



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

# Buku Panduan Guru

# 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.

**Buku Panduan Guru 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 978-623-194-478-8 (no.jil,lengkap PDF)  
978-623-194-479-5 (jil.1 PDF)

Isi buku ini menggunakan Noto Serif 11/15 pt, Steve Matteson.  
xii, 260 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

Halo Bapak/Ibu guru hebat Sekolah Menengah Kejuruan. Buku ini ditujukan sebagai panduan guru dalam merancang strategi penyampaian materi dan pengelolaan aktivitas pembelajaran yang disajikan di dalam Buku Siswa *Dasar-Dasar Teknik Perminyakan* di kelas X (Fase E). Pendekatan pembelajaran pada buku ini adalah *student centred* sehingga diharapkan peserta didik memperoleh pengalaman belajar yang bermakna, baik teori maupun praktik. Pendekatan pembelajaran yang berpusat pada peserta didik ini dapat menggunakan strategi pembelajaran seperti *discovery learning*, *inquiry learning*, dan *teaching factory*. Guru dapat mengembangkan sendiri strategi pembelajaran sesuai dengan kebutuhan pembelajaran dan fasilitas yang ada di sekolah masing-masing.

Buku ini terdiri atas dua bagian utama, yaitu panduan umum dan panduan khusus. Panduan umum berisi panduan penggunaan buku secara umum, meliputi capaian pembelajaran (CP), strategi pembelajaran, asesmen, penjelasan komponen buku siswa, dan skema pembelajaran. Panduan khusus berisi panduan penggunaan buku siswa setiap bab. Buku ini menyajikan pertanyaan pemantik pada pembahasan setiap bab buku siswa sehingga memudahkan guru untuk menyampaikan apersepsi dalam pembelajaran. Setiap bab menyajikan ilustrasi menarik dan gambar-gambar nyata baik proses maupun peralatan industri perminyakan. Bagian isi buku siswa menyajikan lembar aktivitas setiap bab untuk membimbing peserta didik mendiskusikan materi pembelajaran. Untuk mengevaluasi pembelajaran, terdapat penilaian sebelum dan sesudah pembelajaran untuk aspek pengetahuan serta menyajikan rubrik penilaian kinerja untuk aspek keterampilan.

Tiada gading yang tak retak, penulis mengharapkan saran yang membangun untuk perbaikan penulisan pada masa yang akan datang

Jakarta, Februari 2023

Tim Penulis

# Daftar Isi

|  |           |
|--|-----------|
| Kata Pengantar .....                                       | iii       |
| Prakata .....  | iv        |
| Daftar Isi.....  | v         |
| Daftar Gambar .....  | viii      |
| Daftar Tabel .....   | xii       |
| <b>Panduan Umum.....</b>                                   | <b>1</b>  |
| A. Pendahuluan .....                                       | 2         |
| B. Capaian Pembelajaran.....                               | 5         |
| C. Strategi Pembelajaran.....                              | 17        |
| D. Asesmen.....  | 17        |
| E. Penjelasan Komponen Buku Siswa .....                    | 18        |
| F. Skema Pembelajaran.....                                 | 21        |
| <b>Bab 1</b>   |           |
| <b>Proses Bisnis di Bidang Teknik Perminyakan .....</b>    | <b>27</b> |
| A. Industri Hulu Minyak dan Gas Bumi .....                 | 35        |
| B. Industri Hilir Minyak dan Gas Bumi .....                | 41        |
| <b>Bab 2</b>   |           |
| <b>Industri Perminyakan .....</b>                          | <b>55</b> |
| A. Teknologi Pengolahan Minyak Bumi.....                   | 62        |
| B. Proses Pengolahan Minyak Bumi secara Konvensional ..... | 65        |
| C. Proses Pengolahan Minyak Bumi secara Modern .....       | 68        |
| D. <i>Hydrotreating</i> .....                              | 71        |
| E. Program Pengembangan Kilang (RDMP dan GRR).....         | 72        |
| F. Teknologi Energi Terbarukan .....                       | 73        |

### **Bab 3**

#### **Peluang Karier dan Usaha Perminyakan..... 83**

- A. Perkembangan Bisnis Minyak dan Gas Bumi ..... 87
- B. Profesi dalam Industri Minyak dan Gas ..... 89
- C. Jenis Usaha atau Bisnis dalam Industri Minyak dan Gas Bumi .... 90
- D. Mengenali Peluang Usaha di Industri Minyak dan Gas ..... 92

### **Bab 4**

#### **Keselamatan dan Kesehatan Kerja serta Budaya Kerja Industri 99**

- A. Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)..... 104
- B. Budaya Kerja Industri ..... 120

### **Bab 5**

#### **Tahap Eksplorasi Minyak dan Gas Bumi..... 131**

- A. Perencanaan Eksplorasi..... 136
- B. Pemilihan Daerah Eksplorasi ..... 138
- C. Kegiatan Survei Seismik ..... 139
- D. Evaluasi Data dan Survei Detail ..... 140
- E. Perencanaan Pengeboran Eksplorasi..... 142

### **Bab 6**

#### **Tahap Pengeboran Minyak dan Gas Bumi ..... 155**

- A. Pengertian Pengeboran..... 160
- B. Kegiatan Sebelum Operasi Pengeboran ..... 162
- C. Sistem Peralatan Bor Putar ..... 166

### **Bab 7**

#### **Tahapan Produksi Minyak dan Gas Bumi..... 181**

- A. Perencanaan *Well Completion* (Tahap Penyelesaian Sumur)..... 185
- B. Pelubangan Sumur (Perforasi)..... 189
- C. Tahap Penimbaan (*Swabbing*)..... 191
- D. Metode Produksi Migas..... 192

|                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| E. Peralatan Produksi .....       | 193 |
| F. Fasilitas Produksi Migas ..... | 196 |

## **Bab 8**

### **Tahap Pengolahan Minyak Bumi ..... 209**

|  |     |
|--|-----|
| A. Pengolahan Minyak Bumi .....                              | 214 |
| B. Peralatan Pengolahan dan Utilitas.....                    | 214 |
| C. Tahapan Separasi dan Konversi Pengolahan Minyak Bumi..... | 218 |
| D. Produk-Produk Pengolahan Minyak Bumi.....                 | 221 |
| E. Pengukuran Level di Tangki Timbun.....                    | 223 |
| F. Perhitungan Minyak di Dalam Tangki Timbun.....            | 226 |

|                        |            |
|------------------------|------------|
| <b>Glosarium .....</b> | <b>243</b> |
|------------------------|------------|

|                             |            |
|-----------------------------|------------|
| <b>Daftar Pustaka .....</b> | <b>246</b> |
|-----------------------------|------------|

|                                   |            |
|-----------------------------------|------------|
| <b>Daftar Kredit Gambar .....</b> | <b>249</b> |
|-----------------------------------|------------|

|                    |            |
|--------------------|------------|
| <b>Indeks.....</b> | <b>250</b> |
|--------------------|------------|

|                             |            |
|-----------------------------|------------|
| <b>Biodata Penulis.....</b> | <b>253</b> |
|-----------------------------|------------|

|                             |            |
|-----------------------------|------------|
| <b>Biodata Penulis.....</b> | <b>253</b> |
|-----------------------------|------------|

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| <b>Biodata Penelaah .....</b> | <b>254</b> |
|-------------------------------|------------|

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| <b>Biodata Penelaah .....</b> | <b>255</b> |
|-------------------------------|------------|

|                             |            |
|-----------------------------|------------|
| <b>Biodata Editor .....</b> | <b>257</b> |
|-----------------------------|------------|

|                                 |            |
|---------------------------------|------------|
| <b>Biodata Ilustrator .....</b> | <b>259</b> |
|---------------------------------|------------|

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| <b>Biodata Desainer .....</b> | <b>260</b> |
|-------------------------------|------------|

# Daftar Gambar

|                    |   |     |
|--------------------|---|-----|
| <b>Gambar I.1</b>  | Dimensi Kompetensi Profil Pelajar Pancasila .....                               | 3   |
| <b>Gambar I.2</b>  | Alur Tujuan Pembelajaran Mata Pelajaran Dasar-Dasar Teknik<br>Perminyakan ..... | 10  |
| <b>Gambar 1.1</b>  | Manfaat Minyak dan Gas Bumi dalam kehidupan sehari-hari.....                    | 28  |
| <b>Gambar 1.2</b>  | Diagram Proses Bisnis di Bidang Perminyakan .....                               | 30  |
| <b>Gambar 1.3</b>  | Anjungan Minyak di Lepas Pantai .....   | 36  |
| <b>Gambar 1.4</b>  | Kegiatan Produksi Migas .....   | 39  |
| <b>Gambar 1.5</b>  | Kegiatan Usaha Hilir Migas .....  | 41  |
| <b>Gambar 1.6</b>  | Diagram Pengolahan Minyak Bumi pada Kolom Fraksinasi .....                      | 44  |
| <b>Gambar 2.1</b>  | Peta Persebaran Kilang Minyak di Indonesia .....                                | 60  |
| <b>Gambar 2.2</b>  | Minyak Mentah ( <i>Crude Oil</i> ) adalah Minyak Bumi yang Masih Kotor .....    | 62  |
| <b>Gambar 2.3</b>  | Distilasi Bertingkat minyak bumi.....   | 63  |
| <b>Gambar 2.4</b>  | Penambangan Minyak Tradisional/Sederhana .....                                  | 66  |
| <b>Gambar 2.5</b>  | Salah Satu Sumur Minyak Tradisional/Sederhana .....                             | 66  |
| <b>Gambar 2.6</b>  | Proses Penyulingan Tradisional/Sederhana Minyak Bumi .....                      | 66  |
| <b>Gambar 2.7</b>  | Proses Separasi.....  | 68  |
| <b>Gambar 2.8</b>  | Proses Konversi dan <i>Blending</i> .....                                       | 69  |
| <b>Gambar 2.9</b>  | Diagram Alir <i>Hydrotreating</i> .....   | 71  |
| <b>Gambar 3.1</b>  | Kegiatan Industri Migas.....  | 90  |
| <b>Gambar 3.2</b>  | Konsep Dasar Mengenali Peluang Usaha .....                                      | 92  |
| <b>Gambar 3.3</b>  | Arifin Panigoro.....  | 93  |
| <b>Gambar 3.4</b>  | Perusahaan Swasta Nasional Bidang Perminyakan.....                              | 93  |
| <b>Gambar 4.1</b>  | Mobil Tangki yang Keluar dari Depot BBM.....                                    | 106 |
| <b>Gambar 4.3</b>  | Pemakaian Stopkontak yang Berlebihan.....                                       | 106 |
| <b>Gambar 4.2</b>  | <i>Grounding</i> .....  | 106 |
| <b>Gambar 4.4</b>  | Pengoperasian Alat Angkat/ <i>Crane</i> .....                                   | 106 |
| <b>Gambar 4.6</b>  | Komputerisasi Operator Kilang.....  | 108 |
| <b>Gambar 4.5</b>  | Rambu-Rambu .....   | 108 |
| <b>Gambar 4.7</b>  | Pengeboran Sumur Minyak .....   | 110 |
| <b>Gambar 4.8</b>  | Pengambilan Sampel Minyak di Tangki Timbun.....                                 | 110 |
| <b>Gambar 4.9</b>  | Contoh Pembagian Zona.....  | 114 |
| <b>Gambar 4.10</b> | Segitiga Api.....   | 116 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Gambar 4.11</b> Alat Pemadam Api Ringan (APAR) .....                               | 117 |
| <b>Gambar 4.12</b> Kebakaran di Kilang Minyak Balongan .....                          | 119 |
| <b>Gambar 5.1</b> Urutan Operasi Survei Eksplorasi Minyak dan Gas .....               | 132 |
| <b>Gambar 5.2</b> Foto Udara dan Foto Satelit .....                                   | 136 |
| <b>Gambar 5.3</b> Pemetaan Geologi.....   | 136 |
| <b>Gambar 5.4</b> Peta Geologi.....   | 137 |
| <b>Gambar 5.5</b> Gambar Penyebaran Cekungan yang Ada di Indonesia.....               | 138 |
| <b>Gambar 5.6</b> Sketsa Kurva Rambatan Seismik .....                                 | 139 |
| <b>Gambar 5.7</b> a. Survei Seismik di Laut, b. Proses Seismik di Darat .....         | 140 |
| <b>Gambar 5.8</b> Data Seismik dan Pembacaannya .....                                 | 140 |
| <b>Gambar 5.9</b> Penampang Seismik Peta Struktur Berkontur .....                     | 141 |
| <b>Gambar 5.10</b> Pembuatan Sarana Transportasi .....                                | 144 |
| <b>Gambar 5.11</b> Pembuatan Lubang Stove Pipe dan Pemasangan <i>Stove Pipe</i> ..... | 145 |
| <b>Gambar 5.12</b> Pembuatan Kolam Cadangan atau <i>Mud Pit</i> .....                 | 145 |
| <b>Gambar 5.13</b> Persiapan Sumber Air .....   | 146 |
| <b>Gambar 5.14</b> Pengiriman Peralatan .....   | 146 |
| <b>Gambar 5.15</b> Penyusunan Peralatan <i>Sub-structure</i> .....                    | 147 |
| <b>Gambar 5.16</b> Penyusunan Peralatan Utama dan Penunjang .....                     | 147 |
| <b>Gambar 5.17</b> Personel Pengeboran dan <i>Personal Service Company</i> .....      | 148 |
| <b>Gambar 6.1</b> Bagan Struktur Organisasi Sebuah Proyek Pengeboran .....            | 157 |
| <b>Gambar 6.2</b> <i>Cable Tool Drilling Rig</i> .....                                | 161 |
| <b>Gambar 6.3</b> Transportasi Jalur Darat .....                                      | 162 |
| <b>Gambar 6.4</b> Transportasi Jalur Perairan .....                                   | 163 |
| <b>Gambar 6.5</b> Transportasi Melalui Jalur Udara .....                              | 163 |
| <b>Gambar 6.6</b> Perangkaian <i>Sub-structure</i> .....                              | 163 |
| <b>Gambar 6.7</b> Bagian Dasar dari Menara Diangkat ke Lantai Rig .....               | 164 |
| <b>Gambar 6.8</b> Menegakkan Menara .....   | 164 |
| <b>Gambar 6.9</b> Peralatan Dipindahkan ke Posisinya .....                            | 164 |
| <b>Gambar 6.10</b> Pekerjaan Penyelesaian Akhir .....                                 | 165 |
| <b>Gambar 6.11</b> Peralatan Utama Rig Pengeboran.....                                | 166 |
| <b>Gambar 6.12</b> Menara Bor .....   | 167 |
| <b>Gambar 6.13</b> <i>Drawwork</i> .....  | 167 |
| <b>Gambar 6.14</b> <i>Drilling Line</i> .....   | 167 |
| <b>Gambar 6.15</b> <i>Rotary Table</i> .....  | 169 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Gambar 6.16</b> <i>Master Bushing dan Bowl</i> .....                           | 169 |
| <b>Gambar 6.17</b> <i>Rotary Slip</i> .....                                       | 170 |
| <b>Gambar 6.18</b> <i>Safety Clamp</i> .....                                      | 171 |
| <b>Gambar 6.19</b> <i>Swivel</i> .....  | 171 |
| <b>Gambar 6.20</b> <i>Drill Pipe</i> .....  | 171 |
| <b>Gambar 6.21</b> <i>Drill Collar</i> .....                                      | 171 |
| <b>Gambar 6.22</b> <i>Drag Bit, Roller Cone Bit, dan Diamond Bit</i> .....        | 171 |
| <b>Gambar 6.23</b> <i>Sistem Sirkulasi</i> .....                                  | 173 |
| <b>Gambar 6.24</b> <i>Prime Mover</i> .....                                       | 173 |
| <b>Gambar 6.25</b> <i>BOP Stack</i> .....   | 174 |
| <b>Gambar 6.26</b> <i>Annular Preventer</i> .....                                 | 175 |
| <b>Gambar 6.27</b> <i>Pipe Ram Preventer</i> .....                                | 175 |
| <b>Gambar 6.28</b> <i>Accumulator</i> .....                                       | 176 |
| <b>Gambar 6.29</b> <i>Choke Manifold</i> .....                                    | 176 |
| <b>Gambar 7.1</b> <i>Open Hole Completion</i> .....                               | 186 |
| <b>Gambar 7.2</b> <i>Cased Hole Completion</i> .....                              | 186 |
| <b>Gambar 7.3</b> <i>Screen Liner Completion</i> .....                            | 186 |
| <b>Gambar 7.4</b> <i>Perforated Liner Completion</i> .....                        | 187 |
| <b>Gambar 7.5</b> <i>Gravel Pack Completion</i> .....                             | 187 |
| <b>Gambar 7.6</b> <i>Single Completion</i> .....                                  | 188 |
| <b>Gambar 7.7</b> <i>Commingle Completion</i> .....                               | 188 |
| <b>Gambar 7.8</b> <i>Multiple Completion</i> .....                                | 188 |
| <b>Gambar 7.9</b> <i>Wellhead Single Completion</i> .....                         | 188 |
| <b>Gambar 7.10</b> <i>Wellhead Multiple Completion</i> .....                      | 188 |
| <b>Gambar 7.11</b> <i>Perforated Casing Completion</i> .....                      | 190 |
| <b>Gambar 7.12</b> <i>Konstruksi Bullet Perforator</i> .....                      | 190 |
| <b>Gambar 7.13</b> <i>Prinsip Kerja Jet Perforator</i> .....                      | 191 |
| <b>Gambar 7.14</b> <i>Peralatan Swabbing</i> .....                                | 192 |
| <b>Gambar 7.15</b> <i>Sumur Natural Flow</i> .....                                | 193 |
| <b>Gambar 7.16</b> <i>Sumur Gas Lift</i> .....                                    | 194 |
| <b>Gambar 7.17</b> <i>Konstruksi Sumur dengan Electric Submersible Pump</i> ..... | 194 |
| <b>Gambar 7.18</b> <i>Sucker Rod Pump</i> .....                                   | 195 |
| <b>Gambar 7.19</b> <i>HPU (Hydraulic Pump Unit)</i> .....                         | 195 |
| <b>Gambar 7.20</b> <i>Pompa Progressing Cavity</i> .....                          | 195 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Gambar 7.21</b> <i>Wellhead</i> .....                             | 196 |
| <b>Gambar 7.22</b> <i>Christmas Tree</i> .....                       | 196 |
| <b>Gambar 7.23</b> <i>Flow Line</i> .....                            | 197 |
| <b>Gambar 7.24</b> <i>Manifold</i> .....                             | 197 |
| <b>Gambar 7.25</b> Separator Vertikal .....                          | 198 |
| <b>Gambar 7.26</b> Separator Horizontal .....                        | 198 |
| <b>Gambar 7.27</b> Separator Bulat .....                             | 198 |
| <b>Gambar 7.28</b> <i>Scrubber</i> .....                             | 199 |
| <b>Gambar 7.29</b> <i>Pipeline</i> .....                             | 199 |
| <b>Gambar 7.30</b> Tangki Pengumpul.....                             | 200 |
| <b>Gambar 7.31</b> Pompa .....                                       | 200 |
| <b>Gambar 7.32</b> Kompresor .....                                   | 201 |
| <b>Gambar 8.1</b> Tangki Timbun .....                                | 215 |
| <b>Gambar 8.2</b> Pompa.....   | 215 |
| <b>Gambar 8.3</b> Alat Penukar Panas .....                           | 215 |
| <b>Gambar 8.4</b> Kolom Fraksinasi .....                             | 216 |
| <b>Gambar 8.5</b> Separator.....                                     | 216 |
| <b>Gambar 8.6</b> Termometer Gelas.....                              | 217 |
| <b>Gambar 8.7</b> Manometer .....                                    | 217 |
| <b>Gambar 8.8</b> <i>Flow Meter</i> .....                            | 217 |
| <b>Gambar 8.9</b> <i>Automatic Tank Gauging (ATG)</i> .....          | 217 |
| <b>Gambar 8.10</b> Proses Pemisahan Air dalam <i>Crude Oil</i> ..... | 218 |
| <b>Gambar 8.11</b> Diagram Alir Distilasi Atmosferik .....           | 219 |
| <b>Gambar 8.12</b> <i>Unit Thermal Cracking</i> .....                | 220 |
| <b>Gambar 8.13</b> <i>Diptape</i> .....                              | 223 |
| <b>Gambar 8.14</b> Pasta Minyak.....                                 | 223 |
| <b>Gambar 8.15</b> Pasta Air.....                                    | 223 |
| <b>Gambar 8.16</b> Termometer Tangki .....                           | 224 |
| <b>Gambar 8.17</b> Botol Sampel .....                                | 224 |
| <b>Gambar 8.18</b> Pengukuran Densitas Menggunakan Hidrometer.....   | 224 |
| <b>Gambar 8.19</b> Pengukuran Level di Dalam Tangki Timbun.....      | 226 |
| <b>Gambar 8.20</b> Daftar Isi Tangki .....                           | 228 |

# Daftar Tabel

|   |     |
|---|-----|
| Tabel I.1 Elemen Pembelajaran Dasar-Dasar Teknik Perminyakan .....                    | 6   |
| Tabel I.2 Capaian Pembelajaran Dasar-Dasar Teknik Perminyakan .....                   | 7   |
| Tabel I.3 Alur Tujuan Pembelajaran Mata Pelajaran Dasar-Dasar Teknik Perminyakan..... | 11  |
| Tabel 1.1 Konsep Kunci Bab I.....   | 33  |
| Tabel 1.2 Perincian Tujuan Pembelajaran .....   | 36  |
| Tabel 1.3 Kegiatan Remedial .....   | 51  |
| Tabel 2.1 Konsep Kunci Bab II .....   | 59  |
| Tabel 2.2 Perincian Tujuan Pembelajaran .....   | 61  |
| Tabel 3.1 Konsep Kunci Bab III.....   | 87  |
| Tabel 3.2 Perincian Tujuan Pembelajaran .....   | 88  |
| Tabel 3.3 Daftar Perusahaan Konstruksi Indonesia.....                                 | 93  |
| Tabel 4.1 Konsep Kunci Bab IV .....   | 103 |
| Tabel 4.2 Perincian Tujuan Pembelajaran .....   | 104 |
| Tabel 4.3 Kegiatan Remedial .....   | 122 |
| Tabel 5.1 Konsep Kunci Bab IV.....  | 131 |
| Tabel 5.2 Perincian Tujuan Pembelajaran .....   | 133 |
| Tabel 5.3 Langkah-langkah Pengeboran Eksplorasi .....                                 | 141 |
| Tabel 5.4 Kegiatan Remedial .....   | 148 |
| Tabel 6.1 Konsep Kunci Bab IV.....  | 156 |
| Tabel 6.2 Perincian Tujuan Pembelajaran .....   | 157 |
| Tabel 6.3 Kegiatan Remedial .....   | 175 |
| Tabel 7.1 Konsep Kunci Bab IV.....  | 181 |
| Tabel 7.2 Perincian Tujuan Pembelajaran .....   | 182 |
| Tabel 7.3 Kegiatan Remedial .....   | 202 |
| Tabel 8.1 Konsep Kunci Bab VIII.....  | 209 |
| Tabel 8.2 Perincian Tujuan Pembelajaran .....   | 211 |
| Tabel 8.3 Tabel 8.3 Tabel Tangki Perhitungan Cairan <i>Gross</i> .....                | 227 |
| Tabel 8.4 Tabel Tangki Perhitungan Air <i>Gross</i> .....                             | 227 |
| Tabel 8.5 Tabel 53 ASTM untuk Mengkonversi <i>Density Obs. ke Density</i> 15°C.....   | 228 |
| Tabel 8.6 ASTM Menentukan VCF Berdasarkan <i>ASTM Table 54</i> .....                  | 230 |
| Tabel 8.7 Kegiatan Remedial .....   | 235 |

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

**Buku Panduan Guru Dasar-Dasar Teknik Perminyakan  
untuk SMK/MAK Kelas X**

Penulis : **Dani Yudanto, Eka Mulya Ade**  
ISBN : 978-623-194-478-8 (no.jil,lengkap PDF)  
978-623-194-479-5 (jil.1 PDF)

# Panduan Umum





## A. Pendahuluan

### 1. Tujuan

Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2022 tentang Standar Mutu Buku, Standar Proses dan Kaidah Pemerolehan Naskah, serta Standar Proses dan Kaidah Penerbitan Buku memuat standar mutu buku pendidikan. Salah satu buku pendidikan ini adalah buku teks utama. Buku teks utama adalah buku pelajaran yang wajib digunakan dalam pembelajaran berdasarkan kurikulum yang berlaku dan disediakan oleh pemerintah pusat tanpa dipungut biaya. Buku teks utama terdiri atas buku siswa dan buku panduan guru.

Buku panduan guru ini berisi strategi penyampaian materi dan pengelolaan aktivitas pembelajaran yang disajikan di dalam buku siswa. Buku panduan guru dikembangkan sebagai acuan guru dalam menyusun rencana pelaksanaan pembelajaran, model pembelajaran, asesmen pembelajaran, dan bahan ajar siswa. Setiap bagian buku panduan guru dijelaskan secara terperinci guna mempermudah penyampaian materi pembelajaran yang ada di dalam buku siswa sehingga terjadi sinkronisasi antara buku siswa dan buku panduan guru.

Buku panduan guru ini memuat capaian pembelajaran (CP) mata pelajaran Dasar-Dasar Teknik Perminyakan yang akan dicapai. Capaian pembelajaran merupakan kurikulum yang sudah ditetapkan oleh pemerintah dan digunakan untuk merumuskan alur tujuan pembelajaran (ATP). ATP dirumuskan berdasarkan kebutuhan dan potensi peserta didik di sekolah masing-masing. Untuk melengkapi kompetensi peserta didik dipaparkan juga dimensi profil pelajar Pancasila (PPP) yang diharapkan dapat tercapai dalam pembelajaran sebagai bagian dalam penanaman nilai karakter dan *soft skills* peserta didik.

Pada bagian 2 di setiap bab dijelaskan strategi pembelajaran dan asesmen yang dapat digunakan untuk mencapai tujuan pembelajaran. Strategi pembelajaran dan asesmen harus relevan dengan bidang keilmuan mata pelajaran Dasar-Dasar Teknik Perminyakan serta sesuai dengan kebutuhan dan kondisi peserta didik di sekolah masing-masing. Bentuk asesmen dirancang bervariasi disertai contoh dan rubrik penilaian untuk setiap pokok bahasan.

## 2. Profil Pelajar Pancasila

Pendidikan yang saat ini dirancang harus sesuai dengan tuntutan zaman pada abad ke-21. Paradigma pendidikan yang dijalankan saat ini harus memiliki pola pembelajaran yang berpusat pada peserta didik (*student centered*). Peserta didik sebagai pelajar Indonesia diharapkan memiliki profil (kompetensi) yang berlandaskan ideologi negara. Nilai-nilai Pancasila harus tertanam pada diri pelajar Indonesia yang kompeten, memiliki nilai karakter, berperilaku positif, dan selalu belajar sepanjang hayat. Profil pelajar Pancasila adalah karakter dan kemampuan yang dibangun dalam keseharian dan dihidupkan dalam diri setiap individu peserta didik melalui budaya satuan pendidikan, pembelajaran intrakurikuler, proyek penguatan profil pelajar Pancasila, dan ekstrakurikuler (BSKAP Kemdikbud, 2022).

Peserta didik program keahlian teknik perminyakan harus menjadi pelajar Indonesia yang memiliki kompetensi profil pelajar Pancasila. Industri perminyakan sangat banyak berkontribusi terhadap pembangunan negara ini. Peserta didik program keahlian teknik perminyakan harus ikut aktif berpartisipasi dalam pembangunan global serta tangguh dalam menghadapi tantangan pada abad ke-21.

Dimensi-dimensi profil pelajar Pancasila antara lain (1) beriman, bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, dan berakhlak mulia; (2) berkebinekaan global; (3) bergotong royong; (4) mandiri; (5) bernalar kritis; dan (6) kreatif.



Gambar 1.1 Dimensi Kompetensi Profil Pelajar Pancasila



### 3. Karakteristik Mata Pelajaran Dasar-Dasar Teknik Perminyakan

Dasar-Dasar Teknik Perminyakan adalah mata pelajaran yang berisi materi yang mendasari penguasaan keahlian teknik perminyakan yang diperlukan dalam pengelolaan perminyakan. Pengelolaan sumber daya alam khususnya minyak dan gas bumi memerlukan sumber daya manusia yang kompeten. Sumber daya manusia yang kompeten tersebut harus dipersiapkan secara sistematis melalui pendidikan dan latihan yang komprehensif sehingga diperoleh sumber daya manusia yang kreatif, mandiri, dan mampu bekerja sama dalam tim yang solid dan bertanggung jawab. Industri perminyakan merupakan industri yang padat modal, padat teknologi, dan berisiko tinggi. Industri ini membutuhkan para pekerja yang berkompoten di bidang tersebut serta sangat memperhatikan penerapan prosedur Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3). Industri perminyakan menghasilkan produk berupa minyak dan gas bumi yang dijadikan sebagai sumber energi utama dan juga produk-produk sekunder minyak bumi seperti bahan-bahan petrokimia, peralatan kantor dan perabot rumah tangga, karet sintetis dan sebagainya.

Mata pelajaran ini diharapkan dapat menumbuhkan motivasi yang kuat terhadap peserta didik untuk mengembangkan minat dan mengenal lingkungan kerja di bidang perminyakan. Saat ini, bahan bakar minyak (BBM) merupakan salah satu sumber energi utama yang pemakaiannya masih sangat dibutuhkan. Akan tetapi, minyak dan gas bumi merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui. Keberadaannya kian sulit dijangkau sehingga memerlukan teknologi yang lebih maju. Untuk itu, tantangan industri ini pada masa depan adalah mengembangkan energi yang lebih bersih dengan mengembangkan produksi gas. Mata pelajaran ini berfungsi untuk membekali peserta didik dengan pengetahuan dan kemampuan dari eksplorasi migas, pengeboran dan produksi migas, sampai dengan pengolahan migas dan petrokimia.

Pembelajaran dapat dilakukan menggunakan berbagai pendekatan, strategi, metode, serta model yang sesuai dengan karakteristik kompetensi yang harus dipelajari sehingga dapat menciptakan pembelajaran yang efektif. Beberapa model pembelajaran antara lain *project-based learning*, *teaching factory*, *discovery learning*, *problem-based learning*, *inquiry learning*, atau model lain serta metode yang relevan.



Peserta didik diharapkan memahami hakikat kemajuan teknologi melalui mata pelajaran ini sehingga dapat menjadi warga negara Indonesia yang mandiri dalam berteknologi, kreatif, inovatif, dan sekaligus menjadi warga dunia (*global citizen*) yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, bernalar kritis, mandiri, kreatif, bergotong royong, dan peduli terhadap lingkungan.

Mata pelajaran ini bertujuan membekali peserta didik dengan dasar-dasar pengetahuan, keterampilan, dan sikap (*hard skills* dan *soft skills*) yang meliputi kemampuan

1. memahami proses bisnis di bidang teknik perminyakan;
2. memahami perkembangan teknologi dan isu-isu global terkait industri perminyakan;
3. memahami peluang karir dan usaha perminyakan;
4. menerapkan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) serta budaya kerja industri;
5. memahami tahap eksplorasi migas;
6. memahami tahap pengeboran migas;
7. memahami tahap produksi migas;
8. memahami tahap pengolahan minyak bumi.

## B. Capaian Pembelajaran

Pada hakikatnya, mata pelajaran ini berfokus pada kompetensi dasar yang harus dimiliki oleh teknisi perminyakan, teknisi penyulingan minyak, dan jabatan lain sesuai dengan perkembangan dunia kerja. Selain itu, peserta didik diberi pemahaman tentang proses bisnis, perkembangan penerapan teknologi dan isu-isu global, *profile-entrepreneur*, *job-profile*, serta peluang usaha dan pekerjaan/profesi.

### 1. Elemen-Elemen dalam Pembelajaran

Mata pelajaran Dasar-Dasar Teknik Perminyakan terdiri atas delapan elemen pembelajaran yang berisi materi pokok bahasan yang akan dipelajari pada fase E. Pembelajaran Dasar-Dasar Teknik Perminyakan meliputi delapan elemen yang tercantum pada Tabel I.1.



**Tabel I.1** Elemen Pembelajaran Dasar-Dasar Teknik Perminyakan

| Elemen  | Deskripsi   |
|---|---|
| Proses Bisnis di Bidang Perminyakan   | Elemen proses bisnis pada bidang teknik perminyakan meliputi kegiatan eksplorasi, pengeboran, dan proses pengolahan minyak dan gas bumi.  |
| Perkembangan Teknologi dan Isu-Isu Global Terkait Industri Perminyakan  | Elemen ini meliputi perkembangan teknologi sektor industri minyak dan perkembangan proses produksi industri minyak dari teknologi konvensional sampai dengan teknologi modern, saat ini untuk menghasilkan <i>green diesel</i> dan <i>green jet fuel</i> , program pembangunan unit hydrotreating untuk produksi <i>low sulfur diesel</i> , serta program pengembangan kilang <i>refinery development master plan</i> (RDMP) dan <i>grass root refinery</i> (GRR) yang telah mempertimbangkan integrasi antara <i>refinery</i> dan <i>petrochemical</i> . |
| Profesi dan Kewirausahaan ( <i>Job-Profile</i> dan <i>Technopreneurship</i> ) serta Peluang Usaha di Industri Perminyakan | Elemen ini meliputi jenis-jenis profesi dan kewirausahaan ( <i>job-profile</i> dan <i>technopreneurship</i> ), serta peluang usaha di bidang industri perminyakan.  |
| Tahapan Kegiatan Eksplorasi Minyak dan Gas Bumi   | Elemen ini meliputi jenis-jenis eksplorasi dan tahapan pencarian sumber minyak dan gas bumi di darat maupun perairan.   |
| Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Hidup (K3LH) dan Budaya Kerja Industri   | Elemen ini meliputi penerapan K3LH dan budaya kerja industri, antara lain praktik-praktik kerja yang aman, bahaya-bahaya di tempat kerja, prosedur-prosedur dalam keadaan darurat, dan penerapan budaya kerja industri (ringkas, rapi, resik, rawat, rajin).  |



| Elemen  | Deskripsi  |
|---|--|
| Proses Mobilisasi/<br>Demobilisasi, <i>Moving</i> ,<br><i>Rig-Up/Rig-Down</i> dan<br>Melakukan Pasang<br>dan Cabut Pipa<br>Pemboran | Elemen ini meliputi proses dalam tahap pengeboran meliputi mobilisasi/demobilisasi, <i>moving</i> , <i>rigging up/rigging down</i> , merangkai peralatan putar dan peralatan penggerak, peralatan angkat, peralatan sirkulasi, dan pencegah semburan liar. |
| Proses Pembuatan<br>Sumur Produksi dan<br>Proses Separasi Fluida<br>Reservoir   | Elemen ini meliputi metode, sistem penyelesaian sumur, proses dan peralatan produksi, serta proses separasi.   |
| Pengukuran Level dan<br>Perhitungan Minyak<br>dalam Tangki Timbun<br>dari Hasil Olahan<br>Kilang                                    | Elemen ini meliputi jenis produk, cara pemasangan alat ukur, cara pengoperasian alat ukur, cara pengukuran tinggi cairan, cara penghitungan jumlah minyak, dan penggunaan peralatan bantu lain.  |

## 2. Capaian Pembelajaran

Pada akhir fase E, peserta didik akan mendapatkan gambaran mengenai program keahlian yang dipilihnya sehingga mampu menumbuhkan renjana (*passion*) dan visi (*vision*) untuk merencanakan dan melaksanakan aktivitas belajar.

**Tabel I.2** Capaian Pembelajaran Dasar-Dasar Teknik Perminyakan

| Elemen   | Capaian Pembelajaran  |
|--|---|
| Proses Bisnis di Bidang Perminyakan                                    | Pada akhir fase E peserta didik mampu memahami proses bisnis pada bidang teknik perminyakan meliputi kegiatan eksplorasi, pengeboran, dan proses pengolahan minyak dan gas bumi.  |
| Perkembangan Teknologi dan Isu-Isu Global Terkait Industri Perminyakan | Pada akhir fase E peserta didik mampu memahami perkembangan teknologi sektor industri minyak dan perkembangan proses produksi industri minyak dari teknologi konvensional sampai dengan teknologi modern, saat ini untuk menghasilkan |



| Elemen   | Capaian Pembelajaran   |
|--|--|
|  | <p><i>green diesel</i> dan <i>green jet fuel</i>, program pembangunan unit <i>hydrotreating</i> untuk produksi <i>low sulfur diesel</i>, serta program pengembangan kilang (RDMP dan GRR) yang telah mempertimbangan integrasi antara <i>refinery</i> dan <i>petrochemical</i>.</p>  |
| <p>Profesi dan Kewirausahaan (<i>Job-Profile</i> dan <i>Technopreneurship</i>) serta Peluang Usaha di Industri Perminyakan</p> | <p>Pada akhir fase E peserta didik mampu memahami jenis-jenis profesi dan kewirausahaan (<i>job-profile</i> dan <i>technopreneurship</i>), serta peluang usaha di bidang industri perminyakan, untuk membangun <i>vision</i> dan <i>passion</i>, dengan melaksanakan pembelajaran berbasis proyek nyata sebagai simulasi proyek kewirausahaan.</p> |
| <p>Tahapan Kegiatan Eksplorasi Minyak dan Gas Bumi</p>   | <p>Pada akhir fase E peserta didik mampu memahami jenis-jenis eksplorasi dan tahapan pencarian sumber minyak dan gas bumi di darat maupun perairan melalui pengenalan dan praktik dasar terkait eksplorasi.</p>  |
| <p>Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Hidup (K3LH) dan Budaya Kerja Industri</p>                                       | <p>Pada akhir fase E peserta didik mampu menerapkan K3LH dan budaya kerja industri, antara lain: praktik-praktik kerja yang aman, bahaya-bahaya di tempat kerja, prosedur- prosedur dalam keadaan darurat, dan penerapan budaya kerja industri (ringkas, rapi, resik, rawat, rajin).</p>   |
| <p>Proses Mobilisasi/ Demobilisasi, <i>Moving</i>, <i>Rig-Up/Rig-Down</i> dan Melakukan Pasang dan Cabut Pipa Pemboran</p>     | <p>Pada akhir fase E peserta didik mampu memahami proses dalam tahap pengeboran meliputi mobilisasi/ demobilisasi, <i>moving</i>, <i>rigging up/rigging down</i>, merangkai peralatan putar dan peralatan penggerak, peralatan angkat, peralatan sirkulasi dan pencegah semburan liar.</p>   |

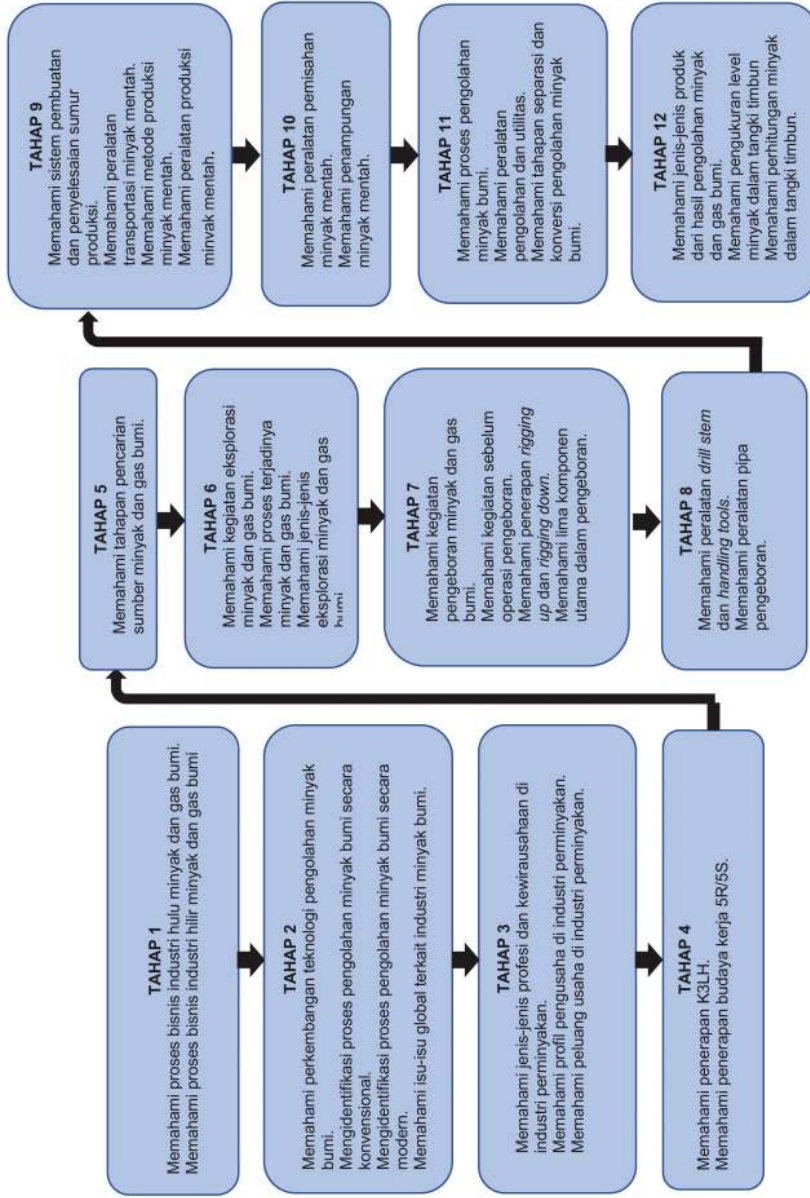


| Elemen   | Capaian Pembelajaran  |
|--|---|
| Proses Pembuatan Sumur Produksi dan Proses Separasi Fluida Reservoir                 | Pada akhir fase E peserta didik mampu memahami metode, sistem penyelesaian sumur, proses, dan peralatan produksi serta proses separasi.   |
| Pengukuran Level dan Perhitungan Minyak dalam Tangki Timbun dari Hasil Olahan Kilang | Pada akhir fase E peserta didik mampu memahami jenis produk, cara pemasangan alat ukur, cara pengoperasian alat ukur, cara pengukuran tinggi cairan, cara penghitungan jumlah minyak dan penggunaan peralatan bantu lain. |

### 3. Alur Tujuan Pembelajaran

Alur tujuan pembelajaran (ATP) dapat dikembangkan oleh guru di sekolah masing-masing. ATP dapat dirumuskan berdasarkan analisis terhadap capaian pembelajaran (CP) sehingga diperoleh tujuan pembelajaran (TP). Berdasarkan TP yang sudah disusun, dapat dibuat urutan pembelajaran dalam rangka mencapai TP sehingga diperoleh ATP pada mata pelajaran Dasar-Dasar Teknik Perminyakan. Berikut ini ATP yang dapat dijadikan sebagai panduan guru dalam memilih dan merencanakan strategi pembelajaran.

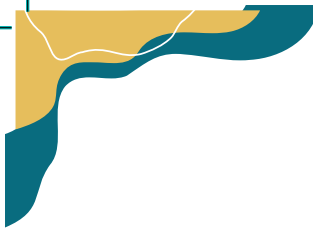




Gambar I.2 Alur Tujuan Pembelajaran Mata Pelajaran Dasar-Dasar Teknik Perminyakan

**Catatan:**

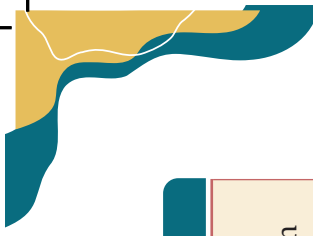
Alur Tujuan Pembelajaran yang disusun bukan merupakan urutan baku. Penyesuaian alur ini sesuai dengan karakteristik materi (konten) dan urutan penyampaian.



Tabel I.3 Alur Tujuan Pembelajaran Mata Pelajaran Dasar-Dasar Teknik Perminyakan

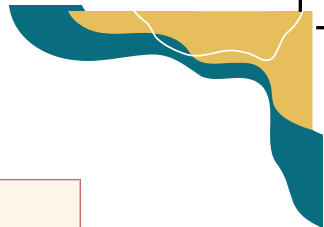
| Elemen                                     | Capaian Pembelajaran  | Tujuan Pembelajaran   | Alur Tujuan Pembelajaran   |
|--|---|---|--|
| <p>Proses Bisnis di Bidang Perminyakan</p> | <p>Pada akhir fase E, peserta didik mampu memahami proses bisnis di bidang perminyakan meliputi kegiatan eksplorasi, pengeboran, dan proses pengolahan minyak dan gas bumi.</p> | <p>1.1. Memahami proses bisnis industri hulu minyak dan gas bumi.<br/>                     1.2. Memahami kegiatan eksplorasi minyak dan gas bumi.<br/>                     1.3. Memahami kegiatan pengeboran minyak dan gas bumi.<br/>                     1.4. Memahami proses bisnis industri hilir minyak dan gas bumi.<br/>                     1.5. Memahami proses pengolahan minyak dan gas bumi.<br/>                     1.6. Memahami peralatan pengolahan dan utilitas.<br/>                     1.7. Memahami tahapan separasi dan konversi pengolahan minyak dan gas bumi.</p> | <p><b>TAHAP 1</b><br/>                     1.1. Memahami proses bisnis industri hulu minyak dan gas bumi.<br/>                     1.4. Memahami proses bisnis industri hilir minyak dan gas bumi.</p> |

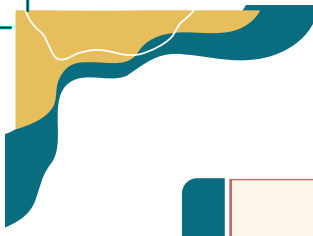




| Elemen  | Capaian Pembelajaran  | Tujuan Pembelajaran  | Alur Tujuan Pembelajaran   |
|---|---|--|--|
| Perkembangan Teknologi dan Isu Global Terkait Industri Perminyakan    | Pada akhir fase E, peserta didik mampu memahami perkembangan teknologi sektor   | 2.1 Memahami perkembangan teknologi pengolahan minyak bumi.<br>2.2 Memahami proses pengolahan minyak bumi secara konvensional.     | <b>TAHAP 2</b><br>2.1 Memahami perkembangan teknologi pengolahan minyak bumi.  |
| Profesi dan Kewirausahaan serta Peluang Usaha di Industri Perminyakan | industri minyak dan perkembangan proses produksi industri minyak dari teknologi konvensional sampai dengan teknologi modern.  | 2.3 Memahami proses pengolahan minyak bumi secara modern.<br>2.4 Memahami isu-isu global terkait industri minyak bumi.             | 2.2 Mengidentifikasi proses pengolahan minyak bumi secara konvensional.<br>2.3 Mengidentifikasi proses pengolahan minyak bumi secara modern.<br>2.4 Memahami isu-isu global terkait industri minyak bumi.      |
| Profesi dan Kewirausahaan serta Peluang Usaha di Industri Perminyakan | Pada akhir fase E, peserta didik mampu memahami jenis-jenis profesi dan kewirausahaan ( <i>job-profile</i> dan <i>technopreneurship</i> ) serta peluang usaha di bidang industri perminyakan untuk membangun <i>vision</i> dan <i>passion</i> dengan melaksanakan pembelajaran berbasis proyek nyata sebagai simulasi proyek kewirausahaan. | 3.1 Memahami jenis-jenis profesi dan kewirausahaan di industri perminyakan.<br>3.2 Memahami peluang usaha di industri perminyakan. | <b>TAHAP 3</b><br>3.1 Memahami jenis-jenis profesi dan kewirausahaan di industri perminyakan.<br>3.2 Memahami profil pengusaha di industri perminyakan.<br>3.3 Memahami peluang usaha di industri perminyakan. |

| Elemen   | Capaian Pembelajaran   | Tujuan Pembelajaran  | Alur Tujuan Pembelajaran  |
|--|--|--|---|
| <p>Kegiatan Eksplorasi Minyak dan Gas Bumi</p>   | <p>Pada akhir fase E, peserta didik mampu memahami jenis-jenis eksplorasi dan tahapan pencarian sumber minyak dan gas bumi, baik di darat maupun di perairan, melalui pengenalan dan praktik dasar terkait eksplorasi.</p>   | <p>4.1 Memahami tahapan pencarian sumber minyak dan gas bumi.<br/>4.2 Memahami proses terjadinya minyak dan gas bumi.<br/>4.3 Memahami jenis-jenis eksplorasi minyak dan gas bumi.</p> | <p><b>TAHAP 5</b><br/>4.1 Memahami tahapan pencarian sumber minyak dan gas bumi.<br/><b>TAHAP 6</b><br/>1.2 Memahami kegiatan eksplorasi minyak dan gas bumi.<br/>3.1 Memahami proses terjadinya minyak dan gas bumi.</p> |
| <p>Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Hidup (K3LH) dan Budaya Kerja Industri</p> | <p>Pada akhir fase E, peserta didik mampu menerapkan K3LH dan budaya kerja industri, antara lain: praktik-praktik kerja yang aman, bahaya-bahaya di tempat kerja, prosedur-prosedur dalam keadaan darurat, dan penerapan budaya kerja industri (Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin).</p> | <p>5.1 Memahami penerapan K3LH.<br/>5.2 Memahami penerapan budaya kerja 5R/5S.</p>   | <p>3.2 Memahami jenis-jenis eksplorasi minyak dan gas bumi.<br/><b>TAHAP 4</b><br/>5.1 Memahami penerapan K3LH.<br/>5.2 Memahami penerapan budaya kerja 5R/5S</p>   |

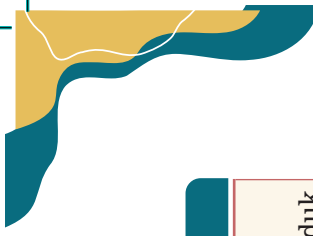




| Elemen  | Capaian Pembelajaran   | Tujuan Pembelajaran  | Alur Tujuan Pembelajaran  |
|---|--|--|---|
| Perangkat Pengeboran Minyak dan Gas Bumi                      | Pada akhir fase E, peserta didik mampu memahami proses dalam tahap pengeboran meliputi mobilisasi/ demobilisasi, moving, rigging up/rigging down, merangkai peralatan putar dan peralatan penggerak, peralatan angkat, | <p>6.1 Memahami kegiatan sebelum operasi pengeboran.</p> <p>6.2 Memahami penerapan rigging up, rigging down.</p> <p>6.3 Memahami lima komponen utama dalam pengeboran.</p> <p>6.4 Memahami peralatan drill stem dan handling tools.</p> <p>6.5 Memahami peralatan pipa pengeboran.</p> | <p><b>TAHAP 7</b></p> <p>1.3 Memahami kegiatan pengeboran minyak dan gas bumi.</p> <p>6.1 Memahami kegiatan sebelum operasi pengeboran.</p> <p>6.2 Memahami penerapan rigging up, rigging down.</p> <p>6.3 Memahami lima komponen utama dalam pengeboran.</p> <p><b>TAHAP 8</b></p> <p>6.4 Memahami peralatan drill stem dan handling tools.</p> <p>6.5 Memahami peralatan pipa pengeboran.</p> |
| Pembuatan Sumur Produksi dan Proses Separasi Fluida Reservoir | Pada akhir fase E, peserta didik mampu memahami metode, sistem penyelesaian sumur, proses, dan peralatan produksi serta proses separasi  | <p>7.1 Memahami sistem pembuatan dan penyelesaian sumur produksi.</p> <p>7.2 Memahami peralatan dan proses transportasi minyak mentah.</p>   | <p><b>TAHAP 9</b></p> <p>7.1 Memahami sistem pembuatan dan penyelesaian sumur produksi.</p> <p>7.2 Memahami peralatan dan proses transportasi minyak mentah.</p>  |

| Elemen   | Capaian Pembelajaran   | Tujuan Pembelajaran   | Alur Tujuan Pembelajaran  |
|--|--|---|---|
| Pengukuran Level dan Perhitungan Minyak dalam Tangki Timbun dari Hasil Olahan Kilang | Pada akhir fase E, peserta didik mampu memahami jenis produk, cara pemasangan alat ukur, cara pengoperasian alat ukur, cara pengukuran tinggi cairan, cara penghitungan jumlah minyak dan penggunaan peralatan bantu lain. | <p>7.3 Memahami peralatan dan pemisahan minyak mentah.</p> <p>7.4 Memahami penampungan minyak mentah.</p> <p>8.1 Jenis-jenis produk dari hasil pengolahan minyak dan gas bumi.</p> <p>8.2 Tahapan pengukuran level minyak bumi.</p> <p>8.3 Perhitungan minyak dalam tangki timbun dari hasil olahan kilang.</p> | <p>7.3 Memahami metode produksi minyak mentah.</p> <p>7.4 Memahami peralatan produksi minyak mentah.</p> <p><b>TAHAP 10</b></p> <p>7.5 Memahami peralatan pemisahan minyak mentah.</p> <p>7.6 Memahami penampungan minyak mentah.</p> <p><b>TAHAP 11</b></p> <p>1.5. Memahami proses pengolahan minyak dan gas bumi.</p> <p>1.6. Memahami peralatan pengolahan dan utilitas.</p> <p>1.7. Memahami tahapan separasi dan konversi pengolahan minyak dan gas bumi.</p> |





| Elemen | Capaian Pembelajaran | Tujuan Pembelajaran | Alur Tujuan Pembelajaran   |
|--------|----------------------|---------------------|--|
|        |                      |                     | TAHAP 12<br>8.1 Memahami jenis-jenis produk dari hasil pengolahan minyak dan gas bumi.<br>8.2 Memahami pengukuran level minyak dalam tangki timbun.<br>8.3 Memahami penghitungan minyak dalam tangki timbun. |

**Catatan:**

- Kata kerja “memahami” dapat terdiri atas kemampuan: penjelasan (*explanation*), interpretasi, aplikasi, perspektif, empati, pengenalan diri atau refleksi diri.
- Untuk fase E materi bersifat umum berupa materi dasar dan untuk menumbuhkan *passion*.

