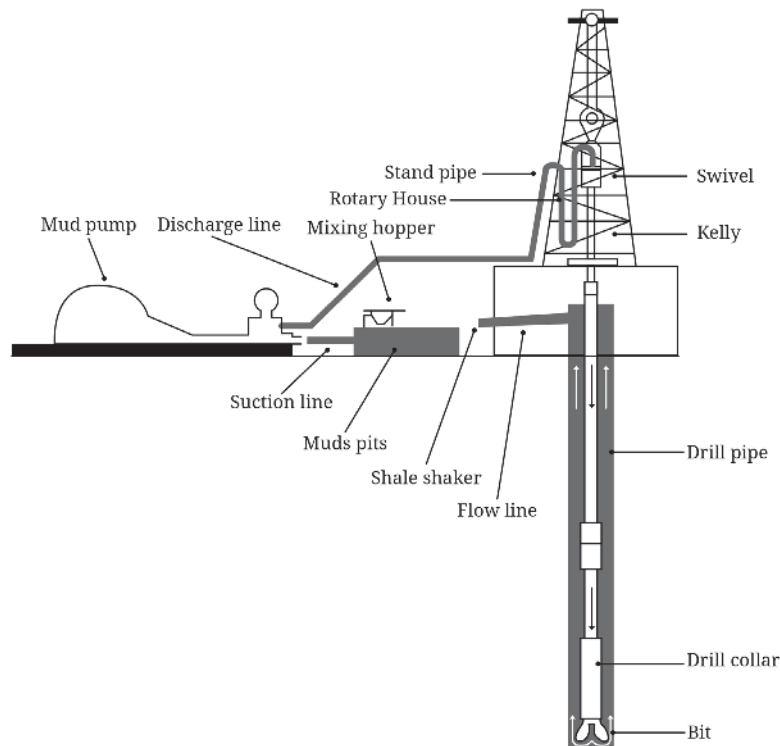
c. Peralatan Sirkulasi

Peralatan sirkulasi ini berfungsi mengalirkan lumpur pengeboran dari *mud tank* menuju ke dalam sumur pengeboran melewati *drill pipe* dan kembali ke permukaan dengan melewati *annulus* membawa serbuk bor ke *solid control equipment*, dan kembali ke *mud tank* untuk disirkulasikan ke dalam sumur kembali. Peralatan ini terdiri atas *mud pit, mud pump, pump discharge and return line, stand pipe, dan rotary hose*.



d. Solid Control Equipment

Solid control equipment ditempatkan di dekat rig. Peralatan pada *conditioning area* terdiri atas *settling tanks*, *reserve pits*, *mud gas separator*, *shale shaker*, *degasser*, *desander*, *desilter*, dan *mud cleaner*. Fungsi utama dari peralatan *conditioning area* ini adalah untuk membersihkan lumpur dari *cutting* dan gas yang terikut. Cara untuk memisahkan *cutting* dan gas menggunakan dua cara, yaitu (1) menggunakan cara gravitasi, dan (2) menggunakan cara mekanik.



Gambar 6.23 Sistem Sirkulasi

4. Sistem Tenaga

Peralatan catu daya yang diproduksi oleh mesin-mesin besar dan peralatan distribusi yang mentransmisikan energi yang diperlukan untuk mendukung aktivitas pengeboran membentuk sistem tenaga atau penggerak utama dalam operasi pengeboran. Jumlah daya yang dihasilkan biasanya berkisar antara 500–5.000 HP. Dua atau tiga mesin diperlukan untuk operasi pengeboran. Sebaliknya, pengeboran yang lebih dalam membutuhkan lebih banyak tenaga sehingga penggerak



utama yang dibutuhkan dapat mencapai empat unit. Sebagai sistem penggerak, penggerak utama harus dapat mendukung pengangkatan, pemutaran, pemompaan, dan penerangan. Oleh karena itu, perencanaan dan pemilihan tipe dan jenis yang akan digunakan harus memperhatikan hal tersebut.

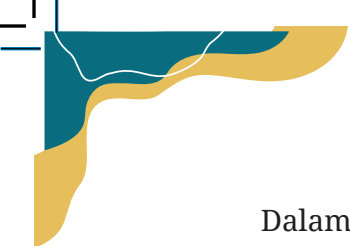


Gambar 6.24 Prime Mover
Sumber: Yudanto (2014)

5. Sistem Pencegah Semburan Liar

Pernahkan kalian mendengar, membaca, atau melihat berita tentang peristiwa kecelakaan ketika pekerja pengeboran melakukan aktivitasnya? Peristiwa kecelakaan selama pengeboran ini dapat dipastikan akan menjadi berita yang menghiasi media selama berhari-hari dan akan tersebar luas ke seluruh negeri, bahkan luar negeri. Kengerian peristiwa kecelakaan ini dapat ditampilkan berupa sebuah kebakaran yang hebat atau semburan yang sangat dahsyat yang dapat menenggelamkan beberapa desa, bahkan sebuah kabupaten. Kecelakaan terbesar dalam sebuah proyek pengeboran biasa disebut dengan *blow out* atau semburan liar. Semburan ini tidak jarang akan memicu terjadinya kebakaran yang menhanguskan sebuah rig pengeboran.





Dalam operasi pengeboran, *blow out* adalah halangan yang mengakibatkan kerugian terbesar. Fluida formasi yang mengalir keluar dari sumur secara tidak terkendali ini disebut *blow out*. *Blow out* didahului dengan masuknya fluida formasi ke dalam lubang bor. Ledakan liar dapat terjadi jika tendangan sumur tidak dapat diatasi. Tendangan sumur terjadi ketika tekanan lubang bor (tekanan hidrostatik) lebih rendah dari tekanan formasi, yang terjadi karena

- a. lubang bor tidak penuh terisi lumpur;
- b. efek *swabbing* waktu *trip*;
- c. lumpur pengeboran yang kurang berat; dan
- d. hilang lumpur (*loss circulation*).

Setiap peristiwa *kick* terdapat tanda-tanda atau gejala-gejala yang dapat diamati di permukaan. Gejala-gejala *kick* adalah

- a. kecepatan laju pengeboran yang naik tiba-tiba;
- b. kecepatan aliran lumpur bertambah;
- c. volume lumpur di dalam tangki bertambah;
- d. densitas lumpur turun;
- e. jumlah langkah pemompaan lumpur bertambah;
- f. tekanan sirkulasi lumpur turun; dan
- g. munculnya gas *cut mud*.

Peralatan BOP ditempatkan pada kepala *casing* atau kepala sumur di bawah *rotary table* pada lantai bor. *BOP stack* meliputi empat peralatan berikut ini.

- a. *Annular preventer*, ditempatkan pada titik tertinggi susunan BOP stack. Apakah lubang *annular* kosong atau berisi rangkaian pipa bor, pencegah *annular* memiliki elemen pengepakan karet yang dapat menutupnya.
- b. *Ram preventer*, dapat menutup lubang *annular* jika tidak ada pipa bor di dalam lubang atau jika pipa berukuran tertentu. Ketika rangkaian pipa bor berada di dalam lubang, ram pipa digunakan untuk menutupnya. *Ram preventer* terdiri atas *pipe*, *blind*, dan *shear ram*.



- c. *Drilling spools*, terletak di antara *preventer*. *Drilling spools* berfungsi sebagai tempat pemasangan *choke line* (yang menjalankan sirkulasi kick keluar dari lubang bor) dan *kill line* (yang memompakan lumpur berat).
- d. *Casing head (well head)*, merupakan alat tambahan pada bagian atas *casing* yang berfungsi sebagai pondasi *BOP stack*.



Gambar 6.25 BOP Stack

Sumber: Winarto (2023)

Accumulator berjarak sekitar 100 meter dari rig. Dengan tekanan hidraulis tinggi (saluran hidraulis tekanan tinggi), akumulator beroperasi pada *BOP stack*. Dengan mengaktifkan kontrol pada akumulator atau panel jarak jauh di lantai bor, kru dapat menutup pencegah ledakan jika terjadi tendangan.



Supporting System

- a. *Choke manifold* merupakan suatu kumpulan *fittings* dengan beberapa *outlet* yang dikendalikan secara manual atau otomatis. *Choke manifold* bekerja pada BOP stack dengan *high pressure line* disebut *choke line*.
- b. *Kill line* bekerja pada BOP stack biasanya berlawanan langsung dengan *choke manifold* dan *choke line*.



Gambar 6.26 Annular Preventer
Sumber: Priyadi (2023)



Gambar 6.27 Pipe Ram Preventer
Sumber: Yudanto (2020)





Gambar 6.28 *Accumulator*
Sumber: Yudanto (2014)



Gambar 6.29 *Choke Manifold*
Sumber: Yudanto (2020)





Uji Kompetensi

Jawablah soal pertanyaan di bawah ini dengan betul!

1. Sebutkan dua jenis pengeboran!
2. Apakah fungsi sistem tenaga pada pengeboran?
3. Apakah fungsi utama dari sistem sirkulasi?
4. Bagaimana cara kerja dari sistem pencegah semburan liar?
5. Ketika akan memulai sebuah pengeboran minyak, apa sajakah yang perlu dipersiapkan oleh para pekerja?
6. Air dibutuhkan dalam jumlah yang sangat banyak pada sebuah rig pengeboran. Digunakan untuk apakah air tersebut?
7. Peralatan yang langsung bersentuhan dengan batuan adalah *bit*. Apakah fungsi *bit*?
8. Apakah yang dimaksud dengan *blow out*?
9. *Blow out* terjadi dengan didahului oleh *kick*. Apakah yang dimaksud dengan *kick*?
10. Sebutkan peralatan yang digunakan untuk menutup sumur minyak yang mengalami *kick*!





Pengayaan

Carilah informasi dari berbagai sumber belajar mengenai tahap pengeboran, *rig up*, *rig down*, dan lima sistem dalam pengeboran melalui tautan berikut ini.

Bahan bacaan dapat dipelajari dengan mengklik tautan atau memindai kode QR berikut ini.



<http://ringkas.kemdikbud.go.id/SMKPerminyakan3>





Lembar Refleksi

Manakah topik yang menurut kamu sulit dan mudah dipahami?

No.	Topik
1.	Bor Tumbuk (<i>Cable Tool Drilling</i>)
2.	Bor Putar (<i>Rotary Drilling</i>)
3.	Sistem Tenaga (<i>Power System</i>)
4.	Sistem Pengangkat (<i>Hoisting System</i>)
5.	Sistem Putar (<i>Rotating System</i>)
6.	Sistem Sirkulasi (<i>Circulating System</i>)
7.	Sistem Pencegahan Semburan Liar (<i>Bop System</i>)



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2023

Dasar-Dasar Teknik Perminyakan
untuk SMK/MAK Kelas X

Penulis : Dani Yudanto, Eka Mulya Ade
ISBN : 978-623-194-480-1 (no.jil.lengkap PDF)
978-623-194-481-8 (jil.1 PDF)

Bab 7

Tahapan Produksi Minyak dan Gas Bumi

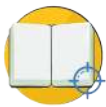


“
Tahukah kalian bagaimana minyak dapat terangkat dari sumur yang sangat dalam bahkan sampai ribuan meter ? tahukah kalian bahwa tidak semua peralatan dapat kalian lihat di permukaan ?
”



Pendahuluan

Kalian sudah mempelajari bahwa tujuan utama dari setiap operasi pengeboran adalah untuk menghubungkan formasi produktif ke permukaan. Karena proses pembuatan lubang sumur dibatasi oleh kendala ekonomi dan teknis tertentu, upaya dilakukan untuk mendapatkan hasil dengan cepat, terjangkau, dan aman. *Lubang sumur* adalah nama yang diberikan untuk lubang yang dibuat oleh proses pengeboran. Sebuah pipa selubung akan dipasang dan direkatkan agar dinding lubang tidak runtuh. Hal berikutnya yang perlu dilakukan adalah mencari tahu berapa banyak minyak yang ada di reservoir minyak. Akan ada dua kemungkinan yang akan terjadi, yaitu (1) proses produksi akan dilanjutkan jika reservoir berisi sejumlah minyak yang dianggap prospek atau menguntungkan; dan (2) sumur akan ditutup dalam keadaan aman jika tidak ada prospek.



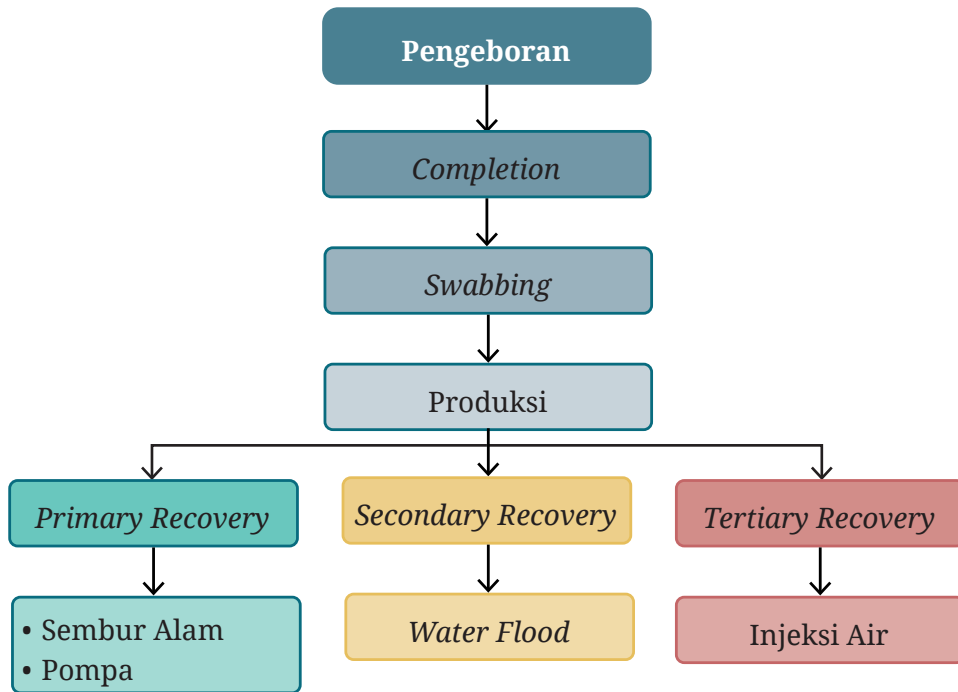
Tujuan Pembelajaran

Tujuan Pembelajaran	Indikator Pencapaian Tujuan Pembelajaran
1. Memahami sistem pembuatan dan penyelesaian sumur produksi.	1.1 Memahami sistem pembuatan dan penyelesaian sumur produksi.
2. Memahami peralatan dan proses transportasi minyak mentah.	2.1 Memahami peralatan dan proses transportasi minyak mentah.
3. Memahami peralatan dan pemisahan minyak mentah.	3.1 Memahami peralatan dan pemisahan minyak mentah.
4. Memahami penampungan minyak mentah.	4.1 Memahami penampungan minyak mentah.





Peta Konsep



Kata Kunci

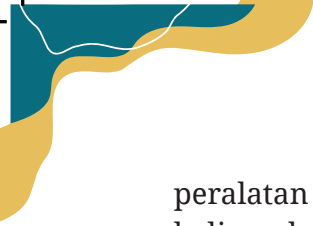
lubang sumur (*well bore*), pipa selubung (*casing*), perhitungan cadangan, kompleksi (*completion*), perforasi (*perforation*), sumur produksi.



Apersepsi

Setelah ditentukan bahwa suatu sumur mengandung minyak atau gas, langkah selanjutnya adalah menyelesaikan sumur atau sering disebut *well completion*. Barulah sumur tersebut disebut sebagai sumur produksi. Jadi, tahap penyelesaian sumur ini adalah tahap peralihan dari tahap pengeboran ke tahap eksploitasi untuk mengambil minyak dari dalam reservoir minyak sebanyak-banyaknya. Pemasangan fasilitas peralatan produksi untuk memisahkan cairan hidrokarbon (minyak dan gas) dari formasi produktif yang mengandung minyak ke permukaan tanah dan pengujian sumur adalah langkah selanjutnya yang akan dilakukan. Bagaimana konstruksi produksi dan pekerjaan





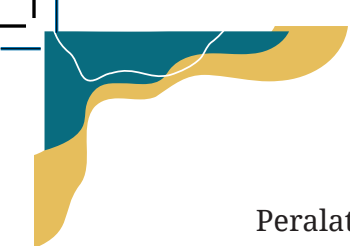
peralatan pengembangan sebuah sumur minyak? Nah, dalam bab ini kalian akan belajar berbagai tahapan produksi minyak dan gas bumi yang akan. Berikut ini adalah beberapa kegiatan yang dilakukan.

1. Melakukan *well completion*. Kalian telah mempelajari bahwa tahapan setelah pengeboran selesai dilakukan adalah melakukan penyelesaian sumur atau *well completion*. *Well completion* dilakukan pada bagian dasar sumur atau dikenal sebagai *formation completion* pada bagian tubing atau saluran pipa produksi dan pada bagian kepala sumur atau *wellhead*. Pertimbangan-pertimbangan yang mendasari penyelesaian sumur adalah jenis formasi, jumlah formasi produktif yang akan diproduksi, dan metode produksi yang akan dilakukan.
2. Melakukan perforasi atau melubangi *casing* sumur sebagai jalan untuk masuknya cairan minyak ke dalam sumur minyak. Pekerjaan ini memerlukan sebuah peralatan yang dapat melubangi sebuah pipa baja yang cukup tebal sekaligus menembus dinding semen yang mengikat *casing* pada dinding lubang sumur minyak. Terdapat dua jenis perforasi, yaitu (a) *bullet perforator*, dan (2) *jet perforator*.
3. Menimba sumur (*swabbing*). Menimba sumur adalah kegiatan untuk memulai mengalirkan minyak ke dalam sumur. Kalian harus ingat bahwa semua kegiatan selama pengeboran dan sebelum produksi minyak dilakukan, lubang sumur harus selalu diisi dengan fluida pengeboran yang disebut lumpur pengeboran. Lumpur ini berfungsi untuk menahan tekanan fluida minyak dan gas yang mungkin bertekanan tinggi sehingga akan menimbulkan bahaya semburan liar. Kalian dapat menyimpulkan bahwa minyak belum bisa mengalir karena masih tertahan oleh lumpur pengeboran yang juga memiliki tekanan yang disebut dengan tekanan hidrostatik yang prinsipnya mirip seperti sebuah bejana berhubungan. Terdapat dua sistem penimbaan fluida, yaitu (a) penurunan densitas cairan, dan (b) penurunan tinggi kolom cairan. Dengan mengurangi atau menurunkan densitas atau tinggi kolom lumpur pengeboran maka tekanan hidrostatik lumpur akan berkurang. Karena tekanan berkurang maka minyak dari formasi produktif akan mengalir masuk dari dalam sumur yang sudah dibuat. Selanjutnya minyak dapat kita produksi dengan metode yang sesuai, yakni dipompa atau mengalir dengan sendirinya.



4. Memproduksi minyak dan gas. Kalian tentu tahu bahwa hasil yang ditunggu-tunggu dari pekerjaan pencarian minyak adalah keluarnya minyak atau gas yang akan menghasilkan keuntungan bagi perusahaan, bahkan negara, dan memberikan manfaat sebesar-besarnya bagi kesejahteraan masyarakat luas. Tahukah kalian bahwa pada tahap-tahap awal produksi minyak dari sebuah lapangan migas ada kemungkinan minyak akan mengalir dengan sendirinya? Hal ini dimungkinkan apabila tekanan dari dalam sumur sangat besar sehingga mampu mendorong minyak mengalir ke permukaan secara alami. Bagaimana jika tekanan dari dalam sumur tidak cukup mampu untuk mendorong minyak keluar ke permukaan? Tentu diperlukan upaya tambahan dari luar untuk mengalirkannya dengan bantuan alat yang disebut pompa yang dapat kita temukan dengan berbagai model, dari yang kuno sampai yang modern dan canggih. Bahkan, ada pompa yang dapat bekerja sendiri secara otomatis atau dikendalikan oleh operator dari jarak yang sangat jauh dengan bantuan *wireless remote*. Perlu kalian ketahui bahwa tidak seluruhnya minyak dapat kita ambil dari reservoir minyak di perut bumi. Hanya sebagian yang dapat terangkat ke permukaan, hanya berkisar 30–40%; sisanya masih tertinggal di dalam reservoir minyak. Artinya, kita masih perlu berupaya untuk mengusahakan agar sisa minyak yang masih tertinggal untuk dapat juga kita ambil sebanyak-banyaknya dengan teknologi yang lebih maju dan lebih modern. Jumlah lapangan minyak di bumi ini sangat terbatas dan tidak ada penambahan jumlah lapangan baru. Dengan demikian, mengusahakan sisa minyak yang masih tertinggal ini menjadi sangat penting untuk dilakukan. Saat ini, teknologi tersebut sudah ada dan sudah dilakukan di beberapa lapangan minyak di negara kita, metode ini biasa kita sebut dengan EOR (*enhanced oil recovery*) yaitu sebuah metode untuk memaksa minyak yang tertinggal untuk bergerak mengalir menuju ke sumur minyak sehingga dapat dipompa ke permukaan.
5. Peralatan untuk memproduksi migas. Untuk memproduksi minyak sampai ke tempat pengolahan ini melewati perjalanan yang sangat panjang. Peralatan yang perlu dibuat tidak hanya sebatas yang kalian lihat di permukaan—seperti tangki, alat pemisah, dan pipa-pipa salur, tetapi juga banyak sekali peralatan yang berada di bawah permukaan sehingga minyak dapat mengalir ke permukaan.





Peralatan di bawah permukaan juga harus menghadapi adanya problem-problem yang ada di dalam sumur yang tidak terlihat oleh mata karena posisinya berada di bawah permukaan, misalnya batuan formasi yang terikut masuk ke sumur. Problem ini dapat merusak sebagian atau seluruh peralatan lain yang terpasang sehingga perlu untuk diantisipasi terlebih dahulu sejak awal produksi.

6. Fasilitas separasi (pemisahan) minyak untuk memisahkan fluida atau cairan yang keluar dari sumur minyak. Fluida atau cairan yang keluar dari sumur minyak tidaklah mungkin 100% terdiri atas minyak mentah yang benar-benar murni hanya minyak. Pasti ada cairan lain atau gas yang terikut bersama minyak, bahkan lebih besar volumenya daripada minyak. Untuk mengefisienkan transportasi minyak ke tempat lain maka cairan minyak ini harus dipisahkan dulu dari cairan lain yang tidak diinginkan. Proses ini disebut dengan separasi atau pemisahan. Untuk proses ini, peralatan yang biasa terdapat di lapangan minyak, misalnya *wellhead*, *flowline*, *manifold* (kerangan-kerangan), *separator*, *scrubber*, *pipeline*, tangki pengumpul, pompa, dan kompresor.

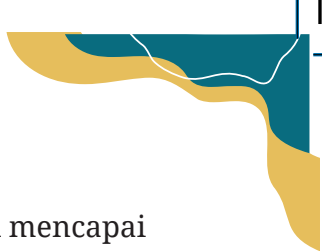
A. Perencanaan *Well Completion* (Tahap Penyelesaian Sumur)

Setelah target yang diharapkan yaitu formasi yang mengandung minyak atau gas atau formasi produktif telah tercapai, sampailah ke tahap akhir yaitu melakukan *well completion*.

Well completion merupakan peralihan dari tahap pengeboran ke tahap produksi minyak atau gas. Perlu kalian ketahui bahwa dalam sebuah sumur minyak dan gas dapat terdiri atas satu atau lebih lapisan produktif. Setiap lapisan produktif dapat memiliki tekanan yang berbeda, sifat fisik fluida yang berbeda, dan batuan yang berbeda. Dari satu sumur dengan beberapa lapisan produktif pada setiap lapisan yang berbeda dapat diproduksi minyak atau gas secara bersamaan, bergantian, atau dengan menggunakan pipa *tubing* berbeda tiap lapisannya.

Dengan mempertimbangkan berbagai faktor yang berpengaruh terhadap proses penyelesaian sumur, perlu dipilih metode yang tepat





dan ukuran peralatan yang sesuai dengan setiap sumur guna mencapai hasil yang optimal dan mengatasi efek negatif dari setiap lapisan produktif. *Well completion* dapat dimulai setelah tugas-tugas berikut ini selesai:

- 1) *total depth* (kedalaman total) sumur pengeboran telah tercapai;
- 2) telah dipasang *casing* produksi dan disemen, atau *screen liner* telah disemen atau dengan pemasangan tanpa disemen; dan
- 3) *wellhead* (kepala sumur) telah terhubung dengan *casing* produksi.

1. Jenis *Well Completion*

a. *Formation Completion*

Masalah yang ditimbulkan oleh sifat-sifat formasi produktif dapat diselesaikan melalui penyelesaian formasi. Produktivitas formasi, stabilitas formasi, dan kekompakan batuan merupakan pertimbangan penting saat memilih penyelesaian formasi.

Tingkat penetrasi seluruhnya (penuh) atau sebagian harus diperhitungkan saat merencanakan penyelesaian formasi untuk lubang terbuka. Kepadatan serta diameter perforasi semuanya harus dipertimbangkan saat melakukan *perforated completion*.

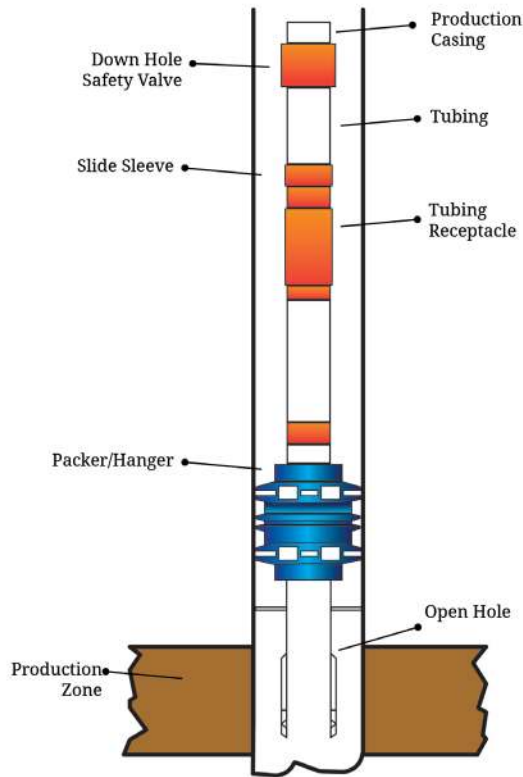
Formation completion terdiri atas tiga bagian berikut ini.

1) Perforasi *Open Hole Completion*

Salah satu keuntungan yang diperoleh dari metode ini adalah bahwa fluida mengalir ke dalam lubang sumur secara keseluruhan dan tanpa halangan, memungkinkan tingkat produksi yang umumnya lebih tinggi dibandingkan metode lain, dan mengurangi kemungkinan kerusakan formasi.

Kerugian metode ini yaitu ketidakmampuan untuk mengontrol secara selektif pada interval produksi dan sulitnya mengontrol adanya produksi gas atau air. Pada interval formasi produktif, harus sering dibersihkan, terutama jika formasinya kurang padat.





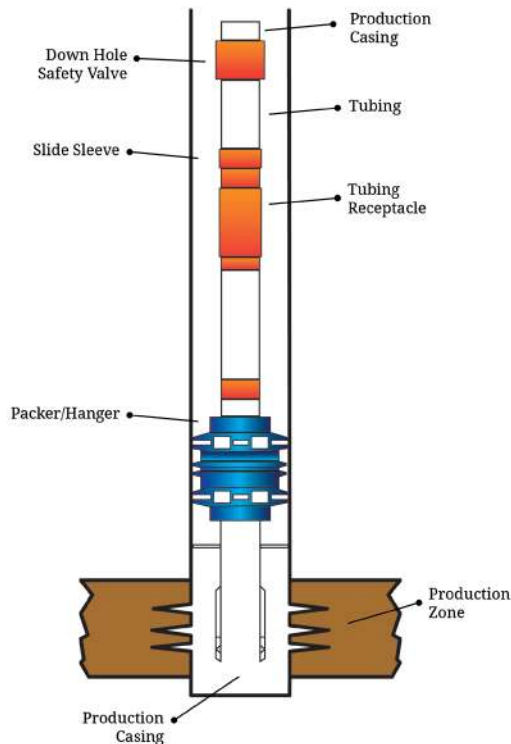
Gambar 7.1 Completion Type Open Hole

2) Perforasi *Perforated Casing Completion*

Pada tipe ini selubung produksi disemen sampai ke dasar formasi yang produktif. Setelah itu, dilubangi pada jarak yang tepat sesuai dengan perencanaan.

Metode ini memiliki keunggulan dalam mengendalikan gas dan air yang berlebihan serta memungkinkan stimulasi dan pengolahan yang lebih terarah. Jika perlu, penambahan kedalaman akan menjadi lebih sederhana. Pemasangan selubung produksi di bagian bawah formasi akan mencegah masuknya pasir, memungkinkan penambahan penyelesaian sesuai dengan metode pengendalian pasir yang diinginkan, dan beradaptasi dengan semua konfigurasi *multiple completion*. Adapun kekurangannya meliputi kebutuhan akan biaya perforasi yang signifikan, interpretasi *log* yang penting, dan kemungkinan kerusakan formasi yang lebih besar.





Gambar 7.2 Cased Hole Completion

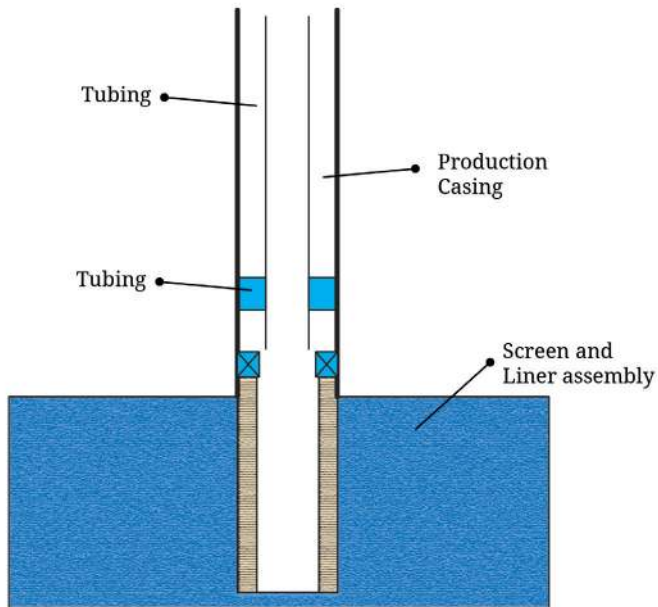
3) Perforasi *Sand Exclusion*

Metode utama perforasi *sand exclusion* adalah *liner completion*. Teknik ini digunakan untuk menjaga produksi pasir dari formasi batuan yang kurang kompak (tidak terikat dengan kuat antar-butiran). Perlu kalian pahami bahwa butiran-butiran seukuran pasir bisa terlepas dari formasi dan akan masuk ke dalam sumur minyak dan terangkut ke permukaan. Hal ini tentu akan mengganggu atau merusak fasilitas produksi. *Liner completion*, *gravel packed completion*, dan *sand consolidation* adalah pendekatan umum untuk mengatasi masalah perpasiran.

Metode *sand exclusion* terbagi menjadi dua jenis.

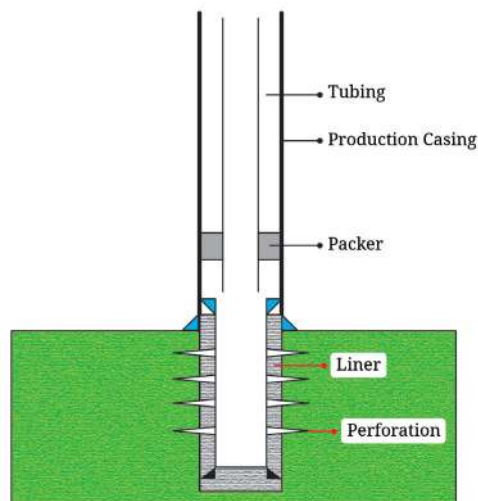
- a) Kompleksi *screen liner* dari permukaan sampai ke ujung dari lapisan atau zona produktif dipasang *casing*. Kemudian, pada formasi produktif dipasang pipa berlubang melingkar memanjang yang mirip seperti saringan yang halus (*screen liner*) sehingga saringan tersebut akan menahan butiran pasir yang ikut dalam aliran produksi.





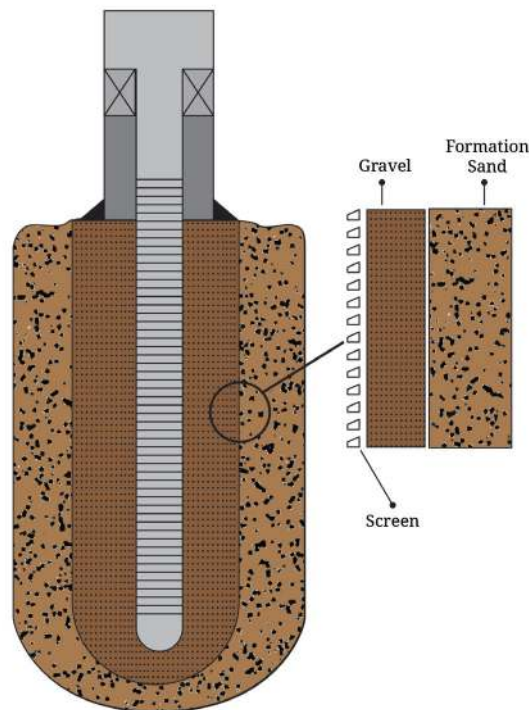
Gambar 7.3 *Screen Liner Completion*

- b) Kompleksi *perforated liner*, urutan pemasangannya adalah dengan memasang *casing* di atas zona produktif, kemudian zona produktif tersebut dibor kemudian pada zona produktif dipasang *casing liner* kemudian disemen. Selanjutnya untuk tahap produksi maka *liner* tersebut diperforasi.



Gambar 7.4 *Perforated Liner Completion*

Metode lain adalah *gravel pack completion*. Apabila *screen liner* masih tidak mampu menahan terproduksi pasir maka metode ini dilakukan untuk membentuk *barrier* atau semacam benteng di belakang gravel dan gravel ditahan oleh *screen* yaitu dengan menginjeksikan sejumlah gravel di sekeliling *casing* sehingga pasir akan menahan fluida.



Gambar 7.5 Gravel Pack Completion

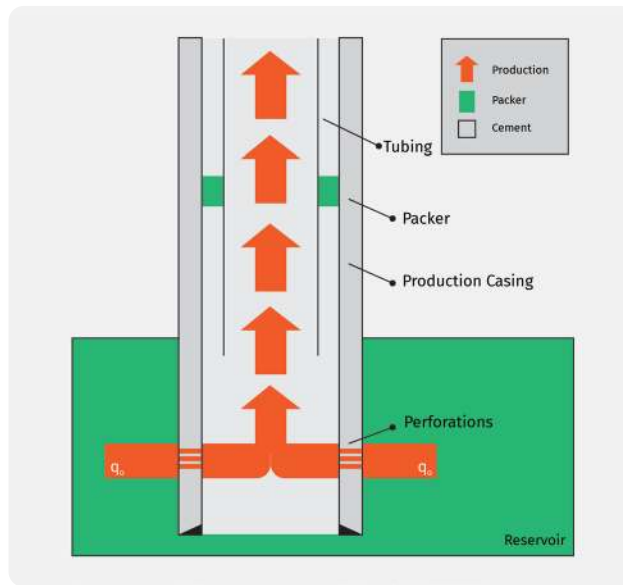
b. Tubing Completion

Berapa jumlah tubing yang akan digunakan akan menentukan bagaimana *tubing completion* akan diterapkan. Produktivitas formasi dan berapa lapisan zona produktif yang dimiliki akan berkaitan. Metode ini dibagi menjadi tiga jenis, yaitu (1) *single completion*, (2) *commingle completion*, dan (3) *multiple completion*.

1) Single Completion

Metode *single completion* digunakan pada sumur produksi yang menggunakan hanya satu pipa produksi karena sumur hanya memiliki satu zona produktif.

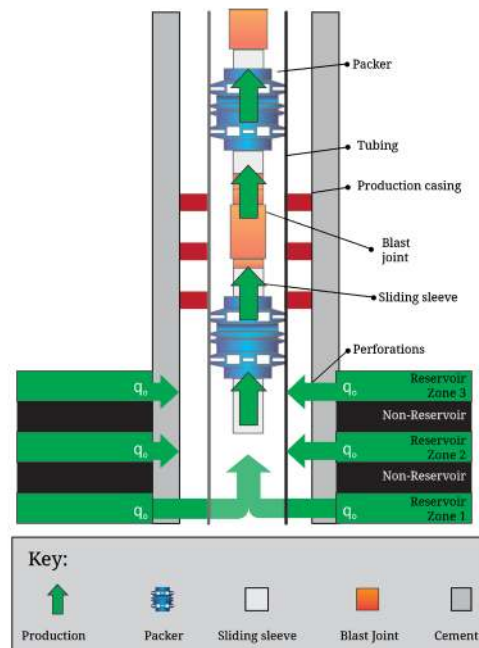




Gambar 7.6 Single Completion

2) Commingle Completion

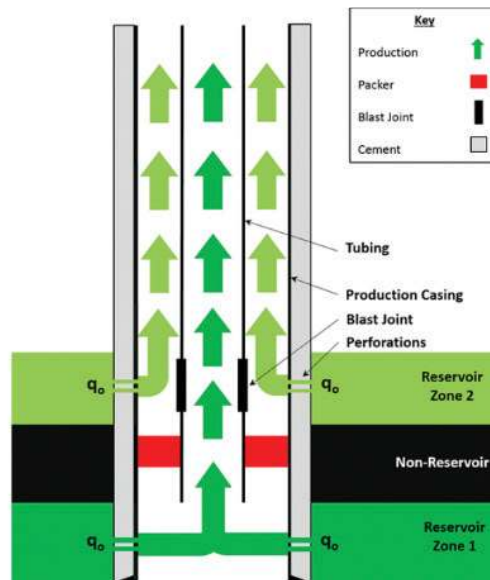
Ada kalanya sebuah lapangan minyak mempunyai beberapa lapisan produktif yang masing-masing lapisan memproduksi minyak. Sumur dengan beberapa zona lapisan produktif atau reservoir berlapis menggunakan teknik kompleksi semacam ini. Selama tidak mengganggu aliran antar-lapisan produktif (*interflow*), Metode ini dapat digunakan untuk mengalirkan minyak dari semua lapisan menuju ke permukaan. Dengan kata lain, tidak terjadi aliran minyak dari satu lapisan mengalir masuk ke dalam lapisan lain.



Gambar 7.7 Commingle Completion

3) *Multiple Completion*

Berbeda dengan *commingle* completion yang memproduksi minyak secara bersamaan, teknik *multiple completion* digunakan untuk sumur dengan lapisan yang mengandung lebih dari satu zona produktif. Berdasarkan produksinya, setiap lapisan produktif diproduksi secara independen.



Gambar 7.8 *Multiple Completion*

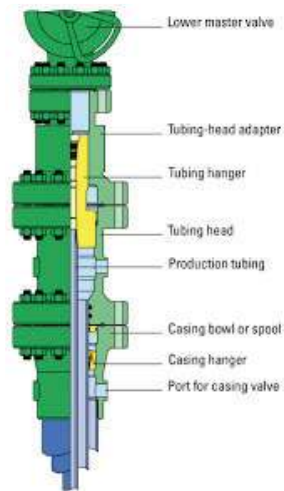
Sumber: Gregory King/Pennsylvania State University

c. *Wellhead Completion*

Wellhead atau kepala sumur adalah suatu istilah yang digunakan untuk menguraikan peralatan yang terpasang pada bagian atas dari rangkaian pipa di dalam suatu sumur untuk menahan dan menopang rangkaian pipa, menyekat setiap *casing* dan *tubing*, serta untuk mengontrol produksi sumur.

Metode ini dibagi menjadi dua, yaitu (1) *tubing head* untuk *single completion*, dan (2) *tubing head* untuk *multiple completion*. Dalam metode *tubing head* untuk *single completion*, *tubing head* digunakan untuk menggantung pipa tubing dan dipasang pada bagian atas *casing head*. *Tubing head* tersebut juga memberikan suatu *pack off* antara *tubing string* dan *production string*.

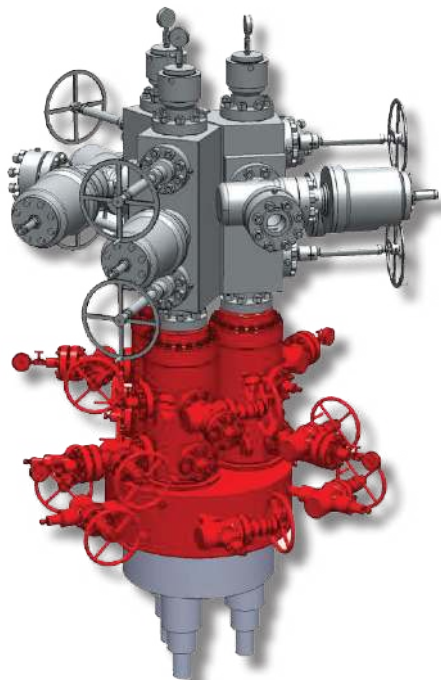




Gambar 7.9 *Wellhead Single Completion*

Sumber: SLB Energy Glossary

Tubing head untuk *multiple completion* agak berbeda dalam pemilihan ukuran mangkuk *tubing head* (*tubing head bowl*) yang harus disesuaikan dengan ukuran dan jumlah *tubing* yang digunakan untuk *dual completion* dengan *dual completion tubing hanger*.



Gambar 7.10 *Wellhead Multiple Completion*

Sumber: Worldwide Oilfield Machine (2020)



Aktivitas 7.1

Buatlah tabel berikut ini kemudian isilah dengan benar!

1. Jenis-Jenis <i>Formation Completion</i>	1. 2. 3. 4.
2. Jenis-Jenis <i>Tubing Completion</i>	1. 2. 3.
3. Jenis-Jenis <i>Wellhead Completion</i>	1. 2. 3.