## C. Strategi Pembelajaran

Strategi pembelajaran yang dipilih oleh guru harus dapat dilaksanakan dalam pembelajaran dan relevan dengan bidang teknik perminyakan. Strategi pembelajaran harus sesuai dengan kebutuhan dan kondisi peserta didik di sekolah masing-masing. Beberapa strategi pembelajaran dapat dikembangkan dalam bentuk model pembelajaran. Dalam satu model pembelajaran dimuat uraian capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, metode, pendekatan, media, bahan ajar, dan asesmen pembelajaran. Beberapa model pembelajaran yang dapat diterapkan pada mata pelajaran Dasar-Dasar Teknik Perminyakan antara lain *discovery learning*, *inquiry learning*, *problem based learning*, dan *project based learning*.

## D. Asesmen

Asesmen bertujuan untuk mengukur ketercapaian tujuan pembelajaran yang sudah dirumuskan. Asesmen dapat terdiri atas tiga bentuk penilaian, yaitu (1) penilaian sebelum pembelajaran, (2) penilaian pada saat pembelajaran, dan (3) penilaian setelah pembelajaran. Penilaian sebelum pembelajaran dapat digunakan untuk mengukur sejauh mana kompetensi awal yang dimiliki peserta didik dalam pokok bahasan tertentu. Setelah dilakukan pembelajaran, peserta didik dapat diberikan penilaian pada saat pembelajaran berupa tes formatif. Adapun penilaian setelah pembelajaran digunakan untuk mengukur ketercapaian tujuan pembelajaran dan dapat digunakan untuk membuat tindak lanjut hasil penilaian, seperti pembelajaran remedial dan pembelajaran pengayaan.



## E. Penjelasan Komponen Buku Siswa

Buku siswa untuk mata pelajaran Dasar-Dasar Teknik Perminyakan terdiri atas beberapa komponen berikut ini.

### 1. Pendahuluan

Pendahuluan diawali dengan pertanyaan pemantik yang dapat digunakan sebagai rumusan masalah pada halaman awal bab. Pada bagian ini diberikan pula 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

| 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.<br>1.2 Siswa dapat menjelaskan kegiatan eksplorasi minyak dan gas bumi.<br>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.<br>2.2 Siswa dapat menjelaskan kegiatan industri hilir minyak dan gas bumi.  |

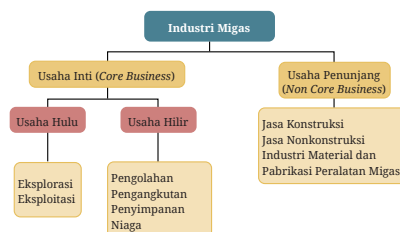
### 2. Tujuan Pembelajaran

Tujuan pembelajaran merupakan pengembangan dari capaian pembelajaran. Ketercapaian tujuan pembelajaran ditandai oleh adanya indikator pencapaian tujuan pembelajaran.

### 3. Peta Konsep

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

#### Peta Konsep



#### Kata Kunci

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

### 4. Kata Kunci

Kata kunci adalah konsep-konsep penting yang harus dikuasai oleh peserta didik.



## 5. 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.

## 6. Aktivitas

### 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!

Aktivitas berisi pertanyaan yang digunakan untuk menuntun aktivitas belajar peserta didik, baik teoretis maupun praktik, sehingga diharapkan peserta didik dapat aktif dalam pembelajaran karena merekalah yang menjadi pusat dalam pembelajaran. Guru dapat memberikan perintah untuk mengerjakan aktivitas di dalam buku catatan, buku tugas, atau media lain. Guru juga dapat mengembangkan sendiri aktivitas yang sesuai dengan kebutuhan dan kondisi sekolah masing-masing.

## 7. Asah Literasimu

Asah literasimu ialah komponen buku yang memberikan contoh permasalahan kontekstual yang dapat digunakan sebagai bahan literasi peserta didik. Peserta didik diharapkan memiliki wawasan yang lebih luas, baik pengetahuan maupun keterampilan, dengan cara diberikan naskah. Yang dimaksud dengan literasi adalah kemampuan menulis dan membaca. Namun, dalam pengertian yang lebih luas lagi literasi adalah kemampuan individu dalam mengolah informasi dan pengetahuan untuk kecakapan hidup (KBBI Daring, 2016).

### 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.



## 8. Uji Kompetensi

### 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!

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

## 9. Pengayaan

Pengayaan digunakan untuk memperluas dan memperdalam konsep yang diberikan pada setiap topik bab. Pengayaan dapat berupa pendalaman materi, penerapan teknologi, atau pembuatan proyek.

### Pengayaan

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

## 10. Refleksi

### 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?

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

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.

## 11. Kunci Jawaban

Kunci jawaban dapat disajikan pada bagian-bagian tertentu yang memerlukan penjelasan terperinci terhadap suatu konsep atau jawaban yang memerlukan penghitungan.



## F. Skema Pembelajaran

| Bab  | Jam Pelajaran (JP) | Tujuan  | Pokok Materi  | Kata Kunci  | Bentuk Metode dan Aktivitas Pembelajaran        | Sumber Belajar                            |
|--|--------------------|---|---|---|---|---|
| Proses Bisnis di Bidang Teknik Perminyakan | 60 Jam Pelajaran   | <p>1.1 Memahami proses bisnis industri hulu minyak dan gas bumi.</p> <p>1.2 Memahami proses bisnis industri hilir minyak dan gas bumi.</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• usaha hulu minyak dan gas bumi</li> <li>• usaha hilir minyak dan gas bumi</li> </ul>   | minyak bumi, gas bumi, industri hulu migas, industri hilir migas, eksplorasi migas, eksploitasi migas | diskusi, pemaparan materi, pengerjaan aktivitas | Buku Siswa Dasar-Dasar Teknik Perminyakan |
| Industri Perminyakan                       | 48 Jam Pelajaran   | <p>2.1 Memahami perkembangan teknologi pengolahan minyak bumi.</p> <p>2.2 Mengidentifikasi proses pengolahan minyak bumi secara konvensional.</p> <p>2.3 Mengidentifikasi proses pengolahan minyak bumi secara modern.</p> <p>2.4 Memahami isu-isu global terkait industri minyak bumi.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• teknologi pengolahan minyak bumi</li> <li>• proses pengolahan minyak bumi secara konvensional</li> <li>• proses pengolahan minyak bumi secara modern</li> <li>• <i>hydrotreating</i></li> <li>• proses pengambilan kilang (RDMP dan GRR)</li> <li>• teknologi energi terbarukan</li> </ul> | teknologi, minyak bumi, perminyakan, pengolahan   | diskusi, pemaparan materi, pengerjaan aktivitas | Buku Siswa Dasar-Dasar Teknik Perminyakan |



| Bab  | Jam Pelajaran (JP) | Tujuan  | Pokok Materi   | Kata Kunci   | Bentuk Metode dan Aktivitas Pembelajaran                        | Sumber Belajar                                   |
|--|--------------------|---|--|--|---|--|
| Bisnis Emas Hitam  | 48 Jam Pelajaran   | <p>3.1 Memahami jenis-jenis profesi dan kewirausahaan di industri perminyakan.</p> <p>3.3 Memahami profil pengusaha di industri perminyakan.</p> <p>3.4 Memahami peluang usaha di industri perminyakan.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>perkembangan bisnis minyak dan gas bumi</li> <li>profesi dalam industri minyak dan gas</li> <li>jenis usaha atau bisnis dalam industri minyak dan gas</li> <li>mengenal peluang usaha di industri minyak dan gas</li> </ul> | <p>bisnis emas hitam, profesi di industri perminyakan, peluang usaha, kewirausahaan</p>  | <p>Diskusi, pemaparan materi, pengerjaan Aktivitas</p>          | <p>Buku Siswa Dasar-Dasar Teknik Perminyakan</p> |
| Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dan Budaya Kerja Industri | 60 Jam Pelajaran   | <p>5.1 Memahami penerapan K3LH.</p> <p>5.2 Memahami penerapan budaya kerja 5R/5S.</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>keselamatan dan kesehatan kerja (K3)</li> <li>budaya kerja industri</li> </ul>  | <p>keselamatan dan kesehatan kerja, pengendalian risiko, potensi bahaya, aspek kebakaran, alat pelindung diri, budaya kerja industri</p> | <p>diskusi, pemaparan materi, praktik, pengerjaan aktivitas</p> | <p>Buku Siswa Dasar-Dasar Teknik Perminyakan</p> |

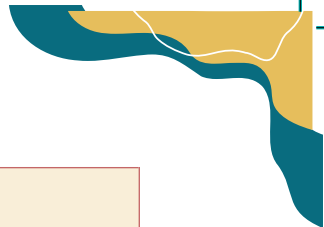
| Bab                                  | Jam Pelajaran (JP) | Tujuan  | Pokok Materi  | Kata Kunci  | Bentuk Metode dan Aktivitas Pembelajaran   | Sumber Belajar                                   |
|--------------------------------------|--------------------|---|---|---|--|--|
| Tahap Eksplorasi Minyak dan Gas Bumi | 48 Jam Pelajaran   | <p>4.1 Memahami tahapan pencarian sumber minyak dan gas bumi.</p> <p>1.2 Memahami kegiatan eksplorasi minyak dan gas bumi.</p> <p>4.2 Memahami proses terjadinya minyak dan gas bumi.</p> <p>4.3 Memahami jenis-jenis eksplorasi minyak dan gas bumi.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• perencanaan eksplorasi</li> <li>• pemilihan daerah eksplorasi</li> <li>• kegiatan seismik</li> <li>• evaluasi data dan survei detail</li> <li>• perencanaan pengeboran eksplorasi</li> </ul> | <p>industri migas, eksplorasi migas, <i>geology</i> &amp; <i>geophysics</i>, geofisika, pengeboran eksplorasi</p> | <p>diskusi, pemaparan materi, pengerjaan aktivitas</p>   | <p>Buku Siswa Dasar-Dasar Teknik Perminyakan</p> |
| Tahap Pengeboran Minyak dan Gas Bumi | 48 Jam Pelajaran   | <p>1.3 Memahami kegiatan pengeboran minyak dan gas bumi.</p> <p>6.1 Memahami kegiatan sebelum operasi pengeboran.</p> <p>6.2 Memahami penerapan <i>rigging up</i> dan <i>rigging down</i>.</p> <p>6.3 Memahami lima komponen utama dalam pengeboran.</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• pengertian operasi pengeboran</li> <li>• kegiatan-kegiatan sebelum operasi pengeboran</li> <li>• sistem peralatan bor putar</li> </ul>   | <p>pengeboran, <i>rigging up</i>, <i>rigging down</i></p>   | <p>diskusi, pemaparan materi, pengerjaan aktivitas, praktik pengenalan kerja atau pengeboran</p> | <p>Buku Siswa Dasar-Dasar Teknik Perminyakan</p> |





| Bab                                | Jam Pelajaran (JP) | Tujuan  | Pokok Materi  | Kata Kunci   | Bentuk Metode dan Aktivitas Pembelajaran               | Sumber Belajar                                   |
|------------------------------------|--------------------|---|---|--|--|--|
| Tahap Produksi Minyak dan Gas Bumi | 60 Jam Pelajaran   | <p>6.4 Memahami peralatan drill stem dan handling tools</p> <p>6.5 Memahami peralatan pipa pengeboran.</p> <p>7.1 Memahami sistem pembuatan dan penyelesaian sumur produksi.</p> <p>7.2 Memahami peralatan dan proses transportasi minyak mentah.</p> <p>7.3 Memahami metode produksi minyak mentah.</p> <p>7.4 Memahami peralatan produksi minyak mentah.</p> <p>7.5 Memahami proses separasi minyak mentah.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• perencanaan <i>well completion</i> (tahap penyelesaian sumur)</li> <li>• pelubangan sumur (perforasi)</li> <li>• tahap penimbaan (<i>swabbing</i>)</li> <li>• metode produksi migas</li> <li>• peralatan produksi</li> <li>• fasilitas produksi migas</li> </ul> | <p>lubang sumur (<i>well bore</i>), pipa selubung (<i>casing</i>), kompleksi (<i>completion</i>), perforasi (<i>perforation</i>), dan sumur produksi</p> | <p>diskusi, pemaparan materi, pengerjaan aktivitas</p> | <p>Buku Siswa Dasar-Dasar Teknik Perminyakan</p> |

| Bab                          | Jam Pelajaran (JP) | Tujuan  | Pokok Materi   | Kata Kunci   | Bentuk Metode dan Aktivitas Pembelajaran                        | Sumber Belajar                                   |
|------------------------------|--------------------|---|--|--|---|--|
| Tahap Pengolahan Minyak Bumi | 60 Jam Pelajaran   | <p>7.6 Memahami peralatan dan pemisahan minyak mentah.</p> <p>7.7 Memahami penampungan minyak mentah.</p> <p>1.5 Memahami proses pengolahan minyak dan gas bumi.</p> <p>1.6 Memahami peralatan pengolahan dan utilitas.</p> <p>1.7 Memahami tahapan separasi dan konversi pengolahan minyak dan gas bumi.</p> <p>8.1 Memahami jenis-jenis produk dari hasil pengolahan minyak dan gas bumi.</p> | <p>pengolahan minyak bumi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>peralatan pengolahan dan utilitas</li> <li>tahapan separasi dan konversi pengolahan minyak bumi</li> <li>produk-produk pengolahan minyak bumi</li> <li>pengukuran level di tangki timbun</li> <li>penghitungan minyak di dalam tangki timbun</li> </ul> | <p>distilasi atmosferis, <i>cracking, catalytic reforming</i>, tangki timbun, pengukuran level, densitas</p> | <p>diskusi, pemaparan materi, pengerjaan aktivitas, praktik</p> | <p>Buku Siswa Dasar-Dasar Teknik Perminyakan</p> |





| Bab                         | Jam Pelajaran (JP) | Tujuan   | Pokok Materi | Kata Kunci | Bentuk Metode dan Aktivitas Pembelajaran | Sumber Belajar |
|-----------------------------|--------------------|--|--------------|------------|--|----------------|
|                             |                    | 8.2 Memahami pengukuran level minyak dalam tangki timbun.<br>8.3 Memahami penghitungan minyak dalam tangki timbun. |              |            |  |                |
| Jumlah Jam Pelajaran fase E | 432                |  |              |            |  |                |



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

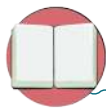
Buku Panduan Guru Dasar-Dasar Teknik Perminyakan  
untuk SMK/MAK Kelas X

Penulis : Dani Yudanto, Eka Mulya Ade  
ISBN : 978-623-194-478-8 (no.jil,lengkap PDF)  
978-623-194-479-5 (jil.1 PDF)

## Bab 1

# Proses Bisnis di Bidang Teknik Perminyakan





## Pendahuluan

Bab I Bisnis di Bidang Teknik Perminyakan bertujuan untuk mengembangkan kemampuan peserta didik dalam memahami sektor industri migas yang terdiri atas industri hulu dan industri hilir migas. Sebelum memulai pembahasan materi pembelajaran, guru dapat memberikan ilustrasi bahwa produk migas berguna dalam berbagai aspek kehidupan.



**Gambar 1.1** Manfaat Minyak dan Gas Bumi dalam kehidupan sehari hari

Bab terdiri atas dua subbab yaitu industri hulu minyak dan gas bumi dan industri hilir minyak dan gas bumi. Melalui pengenalan sektor industri migas ini diharapkan peserta didik program keahlian Teknik Perminyakan memiliki *passion* yang kuat karena diberikan gambaran terperinci tentang berbagai tahapan industri migas. Pada bagian awal, peserta didik diajak untuk menalar peta konsep dan diagram proses bisnis di bidang perminyakan. Gambaran awal ini dapat dijadikan sebagai bahan untuk merumuskan masalah dalam pembelajaran.



Subbab A terdiri atas pengenalan ciri-ciri industri migas, tahapan eksplorasi migas, dan tahapan eksploitasi migas. Materi pembelajaran tentang ciri-ciri industri migas bertujuan untuk memberikan gambaran kepada peserta didik bahwa industri migas selalu menggunakan teknologi tinggi (*high technology*), mengandung risiko tinggi (*high risk*) dan memerlukan modal besar (*high cost*).

Tahapan eksplorasi migas memberikan gambaran kepada peserta didik tentang proses pencarian cadangan minyak baru melalui pengkajian kondisi geologi seperti struktur batuan, susunan batuan, dan sifat fisik batuan. Tahapan eksplorasi ini terdiri atas studi geologi, studi geofisika, survei seismik, dan pengeboran eksplorasi. Tahapan eksploitasi migas memberikan gambaran kepada peserta didik tentang kegiatan pengembangan dan produksi migas. Tahapan pengembangan terdiri atas kegiatan pengeboran sumur pengembangan (*development well*) serta pembangunan fasilitas produksi. Kegiatan produksi bertujuan untuk mengangkat minyak dan gas bumi ke atas permukaan, baik menggunakan metode pengangkatan tekanan alami (*natural flow*) maupun menggunakan metode pengangkatan buatan.

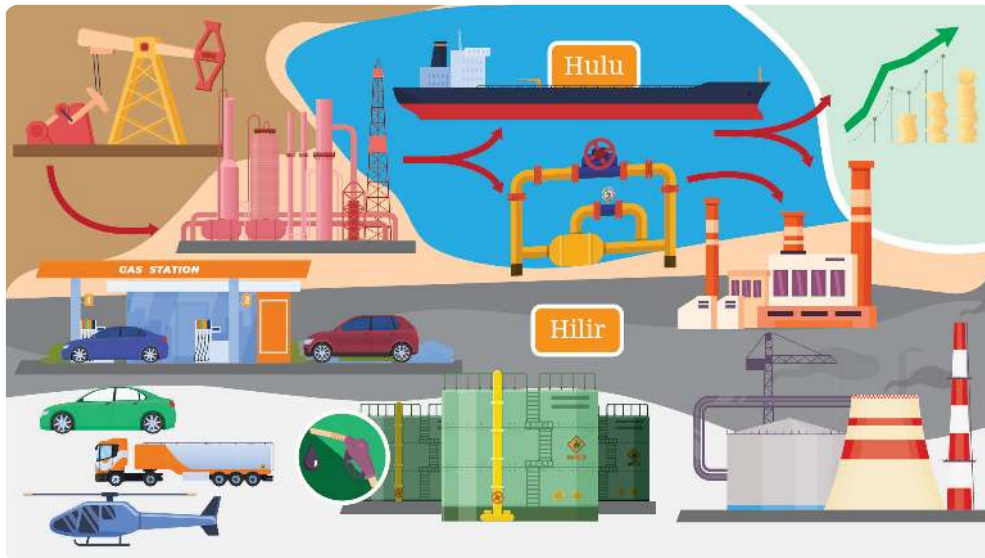
Subbab B menjelaskan mengenai sektor bisnis yang berkaitan dengan proses pengolahan, pengangkutan (transportasi), penyimpanan, dan niaga. Materi yang disampaikan dimulai dari klasifikasi hidrokarbon minyak bumi dan sifat-sifat minyak bumi. Setelah itu dibahas proses pengolahan minyak bumi. Proses bisnis berikutnya dalam industri hilir ialah pengangkutan yang menggunakan beberapa fasilitas sarana dan prasarana seperti kapal tanker, pipa, dan mobil tangki. Proses bisnis lain ialah penyimpanan dan niaga yang kegiatannya biasa dilakukan di depot-depot bahan bakar minyak, sebelum didistribusikan ke konsumen.



### Apersepsi

Apersepsi untuk mengawali materi pembelajaran bab ini dilakukan dengan menyajikan gambar berupa diagram proses bisnis di bidang teknik perminyakan.





**Gambar 1.2** Diagram Proses Bisnis di Bidang Perminyakan

Bidang teknik perminyakan yang dimaksud ini ialah mengenai industri minyak dan gas bumi (industri migas). Gambar diagram membantu peserta didik dalam memahami, menganalisis, dan menyimpulkan pembagian sektor bisnis dalam industri migas dari hulu (*upstream*) hingga hilir (*downstream*). Guru dapat menyampaikan pertanyaan pemantik, seperti “Tahukah kamu, apa saja kegiatan proses bisnis pada industri hulu dan industri hilir minyak dan gas bumi?” Pertanyaan pemantik dapat dirancang guru dengan melihat tujuan pembelajaran.



### Konsep dan Keterampilan Prasyarat

Konsep dan keterampilan prasyarat yang harus dimiliki oleh peserta didik ialah tentang pengetahuan minyak bumi sebagai energi tidak terbarukan yang berasal dari bawah permukaan bumi. Prasyarat ini dapat disampaikan dalam apersepsi sebagai pendahuluan sebelum mempelajari topik yang lebih mendalam tentang bisnis di bidang teknik perminyakan.



## Penyajian Materi Esensial

Berikut ini konsep-konsep penting (konsep kunci) yang perlu dikuasai peserta didik pada Bab I Proses Bisnis di Bidang Teknik Perminyakan.

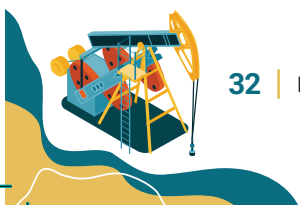
Tabel 1.1 Konsep Kunci Bab I

| No. | Kata Kunci           | Penjelasan   |
|-----|----------------------|--|
| 1.  | minyak bumi          | hasil proses alami berupa hidrokarbon yang dalam kondisi tekanan dan suhu atmosfer berupa fasa cair atau padat, termasuk aspal, lilin mineral atau ozokerit, dan bitumen yang diperoleh dari proses penambangan, tetapi tidak termasuk batubara atau endapan hidrokarbon lain yang berbentuk padat yang diperoleh dari kegiatan yang tidak berkaitan dengan kegiatan usaha minyak dan gas bumi |
| 2.  | gas bumi             | hasil proses alami berupa hidrokarbon yang dalam kondisi tekanan dan suhu atmosfer berupa fasa gas yang diperoleh dari proses penambangan minyak dan gas bumi  |
| 3.  | kegiatan usaha hulu  | kegiatan usaha yang berintikan atau bertumpu pada kegiatan usaha eksplorasi dan eksploitasi  |
| 4.  | kegiatan usaha hilir | kegiatan usaha yang berintikan atau bertumpu pada kegiatan usaha pengolahan, pengangkutan, penyimpanan, dan/atau niaga   |
| 5.  | eksplorasi           | kegiatan yang bertujuan memperoleh informasi mengenai kondisi geologi dengan cara salah satu atau beberapa cara geofisika untuk menemukan dan memperoleh lokasi dan perkiraan cadangan minyak dan gas bumi di wilayah kerja yang ditentukan  |



| No. | Kata Kunci   | Penjelasan  |
|-----|--------------|---|
| 6.  | 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. |
| 7.  | pengolahan   | kegiatan memurnikan, memperoleh bagian-bagian, mempertinggi mutu, dan mempertinggi nilai tambah minyak bumi dan/atau gas bumi, tetapi tidak termasuk pengolahan lapangan  |
| 8.  | 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  |
| 9.  | penyimpanan  | kegiatan penerimaan, pengumpulan, penampungan, dan pengeluaran minyak bumi dan/atau gas bumi  |
| 10. | niaga        | kegiatan pembelian, penjualan, ekspor, impor minyak bumi dan/atau hasil olahannya, termasuk niaga gas bumi melalui pipa   |

Sumber: Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2001 tentang Minyak dan Gas Bumi





## Penilaian Sebelum Pembelajaran

Penilaian sebelum pembelajaran dengan mengambil pertanyaan kunci untuk menjelaskan konsep yang akan disampaikan. Berdasarkan Gambar 1.1 yang ada pada apersepsi, berikanlah pertanyaan yang terkait topik yang akan dibahas. Guru dapat mengembangkan ilustrasi konsep dapat berupa gambar maupun media audio visual.



### Pertanyaan

Jawablah dengan singkat dan tepat!

1. Menurut pengetahuan kamu, jelaskan kegiatan bisnis pada industri hulu migas!
2. Menurut pengetahuan kamu, jelaskan kegiatan bisnis pada industri hilir migas!

Peserta didik diajak untuk menggali penalaran mereka melalui gambar yang berupa diagram proses bisnis di bidang teknik perminyakan. Peserta didik dapat menemukan sendiri dari ilustrasi konsep yang diberikan. Berikut ini adalah jawaban atas pertanyaan Penilaian Sebelum Pembelajaran ini. Susunan kalimat pada jawaban tidak perlu sama persis. Guru dapat menentukan hasil penilaian berdasarkan jawaban yang diberikan peserta didik.



### Kunci Jawaban Penilaian Sebelum Pembelajaran

1. Kegiatan bisnis industri hulu migas antara lain terdiri atas kegiatan usaha eksplorasi dan produksi migas. Eksplorasi dimulai dari menemukan dan memperoleh cadangan minyak bumi, sedangkan produksi (eksploitasi) berkaitan dengan kegiatan memompa minyak ke permukaan dan menghasilkan minyak hingga dikirim ke pengolahan minyak bumi.
2. Kegiatan bisnis industri hilir migas antara lain terdiri atas kegiatan *refinery* (pengolahan), transportasi (pengangkutan), penyimpanan, dan pemasaran (niaga).





## Panduan Pembelajaran

**Alokasi Waktu : 60 jam pelajaran (60 x 45 menit)**

(Guru dapat menyesuaikan dengan kondisi aktual pembelajaran)

### **Tujuan Pembelajaran:**

Perincian Tujuan Pembelajaran pada Bab I dapat dilihat pada Tabel 1.2.

**Tabel 1.2** Perincian Tujuan Pembelajaran

| Capaian Pembelajaran   | Tujuan Pembelajaran   | Indikator Pencapaian Tujuan Pembelajaran   |
|--|---|--|
| Pada akhir Fase E, peserta didik mampu memahami proses bisnis pada bidang teknik perminyakan yang meliputi kegiatan eksplorasi, pengeboran, dan proses pengolahan minyak dan gas bumi. | 1. Memahami proses bisnis industri hulu minyak dan gas bumi.  | 1.1 Peserta didik dapat mengidentifikasi karakteristik industri hulu minyak dan gas bumi.<br>1.2 Peserta didik dapat menjelaskan kegiatan eksplorasi minyak dan gas bumi.<br>1.3 Peserta didik dapat menjelaskan kegiatan eksploitasi minyak dan gas bumi. |
|  | 2. Memahami proses bisnis industri hilir minyak dan gas bumi. | 2.1 Peserta didik dapat mengidentifikasi jenis-jenis kegiatan industri hilir minyak dan gas bumi.<br>2.2 Peserta didik dapat menjelaskan kegiatan industri hilir minyak dan gas bumi.  |

Sebelum membahas topik pembelajaran pada Aktivitas 1.1, peserta didik diminta membentuk kelompok yang terdiri atas paling banyak empat orang per kelompok. Sajikan permasalahan dengan menampilkan



gambar diagram proses bisnis di bidang teknik perminyakan. Peserta didik mengkaji diagram tersebut di dalam kelompok untuk menjawab pertanyaan di dalam Aktivitas.

### Kunci Jawaban Aktivitas 1.1

1. Minyak bumi bermanfaat banyak dalam kehidupan sehari-hari seperti bahan bakar minyak kendaraan bermotor, bahan bakar gas LPG, minyak pelumas, dan aspal.
2. Jenis industri migas dapat dikelompokkan menjadi industri hulu dan industri hilir.
3. Industri hulu migas ialah kegiatan usaha yang berintikan atau bertumpu pada kegiatan usaha eksplorasi dan eksploitasi.
4. Industri hilir migas ialah kegiatan usaha yang berintikan atau bertumpu pada kegiatan usaha pengolahan, pengangkutan, penyimpanan, dan/atau niaga.

## A. Industri Hulu Minyak dan Gas Bumi

### 1. Ciri-ciri Industri Minyak dan Gas Bumi

Guru dapat memilih model pembelajaran *discovery learning*. Pada tahap awal, guru memberikan stimulus pembelajaran. Hadapkan peserta didik pada sesuatu yang menimbulkan pertanyaan, tetapi tidak perlu diberikan generalisasi agar timbul keinginan peserta didik untuk mencari tahu dan menyelidiki sendiri. Guru dapat menyajikan gambar yang mengilustrasikan kondisi lapangan pada industri migas untuk menjelaskan ciri-ciri industri migas. Guru dapat memberikan pertanyaan pemantik, misalnya, “Tahukah kamu bagaimana ciri-ciri industri migas?” Peserta didik akan mengidentifikasi masalah pada subbab ini, kemudian mereka akan melakukan pengumpulan data. Pengumpulan data dapat dilakukan dengan cara melakukan literasi pada buku peserta didik. Peserta didik kemudian melakukan pengolahan informasi dari yang mereka dapatkan dengan membuat rangkuman dari yang mereka baca dan pelajari. Guru memfasilitasi peserta didik dalam melakukan verifikasi ciri-ciri industri migas melalui diskusi sehingga diperoleh kesimpulan.



a. **Memiliki Teknologi Tinggi (*High Technology*)**

Berikan gambaran tentang proses pencarian sumber minyak bumi yang lokasinya jauh di bawah permukaan. Mulailah dengan menjelaskan bahwa jebakan minyak bumi dapat dicapai dengan jalan membuat lubang bor. Hal ini membutuhkan teknologi yang tepat dan akurat.

b. **Mengandung Risiko Tinggi (*High Risk*)**

Kaitkan kebutuhan teknologi di atas dengan kemungkinan keberhasilan dalam kegiatan pencarian cadangan minyak. Tingkat keberhasilan rendah dalam kegiatan eksplorasi migas karena belum ada jaminan bahwa yang dicari itu dapat ditemukan secara pasti.



**Gambar 1.3** Anjungan Minyak di Lepas Pantai

c. **Memerlukan Modal Besar (*High Cost*)**

Selain teknologi dan tingkat risiko, berikan gambaran juga bahwa industri migas membutuhkan investasi besar karena harus melalui tahapan yang cukup panjang dan kompleks. Termasuk kebutuhan peralatan dan teknologi modern yang menjadi keharusan dimiliki oleh perusahaan migas yang menyebabkan munculnya biaya juga sangat besar.





## Asah Literasimu

Berikan sebuah bacaan yang dapat memberikan gambaran tentang ciri-ciri industri migas. Arahkan peserta didik untuk menganalisis masalah yang ada dalam bacaan yang berjudul “Lima Perusahaan Migas Gagal Dapat Minyak di Indonesia”. Bacaan ini bersumber dari sebuah berita di media elektronik yang menceritakan perusahaan migas yang mengalami kegagalan dalam tahapan eksplorasi migas. Inti sari bacaan tersebut ialah kegagalan lima perusahaan dalam proses pencarian cadangan minyak, yaitu

- ConocoPhillips, perusahaan asal Amerika Serikat, rugi hingga USD310,7 juta alias Rp29,8 triliun;
- Murphy mengalami kerugian mencapai USD214,7 juta atau setara Rp20 triliun; ExxonMobil mencatat total kerugian sebesar USD302,3 juta atau sebesar Rp29 triliun lantaran gagal dapat minyak di Indonesia;
- Hess mendapat total kerugian USD222,7 juta; dan
- Statoil mengalami kerugian mencapai USD271 juta (setara dengan Rp2,6 triliun).

Bacaan tersebut juga menjelaskan bahwa usaha eksplorasi ini memiliki risiko tinggi karena aspek investasinya besar sementara tingkat keberhasilan meraup keuntungan relatif rendah. Bagian akhir bacaan menjelaskan juga bahwa seluruh biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan, atau dalam hal ini kontraktor, tidak diganti pemerintah karena seluruh biaya eksplorasi yang telah dikeluarkan sepenuhnya menjadi tanggung jawab kontraktor.

Bahasan berikutnya adalah mekanisme pengelolaan industri hulu migas di Indonesia. Indonesia menggunakan sistem kontrak kerja sama antara pemerintah Indonesia dan kontraktor sebagai mitra atau *partner* bisnis yang memiliki modal besar dan keahlian untuk melakukan kegiatan eksplorasi. Berikan penjelasan bahwa biaya yang timbul pada kegiatan eksplorasi dan produksi sepenuhnya ditanggung oleh kontraktor. Ketika lapangan sudah dapat menghasilkan produksi migas maka semua biaya akan dikembalikan kepada kontraktor. Ajaklah peserta didik untuk mengerjakan Aktivitas 1.2. Aktivitas ini untuk membantu peserta didik menggali pemahaman tentang ciri-ciri industri migas dan mekanisme kerja sama usaha hulu migas di Indonesia.





### Kunci Jawaban Aktivitas 1.2

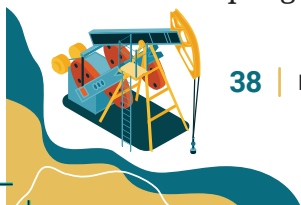
1. Ciri-ciri industri migas yaitu memiliki teknologi tinggi, mengandung risiko tinggi, dan memerlukan modal besar.
2. Indonesia menggunakan sistem kontrak kerja sama antara pemerintah Indonesia dan kontraktor. Biaya dan risiko pada kegiatan eksplorasi dan produksi sepenuhnya ditanggung oleh kontraktor.
3. Jika mengalami kegagalan, negara tidak mengganti kerugian akibat kegiatan usaha hulu migas karena sudah sepenuhnya menjadi tanggung jawab kontraktor.
4. Penyebab perusahaan kontraktor yang mengeksplorasi migas di Indonesia mengalami kegagalan karena tidak ditemukannya cadangan minyak di lokasi tersebut, sementara pengeboran harus dilakukan untuk mencari lokasi cadangan minyak. Tanpa adanya pengeboran mustahil menemukan cadangan minyak. Hal itu merupakan risiko yang harus ditanggung oleh kontraktor.

## 2. Tahap-Tahap Eksplorasi Minyak dan Gas Bumi

Berikan pemahaman bahwa tahapan eksplorasi sebagai tahapan penting dalam kegiatan hulu migas. Guru dapat memberikan pertanyaan pemantik misalnya, “Apa saja kegiatan yang dilakukan dalam tahapan eksplorasi migas?” Guru dapat kembali memberikan peta konsep yang diberikan pada awal pembelajaran atau dengan ilustrasi lain yang sesuai dengan subbab ini. Ajak peserta didik berliterasi di buku peserta didik. Peserta didik kemudian melakukan pengolahan informasi dari yang mereka dapatkan dan menyajikan dalam bentuk rangkuman, tabel, diagram, atau catatan lain. Pada tahap akhir pembelajaran, bimbinglah peserta didik untuk merumuskan kesimpulan.

Rumuskan definisi eksplorasi migas yaitu untuk mencari cadangan migas sehingga peserta didik dapat menyimpulkan bahwa eksplorasi merupakan tahapan awal dalam kegiatan hulu migas. Guru dapat memberikan ilustrasi mengenai kegiatan eksplorasi migas menggunakan gambar atau media audio visual yang berisi tentang

- a. studi geologi;
- b. studi geofisika (survei seismik); dan
- c. pengeboran eksplorasi.



### 3. Tahapan Eksploitasi Minyak dan Gas Bumi

Pada subbab tahap-tahap eksploitasi migas, guru juga dapat memilih model *discovery learning*. Berikan pertanyaan pemantik, “Apa saja kegiatan yang dilakukan dalam tahapan eksploitasi migas?” Berikan pemahaman definisi tahapan eksploitasi mulai dari pengeboran dan tahapan penyelesaian sumur hingga produksi migas.



**Gambar 1.4** Kegiatan Produksi Migas

Kegiatan mengilustrasikan tahapan eksploitasi migas dapat dilakukan dengan menggunakan media gambar atau media audio visual. Guru memfasilitasi peserta didik dalam diskusi kelompok dan selalu membimbing peserta didik dalam mengkaji konsep eksploitasi migas. Guru dapat memberikan penjelasan bahwa tahapan eksploitasi ini sebagai bagian penting sebelum minyak bumi diolah pada kegiatan hilir migas. Pada bagian akhir eksploitasi perlu dijelaskan cara melakukan pemisahan dan pemurnian minyak dan gas bumi.

Pada beberapa bagian pembelajaran, guru dapat mengenalkan beberapa istilah penting di bidang teknik perminyakan dengan tujuan agar peserta didik memiliki kemampuan awal dalam mengenal proses bisnis industri migas. Istilah-istilah ini dapat berupa istilah dalam bahasa Indonesia dan/atau bahasa asing.

Pada tahapan eksplorasi dan eksploitasi migas dikenal beberapa istilah-istilah berikut ini.

- *Producing oil well*, sumur yang memproduksi banyak minyak secara menguntungkan.



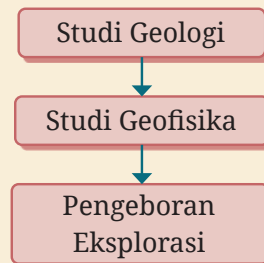
- *Gas well*, sumur gas atau sumur gas komersial.
- *Dry hole*, lubang kosong atau lubang kering, lubang sumur yang memperlihatkan tidak adanya tanda-tanda cadangan minyak.
- *Separator*, peralatan yang digunakan untuk memisahkan minyak dan gas bumi dari material yang tidak dibutuhkan hingga akhirnya minyak dan gas bumi saling dipisahkan.



### Kunci Jawaban Aktivitas 1.3

Arahkan diskusi untuk menjawab Aktivitas 1.3 tentang tahapan eksplorasi dan eksploitasi migas. Berikut ini jawaban Aktivitas 1.3.

#### 1. Diagram Alir Eksplorasi Migas



#### 2. Penjelasan Diagram Alir Eksplorasi Migas

- Studi geologi dilakukan untuk mengetahui kondisi geologi, seperti struktur dan susunan batu di bawah permukaan.
- Studi geofisika dilakukan untuk mengetahui sifat fisik batuan, dari permukaan hingga beberapa kilometer di bawahnya dengan cara merekonstruksi menjadi gambar dua dimensi atau tiga dimensi.
- Pengeboran eksplorasi digunakan untuk membuktikan hasil studi pada tahap sebelumnya dengan cara melakukan pengeboran. Pengeboran eksplorasi ada dua kemungkinan yaitu mendapatkan cadangan minyak baru (*discovery*) atau hanya mendapatkan lubang kosong (*dry hole*). Jika mendapatkan hasil maka dapat dilakukan proses pengembangan sumur dan proses produksi.

#### 3. Kegiatan dalam Tahapan Eksploitasi Migas

- Studi reservoir, pengeboran dan penyelesaian sumur.
- Pembangunan sarana pengangkutan berupa perpipaan dan separator.



## B. Industri Hilir Minyak dan Gas Bumi

Guru dapat memberikan gambaran umum industri hilir migas dengan memperlihatkan Gambar 1.5.



Gambar 1.5 Kegiatan Usaha Hilir Migas

Pengembangan media pembelajaran tentang industri hilir migas dapat disesuaikan dengan sarana dan prasarana yang ada di sekolah masing-masing. Berikan penjelasan mengenai sektor industri hilir yang terdiri atas empat kegiatan, yaitu pengolahan, transportasi, penyimpanan, dan niaga (pemasaran).

### 1. Pengolahan Minyak Bumi

Pada subbab pengolahan minyak bumi, guru juga dapat memilih model *discovery learning*. Berikan pertanyaan pemantik, “Bagaimanakah proses pengolahan minyak bumi menjadi produk-produknya?” Berikan ilustrasi berupa contoh-contoh produk pengolahan minyak, seperti gas LPG, bensin, solar, pelumas, dan lain-lain sehingga muncul pertanyaan atau masalah pada peserta didik. Berikan istilah-istilah yang ada dalam proses pengolahan minyak bumi, seperti *refinery*, *crude oil*, dan distilasi. Berikan penekanan bahwa untuk mempelajari lebih lanjut tentang pengolahan minyak bumi diperlukan pemahaman mendasar tentang hidrokarbon.

#### a. Klasifikasi Hidrokarbon Minyak Bumi

Klasifikasikan hidrokarbon menjadi hidrokarbon parafinik, naftenik, olefinik, dan aromatik. Guru dapat menjelaskan materi pada topik ini tentang ikatan kimia yang ada dalam molekul hidrokarbon, rumus molekul hidrokarbon, dan rumus bangun (rumus struktur) hidrokarbon. Ajak peserta didik untuk menggali konsep tentang hidrokarbon sebagai dasar-dasar dalam proses pengolahan minyak dan gas bumi. Pembelajaran pada bagian ini dapat dilaksanakan



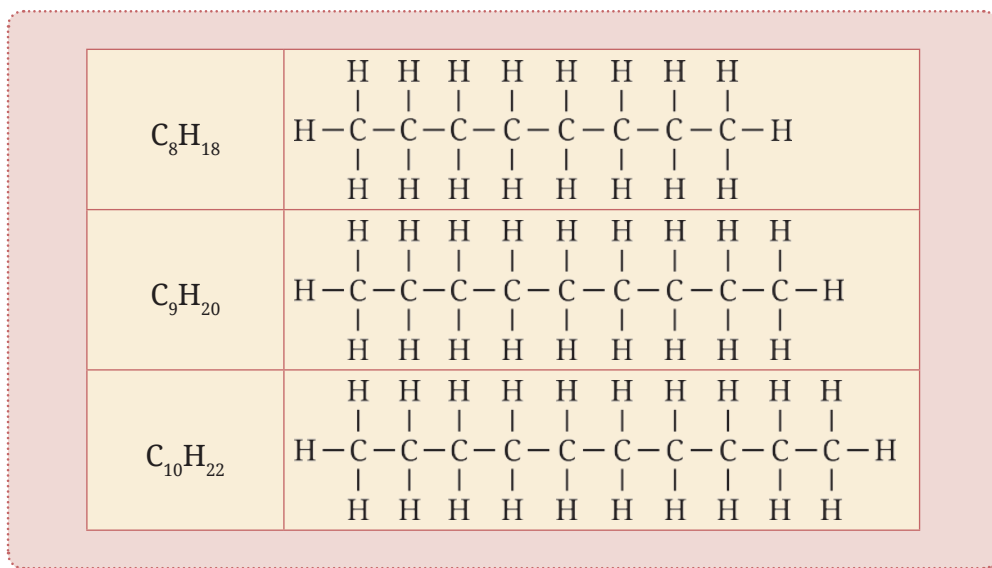
dengan menggunakan metode latihan menggambar struktur kimia hidrokarbon. Berikan Aktivitas 1.4 untuk membantu peserta didik dalam memahami konsep rumus bangun hidrokarbon.

 **Kunci Jawaban Aktivitas 1.4**

Berdasarkan rumus umum hidrokarbon parafinik  $C_nH_{2n+2}$ , berikut ini rumus molekul dan rumus bangun hidrokarbon parafinik, dari  $C_1$  sampai dengan  $C_{10}$ .

|             |  |
|-------------|--|
| $CH_4$      | $\begin{array}{c} H \\   \\ H-C-H \\   \\ H \end{array}$   |
| $C_2H_6$    | $\begin{array}{c} H \quad H \\   \quad   \\ H-C-C-H \\   \quad   \\ H \quad H \end{array}$   |
| $C_3H_8$    | $\begin{array}{c} H \quad H \quad H \\   \quad   \quad   \\ H-C-C-C-H \\   \quad   \quad   \\ H \quad H \quad H \end{array}$   |
| $C_4H_{10}$ | $\begin{array}{c} H \quad H \quad H \quad H \\   \quad   \quad   \quad   \\ H-C-C-C-C-H \\   \quad   \quad   \quad   \\ H \quad H \quad H \quad H \end{array}$   |
| $C_5H_{12}$ | $\begin{array}{c} H \quad H \quad H \quad H \quad H \\   \quad   \quad   \quad   \quad   \\ H-C-C-C-C-C-H \\   \quad   \quad   \quad   \quad   \\ H \quad H \quad H \quad H \quad H \end{array}$   |
| $C_6H_{14}$ | $\begin{array}{c} H \quad H \quad H \quad H \quad H \quad H \\   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \\ H-C-C-C-C-C-C-H \\   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \\ H \quad H \quad H \quad H \quad H \quad H \end{array}$                                   |
| $C_7H_{16}$ | $\begin{array}{c} H \quad H \quad H \quad H \quad H \quad H \quad H \\   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \\ H-C-C-C-C-C-C-C-H \\   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \\ H \quad H \quad H \quad H \quad H \quad H \quad H \end{array}$ |





Guru dapat mengembangkan pertanyaan pada Aktivitas 1.4 untuk konsep hidrokarbon naftenik, olefinik, dan aromatik. Pembelajaran dapat dilakukan dengan metode ceramah, diskusi, dan latihan soal. Pembelajaran dapat dilakukan dengan model *discovery learning* untuk menggambarkan rumus bangun hidrokarbon.

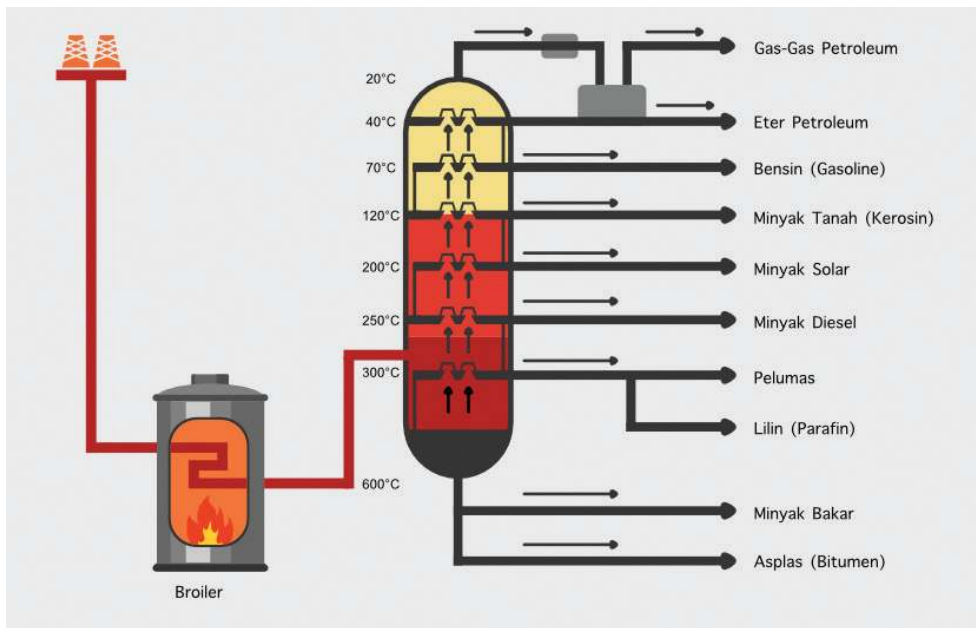
### b. Sifat-sifat Minyak Bumi

Ajaklah peserta didik berdiskusi mengenai sifat kimia dan sifat fisika minyak bumi. Pembelajaran untuk subbab dapat disampaikan dengan diskusi. Guru memfasilitasi diskusi dengan memberikan tabel sifat kimia minyak bumi. Sementara sifat fisika minyak bumi dengan cara memberikan contoh parameter pengukuran sifat fisika minyak bumi. Arahkan peserta didik untuk berliterasi menggunakan buku peserta didik. Komunikasikan hasil diskusi dan rumuskan kesimpulan.

### c. Proses Pengolahan Minyak Bumi

Sampaikan kepada peserta didik bahwa tempat proses pengolahan minyak bumi dinamakan *refinery*. Buatlah pembagian proses pengolahan minyak bumi menjadi proses primer (*primary processing*) dan proses sekunder (*secondary processing*). Proses primer berkaitan dengan pemisahan berdasarkan sifat fisika, sedangkan proses sekunder berkaitan dengan pemisahan berdasarkan sifat kimia. Buatlah peserta didik melakukan *discovery learning* untuk mempelajari proses primer dan proses sekunder.

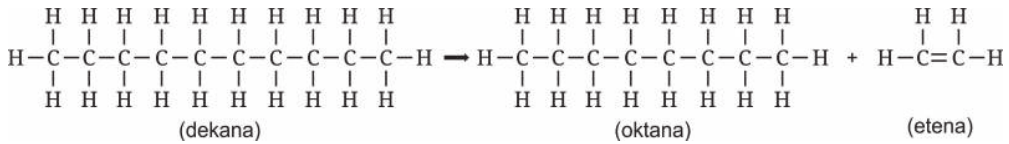




**Gambar 1.6** Diagram Pengolahan Minyak Bumi pada Kolom Fraksinasi

Sajikan Gambar 1.6 pada buku peserta didik untuk memberikan gambaran tentang proses primer pada kolom fraksinasi minyak bumi. Tandai istilah penting seperti kolom fraksinasi, distilasi bertingkat, *crude oil*, fraksi-fraksi minyak bumi, dan *bubble cap tray*. Berikan kesempatan peserta didik untuk menganalisis diagram alir kolom fraksinasi, membuat ringkasan alir proses, dan membuat kesimpulan tentang proses primer pengolahan minyak bumi.

Pada bagian proses sekunder berikan apersepsi mengenai produk minyak bumi yang memiliki nilai jual yang tinggi. Formasi ulang menjadi produk baru ini dapatlah diperoleh melalui proses *cracking*. Berikan pemahaman bahwa *cracking* terjadi karena adanya penyusunan ulang struktur molekul dari hidrokarbon yaitu dengan cara memutuskan ikatan pada rantai hidrokarbon yang lebih panjang menjadi rantai hidrokarbon yang lebih pendek, baik dengan bantuan termal maupun dengan katalis. Guru dapat memberikan konsep melalui persamaan reaksi kimia *cracking* dari hidrokarbon, misalnya untuk menambah produksi, fraksi berat harus dikonversi menjadi bensin melalui proses perengkahan (*cracking*). Berikut ini contoh persamaan reaksi kimia proses *cracking* pada molekul hidrokarbon  $C_{10}H_{22}$ .