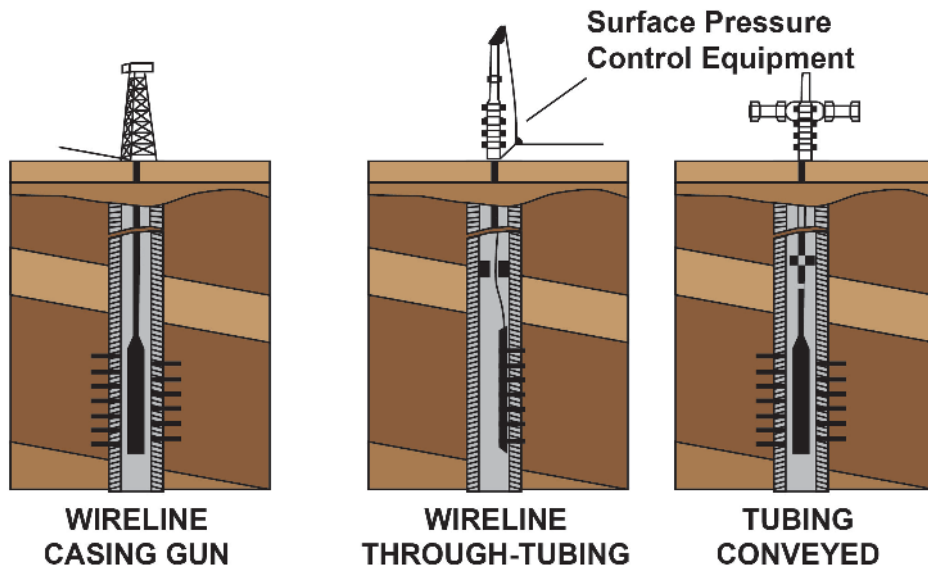
B. Pelubangan Sumur (Perforasi)

Tahukah kalian bahwa setelah dilakukan pengeboran maka akan dipasang pipa selubung atau *casing* pada sumur minyak? *Casing* tersebut kemudian akan disemen menggunakan teknik khusus sehingga antara bagian luar pipa selubung dan bagian dalam lubang sumur (dinding sumur) akan dipenuhi dengan bubur semen yang kemudian akan mengeras dan mengikat *casing* dengan kuat. Dalam satu sumur minyak terdapat beberapa macam pipa *casing* menurut kedalamannya, baik yang dekat dengan bagian permukaan, bagian tengah, maupun bagian yang paling dalam atau paling dekat dengan lapisan produktif. Dari penjelasan awal ini kalian pasti akan berpikir tentang bagaimana minyak akan mengalir ke dalam sumur jika lapisan produktifnya ikut tersemen. Dalam teknik perminyakan ada kegiatan yang disebut *perforation*, yaitu melubangi pipa *casing* dan semen yang mengikatnya dengan alat khusus yang disebut *perforator*.

Dalam metode ini, *casing* produksi dipasang sampai dasar formasi produktif dan disemen selanjutnya diperforasi pada interval-interval yang diinginkan pada lapisan reservoir yang produktif. Dengan adanya

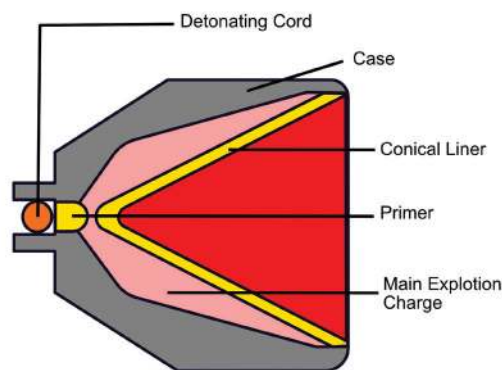


casing maka formasi yang mudah gugur dapat ditahan. *Perforated casing completion* umumnya digunakan pada formasi-formasi dengan faktor sementasi kurang baik.



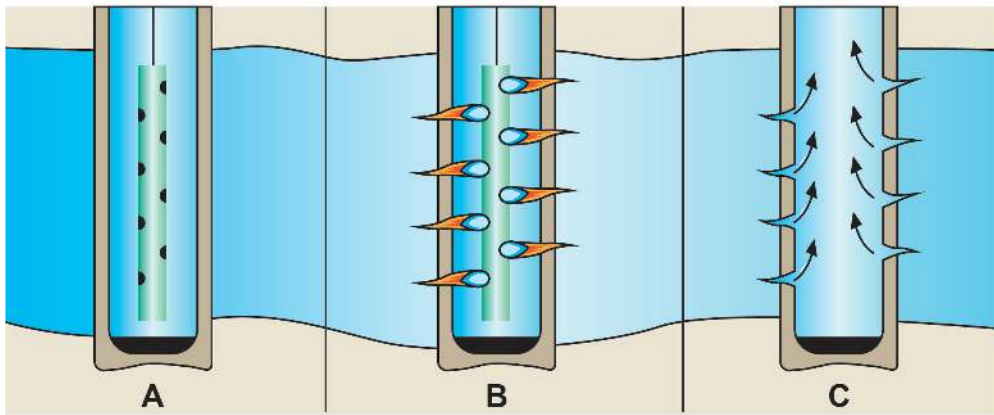
Gambar 7.11 *Perforated Casing Completion*

Tahap penyelesaian sumur berikutnya adalah perforasi, yang merupakan tahap perencanaan awal dan akan membentuk sebuah hubungan langsung dengan zona produktif atau formasi. Alat perforator menampung peralatan perforasi yang dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu (1) perforator berbentuk peluru (*bullet*), dan (2) perforator berbentuk semburan jet.



Gambar 7.12 *Konstruksi Bullet Perforator*

Bullet perforator (Gambar 7.12) bekerja dengan cara layaknya susunan *gun* yang sudah ditempatkan dengan jarak yang sudah ditentukan kemudian dengan menggunakan kawat (*electric wireline cable*) diturunkan ke dalam sumur dengan bantuan pengendalian dari permukaan. Tembakan dilepaskan dengan melontarkan peluru satu per satu atau secara bersamaan. *Bullet* dengan kecepatan tinggi akan terlontar sebagai akibat dari ledakan akibat pembakaran pada *propellant* dalam *centrifuge-tube* karena arus listrik yang dialirkan melalui *wireline*.



Gambar 7.13 Prinsip Kerja Jet Perforator

Gambar 7.13 menjelaskan bagaimana sebuah jet perforator bekerja. Prinsip kerjanya adalah pasir yang disemburkan dengan kecepatan tinggi, seperti sebuah mesin jet yang mengeluarkan semburan api yang bertekanan tinggi sehingga akan melubangi pipa *casing* menembus sampai ke dalam formasi batuan. Hasilnya adalah lubang-lubang yang akan menjadi jalan masuknya fluida yang terdapat pada formasi yang mengandung minyak masuk ke dalam sumur. Kelebihan dari jet perforasi ini adalah lubang yang dibuat tidak akan mengubah porositas sekitar lubang sehingga fluida bisa mudah keluar. Dengan metode *bullet perforator*, porositas di sekitar lubang akan tertekan sehingga mengurangi porositas dan jalan keluar fluida jadi berkurang.



Aktivitas 7.2

Buatlah tabel berikut ini kemudian isilah dengan benar!

1. keuntungan penggunaan perforasi	1. 2. 3. 4. 5.
2. kerugian penggunaan perforasi	1. 2. 3.

C. Tahap Penimbaan (*Swabbing*)

Swabbing adalah mengalirkan fluida produksi dari formasi masuk ke dalam sumur untuk diproduksi ke atas permukaan dengan melakukan pengisapan fluida kompleks atau fluida sumur pada pipa *tubing* untuk mengawali proses produksi minyak, setelah dilakukannya perforasi pada kondisi *overbalance*. Mengapa kita menggunakan istilah *swabbing* ‘penimbaan’ untuk mengalirkan fluida, bukan ‘pemompaan’? Proses *swabbing* mengupayakan pengambilan cairan secara bertahap sedikit demi sedikit untuk mengurangi tekanan hidrostatik fluida pengeboran yang melawan tekanan dari dasar sumur yang disebut tekanan reservoir. Perlu kalian ketahui bahwa selama operasi pengeboran, lubang sumur harus selalu terisi oleh fluida pengeboran untuk pertahanan dari tekanan reservoir yang kemungkinan terjadi secara mendadak dan mengakibatkan semburan liar yang dapat membahayakan peralatan, pekerja, dan lingkungan. Selama ada fluida pengeboran tersebut maka minyak dari dalam reservoir tertahan dan tidak dapat mengalir ke dalam sumur atau ke permukaan. Untuk dapat mengalirkan minyak tersebut, perlawanan dari tekanan hidrostatik fluida pengeboran akan dikurangi secara bertahap sampai tekanan dari dalam reservoir mampu mendorong minyak mengalir. Dari penjelasan ini kalian tentu lebih mengerti jika yang dilakukan adalah ‘pemompaan’



(bukan penimbaan), maka yang terjadi adalah penerobosan tekanan dari reservoir ke dalam sumur dan akan mengundang semburan yang sangat cepat dan bertekanan besar yang kemungkinan akan sulit dikendalikan.

Metode penghisapan fluida sumur (*swabbing*) terdiri atas dua jenis. *Pertama*, dengan cara menurunkan berat jenis (densitas) cairan dengan maksud untuk memperkecil tekanan hidrostatik fluida sumur. *Kedua*, metode menurunkan tinggi kolom fluida sumur dengan melakukan penghisapan atau penimbaan.



Gambar 7.14 Peralatan Swabbing

D. Metode Produksi Migas

Proses memproduksi minyak adalah mengangkat minyak dari dalam reservoir minyak sampai ke atas permukaan melewati pipa *tubing*. Minyak yang diangkat ke atas permukaan itu kemudian dipisahkan antara cairan minyak dengan fluida lain, seperti air atau gas, bahkan pengotor-pengotor lain yang tidak diinginkan. Proses pengangkatan ini terbagi atas pengangkatan secara alamiah artinya minyak mengalir sendiri ke permukaan atau pengangkatan **tanpa** menggunakan bantuan pompa disebut *primary recovery*, Proses pengangkatan dengan mendorong minyak menggunakan air (air formasi atau *brine*) atau menggunakan gas atau biasa disebut sebagai *secondary recovery*. Jika kedua tahap tersebut masih belum dapat mengangkat minyak (pada awal produksi atau setelah beberapa tahun produksi), dilakukanlah



tahap berikutnya dengan cara memaksa minyak bergerak menuju ke sumur produksi dengan menginjeksikan air yang ditambahkan polimer atau *surfactant*. Dapat juga menginjeksikan gas terlarut dalam air, menginjeksikan uap air (*steam*), menginjeksikan mikroba atau bahkan membakar sumur minyak (*in situ combustion*), cara ini biasa disebut sebagai EOR atau *tertiary recovery*. Syaratnya adalah adanya sumur injeksi dan sumur produksi. Sumur injeksi biasanya adalah sumur produksi yang karena beberapa hal dialihfungsikan menjadi sumur injeksi, yakni fluida dari atas permukaan dialirkan ke dalam reservoir.

Aktivitas 7.3

Jawablah pertanyaan berikut!

1. Apakah yang dimaksud dengan produksi sembur alam?
2. Kapankah produksi sembur buatan dilakukan?
3. EOR adalah teknik produksi lanjut apabila sumur sudah tidak berproduksi, yaitu dengan cara

E. Peralatan Produksi

Agar kalian memahami peralatan yang digunakan pada tahap produksi migas, pada bagian ini kalian akan mempelajari semua peralatan yang digunakan, baik dalam metode *natural flow*, maupun dalam metode *artificial lift*.

1. Peralatan pada Produksi Natural Flow

Sumur produksi jenis ini sudah kalian kenal sebagai sumur sembur alam yang terjadi karena tekanan reservoir masih cukup besar dan mampu mendorong fluida dari reservoir minyak menuju ke permukaan. Peralatan pada sumur *natural flow* ini hanya menggunakan pipa saluran yang disebut pipa *tubing* untuk mengalirkan minyak ke permukaan sehingga tidak memerlukan fasilitas pemompaan. Perlu kalian ketahui bahwa metode ini tidak akan secara terus-menerus didapatkan selamanya karena tekanan yang berasal dari reservoir akan terus menurun seiring dilakukannya produksi minyak. Suatu saat, setelah beberapa lama, minyak tidak dapat mengalir sendiri atau



mengalir terlalu lambat sehingga tidak ekonomis jika diproduksi secara *natural flow*. Apabila kondisi tersebut terjadi, para pekerja akan segera memasang peralatan untuk mempercepat produksi minyak dengan pompa atau metode lain dengan bantuan tenaga dari luar.

Pada metode sembur alam, debit atau volume pengalirannya tidak dilakukan secara maksimal atau sebesar-besarnya. Pengaliran dilakukan secara optimal dengan memperhatikan beberapa variabel agar sumur sembur alam tidak cepat mati sehingga berhenti mengalir secara alami.



Gambar 7.15 Sumur *Natural Flow*
Sumber: Siska (2023)



2. Artificial Lift Production

Metode ini diterapkan ketika tekanan dari reservoir minyak tidak mampu mendorong minyak mentah sampai ke permukaan tetapi hanya sampai masuk ke dalam sumur saja. Pengangkatan minyak ke atas permukaan memerlukan alat lain sebagai pembantu pengangkatan (*artificial lift*).

Jenis pengangkatan atau pompa yang umum digunakan yaitu (a) *gas lift*, (b) *sucker rod*, (c) pompa listrik *submersible*, (d) pompa hidraulis, dan (e) *progressing cavity pump*.

a. Sumur Gas Lift

Prinsip gas lift adalah menginjeksikan gas bertekanan tinggi dalam sistem fluida dengan maksud untuk mendorong minyak, mengembangkan minyak atau menurunkan gradien fluida dalam *tubing*. Metode ini dapat diterapkan pada sumur yang cukup terdapat gas dan bukan pada sumur dengan minyak berat. Bentuk sumur *gas lift* dapat dilihat pada Gambar 7.16.



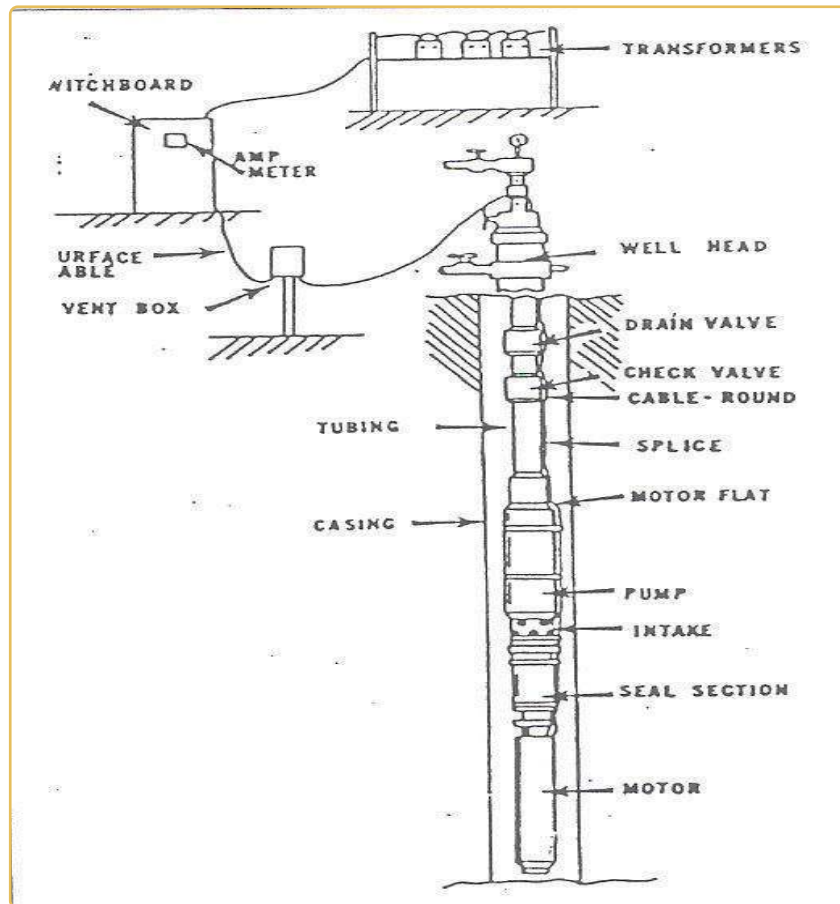
Gambar 7.16 Sumur Gas Lift

Sumber: Siska (2023)



b. *Electric Submersible Pump (ESP)*

Pompa listrik *submersible* yaitu pompa yang dimasukkan ke dalam lubang sumur dan harus tenggelam dalam fluida minyak, digunakan untuk mendorong minyak ke permukaan, Jenis pompa ini digerakkan dengan motor listrik yang tercelup di dalam fluida minyak.



Gambar 7.17 Konstruksi Sumur dengan *Electric Submersible Pump*

Sumber: Pamungkas (2004)





Gambar 7.18 Sucker Rod Pump
Sumber: Siska (2023)

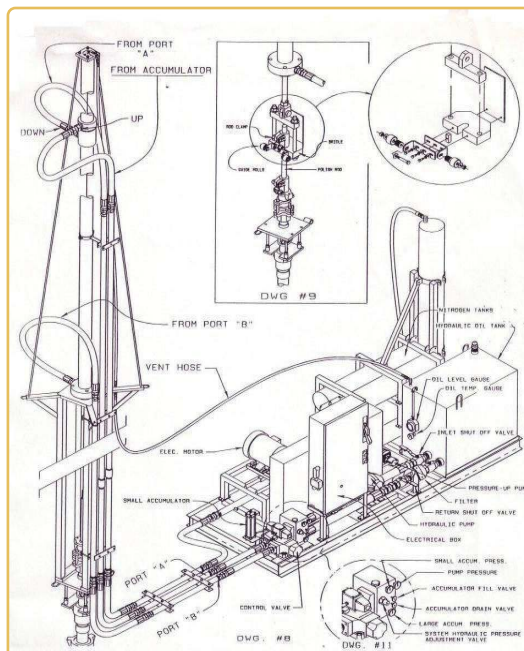
c. Sucker Rod Pump (SRP)

Prinsip kerja pompa angguk adalah gerak naik-turun yang digunakan untuk mengangkat *subsurface pump* yang ditenggelamkan di bawah *dynamic fluid level*. Gerakan naik turun ini berasal dari gerak putar yang berasal dari *prime mover* (penggerak utama) yang diubah menjadi gerakan naik turun oleh *pumping unit* (Gambar 7.18).

d. Hydraulic Pump Unit (HPU)

Pemompaan hidraulik adalah suatu metode memompakan *power fluida* (cairan yang bertekanan tinggi) secara hidraulik untuk menyalurkan energi yang diperlukan untuk operasi unit pompa di bawah permukaan.

Bentuk dari sumur HPU dapat dilihat pada Gambar 7.19.



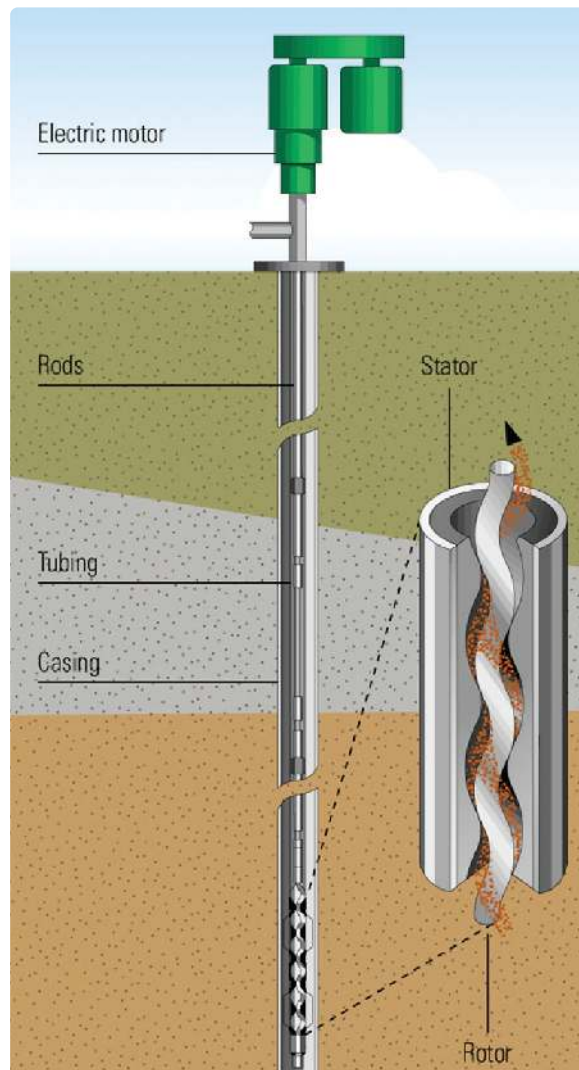
Gambar 7.19 Hydraulic Pump Unit
Sumber: Pamungkas (2004)



e. *Progressing Cavity Pump (PCP)*

Prinsip *cavity pump* adalah memutar rotor berbentuk ulir yang digerakkan oleh penggerak utama melalui *rods* dan *drive head* serta berputar di dalam stator yang merupakan bagian statis dari pompa, yang dihubungkan ke permukaan oleh *tubing*. Gerakan rotor ini lebih tepat disebut ‘menggelinding’ di dalam bagian statis untuk mendorong minyak ke atas permukaan.

Bentuk sumur PCP dapat dilihat pada Gambar 7.20.



Gambar 7.20 Pompa *Progressing Cavity*

Sumber: Pamungkas (2004)



F. Fasilitas Produksi Migas

Fasilitas produksi permukaan (*surface facility*) adalah peralatan produksi yang terdiri atas kepala sumur (*wellhead*), kumpulan kerangan (*manifold*), fasilitas pemisah (*separator*), tangki pengumpul, serta pompa dan kompresor bila diperlukan. Fasilitas ini berfungsi sebagai tempat pengangkutan, pemisahan, dan pengumpul.

1. *Wellhead*

Wellhead atau kepala sumur berfungsi untuk menahan semburan atau kebocoran cairan sumur ke permukaan yang tersusun atas *casing head* (*casing hanger*) dan *tubing head* (*tubing hanger*). Alat ini merupakan peralatan pengontrol sumur di permukaan yang terbuat dari besi baja yang membentuk suatu sistem penyekat (Gambar 7.21).



Gambar 7.21 *Wellhead*
Sumber: Siska (2023)

2. Christmas Tree

Alat ini dinamakan *christmas tree* karena berbentuk mirip seperti pohon natal yang merupakan susunan sekumpulan kerangan (*valve*) yang berfungsi sebagai pengaman dan pengatur aliran produksi di permukaan. Ciri khas alat ini adalah adanya sejumlah sayap/lengan tempat *choke* atau *bean* atau jepitan berada (Gambar 7.22).



Gambar 7.22 Christmas Tree
Sumber: Siska (2023)



3. *Flow Line*

Flow line merupakan pipa penyalur minyak keluar dari sumur yang menghubungkan bagian kepala sumur dengan bagian komponen peralatan pemisahan minyak dengan air (Gambar 7.23).



Gambar 7.23 *Flow Line*
Sumber: Pamungkas (2004)

4. *Manifold (Kumpulan Kerangan)*

Lapangan minyak yang terdiri atas banyak sumur. Karena itu, minyak yang keluar dari kepala sumur perlu dikumpulkan dulu ke suatu tempat pemusatan sumur (*well centre*). Dasar pengelompokan sumur-sumur ini sebagai berikut: kapasitas produksi setiap sumur, tekanan setiap sumur, perbandingan gas dan minyak (GOR), kandungan material produksi sumur, serta sifat-sifat fisik dan kimia fluida sumur.

Gambar 7.24 memperlihatkan jajaran pipa alir dari produksi tiap-tiap sumur yang dipotong oleh pipa-pipa yang menuju ke fasilitas produksi dan fasilitas pengetesan produksi.





Gambar 7.24 *Manifold*
Sumber: Siska (2023)

5. Separator

Ada tiga jenis separator yang digunakan, yaitu (a) separator vertikal, (b) separator horizontal, dan (c) separator bulat. Seperti namanya, separator vertikal adalah separator yang berbentuk tegak (Gambar 7.25).



Gambar 7.25 Separator Vertikal
Sumber: Siska (2023)

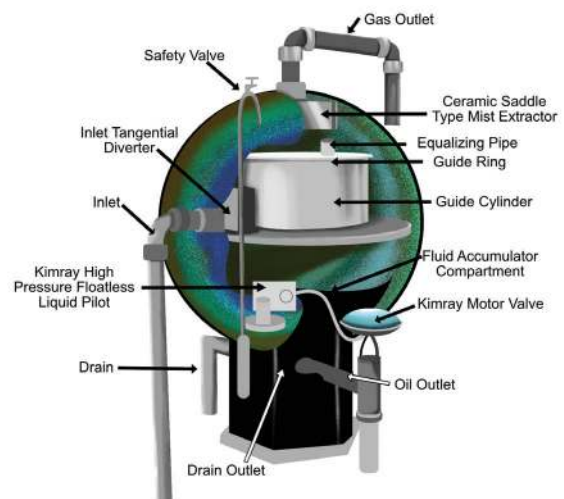


Separator horizontal adalah separator yang berbentuk mendatar (Gambar 7.26).



Gambar 7.26 Separator Horizontal
Sumber: Yudanto (2013)

Seperti namanya, separator bulat atau separator sferis adalah separator yang berbentuk seperti bola (Gambar 7.27). Bentuk bola merupakan bentuk yang paling kuat menahan tekanan dari dalam. Separator ini dapat menahan tekanan tinggi yang dihasilkan oleh gas yang akan dipisahkan dari cairan minyak.



Gambar 7.27 Separator Bulat

6. Scrubber

Scrubber adalah alat yang berfungsi untuk memisahkan kondensat atau H_2O yang terikat dalam gas. Alat ini dipasang sebelum atau sesudah kompresor dan tekanan yang bekerja adalah 100 psi sampai 800 psi (Gambar 7.28).



Gambar 7.28 Scrubber
Sumber: Yudanto (2013)

7. Pipe Line

Pipe line menghubungkan peralatan pemisah (*separator*) dengan bagian penampung fluida produksi.



Gambar 7.29 Pipe Line
Sumber: Pamungkas (2004)



8. Tangki Pengumpul

Dalam industri perminyakan, ada tempat-tempat penampungan yang dapat menampung dan menimbun hasil produksinya. Tempat tersebut secara umum dapat berupa kumpulan beberapa tangki. Tangki tersebut merupakan salah satu peralatan pokok di luar rangkaian proses, yang dipergunakan untuk menampung/menimbun produksi (Gambar 7.30).



Gambar 7.30 Tangki Pengumpul
Sumber: Yudanto (2013)

9. Pompa

Pompa berfungsi memindahkan fluida berupa cairan (*liquid*) dari satu tempat ke tempat lain (Gambar 7.31). Perlu kalian pahami bahwa yang dimaksud dengan fluida adalah zat yang mengalir, dapat berupa cairan (*liquid*) atau berupa gas. Cara kerja pompa ini adalah dengan memberikan dorongan yang berasal dari gerakan sentrifugal (putaran), gerakan maju mundur piston, atau gerakan putar batang berulir.



Gambar 7.31 Pompa
Sumber: Siska (2023)

10. Kompresor

Kompresor merupakan peralatan yang berfungsi untuk memindahkan atau mengalirkan fluida berupa gas dari suatu lokasi ke lokasi lain dengan memberikan tenaga dorongan untuk kompresi dan ekspansi gas (Gambar 7.32). Sesuai dengan namanya, peralatan ini bekerja dengan cara memampatkan/mengompresi fluida berupa gas. Alat ini tidak cocok digunakan untuk mengalirkan fluida berupa cairan. Nah, sekarang kalian tahu apa perbedaan antara kompresor dengan pompa.



Gambar 7.32 Kompresor
Sumber: Siska (2023)



Aktivitas 7.4

Buatlah tabel berikut ini kemudian isilah dengan benar!

1. Tuliskan Nama - nama peralatan produksi di atas permukaan	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.
2. Tuliskan jenis - jenis separator.	1. 2. 3.
3. Tuliskan bagian - bagian tangki timbun	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8.





Uji Kompetensi

Kerjakan soal berikut ini dengan benar!

1. Apakah yang dimaksud dengan *well completion*?
2. Sebutkan tiga jenis *well completion*!
3. Apakah yang dimaksud dengan *perforation*?
4. Sebutkan jenis-jenis *perforator*!
5. Sebutkan peralatan produksi di permukaan!
6. Digunakan untuk sumur yang seperti apakah jenis *comingle completion*?
7. Apakah yang dimaksud dengan *swabbing*?
8. Peralatan apakah yang diperlukan apabila sumur sudah tidak mampu mengalir secara alamiah?
9. Apakah yang dimaksud dengan *wellhead*?
10. Separator adalah alat untuk memisahkan air dengan minyak atau air, minyak, dan gas. Sebutkanlah jenis-jenis separator!



Pengayaan

Carilah informasi dari berbagai sumber belajar mengenai tahap pengeboran, *rig up*, *rig down*, dan lima sistem dalam pengeboran melalui tautan berikut ini.

Bahan bacaan dapat dipelajari dengan mengklik tautan atau memindai kode QR berikut ini.



<http://ringkas.kemdikbud.go.id/SMKPerminyakan4>

1

<http://ringkas.kemdikbud.go.id/SMKPerminyakan5>



2





Lembar Refleksi

Manakah topik yang menurut kamu sulit dan mudah dipahami?

No.	Topik
1.	Perencanaan <i>Well Completion</i>
2.	Jenis <i>Well Completion</i>
3.	Pelubangan Sumur (Perforasi)
4.	Tahap Penimbaan (<i>Swabbing</i>)
5.	Metode Produksi Migas
6.	Peralatan Produksi
7.	Fasilitas Produksi Migas




KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2023

Dasar-Dasar Teknik Perminyakan
untuk SMK/MAK Kelas X

Penulis : Dani Yudanto, Eka Mulya Ade
ISBN : 978-623-194-480-1 (no.jil.lengkap PDF)
978-623-194-481-8 (jil.1 PDF)

Bab 8

Tahap Pengolahan Minyak Bumi



Minyak bumi perlu diproses untuk menghasilkan beragam produk. Produk yang dihasilkan disimpan di dalam tangki timbun. Bagaimanakah proses pengolahan minyak bumi dan bagaimanakah metode pengukuran level di tangki timbun?



Pendahuluan

Proses industri migas terdiri atas usaha hulu dan usaha hilir. Minyak bumi yang diperoleh melalui kegiatan hulu harus dilakukan pemisahan berdasarkan sifat fisika dan sifat kimia. Pemisahan secara fisika disebut sebagai separasi, sedangkan pemisahan secara kimia disebut sebagai konversi. Pada bab ini akan dibahas mengenai tahap separasi dan konversi pengolahan minyak bumi. Selain itu, akan dibahas juga peralatan, proses penyimpanan, pengukuran level, serta perhitungan minyak di dalam tangki timbun.



Tujuan Pembelajaran

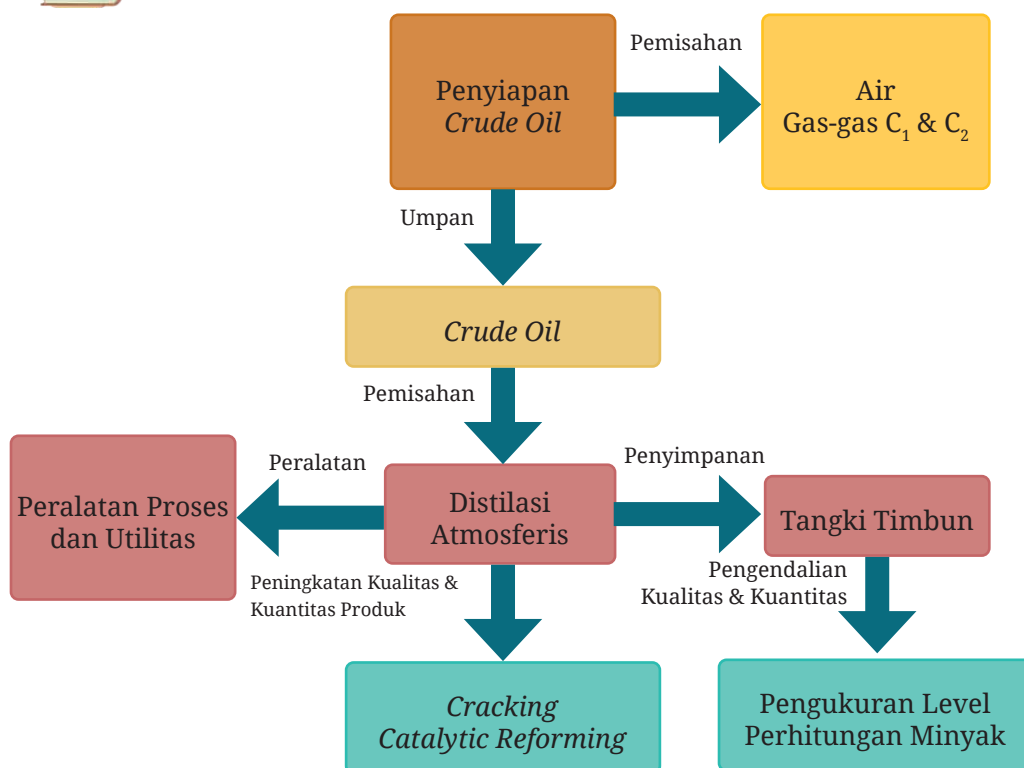
Tujuan Pembelajaran	Indikator Pencapaian Tujuan Pembelajaran
1. Memahami proses pengolahan minyak bumi.	1.1 Peserta didik dapat membuat bagan proses distilasi atmosferis.
2. Memahami peralatan pengolahan dan utilitas.	2.1 Peserta didik dapat menjelaskan fungsi peralatan pengolahan dan utilitas. 2.2 Peserta didik dapat menjelaskan fungsi alat ukur.
3. Memahami tahapan separasi dan konversi pengolahan minyak bumi.	3.1 Peserta didik dapat membedakan tahapan separasi dan konversi pengolahan minyak bumi.
4. Memahami jenis-jenis produk pengolahan minyak bumi.	4.1 Peserta didik dapat menjelaskan jenis-jenis produk pengolahan minyak bumi.



Tujuan Pembelajaran	Indikator Pencapaian Tujuan Pembelajaran
5. Memahami pengukuran level minyak dalam tangki timbun.	5.1 Peserta didik dapat menjelaskan teknik pengukuran level di dalam tangki timbun. 5.2 Peserta didik dapat menjelaskan teknik pengukuran densitas/ <i>density</i> sampel minyak.
6. Memahami penghitungan minyak dalam tangki timbun.	6.1 Peserta didik dapat melakukan penghitungan minyak dalam tangki timbun.



Peta Konsep





Kata Kunci

distilasi atmosferis, *cracking*, *catalytic reforming*, tangki timbun, pengukuran level, densitas



Apersepsi

Pengolahan minyak bumi dapat dilakukan setelah memperoleh minyak mentah yang siap untuk diolah. Bagaimanakah cara pengolahan minyak bumi? Minyak bumi diproses melalui tahapan pengolahan yang disebut dengan distilasi atmosferis. Produk yang dihasilkan dapat ditingkatkan kualitas dan kuantitasnya melalui proses konversi seperti *cracking* dan *reforming*.

Produk olahan minyak bumi perlu ditampung dan ditimbun agar tetap aman dalam penyimpanannya. Tempat yang dimaksud ialah tangki timbun (*storage tank*) yang merupakan salah satu peralatan utama yang wajib ada dalam seluruh rangkaian kegiatan usaha minyak dan gas bumi. Tangki timbun dapat digunakan untuk menampung bahan baku *crude oil*, bahan kimia cair, produk bahan bakar, dan dapat juga menampung ketersediaan air.

Tangki timbun merupakan lokasi yang sangat berbahaya karena rentan terhadap kebakaran, ledakan, keracunan, dan bahaya lain. Pengenalan tangki timbun bertujuan meminimalkan atau meniadakan semua potensi kecelakaan kerja. Tempat penimbunan minyak dan gas bumi terdiri atas sejumlah tangki yang dikelilingi oleh fasilitas di sekitarnya.

Pekerjaan yang berkaitan dengan penyimpanan ini ialah pengukuran level dan perhitungan minyak di dalam tangki timbun. Tahukah kamu metode pengukuran level dan perhitungan minyak di dalam tangki timbun? Pada bab ini kamu akan mempelajari proses pengolahan minyak bumi serta metode pengukuran level dan penghitungan minyak di dalam tangki timbun.



A. Pengolahan Minyak Bumi

Proses pengolahan minyak bumi cukup panjang, dari tahap separasi hingga konversi. Pemisahan berdasarkan sifat fisika yang terdiri atas tahap penyiapan *crude oil* dan distilasi bertingkat biasa dinamakan tahapan separasi. Tahap penyiapan *crude oil* terdiri atas pemisahan air, pemisahan gas-gas, dan pemisahan garam. Setelah dipisahkan dari zat-zat pengotor maka minyak mentah siap dijadikan umpan (*feed*) pada proses distilasi atmosferis. Proses selanjutnya ialah distilasi atmosferis yang bertujuan memisahkan minyak bumi berdasarkan perbedaan rentang titik didih dari komponen-komponen (fraksi-fraksi) minyak bumi.

Konversi ialah pemisahan untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas produk hasil pengolahan minyak bumi berdasarkan sifat kimia. Proses konversi terdiri atas perengkahan (*cracking*) dan reformasi katalisis (*catalytic reforming*). Perengkahan dibagi menjadi dua macam, yaitu perengkahan termal (*thermal cracking*) dan perengkahan katalisis (*catalytic cracking*).

Aktivitas 8.1

1. Apakah perbedaan tahapan separasi dan konversi di dalam pengolahan minyak bumi?
2. Apakah tujuan pemisahan minyak bumi dengan metode distilasi atmosferis?

B. Peralatan Pengolahan dan Utilitas

1. Peralatan Utama Pengolahan Minyak Bumi

Tahukah kalian, apa saja peralatan yang digunakan di dalam pengolahan minyak bumi? Pada bagian ini akan dibahas peralatan utama pengolahan minyak bumi yang memiliki fungsi masing-masing. Berikut ini jenis-jenis peralatan utama yang digunakan dalam pengolahan minyak bumi.

- a. **Tangki timbun.** Tangki timbun digunakan untuk menyimpan minyak mentah, produk, air, bahan kimia, dan bahan lain yang digunakan dalam pengolahan minyak bumi (Gambar



8.1). Tangki timbun ini dilengkapi dengan peralatan instrumen pendukung seperti pengukur tangki otomatis atau *automatic tank gauging* (ATG), level indikator, dan peralatan keselamatan kerja pada peralatan tangki timbun.

- b. **Pompa.** Fluida seperti umpan (*feed*) dapat dipindahkan dari satu tangki ke tangki lain dengan menggunakan pompa (Gambar 8.2). Begitu pun untuk memindahkan fluida pada peralatan proses lain. Pompa sentrifugal dan pompa piston merupakan dua jenis pompa yang biasa digunakan. Alat lain yang digunakan untuk membantu memindahkan fluida adalah kompresor. Kompresor berfungsi menambah kecepatan aliran fluida.



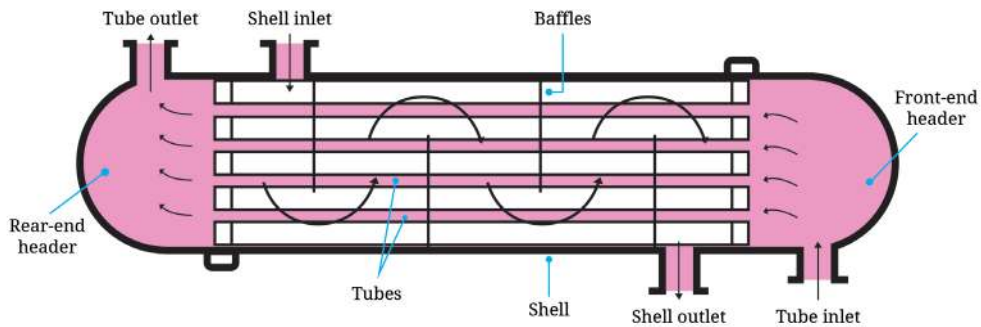
Gambar 8.1 Tangki Timbun
Sumber: Siska (2023)



Gambar 8.2 Pompa
Sumber: Siska (2023)



- c. **Alat penukar panas (*heat exchanger*)**. Fungsi dari alat penukar panas ini ialah untuk memindahkan panas dari suatu fluida ke fluida lain. Alat penukar panas ini juga digunakan untuk memindahkan panas dari fluida panas menuju ke fluida dingin. Sebagai contoh, residu hasil pengolahan perlu melepaskan panasnya, sementara *crude oil* sebagai umpan berikutnya memerlukan panas yang dapat ditukarkan dari residu tersebut. Panas yang seharusnya dibuang dari residu dapat dimanfaatkan untuk proses pemanasan *crude oil*. Gambar 8.3 menunjukkan bagian dalam komponen alat penukar panas yang berupa tabung-tabung tempat perpindahan panas.

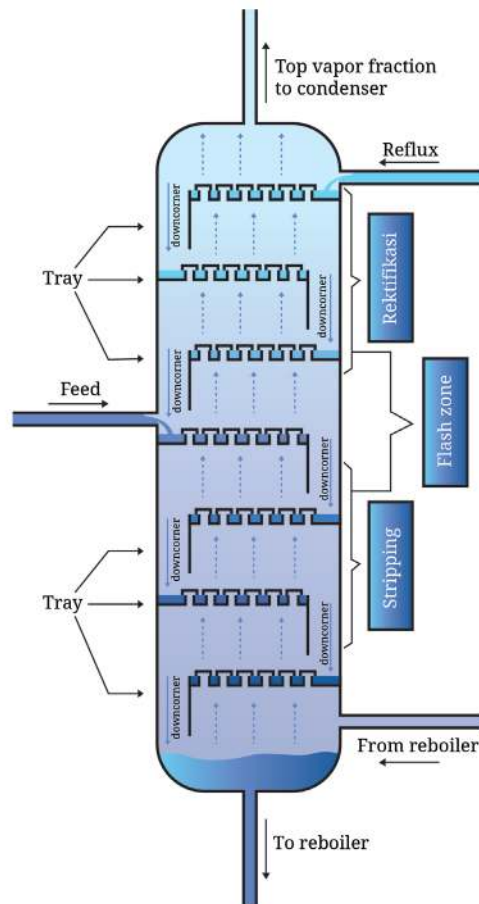


Gambar 8.3 Alat Penukar Panas

- d. **Dapur pemanas (*furnace*)**. *Furnace* berfungsi untuk mentransfer panas dari hasil pembakaran bahan bakar. *Furnace* disusun oleh pipa-pipa yang dipanaskan sehingga dapat mentransfer panasnya kepada umpan.
- e. **Evaporator**. Alat ini berfungsi untuk menguapkan *crude oil* sebelum masuk ke dalam kolom fraksinasi.
- f. **Kolom distilasi (kolom fraksinasi)**. Kolom distilasi berupa bejana berbentuk silinder yang terdiri atas alat kontak (*tray*) yang berfungsi memisahkan komponen-komponen di dalam campuran minyak bumi. Kolom distilasi terhubung dengan saluran umpan, hasil samping, dan produk. Bagian dalam kolom fraksinasi tampak pada Gambar 8.4.