Untuk memudahkan memahami konsepnya berikan penjelasan struktur dari rumus bangun hidrokarbon. Persamaan reaksi kimia di atas yaitu memutuskan ikatan kimia  $C_{10}H_{22}$  (dekana) pada proses *cracking* yang dipecah menjadi  $C_8H_{18}$  (oktana) dan  $C_2H_4$  (etena/*ethylene*).

## 2. Transportasi Migas

Sajikan gambar-gambar contoh fasilitas transportasi migas seperti kapal tanker, pipa, dan mobil tangki. Berikan pemahaman konsep transportasi migas, yaitu kegiatan pemindahan minyak bumi, gas bumi, dan/atau hasil olahan dari wilayah kerja atau dari tempat penampungan dan pengolahan migas, termasuk pengangkutan gas bumi melalui pipa transmisi dan distribusi. Guru menyajikan gambar-gambar contoh fasilitas transportasi migas, seperti kapal tanker, pipa, dan mobil tangki.

## 3. Penyimpanan Migas

Sajikan gambar-gambar contoh fasilitas penyimpanan minyak dan gas bumi. Sampaikan definisi penyimpanan migas yaitu kegiatan penerimaan, penimbunan, dan pengeluaran minyak dan gas bumi atau hasil olahan minyak bumi lain pada lokasi baik di atas permukaan atau di bawah permukaan tanah untuk tujuan komersial, seperti depot dan tangki timbun. Fasilitas penyimpanan yang umum ialah tangki timbun. Bentuk dan jenis tangki timbun sangat bervariasi, tergantung jenis produk, tekanan kerja, dan bentuk tangki. Bila perlu, guru dapat memberikan pembelajaran tentang komponen-komponen tangki timbun.

## 4. Niaga

Berikan pemahaman mengenai kegiatan niaga pada industri migas yang terdiri atas kegiatan pembelian, penjualan, ekspor, dan impor minyak bumi, bahan bakar minyak (BBM), bahan bakar gas, dan atau hasil olahan termasuk gas. Fasilitas niaga hampir sama dengan kegiatan transportasi dan penyimpanan.

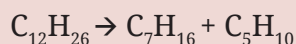


Arahkan peserta didik untuk mengerjakan Aktivitas 1.5 Tahapan Pengolahan, Transportasi, Penyimpanan, dan Niaga Migas.



### Kunci Jawaban Aktivitas 1.5

1. Pemisahan minyak mentah menjadi fraksi-fraksinya dilakukan di kilang (*refinery*) menggunakan prinsip distilasi bertingkat dengan peralatan utama yaitu kolom fraksinasi:
  - memanaskan minyak mentah pada suhu sekitar 400°C kemudian masuk mengalir ke dalam kolom fraksinasi;
  - fraksi minyak bumi yang memiliki titik didih lebih rendah akan menguap dan naik terus ke bagian atas;
  - fraksi yang terpisah ke bagian puncak adalah hidrokarbon yang pada suhu kamar berwujud gas atau disebut gas petroleum; dan
  - fraksi lain yang terpisah sesuai dengan rentang titik didih pada setiap *tray* akan dikondensasikan antara lain petroleum eter, bensin, kerosin, minyak solar, minyak pelumas, dan aspal.
2. Persamaan reaksi kimia pada *cracking*  $C_{12}H_{26}$  untuk menghasilkan heptana,  $C_7H_{16}$ .



3. Perbedaan kegiatan transportasi, penyimpanan, dan niaga migas:

|                    |   |
|--------------------|---|
| transportasi migas | kegiatan pemindahan minyak bumi, gas bumi dan atau hasil olahan dari wilayah kerja atau dari tempat penampungan dan pengolahan migas, termasuk pengangkutan gas bumi melalui pipa transmisi dan distribusi                        |
| penyimpanan migas  | kegiatan penerimaan, penimbunan, dan pengeluaran minyak dan gas bumi atau hasil olahan minyak bumi lain pada lokasi baik di atas permukaan atau di bawah permukaan tanah untuk tujuan komersial, misalnya depot dan tangki timbun |
| niaga migas        | kegiatan pembelian, penjualan, ekspor, dan impor minyak bumi, BBM, bahan bakar gas dan atau hasil olahan termasuk gas   |





## Kunci Jawaban Uji Kompetensi

1. Bisnis industri hulu migas termasuk bidang usaha yang *high risk* karena memiliki risiko tinggi. Tingkat keberhasilan proses penemuan cadangan minyak belum dapat dipastikan secara pasti. Harus dibuktikan dengan penyelidikan dan pengeboran eksplorasi. Investasi modal dan teknologi yang tinggi juga menjadi faktor mengapa industri hulu termasuk *high risk*.
2. Eksplorasi migas dapat dilakukan dalam tiga tahapan berikut ini.
  - Studi geologi, untuk mengetahui struktur dan susunan batu di bawah permukaan.
  - Studi geofisika, untuk mengetahui sifat fisik batuan dari permukaan hingga beberapa kilometer di bawah permukaan dengan merekonstruksi kondisi di bawah permukaan menjadi gambar dua dimensi atau tiga dimensi.
  - Pengeboran eksplorasi, jika ditemukan lapisan yang berpotensi menyimpan cadangan migas, selanjutnya dilakukan pengeboran eksplorasi untuk memastikan adanya cadangan migas atau tidak.
3. Jika sudah ditemukan cadangan minyak baru pada tahap eksplorasi maka dilakukan kegiatan pengeboran sumur pengembangan (*development well*) serta pembangunan fasilitas produksi.
4. Klasifikasi proses bisnis pada industri hilir migas:
  - pengolahan,
  - pengangkutan (transportasi),
  - penyimpanan, dan
  - niaga.
5. Proses distilasi bertingkat pengolahan minyak bumi:
  - memanaskan minyak mentah pada suhu sekitar 400°C kemudian masuk mengalir ke dalam kolom fraksinasi;
  - fraksi minyak bumi yang memiliki titik didih lebih rendah akan menguap dan naik terus ke bagian atas;
  - fraksi yang terpisah ke bagian puncak adalah hidrokarbon yang pada suhu kamar berwujud gas atau disebut gas petroleum; dan
  - fraksi lain yang terpisah sesuai dengan rentang titik didih pada setiap *tray* akan dikondensasikan antara lain petroleum eter, bensin, kerosin, minyak solar, minyak pelumas, dan aspal.





## Pengayaan dan Remedial

### 1. Pengayaan

Materi pengayaan yang dapat diberikan ialah tentang bekal yang harus dimiliki oleh seseorang yang ingin bekerja di industri hulu dan hilir migas. Beberapa hal yang harus dipersiapkan di antaranya adalah

- pengetahuan yang cukup tentang industri migas;
- keterampilan dalam menerapkan K3;
- keterampilan yang kompeten sesuai kebutuhan industri migas;
- keterampilan bahasa Inggris yang baik; dan
- soft skills* yang dikuasai harus matang seperti kemampuan kerja sama, tanggung jawab, kemandirian, dan komunikasi.

Guru dapat mengembangkan materi pengayaan ini dengan jawaban yang lebih terbuka. Dapat juga disesuaikan dengan konsentrasi keahlian masing-masing.

### 2. Remedial

Materi remedial ini digunakan untuk memperbaiki pengetahuan dan keterampilan peserta didik dalam topik bab proses bisnis di bidang teknik perminyakan. Materi remedial dapat disesuaikan dengan kemampuan mana saja yang kurang dikuasai oleh setiap peserta didik. Pembelajaran remedial dapat dilaksanakan secara klasikal atau individual, misalnya dengan membahas soal dalam asesmen yang dianggap belum dikuasai dengan maksimal. Sementara untuk penilaian remedial ini dapat diberikan penugasan atau asesmen ulang.

Pada Tabel 1.3 disajikan contoh kegiatan remedial yang dapat dilakukan.

Tabel 1.3 Kegiatan Remedial

| Indikator Pencapaian Tujuan Pembelajaran  | Kegiatan remedial  |
|---|--|
| 1.1 Peserta didik dapat mengidentifikasi karakteristik industri hulu minyak dan gas bumi. | <ul style="list-style-type: none"><li>Guru menyampaikan materi pembelajaran remedial.</li><li>Guru memberikan motivasi untuk mengembangkan</li></ul> |



| Indikator Pencapaian Tujuan Pembelajaran   | Kegiatan remedial  |
|--|--|
| <p>1.2 Peserta didik dapat menjelaskan kegiatan eksplorasi minyak dan gas bumi.</p> <p>1.3 Peserta didik dapat menjelaskan kegiatan eksploitasi minyak dan gas bumi.</p>                         | <p>pengetahuan melalui sumber dan media belajar.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Peserta didik mempelajari kembali materi pembelajaran pada topik bab dipilih sesuai dengan kebutuhan remedial.</li> <li>• Peserta didik mengikuti penilaian remedial baik penugasan atau asesmen ulang.</li> </ul> |
| <p>1.4 Peserta didik dapat mengidentifikasi jenis-jenis kegiatan industri hilir minyak dan gas bumi.</p> <p>1.5 Peserta didik dapat menjelaskan kegiatan industri hilir minyak dan gas bumi.</p> |  |



### Interaksi dengan Orang Tua/Wali dan Masyarakat

Pembelajaran dalam setiap topik bab memerlukan adanya pemantauan, baik oleh guru di sekolah maupun oleh orang tua/wali peserta didik ketika di rumah masing-masing. Interaksi ini dapat dilakukan dengan cara mengomunikasikan pentingnya memahami proses bisnis di bidang teknik perminyakan agar peserta didik mempersiapkan bekal pengetahuan dan keterampilan serta *soft skills* yang harus dimiliki oleh setiap peserta didik. Orang tua/wali diharapkan memberikan peran seperti menyiapkan lingkungan belajar bagi anak. Bentuk pemantauan oleh orang tua/wali dapat dilakukan dengan cara memberikan tanda tangan pada setiap aktivitas yang sudah dikerjakan pada topik bab proses bisnis di bidang teknik perminyakan.



Interaksi dengan masyarakat dapat dilakukan dengan mitra industri yang sesuai dengan program keahlian teknik perminyakan. Interaksi ini dapat dilakukan seperti memperoleh materi ajar yang sesuai dengan topik bab proses bisnis di bidang teknik perminyakan dari industri. Selain itu, dapat juga sekolah mengundang praktisi lapangan dari industri migas untuk hadir di sekolah sebagai guru tamu dalam menyampaikan materi pembelajaran.



## Asesmen/Penilaian

Berikut adalah jenis penilaian yang dapat dijadikan sebagai instrumen penilaian.

| Aspek Penilaian | Bentuk Penilaian | Teknik Penilaian   |
|-----------------|------------------|--|
| pengetahuan     | tes              | soal tertulis <ul style="list-style-type: none"><li>• penilaian sebelum pembelajaran</li><li>• aktivitas 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5</li><li>• uji kompetensi</li><li>• penilaian akhir pembelajaran</li></ul> |
| keterampilan    | nontes           | observasi kinerja  |

Jenis penilaian yang disajikan tersebut hanyalah sebagai contoh. Guru dapat mengembangkan secara mandiri disesuaikan dengan kondisi yang ada di sekolah masing-masing.



Penilaian akhir pembelajaran dapat dilakukan untuk mengukur pencapaian tujuan pembelajaran. Untuk penilaian aspek pengetahuan dapat dilihat pada instrumen berikut ini.

### **Instrumen Penilaian Akhir Pembelajaran**

Jawablah dengan singkat dan tepat!

1. Sebutkan apa saja ciri-ciri dari perusahaan yang bergerak dalam industri migas!
2. Tahap eksplorasi dapat menghasilkan *producing oil well* dan tidak mendapatkan *dry hole*. Jelaskan maksud dari istilah *producing oil well* dan tidak mendapatkan *dry hole* tersebut!
3. Pada tahap produksi dilakukan pemisahan minyak dan gas bumi dari material yang tidak dibutuhkan. Bagaimanakah prinsip kerja separator?
4. Berikan penjelasan tentang kolom fraksinasi pengolahan minyak bumi!
5. Salah satu kegiatan industri hilir ialah kegiatan pengangkutan (transportasi) migas. Berikan penjelasan mengenai fasilitas sarana prasarana kegiatan transportasi migas!



## Lembar Observasi Penilaian Kinerja

Nama : ..... Kelas : .....

| No. | Aspek Penilaian Kinerja | Uraian Indikator                       | Sangat Baik | Baik | Cukup | Kurang |
|-----|-------------------------|--|-------------|------|-------|--------|
|     |                         |  | 4           | 3    | 2     | 1      |
| 1.  | tanggung jawab          | mengikuti semua aktivitas pembelajaran |             |      |       |        |
|     |                         | mengerjakan aktivitas                  |             |      |       |        |
|     |                         | memiliki buku catatan                  |             |      |       |        |
|     |                         | mengumpulkan tepat waktu               |             |      |       |        |
| 2.  | kerja sama              | aktif berdiskusi dalam kelompok        |             |      |       |        |
|     |                         | menghargai rekan dalam kelompok        |             |      |       |        |
|     |                         | berbagi gagasan dalam kelompok         |             |      |       |        |
| 3.  | bernalar kritis         | bertanya dalam kegiatan pembelajaran   |             |      |       |        |
|     |                         | menjawab pertanyaan dalam diskusi      |             |      |       |        |
|     |                         | mengomunikasikan hasil diskusi         |             |      |       |        |





## Kunci Jawaban Penilaian Akhir Pembelajaran

Berikut adalah kunci jawaban dari penilaian akhir pembelajaran.

### Instrumen Penilaian Akhir Pembelajaran

Jawablah dengan singkat dan tepat!

1. Ciri-ciri dari perusahaan yang bergerak dalam industri migas:
  - memiliki teknologi tinggi (*high technology*);
  - mengandung risiko tinggi; dan
  - memerlukan modal yang besar.
2. Perbedaan istilah proses eksplorasi migas:
  - *producing oil well* = sumur yang memproduksi banyak minyak bumi secara menguntungkan;
  - *dry hole* = lubang sumur yang kosong dari hasil eksplorasi dan tidak memperlihatkan adanya tanda-tanda gas dan minyak bumi.
3. Prinsip kerja separator ialah memisahkan minyak dan gas dari material yang tidak dibutuhkan dengan dengan cara mengendapkannya secara natural berdasarkan perbedaan berat jenis (SG).
4. Kolom fraksinasi digunakan untuk memisahkan minyak bumi menjadi fraksi-fraksinya berdasarkan prinsip distilasi bertingkat. Distilasi ialah pemisahan campuran berdasarkan perbedaan titik didih dari fraksi-fraksi minyak bumi.
5. Fasilitas sarana prasarana kegiatan transportasi migas:
  - kapal tanker untuk transportasi migas untuk melewati lautan, biasanya dalam jarak yang cukup jauh, dapat antarpulau atau antarnegara;
  - pipa untuk transportasi migas di daratan yang dipendam di bawah tanah, fluida baik minyak atau gas dipindahkan dengan cara dipompa; dan
  - mobil tangki untuk transportasi migas di dalam pulau, baik dari sumur produksi maupun dari depot.





## Refleksi

Lakukan refleksi terhadap pembelajaran pada bab proses bisnis di bidang teknik perminyakan dengan memberikan beberapa pertanyaan kepada peserta didik seperti materi yang dianggap sulit oleh peserta didik dan materi yang dianggap mudah oleh peserta didik. Hal ini bisa saja menghasilkan jawaban berbeda dari setiap peserta didik. Sampaikan juga manfaat yang dirasakan oleh peserta didik setelah mempelajari materi pada topik bab ini.



## Sumber Belajar

### Sumber Belajar Utama

Buku Siswa *Dasar-Dasar Teknik Perminyakan*

### Sumber Belajar Penunjang

Humas SKK Migas. *Mengenal Industri Hulu Migas*, 2015

<http://ringkas.kemdikbud.go.id/SMKPerminyakan15>



Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. *Komik Minyak dan Gas Bumi*, 2018

<http://ringkas.kemdikbud.go.id/SMKPerminyakan16>



Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. *Undang-undang Nomor 22 Tahun 2001 Tentang Minyak dan Gas Bumi*, 2001

<http://ringkas.kemdikbud.go.id/SMKPerminyakan17>



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

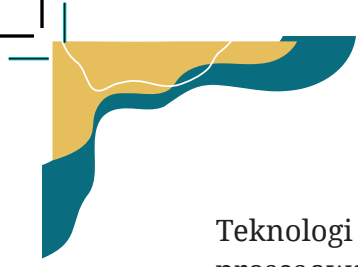
Buku Panduan Guru Dasar-Dasar Teknik Perminyakan  
untuk SMK/MAK Kelas X

Penulis : Dani Yudanto, Eka Mulya Ade  
ISBN : 978-623-194-478-8 (no.jil,lengkap PDF)  
978-623-194-479-5 (jil.1 PDF)

## I Bab 2

# Industri Perminyakan





Teknologi dalam proses industri perminyakan sudah diterapkan sejak proses awal yakni pencarian minyak bumi. Jika sudah ditemukan minyak dengan kandungan cukup banyak, dilanjutkan dengan pemompaan ke atas permukaan tanah. Teknologi dalam produksi migas tidak hanya dalam proses pemompaan, tetapi juga pada proses selanjutnya yakni tahap pemisahan antara minyak dan gas dari zat lain seperti air dan kotoran lain. Dalam kedua proses ini tentu diperlukan teknologi yang cukup untuk mengangkat dan memisahkan minyak dan gas bumi. Teknologi yang digunakan dapat berupa teknologi yang konvensional atau yang berteknologi tinggi.

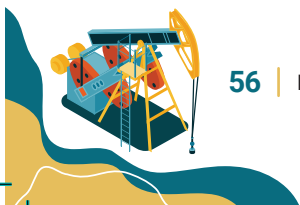
Pada beberapa kondisi, terjadi perolehan minyak yang sudah menurun kapasitas produksinya, terutama pada sumur-sumur lama. Oleh karena itu, perlu dipasang perangkat teknologi tambahan untuk mengambil sisa-sisa minyak yang masih terperangkap di pori-pori batu-batuan. Teknologi yang digunakan disebut *enhanced oil recovery* dengan penambahan/penginjeksian uap panas, cairan surfaktan, gas karbon dioksida, atau bahan kimia lain.

Subbab A membahas keuntungan dan kerugian dalam pengolahan minyak bumi. Subbab B membahas proses pengolahan minyak bumi secara konvensional, salah satunya di Desa Wonocolo Kabupaten Bojonegoro. Subbab C membahas proses pengolahan minyak bumi secara modern, dari tahapan separasi, konversi, *treating*, sampai *blending*. Pada subbab D dijelaskan salah satu proses pengolahan minyak bumi dengan metode *hydrotreating* untuk menjenuhkan hidrokarbon dan menghilangkan sulfur, nitrogen, oksigen, dan logam dari aliran proses. Subbab E membahas program pengembangan kilang (RDMP dan GRR). Subbab F membahas teknologi energi terbarukan dan membahas kelebihan serta kekurangan energi migas dan energi terbarukan.



### Apersepsi

Sampaikan pertanyaan pemantik, misalnya “Bagaimanakah cara memperoleh minyak bumi dan mengolahnya menjadi produk yang bernilai jual tinggi?” Biarkan peserta didik mengamati dan bernalar kritis dalam menganalisis gambar yang disajikan oleh guru. Setelah itu, guru melakukan pengenalan bab dengan memberikan ruang lingkup



bahasan di dalam bab. Sampaikan juga tujuan pembelajaran pada awal bab agar peserta didik lebih memahami proses pembelajaran yang akan mereka ikuti.



## Konsep dan Keterampilan Prasyarat

Konsep dan keterampilan prasyarat yang harus dikuasai oleh peserta didik ialah ciri-ciri industri migas, sektor industri hulu, dan hilir migas. Jika perlu diberikan penegasan dengan menyampaikan pertanyaan terkait materi prasyarat tersebut. Jika peserta didik belum paham sepenuhnya atau mungkin lupa, guru dapat mengulasnya kembali dengan menyesuaikan alokasi waktu yang masih tersedia dalam pembelajaran di bab ini.



## Penyajian Materi Esensial

Berikut ini konsep-konsep penting (konsep kunci) yang perlu dikuasai peserta didik pada Bab II Industri Perminyakan.

Tabel 2.1 Konsep Kunci Bab II

| No. | Kata Kunci         | Penjelasan   |
|-----|--------------------|--|
| 1.  | teknologi          | suatu bentuk proses yang meningkatkan nilai tambah; proses yang berjalan tersebut dapat menggunakan atau menghasilkan produk tertentu, produk yang dihasilkan tidak terpisah dari produk lain yang telah ada |
| 2.  | minyak bumi        | minyak bumi yang dimaksud ialah berupa minyak mentah ( <i>crude oil</i> ) yang merupakan campuran kompleks dari senyawa hidrokarbon dan zat lain di dalamnya   |
| 3.  | teknik perminyakan | cabang ilmu yang berfokus mempelajari pengelolaan sumber daya alam hidrokarbon yaitu minyak dan gas bumi dari tahapan eksplorasi, eksploitasi, pengolahan, pengangkutan, penyimpanan, dan niaga              |



| No. | Kata Kunci       | Penjelasan   |
|-----|------------------|--|
| 4.  | pengolahan migas | kegiatan untuk memurnikan minyak dan gas bumi dari zat pengotornya hingga pemisahan menjadi produk-produknya |



## Penilaian Sebelum Pembelajaran

Penilaian sebelum pembelajaran dapat digunakan untuk mengukur pengetahuan awal peserta didik tentang topik yang disajikan pada bab ini.

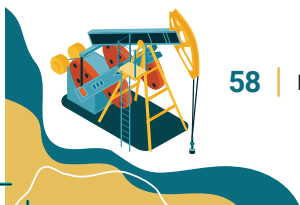


### Pertanyaan

Jawablah dengan singkat dan tepat!

1. Berdasarkan pengetahuan yang kamu miliki, jelaskan teknologi pengolahan minyak bumi dengan menggunakan prinsip distilasi bertingkat!
2. Saat ini Indonesia sedang ada proyek RDMP. Menurut kalian, mengapa dilakukan pengembangan kilang seperti RDMP?

Peserta didik diajak untuk menggali pengetahuan mereka melalui penilaian sebelum pembelajaran. Penilaian ini dapat digunakan untuk mengukur pengetahuan awal mereka tentang teknologi pengolahan minyak bumi melalui metode distilasi bertingkat. Karena sudah dibahas pada bab sebelumnya, peserta didik seharusnya sudah memahami prinsip teknologi yang digunakan dalam proses distilasi bertingkat. Selain itu, pengukuran pengetahuan awal siswa juga dilakukan berkaitan dengan materi tentang teknologi energi terbarukan yang sudah berkembang saat ini, seperti teknologi biomassa, nuklir, tenaga air, tenaga surya, bahan bakar nabati, dan panas bumi.





### Kunci Jawaban Penilaian Sebelum Pembelajaran

1. Teknologi pada proses pengolahan minyak bumi melalui distilasi bertingkat ialah menggunakan peralatan utama yaitu kolom fraksinasi. Minyak bumi dipisahkan berdasarkan rentang titik didih dari setiap fraksi minyak bumi pada kolom fraksinasi.
2. Teknologi RDMP adalah mengubah kilang lama dengan tujuan untuk meningkatkan produksi minyak, dan merupakan salah satu cara yang dipilih untuk memperbaiki ketahanan energi di Indonesia. Selain ekonomis, RDMP merupakan teknologi untuk melakukan pemeliharaan dan perbaikan kilang yang sudah ada.



### Panduan Pembelajaran

**Alokasi Waktu : 48 jam pelajaran (48 x 45 menit)**

(Guru dapat menyesuaikan dengan kondisi aktual pembelajaran)

#### Tujuan Pembelajaran:

Perincian tujuan pembelajaran pada Bab II dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Perincian Tujuan Pembelajaran

| Capaian Pembelajaran   | Tujuan Pembelajaran  | Indikator Pencapaian Tujuan Pembelajaran  |
|--|--|---|
| Perkembangan Teknologi dan Isu-Isu Global Terkait Industri Perminyakan | 1. Memahami perkembangan teknologi pengolahan minyak bumi.             | 1.1 Peserta didik dapat menjelaskan keuntungan dari teknologi pengolahan minyak bumi.                     |
|  | 2. Mengidentifikasi proses pengolahan minyak bumi secara konvensional. | 2.1 Peserta didik dapat menjelaskan teknologi penambangan minyak bumi secara konvensional.                |
|  | 3. Mengidentifikasi proses pengolahan minyak bumi secara modern.       | 3.1 Peserta didik dapat menjelaskan teknologi pengolahan minyak bumi dengan prinsip distilasi bertingkat. |



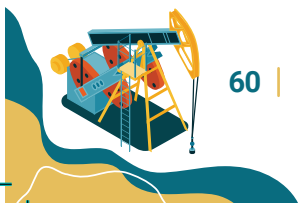
| Capaian Pembelajaran | Tujuan Pembelajaran                                      | Indikator Pencapaian Tujuan Pembelajaran  |
|----------------------|--|---|
|                      | 4. Memahami isu-isu global terkait industri minyak bumi. | 4.1 Peserta didik dapat mengidentifikasi perbedaan kilang RDMP dan GRR.<br>4.2 Peserta didik dapat menjelaskan teknologi energi terbarukan. |

Guru tetap selalu memberikan pembelajaran yang berdimensi profil pelajar Pancasila, yaitu (1) beriman, bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, dan berakhlak mulia; (2) berkebinekaan global; (3) bergotong royong; (4) mandiri; (5) bernalar kritis, dan (6) kreatif.

Untuk memulai pembelajaran, bagilah kelas menjadi beberapa kelompok yang terdiri atas empat peserta didik untuk memulai aktivitas diskusi mengerjakan Aktivitas 2.1. Peserta didik mengkaji peta persebaran kilang minyak di Indonesia seperti pada Gambar 2.1. Arahkan peserta didik untuk menulis jawaban dengan membuat tabel. Peserta didik diperbolehkan untuk melakukan kegiatan literasi melalui buku peserta didik dan sumber belajar lain seperti internet.



**Gambar 2.1** Peta Persebaran Kilang Minyak di Indonesia





### Kunci Jawaban Aktivitas 2.1

Berikut ini adalah jawaban Aktivitas 2.1.

1. Nama kilang minyak dan daerahnya sebagai berikut.

| No | Nama Kilang                       | Daerah                            |
|----|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 1. | <i>Refinery Unit II Dumai</i>     | Kota Dumai, Riau                  |
| 2. | <i>Refinery Unit III Plaju</i>    | Kota Palembang, Sumatera Selatan  |
| 3. | <i>Refinery Unit IV Cilacap</i>   | Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah    |
| 4. | <i>Refinery Unit V Balikpapan</i> | Kota Balikpapan, Kalimantan Timur |
| 5. | <i>Refinery Unit VI Balongan</i>  | Kabupaten Indramayu, Jawa Barat   |
| 6. | <i>Refinery Unit VII Kasim</i>    | Kabupaten Sorong, Papua Barat     |

2. Nama kilang minyak dan tahun beroperasi dari yang pertama beroperasi hingga paling terakhir beroperasi sebagai berikut.

| No | Nama Kilang                              | Tahun Beroperasi |
|----|--|------------------|
| 1. | <i>Refinery Unit II Dumai</i>            | 1904             |
| 2. | <i>Refinery Unit V Balikpapan</i>        | 1922             |
| 3. | <i>Refinery Unit III Plaju</i>           | 1969             |
| 4. | <i>Refinery Unit I Pangkalan Brandan</i> | 1971             |
| 5. | <i>Refinery Unit IV Cilacap</i>          | 1990             |
| 6. | <i>Refinery Unit VI Balongan</i>         | 1994             |
| 7. | <i>Refinery Unit VII Kasim</i>           | 1997             |

3. Kilang minyak dengan produksi terbesar adalah kilang *Refinery Unit IV Cilacap* yang memiliki kapasitas produksi terbesar, yakni 348.000 barel/hari, dan terlengkap fasilitasnya. Kilang ini bernilai strategis karena memasok 34% kebutuhan BBM nasional atau 60% kebutuhan BBM di Pulau Jawa.
4. Indonesia masih mengimpor BBM dari luar negeri, dari Singapura misalnya. Hal ini terjadi karena kilang yang berada di Indonesia tidak mampu untuk menampung seluruh produksi minyak mentah di tanah air. Padahal, sebagian BBM yang diimpor dari Singapura juga berasal dari hasil eksploitasi sumur-sumur minyak yang ada di Indonesia.



## A. Teknologi Pengolahan Minyak Bumi

Guru dapat memilih model pembelajaran *discovery learning* untuk membahas topik pada subbab ini. Pada tahap awal guru memberikan stimulus pembelajaran dengan menyampaikan pertanyaan pemantik, “Tahukah kamu teknologi apa yang digunakan dalam pengolahan minyak bumi?” Ajaklah peserta didik melakukan aktivitas literasi dari buku peserta didik untuk membahas kebermanfaatan minyak bumi bagi kehidupan manusia. Berikan gambaran bahwa proses untuk memperoleh dan mengolah minyak bumi melalui tahapan yang panjang dan membutuhkan teknologi yang canggih.

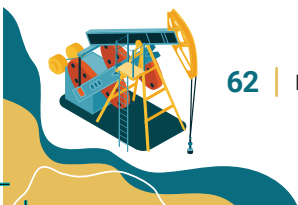
Kegiatan pembelajaran berikutnya ialah pengumpulan data. Arahkan peserta didik untuk menggali pengetahuan tentang keuntungan dan kerugian penerapan teknologi pengolahan minyak bumi. Berikan pesan bahwa walau ada kerugian/kekurangan dalam teknologi pengolahan minyak bumi, minyak bumi masih menjadi kebutuhan yang sangat penting saat ini, terutama sebagai sumber energi dalam kehidupan manusia.

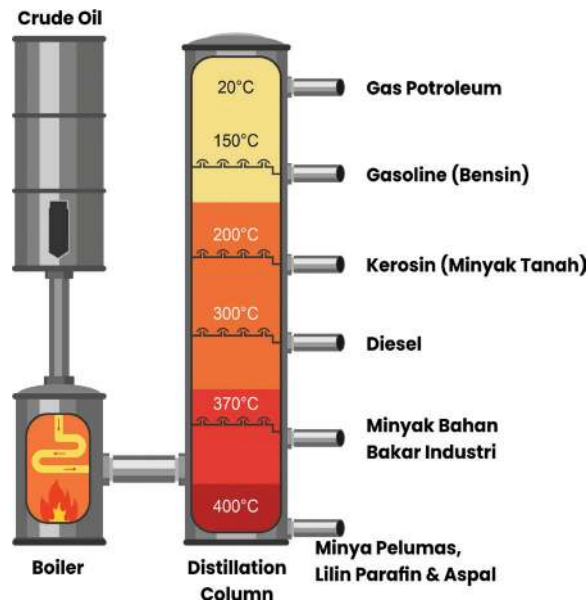
Sajikan gambar minyak mentah (*crude oil*) pada Gambar 2.2. Gambar tersebut untuk memberikan pemahaman bahwa minyak bumi yang berasal dari proses eksplorasi dan produksi ialah zat kimia yang kotor dan perlu dilakukan pemisahan.



**Gambar 2.2** Minyak Mentah (*Crude Oil*) adalah Minyak Bumi yang Masih Kotor

Setelah peserta didik paham pentingnya teknologi pengolahan minyak bumi maka bahaslah mengenai teknologi pengolahan minyak bumi dengan prinsip distilasi bertingkat dengan ilustrasi Gambar 2.3.





Gambar 2.3 Distilasi Bertingkat minyak bumi

Mintalah peserta didik untuk berdiskusi tentang alasan minyak mentah dapat diubah menjadi produk olahan, baik berupa bahan bakar minyak, gas, maupun produk lain. Untuk melengkapi pengetahuan peserta didik, lanjutkan dengan mengerjakan Aktivitas 2.2 dan mencari tahu jawaban dari literatur yang ada. Mintalah peserta didik membaca petunjuk kerja dengan jelas sebelum mengerjakan pertanyaan pada aktivitas tersebut.

**Kunci Jawaban Aktivitas 2.2**

- Berikut ini nama kilang, daerah keberadaan kilang, kapasitas produksi, dan produk yang dihasilkan.

| No. | Nama Kilang            | Daerah           | Kapasitas | Produk   |
|-----|------------------------|------------------|-----------|--|
| 1.  | Refinery Unit II Dumai | Kota Dumai, Riau | 170.000   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• aviation turbine fuel</li> <li>• minyak bakar</li> <li>• minyak diesel</li> <li>• minyak solar</li> <li>• minyak tanah</li> <li>• solvent</li> <li>• green coke</li> <li>• LPG</li> </ul> |



| No. | Nama Kilang                          | Daerah                                  | Kapasitas | Produk  |
|-----|--------------------------------------|---|-----------|---|
| 2.  | <i>Refinery Unit III</i><br>Plaju    | Kota Palembang,<br>Sumatera<br>Selatan  | 118.000   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• premium</li> <li>• solar</li> <li>• pertamax</li> <li>• pertamax <i>racing</i></li> <li>• LPG</li> <li>• nafta</li> <li>• LSFO</li> </ul>  |
| 3.  | <i>Refinery Unit IV</i><br>Cilacap   | Kabupaten<br>Cilacap, Jawa<br>Tengah    | 348.000   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• aspal</li> <li>• <i>heavy aromate</i></li> <li>• <i>lube base oil</i></li> <li>• <i>low sulphure waxy residu</i></li> <li>• minyak parafin</li> <li>• <i>paraxylene</i></li> <li>• <i>slack oil</i></li> <li>• <i>toluene</i></li> </ul> |
| 4.  | <i>Refinery Unit V</i><br>Balikpapan | Kota Balikpapan,<br>Kalimantan<br>Timur | 260.000   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• premium</li> <li>• kerosin</li> <li>• solar</li> <li>• avtur</li> <li>• pertamax</li> <li>• pertalite</li> <li>• pertadex</li> <li>• LPG</li> <li>• nafta</li> </ul>   |
| 5.  | <i>Refinery Unit VI</i><br>Balongan  | Kabupaten<br>Indramayu,<br>Jawa Barat   | 125.000   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• premium</li> <li>• pertamax</li> <li>• pertamax plus</li> <li>• solar</li> <li>• Pertamina DEX</li> <li>• kerosin (minyak tanah)</li> <li>• LPG</li> <li>• propilena</li> </ul>  |
| 6.  | <i>Refinery Unit VII</i><br>Kasim    | Kabupaten<br>Sorong, Papua<br>Barat     | 10.000    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>fuel gas</i></li> <li>• premium</li> <li>• kerosinado (solar)</li> <li>• residu</li> </ul>  |



2. Berikut ini urutkan kilang dari kapasitas paling kecil hingga kapasitas paling besar.

| Urutan | Kilang                            | Kapasitas |
|--------|-----------------------------------|-----------|
| 1      | <i>Refinery Unit VII Kasim</i>    | 10.000    |
| 2      | <i>Refinery Unit III Plaju</i>    | 118.000   |
| 3      | <i>Refinery Unit VI Balongan</i>  | 125.000   |
| 4      | <i>Refinery Unit II Dumai</i>     | 170.000   |
| 5      | <i>Refinery Unit V Balikpapan</i> | 260.000   |
| 6      | <i>Refinery Unit IV Cilacap</i>   | 348.000   |

3. *Refinery Unit VII Kasim* adalah kilang yang memiliki kapasitas paling kecil dan merupakan kilang yang termuda. Kilang ini dibangun untuk memenuhi kebutuhan BBM untuk daerah Papua dan sekitarnya. Sebelum kilang ini dibangun, kebutuhan BBM Papua didatangkan dari Kilang BBM Balikpapan, Kalimantan Timur. Pembangunan *Refinery Unit VII Kasim* dilakukan dengan pertimbangan (a) memacu pembangunan kawasan timur Indonesia; (b) mengurangi biaya transportasi; dan (c) meningkatkan *security of supply*.
4. *Refinery Unit IV Cilacap* (RU IV Cilacap) adalah kilang dengan kapasitas paling besar di Indonesia. Sebanyak 60% kebutuhan bahan bakar minyak di Pulau Jawa dan 34% kebutuhan bahan bakar minyak negeri ini disalurkan dari RU IV Cilacap.

Fasilitasi peserta didik untuk mengomunikasikan hasil diskusi secara klasikal untuk melihat kedalaman konsep yang sudah mereka peroleh. Pada bagian akhir pembelajaran subbab, pandulah peserta didik dalam menarik kesimpulan.

## B. Proses Pengolahan Minyak Bumi secara Konvensional

Mulailah pembelajaran topik subbab ini dengan menyampaikan pertanyaan pemantik. Contoh pertanyaan pemantik, “Bagaimanakah teknologi pengolahan minyak bumi secara konvensional?” Guru dapat mencari pertanyaan pemantik lain untuk topik subbab ini. Berikan ilustrasi penambangan minyak bumi secara konvensional hanya dengan peralatan sederhana seperti Gambar 2.4.



Selain itu, untuk menunjukkan sumur minyak yang diproduksi secara konvensional dapat menggunakan ilustrasi Gambar 2.5



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



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

Peserta didik dibimbing untuk menggali informasi dari berbagai sumber, baik buku peserta didik maupun sumber belajar lain, tentang teknologi konvensional pengolahan minyak bumi yang ada di daerah Wonocolo, Kabupaten Bojonegoro. Mulailah dengan kegiatan literasi dan diskusi secara berkelompok. Berikan pemahaman kepada peserta didik bahwa teknologi konvensional yang digunakan tersebut adalah yang paling sederhana. Oleh karena itu, proses dan hasil olahannya masih sangat rendah dibanding dengan teknologi yang lebih modern seperti pada pengolahan minyak bumi di kilang minyak (*refinery*). Pengolahan minyak bumi konvensional seperti pada Gambar 2.6.



**Gambar 2.6** Proses Penyulingan Tradisional/Sederhana Minyak Bumi  
Sumber: Antara Foto/Zabur Karuru (2016)



Ajaklah peserta didik untuk membaca petunjuk Aktivitas 2.3 dan menjawab pertanyaan-pertanyaan pada Aktivitas ini.

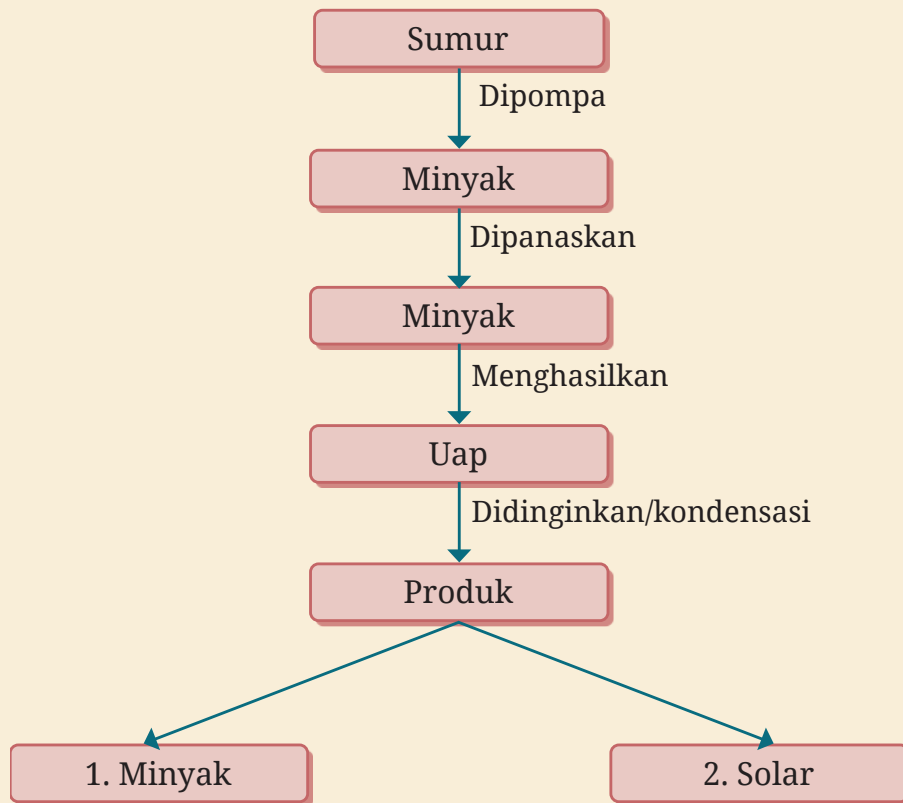
 **Kunci Jawaban Aktivitas 2.3**

1. Berikut ini tambang minyak bumi tradisional yang ada di Indonesia dan produk yang dihasilkan

| No | Tambang Minyak Bumi | Produk       |
|----|---------------------|--------------|
| 1. | Desa Wonocolo       | solar        |
|    |                     | minyak tanah |

2. Diagram alir pengolahan minyak bumi tambang minyak tradisional sebagai berikut.

✓ Desa Wonocolo



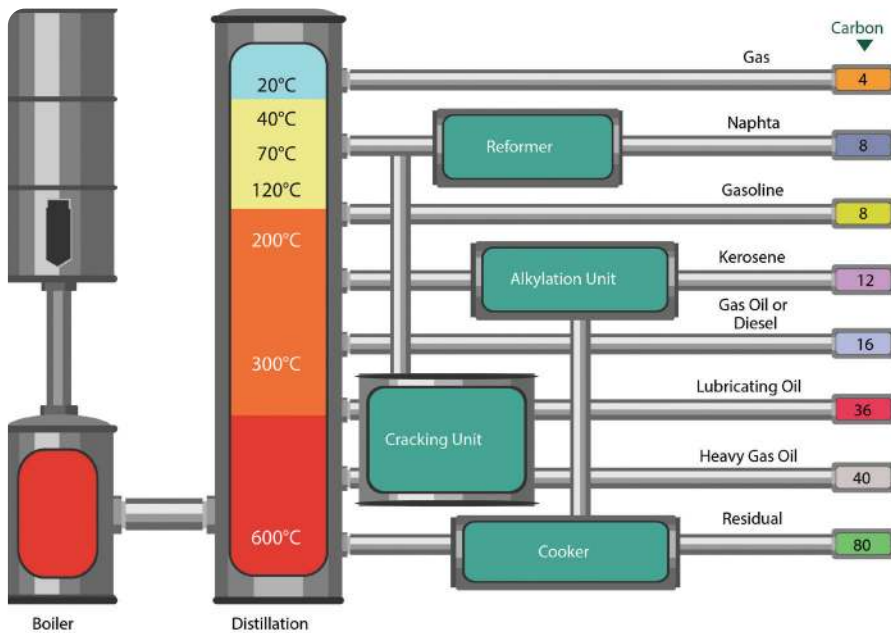
Berikan ruang dan waktu bagi peserta didik untuk mengomunikasikan hasil diskusi dan pandulah peserta didik dalam menarik kesimpulan.



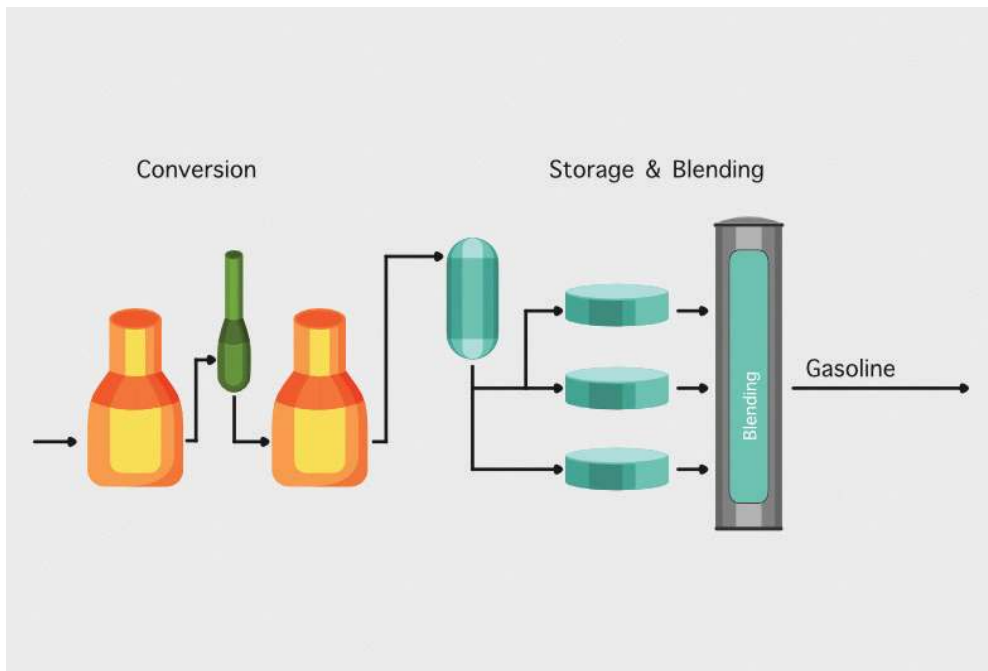
### C. Proses Pengolahan Minyak Bumi secara Modern

Pada subbab proses pengolahan minyak bumi secara modern, guru dapat menggunakan model pembelajaran *discovery learning*. Sampaikan pertanyaan pemantik, “Bagaimanakah teknologi yang digunakan dalam pengolahan minyak bumi secara modern?” Berikan apersepsi yang membuat peserta didik merumuskan masalah yang akan dipelajari, misalnya dengan memberikan gambaran bahwa minyak mentah (minyak bumi yang akan diolah) merupakan campuran senyawa hidrokarbon yang perlu dipisahkan.

Mulailah dengan kegiatan literasi dari bacaan pada subbab ini, kemudian peserta didik diminta untuk berdiskusi. Sedapat mungkin arahkan peserta didik untuk menggambarkan diagram alir pada proses pengolahan minyak bumi secara modern ini, dari tahapan separasi hingga konversi. Contoh diagram alir seperti Gambar 2.7 dan Gambar 2.8.



Gambar 2.7 Proses Separasi



**Gambar 2.8** Proses Konversi dan *Blending*

Mintalah para peserta didik untuk menganalisis diagram alir tersebut dengan memahami teknologi apa yang digunakan pada proses pengolahan minyak bumi secara modern ini. Lakukanlah verifikasi data yang sudah dikumpulkan oleh peserta didik dengan cara mengajak peserta didik untuk bertanya jawab tentang hasil bacaan mereka. Guru dapat membantu peserta didik dengan memberikan bagan tahapan pengolahan minyak bumi secara modern menjadi empat tahapan, yaitu separasi, konversi, *treating*, dan *blending*. Berikan pemahaman bahwa tahap separasi ialah pemisahan berdasarkan sifat fisika, sedangkan tahap konversi ialah pemisahan berdasarkan sifat kimia. Buatlah klasifikasi tahap separasi menjadi distilasi atmosferis, distilasi hampa, ekstraksi, dan absorpsi. Adapun *treating* bertujuan untuk menghilangkan *impurities* dan *blending* merupakan proses dengan cara mencampurkan berbagai fraksi-fraksi menjadi fraksi tertentu yang memenuhi standar mutu yang diharapkan.

Aktivitas 2.4 dapat mulai dikerjakan di dalam kelompok diskusi. Bimbinglah peserta didik agar mampu menjawab dengan jelas dan tepat.





### Kunci Jawaban Aktivitas 2.4

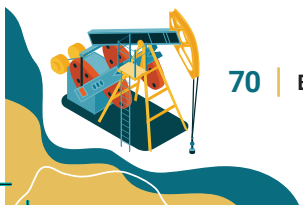
1. Berikut ini peralatan yang digunakan dalam proses separasi dan kegunaannya.

| Proses               | Nama Alat               | Kegunaan   |
|----------------------|-------------------------|--|
| distilasi atmosferis | tangki <i>crude oil</i> | menyimpan minyak mentah  |
|                      | <i>boiler</i>           | memanaskan <i>crude oil</i>  |
|                      | kolom distilasi         | memisahkan fraksi-fraksi minyak bumi                                     |
|                      | kondensor               | mengembunkan uap minyak  |
|                      | tangki produk           | menyimpan produk   |
| distilasi hampa      | <i>jet ejector</i>      | membuat kevakuman yang tinggi di dalam                                   |
|                      | pompa                   | mengalirkan umpan  |
|                      | <i>cooler</i>           | mendinginkan produk  |
|                      | <i>separator</i>        | memisahkan dua zat yang saling tidak melarut, misalnya gas dengan cairan |
|                      | perpipaan               | menghubungkan dari peralatan satu dengan peralatan lain                  |
|                      | kolom <i>stripper</i>   | menajamkan pemisahan komponen-komponen                                   |

2. Berikut ini peralatan yang digunakan dalam proses konversi dan kegunaannya.

| Proses   | Nama Alat                      | Kegunaan          |
|----------|--------------------------------|-------------------|
| konversi | pompa                          | mengalirkan umpan |
|          | <i>heat exchanger</i>          | menukarkan panas  |
|          | <i>furnace (dapur pemanas)</i> | memanaskan umpan  |
|          | <i>evaporator</i>              | menguapkan umpan  |

Komunikasikan hasil pembahasan subbab ini dalam forum diskusi kelas. Pandulah peserta didik untuk menarik kesimpulan dari topik subbab ini.

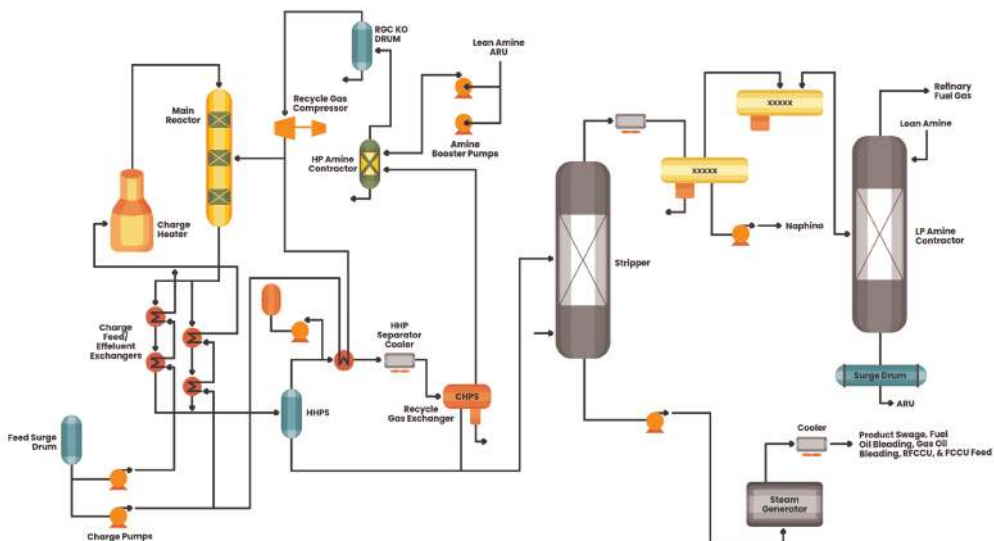


## D. Hydrotreating

Gunakan model pembelajaran *discovery learning* pada subbab *hydrotreating*. Sampaikan pertanyaan pemantik kepada peserta didik, “Apakah di dalam minyak bumi hanya terdapat senyawa hidrokarbon yang dibutuhkan saja?” Berikan apersepsi dengan memberikan gambaran bahwa minyak bumi masih mengandung zat pengotor (*impurities*). Sampaikan pertanyaan berikutnya, “Apa saja *impurities* atau zat pengotor di dalam minyak bumi?” Jika peserta didik menjawab, batasilah pada beberapa zat *impurities*, antara lain hidrokarbon olefin, sulfur, nitrogen, oksigen, dan logam. Ajak peserta didik untuk berliterasi dari buku peserta didik dan sumber belajar lain dalam diskusi kelompok.

Mintalah peserta didik untuk merangkum materi pembelajaran, dari definisi *hydrotreating*, umpan, hasil *hydrotreating*, pengelompokan *hydrotreating*, peralatan, hingga laju alir proses *hydrotreating*. Analisislah proses *hydrotreating* dari definisinya, yaitu suatu proses hidrogenasi katalisis untuk menjenuhkan hidrokarbon dan menghilangkan sulfur, nitrogen, oksigen, dan logam dari aliran proses. Mintalah peserta didik memerinci pengelompokan *hydrotreating* dan tahap-tahap kegiatan prosesnya.

Inti pembelajaran ini ialah memahami laju alir dan nama peralatan serta kegunaannya di dalam proses *hydrotreating* sebagaimana pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Diagram Alir *Hydrotreating*





### Kunci Jawaban Aktivitas 2.5

Berikut ini peralatan yang digunakan dalam proses *hydrotreating* dan kegunaannya.

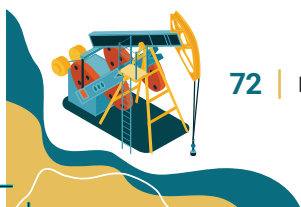
| Proses               | Nama Alat               | Kegunaan   |
|----------------------|-------------------------|--|
| <i>hydrotreating</i> | <i>feed source drum</i> | menyimpan umpan  |
|                      | <i>change pump</i>      | memompa cairan   |
|                      | <i>charge heater</i>    | memindahkan panas  |
|                      | <i>main reactor</i>     | tempat terjadinya reaksi kimia <i>hydrotreating</i>                      |
|                      | <i>separator</i>        | memisahkan dua zat yang saling tidak melarut, misalnya gas dengan cairan |
|                      | <i>cooler</i>           | mendingkinkan produk   |

Bimbinglah peserta didik untuk mengomunikasikan hasil diskusi dan menarik kesimpulan pada bagian akhir subbab ini.

## E. Program Pengembangan Kilang (RDMP dan GRR)

Sampaikan pertanyaan pemantik kepada peserta didik, “Pernahkah mendengar istilah RDMP?” Berikan apersepsi dengan menyampaikan gambaran tentang kebutuhan konsumsi bahan bakar di negeri kita yang cukup tinggi. Ajaklah peserta didik untuk mendiskusikan penyelesaian masalah yang ada dengan literasi dari buku peserta didik dan sumber belajar lain. Sampaikan butir-butir program pengembangan kilang yaitu RDMP (*refinery development master plan*) dan GRR (*gas root refinery*).

Mintalah peserta didik untuk merangkum tiap jenis pengembangan kilang, lokasi kilang, target produksi, dan tujuan pembangunannya. Mintalah peserta didik mengerjakan Aktivitas 2.6.





## Kunci Jawaban Aktivitas 2.6

### Program Pengembangan Kilang RDMP dan GRR

| Proyek | Lokasi     | Target Produksi   | Tujuan Berdirinya   |
|--------|------------|---|---|
| RDMP   | Cilacap    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• peningkatan kapasitas menjadi 370 ribu bph (barell per hari)</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• merevitalisasi kilang lama yang kelak akan menambah produksi minyak menjadi 150% dari sebelumnya</li> <li>• memenuhi kebutuhan minyak nasional menjadi 1,6 juta bph</li> </ul> |
|        | Balikpapan | <ul style="list-style-type: none"> <li>• peningkatan kapasitas menjadi 360 ribu bph</li> </ul>  |   |
| GRR    | Tuban      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• bahan bakar minyak 229 ribu bph</li> <li>• produk petrokimia 2.820 kilo ton per tahun</li> <li>• paraxylene sebesar 1.300 kilo ton per tahun.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• pembangunan kilang baru dari nol</li> <li>• memproduksi bahan bakar minyak berkualitas seperti gasoline, diesel, dan avtur</li> <li>• memproduksi produk petrokimia</li> </ul> |
|        | Bontang    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• mengolah minyak mentah 300 ribu bph</li> </ul>   |   |

Bimbinglah peserta didik untuk mengomunikasikan hasil diskusi dan menarik kesimpulan pada bagian akhir subbab ini.

## F. Teknologi Energi Terbarukan

Sampaikan pertanyaan pemantik kepada peserta didik “Tahukah kamu bahwa energi fosil atau cadangan minyak bumi diperkirakan akan segera habis dalam beberapa tahun mendatang apabila tidak ditemukan sumur minyak baru?” Berikan apersepsi dengan memberikan gambaran tentang perlunya pengembangan teknologi energi terbarukan. Ajak peserta didik berliterasi dari buku peserta didik dan sumber belajar lain.



Mintalah peserta didik untuk merangkum tiap jenis pengembangan teknologi energi terbarukan. Mintalah peserta didik mengerjakan Aktivitas 2.7.

- Tulislah pada tabel di bawah ini, PLTP dan PLTA yang ada di Indonesia. Tulis nama perusahaannya, daerahnya, dan sebutkan kapasitasnya.

### Jawaban

| Jenis                | Nama Perusahaan dan Daerah       | Kapasitas       |
|----------------------|----------------------------------|-----------------|
| PLTP<br>(panas bumi) | PLTP Sibayak, Sumatera Utara     | 12 megawatt     |
|                      | PLTP Ulubelu, Lampung            | 220 megawatt    |
|                      | PLTP Kamojang, Jawa Barat        | 235 megawatt    |
|                      | PLTP Lahendong, Sulawesi Utara   | 120 megawatt    |
| PLTA<br>(air)        | PLTA Cirata, Jawa Barat          | 1.008 megawatt  |
|                      | PLTA Saguling, Jawa Barat        | 855,36 megawatt |
|                      | PLTA Poso, Sulawesi Tengah       | 90 megawatt     |
|                      | PLTA Tangga, Sumatera Utara      | 317 megawatt    |
|                      | PLTA Sigura-gura, Sumatera Utara | 286 megawatt    |

Berikan ruang dan waktu bagi peserta didik untuk mengomunikasikan hasil diskusi dan pandulah peserta didik dalam menarik kesimpulan.

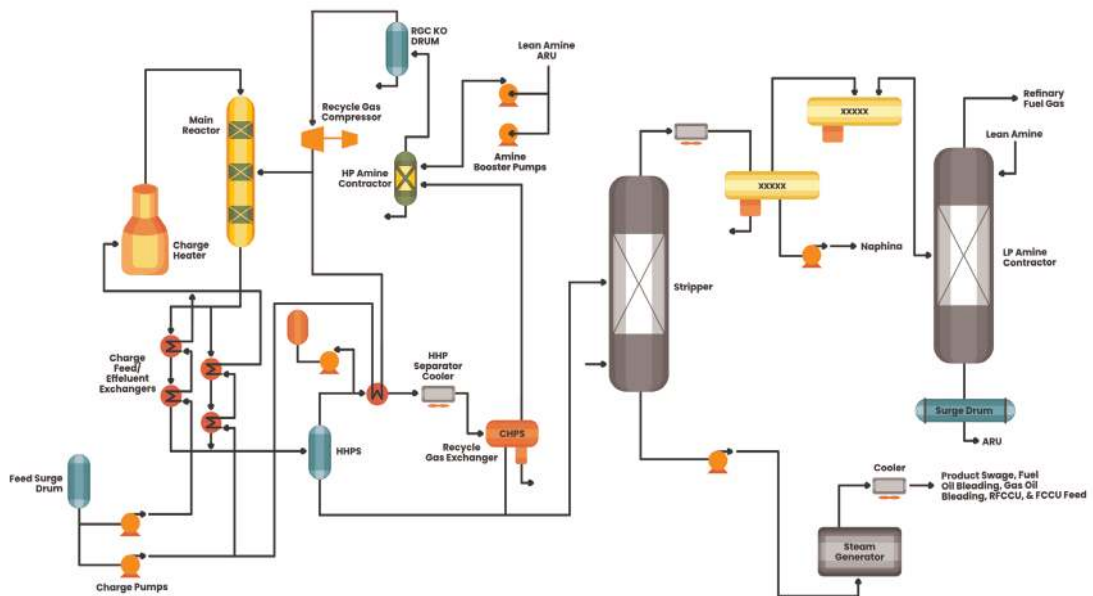


## Pengayaan dan Remedial

### 1. Pengayaan

Peserta didik diberikan materi pengayaan dengan topik distilasi hampa. Pertanyaan/masalah yang diberikan ialah, “Bagaimanakah diagram alir proses distilasi hampa dan produknya?” Proses distilasi hampa dilakukan dengan menurunkan titik didih umpan dan dapat dipisahkan dalam tekanan di bawah atmosferis.





## 2. Remedial

Materi remedial ini digunakan untuk memperbaiki pengetahuan dan keterampilan peserta didik dalam topik bab “Industri Perminyakan”. Materi remedial dapat disesuaikan dengan kemampuan yang kurang dikuasai oleh setiap peserta didik. Pembelajaran remedial dapat dilaksanakan secara klasikal atau secara individual, misalnya dengan membahas soal dalam asesmen yang dianggap belum dikuasai secara maksimal. Adapun penilaian remedial dapat diberikan dalam bentuk penugasan atau asesmen ulang.



### Interaksi dengan Orang Tua/Wali dan Masyarakat

Pembelajaran dalam setiap topik bab “Industri Perminyakan” memerlukan pemantauan oleh guru bersama orang tua/wali peserta didik. Interaksi ini dapat dilakukan dengan cara mengomunikasikan pentingnya memahami kegiatan dalam industri perminyakan. Adapun interaksi dengan masyarakat ialah interaksi dengan industri yang dapat dilakukan antara lain untuk memperoleh materi ajar yang sesuai dengan topik bab “Industri Perminyakan”, dapat berupa kunjungan ke kilang, depot minyak, atau industri yang relevan.





## Asesmen/Penilaian

Berikut ini jenis penilaian yang dapat dijadikan sebagai instrumen penilaian.

| Aspek Penilaian | Bentuk Penilaian | Teknik Penilaian  |
|-----------------|------------------|---|
| pengetahuan     | tes              | soal tertulis <ul style="list-style-type: none"><li>• penilaian sebelum pembelajaran</li><li>• aktivitas 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7</li><li>• penilaian akhir pembelajaran</li></ul> |
| keterampilan    | nontes           | observasi kinerja   |

Jenis penilaian yang disajikan tersebut hanyalah sebagai contoh. Guru dapat mengembangkan secara mandiri disesuaikan dengan kondisi yang ada di sekolah masing-masing.

### Instrumen Penilaian Akhir Pembelajaran

Jawablah dengan singkat dan tepat!

1. Jelaskan teknologi pengolahan minyak bumi dengan menggunakan distilasi atmosferis!
2. Pada pengolahan minyak bumi secara tradisional, jelaskan keuntungan dan kerugian yang diakibatkan dari pengolahan tersebut!
3. Gambarkan diagram alir distilasi atmosferis!
4. Jelaskan hal yang kalian ketahui tentang RDMP yang dilaksanakan di Indonesia!



## Lembar Observasi Penilaian Kinerja

Nama : ..... Kelas : .....

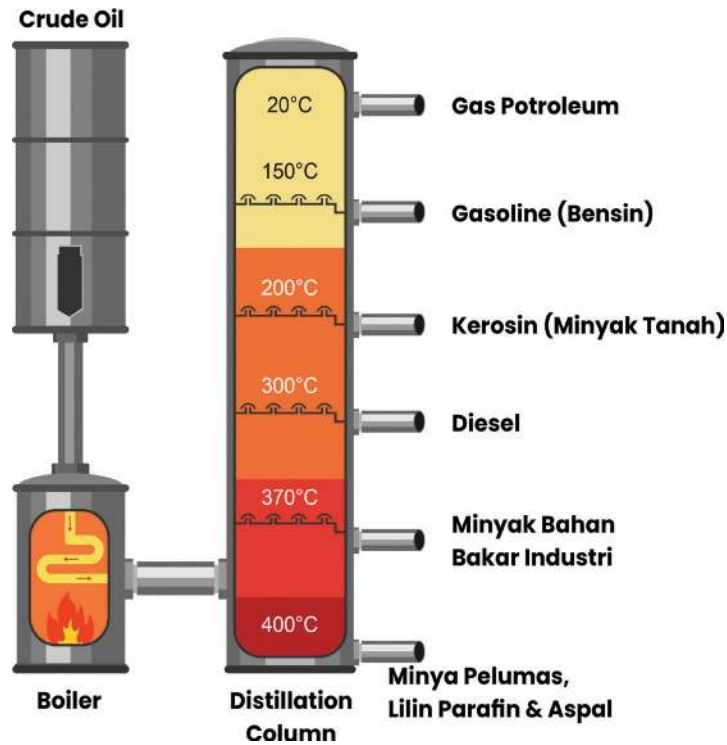
| No. | Aspek Penilaian Kinerja | Uraian Indikator                       | Sangat Baik | Baik | Cukup | Kurang |
|-----|-------------------------|--|-------------|------|-------|--------|
|     |                         |  | 4           | 3    | 2     | 1      |
| 1.  | tanggung jawab          | mengikuti semua aktivitas pembelajaran |             |      |       |        |
|     |                         | mengerjakan aktivitas                  |             |      |       |        |
|     |                         | memiliki buku catatan                  |             |      |       |        |
|     |                         | mengumpulkan tepat waktu               |             |      |       |        |
| 2.  | kerja sama              | aktif berdiskusi dalam kelompok        |             |      |       |        |
|     |                         | menghargai rekan dalam kelompok        |             |      |       |        |
|     |                         | berbagi gagasan dalam kelompok         |             |      |       |        |
| 3.  | bernalar kritis         | bertanya dalam kegiatan pembelajaran   |             |      |       |        |
|     |                         | menjawab pertanyaan dalam diskusi      |             |      |       |        |
|     |                         | mengomunikasikan hasil diskusi         |             |      |       |        |

### Kunci Jawaban Penilaian Akhir Pembelajaran

- Teknologi pengolahan minyak bumi dengan menggunakan distilasi atmosferis:
  - pengolahan minyak bumi dengan prinsip pemisahan berdasarkan perbedaan rentang titik didih dari fraksi-fraksi minyak bumi;
  - tekanan kerja yang digunakan adalah tekanan atmosfer.
- Keuntungan pengolahan minyak bumi tradisional ialah teknologi yang dibutuhkan tidak memerlukan teknologi tinggi dengan biaya yang relatif terjangkau, sedangkan kerugiannya ialah produk hasil olahannya terbatas, baik jenis maupun jumlahnya.



### 3. Diagram dari distilasi atmosferis



4. RDMP ialah program pengembangan kilang dengan tujuan merevitalisasi kilang lama yang kelak dapat menambah produksi minyak menjadi 150% dari sebelumnya.

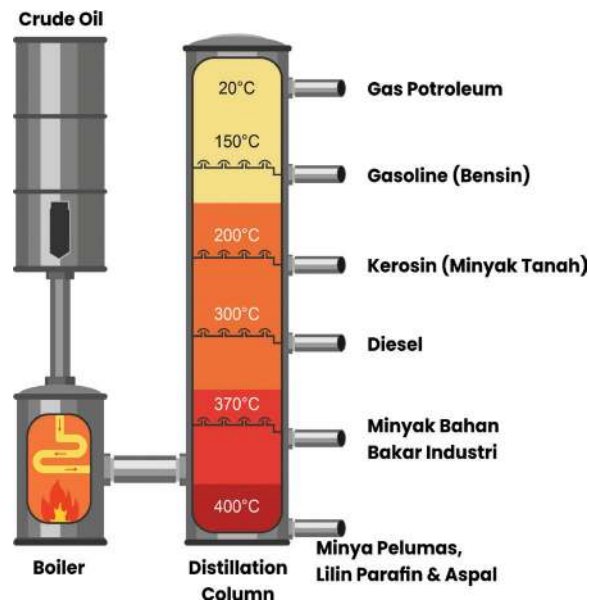


### Uji Kompetensi

1. Teknologi pengolahan minyak bumi dengan menggunakan distilasi atmosferis:
  - a. pengolahan minyak bumi dengan prinsip pemisahan berdasarkan perbedaan rentang titik didih dari fraksi-fraksi minyak bumi;
  - b. tekanan kerja yang digunakan adalah tekanan atmosfer.



## 2. Diagram distilasi atmosferis



- Keuntungan pengolahan minyak bumi tradisional ialah teknologi yang dibutuhkan tidak memerlukan teknologi tinggi dengan biaya yang relatif terjangkau, sedangkan kerugiannya ialah produk hasil olahannya terbatas, baik jenis maupun jumlahnya.
- Limbah yang dihasilkan dari pengolahan minyak bumi ialah emisi gas buang dan pada beberapa produk tertentu terdapat limbah kimia yang berbahaya jika dibuang tanpa diolah dengan benar.
- RDMP ialah program pengembangan kilang dengan tujuan merevitalisasi kilang lama yang kelak dapat menambah produksi minyak menjadi 150% dari sebelumnya.
- GRR ialah program pengembangan kilang dengan cara melakukan pembangunan dari nol dan dengan tujuan menambah produksi minyak di Indonesia.
- Pengembangan teknologi energi terbarukan diperlukan karena berasal dari sumber daya alam yang melimpah dan terbentuk secara alamiah tanpa menunggu waktu yang lama. Energi terbarukan ini dapat dijadikan sebagai sumber energi alternatif selain energi dari minyak bumi.



8. Teknologi energi terbarukan yang sangat dirasakan ialah energi dari surya (tenaga matahari). Teknologi energi terbarukan banyak digunakan sebagai lampu penerangan jalan raya yang bersumber energi surya.
9. Berikut ini produk yang dihasilkan dari pengolahan minyak bumi secara modern pada distilasi atmosferis.

| No. | Produk  |
|-----|---------|
| 1.  | gas     |
| 2.  | gasolin |
| 3.  | nafta   |
| 4.  | kerosin |
| 5.  | diesel  |
| 6.  | residu  |

10. Buatlah tabel tentang produk dari teknologi energi terbarukan yang sudah dimiliki Indonesia!

| No. | Contoh Penerapan | Sumber Energi        |
|-----|------------------|----------------------|
| 1.  | PLTS             | surya                |
| 2.  | PLTA             | air                  |
| 3.  | PLTH/PLTM        | mikrohidro/minihidro |
| 4.  | PLTBm            | biomassa             |
| 5.  | PLTP             | panas bumi/geotermal |
| 6.  | PLTO             | ombak                |
| 7.  | PLTB             | bayu/angin           |





## Refleksi

Peserta didik mengisi lembar refleksi terhadap pembelajaran pada bab industri perminyakan.

| Materi   | Ya | Tidak |
|--|----|-------|
| Keuntungan dan Kerugian Pengolahan Minyak Bumi       |    |       |
| Teknologi Pengolahan Minyak Bumi secara Konvensional |    |       |
| Separasi   |    |       |
| Konversi   |    |       |
| <i>Hydrotreating</i>                                 |    |       |
| <i>Refinery Development Master Plan (RDMP)</i>       |    |       |
| <i>Gas Root Refinery (GRR)</i>                       |    |       |
| Teknologi Energi Terbarukan                          |    |       |



## Sumber Belajar

### Sumber Belajar Utama

Buku Siswa *Dasar-Dasar Teknik Perminyakan*

### Sumber Belajar Penunjang

BIM (Building Information Modelling) Adhi Karya. RDMP RU IV Cilacap, 2021.

<http://ringkas.kemdikbud.go.id/SMKPerminyakan6>



News MNCTV. Penambang Sumur Minyak Tua Part 1 – Jendela (13/7), 2017.

<http://ringkas.kemdikbud.go.id/SMKPerminyakan7>



News MNCTV. *Penambang Sumur Minyak Tua Part 2 – Jendela (13/7), 2017.*

<http://ringkas.kemdikbud.go.id/SMKPerminyakan8>



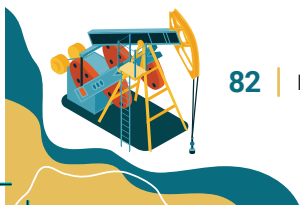
News MNCTV. *Penambang Sumur Minyak Tua Part 3 – Jendela (13/7), 2017.*

<http://ringkas.kemdikbud.go.id/SMKPerminyakan9>



Pertamina. *Pertamina Kebut Proyek RDMP Balikpapan Untuk Kemandirian Energi, 2021.*

<http://ringkas.kemdikbud.go.id/SMKPerminyakan10>



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

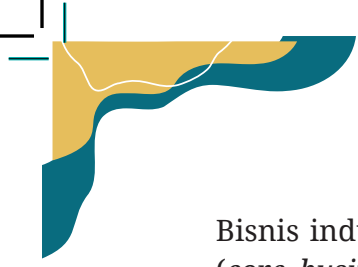
Buku Panduan Guru Dasar-Dasar Teknik Perminyakan  
untuk SMK/MAK Kelas X

Penulis : Dani Yudanto, Eka Mulya Ade  
ISBN : 978-623-194-478-8 (no.jil,lengkap PDF)  
978-623-194-479-5 (jil.1 PDF)

## I Bab 3

# Peluang Karier dan Usaha Perminyakan





Bisnis industri migas terdiri atas dua jenis usaha, yaitu (1) usaha inti (*core business*), dan (2) usaha penunjang (*non-core business*). Usaha inti terdiri atas usaha hulu dan usaha hilir. Bisnis industri migas kerap dikenal sebagai bisnis “emas hitam”. Seperti kita ketahui, minyak bumi merupakan cairan kental berwarna hitam berasal dari bawah permukaan bumi yang mengandung campuran senyawa hidrokarbon dan zat-zat lain. Banyak orang atau industri yang mengambil peruntungan dalam bisnis emas hitam ini, dari industri hulu, industri hilir, hingga industri penunjang. Peserta didik di Teknik Perminyakan tentu perlu tahu prospek karier dan peluang usaha di bidang industri migas.

Bab “Peluang Karier dan Usaha Perminyakan” terdiri atas empat subbab, yakni (a) perkembangan bisnis minyak dan gas bumi, (b) profesi dalam industri minyak dan gas bumi, (c) jenis usaha atau bisnis dalam industri minyak dan gas bumi, serta (d) mengenali peluang usaha di industri minyak dan gas bumi. Subbab A membahas mengenai pentingnya peran migas dalam sosial ekonomi masyarakat di negeri ini dan isu-isu yang sering muncul dari bisnis industri migas. Subbab B membahas mengenai jenis-jenis profesi yang berhubungan dengan industri migas. Subbab C membahas inspirasi dari pengusaha atau industri lokal yang sukses dalam karier bidang teknik perminyakan. Adapun subbab D membahas peluang usaha yang dapat dilakukan pada bisnis emas hitam ini.



### Apersepsi

Berikan pertanyaan pemantik, misalnya “Tahukah kamu apa saja jenis profesi di bidang teknik perminyakan, dan bagaimanakah peluang usaha di bidang industri perminyakan ini?” Guru dapat menyajikan peta konsep, gambar-gambar yang mengilustrasikan pertanyaan pemantik pada bab ini. Biarkan peserta didik mengamati dan merumuskan masalah yang akan dibahas pada bab ini. Arahkan peserta didik untuk mencatat hal-hal penting pada pembahasan bab ini. Guru kemudian melakukan pengenalan bab dengan menyampaikan ruang lingkup bahasan dan tujuan pembelajaran yang akan dicapai agar peserta didik lebih memahami proses pembelajaran yang akan mereka ikuti pada bab ini.





## Konsep dan Keterampilan Prasyarat

Konsep dan keterampilan prasyarat yang harus dimiliki oleh peserta didik ialah klasifikasi sektor industri migas, yaitu usaha inti dan usaha penunjang, termasuk kegiatan pada setiap sektor usaha tersebut. Penegasan konsep prasyarat ini dilakukan dengan memberikan pertanyaan terkait materi prasyarat tersebut dan memberikan sedikit bahasan ulang materi prasyarat tersebut.



## Penyajian Materi Esensial

Konsep-konsep penting (konsep kunci) yang perlu dikuasai peserta didik pada Bab III Peluang Karier dan Usaha Perminyakan ini sebagai berikut.

Tabel 3.1 Konsep Kunci Bab III

| No. | Kata Kunci                      | Penjelasan  |
|-----|---------------------------------|---|
| 1.  | bisnis emas hitam               | bisnis industri migas (teknik perminyakan)                            |
| 2.  | profesi di industri perminyakan | profesi atau karier yang berhubungan dengan industri migas            |
| 3.  | peluang usaha                   | peluang jenis usaha yang dilakukan di dalam bisnis industri migas     |
| 4.  | kewirausahaan                   | proses mendirikan bisnis atau suatu usaha dalam bisnis industri migas |



## Penilaian Sebelum Pembelajaran

Penilaian sebelum pembelajaran dapat digunakan untuk mengukur pengetahuan awal peserta didik tentang topik bab.



### Pertanyaan

Jawablah dengan singkat dan tepat!

1. Berdasarkan pengetahuan yang sudah kamu miliki, berikan gambaran sektor hulu dan hilir di dalam industri migas!
2. Berikan penjelasan satu contoh kegiatan bisnis penunjang yang dapat dilakukan di dalam bisnis industri migas!



Penilaian sebelum pembelajaran dapat digunakan untuk menggali penguasaan peserta didik tentang konsep prasyarat. Seperti yang sudah dibahas pada bab sebelumnya, seharusnya peserta didik sudah memahami garis besar sektor industri migas, baik usaha inti (usaha hulu dan usaha hilir) maupun bisnis penunjang.



### Kunci Jawaban Penilaian Sebelum Pembelajaran

1. Sektor Hulu dan Hilir Migas
  - Usaha hulu terdiri atas eksplorasi dan eksploitasi minyak dan gas bumi. Eksplorasi berhubungan dengan pencarian cadangan migas, sedangkan eksploitasi berhubungan dengan pengembangan sumur dan produksi migas.
  - Usaha hilir terdiri atas kegiatan pengolahan minyak bumi, pengangkutan (transportasi), penyimpanan, dan niaga. Kegiatan usaha hilir dimulai dari pengolahan minyak dan gas bumi hingga pemasaran ke konsumen.
2. Contoh industri peralatan industri migas antara lain pemasangan jalur pipa *crude oil* dan produk bahan bakar minyak. Adanya jalur pipa ini dapat mempermudah proses produksi, pengolahan, bahkan hingga ke pemasaran minyak dan gas bumi.



### Panduan Pembelajaran

**Alokasi Waktu : 48 jam pelajaran (48 x 45 menit)**  
(Guru dapat menyesuaikan dengan kondisi aktual pembelajaran)



### Tujuan Pembelajaran

Perincian Tujuan Pembelajaran pada Bab III dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.2 Perincian Tujuan Pembelajaran

| Capaian Pembelajaran  | Tujuan Pembelajaran  | Indikator Pencapaian Tujuan Pembelajaran   |
|---|--|--|
| Profesi dan kewirausahaan ( <i>job-profile</i> dan <i>technopreneurship</i> ) serta peluang | 1. Memahami jenis-jenis profesi dan kewirausahaan di industri perminyakan. | 1.1 Peserta didik dapat menjelaskan jenis-jenis profesi di industri perminyakan. |



| Capaian Pembelajaran           | Tujuan Pembelajaran                                | Indikator Pencapaian Tujuan Pembelajaran                                   |
|--------------------------------|--|--|
| usaha di industri perminyakan. | 2. Memahami peluang usaha di industri perminyakan. | 2.1 Peserta didik dapat menjelaskan peluang usaha di industri perminyakan. |

Dimensi profil pelajar Pancasila yang ditanamkan dalam pembelajaran Bab III adalah (1) beriman, bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, dan berakhlak mulia; (2) berkebinekaan global; (3) bergotong royong; (4) mandiri; (5) bernalar kritis; dan (6) kreatif.

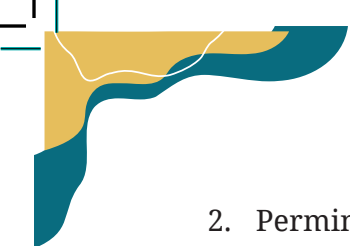
## A. Perkembangan Bisnis Minyak dan Gas Bumi

Bagilah kelas menjadi beberapa kelompok yang terdiri atas empat orang untuk memulai aktivitas diskusi tentang perkembangan bisnis minyak dan gas bumi. Pada awal pembelajaran bab ini guru dapat memberikan pertanyaan masalah, seperti “Apakah pengelolaan industri migas di Indonesia berjalan sendiri oleh industri atau tidak?” Mulailah diskusi kelompok dengan literasi pada subbab pertama dan mengerjakan Aktivitas 3.1. Peserta didik mengkaji perkembangan bisnis emas hitam ini dan isu harga minyak dunia yang fluktuatif yang berdampak pada harga pasar minyak di Indonesia. Berikan penegasan bahwa proses pengolahan minyak di Indonesia dilakukan oleh kilang perusahaan dalam negeri yang tersebar untuk memenuhi kebutuhan minyak di seluruh negeri.

Guru dapat memberikan arahan untuk berliterasi mencari tahu faktor-faktor yang dapat berpengaruh terhadap harga bahan bakar minyak (BBM) di dalam negeri. Situasi negara-negara penghasil minyak di dunia.

1. Negara produsen minyak dunia didominasi oleh negara di Timur Tengah, yaitu Arab Saudi, Uni Emirat Arab, Irak, Qatar, dan Kuwait. Kondisi politik dan keamanan di negara-negara tersebut membuat kekhawatiran negara lain terhadap menurunnya suplai minyak dan harga minyak secara global akan meningkat.



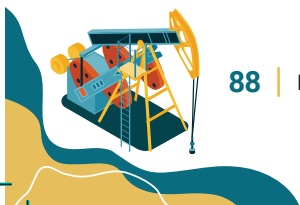
- 
2. Permintaan minyak global. Harga minyak dunia dipengaruhi oleh permintaan pasar. Saat ini industri kendaraan bermotor berkembang pesat sehingga kebutuhan sumber energi dari bahan bakar fosil (bahan bakar minyak) meningkat juga.
  3. Bengkaknya anggaran subsidi BBM di dalam negeri. Negara sudah memberikan subsidi BBM dengan nilai mencapai Rp502 triliun (*Tempo*, 2022). Padahal, anggaran subsidi tersebut dapat diminimalkan dan dioptimalkan untuk pembangunan di sektor lain seperti pendidikan, kesehatan, dan infrastruktur. Oleh karena itu, pemerintah dapat melakukan penyesuaian harga BBM di negara kita.



### Kunci Jawaban Aktivitas 3.1

Berikut adalah jawaban Aktivitas 3.1

1. Faktor-faktor yang membuat harga BBM di Indonesia fluktuatif:
  - situasi politik dan keamanan negara-negara produsen memengaruhi suplai minyak;
  - permintaan minyak secara global meningkat karena industrialisasi kendaraan bermotor sehingga kebutuhan BBM meningkat; dan
  - pengurangan subsidi BBM oleh pemerintah mengakibatkan beberapa harga BBM meningkat.
2. Nama kilang minyak di Indonesia:
  - Kilang RU II Dumai
  - Kilang RU III Plaju
  - Kilang RU IV Cilacap
  - Kilang RU V Balikpapan
  - Kilang RU VI Balongan
  - Kilang RU VII Kasim



## B. Profesi dalam Industri Minyak dan Gas

Pada tahap awal pembelajaran, guru memberikan stimulus pembelajaran dengan memberikan pertanyaan pemantik, “Tahukah kamu apa saja profesi yang ada di dalam Industri migas?” Ajaklah peserta didik untuk berliterasi dari buku peserta didik. Bahaslah jenis-jenis profesi atau peluang karier di industri migas. Jenis-jenis profesi tersebut selanjutnya dapat menjadi gambaran apakah kita akan masuk di dalam usaha inti (*core business*) atau usaha penunjang (*non-core business*). Kegiatan pembelajaran berikutnya ialah pengumpulan data/informasi dari sumber belajar.

Peserta didik diharapkan sudah mempunyai gambaran tentang peluang karier dalam industri migas yang mereka inginkan. Untuk mengakomodasi hal tersebut maka arahkan peserta didik untuk menjawab Refleksi 3.1. Minta peserta didik untuk benar-benar memahami jenis-jenis profesi industri migas. Peserta didik dapat menuliskan jawaban Refleksi 3.1 ke dalam sebuah tabel.

### Refleksi 3.1

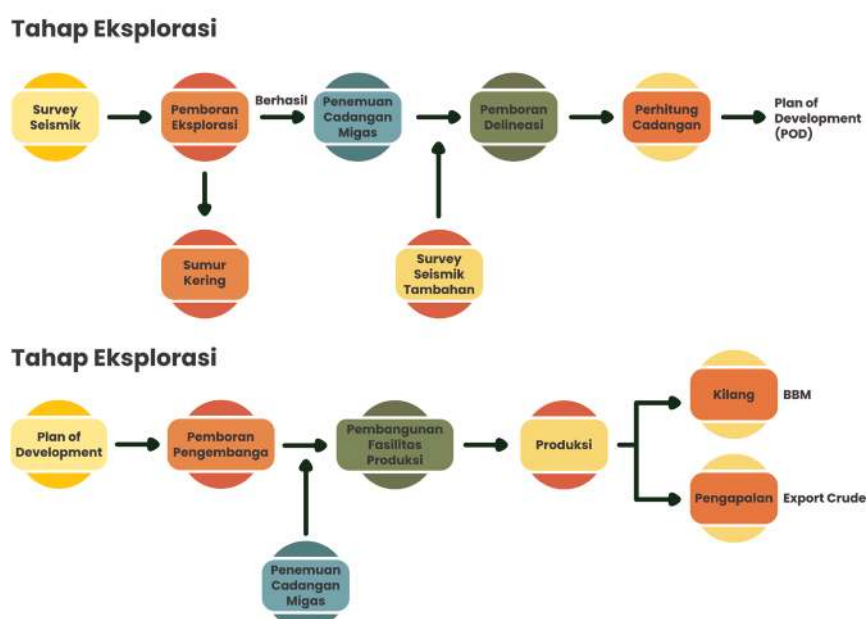
| No. | Pertanyaan  | Jawaban |
|-----|---|---------|
| 1.  | Posisi pekerjaan apa yang ingin kamu tempati?                       |         |
| 2.  | Di perusahaan apa kamu ingin bekerja?                               |         |
| 3.  | Mengapa kamu memilih posisi tersebut?                               |         |
| 4.  | Apa hal yang pertama akan kamu lakukan pada posisi tersebut?        |         |
| 5.  | Strategi apa yang akan kamu lakukan jika menempati posisi tersebut? |         |
| 6.  | Sebutkan tugas dan kewajibanmu pada posisi tersebut!                |         |
| 7.  | Seberapa lama kamu ingin menempati posisi tersebut?                 |         |

Peserta didik dapat menuliskan jawaban sebagai hasil refleksi subbab ini dengan jawaban terbuka oleh setiap peserta didik pada tabel tersebut. Fasilitasi peserta didik untuk mengomunikasikan hasil refleksi. Pada bagian akhir pembelajaran subbab, pandulah peserta didik dalam menarik kesimpulan.



## C. Jenis Usaha atau Bisnis dalam Industri Minyak dan Gas Bumi

Berilah pertanyaan pemantik untuk mengawali subbab ini, “Apa saja usaha inti dan penunjang dalam bisnis industri migas?” Biarkan peserta didik memahami rumusan masalah ini agar mereka memiliki rasa ingin tahu lebih mendalam terhadap konsep materi yang akan disampaikan. Ajaklah peserta didik berdiskusi tentang usaha inti dan usaha penunjang bisnis industri migas dan mencatat hal-hal penting dari hasil diskusi. Peserta didik selalu dibimbing untuk menggali informasi dari berbagai sumber, baik buku peserta didik maupun sumber belajar lain.



Gambar 3.1 Kegiatan Industri Migas

Berilah pemahaman kepada peserta didik bahwa proses bisnis industri migas merupakan kegiatan atau aktivitas yang memerlukan pengetahuan, keterampilan, dan *soft skills* yang kuat. Berilah penegasan bahwasanya industri hulu diawasi dan dikendalikan oleh Satuan Kerja Khusus (SKK) Migas. Kontraktor yang melakukan kegiatan bisnis hulu migas harus mematuhi kontrak kerja sama dengan SKK Migas. Kegiatan industri hilir dan industri penunjang juga harus dilakukan dengan mematuhi regulasi yang ada di negara kita. Semua sumber kekayaan alam harus mengutamakan kesejahteraan rakyat.

Berilah penjelasan kepada siswa bahwa industri penunjang juga berperan penting dalam industri migas. Berikut ini nama-nama perusahaan konstruksi besar yang ada di Indonesia.

**Tabel 3.3** Daftar Perusahaan Konstruksi Indonesia

| Perusahaan Konstruksi                  | Aset (triliun) | Kapitalisasi Pasar (triliun) |
|--|----------------|------------------------------|
| Waskita Karya (Persero), Tbk.          | Rp132,570      | Rp21,990                     |
| Wijaya Karya (Persero), Tbk.           | Rp59,640       | Rp18,840                     |
| Pembangunan Perumahan (Persero), Tbk.  | Rp53,500       | Rp11,380                     |
| Adhi Karya (Persero), Tbk.             | Rp31,400       | Rp4,580                      |
| Acset Indonusa, Tbk.                   | Rp10,720       | Rp0,833                      |
| Wijaya Karya Bangunan Gedung, Tbk.     | Rp5,990        | Rp3,080                      |
| Jaya Konstruksi Manggala Pratama, Tbk. | Rp5,060        | Rp8,090                      |
| Totalindo Eka Persada, Tbk.            | Rp3,480        | Rp19,330                     |
| Total Bangun Persada, Tbk.             | Rp2,910        | Rp1,500                      |
| Nusa Raya Cipta, Tbk.                  | Rp2,440        | Rp0,939                      |
| Superkrane Mitra Utama, Tbk.           | Rp1,680        | Rp0,855                      |
| Nusa Konstruksi Enjiniring, Tbk.       | Rp1,670        | Rp0,277                      |
| Paramita Bangun Sarana, Tbk.           | Rp0,701        | Rp0,441                      |
| Cahayasakti Investindo Sukses, Tbk.    | Rp0,446        | Rp0,127                      |

Sumber : Lifepal

### Kunci Jawaban Aktivitas 3.2

#### 1. Kegiatan industri hulu migas:

- eksplorasi, meliputi studi geologi, survei seismik, pengeboran eksplorasi, pengeboran delineasi, dan perhitungan cadangan migas; dan
- eksploitasi, meliputi rencana pengembangan sumur, pengeboran pengembangan, pembangunan fasilitas produksi, dan produksi.



## 2. Kegiatan industri hilir migas:

- pengolahan,
- pengangkutan,
- penyimpanan, dan
- niaga

## 3. Kegiatan industri penunjang migas

- Jasa konstruksi seperti jasa perencanaan konstruksi, rancang bangun dan rekayasa (*design engineering*), pelaksana konstruksi dan pengawasan konstruksi, dan masih banyak lagi. Adapun jasa nonkonstruksi seperti pekerjaan bawah air, pengelolaan bahan peledak, *offshore base logistic*, pengoperasian dan pemeliharaan, pengelolaan limbah pengeboran dan produksi, dan sebagainya.
- Industri penunjang untuk menghasilkan barang, material atau peralatan yang digunakan sebagai penunjang langsung dalam kegiatan usaha minyak dan gas.

## D. Mengenali Peluang Usaha di Industri Minyak dan Gas

Subbab ini membahas mengenai peluang usaha yang mungkin dapat dilakukan di bidang migas. Guru mengajak siswa berdiskusi tentang peluang bisnis. Terdapat dua format yang mungkin dilakukan seseorang dalam usahanya mengenali peluang. *Pertama, see – do – get* yaitu seseorang yang melihat peluang untuk dilaksanakan menjadi bisnis yang menguntungkan (profit/sukses). *Kedua, do – see – get* yaitu seseorang terlibat dalam suatu bisnis, kemudian menemukan peluang bisnis baru yang menguntungkan.



Gambar 3.2 Konsep Dasar Mengenali Peluang Usaha

Bisnis besar di bidang industri migas pada umumnya dilakukan oleh perusahaan-perusahaan raksasa dari negeri lain, seperti Exxon Mobil dan Chevron. Adapun perusahaan yang bergerak di industri migas milik negara dikuasai oleh Pertamina. Karakteristik industri migas yaitu memiliki risiko tinggi, penggunaan teknologi tinggi, dan perlu investasi besar. Karakteristik inilah yang membuat sektor industri ini tidak banyak diminati pengusaha lokal.

Berdasarkan gambaran ini, sampaikan pertanyaan pemantik, “Lantas, bagaimana sebaiknya kita lakukan sebagai calon pengusaha, terutama pengusaha di bidang yang migas? Apakah ada perusahaan domestik yang sukses dalam industri migas?” Ajaklah peserta didik



berdiskusi dan berliterasi mengenai peluang usaha secara umum hingga peluang usaha di dalam bisnis industri migas. Untuk menjawab pertanyaan pemantik tadi, peserta didik dapat membaca teks tentang kisah perusahaan yang bernama Medco Energi milik Arifin Panigoro.

**Gambar 3.3** Arifin Panigoro

Peserta didik melakukan refleksi terhadap bacaan tentang kisah sukses Arifin Panigoro dalam mengelola perusahaan migas domestik Medco Energi.



**Gambar 3.4** Perusahaan Swasta Nasional Bidang Perminyakan



Peserta didik menjawab pertanyaan Refleksi 3.2 di buku catatan mereka.



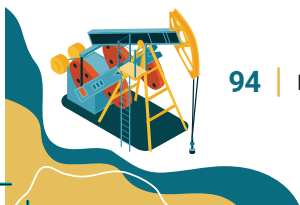
### Kunci Jawaban Refleksi 3.2

1. Contoh peluang usaha yang ada pada industri perminyakan adalah industri yang bergerak dalam bidang produksi minyak.
2. Contoh pengelolaan peluang pada industri perminyakan adalah dengan cara membeli sumur minyak yang sudah memproduksi minyak dalam jumlah yang besar.
3. Strategi pengembangan yang dapat dilakukan mencari peluang usaha pada bidang yang risikonya lebih kecil. Membeli sumur yang sudah dipastikan memproduksi minyak tentu lebih jelas hasilnya daripada melakukan kegiatan eskplorasi dari awal.
4. Kemampuan mengelola industri perminyakan ialah dengan cara menjalin kerja sama yang baik dengan berbagai pihak untuk keberlangsungan perusahaan.
5. Pemanfaatan teknologi modern sangat diperlukan dalam mengelola industri perminyakan, misalnya saja sistem komputerisasi pada pengoperasian kilang.

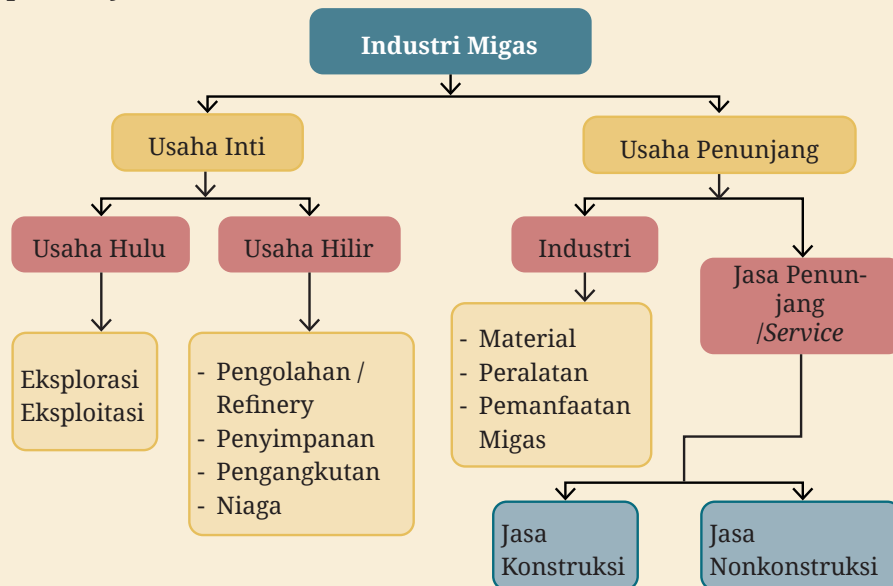


### Kunci Jawaban Uji Kompetensi

1. Jenis karier/profesi yang berhubungan dengan pertambangan, perminyakan, dan mineral:
  - teknisi
  - *petroleum engineer*
  - *drilling engineer*
  - *process engineer*
  - *field services technical*



2. Klasifikasi bisnis pada usaha inti dan penunjang di bidang teknik perminyakan:



3. Peluang usaha yang berhubungan sektor usaha hulu migas dapat dimulai dari usaha dalam kegiatan eksplorasi (pencarian cadangan migas) atau eksploitasi (dari pengembangan sumur hingga produksi migas).



## Pengayaan dan Remedial

### 1. Pengayaan

Peserta didik diberi materi pengayaan dengan topik peluang usaha penunjang di bidang teknik perminyakan. Usaha penunjang dimulai dari jasa konstruksi dan nonkonstruksi, serta industri penunjang yang menghasilkan peralatan penunjang industri migas misalnya pembuatan tangki timbun, peralatan pengeboran, peralatan separator, dan sebagainya.

### 2. Remedial

Materi remedial ini digunakan untuk memperbaiki pengetahuan dan keterampilan peserta didik dalam topik bab “Peluang Karier dan Usaha Perminyakan”. Pembelajaran remedial dilakukan dengan pengulangan mempelajari materi pada topik bab dan melakukan penilaian remedial berupa penugasan atau asesmen ulang.





## Interaksi dengan Orang Tua/Wali dan Masyarakat

Pembelajaran dalam setiap topik bab “Peluang Karier dan Usaha Perminyakan” ini memerlukan pemantauan oleh guru bersama orang tua/wali peserta didik. Interaksi dapat dilakukan dengan cara mengomunikasikan pentingnya memahami karier dan bisnis perminyakan, termasuk inspirasi pengusaha lokal yang sukses mengelola perusahaan migas. Adapun interaksi dengan masyarakat/mitra industri dapat dilakukan antara lain untuk memperoleh materi ajar yang sesuai dengan topik bab atau mendatangkan guru tamu ke sekolah terkait topik bab.



## Asesmen/Penilaian

Berikut ini jenis penilaian yang dapat dijadikan sebagai instrumen penilaian.

| Aspek Penilaian | Bentuk Penilaian | Teknik Penilaian  |
|-----------------|------------------|---|
| pengetahuan     | tes              | soal tertulis<br>• penilaian sebelum pembelajaran<br>• aktivitas 3.1, 3.2<br>• penilaian akhir pembelajaran |
| keterampilan    | nontes           | observasi kinerja   |

Jenis penilaian yang disajikan tersebut hanyalah sebagai contoh. Guru dapat mengembangkan secara mandiri disesuaikan dengan kondisi yang ada di sekolah masing-masing.





## Penilaian Akhir Pembelajaran

### Instrumen Penilaian Akhir Pembelajaran

Jawablah dengan singkat dan tepat!

1. Berikanlah penjelasan tentang jenis profesi drilling engineer pada industri migas!
2. Bagaimanakah profil pengusaha yang sukses di industri migas?
3. Apakah peluang usaha yang dapat dikembangkan di dalam industri migas?

### Lembar Observasi Penilaian Kinerja

Nama : ..... Kelas : .....

| No. | Aspek Penilaian Kinerja | Uraian Indikator                       | Sangat Baik | Baik | Cukup | Kurang |
|-----|-------------------------|--|-------------|------|-------|--------|
|     |                         |  | 4           | 3    | 2     | 1      |
| 1.  | tanggung jawab          | mengikuti semua aktivitas pembelajaran |             |      |       |        |
|     |                         | mengerjakan aktivitas                  |             |      |       |        |
|     |                         | memiliki buku catatan                  |             |      |       |        |
|     |                         | mengumpulkan tepat waktu               |             |      |       |        |
| 2.  | kerja sama              | aktif berdiskusi dalam kelompok        |             |      |       |        |
|     |                         | menghargai rekan dalam kelompok        |             |      |       |        |
|     |                         | berbagi gagasan dalam kelompok         |             |      |       |        |
| 3.  | bernalar kritis         | bertanya dalam kegiatan pembelajaran   |             |      |       |        |
|     |                         | menjawab pertanyaan dalam diskusi      |             |      |       |        |
|     |                         | mengomunikasikan hasil diskusi         |             |      |       |        |





## Kunci Jawaban Penilaian Akhir Pembelajaran

### Penilaian Akhir Pembelajaran

1. Peserta didik dapat memilih satu jenis profesi yang ada di industri migas. Salah satu contoh jenis profesi dalam industri migas adalah *drilling engineer* yang umumnya melakukan pekerjaan dalam kegiatan mengembangkan hingga mengawasi operasi sumur minyak dan gas, termasuk pengujian, penyelesaian dan produksi migas.
2. Profil pengusaha sukses di industri migas ialah pengusaha yang memiliki usaha sektor migas yang mampu menghadapi risiko tinggi dalam bidang perminyakan, kemampuan untuk investasi yang kuat, dan memahami teknologi yang digunakan.
3. Peluang usaha yang dapat dikembangkan dalam industri migas misalnya dengan cara menganalisis risiko dan tingkat keberhasilannya. Sebagai contoh, membeli sumur minyak yang sudah memproduksi minyak akan lebih bijak dibanding dengan melakukan kegiatan eksplorasi dengan tingkat risiko lebih tinggi.



### Refleksi

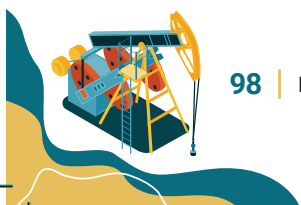
Peserta didik menjawab pertanyaan refleksi di akhir bab tentang manfaat setelah mempelajari bab ini.



### Sumber Belajar

#### Sumber Belajar Utama

Buku Siswa *Dasar-Dasar Teknik Perminyakan*



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

Buku Panduan Guru Dasar-Dasar Teknik Perminyakan  
untuk SMK/MAK Kelas X

Penulis : Dani Yudanto, Eka Mulya Ade  
ISBN : 978-623-194-478-8 (no.jil,lengkap PDF)  
978-623-194-479-5 (jil.1 PDF)

## I Bab 4

# Keselamatan dan Kesehatan Kerja serta Budaya Kerja Industri



Bab IV Keselamatan dan Kesehatan Kerja serta Budaya Kerja Industri bertujuan mengembangkan kemampuan peserta didik dalam memahami pentingnya keselamatan dan kesehatan kerja (K3) dalam industri migas sehingga diharapkan peserta didik dapat menerapkan prinsip K3 dan budaya kerja industri dalam industri migas. Penerapan prinsip K3 diperlukan sebagai komitmen berbagai pihak untuk menunjang keselamatan migas, sedangkan penerapan budaya kerja industri sangat penting dalam upaya meningkatkan kualitas pekerjaan seseorang sebagai tenaga kerja industri.



### Apersepsi

Untuk mengawali bab, guru dapat menyajikan sebuah ilustrasi di area kerja seperti pada Gambar 4.1. Guru memberikan pertanyaan pemantik setelah memberikan gambar kepada peserta didik, “Apa saja potensi bahaya yang harus diperhatikan pada saat bekerja di area kerja?” Guru dapat menyajikan peta konsep untuk bab ini. Peserta didik mengamati dan merumuskan masalah yang akan dibahas pada bab ini. Peserta didik kemudian diarahkan untuk mencatat hal-hal penting pada pembahasan bab ini. Guru kemudian melakukan pengenalan bab dengan menyampaikan ruang lingkup bahasan dan tujuan pembelajaran untuk bab ini.