- g. **Kolom *stripper***. Alat ini berbentuk mirip dengan kolom distilasi, tetapi ukurannya lebih kecil. Kolom *stripper* berfungsi untuk menajamkan pemisahan dengan cara mengusir fraksi-fraksi ringan di dalam produk yang dikehendaki.
- h. **Kondensor**. Kondensor berfungsi untuk mengembunkan uap minyak yang dihasilkan dari kolom distilasi. Kondensor biasanya menggunakan air sebagai media pendingin untuk terjadi pengembunan. Pada kondensor, fase uap diubah menjadi fase cair tanpa diikuti perubahan suhu, maka uap minyak dapat menyerap panas. Jenis panas ini sering dinamakan panas laten.
- i. **Cooler**. *Cooler* adalah peralatan yang berfungsi untuk mendinginkan produk yang masih panas sebelum disimpan di dalam tangki timbun. *Cooler* hanya mengubah suhu tanpa disertai perubahan fase. Panas yang diserap ialah panas sensibel.
- j. **Separator**. *Separator* berfungsi memisahkan komponen yang tidak saling melarut seperti memisahkan minyak dan air atau memisahkan antara gas dan cairan lain. Prinsip kerja yang digunakan ialah berdasarkan perbedaan berat jenis (densitas) antara kedua zat yang dipisahkan. *Separator* horizontal dapat dilihat pada Gambar 8.5.



Gambar 8.4 Kolom Fraksinasi





Gambar 8.5 Separator
Sumber: Siska (2023)

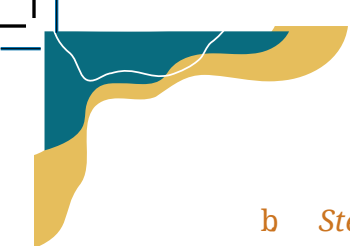
- k. **Perpipaan.** Pipa berfungsi menyalurkan fluida baik cair maupun gas. Pada pengolahan migas digunakan pipa yang kokoh terbuat dari baja dengan paduan karbon.
- l. **Instrumentasi.** Instrumentasi digunakan untuk mengontrol proses pengolahan minyak bumi agar terkendali dengan aman. Peralatan ini biasanya sudah otomatis dapat dibaca dan dikendalikan dengan mudah. Contoh peralatan instrumentasi seperti *flow meter*, manometer, ATG.

2. Utilitas

Utilitas merupakan bagian penting yang menunjang berlangsungnya proses pengolahan minyak bumi. Utilitas terdiri atas beberapa bagian penyediaan berikut ini.

- a. **Air.** Utilitas penyediaan air digunakan untuk menyuplai air untuk proses, pendinginan, umpan *boiler*, dan sanitasi. Untuk operasional kilang, unit ini meliputi pengolahan air bersih.



- 
- b. **Steam.** Peralatan seperti evaporator dan alat penukar panas menggunakan *steam* untuk proses pemanasannya.
 - c. **Bahan bakar,** biasa digunakan untuk memanaskan *boiler* dan menyalakan generator.
 - d. **Energi listrik.** Peralatan proses memerlukan tenaga penggerak dari energi listrik. Selain itu, penerangan kilang pada malam hari memerlukan energi listrik. Pada kilang tertentu unit ini dinamakan sebagai *power plant*. Listrik di kilang pengolahan diperoleh dari suplai listrik biasa dan listrik dari *generator set* sebagai cadangan.
 - e. **Pengolahan limbah.** Limbah yang dihasilkan dalam proses pengolahan minyak bumi harus diolah agar zat yang dibuang tidak mencemari lingkungan. Limbah dapat berwujud limbah padat, cair, atau gas.
 - f. **Udara terkompresi.** Peralatan instrumentasi dan alat pneumatik memerlukan udara tekan. Kompresor dan tangki udara merupakan perangkat yang biasa digunakan untuk menyediakan udara terkompresi pada kilang pengolahan.

3. Alat Ukur

Temperatur (suhu), tekanan, aliran, dan level dapat diukur dengan menggunakan instrumen pengukuran. Bidang kimia juga umumnya menggunakan instrumen pengukuran seperti pH-meter dan *conductivity-meter*. Instrumentasi pada industri biasanya sebagai alat kendali proses.

Beberapa alat ukur yang penting diketahui pada proses pengolahan minyak bumi adalah (a) pengukur suhu/temperatur, (b) pengukur tekanan, (c) pengukur aliran, dan (d) pengukur level.

a. Pengukuran Suhu (Temperatur)

Terdapat empat skala temperatur yang digunakan saat ini, yaitu skala Fahrenheit, Rankine, Celsius, dan Kelvin. Dua skala yang digunakan dalam sistem SI adalah skala temperatur Celsius dan Kelvin. Skala Celsius menggunakan 0°C sebagai temperatur ketika air dan es berada dalam kesetimbangan pada tekanan atmosfer. Titik didih ketika uap dan air berada dalam kesetimbangan adalah 100 °C pada temperatur yang sama. Konversi skala temperatur dapat dilihat pada Tabel 8.1.

Tabel 8.1 Konversi Skala Temperatur

	Rankine	Fahrenheit	Kelvin	Celcius
Rankine		$^{\circ}\text{F} = ^{\circ}\text{R} - 460$		
Fahrenheit	$^{\circ}\text{R} = ^{\circ}\text{F} - 460$			$^{\circ}\text{C} = 5/9(^{\circ}\text{F} - 32)$
Kelvin				$^{\circ}\text{C} = \text{K} - 273$
Celcius		$^{\circ}\text{F} = 9/5^{\circ}\text{C} + 32$	$\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273$	

Peralatan temperatur secara mekanis adalah alat pengukur temperatur yang bekerja menggunakan gerakan mekanis, pengembangan cairan, atau kombinasi keduanya dalam mengukur temperatur. Jenis-jenis peralatan temperatur ini tidak mahal, dan sedikit perawatannya. Tiga jenis alat ukur temperatur mekanik yang paling adalah termometer kaca, *bimetal strip*, dan sistem *filled thermal*.

Termometer kaca digunakan hampir di setiap rumah dan aplikasi temperatur di industri (Gambar 8.6). Termometer kaca digunakan untuk memeriksa sampel minyak, temperatur tangki, temperatur di dalam bangunan, temperatur udara di bagian luar, dan sebagainya.

Termometer bimetal digunakan untuk mengukur temperatur cairan proses dalam pipa, *vessel*, tangki, dan sebagainya. Jarum pada skala akan menunjukkan angka temperatur. Adapun termometer sistem *filled thermal* biasanya digunakan pada tungku perapian, sistem pendingin. Jenis sistem ini sangat umum digunakan.



Gambar 8.6 Termometer Kaca

b. Pengukuran Tekanan

Tekanan udara dapat diukur dengan menggunakan alat yang disebut barometer. Dengan mengukur perubahan tekanan atmosfer, barometer digunakan untuk memprediksi cuaca. Barometer digunakan oleh sebagian besar pelaut, pilot, dan ahli meteorologi. Pengukuran tekanan udara menggunakan barometer dapat dilakukan baik di dalam maupun di luar ruangan.



Alat ukur tekanan udara yang lain ialah manometer. Manometer biasanya berupa tabung yang berisi cairan. Tingkat cairan akan ditentukan oleh tekanan fluida dan oleh tinggi cairan sesuai dengan yang ditunjukkan pada skala. Manometer pada umumnya mengukur tekanan gas yang berada di dekat atau di bawah tekanan atmosfer karena tekanan atmosfer digunakan sebagai patokan pengukuran untuk perbandingan. Alat ini biasanya diisi dengan cairan padat, seperti merkuri atau minyak.



Gambar 8.7 Manometer

c. Pengukuran Aliran (*Flow Measurement*)

Aliran atau *flow* adalah pergerakan suatu zat dari suatu titik ke titik lain. Adapun *flow rate* menyatakan banyaknya suatu zat yang melewati suatu titik tiap satuan waktu. Satuan jumlah dari zat dapat berupa volume atau massa. Pengukuran aliran ini sendiri menggunakan alat yang disebut *flow meter*.



Gambar 8.8 Flow meter



d. Pengukuran Level (*Level Measurement*)

Pengukuran level adalah salah satu variabel yang diukur dalam industri *plant* selain tekanan, temperatur, dan aliran. Pengukuran level diperlukan untuk memastikan kuantitas serta kualitas bahan baku dan produk pengolahan minyak bumi. Peralatan yang biasa digunakan untuk pengukuran level adalah *diptape*, termometer tangki, botol sampel, hidrometer, dan termometer sampel. ATG (*automatic tank gauging*) pada tangki timbun dapat digunakan sebagai estimasi pengukuran level karena ada informasi level cairan di dalamnya. Pengukuran level secara langsung dilakukan untuk memastikan kebenaran level tersebut. Pada berbagai kondisi dan aplikasi, diperkenalkan juga teknologi-teknologi baru. Untuk aplikasi pengukuran level kita dihadapkan banyak pilihan alat ukur.



Gambar 8.9 *Automatic Tank Gauging*
Sumber: Juwantoro (2023)

Aktivitas 8.2

1. Jelaskan maksud dari alat penukar panas (*heat exchanger*)!
2. Apakah perbedaan antara kondensor dan *cooler* pada proses pengolahan minyak bumi?
3. Produk minyak yang dihasilkan dalam proses distilasi atmosferis biasanya masih mengandung air. Jelaskan peralatan yang digunakan untuk memisahkan antara minyak dan air!
4. Salah satu unit utilitas adalah penyediaan air. Mengapa harus terdapat unit penyediaan air dalam proses pengolahan minyak bumi?
5. Jelaskan fungsi dua peralatan berikut ini!
 - a. *flow meter*
 - b. manometer



C. Tahapan Separasi dan Konversi Pengolahan Minyak Bumi

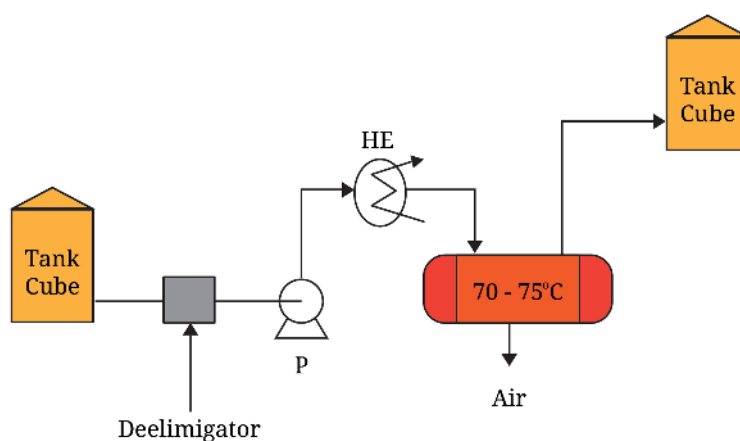
Pada subbab ini akan dibahas dua tahapan penting pengolahan minyak bumi yaitu separasi dan konversi. Separasi ialah pemisahan minyak bumi berdasarkan sifat fisika, sedangkan konversi ialah pemisahan minyak bumi berdasarkan sifat kimia. Separasi disebut sebagai proses primer (*primary processing*), sedangkan konversi disebut proses sekunder (*secondary processing*). Apa saja tahapan separasi dan konversi pada pengolahan minyak bumi? Pada bagian ini kalian akan belajar kedua tahapan pengolahan minyak bumi tersebut.

1. Proses Separasi

a. Proses Penyiapan Minyak Mentah (*Crude Oil*)

Proses separasi diawali dengan penyiapan *crude oil* yang terdiri atas tiga tahap pemisahan minyak bumi dari senyawa-senyawa—yang tidak diinginkan—berikut ini.

Pertama, pemisahan air. Agar tidak mengganggu proses pengolahan minyak bumi maka dilakukan pemisahan air. Air dapat menimbulkan tekanan yang tinggi dan dapat membentuk emulsi (campuran minyak dan air) yang sulit dipisahkan. Pemisahan air dilakukan dengan cara *settling* (didiamkan) dalam waktu yang cukup lama pada *separator*. Pemisahan air dari minyak akan lebih cepat dengan menambahkan bahan kimia deimigator.



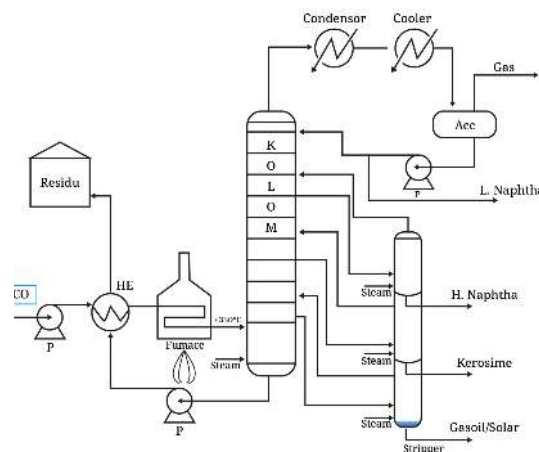
Gambar 8.10 Proses Pemisahan Air dalam *Crude Oil* (Minyak Mentah)

Kedua, pemisahan gas-gas C_1 dan C_2 . Tekanan yang cukup tinggi dapat diakibatkan oleh adanya gas-gas C_1 dan C_2 sehingga perlu dipisahkan dari *crude oil*. Keberadaan gas C_1 dan C_2 ini juga sulit dikendalikan karena memerlukan penyimpanan yang harus rapat. Sifat gas C_1 dan C_2 yang mudah menguap akan mengakibatkan terjadi *oil loses*. Pemisahan gas ini menggunakan *separator* atau kolom stabilizer.

Ketiga, pemisahan garam-garam NaCl (*desalter*). Garam dapat mengakibatkan kerusakan pada peralatan. Dengan adanya pemanasan, kandungan garam dapat membentuk asam kuat yang bersifat korosif (merusak). Oleh karena itu, garam harus dipisahkan dari *crude oil*. Penghilangan garam dilakukan dengan menggunakan listrik tegangan tinggi sampai 25 KV. Dalam keadaan normal, kandungan garam di dalam *crude oil* antara 10 sampai 200 PTB (*pound per thousand barel*). Jika melebihi batas kadar tersebut, kandungan garam perlu dikurangi dengan proses *desalter*.

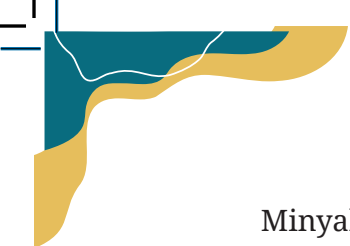
b. Proses Distilasi Atmosferis

Distilasi atmosferis ialah proses pemisahan minyak bumi secara fisik berdasarkan prinsip perbedaan titik didih. Umpan di dalam distilasi atmosferis ialah *crude oil*. Campuran dari komponen-komponen hidrokarbon yang ada di dalam *crude oil* dipisahkan berdasarkan trayek titik didihnya sehingga dihasilkan fraksi-fraksi minyak bumi. Tekanan kerja distilasi atmosferis pada tekanan atmosfer, yaitu 1–1,5 atmosfer.



Gambar 8.11 Diagram Alir Distilasi Atmosferis





Minyak mentah dipompa dari tangki *crude oil* dan melewati pemanasan awal pada kolom penukar panas/*heat exchanger* (HE). Jumlah HE di setiap kilang tidak mutlak hanya satu unit, tetapi dapat berjumlah beberapa unit. Minyak yang keluar dari kolom HE ini dihasilkan panas pada suhu sekitar 100°C. Minyak kemudian dialirkan menuju kolom pemanas (*furnace*) untuk dipanaskan kembali hingga sekitar 340–400°C. Untuk memisahkan fraksi berat dan fraksi ringan, minyak dialirkan ke evaporator. Uap yang dihasilkan suhunya mencapai lebih dari 300°C.

Pemisahan dilanjutkan pada kolom fraksinasi sehingga terjadi pemisahan menjadi fraksi-fraksi. Untuk mengubah uap menjadi cairan maka setiap fraksi harus melewati kolom kondensor agar terjadi pengembunan dengan menggunakan air sebagai media pendingin. Ketika produk sudah berupa cairan (kondensat) maka dapat dilakukan pendinginan pada kolom pendingin (*cooler*). Hasil akhir produk pada tahapan separasi ditampung di dalam tangki timbun sesuai dengan jenis produk masing-masing.

2. Proses Konversi

Proses konversi merupakan pemisahan minyak bumi yang bersifat kimiawi dan terjadi reaksi kimia. Proses konversi bertujuan memperoleh fraksi-fraksi minyak bumi berkualitas sesuai dengan kebutuhan pasar. Sebagai contoh, untuk memenuhi kebutuhan akan bahan bakar jenis bensin dengan kualitas tinggi maka sebagian fraksi rantai panjang hidrokarbon perlu diubah menjadi fraksi dengan rantai hidrokarbon lebih pendek. Selain itu, dapat juga mengubah struktur molekul hidrokarbon rantai lurus menjadi rantai bercabang, alisiklik, dan aromatik. Proses konversi dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu (a) perengkahan (*cracking*), dan (b) reformasi katalisis (*catalytic reforming*).

a. Perengkahan (*Cracking*)

Kebutuhan akan *gasoline* atau fraksi bensin meningkat sejalan dengan perkembangan teknologi. Proses pengadaan *gasoline* yang memiliki kualitas dan kuantitas yang tinggi tentu tidak hanya dilakukan dengan distilasi, tetapi juga memerlukan proses yang lebih baik dengan cara perengkahan. Perengkahan merupakan proses reaksi kimia yakni mengubah minyak molekul besar dipecah menjadi minyak yang molekulnya lebih



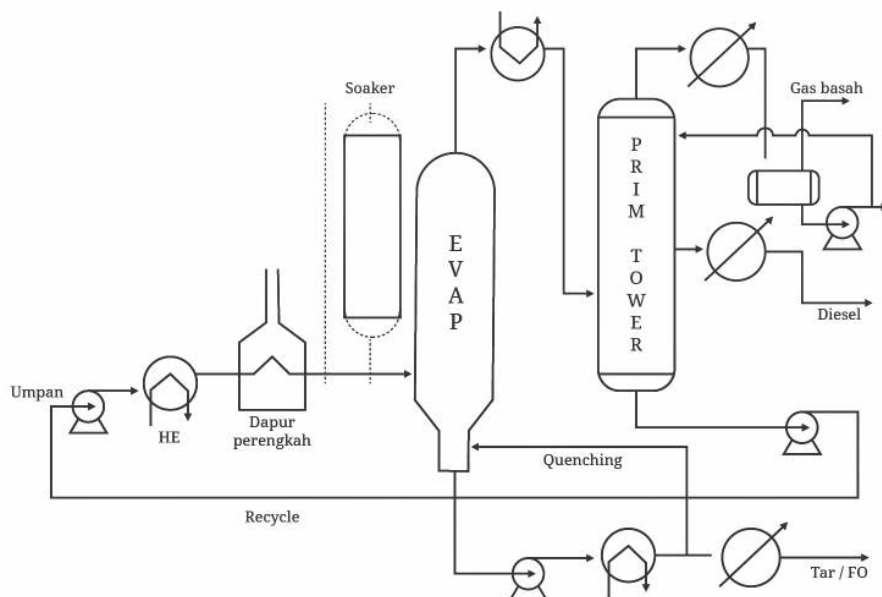
kecil, baik secara termal maupun katalisis. Proses perengkahan ini dilakukan dengan bantuan panas (termal) dan dengan bantuan katalis.

1) Perengkahan Termal (*Thermal cracking*)

Umpan (*feed*) perengkahan termal dapat berupa minyak berat/ ringan tergantung pada tujuan proses. *Gasoil* digunakan untuk umpan dalam pembuatan bensin. Bensin ringan/gas digunakan sebagai umpan untuk produk olefin rendah, sedangkan residu digunakan untuk mendapatkan *coke* atau *fuel oil*.

Umpan dipanaskan di dapur pemanas pada tekanan dan temperatur tinggi berkisar antara 455–730°C (851–1.346°F), pada tekanan sampai 1.000 psig. Secara komersial, proses perengkahan termal terhadap petroleum fraksi berat dan residu dilakukan pada suhu tinggi (sekitar 500°C) dan tekanan antara 10–25 kg/cm².

Perengkahan termal dilakukan pada suhu yang tinggi, 455–730°C (851–1.346°F) pada tekanan sampai 1.000 psig.



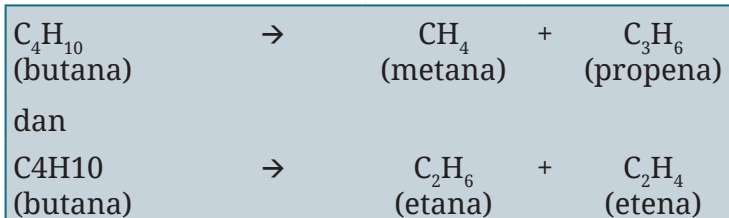
Gambar 8.12 Unit *Thermal Cracking* (Perengkahan Termal)



Ada dua tipe reaksi kimia pada perengkahan termal, yaitu (a) reaksi primer, dan (b) reaksi sekunder.

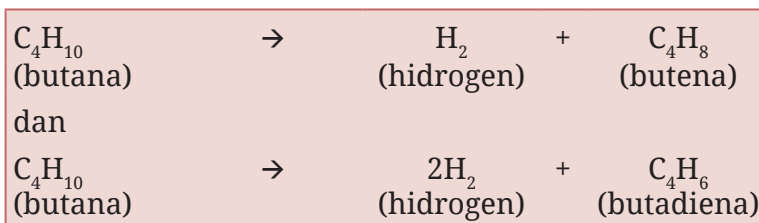
- **Reaksi Primer**

Reaksi dekomposisi n-butana.



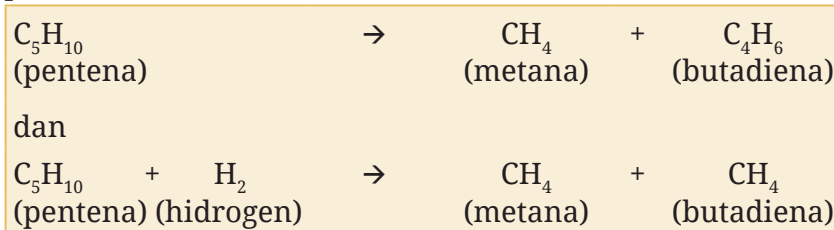
Pada suhu 600°C, reaksi pertama terjadi sampai 55% dan yang kedua sampai 40%. Reaksi-reaksi dehidrogenasi menjadi butena atau butadiena kurang dari 5%.

Reaksi-reaksi dehidrogenasi sebagai berikut.



- **Reaksi Sekunder**

Cracking lebih lanjut dari olefin menjadi diolefin dan parafine.



2) Perengkahan Katalisis (*Catalytic Cracking*)

Perengkahan katalisis adalah suatu proses perengkahan atas bantuan panas dan katalis. Katalisator berperan penting dalam proses *cracking*. Oleh karena itu, mutu katalisator terus dikembangkan di samping teknologi proses perengkahan. Dalam perkembangannya, ada beberapa generasi katalisator yang digunakan dalam proses perengkahan.



Generasi *pertama* adalah *natural clay* (tanah liat alami), seperti bentonit komponen utama montmorillonit, hidrat silika alumina yang mengandung magnesia.

Generasi *kedua* adalah katalisator sintetis yakni silika alumina amorf.

Generasi ketiga adalah katalisator zeolite, seperti sodalite, zeolite A, dan faujasit.

Karena adanya katalisator yang bersifat asam, hidrokarbon yang berada dalam umpan akan memberikan ion H^+ dan digunakan untuk memecahkan hidrokarbon yang mengikuti pemecahan ion karbonium. Ion karbonium timbul karena energi yang hanya dihasilkan oleh proton H^+ yang ditimbulkan oleh katalisator.

Thermal cracking: $C = C \rightarrow C + C$

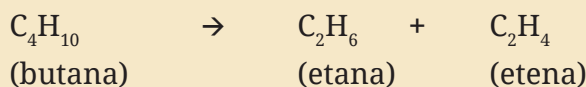
Catalytic cracking: $C = C \rightarrow C + C^+$

b. Reformasi Katalisis (*Catalytic Reforming*)

Unit reformasi katalisis berfungsi mengolah nafta berat yang memiliki angka oktan rendah menjadi reformat yang memiliki angka oktan tinggi dengan bantuan katalis. Proses reformasi katalisis berasal dari umpan nafta berat dengan kadar naftena tinggi menjadi aromatik. Reformasi katalisis secara kimia dilakukan dengan bantuan katalis bimetalik.

Aktivitas 8.3

1. Jelaskan peralatan untuk memisahkan fase air dan minyak pada tahap penyiapan *crude oil*!
2. Mengapa garam harus dipisahkan pada tahap penyiapan *crude oil air*?
3. Jelaskan pemisahan minyak bumi di dalam kolom fraksinasi setelah melalui pemanasan!
4. Gambarkan rumus struktur atau rumus bangun dari reaksi primer perengkahan termal n-butana berikut.



5. Apakah yang dimaksud dengan reformasi katalisis?



D. Produk-Produk Pengolahan Minyak Bumi

Crude oil atau minyak mentah mempunyai daerah komposisi unsur-unsur penyusunnya yang sangat sempit. Komposisi unsur-unsur penyusun *crude oil* dapat digambarkan pada Tabel 8.2.

Tabel 8.2 Komposisi Unsur-Unsur Penyusun *Crude Oil*

No.	Unsur Penyusun	Komposisi (%)
1.	karbon	84,00–87,00
2.	hidrogen	11,00–15,00
3.	belerang	0,04–6,00
4.	oksigen	0,10–2,00
5.	nitrogen	0,01–2,00
6.	logam-logam	0,00–0,10

Setelah dipisahkan pada tahap separasi dan konversi, dari komposisi senyawa hidrokarbon serta zat lain dihasilkan berbagai macam produk. Melalui tahap pemisahan dan pencampuran sesuai dengan spesifikasi mutu yang dipersyaratkan, pengolahan minyak bumi menghasilkan berbagai produk yang berupa minyak cair, gas, dan zat padat berikut ini.

1. **Liquified Petroleum Gas (LPG).** Propana dan butana ialah dua senyawa hidrokarbon bahan utama dari LPG yang biasanya dicairkan pada suhu normal dan tekanan sedang (95 psi). Sedikit komponen senyawa beraroma ditambahkan ke dalam LPG yang digunakan untuk mengetahui kebocoran pada tabung LPG. LPG banyak digunakan sebagai bahan bakar rumah tangga dan industri, mesin *internal combustion*, dan bahan baku industri petrokimia.
2. **Bensin.** Bensin memiliki istilah *motor gasoline* (mogas). Campuran kompleks senyawa hidrokarbon di dalam bensin mempunyai kisaran titik didih 40–200°C. Bensin mempunyai karakteristik bahan yang mudah menguap (*volatility*) dan antiketukan.
3. **Aviation gasoline (Avgas).** *Aviation gasoline (avgas)* sering dikenal sebagai bensin penerbangan. Avgas digunakan untuk bahan bakar mesin pesawat terbang berbaling-baling. Pada saat tinggal landas (*take off*), pesawat terbang memerlukan tenaga sangat besar dan pada saat keadaan jelajah (*cruising*) memerlukan lebih sedikit tenaga.



4. **Aviation turbo fuel (Avtur).** Avtur adalah sejenis bahan bakar untuk pesawat bertenaga jet (*turbo jet*). Berbeda dengan pesawat terbang berbaling-baling, proses pembakaran pada *turbo jet* tidak berlangsung pada tekanan tinggi. Fraksi kerosin adalah fraksi bahan bakar terbaik untuk mesin jet karena beroperasi pada suhu normal hingga kira-kira 95°F.
5. **Kerosin.** Kerosin adalah fraksi minyak bumi yang lebih berat dari pada bensin dan mempunyai daerah titik didih 150–250°C. Kerosin dipakai sebagai bahan bakar lampu penerangan dan bahan bakar kompor untuk rumah tangga. Karena penggunaan utamanya untuk bahan bakar lampu penerangan, maka kerosin harus memberikan intensitas nyala yang baik dan sedikit mungkin timbulnya asap. Di Indonesia, bahan bakar kompor untuk rumah tangga dari jenis kerosin sudah dikurangi penggunaannya dan dikonversi ke bahan bakar LPG.
6. **Minyak diesel.** Minyak diesel adalah fraksi minyak bumi yang digunakan sebagai bahan bakar mesin diesel dan memiliki titik didih antara 200–350°C.
7. **Minyak bakar residu.** Minyak bakar residu dihasilkan berasal dari residu pada proses distilasi dan perengkahan. Pemanas di industri menggunakan bahan bakar jenis ini.
8. **Minyak pelumas.** Tujuan minyak pelumas adalah menghentikan keausan pada bagian-bagian mesin yang bergerak. Minyak pelumas ditawarkan dalam berbagai jenis, tergantung pada jenis peralatan dan lingkungan kerja yang berbeda.
9. **Minyak gemuk (grease).** Banyak komponen mesin dibuat sedemikian rupa sehingga mencegah pelumas menempel ke permukaan. Sabun, *clay*, atau bahan aditif pengental lain didispersikan ke dalam minyak pelumas untuk mengentalkannya. Minyak gemuk diperoleh melalui pemanasan pada ketel dengan mencampurkan minyak dan sabun pada suhu antara 300–600°F.
10. **Malam (wax).** Wax adalah senyawa hidrokarbon minyak bumi yang terdiri atas 20–75 atom karbon dan titik lebur antara 90–200°F. Wax digunakan untuk bahan keperluan sehari-hari seperti lilin, perekat bahan korek api, dan semir.



11. **Aspal.** Aspal adalah bitumen berwarna hitam baik setengah padat atau padat berasal dari minyak bumi. Aspal berguna sebagai pengeras jalan raya.

Aktivitas 8.4

- Salinlah tabel di bawah ini di dalam buku catatan!
- Apa saja produk hasil pengolahan minyak bumi dan kegunaannya dalam kehidupan sehari-hari?

No.	Nama Produk Pengolahan Minyak Bumi	Kegunaan
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		

E. Pengukuran Level di Tangki Timbun

Minyak yang disimpan di dalam tangki timbun, baik kualitas maupun kuantitasnya, harus diketahui melalui metode pengukuran. Untuk menguji kuantitas produk perlu dilakukan pengukuran level. Pengukuran level di tangki timbun ini dilakukan dengan beberapa metode pengukuran, dari pengukuran level cairan, pengukuran level air, pengukuran suhu di tangki, pengambilan sampel, hingga pengukuran densitas observasi sampel. Densitas merupakan salah satu spesifikasi mutu (kualitas) dari suatu produk yang perlu dilakukan pengukuran. Bagaimanakah teknik pengukuran level di tangki timbun? Pada bagian ini dijelaskan tahap-tahap pengukuran level di tangki timbun.



1. Persiapan Sebelum Pengukuran Tangki

Sebelum melakukan pengukuran tangki, seorang pekerja harus melakukan tahapan berikut ini.

- a. Periksa segel/tutup pada tangki tertutup dengan baik.
- b. Periksa kedudukan atap tangki untuk atap jenis *floating roof*, jika terdapat air agar dikeringkan dan jika miring harus dilaporkan kepada pengawas.
- c. Pastikan permukaan cairan menjadi tenang sebelum melakukan pengukuran.
- d. Pastikan alat-alat ukur siap digunakan dengan baik.
- e. Catat *reference deep* yang ada di dalam tabel tangki yang akan diukur.

2. Pengukuran Level Cairan

Pengukuran level cairan terdapat dua metode, yaitu metode *innage* dan metode *outtage*. Metode *innage* ialah metode pengukuran level dengan cara mengukur ketinggian cairan yang diukur dari dasar tangki hingga ke permukaan. Adapun metode *outtage* ialah metode pengukuran level dengan cara mengukur bagian dari tangki yang tidak terisi oleh cairan.

Alat ukur yang diperlukan pada pengukuran level ialah *diptape* dan pasta minyak sebagai bahan indikator. *Diptape* biasanya untuk mengukur level minyak di tangki timbun dengan ketinggian 2–20 meter. *Diptape* terdiri atas gulungan pita ukur dan bandulan terbuat dari kuningan dengan ketelitian hingga 1 mm (Gambar 8.13). Alat ini sering disebut rol meter minyak atau meteran minyak. Untuk ketinggian tangki lebih rendah dapat menggunakan *dipstick* yang berbentuk tongkat.



Gambar 8.13 Diptape





Gambar 8.14 Pasta Minyak
Sumber: Ade (2023)

a. Metode *Innage*

- 1) Siapkan *tank ticket* pengukuran level cairan.
- 2) Pastikan alat-alat ukur siap digunakan dengan baik.
- 3) Gunakan *level gauge* (indikator level) pada tangki sebagai pembandingan dalam pengukuran level cairan.
- 4) Pegang *handrail* (pegangan tangan) pada tangga dengan satu tangan untuk menghindari listrik statis ketika menaiki tangga.
- 5) Posisikan badan berdiri di tempat aman (membelakangi arah angin) ketika membuka lubang ukur dan biarkan uap minyak berkurang.
- 6) Periksa tinggi lubang ukur hingga *datum plate* (dasar tangki).
- 7) Posisikan pita ukur pada titik ukur dan turunkan dengan perlahan hingga terasa bandulan menyentuh *datum plate*. Periksa angka yang tertera pada pita; jika tidak sama dengan ketinggian lubang ukur maka ulangi pengukuran. Laporkan ke pengawas bila ketinggian lubang ukur masih berbeda.
- 8) Pastikan pita ukur tetap bersinggungan dengan lubang ukur ketika penurunan pita ukur.
- 9) Oleskan pasta minyak secukupnya pada perkiraan level cairan.
- 10) Ukur level cairan dengan cara menurunkan pita ukur hingga bandulan terasa menyentuh *dattum plate* dan diamkan beberapa saat (sekitar 5–30 detik).



- 11) Tarik pita ukur hingga terbaca perubahan warna pada pasta minyak dan bacalah batas pembacaan dari oleh reaksi pasta minyak.
- 12) Bersihkan alat ukur dan ulangi pengukuran. Apabila hasil pengulangan nilainya sama atau hasil pengulangan berbeda lebih kecil 3 mm, catat hasil pengukuran level cairan pertama pada *tank ticket*.
- 13) Lanjutkan pengukuran level air bebas (*free water*).

b. Metode *Outtage*

- 1) Siapkan *tank ticket* pengukuran level cairan.
- 2) Pastikan alat-alat ukur siap digunakan dengan baik.
- 3) Gunakan *level gauge* (indikator level) pada tangki sebagai pembanding dalam pengukuran level cairan.
- 4) Pegang *handrail* (pegangan tangan) pada tangga dengan satu tangan untuk menghindari listrik statis ketika menaiki tangga.
- 5) Posisikan badan berdiri di tempat aman (membelakangi arah angin) ketika membuka lubang ukur dan biarkan uap minyak berkurang.
- 6) Periksa tinggi lubang ukur hingga *datum plate* (dasar tangki).
- 7) Posisikan pita ukur pada bibir *reference point* (titik ukur) dan turunkan secara perlahan bandulan hingga terasa menyentuh *datum plate*. Periksa angka yang tertera pada pita, jika tidak sama dengan ketinggian lubang ukur maka ulangi pengukuran. Laporkan ke pengawas bila ketinggian lubang ukur masih berbeda.
- 8) Pastikan pita ukur tetap bersinggungan dengan lubang ukur ketika penurunan pita ukur.
- 9) Oleskan pasta minyak secukupnya pada perkiraan level cairan.
- 10) Ukur level cairan dengan cara menurunkan pita ukur hingga bandulan terasa menyentuh sebagian cairan dan diamkan beberapa saat. Catat pembacaan skala pita ukur tepat berada di *reference point*.



- 11) Turunkan pita ukur dan bandulan dengan perlahan hingga sebagian bandulan terendam cairan dan diamkan beberapa saat. Catat skala pembacaan pita tepat pada titik ukur.
- 12) Tarik pita ukur dengan perlahan hingga terbaca perubahan warna pada pasta minyak pada bandulan. Baca dan catat hasil pengukuran pada *tank ticket*.
- 13) Bersihkan alat ukur dan ulangi pengukuran. Apabila hasil pengulangan nilainya sama atau hasil pengulangan berbeda lebih kecil 3 mm, catat hasil pengukuran level cairan pertama.
- 14) Lanjutkan pengukuran level air bebas (*free water*).

3. Pengukuran Air Bebas (*Free Water*)

- a. Bersihkan alat ukur dari pita ukur hingga bandulan.
- b. Oleskan pasta air pada bandulan secukupnya sesuai dengan level air yang diperkirakan.



Gambar 8.15 Pasta Air

Sumber: Ade (2023)

- c. Posisikan pita ukur pada titik ukur dan turunkan dengan perlahan hingga bandulan terasa menyentuh *datum plate*.
- d. Diamkan pita ukur beberapa saat hingga terjadi reaksi antara pasta bereaksi dengan air.
- e. Tarik pita ukur hingga terbaca perubahan warna pada pasta air dan bacalah batas pembacaan dari reaksi pasta air.
- f. Bersihkan alat ukur selesai digunakan.



4. Pengukuran Suhu Minyak di Tangki Timbun

- Periksa termometer sebelum digunakan, pastikan berfungsi dengan baik dan bersih.
- Ukur suhu minyak setelah pengukuran level cairan dan level air.
- Kaitkan bagian atas *cup case assembly* pada tali ukur.
- Turunkan termometer dengan perlahan hingga mencapai kedalaman yang sudah ditentukan.
- Baca dengan segera suhu yang terukur pada termometer dalam keadaan sebagian *cup case assembly* berada di dalam lubang ukur.
- Lakukan pengukuran secara berulang sesuai dengan ketentuan pada Tabel 8.3.



Gambar 8.16 Termometer Tangki
Sumber: Ade (2023)

Tabel 8.3 Pengukuran Suhu Minyak di Dalam Tangki

Tinggi Minyak	Minimum jumlah Pengukuran	Kedalaman Pengukuran	Suhu Hasil Pengukuran
lebih dari 5 meter	3 kali	<ol style="list-style-type: none">1 meter di bawah permukaan ketinggiandi tengah-tengah ketinggian minyak1 meter di atas dasar ketinggian minyak (batas minyak dan air)	$\frac{a+b+c}{3}$
3–5 meter	2 kali	<ol style="list-style-type: none">1 meter di bawah permukaan ketinggian minyak1 meter di atas dasar ketinggian minyak (batas minyak dan air)	$\frac{a+b}{2}$



Tinggi Minyak	Minimum jumlah Pengukuran	Kedalaman Pengukuran	Suhu Hasil Pengukuran
kurang dari 3 meter	1 kali	di tengah-tengah level minyak	a

- g. Suhu minyak dapat ditentukan dari suhu rata-rata hasil pengukuran.

$$\text{suhu minyak rata-rata} = \frac{\text{jumlah hasil pembacaan suhu}}{\text{jumlah pengukuran}}$$

5. Pengambilan Sampel (Contoh)

- Periksa alat pengambilan sampel siap digunakan dalam keadaan bersih dan kering.
- Ikutkan tali ke botol sampel dan buat simpul setiap panjang 1 meter agar diperoleh sampel dari kedalaman yang diinginkan.
- Sebelum mengambil sampel, pastikan titik sampel pada kedalaman yang akan diambil.
 - Lebih besar 5 meter: tiga kali pengambilan sampel yaitu pada pertengahan dari sepertiga isi minyak bagian atas, pertengahan isi minyak, dan pada pertengahan dari sepertiga isi minyak bagian bawah.
 - Antara 3–5 meter: dua kali pengambilan sampel yaitu pada pertengahan dari sepertiga isi minyak bagian atas dan pada pertengahan dari sepertiga isi minyak bagian bawah.
 - Lebih kecil dari 3 meter: satu kali pengambilan sampel yaitu pada pertengahan isi minyak.



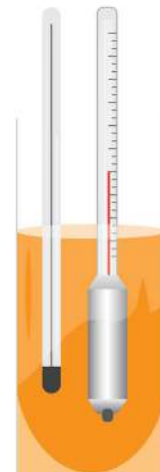
Gambar 8.17 Botol Sampel
Sumber: Ade (2023)

- d. Turunkan botol sampel dalam keadaan tertutup dengan perlahan. Bila sudah sampai pada kedalaman yang diinginkan sentakkan tali sehingga penutupnya terbuka. Tunggu hingga botol sampel terisi penuh.
- e. Tarik botol sampel dengan perlahan.
- f. Tuangkan sampel ke dalam gelas ukur dengan keadaan miring untuk mengurangi gelembung udara.
 - Untuk 3 kali sampel diambil masing-masing sepertiga dari setiap pengambilan sampel.
 - Untuk 2 kali sampel diambil masing-masing setengah dari setiap pengambilan sampel.
 - Untuk 1 kali sampel diambil seluruh isi sampel.
- g. Pasang label dan tuliskan tanggal, jam, nomor tangki, tempat, jumlah minyak lalu paraf.
- h. Kirim sampel ke laboratorium.

6. Pengukuran Densitas Sampel dengan Hidrometer

Densitas adalah berat jenis minyak yang termasuk ke dalam sifat fisika dan menentukan kualitas suatu minyak. Alat ukur yang digunakan adalah hidrometer.

- a. Siapkan sampel yang akan diukur.
- b. Siapkan hidrometer dan termometer yang sesuai dengan sampel minyak yang akan diukur.
- c. Tuangkan sampel minyak sampel minyak ke dalam gelas ukur dengan hati-hati.
- d. Posisikan gelas ukur dengan tegak dan rata, pastikan tidak ada angin.
- e. Ukur suhu sampel minyak dengan menggunakan termometer dan gunakan termometer untuk mengaduk.