### Konsep dan Keterampilan Prasyarat

Kemampuan yang menjadi prasyarat pada bab ini ialah tentang ciri-ciri industri migas, salah satunya adalah memiliki risiko tinggi terutama berkaitan dengan keselamatan pekerjaannya. Penegasan konsep prasyarat ini dengan memberikan gambaran potensi risiko bahaya yang ada di industri migas dan penggunaan alat pelindung diri (APD) pada saat bekerja di area bahaya.



### Penyajian Materi Esensial

Konsep-konsep penting (konsep kunci) yang perlu dikuasai peserta didik pada Bab IV Keselamatan dan Kesehatan Kerja serta Budaya Kerja Industri sebagai berikut.



Tabel 4.1 Konsep Kunci Bab IV

| No. | Kata Kunci                           | Penjelasan   |
|-----|--------------------------------------|--|
| 1.  | keselamatan dan kesehatan kerja (K3) | upaya untuk melindungi pekerja dari potensi bahaya yang mungkin dapat terjadi di lingkungan kerja  |
| 2.  | hierarki pengendalian risiko/bahaya  | langkah konkret dalam mengelola kegiatan organisasi untuk mencapai keselamatan dan kesehatan kerja   |
| 3.  | potensi bahaya                       | suatu kondisi yang dapat memungkinkan terjadinya cedera pada pekerja (manusia), kerusakan pada peralatan, kerugian secara material, atau dapat menurunkan produktivitas pada fungsi tertentu |
| 4.  | aspek kebakaran                      | aspek yang berhubungan dengan aspek kimia api, pencegahan kebakaran, kelas api, dan media pemadam kebakaran  |
| 5.  | alat pelindung diri (APD)            | alat yang digunakan untuk melindungi diri dari kecelakaan kerja  |
| 6.  | budaya kerja industri                | budaya kerja yang menjadi kebiasaan positif pekerja saat bekerja di industri   |



### Penilaian Sebelum Pembelajaran

Penilaian sebelum pembelajaran dapat digunakan untuk mengukur pengetahuan awal peserta didik tentang topik pada bab.



#### Pertanyaan

Jawablah dengan singkat dan tepat!

1. Berdasarkan pengetahuan yang sudah kamu miliki, sebutkan apa saja potensi bahaya yang dapat terjadi di industri migas?
2. Berikan penjelasan apa saja alat pelindung diri beserta fungsinya yang biasa digunakan pada saat bekerja di industri migas!

Penilaian sebelum pembelajaran dapat digunakan untuk menggali penguasaan mereka tentang konsep prasyarat.





### Kunci Jawaban Penilaian Sebelum Pembelajaran

1. Potensi bahaya di industri migas:
  - risiko terjadi kebakaran;
  - terjatuh dari tempat tinggi;
  - risiko tersengat listrik; dan
  - terpapar bahan kimia
2. APD yang dapat digunakan pada saat bekerja di industri migas:
  - helm *safety* untuk melindungi kepala;
  - kacamata *safety* untuk melindungi mata dari paparan bahan kimia dan partikel;
  - masker untuk melindungi saluran hidung dan pernafasan dari gas/partikel berbahaya;
  - sarung tangan *safety* untuk melindungi tangan dan menjaga agar tidak licin pada saat naik ke ketinggian; dan
  - sepatu *safety* untuk melindungi agar kaki tidak licin pada saat bekerja.



### Panduan Pembelajaran

**Alokasi Waktu : 60 jam pelajaran (60 x 45 menit)**  
 (Guru dapat menyesuaikan dengan kondisi aktual pembelajaran)



### Tujuan Pembelajaran

Perincian Tujuan Pembelajaran pada Bab IV dapat dilihat pada Tabel 4.2.

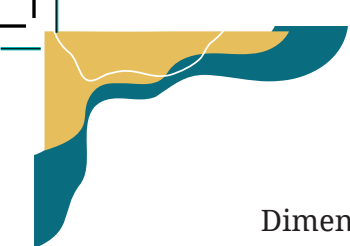
**Tabel 4.2** Perincian Tujuan Pembelajaran

| Capaian Pembelajaran   | Tujuan Pembelajaran         | Indikator Pencapaian Tujuan Pembelajaran   |
|--|-----------------------------|--|
| Pada akhir Fase E, peserta didik mampu menerapkan K3LH dan budaya kerja industri, antara | 1. Memahami penerapan K3LH. | 1.1 Peserta didik dapat menjelaskan tujuan keselamatan dan kesehatan kerja (K3).<br>1.2 Peserta didik dapat menjelaskan tujuan |



| Capaian Pembelajaran   | Tujuan Pembelajaran                              | Indikator Pencapaian Tujuan Pembelajaran   |
|--|--|--|
| <p>lain praktik-praktik kerja yang aman, bahaya-bahaya di tempat kerja, prosedur-prosedur dalam keadaan darurat, dan penerapan budaya kerja industri (ringkas, rapi, resik, rawat, rajin).</p> |  | <p>keselamatan dan kesehatan kerja (K3).</p> <p>1.3 Peserta didik dapat mengenali lingkungan kerja aman.</p> <p>1.4 Peserta didik dapat menjelaskan hierarki pengendalian risiko/bahaya.</p> <p>1.5 Peserta didik dapat mengidentifikasi bahaya di tempat kerja.</p> <p>1.6 Peserta didik dapat menganalisis simbol-simbol bahaya bahan kimia.</p> <p>1.7 Peserta didik dapat mengklasifikasikan area berbahaya.</p> <p>1.8 Peserta didik dapat menyimpulkan media pemadam yang tepat berdasarkan kelas api.</p> <p>1.9 Peserta didik dapat menjelaskan macam-macam alat pelindung diri (APD).</p> |
|  | <p>2. Memahami penerapan budaya kerja 5R/5S.</p> | <p>2.1 Peserta didik dapat menjelaskan peluang usaha di industri perminyakan.</p>  |





Dimensi profil pelajar Pancasila yang ditanamkan dalam pembelajaran Bab IV adalah (1) beriman, bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, dan berakhlak mulia; (2) berkebinekaan global; (3) bergotong royong; (4) mandiri; (5) bernalar kritis; dan (6) kreatif.

## A. Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

### 1. Pengetahuan Umum Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

#### a. Tujuan K3

Bagilah kelas menjadi beberapa kelompok yang terdiri atas empat peserta didik untuk memulai aktivitas diskusi tentang keselamatan dan kesehatan kerja (K3). Guru pada awal pembelajaran bab ini dapat memberikan pertanyaan masalah seperti, “Apakah tujuan penerapan K3?” Mulailah diskusi kelompok dengan literasi pada subbab pertama dan mengerjakan Aktivitas 4.1. Peserta didik mengkaji tujuan K3 dari buku dan sumber belajar lain. Guru memberikan penegasan kepada peserta didik agar menerapkan K3 di dalam industri migas untuk mencegah terjadinya kemungkinan kecelakaan dan penyakit akibat kerja. Keselamatan kerja berhubungan dengan langsung dengan peralatan, mesin, bahan, dan proses pekerjaan. Keselamatan kerja berkaitan dengan prosedur dalam pencegahan kecelakaan kerja, yang berakibat cacat atau kematian.

#### b. Kebijakan K3

Dalam pembelajaran tentang kebijakan K3, guru dapat menyajikan daftar kebijakan terkait K3 di Indonesia. Para peserta didik dapat berdiskusi dalam kelompok tentang kebijakan K3 ini. Berikut ini beberapa peraturan yang dapat dijadikan sebagai dasar hukum pelaksanaan K3.

1. Undang-undang Nomor 22 Tahun 2001 tentang Minyak dan Gas Bumi.
2. Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 1973 tentang Pengaturan dan Pengawasan Keselamatan Kerja di Bidang Pertambangan.
3. Peraturan Pemerintah Nomor 17 Tahun 1974 tentang Pengawasan Pelaksanaan Eksplorasi dan Eksploitasi Migas di Daerah Lepas Pantai.

4. Peraturan Pemerintah Nomor 11 Tahun 1979 tentang Keselamatan Kerja pada Pemurnian dan Pengolahan Minyak dan Gas Bumi.
5. Peraturan Pemerintah Nomor 35 Tahun 2004 tentang Kegiatan Industri Hulu Minyak dan Gas Bumi.
6. Peraturan Pemerintah Nomor 36 Tahun 2004 tentang Kegiatan Industri Hilir Minyak dan Gas Bumi.
7. Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 18 Tahun 2018 tentang Pemeriksaan Instalasi dan Peralatan pada Kegiatan Usaha Minyak dan Gas Bumi.

Guru dapat memberikan Aktivitas 4.1 untuk membimbing peserta didik dalam mempelajari subbab ini. Pandu peserta didik untuk selalu mempunyai minat berliterasi dalam pembelajaran.



#### Kunci Jawaban Aktivitas 4.1

1. Tujuan penerapan K3 adalah mencegah terjadinya kemungkinan kecelakaan dan penyakit akibat kerja.
2. Faktor penyebab terjadinya kemungkinan kecelakaan kerja adalah lingkungan, peralatan mekanik, serta manusia.
3. Kerugian jika terjadi kecelakaan kerja antara lain bisa menimpa individu, mesin, peralatan, dan proses kerja. Kecelakaan kerja dapat mengakibatkan individu pekerja sakit, cacat, bahkan kematian. Kerugian tidak langsung lain ialah kerusakan peralatan di tempat kerja, gangguan produksi di berbagai titik lokasi, kerusakan lingkungan kerja, dan biaya yang timbul akibat kecelakaan kerja.
4. Yang harus menerapkan K3 ialah semua pekerja, dari manajemen tertinggi (*top management*) hingga pekerja paling rendah di organisasi.

## 2. Lingkungan Kerja Aman

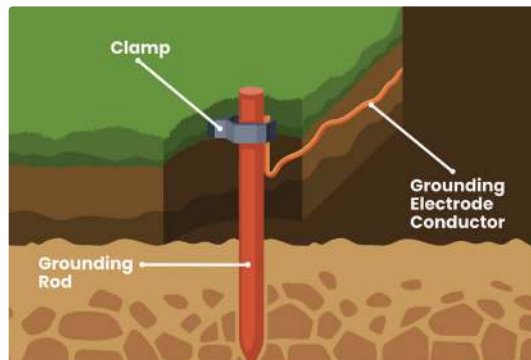
Guru membagi peserta didik dalam kelompok yang terdiri atas empat orang dalam setiap kelompok untuk berdiskusi tentang lingkungan kerja aman. Guru pada awal pembelajaran subbab ini dapat memberikan pertanyaan masalah seperti, “Apa saja faktor yang memengaruhi lingkungan kerja aman?” Lingkungan kerja yang aman penting untuk



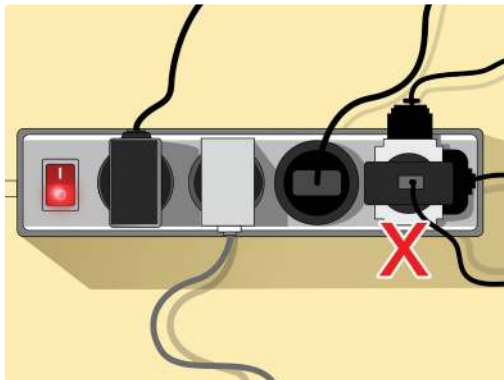
keberlangsungan pekerjaan dan produktivitas kerja. Guru dapat menyajikan faktor yang memengaruhi lingkungan kerja aman seperti faktor desain dan faktor operasional. Tunjukkanlah gambar-gambar yang berhubungan dengan kondisi lingkungan kerja aman, baik dari faktor desain maupun operasional seperti Gambar 4.1, Gambar 4.2, Gambar 4.3, dan Gambar 4.4.



**Gambar 4.1** Mobil Tangki yang Keluar dari Depot BBM



**Gambar 4.2** Grounding



**Gambar 4.3** Pemakaian Stopkontak yang Berlebihan



**Gambar 4.4** Pengoperasian Alat Angkat/Crane

Guru dapat memberikan Aktivitas 4.2 untuk membimbing peserta didik dalam mempelajari subbab ini. Pandulah peserta didik untuk selalu mempunyai minat berliterasi dalam pembelajaran.





### Kunci Jawaban Aktivitas 4.2

1. Mengidentifikasi faktor desain dan tata letak laboratorium yang ada di sekolah ke dalam tabel. Untuk jawaban peserta didik tergantung kondisi laboratorium/ruang praktik di sekolah masing-masing. Peserta didik menyalin format tabel jawaban berikut ini.

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

Kolom hasil pengamatan dapat diisi seperti contoh berikut:

- jarak antarmeja : 1 meter antarmeja
- jumlah ventilasi : 12 lubang ventilasi suhu ruang sekitar 21–28°C
- jalur keluar masuk : 2 buah pintu terbuka ke arah luar ruangan tinggi pintu 2 meter
- letak penyimpanan bahan : ruang penyimpanan bahan terdapat ventilasi bahan disimpan di rak bebas kotoran
- instalasi listrik : instalasi listrik seperti kabel sesuai standar instalasi listrik rapi

### 3. Hierarki Pengendalian Risiko

Bagilah kelas menjadi beberapa kelompok yang terdiri atas empat peserta didik untuk memulai aktivitas diskusi tentang hierarki pengendalian risiko/bahaya di tempat kerja. Guru pada awal pembelajaran subbab ini dapat memberikan pertanyaan masalah seperti, “Bagaimanakah pengendalian risiko/bahaya di tempat kerja?” Guru menegaskan bahwa pengendalian risiko/bahaya di tempat kerja sangat penting untuk mencapai tempat kerja yang aman.



Hierarki pengendalian risiko/bahaya yang digambarkan pada Tabel 4.2. Hierarki pengendalian risiko/bahaya terdiri atas lima aspek, yaitu (1) eliminasi, (2) substitusi, (3) perancangan, (4) administrasi, dan (5) alat pelindung diri (APD). Penerapan hierarki risiko/bahaya di industri migas misalnya diterapkan pada pemasangan rambu-rambu K3 pada Gambar 4.5 dan adanya komputersisasi operator kilang pada Gambar 4.6.



Gambar 4.5 Rambu-Rambu



Gambar 4.6 Komputersisasi Operator Kilang

Sumber: Antara Foto/Mahatma (2010)

Guru dapat memberikan Aktivitas 4.3 untuk membimbing peserta didik dalam mempelajari subbab ini. Pandulah peserta didik untuk selalu mempunyai minat berliterasi dalam pembelajaran.

 **Kunci Jawaban Aktivitas 4.3**

1. Pertanyaan pada Aktivitas 4.3 dijawab dengan menganalisis hierarki pengendalian risiko/bahaya berdasarkan ilustrasi Gambar 4.5 dan Gambar 4.6. Peserta didik menyalin format tabel jawaban berikut ini.

| No. | Gambar     | Hierarki Pengendalian Risiko/Bahaya     | Alasan  |
|-----|------------|---|---|
| 1.  | Gambar 4.5 | Administrasi<br>(Kontrol Administratif) | Rambu-rambu K3 memberikan petunjuk kepada setiap pekerja untuk patuh dalam penggunaan APD dan menjaga keselamatan kerja.  |
| 2.  | Gambar 4.6 | Eliminasi                               | Kontrol proses di kilang minyak dapat dipantau melalui tampilan layar monitor dan panel kontrol yang ada di <i>control room</i> sehingga meminimalkan terjadinya kecelakaan kerja dibanding dengan mengontrol langsung di lapangan. |

#### 4. Bahaya-Bahaya di Tempat Kerja

Aktivitas diskusi dapat dilakukan dalam kelompok belajar untuk membahas bahaya-bahaya di tempat kerja. Guru pada awal pembelajaran subbab ini dapat memberikan pertanyaan masalah seperti, "Apa saja potensi bahaya di tempat kerja?" Mulailah dengan mengenalkan istilah bahaya atau dikenal dengan istilah *hazard*. Sampaikan kepada peserta didik akan manfaat mengetahui bahaya-bahaya di tempat kerja untuk



menjadi kewaspadaan bagi pekerja dalam melakukan aktivitas di tempat kerja dan dapat menghindari dampak bahaya di tempat kerja.



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



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

Guru dapat menyajikan Gambar 4.7 sebagai ilustrasi untuk menggambarkan adanya potensi bahaya di tempat kerja seperti pada aktivitas pengeboran sumur minyak. Untuk melanjutkan pembahasan materi pembelajaran, buatlah klasifikasi potensi bahaya pada industri migas yaitu potensi bahaya yang berasal dari

- gas, cairan hidrokarbon, dan bahan kimia lain;
- ketinggian;
- listrik; dan
- bahaya yang lain.

Gambar 4.8 mengilustrasikan potensi bahaya di ketinggian seperti pada lokasi tangki timbun yang harus menjadi kewaspadaan pekerja di industri migas. Guru dapat mencari ilustrasi gambar lain untuk menunjukkan adanya potensi bahaya di tempat kerja. Untuk lebih menggali pengetahuan peserta didik tentang bahaya di tempat kerja, arahkan peserta didik untuk mengerjakan Aktivitas 4.4.





### Kunci Jawaban Aktivitas 4.4

1. Untuk menjawab pertanyaan pada Aktivitas 4.4, peserta didik diminta untuk menganalisis potensi bahaya pada aktivitas pekerjaan pada Gambar 4.7 dan Gambar 4.8. Peserta didik menjawab pertanyaan ke dalam tabel yang disediakan.

| No. | Gambar     | Aktivitas                                  | Potensi Bahaya  |
|-----|------------|--|---|
| 1.  | Gambar 4.7 | pengeboran sumur minyak                    | <ul style="list-style-type: none"><li>• terkena cairan berbahaya</li><li>• tertimpa benda jatuh</li><li>• terjepit peralatan</li><li>• terjatuh karena lantai licin</li></ul> |
| 2.  | Gambar 4.8 | pengambilan sampel minyak di tangki timbun | <ul style="list-style-type: none"><li>• terpapar uap hidrokarbon</li><li>• tergelincir di atap tangki yang miring</li><li>• terjatuh dari ketinggian</li></ul>                |

## 5. Bahan-Bahan Berbahaya

Guru membagi kelas ke dalam kelompok belajar untuk mendiskusikan materi pembelajaran tentang bahan-bahan berbahaya. Guru pada awal pembelajaran subbab ini dapat menyajikan gambar simbol bahaya yang menunjukkan bahan berbahaya yang digunakan dalam industri migas, misalnya saja bahan mudah terbakar. Guru memberikan pertanyaan masalah seperti, "Bagaimanakah cara mengenali penggunaan bahan-bahan berbahaya?".

Mulailah dengan mengklasifikasikan bahan-bahan berbahaya. Bahan-bahan berbahaya dapat dikelompokkan menjadi sembilan jenis, yaitu

- a. bahan mudah terbakar (*flammable*),
- b. bahan mudah meledak (eksplosif),
- c. bahan pengoksidasi,
- d. bahan beracun,
- e. bahan berakibat iritasi,
- f. bahan korosif,
- g. bahan berbahaya terhadap kesehatan,



- h. gas di bawah tekanan, dan  
i. bahan berbahaya terhadap lingkungan akuatik.

Dari klasifikasi bahan-bahan berbahaya tersebut, lanjutkan membahas simbol bahan-bahan berbahaya. Simbol bahaya ini penting diketahui oleh semua pekerja di industri migas, karena industri bidang ini selalu berhubungan dengan bahan-bahan kimia sehingga pekerja memiliki kewaspadaan akan bahaya dari bahan kimia. Gunakan Aktivitas 4.5 untuk menyelesaikan pembahasan pada subbab ini.



### Kunci Jawaban Aktivitas 4.5

1. Nama simbol dan makna dari simbol bahaya:

| No. | Nama Simbol          | Bahaya  |
|-----|----------------------|---|
| 1.  | eksplosif            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• bahan kimia yang dapat bereaksi kimia sendiri</li> <li>• menimbulkan ledakan akibat benturan, pemanasan, pukulan, gesekan, reaksi dengan bahan kimia lain atau jika terdapat percikan api</li> </ul> |
| 2.  | mudah terbakar       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• bahan kimia yang mudah terbakar karena panas</li> <li>• bahan kimia yang menimbulkan panas sendiri</li> </ul>  |
| 3.  | oksidasi             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• mengintensifkan api karena pengoksidasi</li> <li>• mengakibatkan kebakaran karena bereaksi dengan oksigen, udara panas, atau percikan api</li> </ul>   |
| 4.  | gas di bawah tekanan | <ul style="list-style-type: none"> <li>• gas yang akan menimbulkan ledakan jika terkena panas/tekanan</li> </ul>  |
| 5.  | korosif              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• merusak logam</li> <li>• merusak jaringan tubuh manusia</li> <li>• jika terkena kulit dapat mengakibatkan melepuh, luka terbakar, menimbulkan panas, atau iritasi di kulit</li> </ul>                |



| No. | Nama Simbol               | Bahaya   |
|-----|---------------------------|--|
| 6.  | berbahaya bagi lingkungan | <ul style="list-style-type: none"> <li>• mengakibatkan kerusakan ekosistem jika dilepaskan ke lingkungan jika tercemar di tanah, udara, maupun perairan</li> </ul>   |
| 7.  | toksik                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• keracunan jika masuk lewat mulut, saluran pernafasan, maupun kontak lewat kulit</li> <li>• keracunan bersifat akut atau kronis, bahkan bisa menyebabkan kematian jika terpapar dengan konsentrasi tinggi</li> </ul> |
| 8.  | bahaya bagi kesehatan     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• iritasi pada pernafasan, iritasi pada kulit, alergi pada kulit</li> <li>• kantuk atau pusing</li> <li>• gangguan mata berat</li> </ul>  |
| 9.  | bahaya kesehatan serius   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• berbahaya jika tertelan</li> <li>• merusak organ tubuh manusia</li> <li>• merusak kesuburan atau janin</li> <li>• menyebabkan kanker</li> <li>• menyebabkan kesulitan bernafas</li> </ul>                           |

## 6. Klasifikasi Area Berbahaya

Guru membagi kelas ke dalam kelompok belajar untuk mendiskusikan materi pembelajaran tentang klasifikasi area berbahaya. Guru memberikan pertanyaan masalah seperti "Tahukah kamu klasifikasi area berbahaya di lingkungan kerja?" Sebelum melanjutkan diskusi, guru dapat memberikan gambaran singkat definisi dari area berbahaya (*hazardous area*) beserta potensi bahaya yang dapat menyebabkan kebakaran atau ledakan yang disebabkan dengan adanya gas atau material di udara yang dapat terbakar.

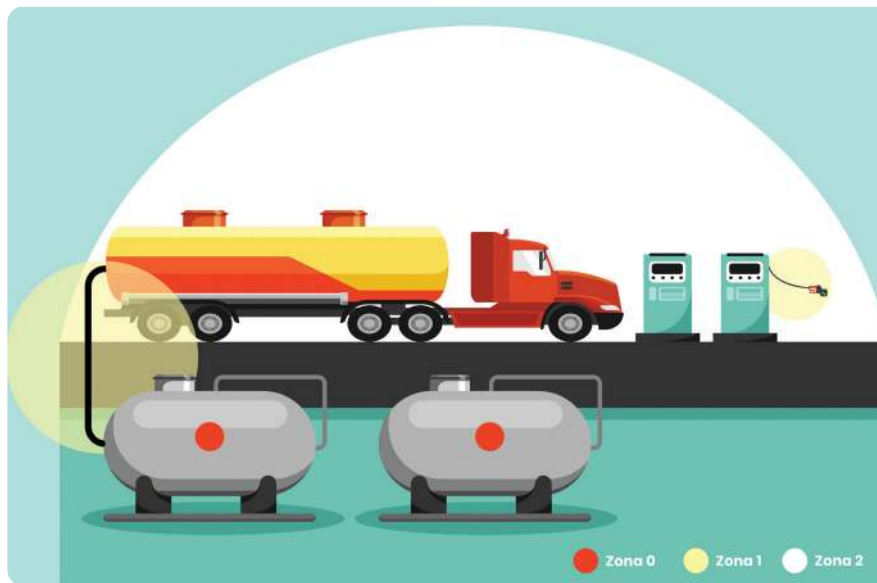
Guru membimbing peserta didik dalam diskusi membahas tiga hal yang menjadi perhatian dalam menentukan klasifikasi area berbahaya, yaitu

- tipe potensi bahaya dari materi gas atau cairan mudah terbakar;
- tingkat potensi kebocoran (*leak source potential*); dan
- potensi penyalan (*ignition*) dan juga suhu untuk dapat menyala sendiri (*auto ignition temperature*) dari material berbahaya.



Guru menyampaikan tujuan klasifikasi area berbahaya, yaitu

- memberikan profil risiko di fasilitas produksi;
- perancangan dan pemasangan instrumentasi elektrik dan peralatan sistem pengendalian yang aman;
- pencegahan kebakaran atau ledakan dengan biaya yang optimum; dan
- operasi menjadi lebih aman dan lebih menguntungkan.



**Gambar 4.9** Contoh Pembagian Zona

Guru menyajikan Gambar 4.9 untuk mengilustrasikan contoh pembagian area berbahaya (*zone*). Guru menyampaikan klasifikasi area berbahaya dke dalam zona berdasarkan frekuensi dan durasi munculnya kondisi atmosfer berbahaya, yakni NEC (*National Electric Code* – Amerika Serikat), CEC (*Canadian Electric Code* – Kanada), dan IEC-*International Electrotechnical Commision* atau CENELEC-*Comité European de Normalisation Electrotechnique* (Eropa). peserta didik menggali informasi pembagian zona berdasarkan standar Eropa (IEC/Cenelec) serta berdasarkan standar Amerika Serikat (NEC) dan Kanada (CEC). Gunakan Aktivitas 4.6 untuk mengeksplorasi konsep pada subbab ini.



### Kunci Jawaban Aktivitas 4.6

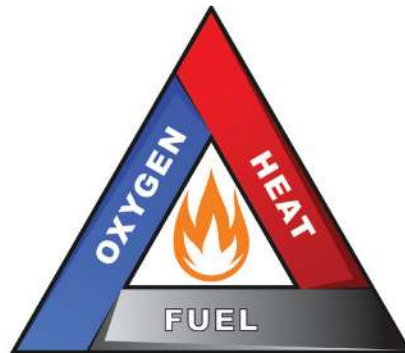
1. Pembagian *zone* dan *division* yang menunjukkan pembagian area berbahaya sesuai gambar pada Aktivitas 4.6.
  - a. Pembagian berdasarkan *zone*
    - Area A termasuk *zone 2*, karena area ini tidak terdapat material minyak maupun gas yang dapat meledak dalam keadaan operasi normal kecuali keadaan abnormal (kecelakaan pelepasan gas).
    - Area B termasuk *zone 1*, karena memungkinkan terdapatnya paparan material minyak maupun gas yang dapat meledak selama kondisi operasi normal.
    - Area C termasuk *zone 0*, karena area ini terdapat material minyak yang dapat meledak dalam rentang waktu yang cukup lama (terus menerus) pada keadaan normal.
  - b. Pembagian berdasarkan *division*
    - Area A termasuk *division 1*, karena area ini terdapat kemungkinan campuran dapat terbakar/meledak yang terjadi pada keadaan abnormal.
    - Area B dan area C termasuk *zone 2*, karena area ini terdapat kemungkinan campuran dapat terbakar/meledak yang terjadi pada keadaan normal.



## 7. Aspek Kebakaran

Guru membagi kelas ke dalam kelompok belajar untuk mendiskusikan materi pembelajaran tentang aspek kimia api. Pentingnya mempelajari aspek kimia api ini karena industri migas sangat erat dengan sumber bahan kimia yang dapat terjadinya api. Guru memberikan pertanyaan masalah seperti, “Tahukah kamu tentang istilah segitiga api?”

### a. Aspek Kimia Api



Gambar 4.10 Segitiga Api

Lanjutkan untuk membahas aspek kimia api. Aspek kimia api ini berhubungan dengan terjadinya kebakaran di area kerja. Gambar 4.10 menunjukkan adanya tiga elemen pada segitiga api yang dapat memicu terjadinya kebakaran. Guru membimbing peserta didik untuk berliterasi tentang segitiga api. Berikan contoh-contoh area yang memiliki kemungkinan terjadinya kebakaran 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

Lanjutkan diskusi kelompok tentang pencegahan kebakaran. Pencegahan kebakaran sangat penting dilakukan sebagai tindakan penanganan terjadinya api, di antaranya

- penghilangan sumber oksigen;
- pencegahan kebakaran dari pekerjaan las;
- penghilangan sumber api;
- memasang alat listrik sesuai dengan standar area berbahaya; dan
- memasang alat penangkal petir.



### c. Kelas Api

Guru menyajikan materi tentang kelas api. Pembelajaran ini sangatlah penting karena kelas api ini spesifik bergantung dari sumber terjadinya api dan media pemadamnya. Tabel 4.4 menunjukkan kelas api. Peserta didik mendiskusikan setiap kelas api dan sumber bahan bakarnya.

### d. Media Pemadam

Guru menyajikan materi tentang media pemadam. Media pemadam ini untuk menyelesaikan permasalahan jika terjadi kebakaran. Gambar 4.11 adalah salah satu media pemadam yang disebut dengan APAR (alat pemadam api ringan). Guru membimbing peserta didik untuk berdiskusi mengenai jenis-jenis media pemadam api. Gunakan Aktivitas 4.7 untuk mengeksplorasi konsep pada subbab ini.



Gambar 4.11 Alat Pemadam Api Ringan (APAR)

### Kunci Jawaban Aktivitas 4.7

#### 1. Kelas api dan jenis pemadam

| No. | Kelas Api | Jenis Pemadam   |
|-----|-----------|---|
| 1.  | Kelas A   | APAR jenis air ( <i>water</i> ), APAR jenis busa ( <i>foam</i> ), dan APAR jenis tepung kimia ( <i>dry powder</i> ) |
| 2.  | Kelas B   | APAR jenis CO <sub>2</sub> , APAR jenis busa ( <i>foam</i> ), dan APAR jenis tepung kimia ( <i>dry powder</i> )     |
| 3.  | Kelas C   | APAR jenis CO <sub>2</sub> dan APAR jenis tepung kimia ( <i>dry powder</i> )  |
| 4.  | Kelas D   | APAR jenis tepung kimia ( <i>dry powder</i> ) dengan bahan khusus   |

### 8. Alat Pelindung Diri (APD)

Guru membagi kelas ke dalam kelompok belajar untuk mendiskusikan materi pembelajaran tentang alat pelindung diri (APD). Guru memberikan pertanyaan masalah seperti "Apa saja APD yang wajib digunakan saat bekerja di industri migas?" Guru dapat memberikan penekanan kepada peserta didik bahwa penggunaan APD di tempat kerja yang memiliki risiko tinggi. Peserta didik dapat berliterasi mengenai



peraturan tentang APD di Indonesia yaitu Peraturan Menteri Tenaga Kerja Nomor 08/MEN/VII/2010 tentang Alat Pelindung Diri. Sampaikan juga kepada peserta didik untuk memahami tujuan penggunaan APD. Gunakan Aktivitas 4.8 untuk mengeksplorasi konsep pada subbab ini.



### Kunci Jawaban Aktivitas 4.8

1. Nama APD dan fungsinya:

| No. | Nama APD                                 | Fungsi  |
|-----|--|---|
| 1.  | <i>safety helmet</i>                     | melindungi kepala dari kejatuhan atau terpukul benda tajam, benturan, terantuk, atau benda keras yang melayang  |
| 2.  | <i>safety goggles</i>                    | melindungi mata dan muka dari percikan bahan kimia berbahaya, partikel yang melayang di udara, uap panas, pancaran cahaya, atau benturan mengenai mata                |
| 3.  | <i>ear muff</i>                          | melindungi telinga dari kebisingan  |
| 4.  | masker                                   | melindungi saluran pernapasan, menyaring udara kotor karena cemaran bahan kimia, debu, asap, uap, dan sebagainya  |
| 5.  | sarung tangan                            | melindungi tangan dan jari tangan dari panas, cairan bahan kimia berbahaya, benturan, tergores, atau infeksi dari bakteri dan virus                                   |
| 6.  | pakaian pelindung                        | melindungi badan dari bahaya percikan bahan kimia berbahaya, temperatur panas atau dingin yang ekstrim, tergores  |
| 7.  | alat penjepit tali ( <i>rope clamp</i> ) | menahan dan membatasi pekerja terjatuh  |
| 8.  | <i>safety shoes</i>                      | melindungi kaki benturan dengan benda-benda berat, tertimpa benda, tergelincir, tertusuk benda tajam, terkena bahan kimia berbahaya, terkena cairan panas atau dingin |



## 9. Prosedur Keadaan Darurat

Guru membagi kelas ke dalam kelompok belajar untuk mendiskusikan materi pembelajaran tentang prosedur keadaan darurat. Guru memberikan pertanyaan masalah seperti "Bagaimanakah prosedur yang harus ditempuh dalam keadaan darurat?" Guru membimbing peserta didik untuk mendiskusikan rencana tindakan darurat dan strategi tanggap darurat. Ajak peserta didik untuk berliterasi tentang pemadaman kebakaran di kilang minyak yang terdapat naskah dengan judul "Begini Metode Pemadaman Kebakaran Tangki Pertamina Balongan". Peserta didik menjawab pertanyaan pada Aktivitas 4.9 untuk mengeksplorasi konsep pada subbab ini.



**Gambar 4.12** Kebakaran di Kilang Minyak Balongan  
Sumber: Antara Foto/ Dedhez Anggara



### Kunci Jawaban Aktivitas 4.9

1. Metode penanganan keadaan darurat yang dilakukan pada saat terjadi kebakaran di kilang Balongan
  - Melakukan lokalisasi api di dalam *bund wall*.
  - Pemadaman menggunakan *foam* ke *perimeter bund wall* dan pusat nyala api agar api tidak menjalar ke area lain.
  - Melakukan pendinginan di sekitar lokasi kebakaran menggunakan 10 mobil pemadam kebakaran.
  - Melakukan penanganan medis terhadap korban.
  - Menutup jalan di sekitar lokasi agar penanganan lebih cepat dan tidak ada tambahan korban.



## B. Budaya Kerja Industri

Guru membagi kelas ke dalam kelompok belajar untuk mendiskusikan materi pembelajaran tentang budaya kerja industri. Guru memberikan pertanyaan masalah seperti "Apa saja budaya kerja industri yang dapat menjadi kebiasaan positif pada saat bekerja?" Guru membimbing peserta didik untuk mendiskusikan budaya kerja *safety talk*. *Safety talk* membicarakan mengenai pekerjaan yang dilakukan, mengecek kesiapan pekerja, dan mengingatkan penerapan K3 di perusahaan. Selain budaya *safety talk* subbab ini membahas mengenai budaya kerja 5R atau dalam bahasa Jepang sering dikenal juga dengan budaya kerja 5S. Untuk mengeksplorasi konsep, peserta didik mengerjakan Aktivitas 4.9.



### Kunci Jawaban Aktivitas 4.10

Berikut ini contoh penerapan budaya kerja 5R pada saat praktik di sekolah.

| No. | Budaya Kerja | Kegiatan  |
|-----|--------------|---|
| 1.  | ringkas      | a. menggunakan peralatan praktik seperlunya<br>b. menyimpan peralatan praktik yang tidak diperlukan di rak penyimpanan alat         |
| 2.  | rapi         | c. menyimpan peralatan praktik pada rak penyimpanan setelah menggunakannya<br>d. peralatan yang disimpan ditata kembali dengan rapi |
| 3.  | resik        | e. membersihkan peralatan praktik setelah digunakan<br>f. membersihkan ruang praktik sebelum dan sesudah praktik                    |
| 4.  | rawat        | g. menjaga kebiasaan ringkas, rapi, resik pada saat belajar praktik   |
| 5.  | rajin        | h. membiasakan melakukan budaya kerja positif ini pada saat pembelajaran baik teori maupun praktik                                  |

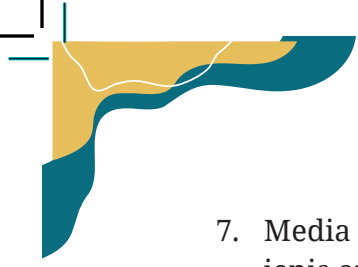




## Kunci Jawaban Uji Kompetensi

1. Tujuan penerapan K3 di industri migas adalah mencegah terjadinya kemungkinan kecelakaan dan penyakit akibat kerja.
2. Lingkungan kerja yang aman berdasarkan kriteria desain tata letak dan keselamatan bangunan yaitu
  - a. jarak antarbangunan didesain dengan baik;
  - b. tersedia jalan dua arah untuk lalu lintas truk berat harus mempunyai lebar 15 m; dan
  - c. bangunan harus dilengkapi oleh penyalur petir.
3. Komputerisasi operator kilang termasuk ke dalam hierarki eliminasi karena pekerja dapat mengamati proses yang berlangsung melalui monitor dan panel kontrol yang ada di *control room*, sehingga meminimalkan terjadinya kecelakaan kerja dibandingkan dengan mengontrol langsung di lapangan.
4. Potensi bahaya operator pengeboran sumur minyak seperti
  - a. terkena cairan berbahaya;
  - b. tertimpa benda jatuh;
  - c. terjepit peralatan; dan
  - d. terjatuh karena lantai licin.
5. Simbol bahaya:
  - a. bahan eksplosif menimbulkan ledakan akibat benturan, pemanasan, pukulan, gesekan, reaksi dengan bahan kimia lain atau jika terdapat percikan api; dan
  - b. bahan berbahaya bagi lingkungan mengakibatkan kerusakan ekosistem jika dilepaskan ke lingkungan sehingga dapat mencemari tanah, udara, atau perairan.
6. *Zone 0* menurut klasifikasi area berbahaya dari Eropa adalah area yang terdapat paparan gas atau material yang dapat meledak dalam rentang waktu yang cukup lama (terus-menerus) pada keadaan normal. Terdapat pada ruangan yang di dalamnya terdapat material yang dapat terbakar atau meledak.



- 
7. Media pemadam api kelas A yang cocok digunakan adalah APAR jenis cairan (*water*), APAR jenis busa (*foam*), dan APAR jenis tepung kimia (*dry powder*).
  8. Jenis APD dan fungsinya:
    - a. *Safety helmet* untuk melindungi kepala dari kejatuhan atau terpukul benda tajam, terantuk, benturan, terantuk, kejatuhan atau terpukul benda tajam atau benda keras yang melayang; dan
    - b. *Safety shoes* untuk melindungi kaki benturan dengan benda-benda berat, tertimpa benda, tergelincir, tertusuk benda tajam, terkena bahan kimia berbahaya, dan terkena cairan panas atau dingin
  9. *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.
  10. Penerapan budaya kerja ringkas, yaitu
    - a. menggunakan peralatan praktik seperlunya, tidak mengambil peralatan sebanyak mungkin; dan
    - b. menyimpan peralatan praktik yang tidak diperlukan di rak penyimpanan alat.



## Pengayaan dan Remedial

### 1. Pengayaan

Materi pengayaan yang dapat diberikan ialah tentang cara penggunaan APAR untuk memadamkan api, yaitu

1. tarik kunci pengaman di bagian atas APAR;
2. arahkan ujung selang ke sumber api;
3. tekan tuas APAR untuk mengeluarkan isi media pemadam; dan
4. sapukan ujung selang pada sumber api dari satu sisi ke sisi lain sampai api padam.

Guru dapat mengembangkan materi pengayaan ini sesuai dengan kondisi di sekolah masing-masing.



## 2. Remedial

Materi remedial ini digunakan untuk memperbaiki pengetahuan dan keterampilan peserta didik dalam topik bab “Keselamatan dan Kesehatan Kerja serta Budaya Kerja Industri” Materi remedial bisa disesuaikan dengan kemampuan yang kurang dikuasai oleh setiap peserta didik. Pembelajaran remedial dapat dilaksanakan secara klasikal atau individual, misalnya dengan membahas soal dalam asesmen yang dianggap belum dikuasai dengan maksimal. Penilaian remedial ini dapat diberikan dalam bentuk penugasan atau asesmen ulang. Berikut ini contoh kegiatan remedial yang dapat dilakukan.

Tabel 4.3 Kegiatan Remedial

| Indikator Pencapaian Tujuan Pembelajaran   | Kegiatan Remedial   |
|--|---|
| 1.1 Peserta didik dapat menjelaskan tujuan keselamatan dan kesehatan kerja (K3).     | <ul style="list-style-type: none"><li>• Guru memberikan materi pembelajaran remedial.</li><li>• Guru memberikan motivasi untuk mengembangkan pengetahuan melalui sumber dan media belajar.</li><li>• Peserta didik mempelajari kembali materi pembelajaran pada topik bab dipilih sesuai dengan kebutuhan remedial.</li><li>• Peserta didik mengikuti penilaian remedial baik penugasan atau asesmen ulang.</li></ul> |
| 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.               |   |
| 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).           |   |



| Indikator Pencapaian Tujuan Pembelajaran   | Kegiatan Remedial |
|--|-------------------|
| 1.9 Peserta didik dapat menjelaskan <i>pre-fire planning</i> .<br>1.10 Peserta didik dapat menjelaskan budaya kerja 5R/5S. |                   |



### Interaksi dengan Orang Tua/Wali dan Masyarakat

Guru dapat berinteraksi dengan orang tua/wali peserta didik untuk mengomunikasikan pembelajaran Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) serta budaya kerja industri. Bentuk pemantauan oleh orang tua/wali dapat dilakukan dengan cara memberikan tanda tangan pada setiap aktivitas yang sudah dikerjakan pada topik bab “Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) serta budaya kerja industri”.

Interaksi juga dilakukan dengan mitra industri yang sesuai dengan program keahlian teknik perminyakan. Interaksi ini dapat dilakukan misalnya untuk memperoleh materi ajar dan mengundang praktisi lapangan sebagai guru tamu. Interaksi dengan industri ini penting agar pembelajaran terdapat sinkronisasi antara kurikulum program keahlian teknik perminyakan dengan kegiatan yang nyata di industri.



### Asesmen/Penilaian

Berikut ini jenis penilaian yang dapat dijadikan sebagai instrumen penilaian.

| Aspek Penilaian | Bentuk Penilaian | Teknik Penilaian  |
|-----------------|------------------|---|
| pengetahuan     | tes              | soal tertulis <ul style="list-style-type: none"> <li>• penilaian sebelum pembelajaran</li> <li>• aktivitas 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9, 4.10</li> <li>• penilaian akhir pembelajaran</li> </ul> |
| keterampilan    | nontes           | observasi kinerja   |



Jenis penilaian yang disajikan tersebut hanyalah sebagai contoh. Guru dapat mengembangkan secara mandiri disesuaikan dengan kondisi yang ada di sekolah masing-masing.



## Penilaian Akhir Pembelajaran

Penilaian akhir pembelajaran dapat dilakukan untuk mengukur pencapaian tujuan pembelajaran. Untuk penilaian aspek pengetahuan dapat dilihat pada instrumen berikut ini.

### Instrumen Penilaian Akhir Pembelajaran

Jawablah dengan memilih salah satu pilihan jawaban paling benar!

1. Kecelakaan kerja dapat membahayakan individu, mesin, peralatan, dan proses kerja. Banyak kerugian langsung terhadap individu pekerja itu sendiri yaitu ....
  - a. cacat, sakit, hingga kematian
  - b. kerusakan mesin
  - c. kerusakan peralatan
  - d. gangguan produksi
  - e. kerusakan lingkungan kerja
2. Lingkungan kerja aman dapat ditinjau berdasarkan faktor desain dan faktor operasional. Pernyataan berikut termasuk ke dalam ketentuan lingkungan kerja aman yang berhubungan dengan desain tata letak dan keselamatan bangunan adalah ....
  - a. pengelasan, pemotongan dengan api
  - b. pengendalian pekerjaan panas (api)
  - c. bangunan harus dilengkapi penyalur petir
  - d. bekerja di ketinggian
  - e. pengoperasian alat angkat/*crane*



3. Pengendalian risiko di tempat kerja dapat disesuaikan dengan tingkat kebutuhannya. Pemasangan rambu-rambu K3 di lokasi pekerjaan termasuk hierarki pengendalian risiko ....

- a. eliminasi
- b. substitusi
- c. administrasi
- d. perancangan
- e. Alat Pelindung Diri (APD)

4. Perhatikan gambar berikut:



Petugas pengambil sampel di tangki timbun memiliki potensi bahaya yang paling besar yaitu ...

- a. tertimpa benda jatuh
- b. terkena percikan bahan kimia
- c. terjepit peralatan bor
- d. tergelincir pada atap tangki
- e. terkena minyak panas

5. Perhatikan simbol bahaya bahan berikut:

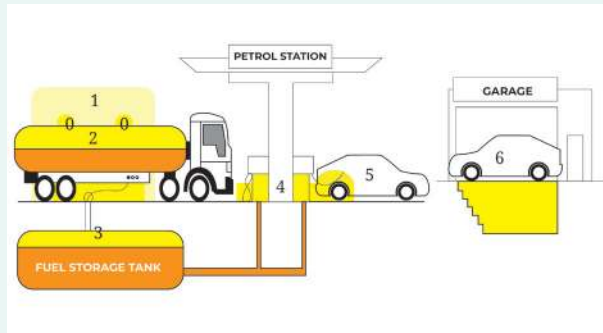


Maksud dari simbol bahaya bahan tersebut adalah ....

- a. bahan kimia mudah terbakar
- b. dapat terbakar karena teroksidasi
- c. berbahaya bagi ekosistem akuatik
- d. mudah meledak karena tekanan atau panas
- e. merusak logam dan merusak kulit




6. Perhatikan gambar berikut:



Area berbahaya yang termasuk *zone 0* ditunjukkan oleh tanda area ....

- 1, 2
  - 2, 3
  - 3, 4
  - 4, 5
  - 5, 6
7. Api kelas C ialah kebakaran yang bersumber dari peralatan listrik. Untuk memadamkan api kelas C dapat dilakukan dengan media pemadam yang cocok adalah ....
- APAR jenis tepung kimia (*dry powder*) dan APAR jenis busa (*foam*)
  - APAR jenis air (*water*) dan APAR jenis busa (*foam*)
  - APAR jenis busa (*foam*) dan APAR jenis CO<sub>2</sub>
  - APAR jenis tepung kimia (*dry powder*) dan APAR jenis CO<sub>2</sub>
  - APAR jenis air (*water*) dan APAR jenis tepung kimia (*dry powder*)
8. Seorang pekerja di industri migas pada saat di lapangan wajib menggunakan APD yang sesuai. APD berikut yang berfungsi untuk melindungi kepala dari tertimpa benda jatuh ialah ....
- safety shoes*
  - safety helmet*
  - safety goggles*
  - pakaian *coverall*
  - earmuff*



- 
9. Pernyataan berikut yang tidak termasuk ke dalam tindakan *pre-fire planning* adalah ....
- evakuasi medis terhadap korban
  - mempersiapkan atau membuat strategi praktis pemadaman api
  - pendinginan bahan bakar (*cooling*)
  - mematikan sumber bahan bakar (*starving*)
  - menghalangi terjadinya reaksi kimia berantai
10. Budaya kerja 5R merupakan pembiasaan positif di dunia kerja. Menggunakan peralatan seperlunya merupakan aktivitas budaya kerja 5R yang termasuk ....
- rawat
  - rajin
  - resik
  - rapi
  - ringkas



## Lembar Observasi Penilaian Kinerja

Nama : ..... Kelas : .....

| No. | Aspek Penilaian Kinerja | Uraian Indikator                       | Sangat Baik | Baik | Cukup | Kurang |
|-----|-------------------------|--|-------------|------|-------|--------|
|     |                         |  | 4           | 3    | 2     | 1      |
| 1.  | tanggung jawab          | mengikuti semua aktivitas pembelajaran |             |      |       |        |
|     |                         | mengerjakan aktivitas                  |             |      |       |        |
|     |                         | memiliki buku catatan                  |             |      |       |        |
|     |                         | mengumpulkan tepat waktu               |             |      |       |        |
| 2.  | kerja sama              | aktif berdiskusi dalam kelompok        |             |      |       |        |
|     |                         | menghargai rekan dalam kelompok        |             |      |       |        |
|     |                         | berbagi gagasan dalam kelompok         |             |      |       |        |
| 3.  | bernalar kritis         | bertanya dalam kegiatan pembelajaran   |             |      |       |        |
|     |                         | menjawab pertanyaan dalam diskusi      |             |      |       |        |
|     |                         | mengomunikasikan hasil diskusi         |             |      |       |        |



### Kunci Jawaban

Berikut adalah kunci jawaban dari penilaian akhir pembelajaran.

1. A
2. C
3. C
4. D
5. E
6. B
7. D
8. B
9. A
10. E





## Refleksi

Lakukan refleksi terhadap pembelajaran pada bab “Keselamatan dan Kesehatan Kerja serta Budaya Kerja Industri” dengan memberikan beberapa pertanyaan kepada peserta didik seperti materi apa saja yang sudah dikuasai dan yang belum dikuasai oleh peserta didik. Guru juga dapat menyampaikan manfaat yang dirasakan oleh peserta didik setelah mempelajari materi pada topik bab ini.



## Sumber Belajar

### Sumber Belajar Utama

Buku Siswa *Dasar-Dasar Teknik Perminyakan*

### Sumber Belajar Penunjang

Kementerian Perindustrian Republik Indonesia.  
*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, 2009*

<http://ringkas.kemdikbud.go.id/SMKPerminyakan11>



Kementerian Tenaga Kerja Republik Indonesia.  
*Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor PER.08/MEN/VII/2010 tentang Alat Pelindung Diri*

<http://ringkas.kemdikbud.go.id/SMKPerminyakan12>



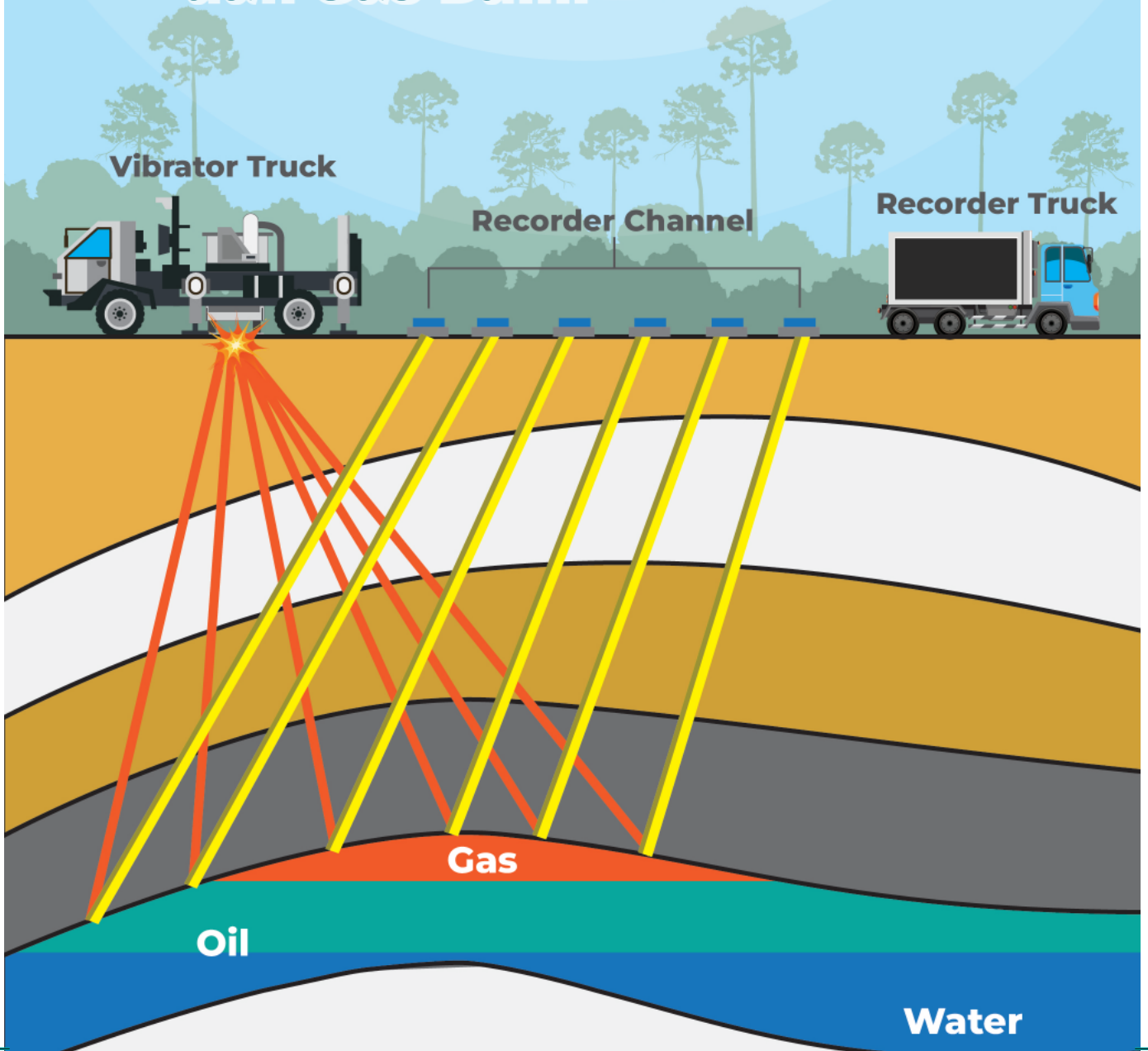
KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI  
REPUBLIK INDONESIA, 2023

Buku Panduan Guru Dasar-Dasar Teknik Perminyakan  
untuk SMK/MAK Kelas X

Penulis : Dani Yudanto, Eka Mulya Ade  
ISBN : 978-623-194-478-8 (no.jil,lengkap PDF)  
978-623-194-479-5 (jil.1 PDF)

## I Bab 5

# Tahap Eksplorasi Minyak dan Gas Bumi

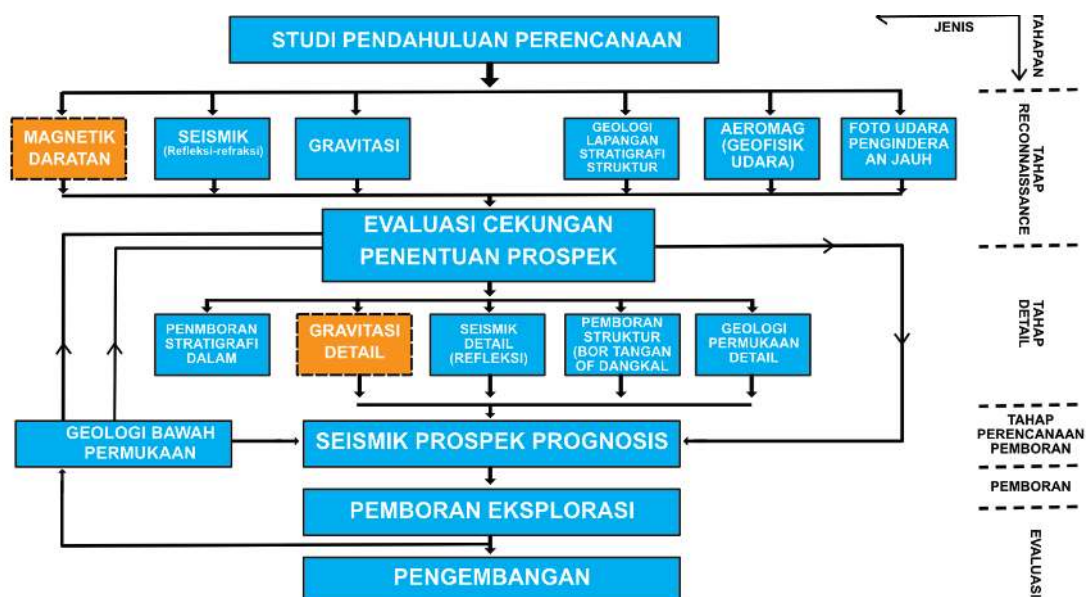


Bab V “Tahap Eksplorasi Minyak dan Gas Bumi” bertujuan memberikan pengalaman belajar kepada peserta didik untuk lebih memahami proses pencarian cadangan minyak bumi, studi geologi, survei seismik, dan pengeboran eksplorasi. Bab V terdiri atas lima subbab, yaitu subbab A tentang perencanaan eksplorasi, subbab B tentang pemilihan daerah eksplorasi, subbab C tentang kegiatan seismik, subbab D tentang evaluasi data dan survei detail, dan subbab E tentang perencanaan pengeboran eksplorasi.

Guru dapat memberikan ilustrasi mengenai proses pembentukan minyak dan gas bumi diawali dengan pertanyaan, “Bagaimanakah minyak dan gas bumi dapat ditentukan lokasi keberadaannya?” Guru harus berusaha memberikan umpan pembelajaran yang tepat agar peserta didik memahami bahwa tahap eksplorasi minyak dan gas bumi ini menggunakan teknologi tinggi, modal yang besar, dan risiko ketidakpastian yang cukup tinggi.

### **Apersepsi**

Mengawali pembelajaran bab ini, guru melakukan pengenalan bab dengan menyajikan Gambar 5.1 tentang urutan operasi survei eksplorasi migas.



**Gambar 5.1** Urutan Operasi Survei Eksplorasi Minyak dan Gas  
(Sumber: Modul PTP UPN V Yogyakarta (Ilustrasi ulang))



Setelah memberikan gambar kepada peserta didik, guru memberikan pertanyaan pemantik, “Apa itu kegiatan eksplorasi?” Guru dapat menyajikan peta konsep untuk bab ini. Peserta didik mengamati peta konsep dan merumuskan masalah untuk mempelajari lebih lanjut isi bab ini.



## Konsep dan Keterampilan Prasyarat

Konsep dan keterampilan prasyarat yang harus dimiliki oleh peserta didik ialah tentang profil bisnis industri perminyakan yang terdiri atas industri hulu dan industri hilir. Dari bab sebelumnya, para peserta didik sudah mengetahui apa saja kegiatan utama pada industri hulu dan industri hilir. Penegasan konsep prasyarat ini dengan memberikan gambaran tahapan pada industri hulu yang diawali dengan kegiatan eksplorasi minyak dan gas bumi.



## Penyajian Materi Esensial

Berikut ini konsep-konsep penting (konsep kunci) yang perlu dikuasai peserta didik pada Bab V “Tahap Eksplorasi Minyak dan Gas Bumi”.

Tabel 5.1 Konsep Kunci Bab V

| No. | Kata Kunci                                  | Penjelasan   |
|-----|---|--|
| 1.  | industri migas                              | industri yang melakukan kegiatan terhadap minyak dan gas bumi  |
| 2.  | eksplorasi migas                            | kegiatan untuk mendapatkan informasi kondisi geologi dan dengan cara geofisika untuk menemukan, memperoleh lokasi, serta memperkirakan cadangan minyak dan gas bumi  |
| 3.  | <i>G &amp; G (geology &amp; geophysics)</i> | metode geologi dan geofisika yang bertujuan memetakan persebaran batuan dan formasi batuan, umur batuan, kandungan mineral, fosil, geokimia, stratigrafi dan sedimentologi, serta struktur geologi, dan menggambarkan kondisi di bawah permukaan |



| No. | Kata Kunci            | Penjelasan  |
|-----|-----------------------|---|
| 4.  | geofisika             | metode yang dilakukan untuk memperoleh gambaran lapisan batuan di dalam bumi melalui survei seismik, survei magnetik, dan survei gravitasi  |
| 5.  | pengeboran eksplorasi | pengeboran yang bertujuan mengetahui dengan pasti jenis batuan yang lebih detail antar lapisan serta pengambilan contoh sampel batuan untuk analisis lebih lanjut di laboratorium |



### Penilaian Sebelum Pembelajaran

Penilaian sebelum pembelajaran dapat digunakan untuk mengukur pengetahuan awal peserta didik tentang topik pada bab.



### Pertanyaan

Jawablah dengan singkat dan tepat!

1. Berdasarkan pengetahuan yang sudah kamu miliki, apa saja kegiatan yang dilakukan dalam eksplorasi migas?

Penilaian sebelum pembelajaran dapat digunakan untuk menggalang penguasaan peserta didik tentang konsep prasyarat.



### Kunci Jawaban Penilaian Sebelum Pembelajaran

1. Tahapan eksplorasi migas terdiri atas
  - identifikasi langsung,
  - studi geologi,
  - studi geofisika, dan
  - pengeboran eksplorasi.





## Panduan Pembelajaran

**Alokasi Waktu : 48 jam pelajaran (60 x 45 menit)**  
(Guru dapat menyesuaikan dengan kondisi aktual pembelajaran)



## Tujuan Pembelajaran

Perincian tujuan pembelajaran pada Bab V dapat dilihat pada Tabel 5.2.

**Tabel 5.2** Perincian Tujuan Pembelajaran

| Capaian Pembelajaran   | Tujuan Pembelajaran   | Indikator Pencapaian Tujuan Pembelajaran   |
|--|---|--|
| Pada akhir Fase E, peserta didik mampu memahami jenis-jenis eksplorasi dan tahapan pencarian sumber minyak dan gas bumi di darat dan perairan melalui pengenalan dan praktik dasar terkait eksplorasi. | <ol style="list-style-type: none"> <li>Memahami proses terjadinya migas.</li> <li>Memahami tahapan pencarian sumber migas.</li> <li>Memahami jenis-jenis eksplorasi migas.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 Peserta didik dapat menjelaskan batuan induk.</li> <li>1.2 Peserta didik dapat menjelaskan fungsi batuan perangkap.</li> <li>2.1 Peserta didik dapat membedakan peta topografi dan peta kontur.</li> <li>2.2 Peserta didik dapat menjelaskan survei seismik.</li> <li>3.1 Peserta didik dapat menjelaskan jenis-jenis pengeboran eksplorasi migas.</li> </ol> |

Dimensi profil pelajar Pancasila yang ditanamkan dalam pembelajaran Bab V adalah (1) beriman, bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, dan berakhlak mulia; (2) berkebinekaan global; (3) bergotong royong; (4) mandiri; (5) bernalar kritis; dan (6) kreatif.



## A. Perencanaan Eksplorasi

Bagilah kelas menjadi beberapa kelompok yang terdiri atas empat peserta didik untuk memulai aktivitas diskusi tentang perencanaan eksplorasi sebagai tahapan awal dalam eksplorasi migas. Pada awal pembelajaran bab ini, guru dapat memberikan pertanyaan masalah seperti, “Apakah tujuan dari perencanaan eksplorasi?” Mulailah diskusi kelompok dengan literasi pada subbab perencanaan eksplorasi dengan bahasan *reconnaissance* (pengintaian). Guru menyajikan Gambar 5.2 untuk melihat contoh hasil foto udara dan foto satelit.



**Gambar 5.2** Foto Udara dan Foto Satelit

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

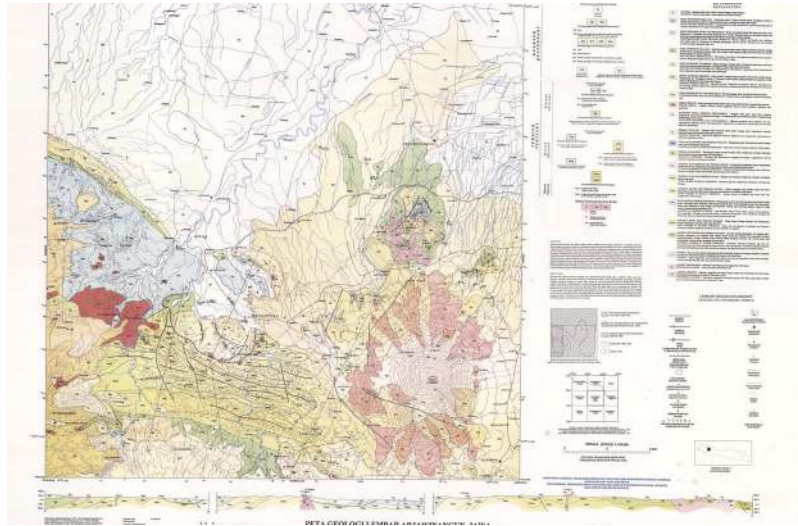
### 1. Peta Geologi

Peserta didik mulai mendiskusikan tentang peta geologi, termasuk membahas batuan-batuan penyusun muka bumi. Selanjutnya peserta didik berdiskusi tentang kolom stratigrafi memuat tabel urutan-urutan jenis batuan beserta umurnya dari yang paling tua sampai yang paling muda. Gambar 5.3 adalah contoh foto aktivitas pemetaan geologi, sedangkan Gambar 5.4 adalah contoh peta geologi.



**Gambar 5.3** Pemetaan Geologi

Sumber: Yudanto (2014)



**Gambar 5.4** Peta Geologi

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

## 2. Informasi pada Peta Geologi

Peserta didik berdiskusi tentang informasi yang terdapat di dalam peta geologi. Hasil-hasil dari lapangan dan laboratorium tersebut dikompilasikan untuk merekonstruksi sejarah geologi, umur batuan, sebaran batuan, keterdapatn potensi sumber daya mineral/migas, potensi bencana geologi yang dituangkan ke dalam peta. 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

Peserta didik kemudian berdiskusi tentang tujuan penyelidikan geofisika, yaitu 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. Guru dapat membuat bagan pembagian penyelidikan geofisika yang dibagi menjadi survei seismik dan survei magnetik. Guru membimbing peserta didik agar mampu membedakan antara survei seismik dan survei magnetik.

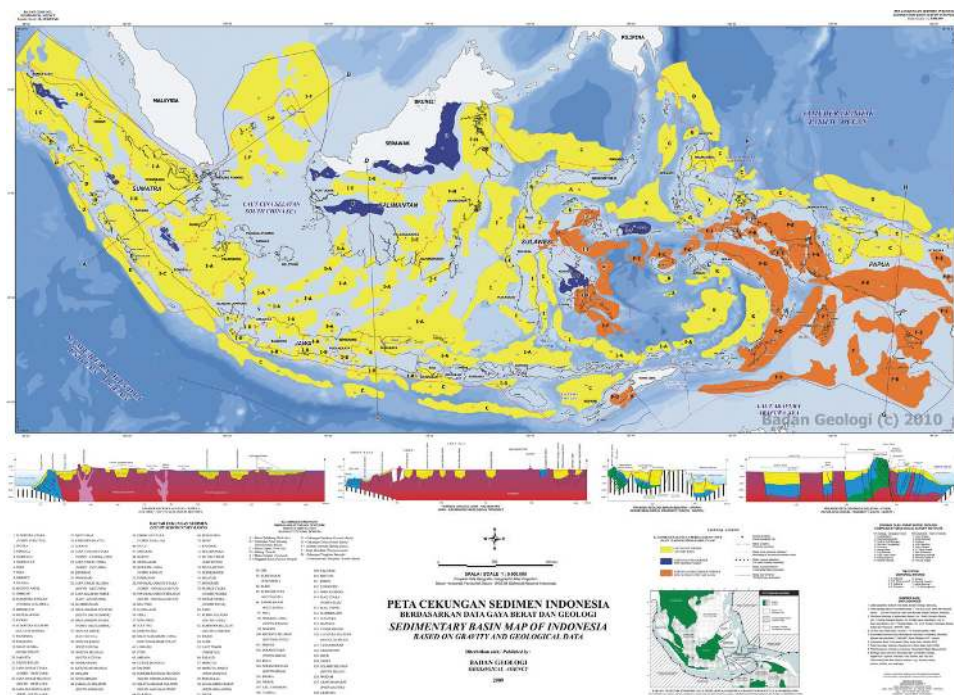
## 4. Survei Gravitasi

Aktivitas diskusi berikutnya membahas survei gravitasi. Survei gravitasi dilakukan dengan memanfaatkan perubahan gaya gravitasi dari suatu tempat ke tempat lain. Jika batumannya memiliki densitas yang tinggi maka nilai gravitasi yang terukur juga besar.



## B. Pemilihan Daerah Eksplorasi

Guru membagi kelas ke dalam kelompok belajar untuk mendiskusikan materi pembelajaran tentang pemilihan daerah eksplorasi. Guru memberikan pertanyaan masalah seperti, "Bagaimanakah memilih daerah untuk kegiatan eksplorasi?" Guru menyajikan penyebaran cekungan yang ada di Indonesia pada Gambar 5.5.



**Gambar 5.5** Gambar Penyebaran Cekungan yang Ada di Indonesia  
Sumber : Pusat survey Geologi, Badan Geologi, Kementerian ESDM (2009)

Guru membimbing peserta didik untuk mendiskusikan penyebaran cekungan. Penentuan cadangan minyak bumi sangatlah sulit dan penuh ketidakpastian. Minyak bumi yang terdapat dalam suatu cekungan sedimen berasal dari bahan organik 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 empiris.

Peserta didik melanjutkan diskusi tentang batuan induk. Batuan induk merupakan awal dari mata rantai terdapatnya akumulasi minyak dan gas bumi. Guru memberikan penegasan agar para peserta didik

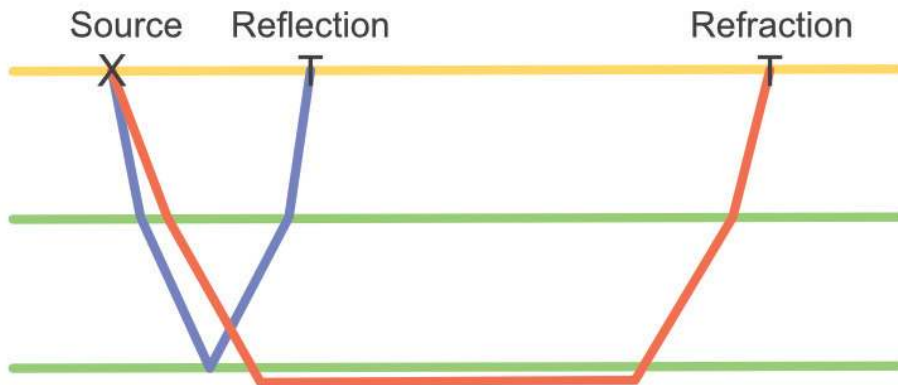


benar-benar memahami tentang batuan induk karena dari situlah minyak dan gas bumi terbentuk. Selain itu, peserta didik mengkaji sifat-sifat batuan reservoir.

### C. Kegiatan Survei Seismik

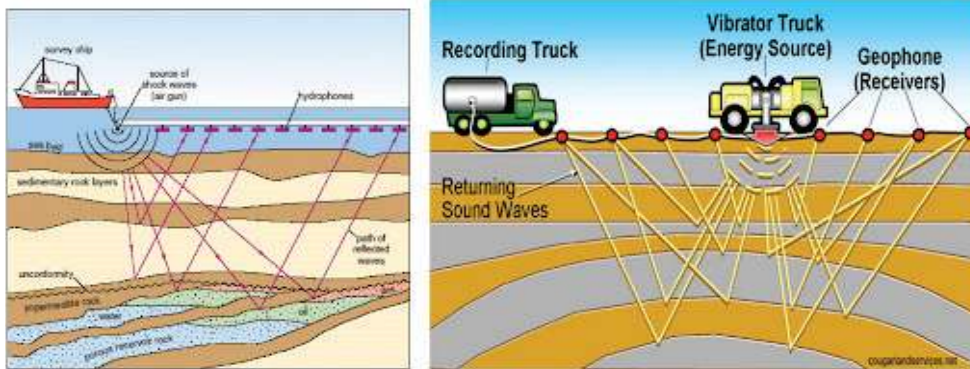
Subbab berikutnya ialah kegiatan survei seismik. Berikan pemahaman bahwa kegiatan seismik ini merupakan metode geofisika yang paling populer dalam eksplorasi hidrokarbon. Guru dapat membuat media pembelajaran yang menggambarkan pemetaan struktur bawah permukaan menggunakan metode seismik. Berikan gambaran bahwa metode seismik ini dilakukan dengan memberikan gelombang suara ke dalam bumi dan menganalisis hasil pantulannya. Peserta didik memahami tujuan interpretasi seismik khusus, yaitu untuk menentukan tempat-tempat terakumulasinya minyak dan gas bumi.

Peserta didik juga harus memahami bahwa minyak dan gas bumi akan terakumulasi pada suatu tempat jika memenuhi tiga syarat, yaitu adanya (1) batuan sumber (*source rock*), (2) batuan reservoir, dan (3) batuan penutup. Sketsa kurva rambatan seismik, survei seismik di darat dan di laut, serta data seismik dan pembacaannya dapat dilihat pada Gambar 5.6.

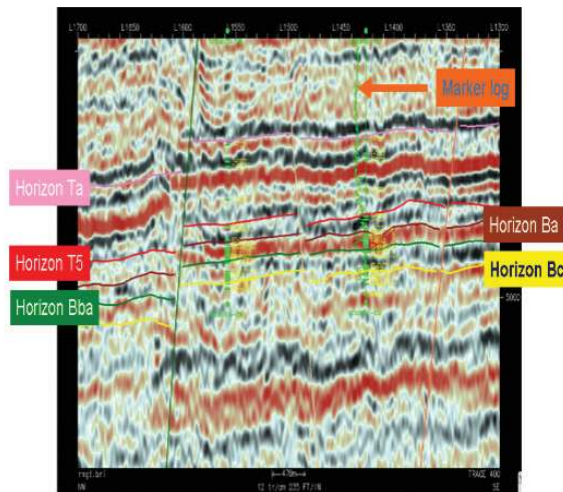


Gambar 5.6 Sketsa Kurva Rambatan Seismik





**Gambar 5.7** a. Survei Seismik di Laut, b. Proses Seismik di Darat  
 Sumber : a. Roberts, dkk (2021), b. Zowarka (2013)



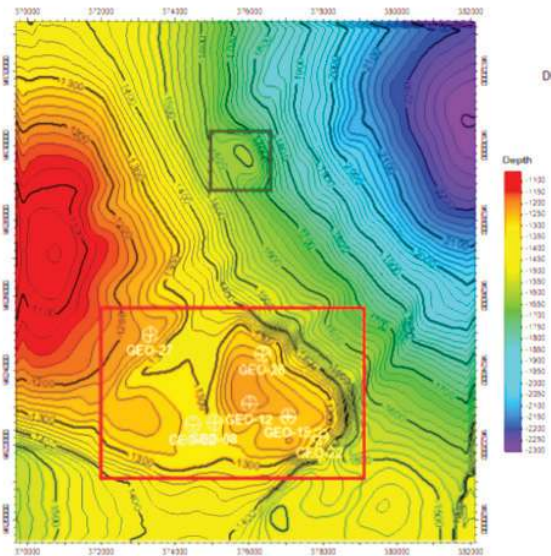
**Gambar 5.8** Data Seismik dan Pembacaannya  
 Sumber: Alfandri (2007)

## D. Evaluasi Data dan Survei Detail

Subbab berikutnya ialah evaluasi data dan survei detail. Berikan pemahaman tujuan evaluasi data dan survei detail yaitu menentukan adanya tutupan (*closure*), besar kecilnya tutupan secara areal atau secara vertikal serta bentuk perangkat itu secara lebih teliti, sehingga langsung dapat ditentukan titik lokasi pengeboran eksplorasi. Peserta didik menelaah hasil survei detail untuk menentukan perkiraan volume minyak yang bisa diharapkan secara maksimal dan juga kedalaman objektif atau lapisan reservoir yang diharapkan akan menghasilkan minyak. Metode survei detail yang biasanya sekarang dilakukan adalah

1. survei geologi permukaan,
2. survei seismik,
3. pengeboran stratigrafi,
4. pengeboran struktur, dan
5. survei gravitasi detail.

Penampang seismik peta struktur berkontur terdapat pada Gambar 5.9.



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

Untuk menggali pemahaman konsep, arahkan peserta didik untuk mengerjakan Aktivitas 5.1. Peserta didik berdiskusi secara berkelompok dan mencatat hasil diskusi pada buku catatan masing-masing.



#### **Kunci Jawaban Aktivitas 5.1**

1. Peta geologi adalah peta yang berkaitan dengan informasi geologi di suatu wilayah. Informasi geologi tersebut berupa batuan penyusun permukaan bumi di wilayah tertentu baik secara lateral, maupun secara vertikal.
2. Peta berkонтur adalah peta yang menunjukkan kesamaan ketinggian.
3. Maksud garis-garis melengkung pada peta kontur adalah menghubungkan titik-titik dengan ketinggian yang sama.



## E. Perencanaan Pengeboran Eksplorasi

Guru membagi kelas untuk diskusi kelompok tentang perencanaan pengeboran eksplorasi. Pada subbab sebelumnya sudah dibahas lokasi akumulasi minyak dan gas bumi di bawah permukaan. Guru dapat memberikan pertanyaan masalah, “Bagaimanakah cara membuktikan ada tidaknya migas pada suatu cekungan?” Berikan gambaran pentingnya perencanaan sumur dalam persiapan program pengeboran.

Peserta didik mendiskusikan bahwa dalam perencanaan sumur minyak diperlukan beberapa variabel berikut ini.

### 1. Keamanan (*Safety*)

Peserta didik sudah memiliki pengetahuan pada pembahasan bab sebelumnya bahwa dalam melakukan aktivitas pekerjaan di industri migas, faktor keamanan (*safety*) adalah nomor satu. Pada subbab ini dibahas faktor keamanan perencanaan pengeboran. Pengeboran banyak menggunakan teknologi tinggi dan peralatan yang dapat berpotensi bahaya bagi pekerja. Masalah pada saat pengeboran, jika terjadi, akan membahayakan para pekerja. Kegagalan faktor keamanan ini dapat mengakibatkan kematian, kebakaran, dan cacat pada individu.

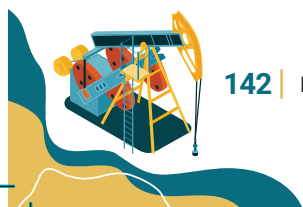
### 2. Biaya Minimum

Faktor kedua yang perlu dipahami peserta didik adalah biaya minimum dalam perencanaan pengeboran. Perencanaan pengeboran terdapat dua sisi biaya yang harus dikeluarkan yaitu untuk membangun fasilitas pengeboran dan untuk membangun sistem keamanan program pengeboran. Dalam perencanaan sumur diusahakan agar biaya dapat ditekan sekecil mungkin tanpa mengabaikan aspek keamanan.

### 3. *Usable Hole* (Lubang Bor Terpakai)

Peserta didik melanjutkan diskusi bahwa lubang bor yang mencapai target kedalaman tidak selalu sesuai seperti yang diharapkan. Untuk itu, istilah *usable* tersebut harus memenuhi ketentuan berikut ini.

- Ukuran diameter lubang bor sesuai dengan kompleksitas sumur yang akan dilakukan.
- Formasi produksi tidak mengalami kerusakan yang tidak dapat diperbaiki.



#### 4. Pelaksanaan Pengeboran Eksplorasi

Setelah diketahui ada tidaknya kandungan hidrokarbon di suatu lokasi hasil eksplorasi maka tahap berikutnya adalah pengeboran eksplorasi. Guru memberikan pertanyaan masalah, “Bagaimanakah kegiatan pengeboran eksplorasi?” Guru membimbing peserta didik untuk berdiskusi tentang langkah-langkah pada pengeboran eksplorasi seperti disajikan pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Langkah-Langkah Pengeboran Eksplorasi

| No. | Langkah-Langkah   | Penjelasan  |
|-----|---|---|
| 1.  | Membuat sarana transportasi.                                      | Sarana transportasi diakses oleh kendaraan dengan beban sangat berat dan berukuran panjang sehingga struktur jalan harus kuat (Gambar 5.10).  |
| 2.  | Membuat lubang <i>stove pipe</i> dan memasang <i>stove pipe</i> . | Rangkaian pondasi dan struktur di sekitar lubang <i>stove pipe</i> ini haruslah sangat kuat agar pada pelaksanaan dan peletakan peralatan pengeboran nantinya pondasi mampu menahan alat-alat yang berat tersebut (Gambar 5.11).                        |
| 3.  | Membuat kolam cadangan ( <i>mud pit</i> )                         | Kolam cadangan adalah tempat penyimpanan lumpur atau air (untuk pengeboran panas bumi) dalam kegiatan pengeboran (Gambar 5.12).   |
| 4.  | Mempersiapkan sumber air.   | Tersedianya sumber air sangat penting dalam pengeboran karena proses pengeboran memerlukan air dalam jumlah besar untuk pembuatan lumpur, untuk cadangan apabila terjadi <i>loss</i> atau hilangnya lumpur karena masuk ke dalam formasi (Gambar 5.13). |
| 5.  | Mengirimkan peralatan.  | Setelah dari segi teknis sebelumnya sudah terpenuhi, peralatan akan dikirim ke lokasi (Gambar 5.14).  |



| No. | Langkah-Langkah   | Penjelasan  |
|-----|---|---|
| 6.  | Menyusun peralatan <i>sub-structure</i> .                           | Peralatan <i>sub-structure</i> adalah komponen-komponen peralatan utama (Gambar 5.15).  |
| 7.  | Mendirikan <i>derrick</i> atau menara pengeboran.                   | Menara sangat penting untuk merangkai peralatan utama dan penunjang pengeboran (Gambar 5.16).   |
| 8.  | Menyusun peralatan utama dan penunjang.                             | Peralatan utama dan penunjang sudah tersusun sesuai dengan rencana pengeboran (Gambar 5.17).  |
| 9.  | Menempatkan personel pengeboran dan <i>personal service company</i> | Apabila semua komponen alat sudah berada di lokasi dan disusun sesuai dengan fungsinya, para pekerja akan menempati posisi sesuai tugas dan kompetensi masing-masing (Gambar 5.18). |



Gambar 5.10 Pembuatan Sarana Transportasi



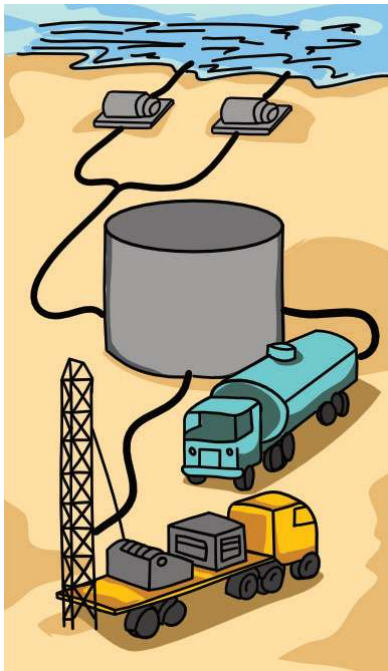


**Gambar 5.11** Pembuatan Lubang Stove Pipe dan Pemasangan Stove Pipe

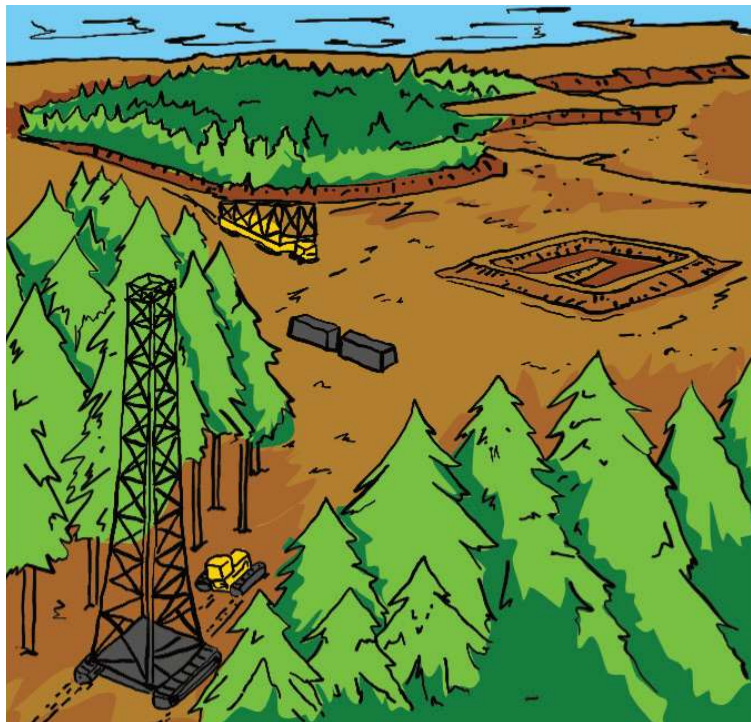


**Gambar 5.12** Pembuatan Kolam Cadangan atau Mud Pit





**Gambar 5.13** Persiapan Sumber Air

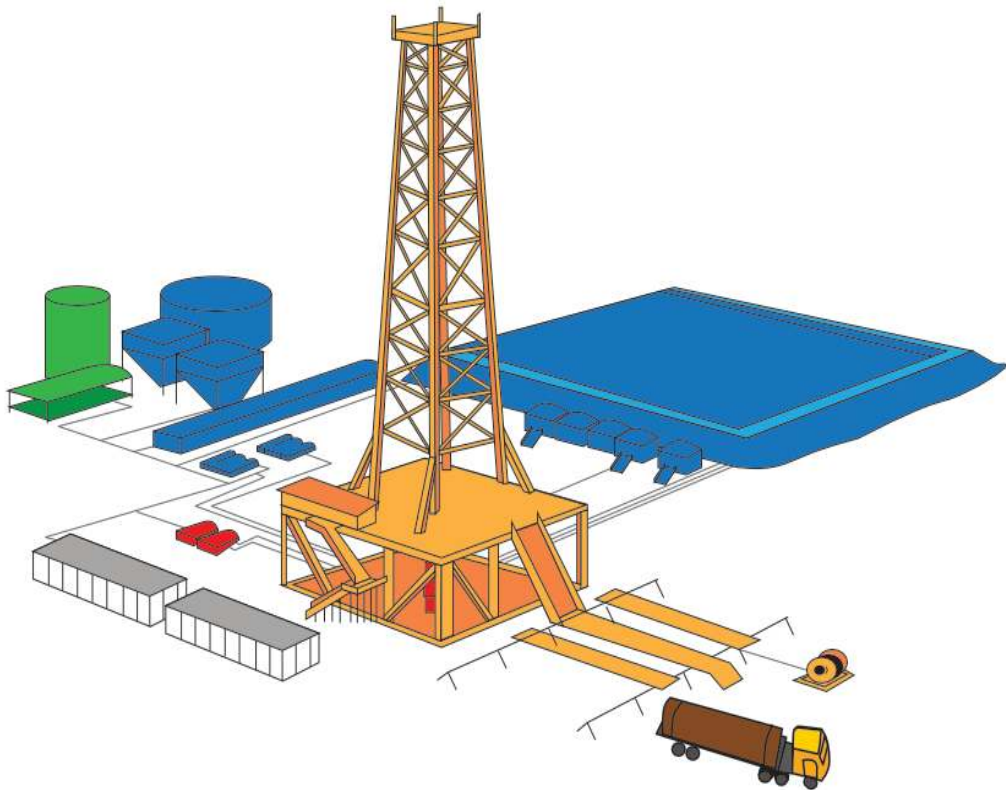


**Gambar 5.14** Pengiriman Peralatan



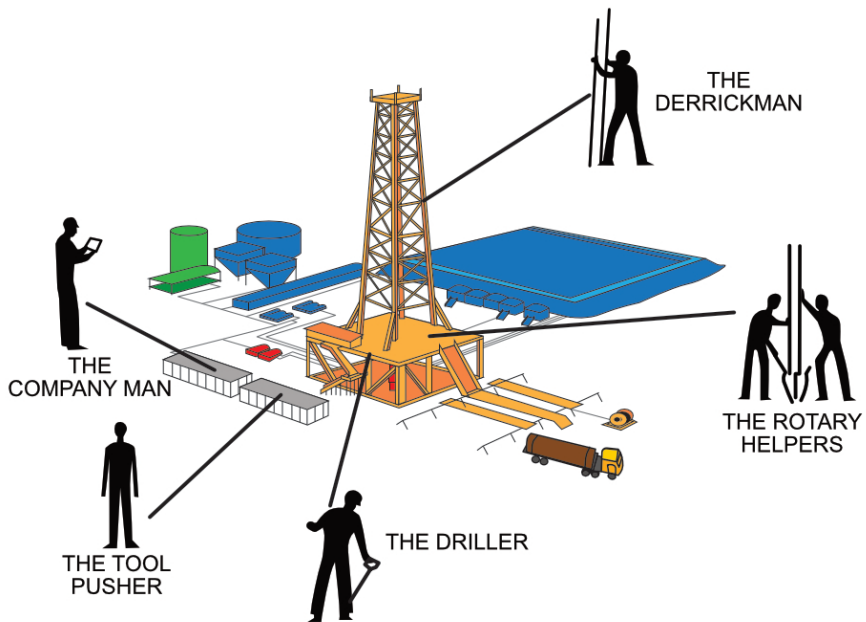


**Gambar 5.15** Penyusunan Peralatan *Sub-structure*



**Gambar 5.16** Penyusunan Peralatan Utama dan Penunjang





**Gambar 5.17** Personel Pengeboran dan *Personal Service Company*

Di bawah bimbingan guru, peserta didik menyimpulkan bahwa pengeboran eksplorasi dilakukan setelah semua peralatan dan semua personel pengeboran sudah siap berdasarkan data interpretasi gambar dari survei seismik dan sesuai titik yang diduga mengandung cadangan migas. Peserta didik perlu mengetahui bahwa meskipun data seismik akurat, belum tentu kenyataannya ditemukan cadangan migas.

Untuk menggalai pemahaman konsep, arahkan peserta didik untuk mengerjakan Aktivitas 5.2. Peserta didik berdiskusi secara berkelompok dan mencatat hasil diskusi pada buku catatan masing-masing.



**Kunci Jawaban Aktivitas 5.2**

1. Apabila hasil pencarian minyak tersebut tidak berhasil menemukan cadangan migas, kerugian akan ditanggung oleh perusahaan karena semua biaya yang dikeluarkan menjadi tanggung jawab perusahaan.





## Kunci Jawaban Uji Kompetensi

1. *Reconnaissance* (pengintaian).
2. Seismik.
3. Peralatan yang ditunjukkan oleh Gambar 1 adalah vibrator.
4. Batuan induk adalah lapisan-lapisan batuan yang merupakan tempat terbentuknya minyak dan gas.
5. Sifat-sifat batuan reservoir adalah *permeable*, porous.
6. Fungsi batuan perangkap adalah mencegah cairan hidrokarbon yang terperangkap agar tidak bermigrasi ke tempat lain.
7. Pengeboran deliniasi adalah pengeboran untuk mencari batas-batas penyebaran minyak, mencari batas kontak antara air dan minyak.
8. Prinsip kerja dari pekerjaan geoseismik adalah dengan memberikan energi gelombang ke dalam bumi dan menganalisis hasil pantulannya.
9. Peta topografi adalah salah satu jenis peta yang mempunyai ciri-ciri khusus yang memperlihatkan keadaan bentuk, penyebaran permukaan muka bumi, dan dimensinya.
10. Peta kontur adalah peta yang menunjukkan kesamaan ketinggian.



## Pengayaan dan Remedial

### 1. Pengayaan

Materi pengayaan yang dapat diberikan ialah mencari informasi dari berbagai sumber belajar mengenai eksplorasi minyak dan gas. Peserta didik, baik secara mandiri maupun secara berkelompok, dapat mencari sumber yang sesuai dengan materi pembelajaran. Bahan bacaan dapat dipelajari dengan mengeklik tautan (*link*) atau memindai kode berikut ini.



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

1



Guru dapat mengembangkan materi pengayaan ini sesuai dengan kondisi di sekolah masing-masing.

## 2. Remedial

Materi remedial ini digunakan untuk memperbaiki pengetahuan dan keterampilan peserta didik dalam topik bab “Tahap Eksplorasi Minyak dan Gas Bumi”. Materi remedial dapat disesuaikan dengan kemampuan yang kurang dikuasai oleh setiap peserta didik. Pembelajaran remedial dapat dilaksanakan secara klasikal atau individual, misalnya dengan membahas soal dalam asesmen yang dianggap belum dikuasai dengan maksimal. Penilaian remedial ini dapat diberikan dalam bentuk penugasan atau asesmen ulang. Berikut ini contoh kegiatan remedial yang dapat dilakukan.

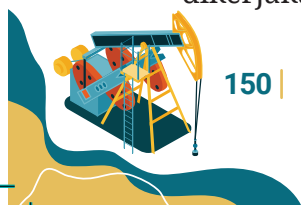
Tabel 5.4 Kegiatan Remedial

| Indikator Pencapaian Tujuan Pembelajaran                                     | Kegiatan remedial  |
|--|--|
| 1.1 Peserta didik dapat menjelaskan batuan induk.                            | Guru memberikan pembelajaran remedial.   |
| 1.2 Peserta didik dapat menjelaskan fungsi batuan perangkap.                 | Guru memberikan motivasi untuk mengembangkan pengetahuan melalui sumber dan media belajar.                     |
| 2.1 Peserta didik dapat membedakan peta topografi dan peta kontur.           | Peserta didik mempelajari kembali materi pembelajaran pada topik bab dipilih sesuai dengan kebutuhan remedial. |
| 2.2 Peserta didik dapat menjelaskan survei seismik.                          | Peserta didik mengikuti penilaian remedial baik penugasan atau asesmen ulang.                                  |
| 3.1 Peserta didik dapat menjelaskan jenis-jenis pengeboran eksplorasi migas. |  |



### Interaksi dengan Orang Tua/Wali dan Masyarakat

Guru dapat berinteraksi dengan orang tua/wali peserta didik untuk mengomunikasikan pembelajaran tahap eksplorasi minyak dan gas bumi. Bentuk pemantauan oleh orang tua/wali dapat dilakukan dengan cara membubuhkan tanda tangan pada setiap aktivitas yang sudah dikerjakan pada bab ini.



Interaksi yang dimaksud adalah interaksi dengan masyarakat/mitra industri yang sesuai dengan program keahlian teknik perminyakan. Interaksi dapat dilakukan untuk memperoleh materi ajar dan mengundang praktisi lapangan sebagai guru tamu misalnya. Interaksi dengan industri ini penting agar terdapat sinkronisasi antara kurikulum program pembelajaran keahlian teknik perminyakan dengan kegiatan nyata di industri terkait.



### Asesmen/Penilaian

Berikut ini jenis penilaian yang dapat dijadikan sebagai instrumen penilaian.

| Aspek Penilaian | Bentuk Penilaian | Teknik Penilaian   |
|-----------------|------------------|--|
| pengetahuan     | tes              | soal tertulis <ul style="list-style-type: none"> <li>• penilaian sebelum pembelajaran</li> <li>• aktivitas 5.1, 5.2</li> <li>• penilaian akhir pembelajaran</li> </ul> |
| keterampilan    | nontes           | observasi kinerja  |

Jenis penilaian yang disajikan tersebut hanyalah sebagai contoh. Guru dapat mengembangkan secara mandiri disesuaikan dengan kondisi yang ada di sekolah masing-masing.



### Penilaian Akhir Pembelajaran

Penilaian akhir pembelajaran dapat dilakukan untuk mengukur pencapaian tujuan pembelajaran. Penilaian aspek pengetahuan dapat menggunakan pada instrumen berikut ini.

#### Instrumen Penilaian Akhir Pembelajaran

Jawablah dengan singkat dan tepat!

1. Apakah yang dimaksud dengan batuan induk?
2. Jelaskan fungsi batuan perangkap!
3. Jelaskan perbedaan peta topografi dan peta kontur!



4. Jelaskan yang dimaksud dengan survei seismik!
5. Sebutkan langkah-langkah pengeboran eksplorasi!

### Lembar Observasi Penilaian Kinerja

Nama : ..... Kelas : .....

| No. | Aspek Penilaian Kinerja | Uraian Indikator                       | Sangat Baik | Baik | Cukup | Kurang |
|-----|-------------------------|--|-------------|------|-------|--------|
|     |                         |  | 4           | 3    | 2     | 1      |
| 1.  | tanggung jawab          | mengikuti semua aktivitas pembelajaran |             |      |       |        |
|     |                         | mengerjakan aktivitas                  |             |      |       |        |
|     |                         | memiliki buku catatan                  |             |      |       |        |
|     |                         | mengumpulkan tepat waktu               |             |      |       |        |
| 2.  | kerja sama              | aktif berdiskusi dalam kelompok        |             |      |       |        |
|     |                         | menghargai rekan dalam kelompok        |             |      |       |        |
|     |                         | berbagi gagasan dalam kelompok         |             |      |       |        |
| 3.  | bernalar kritis         | bertanya dalam kegiatan pembelajaran   |             |      |       |        |
|     |                         | menjawab pertanyaan dalam diskusi      |             |      |       |        |
|     |                         | mengomunikasikan hasil diskusi         |             |      |       |        |





### Kunci Jawaban Penilaian Akhir Pembelajaran

Berikut adalah kunci jawaban dari penilaian akhir pembelajaran.

1. Batuan induk adalah lapisan-lapisan batuan yang merupakan tempat terbentuknya minyak dan gas bumi.
2. Batuan perangkap berfungsi mencegah cairan hidrokarbon yang terperangkap agar tidak bermigrasi ke tempat lain.
3. Peta topografi adalah salah satu jenis peta yang mempunyai ciri-ciri khusus yang menunjukkan keadaan bentuk, distribusi karakteristik, dan ukuran permukaan bumi, sedangkan peta kontur adalah peta yang menunjukkan kesamaan ketinggian.
4. Survei seismik adalah survei yang dilakukan untuk memperoleh gambaran/interpretasi bawah permukaan (*sub-surface interpretation*) dengan menggunakan pantulan gelombang getaran atau ledakan.
5. Tahapan pengeboran eksplorasi:
  - a. pembuatan sarana transportasi;
  - b. pembuatan lubang *stove pipe* dan pemasangan *stove pipe*;
  - c. pembuatan kolam cadangan (*mud pit*);
  - d. persiapan sumber air;
  - e. pengiriman peralatan;
  - f. penyusunan peralatan *sub-structure*;
  - g. pendirian *derrick* atau menara pengeboran;
  - h. penyusunan peralatan utama dan penunjang; dan
  - i. penempatan personal pengeboran dan *personal service company*.





## Refleksi

Lakukan refleksi terhadap pembelajaran pada bab “Tahap Eksplorasi Minyak dan Gas Bumi” dengan memberikan beberapa pertanyaan kepada peserta didik, seperti materi yang sudah dikuasai dan yang belum dikuasai oleh peserta didik. Guru juga dapat menyampaikan manfaat yang dirasakan oleh peserta didik setelah mempelajari materi pada topik bab ini.



## Sumber Belajar

### Sumber Belajar Utama

Buku Siswa *Dasar-Dasar Teknik Perminyakan*

### Sumber Belajar Penunjang

*Pengenalan Industri Migas Eksplorasi dan Produksi*

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



Teknik Eksplorasi Dasar Minyak Bumi dan Gas

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



Pengantar Teknik Perminyakan – Buku II  
Pengantar Teknik Pengeboran

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



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

Buku Panduan Guru Dasar-Dasar Teknik Perminyakan  
untuk SMK/MAK Kelas X

Penulis : Dani Yudanto, Eka Mulya Ade  
ISBN : 978-623-194-478-8 (no.jil,lengkap PDF)  
978-623-194-479-5 (jil.1 PDF)

## I Bab 6

# Tahap Pengeboran Minyak dan Gas Bumi



Bab “Tahap Pengeboran Minyak dan Gas Bumi” bertujuan memberikan pengetahuan tentang persiapan peralatan pengeboran, persiapan alat transportasi peralatan menuju lokasi, dan sistem peralatan pengeboran. Guru dapat memberikan ilustrasi berupa gambar peralatan pengeboran.

Bab 6 terdiri atas tiga subbab. Guru kemudian memberikan perincian subbab pada awal pembelajaran bab ini. Subbab A mempelajari pengertian pengeboran dan metode untuk membuat lubang bor, subbab B mempelajari tahapan persiapan sebelum pengeboran, dan subbab C mempelajari lima macam sistem peralatan pengeboran.



### Apersepsi

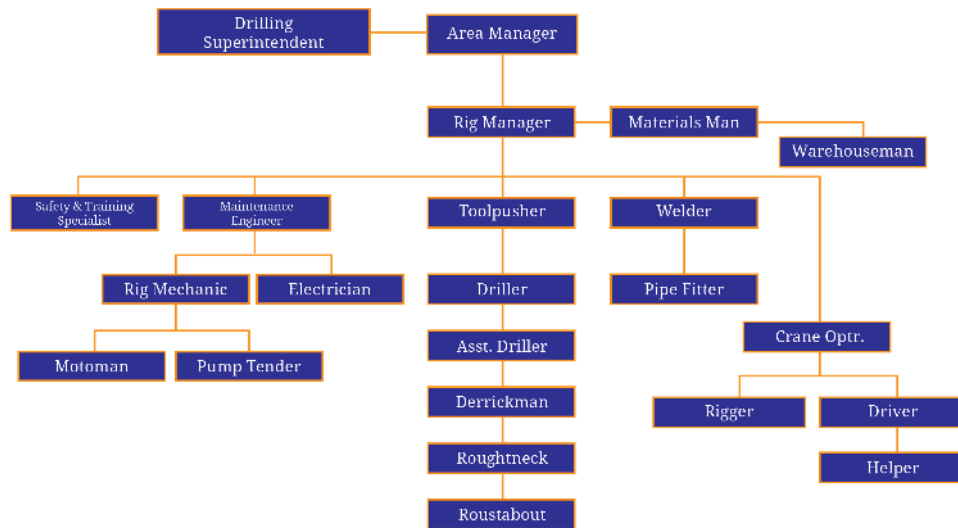
Untuk mengawali pembelajaran bab ini, guru dapat memberikan pertanyaan pemantik, “Tahukah kalian bagaimana memulai kegiatan pengeboran?” Guru dapat menyajikan peta konsep pada bab ini untuk memberikan gambaran ruang lingkup pembelajaran pada bab. Siswa mengamati peta konsep dan merumuskan masalah yang sesuai dengan isi bab.

Guru memberikan informasi bahwa pekerjaan pengeboran di industri migas memerlukan tenaga yang kompeten. Guru memberikan motivasi kepada peserta didik yang berminat untuk bekerja pada pengeboran di industri migas agar lebih mempersiapkan pengetahuan dan keterampilan mereka. Jika ingin lebih diakui kompetensinya, peserta didik dapat mengikuti pelatihan-pelatihan dan sertifikasi profesi. Guru menyampaikan bahwa sertifikasi profesi harus melalui lembaga yang kredibel. Ketentuan ini diberlakukan 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.

Guru menyajikan Gambar 6.1 tentang struktur organisasi dalam sebuah proyek pengeboran. Siswa dapat berliterasi mencari tahu tugas setiap personel di dalam struktur organisasi proyek pengeboran. Guru memberikan gambaran pekerjaan setiap personel dalam proyek pengeboran.



### Line Organization of the Rig Crew



Gambar 6.1 Bagan Struktur Organisasi Sebuah Proyek Pengeboran



## Konsep dan Keterampilan Prasyarat

Konsep dan keterampilan prasyarat yang harus dimiliki oleh peserta didik ialah tentang pengetahuan industri hulu migas. Dari bab sebelumnya, peserta didik sudah mengetahui bahwa industri hulu migas terdiri atas tahapan eksplorasi dan eksploitasi. Pada bab sebelumnya juga sudah dibahas tahapan eksplorasi migas, yakni studi geologi dan studi geofisika. Tahap selanjutnya adalah membuktikan data yang diperoleh dari survei dengan cara melakukan pengeboran sumur untuk mendapatkan bukti dari hasil studi yang dilakukan sebelumnya. Proses ini memerlukan persiapan lahan, persiapan peralatan pengeboran, serta persiapan lain sebelum kegiatan pengeboran dimulai. Ihwal pengeboran eksplorasi akan dibahas pada bab ini.