Gambar 8.18 Pengukuran Densitas Menggunakan Hidrometer
Sumber: Ade (2023)





- f. Pilih hidrometer yang sesuai dengan jenis minyak yang akan diukur.
- g. Masukkan hidrometer ke dalam sampel minyak dengan hati-hati.
- h. Biarkan hidrometer hingga diam dan menunjukkan pada skala densitas sampel.
- i. Baca suhu yang terukur oleh termometer dan densitas yang terukur oleh hidrometer.
- j. Catat hasil pengukuran suhu dan densitas pada *tank ticket*.

Aktivitas 8.5

- Salinlah tabel di bawah ini di dalam buku catatan!
- Apakah nama dan fungsi alat pengukuran level seperti pada tabel berikut.

No.	Gambar	Nama Alat	Fungsi Alat
1.			
2.			
3.			
4.			



No.	Gambar	Nama Alat	Fungsi Alat
5.			
6.			

F. Penghitungan Minyak di Dalam Tangki Timbun

Minyak yang sudah ditentukan pengukuran kualitas dan kuantitasnya selanjutnya dapat ditentukan volumenya. Volume minyak standar 15°C dapat ditentukan dengan cara menghitung koreksi muai tangki, *volume liter observed*, densitas 15°C, *volume correction factor*, dan volume minyak 15°C. Bagaimanakah cara menghitung volume minyak di tangki timbun? Untuk memudahkan memahami cara melakukan penghitungan, berikut ini diberikan contoh hasil pengukuran level di tangki timbun dan pengukuran densitas *observed* terhadap sampel minyak.

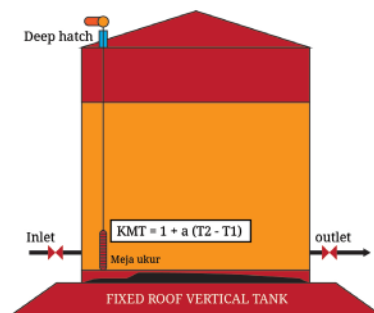
Contoh Hasil Pengukuran Level

pengukuran level

- level cairan = 404,5 cm
- level air = 1,7 cm
- suhu cairan di dalam tangki = 28°C

pengukuran densitas

- densitas obs. = 0,8415
- suhu sampel = 29°C

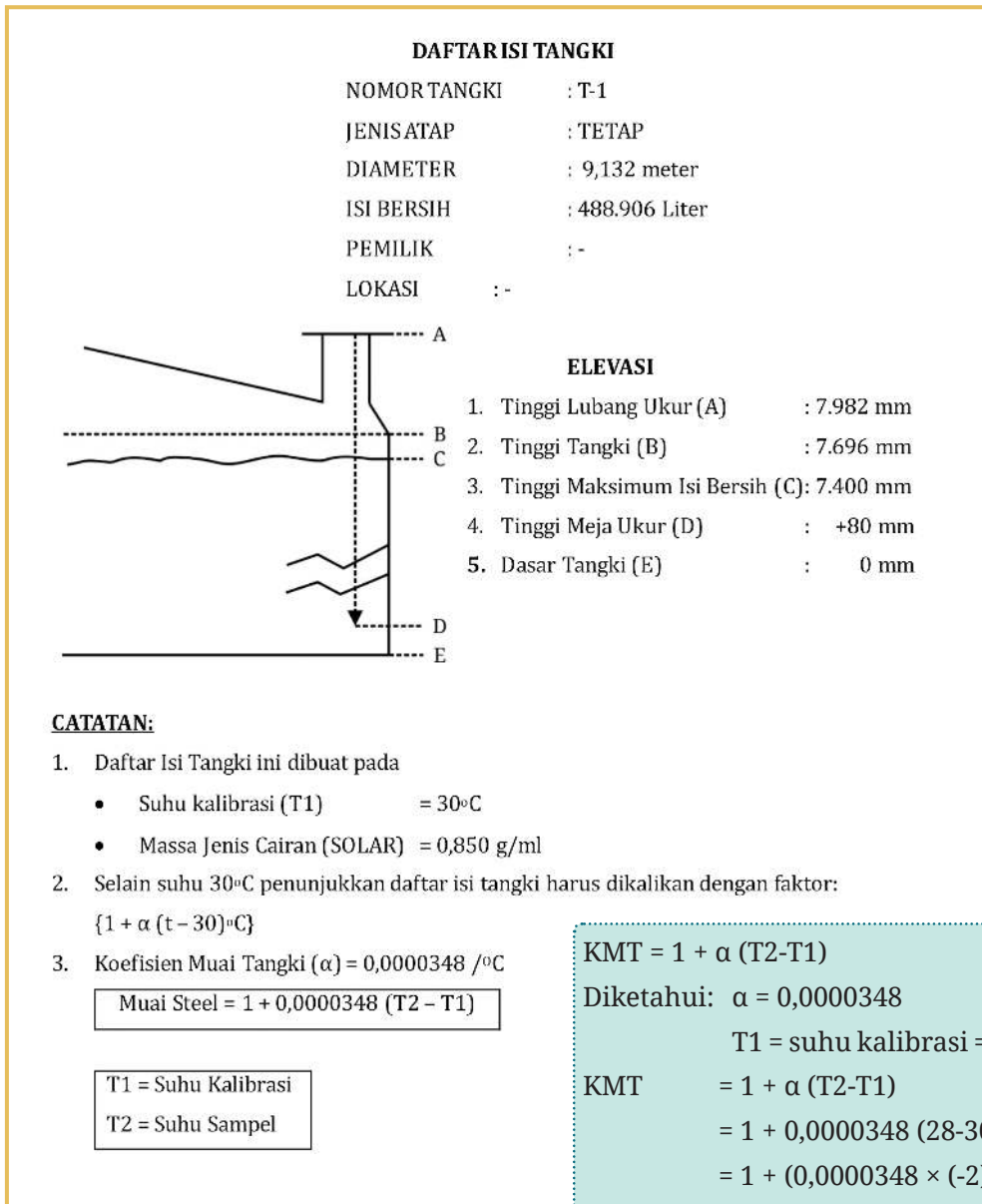


Gambar 8.19 Pengukuran Level di Dalam Tangki Timbun



1. Koefisien Muai Tangki (KMT)

Perhitungan minyak di dalam tangki timbun harus dilakukan dengan menggunakan daftar isi tangki dan tabel tangki yang diukur. Berikut ini contoh tabel tangki.



$$\text{KMT} = 1 + \alpha (T2 - T1)$$

Diketahui: $\alpha = 0,0000348$

T1 = suhu kalibrasi = 30°C

$$\begin{aligned} \text{KMT} &= 1 + \alpha (T2 - T1) \\ &= 1 + 0,0000348 (28 - 30) \\ &= 1 + (0,0000348 \times (-2)) \\ &= 1 - 0,0000696 \\ &= 0,9999304 \end{aligned}$$

Gambar 8.20 Daftar Isi Tangki



2. Volume Liter Observed

- Volume Cairan *Gross*

Volume cairan *gross* maksudnya ialah volume cairan yang ada termasuk minyak dan air bebas di dalam tangki timbun. Untuk memperoleh nilai volume cairan *gross* dapat melihat Tabel 8.4.

Tabel 8.4 Tabel Tangki Perhitungan Cairan *Gross*

Tinggi (mm)	Isi (L)	Beda (L)
4.033	268.081	66
4.034	268.147	66
4.045	268.212	66
4.036	268.278	66

level cairan = 404,5 cm = 4045 mm

$$V_{\text{Cairan Gross}} = 268.212 \text{ L (A)}$$

- Volume Air *Gross*

Volume air *gross* maksudnya ialah volume air bebas di dalam tangki timbun. Untuk memperoleh nilai volume cairan *gross* dapat melihat Tabel 8.5.

Tabel 8.5 Tangki Perhitungan Air *Gross*

Tinggi (mm)	Isi (L)	Beda (L)
17	3.024	66
18	3.090	66
19	3.156	66
20	3.222	66

level air = 1,7 cm = 17 mm

$$V_{\text{Air Gross}} = 3.024 \text{ L (B)}$$

- Volume *Liter Observed*

$$\begin{aligned} \text{volume liter obs.} &= (A - B) \text{ KMT} \\ &= (268.212 - 3.024) \times 0,9999304 \\ &= 265.188 \times 0,9999304 \\ &= 265.170 \text{ L} \end{aligned}$$



3. Densitas 15°C

Hasil pengukuran *density obs.* dan suhu sampel = 0,8415/29°C

Untuk menentukan densitas 15°C dengan cara melihat Tabel 53 ASTM-IP.

Tabel 8.6 ASTM Tabel 53 untuk Mengonversi Densitas *Obs.* ke Densitas 15°C

ASTM IP	Table 53 Density Reduction to 15°C.										0,840-0,849 25-50°C
	Observed Density										
	0,840	0,841	0,842	0,843	0,844	0,845	0,846	0,847	0,848	0,849	
Observed Temperature, °C	Corresponding Density 15°C.										
25,0	0,8466	0,8476	0,8486	0,8496	0,8506	0,8516	0,8526	0,8536	0,8546	0,8556	
25,5	0,8470	0,8480	0,8490	0,8499	0,8509	0,8519	0,8529	0,8539	0,8549	0,8559	
26,0	0,8473	0,8483	0,8493	0,8503	0,8513	0,8523	0,8532	0,8542	0,8552	0,8562	
26,5	0,8476	0,8486	0,8496	0,8506	0,8516	0,8526	0,8536	0,8546	0,8556	0,8566	
27,0	0,8480	0,8489	0,8499	0,8509	0,8519	0,8529	0,8539	0,8549	0,8559	0,8569	
27,5	0,8483	0,8493	0,8503	0,8512	0,8522	0,8532	0,8542	0,8552	0,8562	0,8572	
28,0	0,8486	0,8496	0,8506	0,8516	0,8526	0,8536	0,8546	0,8555	0,8565	0,8575	
28,5	0,8489	0,8499	0,8509	0,8519	0,8529	0,8539	0,8549	0,8559	0,8569	0,8579	
29,0	0,8493	0,8502	0,8512	0,8522	0,8532	0,8542	0,8552	0,8562	0,8572	0,8582	
29,5	0,8496	0,8506	0,8516	0,8526	0,8535	0,8545	0,8555	0,8565	0,8575	0,8585	

Diketahui:

$$0,841 \text{ (a)} = 0,8502 \quad \text{(c)}$$

$$0,8415 \text{ (e)} = \dots?$$

$$0,842 \text{ (b)} = 0,8512 \quad \text{(d)}$$

Adapun rumus interpolasi untuk menghitung/mencari densitas 15°C sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{densitas } 15^\circ\text{C} &= c + \left\{ \frac{(e-a)}{(b-a)} \times (d-c) \right\} \\
 &= 0,8502 + \left\{ \frac{(0,8415-0,841)}{(0,842-0,841)} \times (0,8512-0,8502) \right\} \\
 &= 0,8502 + \left\{ \frac{(0,0005)}{(0,0010)} \times (0,0010) \right\} \\
 &= 0,8502 + 0,0005 \\
 &= 0,8507
 \end{aligned}$$

4. Volume Correction Factor (VCF)

Hasil perhitungan densitas 15°C dan suhu minyak di dalam tangki timbun = 0,8507/28°C.

Untuk menghitung volume minyak 15°C, terlebih dahulu harus ditentukan VCF dengan cara melihat Tabel 54 ASTM-IP.

Tabel 8.7 Menentukan VCF Berdasarkan Tabel 54 ASTM-IP

0,840-0,870 25-50°C		Table 54 Volume Reduction to 15°C.						ASTM-IP
Observed Temperature, °C	Density 15°C							
	0,840	0,845	0,850	0,855	0,860	0,865	0,870	
Factor for Reducing Volume to 15°C.								
25,0	0,9918	0,9919	0,9920	0,9921	0,9922	0,9922	0,9923	
25,5	0,9914	0,9915	0,9916	0,9917	0,9918	0,9918	0,9919	
26,0	0,9910	0,9911	0,9912	0,9913	0,9914	0,9914	0,9915	
26,5	0,9906	0,9907	0,9908	0,9909	0,9910	0,9911	0,9911	
27,0	0,9902	0,9903	0,9904	0,9905	0,9906	0,9907	0,9908	
27,5	0,9898	0,9899	0,9900	0,9901	0,9902	0,9903	0,9904	
28,0	0,9893	0,9895	0,9896	0,9897	0,9898	0,9899	0,9900	
28,5	0,9889	0,9891	0,9892	0,9893	0,9894	0,9895	0,9896	
29,0	0,9885	0,9887	0,9888	0,9889	0,9890	0,9891	0,9892	
29,5	0,9881	0,9883	0,9884	0,9885	0,9886	0,9887	0,9888	

Diketahui:

$$0,850 \text{ (a)} = 0,9896 \quad \text{(c)}$$

$$0,8507 \text{ (e)} = \dots?$$

$$0,855 \text{ (b)} = 0,9897 \quad \text{(d)}$$

Berikut ini rumus interpolasi untuk menghitung/mencari VCF.

$$\begin{aligned}
 \text{VCF} &= c + \left\{ \frac{(e-a)}{(b-a)} \times (d-c) \right\} \\
 &= 0,8507 + \left\{ \frac{(0,8507-0,850)}{(0,8507-0,850)} \times (0,9897-0,9896) \right\} \\
 &= 0,8507 + \left\{ \frac{(0,0007)}{(0,0050)} \times (0,0001) \right\} \\
 &= 0,8507 + \{0,14 \times 0,0001\} \\
 &= 0,8507 + 0,000014 \\
 &= 0,850714 \text{ (Harus 6 angka di belakang koma)}
 \end{aligned}$$



5. Volume Minyak 15°C

Rumus untuk menghitung volume minyak 15°C sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{volume minyak } 15^{\circ}\text{C} &= \text{volume liter obs.} \times \text{VCF} \\ &= 265.170 \times 0,850714 \\ &= 225.584 \text{ L}\end{aligned}$$

Kalian dapat melakukan praktik pengukuran level dengan fasilitas yang ada di sekolah masing-masing. Kuncinya adalah lakukan dengan teliti sesuai prosedur dan bacalah alat ukur dengan akurat.

Aktivitas 8.5

Dengan menggunakan Tabel 53 dan Tabel 54 ASTM-IP di atas, hitunglah volume minyak 15°C jika hasil pengukuran level dan densitas diperoleh sebagai berikut!

pengukuran level

- level cairan = 403,3 cm
- level air = 2,0 cm
- suhu cairan di dalam tangki = 29°C

pengukuran densitas

- densitas obs. = 0,8425
- suhu sampel = 28°C



Uji Kompetensi

Jawablah dengan singkat dan tepat!

1. Apakah tujuan proses distilasi atmosferis pada pengolahan minyak bumi?
2. Apakah perbedaan fungsi peralatan kondensor dan *cooler* pada pengolahan minyak bumi?
3. Sebutkan jenis termometer dan cara mengukur suhu sampel minyak dari tangki timbun!
4. Bagaimanakah cara menentukan densitas dari sampel minyak?
5. Bagaimanakah alir pengolahan minyak bumi pada distilasi atmosferis?
6. Gambarkan reaksi primer dari proses *thermal cracking* untuk memecah molekul n-butana menghasilkan metana dan propana!
7. Apakah nama peralatan untuk pengukuran level dan bagaimanakah teknik pengukuran level di tangki timbun dengan metode *innage*?
8. Perhatikan ASTM Tabel 53 berikut ini!

ASTM IP		Table 53 Density Reduction to 15°C.									0,840-0,849 25-50°C
Observed Temperature, °C	Observed Density										
	0,840	0,841	0,842	0,843	0,844	0,845	0,846	0,847	0,848	0,849	
Corresponding Density 15°C.											
25,0	0,8466	0,8476	0,8486	0,8496	0,8506	0,8516	0,8526	0,8536	0,8546	0,8556	
25,5	0,8470	0,8480	0,8490	0,8499	0,8509	0,8519	0,8529	0,8539	0,8549	0,8559	
26,0	0,8473	0,8483	0,8493	0,8503	0,8513	0,8523	0,8532	0,8542	0,8552	0,8562	
26,5	0,8476	0,8486	0,8496	0,8506	0,8516	0,8526	0,8536	0,8546	0,8556	0,8566	
27,0	0,8480	0,8489	0,8499	0,8509	0,8519	0,8529	0,8539	0,8549	0,8559	0,8569	
27,5	0,8483	0,8493	0,8503	0,8512	0,8522	0,8532	0,8542	0,8552	0,8562	0,8572	
28,0	0,8486	0,8496	0,8506	0,8516	0,8526	0,8536	0,8546	0,8555	0,8565	0,8575	
28,5	0,8489	0,8499	0,8509	0,8519	0,8529	0,8539	0,8549	0,8559	0,8569	0,8579	
29,0	0,8493	0,8502	0,8512	0,8522	0,8532	0,8542	0,8552	0,8562	0,8572	0,8582	
29,5	0,8496	0,8506	0,8516	0,8526	0,8535	0,8545	0,8555	0,8565	0,8575	0,8585	

- Berdasarkan hasil pengukuran densitas obs. dan suhu minyak sampel diperoleh data berikut ini = 0,8415/26°C.
- Hitunglah berapa nilai dari densitas 15°C pada sampel minyak tersebut!





Pengayaan

Buatlah poster yang menggambarkan proses distilasi atmosferis dan berikan keterangan bagian-bagiannya! Kalian dapat mencari informasi dari berbagai sumber belajar, baik buku teks maupun internet dengan sumber yang relevan.



Refleksi

Lembar Refleksi

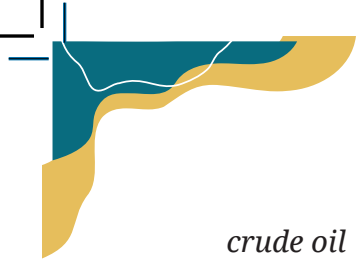
Manakah topik yang menurut kamu sulit dan mudah dipahami?

No.	Topik
1.	Proses Pengolahan Minyak Bumi
2.	Peralatan Pengolahan dan Utilitas
3.	Tahapan Separasi dan Konversi Pengolahan Minyak Bumi
4.	Produk-produk Pengolahan Minyak Bumi
5.	Pengukuran Level, Suhu, dan Densitas
6.	Perhitungan Minyak di Dalam Tangki Timbun



Glosarium

- eksplorasi : kegiatan yang bertujuan memperoleh informasi mengenai kondisi geologi untuk menemukan dan memperoleh perkiraan cadangan minyak dan gas bumi di wilayah kerja yang ditentukan
- eksploitasi : rangkaian kegiatan yang bertujuan untuk menghasilkan minyak dan gas bumi dari wilayah kerja yang ditentukan, yang terdiri atas pengeboran dan penyelesaian sumur, pembangunan sarana pengangkutan, penyimpanan, dan pengolahan untuk pemisahan dan pemurnian minyak dan gas bumi di lapangan, serta kegiatan lain yang mendukungnya
- usaha hilir : kegiatan usaha yang berintikan atau bertumpu pada kegiatan usaha pengolahan, pengangkutan, penyimpanan, dan/atau niaga
- usaha hulu : kegiatan usaha yang berintikan atau bertumpu pada kegiatan usaha eksplorasi dan eksploitasi
- pengolahan : kegiatan memurnikan, memperoleh bagian-bagian, mempertinggi mutu, dan mempertinggi nilai tambah minyak bumi dan/atau gas bumi, tetapi tidak termasuk pengolahan lapangan
- pengangkutan : kegiatan pemindahan minyak bumi, gas bumi, dan/atau hasil olahannya dari wilayah kerja atau dari tempat penampungan dan pengolahan, termasuk pengangkutan gas bumi melalui pipa transmisi dan distribusi
- penyimpanan : kegiatan penerimaan, pengumpulan, penampungan, dan pengeluaran minyak bumi dan/atau gas bumi
- niaga : kegiatan pembelian, penjualan, ekspor, impor minyak bumi dan/atau hasil olahannya, termasuk niaga gas bumi melalui pipa
- refinery* : kilang pengolahan minyak bumi

- 
- crude oil* : minyak bumi yang diperoleh dari eksplorasi dan produksi yang digunakan sebagai umpan distilasi atmosferis pada proses pengolahan minyak bumi
 - hidrokarbon : senyawa yang tersusun atas unsur hidrogen dan karbon, dan biasa terdapat di dalam kandungan minyak dan gas bumi
 - pengeboran eksplorasi : aktivitas pengeboran untuk mencari cadangan minyak dan gas bumi

Daftar Pustaka

- Adams, Neal J. 1985. *Drilling Engineering: A Complete Well Planning Approach*. Oklahoma: PennWell Books.
- Anonim. 2010. *Modul Sertifikasi SI, GSI, & AT: Modul HSE 03 Klasifikasi Area Berbahaya*. Pertamina Persero, HSE Corporate.
- Anonim. 2013. *Proses Pengolahan Migas dan Petrokimia*. Jakarta: Direktorat Pembinaan SMK Kemendikbud RI.
- Anonim. 2015. *Teknik Eksplorasi Dasar Minyak dan Gas Bumi*. Jakarta: Direktorat Pembinaan SMK Kemendikbud RI.
- Anonim. 2018. “Management Tanggap Darurat Bencana dalam Industri Migas”, diakses 28 Oktober 2022, <https://prezzatura.blogspot.com/2018/03/management-tanggap-darurat-bencana.html>.
- Azahra, Mutia. 2019. *H₂S – Gas Beracun di Pengeboran Minyak dan Gas*. PetroTraining. <https://petrotrainingasia.com/h2s-gas-beracun-di-pengeboran-minyak-gas/>.
- Badu, Kaswir. 2005. *Basic Drilling Technology*. Sorong: Patriatex Bhinneka Pratama.
- Hardjono, A. 2007. *Teknologi Minyak Bumi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Humas SKK Migas. 2014. *Mengenal Industri Hulu Migas*. Video, 3:12. Diakses 25 September 2022, <https://www.youtube.com/watch?v=wfiYVppRsvE&t=53s>.
- Husodo, W. 1986. *Pengetahuan Peralatan Produksi (untuk Jurusan Bukan Produksi)*, Diklat Kedua. Cepu: PPT Migas.
- KBBI Daring. 2016. “eksplorasi”, diakses 25 September 2022, <https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/eksplorasi>.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. 2018. *Minyak dan Gas Bumi: dari Proses Pembentukan hingga Pemanfaatan*. Diakses 26 September 2022, <https://migas.esdm.go.id/uploads/komik-minyak-dan-gas-bumi.pdf>.



Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. 2014. *Lebih Jauh tentang Eksplorasi dan Produksi Migas*. Diakses 25 September 2022, <https://migas.esdm.go.id/post/read/Lebih-Jauh-Tentang-Eksplorasi-dan-Produksi-Migas>.

Lawira, D. 1973. *Teknik Produksi*. Cebu: Akamigas.

Mohamad, Ardyan. 2013. “Lima Perusahaan Migas Gagal Dapat Minyak di Indonesia,” *merdeka.com*, diakses 25 September 2022, <https://www.merdeka.com/uang/lima-perusahaan-migas-gagal-dapat-minyak-di-indonesia.html>.

Nasution, A. S., Oberlin Sidjabat, Abdul Haris, dan Morina Morina. 2011. “Proses Reformasi Katalitik.” *Forum Teknologi* 1 (2). Diakses 13 Februari 2023. <http://ejurnal.ppsdmmigas.esdm.go.id/sp/index.php/swarapatra/article/view/93>.

OSHA Team. 2005. *Drilling Rig and Its Component*. Washington: Oil and Gas Well Servicing eTool.

Pamungkas, J. 2004. *Pengantar Teknik Produksi*. Yogyakarta: UPN “Veteran”.

Peraturan Menteri Perindustrian Republik Indonesia Nomor 23/M-IND/PER/4/2013 tentang Perubahan atas Peraturan Menteri Perindustrian Nomor 87/m-ind/per/9/2009 tentang Sistem Harmonisasi Global Klasifikasi dan Label pada Bahan Kimia. Diakses 26 Oktober 2022, http://jdih.kemenperin.go.id/site/baca_peraturan/2130.

Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor PER.08/MEN/VII/2010 tentang Alat Pelindung Diri. Diakses 27 Oktober 2022, https://jdih.kemnaker.go.id/asset/data_puu/peraturan_file_PER08.pdf.

Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor PER.13/MEN/X/2011 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Faktor Kimia, Diakses 27 Oktober 2022, https://jdih.kemnaker.go.id/asset/data_puu/PER_13_2011.pdf.

Purwono, Suryo, dan Bardi Murachman. 2012. *Proses Pengolahan Minyak Bumi*. Yogyakarta: Sekolah Pascasarjana Universitas Gadjah Mada.

Rubiandini, Rudi. 1993. *Teknik Pemboran 1*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Perminyakan UPN “Veteran”.



Schlumberger. 2004. “Rig System”, Drilling System Equipment.

Tim detikcom–detikNews. 2021. “Begini Metode Pemadaman Kebakaran Tangki Pertamina Balongan,” *detiknews*, diakses 31 Oktober 2022, <https://news.detik.com/berita/d-5511915/begini-metode-pemadaman-kebakaran-tangki-pertamina-balongan>.

Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2001 tentang Minyak dan Gas Bumi. Diakses 25 September 2022, <https://jdih.esdm.go.id/storage/document/uu-22-2001.pdf>.

Daftar Kredit Gambar

Gambar 1.1 diunduh dari <https://steemit.com/migas/@wikiaan/2-minyak-bumi> pada 22 September 2022

Gambar 1.2 diunduh dari <https://patra.itb.ac.id/karya/kajian-energi/hubungan-usaha-hulu-dengan-hilir-migas/> pada 22 September 2022

Gambar 1.3 diunduh dari <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/kiat-pemerintah-untuk-mengembangkan-blok-migas-di-indonesia-timur> pada 25 September 2022

Gambar 1.4 diunduh dari <https://www.youtube.com/watch?v=EaYnJxMildU> pada 25 September 2022

Gambar 1.5 diunduh dari <https://www.youtube.com/watch?v=UF2rP3sMWZM&t=300s> pada 25 September 2022

Gambar 1.6 diunduh dari <https://www.studiobelajar.com/minyak-bumi/> pada 26 September 2022

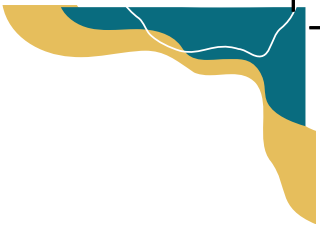
Gambar 2.6 Penyulingan Minyak Tradisional. Diunduh dari <https://www.antarafoto.com/foto-cerita/v1469995221/penambang-minyak-tradisional-wonocolo> pada tanggal 8 Maret 2023 pukul 10.41 WIB

Gambar 4.1 diunduh dari <https://www.cnnindonesia.com/ekonomi/20141020091120-85-6887/migas-di-jalur-menurun> pada 21 Oktober 2022

Gambar 4.4 diunduh dari <https://www.pngitem.com/middle/omoxmb-transparent-crane-hook-png-crane-clipart-png-download/> pada 21 Oktober 2022

Gambar 4.5 diunduh dari <https://www.cnnindonesia.com/ekonomi/20201112164924-85-569098/pengusaha-minta-target-produksi-minyak-ditinjau-ulang> pada 21 Oktober 2022

Gambar 4.6 diunduh dari <https://www.antarafoto.com/mudik/v1290605105/komputerisasi-operator-kilang> pada 21 Oktober 2022



Gambar 4.7 diunduh dari <https://www.antarafoto.com/mudik/v1413032101/penyaluran-bbm-bersubsidi-kuartal-iii> pada 21 September 2022

Gambar 4.12 diunduh dari <https://news.detik.com/berita/d-5511915/begini-metode-pemadaman-kebakaran-tangki-pertamina-balongan> pada 31 Oktober 2022

Gambar 5.2 Foto Udara diunduh dari <https://www.kompas.com/skola/read/2020/11/26/162204969/kelembapan-udara-definisi-dan-jenisnya?page=all> pada tanggal 29 Maret 2023 pukul 22:12

Gambar 5.5 diunduh dari <https://geologi.esdm.go.id/geolindo/cekungan/intro> pada 5 April 2023

Gambar 5.9 diunduh dari laman http://repository.lppm.unila.ac.id/5854/1/ARTIKEL%20KARYANTO_NICO_.pdf pada tanggal 4 April 2023 pukul 14.58

Gambar 6.2 Hasil pindai dari buku Nontechnical Guide to Petroleum Geology, Exploration, Drilling, and Production , 2001 , Oklahoma, Penn Well Corporation pada 4 April 2023 pukul 15.12

Gambar 7.8 diunduh dari <https://www.e-education.psu.edu/png301/node/893>

Gambar 7.9 diunduh dari https://glossary.slb.com/en/terms/c/casing_hanger

Gambar 7.27 diunduh dari <https://jatim.antaranews.com/berita/341356/barata-indonesia-dukung-percepatan-pembangunan-kilang-minyak-pertamina> pada 18 Februari 2023



Sumber Internet

Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2006 Tentang Kebijakan Energi Nasional, 2006. Diakses dari <https://jdih.setkab.go.id/PUUdoc/266/Perpres%20nomor%205%20tahun%20%202006.pdf> pada tanggal 8 Maret 2023 pukul 11.15 WIB

Indeks

A

accumulator 157, 159
alat pelindung diri (APD) 73, 74, 82, 95, 104
alat pemadam api ringan 93
annular preventer 156
aromatik 214, 217
artificial lift 182, 184

B

bit 131, 132, 152, 153, 160
Bit 152
blending 41, 43

C

casing 137, 156, 157, 165, 166, 169, 171, 172, 173, 175, 177, 178, 179, 188
catalytic cracking 23, 42, 203, 216, 217
catalytic reforming 201, 202, 203, 214, 217
choke 157, 158, 189
Choke manifold 158, 159
christmas tree 189
completion 165, 166, 168, 169, 170, 171, 173, 175, 176, 178, 197

cooler 206, 214, 234, 235
crude oil 16, 19, 21, 56, 202, 203, 205, 212, 213, 214, 217, 218, 238
cutting 137, 153, 154

D

density 201
derrick 127, 128, 142, 146
distilasi atmosferis 41, 44, 51, 200, 202, 203, 213, 234, 235, 236, 238
drilling spools 157
dry hole 14, 129

E

eksploitasi 3, 4, 10, 14, 15, 16, 61, 165, 237
eksplorasi 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 21, 25, 61, 99, 106, 107, 108, 109, 110, 114, 117, 118, 119, 120, 121, 123, 129, 130, 131, 237, 238, 239
eksplosif 87
emergency shutdown 99
energi terbarukan 49, 50, 51, 52
evaporator 205, 208, 214



F

fasies 110, 111
feed 21, 203, 204, 215
flash point 20, 21
flow meter 207, 210, 211
fraksi-fraksi minyak bumi 21, 213, 214
fraksinasi 22, 34, 205, 214, 217
furnace 205, 214

H

hazardous area 89
heat exchanger 205, 211, 214
hidrogen sulfida 98
hidrokarbon 10, 12, 16, 17, 18, 19, 22, 23, 24, 34, 41, 42, 45, 85, 86, 92, 108, 117, 118, 123, 165, 213, 214, 217, 218, 219, 238
hydrotreating 45, 47, 52

I

impurities 16, 28, 33, 42, 45
instrumentasi 89, 207, 208
interpretasi 13, 107, 110, 111, 117, 129, 130, 170

K

kelas api 73, 93, 95
keselamatan dan kesehatan kerja (K3) 72, 74
kick 156, 157, 160
kompresor 89, 168, 195, 204
kondensor 206, 214, 234, 235
konversi 41, 42, 44, 200, 202, 203, 212, 214, 218

L

lateral 111
litologi 111, 117
lumpur 33, 38, 39, 42, 125, 126, 140, 150, 153, 154, 156, 157, 166
lumpur pengeboran 140, 153, 156, 166

M

manifold 158, 168, 188
manometer 207, 210, 211
metamorf 111, 113
moving 140
mud pit 125, 153

N

naftenik 17, 18
natural flow 15, 182, 183
nilai kalori 20, 21

O

offshore 63
olefinik 17, 18
onshore 110

P

pengeboran eksplorasi 13, 14, 106,
107, 109, 119, 123, 129, 238
perforasi 165, 166, 169, 170, 171,
178, 179, 180
perforator 166, 177, 178, 179, 197
pompa 28, 85, 89, 90, 140, 153, 167,
168, 182, 183, 184, 185, 186,
187, 188, 194, 195, 204
pressure 158
preventer 138, 140, 156, 157
prime mover 186
producing oil well 14

R

recovery 11, 167, 182
reservoir 13, 14, 106, 108, 111, 113,
116, 117, 119, 131, 137, 164,
165, 167, 174, 177, 180, 181,
182, 183, 184
rig 98, 118, 125, 135, 141, 142, 146,
154, 155, 157, 160, 161, 197
rig down 161, 197
rig up 161, 197

S

safety talk 102
sedimen 111, 113, 115, 116
segitiga api 92, 100
seismik 10, 13, 63, 108, 109, 111,
113, 117, 118, 119, 120, 129, 139
separasi 41, 44, 168, 200, 203, 212,
214, 218
separator 14, 98, 154, 168, 188,
191, 192, 193, 196, 197, 212, 213
simbol bahaya 72, 88, 103
sirkulasi 98, 125, 128, 138, 145,
152, 153, 156, 157, 160
specific gravity 20
steam 182, 208



S

stove pipe 124

stratigrafi 108, 109, 110, 111, 113,
115, 116, 117, 118, 120

stripper 206

studi geofisika 13

studi geologi 10, 13, 106, 108

survei seismik 13, 63, 108, 113,
117, 118, 119, 120, 129, 139

T

tangki 15, 24, 33, 46, 48, 85, 91, 92,
100, 140, 156, 167, 168, 188,
194, 196, 200, 201, 202, 204,
206, 208, 209, 211, 214, 220,
221, 222, 223, 227, 229, 230,
231, 232, 233, 234, 235, 241, 243

thermal cracking 23, 42, 203, 235

total organic carbon 116

tubing head 175, 176, 188

U

utilitas 89, 200, 211

V

viskositas 20

vulkanik 111

W

well bore 165

well head 157

wild cat 14, 108

Biodata Penulis

Nama lengkap : Dani Yudanto, ST
Email : daniyudantost@gmail.com
Instansi : SMK Migas Cepu
Alamat Instansi : Jl. Diponegoro no 53 Cepu
Bidang Keahlian : Perminyakan

Riwayat Pekerjaan (10 Tahun Terakhir):

1. Guru pada program teknik perminyakan SMK Migas Cepu

Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:

1. Jurusan Teknik Perminyakan, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta, Lulus 2001

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 tahun terakhir):

1. Dasar - dasar Teknik Perminyakan, kelas X SMK, 2021

Nama lengkap : Eka Mulya Ade
Email : ekachemist87@gmail.com
Instansi : SMK Negeri 1 Padaherang
Alamat Instansi : Jl. Raya Padaherang KM. 1 Kec. Padaherang, Kab. Pangandaran, Jawa Barat
Bidang Keahlian : Kimia

Riwayat Pekerjaan (10 Tahun Terakhir):

1. Guru Mata Pelajaran Kimia & Produktif Teknik Pengolahan Minyak, Gas, dan Petrokimia (2011-sekarang)

Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:

1. S1 Pendidikan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta, 2005-2009

Biodata Penelaah

Nama lengkap : Ir. Anas Puji Santoso, MT.

Email : anaspujisantoso@upnyk.ac.id

Instansi : UPN “VETERAN” YOGYAKARTA

Alamat Instansi : Jl. SWK 104 Condongcatur, Sleman, Yogyakarta

Bidang Keahlian : Teknik Perminyakan

Riwayat Pekerjaan (10 Tahun Terakhir):

1. Kepala Biro Administrasi Akademik dan Kemahasiswaan, 2005-200
2. Ketua Program Studi Teknik Perminyakan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN “Veteran” Yogyakarta, 2009-2013
3. Kepala Laboratorium Peralatan Produksi, Jurusan Teknik Perminyakan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN “Veteran” Yogyakarta, 2013-sekarang.

Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:

1. S-1, Teknik Perminyakan UPN “Veteran” Yogyakarta, 1990.
2. S-2, Teknik Perminyakan ITB Bandung, 1994-1996

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 tahun terakhir):

1. Teknik Produksi 1, 2013
2. Teknik Produksi 2, 2014
3. Kerja Ulang dan Stimulasi, Acidizing dan Hydrauling Fracturing, 2018

Judul Penelitian dan Tahun Terbit (10 tahun terakhir):

1. Identifikasi dan Penanggulangan Liquid Loading Sumur Gas di PT. CHEVRON PACIFIC INDONESIA, 2013
2. Dual Production Reverse Coning (DPRC) Well Completion, 2016
3. Spesifikasi dan Kualifikasi Gas di Central Processing Plant FTK PT. PERTAMINA EP Asset-4 Untuk Memenuhi Kebutuhan PLTU Tambak Lorok, 2019

Biodata Penelaah

Nama lengkap : Dr. Astra Agus Pramana DN.

Email : astraagus.p@universitaspertamina.ac.id

Instansi : Prodi Teknik Perminyakan, Universitas Pertamina

Alamat Instansi : Jl. Cut Nyak Arief, Simprug, Keb. Lama, DKI Jakarta

Bidang Keahlian : Teknik Perminyakan

Riwayat Pekerjaan (10 Tahun Terakhir):

1. Dosen Teknik Perminyakan, Universitas Pertamina, Jakarta (Agustus 2017 - sekarang)
2. Dosen Teknik Perminyakan, Universitas Trisakti, Jakarta (April 2015 - Juli 2017)
3. VP Operational (Desember 2014 - Oktober 2015)
4. *Petroleum Engineer/EOR Specialist*, Applied Equation, Calgary, Canada (Desember 2013 - 2014)
5. Konsultan Teknik Perminyakan / Instruktur, Brent Energy, Calgary, Canada (Oktober 2014 - 2015)
6. *Research Scientist*, Perm Inc./ Tomography Image & Porous Media Lab , Calgary, Canada (Maret 2013 - Desember 2013)

Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:

1. S3, Teknik Perminyakan, Institut Teknologi Bandung (2012)
2. S2, King Fahd University of Petroleum & Minerals, Saudi Arabia (1995)
3. S1, Institut Teknologi Bandung (1989)

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 tahun terakhir):

1. Unconventional Tight Oil & Oil Rim (2021)
2. Unconventional Oil (2021)
3. EOR Gas (2021)
4. EOR Kimia (2021)
5. Digital Core Analysis (2021)
6. Routine Core Analysis (2021)
7. Special Core Analysis (2021)
8. Fundamental Of Minimum Miscibility Pressure Determination Methods (2020)
9. Metoda Pendesanan Minyak Berat dengan Pemanasan (2018)
10. Standard Operating Procedure untuk Drilling di Pertamina Hulu Energi (2016)
11. Drilling Engineering Guide for Pertamina Hulu Energi (2016)



Biodata Editor

Nama lengkap : Ahid Hidayat

Email : ahid.hidayat@uho.ac.id

Instansi : Universitas Halu Oleo

Alamat Instansi : Kampus Hijau Bumi Tridharma, Jl. HEA Mokodompit,
Kendari

Bidang Keahlian: Penyuntingan Naskah

Riwayat Pekerjaan (10 Tahun Terakhir):

1. Dosen FKIP Universitas Halu Oleo (1993–sekarang)
2. Kepala Unit Penerbitan Universitas Halu Oleo Press (2015–2022)
3. Kepala Pusat Media Pembelajaran dan Penerbitan/Universitas Halu Oleo Press (2022–sekarang)

Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:

1. S-1 Pendidikan Bahasa dan Sastra Indonesia, Fakultas Pendidikan Bahasa dan Seni Institut Keguruan dan Ilmu Pendidikan Bandung (1986-1992)
2. S-2 Ilmu Susastra, Fakultas Ilmu Pengetahuan Budaya Universitas Indonesia (1997-2001)

Buku yang Pernah Disunting (10 tahun terakhir):

1. Merawat Keberagaman Budaya di Sulawesi Tenggara (2022)
2. Warisan Naskah Buton Kapasakina Maana: Membangun Imunitas dengan Bekal dan Benteng Spiritual (2022)
3. Cerdas Cergas Berbahasa dan Bersastra Indonesia (2021)
4. Konggaaha: Asal-Usul Sungai Lamekongga (2021)
5. Kartini Milenial Sukses di Tengah Pandemi (2020)
6. Posuo: Membaca Dinamika Perubahan Budaya Buton (2019)
7. Rupa Wuna dalam Bineka Wujud Arsitektur Nusantara (2019)
8. Flora Mangrove Taman Nasional Wakatobi (2019)

Biodata Ilustrator

Nama lengkap : Muhammad Yusuf

Email : Yusuf.file101@gmail.com

Bidang Keahlian : Ilustrator

Riwayat Pekerjaan (10 Tahun Terakhir):

1. Graphic Designer - PT Harapan Bangsa Kita

Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:

1. Jurusan Periklanan, Universitas Bina Sarana Informatika, Jakarta,
Lulus 2018

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 tahun terakhir):

1. Dasar - dasar Teknik Perumahan dan Konstruksi, kelas X SMK, 2021



Biodata Desainer

Nama lengkap : Syndhi Renolarisa

Instansi : Praktisi

Alamat Instansi : Jakarta

Bidang Keahlian : Desain Grafis, dan ilustrasi

Riwayat Pekerjaan (10 Tahun Terakhir):

1. (2014 – Sekarang) *Freelance* Ilustrator & Penata Letak/Desainer
2. (2014 – 2016) *Quality Control & Internal Censorship*, Transvision.
3. (2016 – Sekarang) *Quality Control & Internal Censorship*, UseeTV - Indihome.

Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:

1. S1 Jurusan Desain Komunikasi Visual, Sekolah Tinggi Media Komunikasi Trisakti, Jakarta - 2014

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 tahun terakhir):

1. Desain isi Buku Panduan Guru dan Buku Siswa Buku Teks Pelajaran di Pusat Kurikulum dan Perbukuan (2014-sekarang)
2. Ilustrator Buku Panduan Guru dan Buku Siswa Buku Teks Pelajaran di Pusat Kurikulum dan Perbukuan (2014)