## Penyajian Materi Esensial

Konsep-konsep penting (konsep kunci) yang perlu dikuasai peserta didik pada Bab VI “Tahap Pengeboran Minyak dan Gas Bumi” sebagai berikut.



Tabel 6.1 Konsep Kunci Bab VI

| No. | Kata Kunci          | Penjelasan   |
|-----|---------------------|--|
| 1.  | pengeboran          | menembus lapisan yang diperkirakan mengandung sejumlah minyak dan atau gas dengan cara membuat lubang dengan peralatan yang dinamakan mata bor secara aman |
| 2.  | <i>rigging-up</i>   | proses memasang menara dan peralatan pengeboran di tempat  |
| 3.  | <i>rigging-down</i> | proses membongkar menara pengeboran dan perlengkapan pengeboran ketika operasi pengeboran selesai  |



### Penilaian Sebelum Pembelajaran

Penilaian sebelum pembelajaran dapat digunakan untuk mengukur pengetahuan awal peserta didik tentang topik pada bab.



### Pertanyaan

Jawablah dengan singkat dan tepat!

1. Apakah tujuan pengeboran pada tahapan eksplorasi migas?

Penilaian sebelum pembelajaran dapat digunakan untuk menggali sejauh mana konsep prasyarat mereka kuasai.



### Kunci Jawaban Penilaian Sebelum Pembelajaran

1. Pengeboran pada tahapan eksplorasi migas bertujuan untuk membuktikan data yang diperoleh dari survei geologi dan geofisika bahwa terdapat cadangan migas.





## Panduan Pembelajaran

**Alokasi Waktu : 48 jam pelajaran (48 x 45 menit)**  
(Guru dapat menyesuaikan dengan kondisi aktual pembelajaran)



## Tujuan Pembelajaran

Perincian tujuan pembelajaran pada Bab VI dapat dilihat pada Tabel 6.2.

**Tabel 6.2** Perincian Tujuan Pembelajaran

| Capaian Pembelajaran  | Tujuan Pembelajaran  | Indikator Pencapaian Tujuan Pembelajaran  |
|---|--|---|
| Pada akhir Fase E, peserta didik mampu memahami proses dalam tahap pemboran meliputi mobilisasi/demobilisasi, <i>moving, rig-up/rig-down</i> , merangkai peralatan putar dan peralatan penggerak, peralatan angkat, peralatan sirkulasi dan pencegah semburan liar. | 1.1 Memahami kegiatan sebelum operasi pengeboran.                    | 1.1 Peserta didik dapat menjelaskan kegiatan sebelum operasi pengeboran.                    |
|   | 1.2 Memahami penerapan <i>rigging up</i> dan <i>rigging down</i> .   | 1.2 Peserta didik dapat menerapkan <i>rigging up</i> dan <i>rigging down</i> .              |
|   | 1.3 Memahami lima komponen utama dalam pengeboran.                   | 1.3 Peserta didik dapat menjelaskan lima komponen utama dalam pengeboran.                   |
|   | 1.4 Memahami peralatan <i>drill stem</i> dan <i>handling tools</i> . | 1.4 Peserta didik dapat menjelaskan peralatan <i>drill stem</i> dan <i>handling tools</i> . |
|   | 1.5 Memahami peralatan pipa pengeboran.                              | 1.5 Peserta didik dapat menjelaskan peralatan pipa pengeboran.                              |



## A. Pengertian Pengeboran

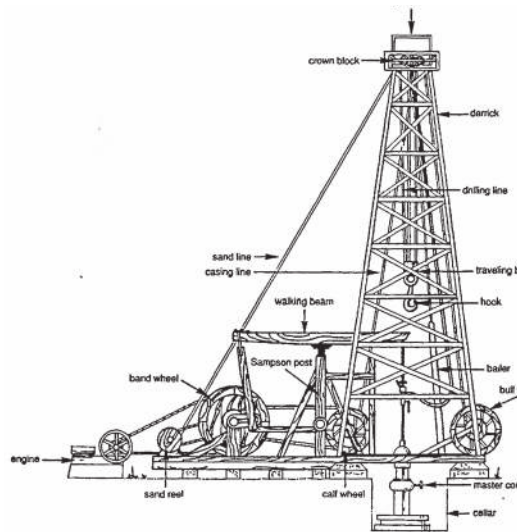
Bagilah kelas menjadi beberapa kelompok yang terdiri atas empat peserta didik untuk memulai aktivitas diskusi tentang persiapan pengeboran. Guru pada awal pembelajaran bab ini dapat memberikan pertanyaan pemantik seperti, “Tahukah kalian apakah yang dimaksud dengan pengeboran?” Mulailah diskusi kelompok dengan literasi pada subbab pengertian pengeboran.

Berikan ilustrasi pengeboran pada sumur minyak dengan menganalogikan pengeboran sumur air. Namun, pengeboran sumur minyak memiliki risiko yang jauh lebih besar karena sumur minyak lebih dalam dan lebih berbahaya. Fluida yang diinginkan dari sumur minyak sangat mudah terbakar atau membahayakan nyawa manusia karena mengandung gas-gas berbahaya. Peserta didik menyimpulkan tujuan pembuatan lubang bor adalah membuat lubang dengan maksud untuk membuktikan apakah terdapat minyak atau gas dalam suatu reservoir minyak di dalam perut bumi.

Guru memberikan pertanyaan pemantik, “Tahukah kalian, apakah tujuan membuat lubang bor pada tahapan eksplorasi?” Peserta didik kemudian mendiskusikan tujuan membuat lubang bor pada tahapan pengeboran. Secara klasikal, guru membimbing peserta didik untuk menyimpulkan tujuan membuat lubang bor yaitu membuat lubang dengan maksud untuk membuktikan apakah terdapat minyak atau gas dalam suatu reservoir minyak di dalam perut bumi. Guru dapat memberi pertanyaan pemantik berikutnya, “Apa saja metode atau cara membuat lubang bor?”

Guru selanjutnya memberikan bahan diskusi tentang metode atau cara untuk membuat lubang bor yaitu melalui *cable tool drilling* (bor tumbuk) dan *rotary drilling* (bor putar). Peserta didik mendiskusikan metode bor tumbuk dan bor putar. Metode bor tumbuk dapat dilihat pada Gambar 6.2, yakni dilakukan dengan cara menumbuk-numbukkan mata bor untuk menembus lapisan tanah. Adapun metode bor putar membuat lubang sumur dengan cara memutar seluruh rangkaian bor dari permukaan sampai ke ujung mata bor agar lapisan batuan mudah dihancurkan. Dari pernyataan tersebut peserta didik menyimpulkan perbedaan kedua metode pengeboran tersebut.





**Gambar 6.2** Cable Tool Drilling Rig  
Sumber: Penn Well Corporation/Hyne (2001)

Guru menyampaikan bahwa terdapat lima sistem metode bor putar untuk mendukung terlaksananya pengeboran. Guru memberikan pertanyaan pemantik, “Apa saja lima sistem metode bor putar?” Peserta didik kemudian berliterasi dari sumber belajar untuk mencari informasi dan mendiskusikan lima sistem metode bor putar tersebut. Guru membimbing peserta didik untuk menyimpulkan kelima sistem metode bor putar, yaitu

1. sistem tenaga (*power system*);
2. sistem pengangkat (*hoisting system*);
3. sistem putar (*rotating system*);
4. sistem sirkulasi (*circulating system*); dan
5. sistem pencegahan semburan liar (*blow out preventer system*).

Ajaklah peserta didik untuk berdiskusi kelompok memahami lebih mendalam tentang pengeboran melalui Aktivitas 6.1.

**Kunci Jawaban Aktivitas 6.1**

Pengeboran juga dilakukan oleh bidang teknik sipil dan geologi. Data yang diinginkan misalnya sampel/ccontoh batuan yang menggambarkan kekerasan batuan dan porositas batuan.



## B. Kegiatan Sebelum Operasi Pengeboran

Guru kemudian melanjutkan untuk menjelaskan kegiatan-kegiatan sebelum operasi pengeboran. Guru mengingatkan peserta didik apa yang sudah dipelajari di subbab sebelumnya mengenai pengeboran. Sampaikan pertanyaan pemantik, "Apa saja yang harus dilakukan sebelum operasi pengeboran?" Berikan pemahaman awal bahwa pengeboran memerlukan peralatan yang ukurannya cukup besar, berat, dan transportasi yang cukup sulit. Sampaikan kepada peserta didik bahwa hal tersebut memerlukan kegiatan sebelum operasi pengeboran, yaitu

1. mempersiapkan jalan menuju ke lokasi pengeboran;
2. mempersiapkan lahan/lokasi pengeboran;
3. mempersiapkan sumber penampungan air;
4. mempersiapkan bahan dan peralatan pengeboran;
5. mempersiapkan alat transportasi baik melalui jalur darat, perairan, maupun jalur udara; dan
6. proses mendirikan menara pengeboran (*rig up*).

Guru menyajikan gambar-gambar kegiatan-kegiatan sebelum operasi pengeboran. Transportasi melalui jalur darat menggunakan trailer pada Gambar 6.3. Transportasi melalui jalur perairan pada Gambar 6.4 digunakan untuk menarik atau mengangkut peralatan *rig*. Namun, jika lokasi pengeboran sulit diakses melalui darat, transportasi dilakukan melalui jalur udara seperti pada Gambar 6.5.

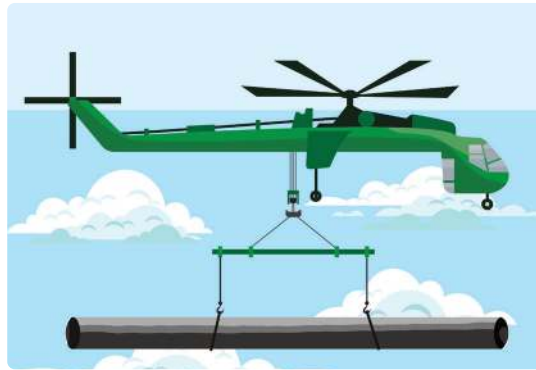


**Gambar 6.3** Transportasi Jalur Darat  
Sumber: PPSDM Migas Cepu/Susilo (2012)





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



**Gambar 6.5** Transportasi Melalui Jalur Udara

Guru membimbing peserta didik untuk berdiskusi tentang proses pendirian menara pengeboran (*rig up*). Peserta didik mendiskusikan materi tentang pendirian menara pengeboran (*rig up*). Proses pendirian menara pengeboran ini dapat dilihat pada Gambar 6.6, Gambar 6.7, Gambar 6.8, Gambar 6.9, dan Gambar 6.10.



**Gambar 6.6** Perangkaian *Sub-structure*  
Sumber: PPSDM Migas Cepu/Susilo (2012)





**Gambar 6.7** Bagian Dasar dari 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)

Ajaklah peserta didik untuk mengerjakan Aktivitas 6.2.



### Kunci Jawaban Aktivitas 6.2

|   |  |
|---|--|
| <p>1. Persiapan lokasi pengeboran:</p>  | <p>a. pembuatan jalan menuju lokasi;<br/>b. mempersiapkan lokasi, meratakan lokasi, pengerasan, membuat kolam, membuat <i>cellar</i>;<br/>c. mempersiapkan air;<br/>d. mempersiapkan peralatan;<br/>e. transportasi peralatan ke lokasi; dan<br/>f. merangkai peralatan dan mendirikan menara.</p> |
| <p>2. Lima sistem dalam pengeboran:</p> | <p>a. sistem tenaga;<br/>b. sistem angkat;<br/>c. sistem putar;<br/>d. sistem sirkulasi; dan sistem pencegah semburan liar.</p>  |

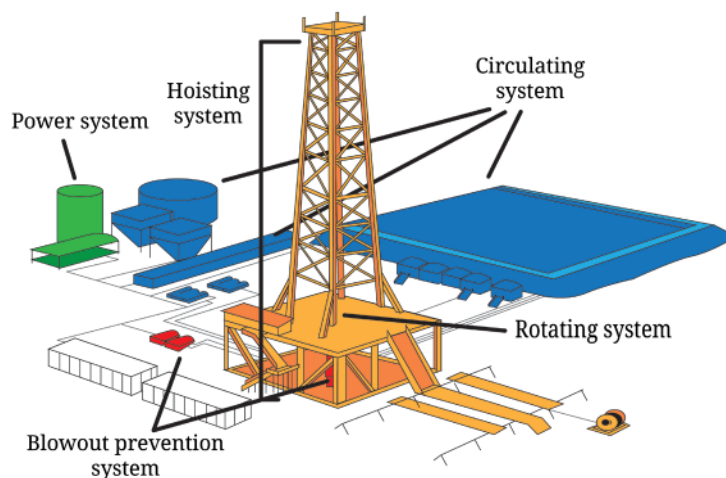


## C. Sistem Peralatan Bor Putar

Guru mengingatkan peserta didik materi yang dipelajari sebelumnya bahwa peralatan pengeboran dapat dikelompokkan menjadi lima sistem dalam pengeboran, yaitu (1) sistem angkat, (2) sistem putar, (3) sistem sirkulasi, (4) sistem tenaga, dan (5) sistem pencegah sembur liar. Guru memberikan pertanyaan pemantik, “Bagaimanakah metode yang dilakukan pada kelima sistem dalam pengeboran?” Peserta didik kemudian berliterasi dari sumber belajar dan berdiskusi di dalam kelompok belajarnya tentang materi pembelajaran lima sistem dalam pengeboran.

### 1. Sistem Angkat

Guru memberi pertanyaan pemantik, “Apa saja bagian utama di dalam sistem angkat?” Guru membagi sistem angkat (*hoisting system*) menjadi dua bagian utama, yaitu (a) *supporting structure*, dan (b) *hoisting equipment*. Guru menyajikan contoh menara bor yang sudah terpasang pada Gambar 6.11.



Gambar 6.11 Peralatan Utama Rig Pengeboran

Peserta didik mengkaji bagaimana proses pada *supporting structure*. Peserta didik mendiskusikan tiga jenis *drilling tower* yaitu *conventional/standard derrick*, *portable skid*, dan *mobile* atau *trailer mounted type mast*. Selanjutnya peserta didik mempelajari peralatan pengangkatan (*hoisting equipment*) yang terdiri atas *drawwork*, *overhead tools*, dan *drilling line*. Menara bor dapat dilihat pada Gambar 6.12, *drawwork* pada Gambar 6.13, sedangkan *drilling line* pada Gambar 6.14.





**Gambar 6.12** Menara Bor  
Sumber: Yudanto (2017)



**Gambar 6.13** Drawwork  
Sumber: Pamungkas (2004)



**Gambar 6.14** Drilling Line  
Sumber: Pamungkas (2004)

### Kunci Jawaban Aktivitas 6.3

Ajaklah peserta didik untuk mengerjakan Aktivitas 6.3.

- |   |  |
|---|--|
| <p>1. Nama-nama peralatan <i>hoisting system</i>:</p> | <p>a. <i>Drawwork</i>,<br/>b. <i>crown block</i>,<br/>c. <i>travelling block</i>,<br/>d. <i>hook</i>,<br/>e. <i>link</i>,<br/>f. <i>elevator</i>, dan<br/>g. <i>drilling line</i>.</p> |
|---|--|



2. Kegunaan-kegunaan peralatan-peralatan *hoisting system*:
- drawwork* merupakan alat yang digunakan seorang *driller* melakukan dan mengatur operasi pengeboran;
  - drilling line* digunakan untuk menahan (menarik) beban pada *hook*;
  - elevator untuk menjepit *drill pipe* ketika memasukkan menyambung pipa bor; dan
  - link* digunakan untuk menghubungkan elevator dengan *hook*.

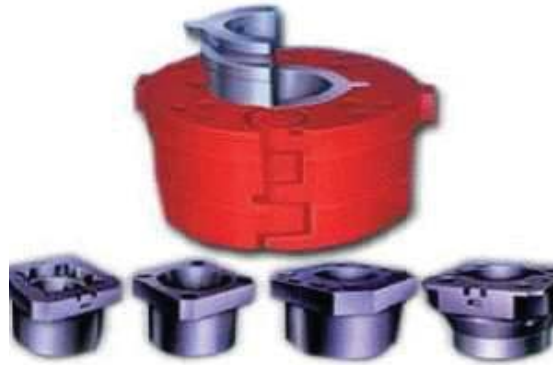
## 2. Sistem Putar

Guru memberi pertanyaan pemantik, “Bagaimanakah sistem putar peralatan pengeboran?” Guru membagi peralatan sistem putar (*rotating equipment*) terdiri atas *rotary table*, *master bushing*, *kelly bushing*, *kelly*, *swivel*, *drill pipe*, dan *drill collar*. Guru menyajikan bentuk visual *rotary table* pada Gambar 6.15, *master bushing* dan *bowl* pada Gambar 6.16, *rotary slip* pada Gambar 6.17, *safety clamp* pada Gambar 6.18, *swivel* pada Gambar 6.19, *drill pipe* pada Gambar 6.20, dan *drill collar* pada Gambar 6.21.



Gambar 6.15 Rotary Table





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



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



**Gambar 6.18** Safety Clamp  
Sumber: Yudanto (2009)





**Gambar 6.19 Swivel**  
Sumber: Winarto (2023)



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

Bagian-bagian *bit* disajikan pada Gambar 2.22. Penyajian gambar visual ini untuk membantu peserta didik mengenali bentuk peralatan yang digunakan dalam pengeboran.



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





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

Sumber: PPSDM Migas Cepu/Susilo (2012)

Ajaklah peserta didik untuk mengerjakan Aktivitas 6.4.



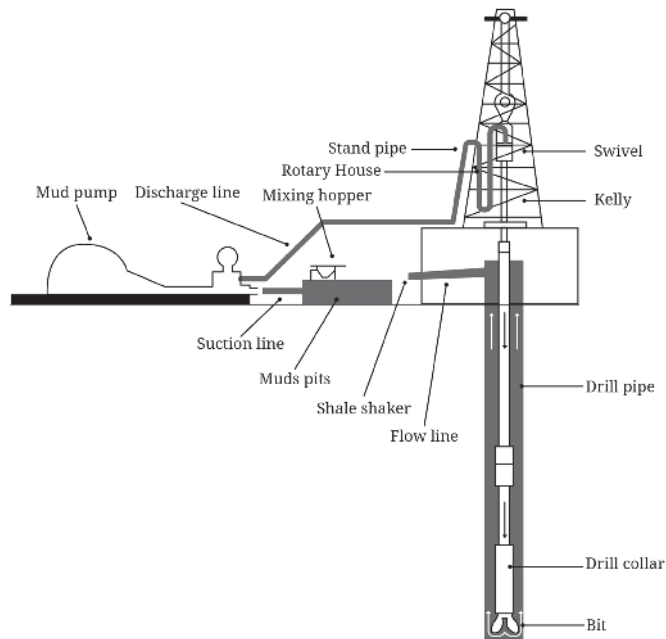
### Kunci Jawaban Aktivitas 6.4

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| 1. jenis-jenis <i>bit</i>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>a. <i>drag bit</i></li> <li>b. <i>roller cone bit</i></li> <li>c. <i>PDC bit / diamond bit</i></li> </ul> |
| 2. bagian-bagian <i>bit</i> | <ul style="list-style-type: none"> <li>a. <i>roller cutter</i></li> <li>b. <i>bearing</i></li> <li>c. <i>nozzle</i></li> </ul>                   |

### 3. Sistem Sirkulasi

Guru memberi pertanyaan pemantik, “Terpikirkankah oleh kalian, bagaimana para pekerja pengeboran membuang kotoran pengeboran dari lubang bor?” Mulailah dengan memberikan penjelasan fungsi sistem sirkulasi. Ajaklah peserta didik berdiskusi tentang bagaimana membuang kotoran pengeboran. Guru membuat klasifikasi sistem sirkulasi ke dalam empat komponen utama, yaitu (1) operasi lumpur pengeboran, (2) *preparation area*, (3) peralatan sirkulasi, dan (4) *solid control equipment*. Peserta didik berdiskusi tentang peran penting operasi lumpur pengeboran dan tempat persiapan awal sistem sirkulasi. Selain itu, peserta didik perlu memahami fungsi peralatan sirkulasi, yaitu mengalirkan lumpur pengeboran dari *mud tank*. Sistem sirkulasi disajikan pada Gambar 6.23.





**Gambar 6.23** Sistem Sirkulasi

#### 4. Sistem Tenaga

Guru memberi pertanyaan pemantik, “Bagaimanakah sumber tenaga yang dibutuhkan dalam peralatan pengeboran?” Mulailah dengan mengilustrasikan besarnya tenaga yang dibutuhkan mesin-mesin pada peralatan pengeboran. Peserta didik berdiskusi tentang sistem tenaga operasi pengeboran. Peralatan sistem tenaga disajikan pada Gambar 6.24.



**Gambar 6.24** Prime Mover  
Sumber: Yudanto (2014)

## 5. Sistem Pencegah Semburan Liar

Guru memberi pertanyaan pemantik, “Pernahkan kalian mendengar, membaca, atau melihat berita tentang peristiwa kecelakaan ketika pekerja pengeboran melakukan aktivitasnya?” Mulailah dengan mengilustrasikan bahwa potensi bahaya pada pengeboran dapat terjadi seperti terjadinya semburan liar atau dikenal dengan istilah *blow out*. Selain berpotensi terjadi kecelakaan kerja akibat semburan liar, bahaya lain ialah terjadinya kebakaran yang dapat menyebabkan hangusnya sebuah rig pengeboran.

Peserta didik berdiskusi tentang penyebab terjadinya semburan liar dan sistem BOP (*blow out preventer*) untuk menutup terjadinya semburan liar. Peralatan BOP *stack* dapat dilihat pada Gambar 6.25.



Gambar 6.25 BOP Stack

Sumber: Winarto (2023)

BOP *stack* meliputi *annular preventer* pada Gambar 6.26, *pipe ram preventer* pada Gambar 6.27, *accumulator* pada Gambar 6.28, dan *choke manifold* pada Gambar 6.29.





**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)

Pada akhir bab, bimbing peserta didik untuk menyimpulkan pembelajaran.





## Kunci Jawaban Uji Kompetensi

1. Dua jenis pengeboran, yaitu (a) pengeboran tegak, dan (b) pengeboran berarah.
2. Fungsi sistem tenaga pada pengeboran adalah sebagai mesin penggerak yang menghasilkan tenaga putaran.
3. Fungsi utama dari sistem sirkulasi adalah mensirkulasikan fluida pengeboran (lumpur bor) ke dalam sumur.
4. Cara kerja dari sistem pencegah semburan liar adalah menutup sumur ketika terjadi *kick*.
5. Ketika akan memulai sebuah pengeboran minyak, yang perlu dipersiapkan oleh para pekerja adalah persiapan lokasi dan peralatan.
6. Air dibutuhkan dalam jumlah yang sangat banyak pada sebuah rig pengeboran digunakan untuk pembuatan fluida pengeboran beserta cadangannya dan untuk pemadaman jika terjadi kebakaran.
7. Fungsi dari *bit* adalah menghancurkan lapisan batuan di dalam formasi.
8. *Blow out* adalah masuknya fluida formasi ke dalam sumur pengeboran yang tidak terkendali.
9. *Kick* adalah masuknya fluida formasi ke dalam sumur pengeboran.
10. Peralatan yang digunakan untuk menutup sumur minyak yang mengalami *kick* adalah *blow out preventer*.



## Pengayaan dan Remedial

### 1. Pengayaan

Materi pengayaan yang dapat diberikan ialah mencari informasi dari berbagai sumber belajar mengenai tahap pengeboran minyak dan gas bumi, dan melakukan pemasangan peralatan pengeboran. Peserta didik, baik secara mandiri maupun berkelompok, dapat mencari sendiri sumber yang sesuai dengan materi pembelajaran. Bahan bacaan dapat dipelajari dengan mengeklik tautan (*link*) atau memindai kode berikut ini.





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

1

Guru dapat mengembangkan materi pengayaan ini sesuai dengan kondisi di sekolah masing-masing.

## 2. Remedial

Materi remedial ini digunakan untuk memperbaiki pengetahuan dan keterampilan peserta didik dalam topik bab “Tahap Pengeboran Minyak dan Gas Bumi”, dan melakukan pemasangan peralatan pengeboran. Materi remedial dapat disesuaikan dengan kemampuan yang kurang dikuasai oleh setiap peserta didik. Pembelajaran remedial dapat dilaksanakan secara klasikal atau individual, misalnya dengan membahas soal dalam asesmen yang dianggap belum dikuasai dengan maksimal. Penilaian remedial ini dapat diberikan dalam bentuk penugasan atau asesmen ulang. Berikut ini contoh kegiatan remedial yang dapat dilakukan.

Tabel 6.3 Kegiatan Remedial

| Indikator Pencapaian Tujuan Pembelajaran  | Kegiatan remedial  |
|---|--|
| 1.1 Peserta didik dapat menjelaskan kegiatan sebelum operasi pengeboran.                    | <ul style="list-style-type: none"><li>• Guru menyampaikan materi pembelajaran remedial.</li><li>• Guru memberikan motivasi untuk mengembangkan pengetahuan melalui sumber dan media belajar.</li><li>• Peserta didik mempelajari kembali materi pembelajaran pada topik bab dipilih sesuai dengan kebutuhan remedial.</li><li>• Peserta didik mengikuti penilaian remedial, baik penugasan maupun asesmen ulang.</li></ul> |
| 1.2 Peserta didik dapat menerapkan <i>rigging up</i> dan <i>rigging down</i> .              |  |
| 1.3 Peserta didik dapat menjelaskan lima komponen utama dalam pengeboran.                   |  |
| 1.4 Peserta didik dapat menjelaskan peralatan <i>drill stem</i> dan <i>handling tools</i> . |  |
| 1.5 Peserta didik dapat menjelaskan peralatan pipa pengeboran.                              |  |





## Interaksi dengan Orang Tua/Wali dan Masyarakat

Guru dapat berinteraksi dengan orang tua/wali peserta didik untuk mengomunikasikan pembelajaran “Tahap Pengeboran Minyak dan Gas Bumi”, dan melakukan pemasangan peralatan pengeboran. Bentuk pemantauan oleh orang tua/wali dapat dilakukan dengan cara membubuhkan tanda tangan pada setiap Aktivitas yang sudah dikerjakan pada topik bab 6.

Interaksi dengan masyarakat dapat dilakukan dengan mitra industri yang sesuai dengan program keahlian teknik perminyakan. Interaksi ini dapat dilakukan, misalnya untuk memperoleh materi ajar dan mengundang praktisi lapangan sebagai guru tamu. Interaksi dengan industri penting agar terdapat sinkronisasi antara kurikulum program pembelajaran keahlian teknik perminyakan dan kegiatan nyata di industri.



## Asesmen/Penilaian

Berikut ini jenis penilaian yang dapat dijadikan sebagai instrumen penilaian.

| Aspek Penilaian | Bentuk Penilaian | Teknik Penilaian   |
|-----------------|------------------|--|
| pengetahuan     | tes              | soal tertulis <ul style="list-style-type: none"><li>• penilaian sebelum pembelajaran</li><li>• aktivitas 6.1, 6.2, 6.3, 6.4</li><li>• penilaian akhir pembelajaran</li></ul> |
| keterampilan    | nontes           | observasi kinerja  |

Jenis penilaian yang disajikan tersebut hanyalah sebagai contoh. Guru dapat mengembangkan secara mandiri disesuaikan dengan kondisi yang ada di sekolah masing-masing.





## Penilaian Akhir Pembelajaran

### Instrumen Penilaian Akhir Pembelajaran

Jawablah dengan singkat dan tepat!

1. Apa saja persiapan yang harus dilakukan sebelum pengeboran?
2. Berikan penjelasan maksud dari *rig up* pada operasi pengeboran?
3. Di antara lima komponen utama pengeboran terdapat sistem pencegah semburan liar. Berikan penjelasan maksud dari sistem pencegah semburan liar ini!
4. Apakah fungsi sistem sirkulasi pada operasi pengeboran?
5. Apakah fungsi *bit* pada pengeboran?

### Lembar Observasi Penilaian Kinerja

Nama : ..... Kelas : .....

| No. | Aspek Penilaian Kinerja | Uraian Indikator                       | Sangat Baik | Baik | Cukup | Kurang |
|-----|-------------------------|--|-------------|------|-------|--------|
|     |                         |  | 4           | 3    | 2     | 1      |
| 1.  | tanggung jawab          | mengikuti semua aktivitas pembelajaran |             |      |       |        |
|     |                         | mengerjakan aktivitas                  |             |      |       |        |
|     |                         | memiliki buku catatan                  |             |      |       |        |
|     |                         | mengumpulkan tepat waktu               |             |      |       |        |
| 2.  | kerja sama              | aktif berdiskusi dalam kelompok        |             |      |       |        |
|     |                         | menghargai rekan dalam kelompok        |             |      |       |        |
|     |                         | berbagi gagasan dalam kelompok         |             |      |       |        |
| 3.  | bernalar kritis         | bertanya dalam kegiatan pembelajaran   |             |      |       |        |
|     |                         | menjawab pertanyaan dalam diskusi      |             |      |       |        |
|     |                         | mengomunikasikan hasil diskusi         |             |      |       |        |





## Kunci Jawaban Penilaian Akhir Pembelajaran

Berikut ini kunci jawaban dari penilaian akhir pembelajaran.

1. Persiapan sebelum pengeboran:
  - a. pembuatan jalan menuju lokasi;
  - b. mempersiapkan lokasi, meratakan lokasi, pengerasan, membuat kolam, membuat *cellar*;
  - c. mempersiapkan air;
  - d. mempersiapkan peralatan;
  - e. transportasi peralatan ke lokasi; dan
  - f. merangkai peralatan dan mendirikan menara.
2. *Rig up* adalah proses memasang menara dan peralatan pengeboran di tempat.
3. Pencegahan semburan liar dilakukan dengan cara menutup sumur dengan peralatan yang disebut *blow out preventer*.
4. Pada proyek pengeboran, pembersihan kotoran pengeboran atau sering disebut dengan *cutting* dilakukan oleh cairan yang disebut lumpur pengeboran yang dialirkan oleh sebuah sistem "sirkulasi".
5. Fungsi *bit* adalah menghancurkan lapisan batuan di dalam formasi.



## Refleksi

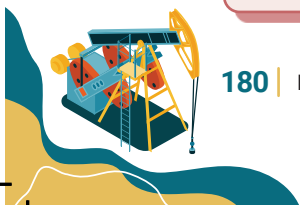
Lakukan refleksi terhadap pembelajaran pada bab ini dengan memberikan beberapa pertanyaan kepada peserta didik tentang materi yang sudah dikuasai dan yang belum dikuasai oleh peserta didik. Guru juga dapat menyampaikan manfaat yang dirasakan oleh peserta didik setelah mempelajari materi tahap pengeboran minyak dan gas bumi, dan melakukan pemasangan peralatan pengeboran. Guru mengingatkan akan pentingnya penerapan K3 dalam operasi pengeboran.



## Sumber Belajar

### Sumber Belajar Utama

Buku Siswa *Dasar-Dasar Teknik Perminyakan*



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

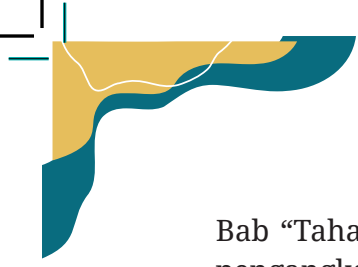
Buku Panduan Guru Dasar-Dasar Teknik Perminyakan  
untuk SMK/MAK Kelas X

Penulis : Dani Yudanto, Eka Mulya Ade  
ISBN : 978-623-194-478-8 (no.jil.lengkap PDF)  
978-623-194-479-5 (jil.1 PDF)

## Bab 7

# Tahapan Produksi Minyak dan Gas Bumi





Bab “Tahapan Produksi Minyak dan Gas Bumi” menjelaskan tahapan pengangkatan migas dari bawah ke atas permukaan tanah hingga pemisahan dan penyimpanan minyak mentah (*crude oil*) di dalam tangki timbun. Guru memberi informasi bahwa tahapan produksi adalah mempersiapkan lubang sumur agar proses produksi siap dilakukan. Berilah penjelasan kepada peserta didik bahwa tahapan persiapan dan produksi ini memerlukan metode serta peralatan yang sesuai dengan fungsi dan kebutuhannya.

Guru kemudian memberikan perincian subbab pada awal pembelajaran bab ini. Bab 7 terdiri atas lima subbab. Subbab A membahas mengenai perencanaan tahap penyelesaian sumur (*well completion*). Subbab B memberikan penjelasan pelubangan sumur (perforasi). Subbab C memberikan penjelasan tahap penimbaan (*swabbing*). Subbab D membahas mengenai jenis-jenis metode produksi migas baik yang menggunakan prinsip pengangkatan alami maupun pengangkatan buatan. Subbab E memberikan penjelasan tentang macam-macam peralatan produksi. Subbab F membahas mengenai fasilitas produksi migas.



### Apersepsi

Ketika mengawali pembelajaran bab ini, guru dapat memberikan pertanyaan pemantik, “Bagaimana konstruksi produksi dan pekerjaan pengembangan sumur minyak?” Guru dapat menyajikan peta konsep untuk bab ini untuk memberikan gambaran ruang lingkup pembelajaran tahapan produksi migas. Peserta didik mengamati peta konsep dan merumuskan masalah yang sesuai dengan isi bab.

Guru memberikan informasi bahwa bila suatu sumur mengandung minyak atau gas, langkah selanjutnya adalah menyelesaikan sumur atau sering disebut sebagai *well completion*. Guru menjelaskan perlu adanya tahapan penyelesaian sumur, termasuk pemasangan fasilitas peralatan produksi. Guru menyampaikan garis besar tahapan produksi migas. Tahap-tahap produksi migas akan dijelaskan pada pembahasan bab ini.





## Konsep dan Keterampilan Prasyarat

Konsep dan keterampilan prasyarat yang harus dimiliki oleh peserta didik ialah pemahaman mengenai tahapan produksi dan bahwa sumur minyak yang sudah ditemukan cadangan migas kemudian perlu dilakukan eksploitasi. Peserta didik juga sudah memahami bahwa pekerjaan dalam industri migas harus memperhatikan, mematuhi, dan menerapkan K3. Peserta didik sudah memahami pengetahuan tentang cekungan yang mengandung minyak dan gas. Peserta didik sudah tahu tahapan eksploitasi yang dilakukan, yaitu melalui pengembangan sumur, pembangunan fasilitas produksi, dan tahapan pengangkatan migas ke atas permukaan.



## Penyajian Materi Esensial

Berikut ini konsep-konsep penting (konsep kunci) yang perlu dikuasai peserta didik pada bab VII ini.

Tabel 7.1 Konsep Kunci Bab VII

| No. | Kata Kunci                           | Penjelasan   |
|-----|--------------------------------------|--|
| 1.  | lubang sumur<br>( <i>well bore</i> ) | nama yang diberikan untuk lubang yang dibuat oleh proses pengeboran.   |
| 2.  | pipa selubung<br>( <i>casing</i> )   | pipa yang dipasang dan disemen pada lubang sumur digunakan untuk melindungi dinding lubang sumur agar tidak runtuh                                 |
| 3.  | komplesi<br>( <i>completion</i> )    | penyelesaian sumur setelah tahap pengeboran selesai dilakukan dengan tujuan mempersiapkan sumur untuk berproduksi                                  |
| 4.  | perforasi<br>( <i>perforation</i> )  | pelubangan pipa casing dan semen yang mengikatnya dengan alat khusus yang disebut <i>perforator</i> sebagai saluran masuknya minyak ke dalam sumur |
| 5.  | sumur produksi                       | sumur yang telah memproduksi minyak  |





## Penilaian Sebelum Pembelajaran

Penilaian sebelum pembelajaran dapat digunakan untuk mengukur pengetahuan awal peserta didik tentang topik pada bab.



### Pertanyaan

Jawablah dengan singkat dan tepat!

1. Tahukah kamu, apakah tujuan dari tahapan produksi migas?

Penilaian sebelum pembelajaran dapat digunakan untuk menggali penguasaan peserta didik terhadap konsep prasyarat.



### Kunci Jawaban Penilaian Sebelum Pembelajaran

1. Tujuan tahapan produksi migas adalah pengangkatan migas dari bawah ke atas permukaan tanah hingga pemisahan dan penyimpanan minyak mentah (*crude oil*) di dalam tangki timbun.



## Panduan Pembelajaran

**Alokasi Waktu : 60 jam pelajaran (60 x 45 menit)**  
(Guru dapat menyesuaikan dengan kondisi aktual pembelajaran)



## Tujuan Pembelajaran

Perincian tujuan pembelajaran pada Bab VII dapat dilihat pada Tabel 7.2.

Tabel 7.2 Perincian Tujuan Pembelajaran

| Capaian Pembelajaran                            | Tujuan Pembelajaran   | Indikator Pencapaian Tujuan Pembelajaran |
|---|---|--|
| Pada akhir Fase E, peserta didik mampu memahami | 1. Memahami sistem pembuatan dan penyelesaian sumur produksi. |  |



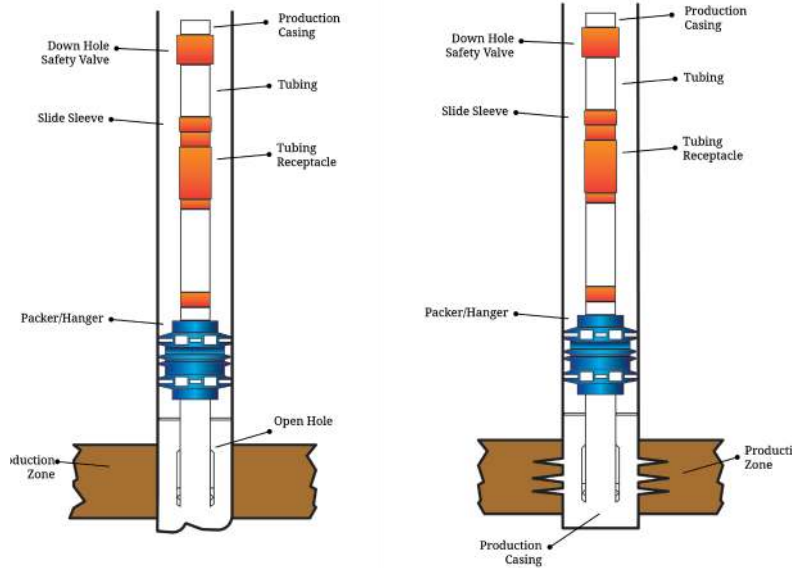
| Capaian Pembelajaran  | Tujuan Pembelajaran  | Indikator Pencapaian Tujuan Pembelajaran   |
|---|--|--|
| metode, sistem penyelesaian sumur, proses, peralatan produksi, serta proses separasi. |  | 1.1 Peserta didik dapat menjelaskan jenis-jenis <i>well completion</i> .<br>1.2 Peserta didik dapat menjelaskan pelubangan sumur ( <i>perforation</i> ).<br>1.3 Peserta didik dapat menjelaskan tahap penimbaan ( <i>swabbing</i> ).<br>1.4 Peserta didik dapat menjelaskan metode produksi. |
|   | 2. Memahami peralatan dan proses transportasi minyak mentah. | 2.1 Peserta didik dapat menjelaskan peralatan produksi migas.  |

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

Bagilah kelas menjadi beberapa kelompok yang terdiri atas empat peserta didik untuk memulai diskusi tentang *well completion*. Guru pada awal pembelajaran bab ini dapat memberikan pertanyaan pemantik, seperti “Apa yang harus dilakukan sebelum tahapan produksi migas?” Mulailah diskusi kelompok dengan literasi pada subbab perencanaan *well completion*. Berikan gambaran bahwa *well completion* merupakan peralihan dari tahap pengeboran ke tahap produksi migas. Guru membagi tiga jenis *well completion*, yaitu (1) *formation completion*, (2) *tubing completion*, dan (3) *wellhead completion*. Arahkan peserta didik agar berliterasi melalui buku teks maupun sumber belajar lain.

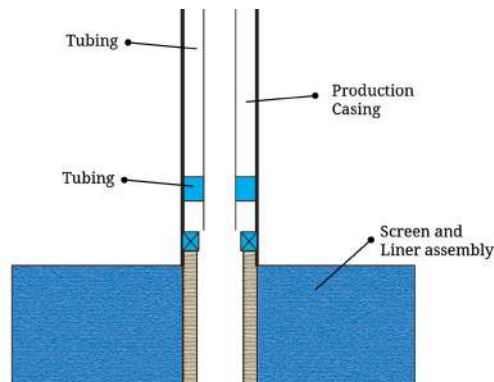


Berikan informasi kepada peserta didik bahwa masalah yang ditimbulkan oleh sifat-sifat formasi produktif dapat diselesaikan melalui penyelesaian *formation completion* (penyelesaian formasi). Mintalah peserta didik untuk mengamati tiga bagian *formation completion*, yaitu (1) perforasi tipe *open hole completion* seperti pada Gambar 7.1, (2) perforasi tipe *case hole completion* seperti pada Gambar 7.2, dan (3) perforasi tipe *sand exclusion*.

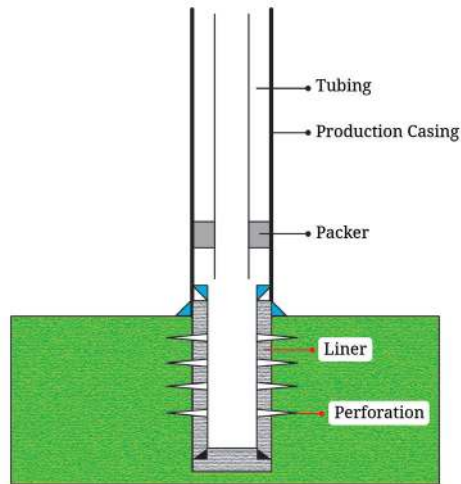


**Gambar 7.1** Open Hole Completion      **Gambar 7.2** Cased Hole Completion

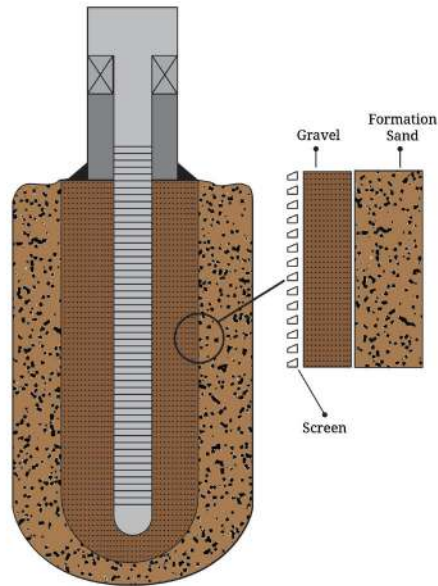
Metode *sand exclusion* terdiri atas *screen liner completion* seperti pada Gambar 7.3 dan *perforated liner completion* seperti pada Gambar 7.4. Guru menyampaikan juga bahwa terdapat metode lain *formation completion* yang disebut *gravel pack completion* seperti pada Gambar 7.5.



**Gambar 7.3** Screen Liner Completion



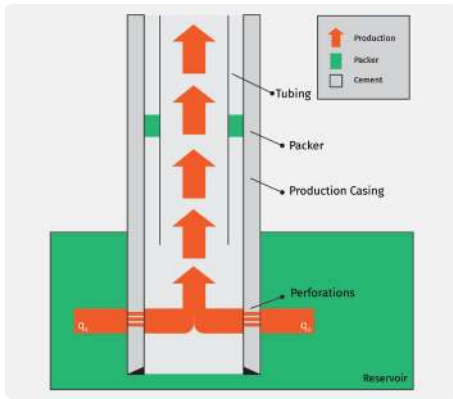
**Gambar 7.4** *Perforated Liner Completion*



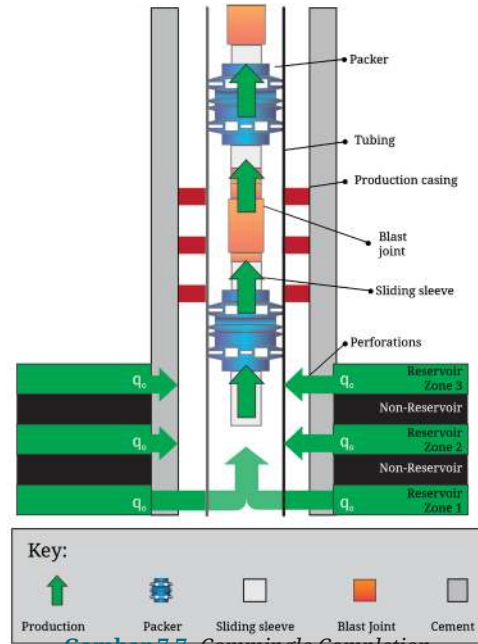
**Gambar 7.5** *Gravel Pack Completion*

Jenis *well completion* yang kedua adalah *tubing completion*. Ajaklah peserta didik berdiskusi tentang perbedaan *single completion*, *commingle completion*, dan *multiple completion*. Perbedaan bentuk dan skema pada ketiga metode *tubing completion* dapat dilihat pada Gambar 7.6, Gambar 7.7, dan Gambar 7.8. Perintahkan peserta didik untuk membuat rangkuman dari bahasan diskusi *tubing completion*.

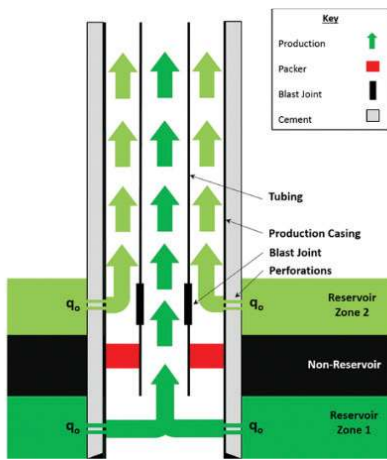




Gambar 7.6 Single Completion

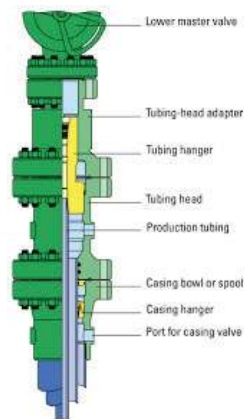


Gambar 7.7 Coning Completion

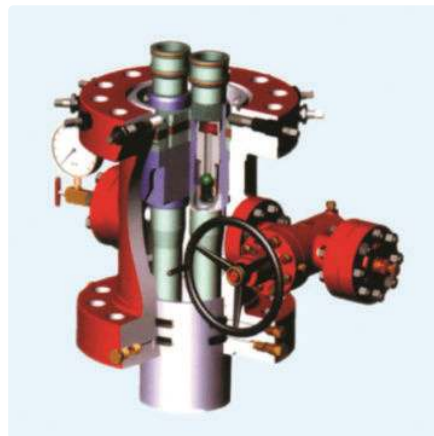


Gambar 7.8 Multiple Completion

Jenis *well completion* berikutnya adalah *wellhead completion*. Berikan penjelasan singkat fungsi *wellhead completion*. Ajaklah peserta didik berdiskusi tentang fungsi *wellhead completion* dan jenis metode *wellhead completion*. Ada dua jenis metode *wellhead completion* yaitu *wellhead single completion* seperti pada Gambar 7.9 dan *wellhead multiple completion* seperti pada Gambar 7.10.




Gambar 7.9 Wellhead Single Completion



Gambar 7.10 Wellhead Multiple Completion

Mintalah peserta didik untuk mencari tahu perbedaan kedua metode *wellhead completion* tersebut. Perintahkan peserta didik untuk membuat rangkuman dari bahasan diskusi *wellhead completion*. Untuk lebih memperdalam konsep pembelajaran yang sudah diberikan, ajaklah peserta didik untuk mengerjakan Aktivitas 7.1.

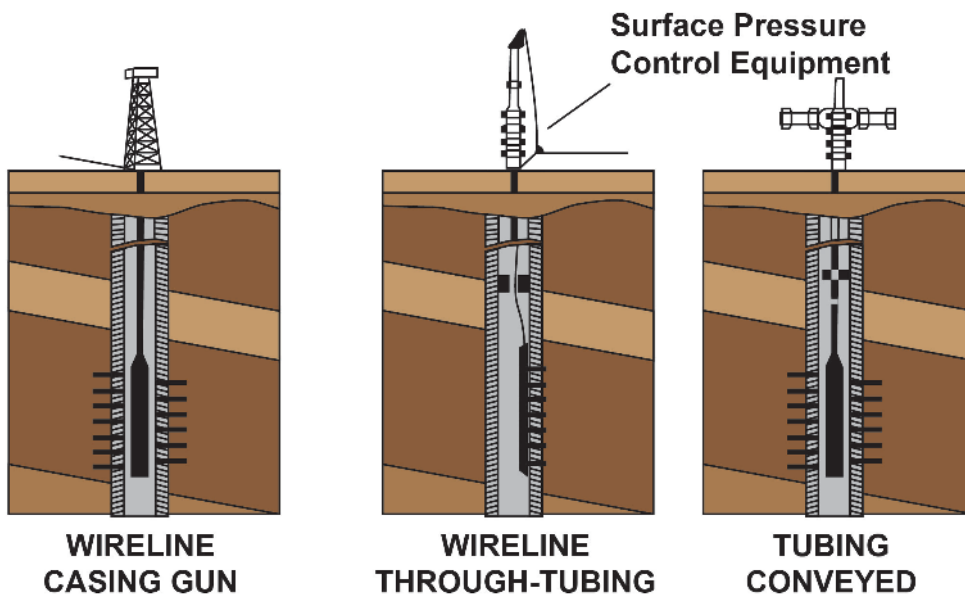
 **Kunci Jawaban Aktivitas 7.1**

|  |   |
|--|---|
| 1. jenis-jenis <i>formation completion</i> | <ul style="list-style-type: none"> <li>a. <i>open hole completion</i></li> <li>b. <i>perforated casing completion</i></li> <li>c. <i>screen liner completion</i></li> <li>d. <i>gravel pack completion</i></li> </ul> |
| 2. jenis-jenis <i>tubing completion</i>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>a. <i>single completion</i></li> <li>b. <i>commingle completion</i></li> <li>c. <i>multiple completion</i></li> </ul>  |
| 3. jenis-jenis <i>wellhead completion</i>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>a. <i>wellhead single completion</i></li> <li>b. <i>wellhead multiple completion</i></li> </ul>  |

## B. Pelubangan Sumur (Perforasi)

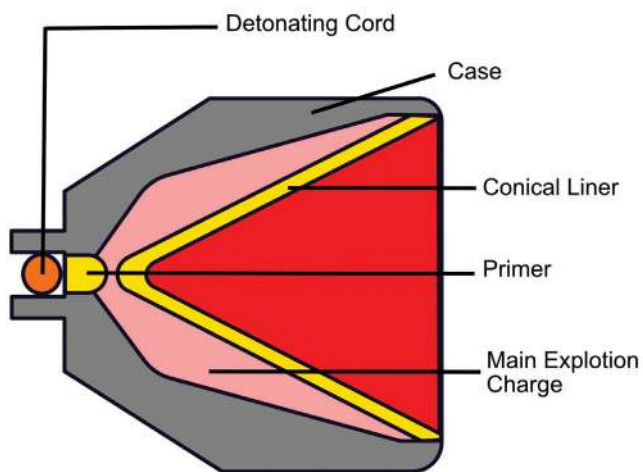
Ingatkan peserta didik terhadap materi pembelajaran yang sudah dipelajari di subbab sebelumnya mengenai perencanaan penyelesaian sumur. Tahapan berikutnya adalah pelubangan sumur (perforasi). Berikan pertanyaan pemantik, “Tahukah kalian bahwa suatu sumur minyak setelah dilakukan pengeboran maka dinding sumur bisa runtuh?” Pertanyaan tersebut akan mengarahkan peserta didik pada perlunya pipa selubung atau casing agar sumur tidak runtuh. Mintalah peserta didik berdiskusi terkait teknik pemasangan *casing*. Berikanlah penjelasan tentang *perforated casing completion* yang umumnya digunakan pada formasi-formasi dengan faktor sementasi kurang baik. *Perforated casing completion* dapat dilihat pada Gambar 7.11.



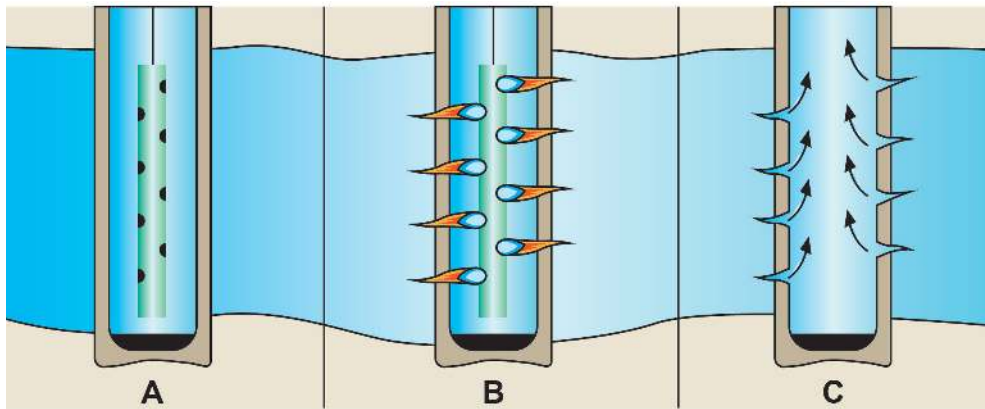


Gambar 7.11 Perforated Casing Completion

Pada subbab ini dibahas juga mengenai jenis perforasi yang terbagi menjadi *bullet perforation* dan *jet perforation*. Kedua jenis perforasi tampak pada Gambar 7.12 dan Gambar 7.13. Peserta didik berdiskusi tentang prinsip kerja *bullet perforation* dan *jet perforation*.



Gambar 7.12 Konstruksi Bullet Perforator



Gambar 7.13 Prinsip Kerja Jet Perforator

Ajaklah peserta didik untuk mengerjakan Aktivitas 7.2.



### Kunci Jawaban Aktivitas 7.2

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| 1. keuntungan penggunaan perforasi | <ul style="list-style-type: none"> <li>a. dapat mengontrol air dan gas</li> <li>b. mudah menambah kedalaman sumur</li> <li>c. perawatan sumur dapat dilakukan secara selektif</li> <li>d. dapat mengontrol kepasiran</li> <li>e. mudah dalam menambah kedalaman casing</li> </ul> |
| 2. kerugian penggunaan perforasi   | <ul style="list-style-type: none"> <li>a. biaya perforasi</li> <li>b. kerusakan formasi karena kegiatan perforasi</li> <li>c. interpretasi log akan terganggu</li> </ul>  |

## C. Tahap Penimbaan (Swabbing)

Guru memberikan gambaran tahap berikutnya pada produksi migas yaitu tahap penimbaan (*swabbing*). Berikan pertanyaan pemantik, "Tahukah kalian apakah yang dimaksud dengan tahap penimbaan migas?" Mintalah peserta didik berdiskusi tentang perbedaan penimbaan dengan pemompaan. Ajaklah peserta didik berdiskusi



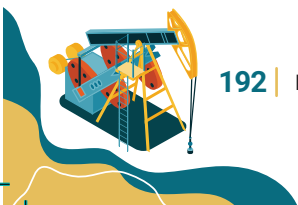
tentang tahap penimbaan dan dua metode tahap penimbaan. Adapun kedua metode tahap penimbaan tersebut yaitu (1) menurunkan berat jenis (densitas) cairan dengan maksud untuk memperkecil tekanan hidrostatik fluida sumur; dan (2) metode menurunkan tinggi kolom fluida sumur dengan melakukan penghisapan atau penimbaan. Peralatan *swabbing* dapat dilihat pada Gambar 7.14.



Gambar 7.14 Peralatan *Swabbing*

#### D. Metode Produksi Migas

Guru memberikan pengertian tentang produksi migas. Berikan pertanyaan pemantik, "Tahukah kalian bagaimanakah cara mengangkat minyak dari dasar sumur dengan kedalaman ratusan bahkan ribuan meter di bawah permukaan?" Sampaikan kepada peserta didik bahwa metode pengangkatan minyak dapat melalui pengangkatan alami dan pengangkatan buatan. Peserta didik mencari tahu dari berbagai sumber belajar tentang alasan dilakukannya metode pengangkatan alami dan metode pengangkatan buatan. Peserta didik menyajikan hasil pencarian informasi tentang dilakukannya kedua metode tersebut. Guru memberikan penjelasan metode pengangkatan alami dan metode pengangkatan buatan. Peserta didik mengerjakan Aktivitas 7.3.





### Kunci Jawaban Aktivitas 7.3

1. Yang dimaksud dengan produksi sembur alami adalah memproduksi sumur dengan memanfaatkan tekanan formasi yang masih cukup besar untuk mengalirkan minyak ke permukaan.
2. Produksi sembur buatan dilakukan apabila tekanan reservoir sudah tidak cukup kuat untuk mengalirkan minyak secara sembur alami.
3. EOR adalah teknik produksi lanjut apabila sumur sudah tidak berproduksi, yaitu dengan cara menginjeksikan fluida ke dalam reservoir lewat sumur injeksi untuk memaksa minyak ke permukaan lewat sumur produksi.

## E. Peralatan Produksi

Guru menyampaikan bahwa peralatan produksi dapat diklasifikasikan berdasarkan metode pengangkatan minyak, yakni (1) peralatan pengangkatan alami, dan (2) peralatan pengangkatan buatan. Sampaikan pertanyaan pemantik, "Apa saja peralatan yang digunakan pada produksi migas?" Guru mengingatkan kembali kepada peserta didik alasan penerapan metode pengangkatan alami dan metode pengangkatan buatan. Guru menyajikan peralatan metode pengangkatan alami (*natural flow*) seperti pada Gambar 7.15.



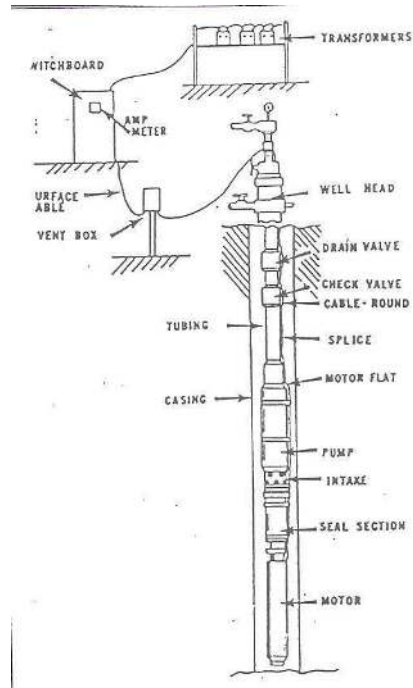
**Gambar 7.15** Sumur *Natural Flow*  
Sumber: Siska (2023)



Berilah penjelasan bahwa peralatan metode pengangkatan buatan (*artificial lift production*) menggunakan pompa untuk pengangkatan minyak ke permukaan. Guru membagi pompa yang digunakan pada pengangkatan buatan ke dalam lima jenis pompa, yaitu (1) sumur *gas lift*, (2) ESP (*electric submersible pump*), (3) SRP (*sucker rod pump*), (4) HPU (*hydraulic pump unit*), dan (5) PCP (*progressing cavity pump*). Sumur *gas lift* digunakan untuk sumur yang cukup terdapat gas dan bukan pada sumur dengan minyak berat. Sumur *gas lift* dapat dilihat pada Gambar 7.16.



**Gambar 7.16** Sumur *Gas Lift*  
Sumber: Siska (2023)



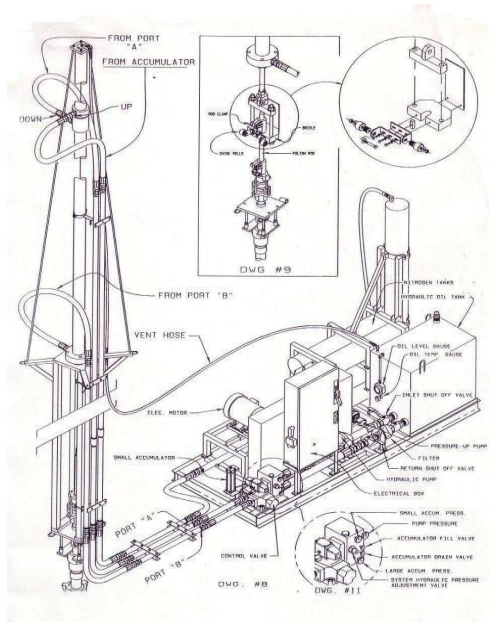
**Gambar 7.17** Konstruksi Sumur dengan *Electric Submersible Pump*  
Sumber: Pamungkas (2004)

Guru menyajikan jenis pompa *electric submersible pump* seperti pada Gambar 7.17, *sucker rod pump* seperti pada Gambar 7.18, *hydraulic pump unit* seperti pada Gambar 7.19, dan *progressing cavity pump* seperti pada Gambar 7.20.

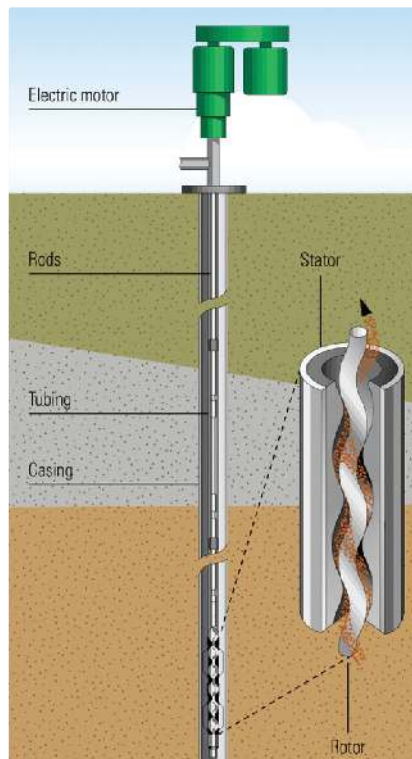




**Gambar 7.18** Sucker Rod Pump  
 Sumber: Siska (2023)



**Gambar 7.19** HPU (Hydraulic Pump Unit)  
 Sumber: Pamungkas (2004)



**Gambar 7.20** Pompa Progressing Cavity  
 Sumber: Pamungkas (2004)



## F. Fasilitas Produksi Migas

Guru menyampaikan bahwa fasilitas produksi berfungsi sebagai tempat pengangkutan, pemisahan, dan pengumpulan. Berikan pertanyaan pemantik, “Tahukah kalian, apa saja yang menjadi fasilitas produksi migas?” Guru kemudian dapat menyajikan daftar fasilitas produksi migas. peserta didik membaca materi pembelajaran pada subbab ini.

Berikut ini bagian-bagian fasilitas produksi.

### 1. *Wellhead*

Peserta didik mendiskusikan fungsi *wellhead* (kepala sumur), yaitu menahan semburan atau kebocoran cairan sumur ke permukaan yang tersusun atas *casing head* (*casing hanger*) dan *tubing head* (*tubing hanger*). *Wellhead* dapat dilihat pada Gambar 7.21.



**Gambar 7.21** *Wellhead*

Sumber: Siska (2023)

### 2. *Christmas Tree*

Peserta didik mendiskusikan bentuk dan fungsi *christmas tree*. *Christmas tree* berfungsi sebagai pengaman dan pengatur aliran produksi di permukaan. Bentuk *christmas tree* dapat dilihat pada Gambar 7.22.



**Gambar 7.22** *Christmas Tree*

Sumber: Siska, (2023)

### 3. *Flowline*

Peserta didik mendiskusikan fungsi *flowline* yaitu sebagai pipa penyalur minyak keluar dari sumur yang menghubungkan bagian kepala sumur dengan bagian komponen peralatan pemisahan minyak dengan air. *Flowline* dapat dilihat pada Gambar 7.23.



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

### 4. *Manifold*

Peserta didik mendiskusikan fungsi *manifold* yaitu untuk mengatur aliran dari tiap-tiap sumur menuju ke fasilitas produksi dan fasilitas pengetesan produksi. *Manifold* dapat dilihat pada Gambar 7.24.



**Gambar 7.24** *Manifold*  
Sumber: Siska (2023)



## 5. Separator

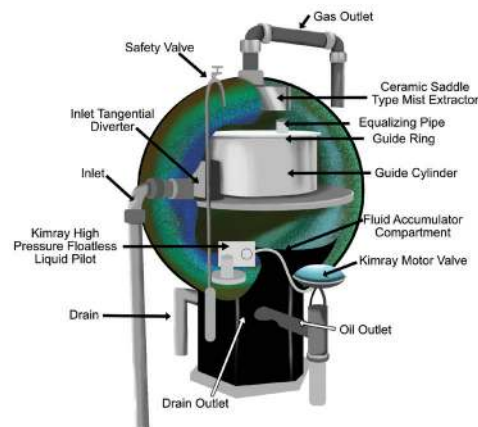
Peserta didik berdiskusi tentang beberapa bentuk separator. Ada tiga bentuk separator, yaitu (a) separator vertikal, (b) separator horizontal, dan (c) separator bulat secara berturut-turut dapat dilihat pada Gambar 7.25, Gambar 7.26, dan Gambar 7.27.



**Gambar 7.25** Separator Vertikal  
Sumber: Siska (2023)



**Gambar 7.26** Separator Horizontal  
Sumber: Yudanto (2013)



**Gambar 7.27** Separator Bulat

## 6. Scrubber

Peserta didik mendiskusikan fungsi *scrubber* yaitu 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. *Scrubber* dapat dilihat pada Gambar 7.28.



**Gambar 7.28** Scrubber  
Sumber: Yudanto (2013)

## 7. Pipeline

Peserta didik mendiskusikan fungsi *pipeline* yaitu sebagai pipa yang menghubungkan dari peralatan pemisah dengan bagian penampung fluida produksi. *Pipeline* tampak pada Gambar 7.29.



**Gambar 7.29** Pipeline  
Sumber: Pamungkas (2004)



## 8. Tangki Pengumpul

Peserta didik mendiskusikan fungsi tangki pengumpul yaitu sebagai tempat penampungan yang dapat menampung dan menimbun hasil produksinya. Tangki pengumpul dapat dilihat pada Gambar 7.30.



**Gambar 7.30** Tangki Pengumpul  
Sumber: Yudanto (2013)

## 9. Pompa

Peserta didik mendiskusikan fungsi pompa untuk memindahkan fluida berupa cairan (*liquid*) dari tempat satu ke tempat lain. Pompa tampak pada Gambar 7.31.



**Gambar 7.31** Pompa  
Sumber: Siska (2023)

## 10. Kompresor

Peserta didik mendiskusikan fungsi kompresor untuk untuk memindahkan atau mengalirkan fluida berupa gas dari suatu lokasi ke lokasi lain dengan memberikan tenaga dorongan, dan untuk kompresi (memampatkan/ mengecilkan volume) gas. Kompresor tampak pada Gambar 7.32.



Gambar 7.32 Kompresor  
Sumber: Siska (2023)

Ajaklah peserta didik mengerjakan Aktivitas 7.4.

### Kunci Jawaban Penilaian Sebelum Pembelajaran

Buatlah tabel berikut ini kemudian isilah dengan benar!

- |   |  |
|---|--|
| 1. peralatan produksi di atas permukaan | a. <i>wellhead</i><br>b. <i>christmas tree</i><br>c. <i>flowline</i><br>d. <i>manifold</i><br>e. <i>separator</i><br>f. <i>scrubber</i><br>g. <i>pipeline</i><br>h. tangki pengumpul<br>i. pompa<br>j. kompresor |
|---|--|



|                                |  |
|--------------------------------|--|
| 2. jenis-jenis separator       | <ul style="list-style-type: none"> <li>a. separator vertikal</li> <li>b. separator horizontal</li> <li>c. separator bulat</li> </ul>   |
| 3. bagian-bagian tangki timbun | <ul style="list-style-type: none"> <li>a. pagar</li> <li>b. <i>outlet</i></li> <li>c. lubang ukur</li> <li>d. <i>crown</i></li> <li>e. penangkal petir</li> <li>f. <i>manhole</i></li> <li>g. <i>inlet</i></li> <li>h. tangga</li> </ul> |



### Kunci Jawaban Uji Kompetensi

1. *Well completion* adalah penyelesaian sumur dengan memasang peralatan yang diperlukan untuk proses produksi minyak.
2. Jenis *well completion* ada tiga, yaitu (a) *formation completion*, (b) *tubing completion*, dan (c) *wellhead completion*.
3. *Perforation* adalah pelubangan casing dengan peralatan perforator.
4. Jenis-jenis *perforator* yaitu (a) *jet perforator*, dan (b) *bullet perforator*.
5. Peralatan produksi di permukaan yaitu *wellhead*, *christmas tree*, *flowline*, *header*, *manifold*, *separator*, *scrubber*, dan tangki pengumpul.
6. Jenis *commingle completion* digunakan untuk sumur yang memiliki dua lapisan atau lebih.
7. *Swabbing* adalah proses penimbaan untuk memungkinkan fluida formasi dapat mengalir masuk ke dalam sumur dan diproduksi ke permukaan.
8. Peralatan yang diperlukan apabila sumur sudah tidak mampu mengalir secara alamiah adalah pompa.



9. *Wellhead* adalah kepala sumur yang merupakan peralatan kontrol sumur di permukaan yang terbuat dari besi baja membentuk suatu sistem *seal/penyekat* untuk menahan semburan atau kebocoran cairan sumur ke permukaan yang tersusun atas *casing head (casing hanger)* dan *tubing head (tubing hanger)*.
10. Separator adalah alat untuk memisahkan air dengan minyak atau air, minyak dan gas. Jenis-jenis separator yaitu (a) horizontal, (b) tegak, dan (c) bulat.



## Pengayaan dan Remedial

### 1. Pengayaan

Materi pengayaan yang dapat diberikan ialah mencari informasi dari berbagai sumber belajar mengenai tahapan produksi migas. Peserta didik secara mandiri atau berkelompok dapat mencari sumber yang sesuai dengan materi pembelajaran. Bahan bacaan dapat dipelajari dengan mengklik tautan atau memindai kode berikut ini.



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

1



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

2

Guru dapat mengembangkan materi pengayaan ini sesuai dengan kondisi di sekolah masing-masing.

### 2. Remedial

Materi remedial digunakan untuk memperbaiki pengetahuan dan keterampilan peserta didik dalam topik bab tahapan produksi migas. Materi remedial dapat disesuaikan dengan kemampuan yang kurang dikuasai oleh setiap peserta didik. Pembelajaran remedial dapat dilaksanakan baik secara klasikal maupun secara individual, misalnya dengan membahas soal dalam asesmen yang dianggap belum dikuasai dengan maksimal. Penilaian remedial ini dapat diberikan berupa



penugasan atau asesmen ulang. Berikut ini contoh kegiatan remedial yang dapat dilakukan.

Tabel 7.3 Kegiatan Remedial

| Indikator Pencapaian Tujuan Pembelajaran                                    | Kegiatan Remedial  |
|---|--|
| 1. Peserta didik dapat menjelaskan jenis-jenis <i>well completion</i> .     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru menyampaikan pembelajaran remedial.</li> </ul>   |
| 2. Peserta didik dapat menjelaskan pelubangan sumur ( <i>perforation</i> ). | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru memberikan motivasi untuk mengembangkan pengetahuan melalui sumber dan media belajar.</li> </ul>                     |
| 3. Peserta didik dapat menjelaskan tahap penimbaan ( <i>swabbing</i> ).     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Peserta didik mempelajari kembali materi pembelajaran pada topik bab dipilih sesuai dengan kebutuhan remedial.</li> </ul> |
| 4. Peserta didik dapat menjelaskan metode produksi.                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Peserta didik mengikuti penilaian remedial, baik penugasan maupun asesmen ulang.</li> </ul>                               |
| 5. Peserta didik dapat menjelaskan peralatan produksi migas.                |  |



### Interaksi dengan Orang Tua/Wali dan Masyarakat

Guru dapat berinteraksi dengan orang tua/wali peserta didik untuk mengomunikasikan pembelajaran tahapan produksi migas. Bentuk pemantauan oleh orang tua/wali dapat dilakukan dengan cara membubuhkan tanda tangan pada setiap aktivitas yang sudah dikerjakan pada topik bab “Tahapan Produksi Minyak dan Gas Bumi”.

Interaksi dengan masyarakat dapat dilakukan dengan kalangan industriawan, misalnya untuk memperoleh materi ajar “Tahapan Produksi Minyak dan Gas Bumi” dengan cara mengundang praktisi lapangan sebagai guru tamu. Bentuk lain interaksi ialah dengan mengirimkan guru magang. Interaksi dengan industri ini penting agar terdapat sinkronisasi antara kurikulum program pembelajaran keahlian teknik perminyakan dan kegiatan nyata di industri.





## Asesmen/Penilaian

Berikut ini jenis penilaian yang dapat dijadikan sebagai instrumen penilaian.

| Aspek Penilaian | Bentuk Penilaian | Teknik Penilaian  |
|-----------------|------------------|---|
| pengetahuan     | tes              | soal tertulis <ul style="list-style-type: none"><li>• penilaian sebelum pembelajaran</li><li>• aktivitas 7.1, 7.2, 7.3, 7.4</li><li>• uji kompetensi</li><li>• penilaian akhir pembelajaran</li></ul> |
| keterampilan    | nontes           | observasi kinerja   |

Jenis penilaian yang disajikan tersebut hanyalah sebagai contoh. Guru dapat mengembangkan secara mandiri disesuaikan dengan kondisi yang ada di sekolah masing-masing.



## Penilaian Akhir Pembelajaran

Penilaian akhir pembelajaran dapat dilakukan untuk mengukur pencapaian tujuan pembelajaran. Penilaian aspek pengetahuan dapat menggunakan instrumen berikut ini.

### Instrumen Penilaian Akhir Pembelajaran

Jawablah dengan singkat dan tepat!

1. Jelaskan fungsi *well completion*!
2. Apakah yang dimaksud dengan perforasi?
3. Terdapat dua metode penimbaan (*swabbing*). Jelaskan metode penimbaan tersebut!
4. Apakah perbedaan metode produksi *natural flow* dan *artificial lift production*?
5. Jelaskan fungsi separator pada peralatan produksi migas!



## Lembar Observasi Penilaian Kinerja

Nama : ..... Kelas : .....

| No. | Aspek Penilaian Kinerja | Uraian Indikator                       | Sangat Baik | Baik | Cukup | Kurang |
|-----|-------------------------|--|-------------|------|-------|--------|
|     |                         |  | 4           | 3    | 2     | 1      |
| 1.  | tanggung jawab          | mengikuti semua aktivitas pembelajaran |             |      |       |        |
|     |                         | mengerjakan aktivitas                  |             |      |       |        |
|     |                         | memiliki buku catatan                  |             |      |       |        |
|     |                         | mengumpulkan tepat waktu               |             |      |       |        |
| 2.  | kerja sama              | aktif berdiskusi dalam kelompok        |             |      |       |        |
|     |                         | menghargai rekan dalam kelompok        |             |      |       |        |
|     |                         | berbagi gagasan dalam kelompok         |             |      |       |        |
| 3.  | bernalar kritis         | bertanya dalam kegiatan pembelajaran   |             |      |       |        |
|     |                         | menjawab pertanyaan dalam diskusi      |             |      |       |        |
|     |                         | mengomunikasikan hasil diskusi         |             |      |       |        |



### Kunci Jawaban Penilaian Akhir Pembelajaran

Berikut ini kunci jawaban dari penilaian akhir pembelajaran.

1. Fungsi *well completion* adalah menyelesaikan sumur pengeboran agar siap berproduksi dengan memasang berbagai peralatan pada dasar sumur, *tubing*, dan *wellhead*.
2. Perforasi adalah membuat saluran masuknya minyak dari dalam formasi ke dalam sumur dengan cara membuat lubang menembus *casing* dan semen yang mengikatnya.
3. Terdapat dua metode penimbaan (*swabbing*) yang akan menurunkan tekanan hidrostatik:
  - a. *swabbing* dengan cara menurunkan densitas fluida sumur; dan
  - b. *swabbing* dengan cara menurunkan tinggi kolom fluida sumur.
4. Perbedaan metode produksi *natural flow* dan *artificial lift production* adalah pada tekanan formasi sumur. Jika tekanan mampu mendorong minyak keluar dari formasi maka akan menggunakan metode *natural flow*. Jika tekanan formasi tidak mampu mendorong minyak keluar dari sumur maka menggunakan metode *artificial lift*.
5. Separator pada peralatan produksi migas berfungsi untuk memisahkan minyak mentah dari air yang ikut terproduksi dari dalam sumur.



### Refleksi

Lakukan refleksi terhadap pembelajaran pada bab ini dengan memberikan beberapa pertanyaan kepada peserta didik, seperti tentang materi yang sudah dikuasai dan yang belum dikuasai oleh peserta didik. Guru juga dapat menyampaikan manfaat yang dirasakan oleh peserta didik setelah mempelajari materi “Tahapan Produksi Minyak dan Gas Bumi”. Guru mengingatkan akan pentingnya penerapan K3 dalam kegiatan produksi migas.





## Sumber Belajar

### Sumber Belajar Utama

Buku Siswa *Dasar-Dasar Teknik Perminyakan*



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


Buku Panduan Guru Dasar-Dasar Teknik Perminyakan  
untuk SMK/MAK Kelas X

Penulis : Dani Yudanto, Eka Mulya Ade  
ISBN : 978-623-194-478-8 (no.jil.lengkap PDF)  
978-623-194-479-5 (jil.1 PDF)

## **Bab 8**

# **Tahap Pengolahan Minyak Bumi**





Bab “Tahap Pengolahan Minyak Bumi” bertujuan mengembangkan kemampuan peserta didik untuk memahami pengolahan minyak mentah (*crude oil*), baik secara fisika maupun secara kimia. Produk yang dihasilkan dalam pengolahan minyak bumi disimpan di tangki timbun. Untuk mengukur kualitas dan kuantitasnya, dilakukan pengukuran level di tangki timbun. Sajikan perincian subbab pada awal pembelajaran bab ini.

Subbab A akan memberikan gambaran umum pengolahan minyak bumi yang terdiri atas proses separasi dan konversi. Subbab B memberikan penjelasan mengenai peralatan dan utilitas yang digunakan di dalam pengolahan minyak bumi. Subbab C membahas proses separasi yang dilakukan dengan cara distilasi atmosferis dan proses konversi yang dilakukan dengan cara perengkahan (*cracking*) dan perengkahan katalisis (*catalytic cracking*). Subbab D memberikan pengenalan kepada peserta didik tentang produk-produk pengolahan minyak bumi. Subbab E memberikan penjelasan mengenai pengujian kualitas dan kuantitas minyak bumi, dari pengukuran level, suhu minyak di tangki timbun, pengambilan sampel, hingga pengukuran *densitas* observasi suatu sampel.



### Apersepsi

Perkenalkan bab ini dengan menyampaikan pertanyaan pemantik, “Tahukah kalian bagaimanakah proses pengolahan minyak bumi dan metode pengukuran level tangki timbun?” Sampaikan pertanyaan pemantik dan beri tahu peserta didik bahwa mereka akan mempelajari proses pengolahan minyak bumi dan pengukuran level di tangki timbun. Pembelajaran bab I sudah memberikan pembahasan tentang ruang lingkup industri perminyakan. Ingatkan peserta didik bahwa pengolahan adalah bagian dari usaha hilir industri migas. Guru dapat menyajikan peta konsep untuk bab ini. Peserta didik mengamati peta konsep dan merumuskan masalah yang akan dibahas pada pembelajaran bab ini.

Guru memberikan informasi bahwa untuk mendapatkan berbagai produk minyak bumi, minyak mentah yang berasal dari tahapan eksplorasi dan eksploitasi harus diproses lebih lanjut pada tahapan pengolahan minyak bumi. Ajaklah peserta didik mulai berpikir tentang



cara mengolah minyak mentah agar dihasilkan produk-produk olahan minyak bumi. Guru dapat mengembangkan sendiri media yang tepat untuk apersepsi pembelajaran, baik visual maupun audio visual.

Bahasan lain dalam bab ini ialah pengukuran level di tangki timbun. Guru dapat memberikan ilustrasi mengenai cara atau prosedur penampungan minyak di dalam tangki timbun. Perlu dipikirkan bagaimana cara mengetahui volume minyak yang disimpan di dalam tangki timbun. Setelah itu, barulah peserta didik mulai memahami pembahasan topik yang akan dipelajari pada bab ini.



### Konsep dan Keterampilan Prasyarat

Konsep dan keterampilan prasyarat yang harus dikuasai oleh peserta didik ialah minyak bumi tersusun dari campuran berbagai senyawa hidrokarbon. Peserta didik sudah tahu bahwa minyak bumi yang diperoleh dari tahapan eksplorasi dan eksploitasi belum dapat digunakan secara langsung karena masih memerlukan pengolahan.



### Penyajian Materi Esensial

Berikut ini konsep-konsep penting (konsep kunci) yang perlu dikuasai peserta didik pada bab VIII ini.

Tabel 8.1 Konsep Kunci Bab VIII

| No. | Kata Kunci  | Penjelasan  |
|-----|---|---|
| 1.  | distilasi atmosferis                              | proses pemisahan minyak bumi secara fisik berdasarkan prinsip perbedaan titik didih   |
| 2.  | perengkahan, <i>cracking</i>                      | proses reaksi kimia yang mengubah minyak molekul besar dipecah menjadi minyak yang molekulnya lebih kecil baik secara termal maupun katalisis           |
| 3.  | perengkahan katalisis, <i>catalytic reforming</i> | proses reaksi kimia yang mengolah nafta berat yang memiliki angka oktan rendah menjadi reformat yang memiliki angka oktan tinggi dengan bantuan katalis |



| No. | Kata Kunci       | Penjelasan  |
|-----|------------------|---|
| 4.  | tangki timbun    | tempat menyimpan bahan baku, bahan kimia, kesediaan air, dan produk pengolahan minyak bumi  |
| 5.  | pengukuran level | pengukuran kuantitas produk melalui metode secara langsung di tangki timbun                 |
| 6.  | densitas         | berat jenis minyak yang termasuk ke dalam sifat fisika dan menentukan kualitas suatu minyak |



### Penilaian Sebelum Pembelajaran

Penilaian sebelum pembelajaran dapat digunakan untuk mengukur pengetahuan awal peserta didik tentang topik pada bab.



### Pertanyaan

Jawablah dengan singkat dan tepat!

1. Tahukah kamu, apakah yang dimaksud pengolahan minyak bumi dengan cara distilasi?
2. Apakah fungsi pengukuran level di tangki timbun?

Penilaian sebelum pembelajaran dapat digunakan untuk menggali penguasaan peserta didik terhadap konsep prasyarat.



### Kunci Jawaban Penilaian Sebelum Pembelajaran

1. Pengolahan minyak bumi dengan cara distilasi yaitu proses pemisahan minyak bumi berdasarkan perbedaan titik didih.
2. Pengukuran level di tangki timbun ialah untuk memastikan kuantitas minyak yang tersimpan di dalam tangki timbun.





## Panduan Pembelajaran

**Alokasi Waktu : 60 jam pelajaran (60 x 45 menit)**  
(Guru dapat menyesuaikan dengan kondisi aktual pembelajaran)



## Tujuan Pembelajaran

Perincian tujuan pembelajaran pada Bab VIII dapat dilihat pada Tabel 8.2.

**Tabel 8.2** Perincian Tujuan Pembelajaran

| Capaian Pembelajaran   | Tujuan Pembelajaran   | Indikator Pencapaian Tujuan Pembelajaran   |
|--|---|--|
| Pada akhir Fase E, peserta didik mampu memahami jenis produk, cara pemasangan alat ukur, cara pengoperasian alat ukur, cara pengukuran tinggi cairan, cara penghitungan jumlah minyak dan penggunaan peralatan bantu lain. | 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.<br>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 olahan minyak bumi.   |
|  | 5. Memahami pengukuran level minyak dalam tangki timbun.          | 5.1. Peserta didik dapat menjelaskan teknik pengukuran level di dalam tangki timbun.   |



| Capaian Pembelajaran | Tujuan Pembelajaran                                | Indikator Pencapaian Tujuan Pembelajaran   |
|----------------------|--|--|
|                      |  | 5.1 Peserta didik dapat menjelaskan teknik pengukuran <i>densitas</i> sampel minyak. |
|                      | 6. Memahami perhitungan minyak dalam tangki timbun | 6.1 Peserta didik dapat melakukan perhitungan minyak dalam tangki timbun.            |

## A. Pengolahan Minyak Bumi

Pada tahap apersepsi peserta didik sudah diingatkan bahwa pengolahan minyak bumi adalah bagian dari usaha hilir industri migas. Mintalah peserta didik untuk memahami ruang lingkup pengolahan minyak bumi yang disajikan pada buku. Ajaklah peserta didik untuk mengerjakan Aktivitas 8.1.

### Kunci Jawaban Aktivitas 8.1

1. Pemisahan berdasarkan sifat fisika terdiri atas tahap penyiapan *crude oil* dan distilasi bertingkat biasa dinamakan tahapan separasi. Adapun konversi ialah pemisahan meningkatkan kualitas dan kuantitas produk hasil pengolahan minyak bumi berdasarkan sifat kimia.
2. Proses selanjutnya ialah distilasi atmosferis yang bertujuan memisahkan minyak bumi berdasarkan perbedaan rentang titik didih dari komponen-komponen (fraksi-fraksi) minyak bumi.

## B. Peralatan Pengolahan dan Utilitas

Mulailah berdiskusi secara berkelompok pada bagian pembelajaran ini. Guru menyampaikan bahwa proses pengolahan memerlukan peralatan dan utilitas. Sampaikan pertanyaan pemantik, “Tahukah kalian, apa saja peralatan yang digunakan di dalam pengolahan minyak bumi?” Peserta didik diminta membaca materi yang disajikan di dalam buku



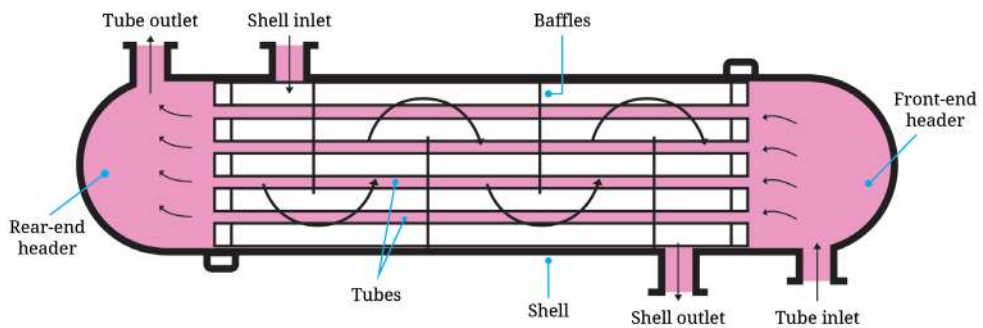
tentang peralatan pengolahan minyak bumi. Berikan penjelasan setiap fungsi peralatan pada saat diskusi. Sajikan gambar-gambar peralatan. Beberapa peralatan yang perlu diberikan penjelasan ialah tangki timbun, pompa, alat penukar panas, kolom fraksinasi, dan separator.



**Gambar 8.1** Tangki Timbun  
Sumber: Siska (2023)

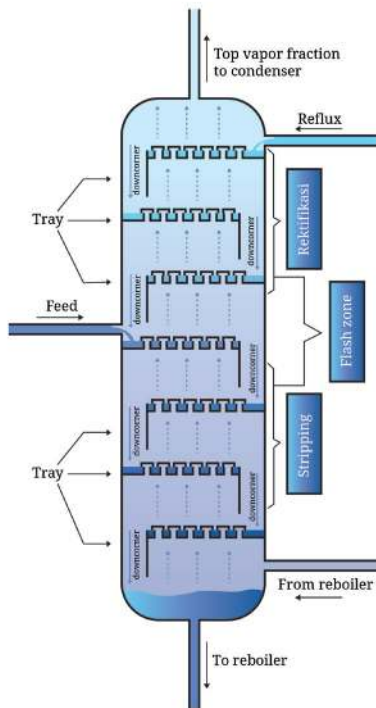


**Gambar 8.2** Pompa  
Sumber: Siska (2023)



**Gambar 8.3** Alat Penukar Panas





**Gambar 8.4** Kolom Fraksinasi  
Sumber : Yudanto (2023)



**Gambar 8.5** Separator  
Sumber: Siska (2023)

Selain peralatan utama pengolahan minyak bumi, terdapat juga unit penunjang yang disebut utilitas. Berikan pemahaman kepada peserta didik bahwa utilitas sangat penting dalam pengolahan minyak bumi karena menunjang berlangsungnya proses pengolahan minyak bumi. Sampaikan pertanyaan pemantik, "Tahukah kalian, utilitas menyediakan apa saja?" Mintalah peserta didik membaca sumber belajar tentang utilitas pada buku. Diskusikan pentingnya penyediaan air, *steam*, bahan bakar, energi listrik, pengolahan limbah, dan udara terkompresi.

Bahasan lain pada bagian ini ialah alat ukur. Alat ukur yang akan dibahas pada bagian ini yaitu alat ukur suhu, tekanan, aliran, dan level. Sampaikan pertanyaan pemantik, "Tahukah kalian apa saja alat yang digunakan untuk mengukur suhu, tekanan, aliran, dan level?" Mintalah peserta didik membaca sumber belajar tentang utilitas pada buku. Diskusikan alat ukur suhu, tekanan, aliran, dan level.





**Gambar 8.6** Termometer Gelas



**Gambar 8.7** Manometer



**Gambar 8.8** Flow Meter



**Gambar 8.9** Automatic Tank Gauging (ATG)

Sumber: Juwantoro (2023)

Ajaklah peserta didik menggali konsep yang diberikan dengan mengerjakan Aktivitas 8.2.



### Kunci Jawaban Aktivitas 8.2

1. Alat penukar panas berlangsung pertukaran panas dari satu fluida ke fluida lain. Sebagai contoh, panas yang seharusnya dibuang dari residu hasil pengolahan dapat ditukarkan ke dalam *crude oil* sebagai umpan pengolahan berikutnya.
2. Kondensator adalah alat untuk mengubah fase uap menjadi fase cair tanpa diikuti perubahan suhu, sedangkan *cooler* adalah alat untuk mengubah suhu tanpa disertai perubahan fase.
3. Pemisahan antara minyak dan air dapat dilakukan pada separator dengan prinsip perbedaan berat jenis (densitas).
4. Penyediaan air digunakan untuk menyuplai air untuk proses, pendinginan, umpan *boiler*, dan sanitasi.
5. Fungsi alat ukur:
  - a. *flow meter* berfungsi mengukur aliran fluida;
  - b. manometer berfungsi mengukur tekanan.

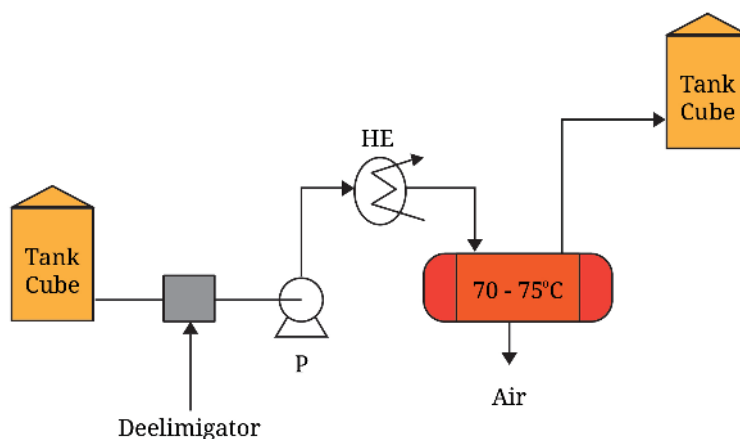


## C. Tahapan Separasi dan Konversi Pengolahan Minyak Bumi

Sajikan bagan tahapan pengolahan minyak bumi untuk memudahkan peserta didik dalam memahami proses separasi dan konversi pengolahan minyak bumi. Sampaikan pertanyaan pemantik, “Bagaimanakah proses separasi dan konversi pada pengolahan minyak bumi?” Peserta didik diminta membaca materi yang disajikan di dalam buku tentang tahapan separasi dan konversi pengolahan minyak bumi. Berilah waktu peserta didik merangkum bagian penting dari materi pembelajaran.

Proses separasi merupakan proses primer di dalam pengolahan minyak bumi. Pada bagian ini dijelaskan proses penyiapan minyak mentah. Guru dapat memberi contoh zat pengotor (*impurities*) di dalam minyak mentah. Sampaikan pertanyaan pemantik, “Apakah yang terjadi jika *impurities* seperti air, gas  $C_1$  dan  $C_2$ , serta garam-garam NaCl terdapat dalam minyak mentah pada pengolahan minyak bumi?” Mintalah peserta didik berdiskusi mengenai *impurities* di dalam minyak mentah. Beberapa *impurities* di dalam minyak mentah dapat merugikan proses pengolahan antara lain air, gas  $C_1$  dan  $C_2$ , serta garam-garam NaCl.

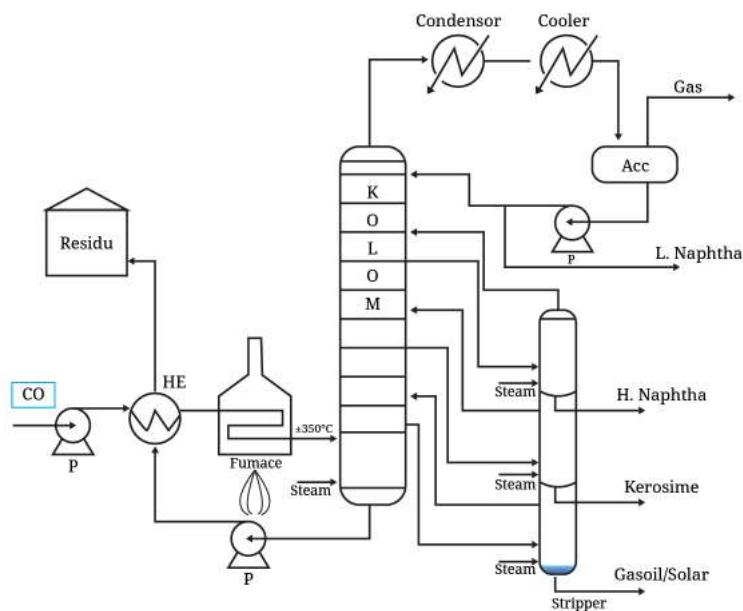
Berikanlah penjelasan kepada peserta didik dalam diskusi bahwa air dapat menimbulkan tekanan yang tinggi dan dapat membentuk emulsi (campuran minyak dan air) yang sulit dipisahkan. Pemisahan air dari minyak mentah dapat dilihat pada Gambar 8.10.



Gambar 8.10 Proses Pemisahan Air dalam Crude Oil

Adapun gas  $C_1$  dan  $C_2$  dapat mengakibatkan terjadinya *oil lose*, sedangkan garam-garam NaCl di dalam minyak mentah mengakibatkan kerusakan peralatan karena membentuk asam kuat yang sifatnya korosif jika dipanaskan. Ajaklah peserta didik memikirkan cara memisahkan ketiga jenis *impurities* tersebut. Bimbinglah peserta didik dalam membuat kesimpulan pada materi pembelajaran penyiapan minyak mentah.

Bahasan selanjutnya pada proses separasi pengolahan minyak bumi yaitu distilasi atmosferis. Umpan yang digunakan pada distilasi atmosferis ialah minyak mentah. Di dalam minyak mentah ini masih terkandung berbagai macam senyawa hidrokarbon dan senyawa lain yang tidak diperlukan. Lanjutkan dengan memberi pertanyaan pemantik, "Bagaimanakah cara memisahkan hidrokarbon di dalam minyak bumi?" Sampaikan judul topik yang akan dibahas, yaitu distilasi atmosferis. Peserta didik diminta mencari tahu dari buku tentang prinsip pemisahan dengan metode distilasi atmosferis.

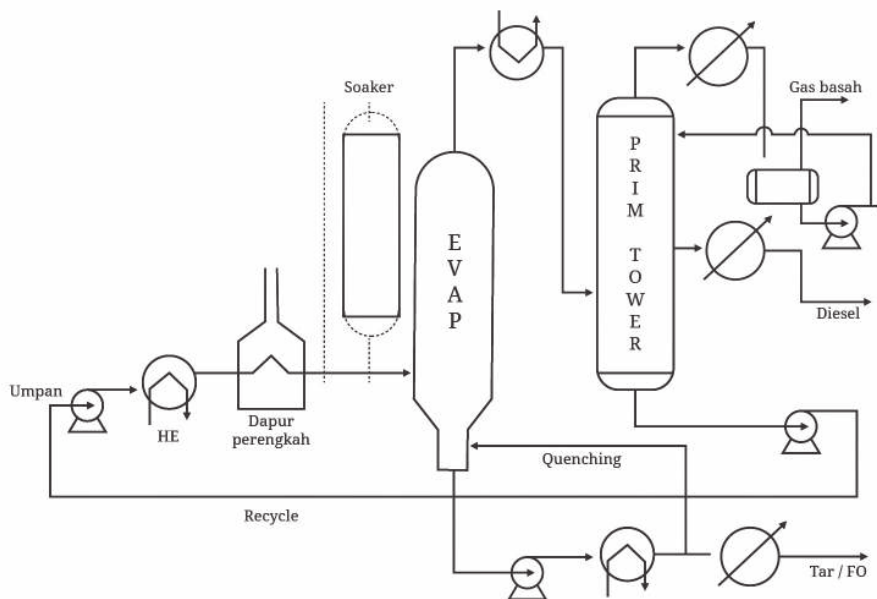


**Gambar 8.11** Diagram Alir Distilasi Atmosferik

Gambar 8.11 menunjukkan diagram alir distilasi atmosferis. Peserta didik dapat mengaitkan pengetahuan yang mereka peroleh sebelumnya tentang peralatan utama pengolahan minyak bumi dengan diagram alir tersebut. Bimbinglah peserta didik dalam membuat kesimpulan pada materi pembelajaran distilasi atmosferis.



Proses konversi merupakan proses sekunder di dalam pengolahan minyak bumi. Oleh karena itu, proses ini adalah lanjutan dari proses separasi, yaitu setelah distilasi atmosferis. Sampaikan tujuan adanya proses konversi, yaitu untuk memperoleh fraksi-fraksi minyak bumi berkualitas sesuai dengan kebutuhan pasar. Sebagai contoh, produk bensin yang dibutuhkan adalah bensin dengan angka oktan tinggi. Sampaikan pertanyaan pemantik, "Bagaimanakah cara meningkatkan kualitas produk bensin?" Mulailah diskusi dengan memberikan bagan proses konversi yang terdiri atas tahap perengkahan (*cracking*) dan reformasi katalisis (*catalytic reforming*).



**Gambar 8.12** Unit *Thermal Cracking*

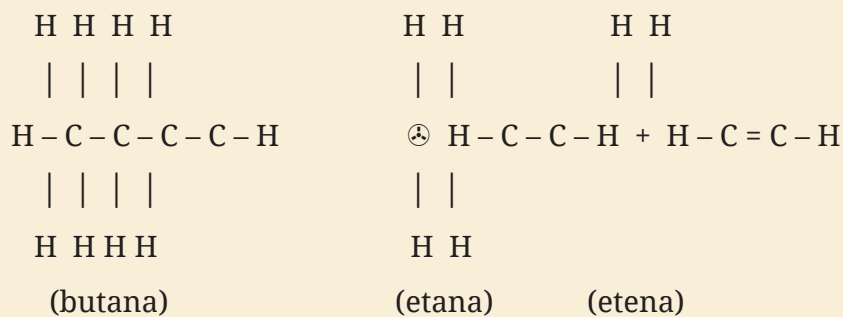
Diskusikan perengkahan termal (*thermal cracking*), perengkahan katalisis (*catalytic cracking*), dan reformasi katalisis (*catalytic reforming*). Gambar 8.12 menunjukkan diagram alir unit *thermal cracking*. Karena proses konversi adalah proses kimia, ajak peserta didik mengeksplorasi konsep reaksi kimia pada perengkahan. Guru dapat memberikan pembelajaran cara menuliskan reaksi kimia dengan menggambar rumus struktur atau rumus bangun hidrokarbon. Mintalah peserta didik menyelesaikan Aktivitas 8.3.





### Kunci Jawaban Aktivitas 8.3

1. Peralatan untuk memisahkan fase air dan minyak pada tahap penyiapan *crude oil* adalah separator yang memisahkan keduanya berdasarkan perbedaan berat jenis.
2. Garam harus dipisahkan pada tahap penyiapan *crude oil* karena dapat mengakibatkan korosif pada peralatan.
3. Hidrokarbon yang memiliki titik didih lebih rendah akan terus naik ke bagian atas di dalam kolom fraksinasi, sedangkan hidrokarbon yang memiliki titik didih lebih tinggi akan turun ke bagian bawah di dalam kolom fraksinasi.
4. Rumus struktur atau rumus bangun dari reaksi primer perengkahan termal n-butana



5. Reformasi katalisis adalah proses reaksi kimia yang mengolah nafta berat yang memiliki angka oktan rendah menjadi reformat yang memiliki angka oktan tinggi dengan bantuan katalis.

## D. Produk-Produk Pengolahan Minyak Bumi

Berikan gambaran komposisi unsur di dalam minyak mentah seperti pada Tabel 8.2. Selanjutnya, sampaikan bahwa setelah dilakukan tahapan pengolahan separasi dan konversi maka dihasilkan produk-produk yang biasa digunakan oleh kita sehari-hari. Sampaikan pertanyaan pemantik, “Tahukah kalian, apa saja produk-produk olahan minyak bumi dan apakah kegunaannya di dalam kehidupan kita?” Peserta didik diminta untuk membaca materi yang disajikan di dalam buku tentang produk-produk olahan minyak bumi. Diskusikan mengenai kegunaan dari produk-produk olahan minyak bumi tersebut.



Peserta didik dapat mencatat hal-hal penting dalam pembelajaran. Mintalah peserta didik menuliskan produk-produk olahan minyak bumi dan kegunaannya ke dalam tabel pada Aktivitas 8.4.

#### Kunci Jawaban Aktivitas 8.4

Berikut ini produk-produk pengolahan minyak bumi dan kegunaannya.

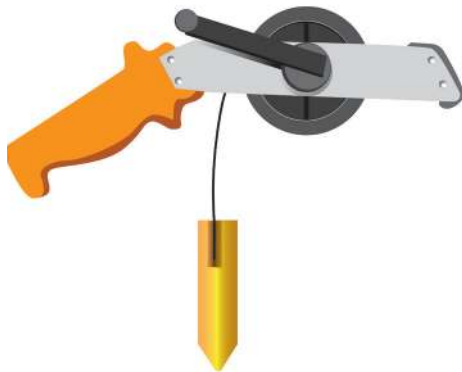
| No. | Nama Produk Pengolahan Minyak Bumi   | Kegunaan  |
|-----|--------------------------------------|---|
| 1.  | LPG                                  | bahan bakar kompor rumah tangga   |
| 2.  | bensin                               | bahan bakar kendaraan bermotor  |
| 3.  | <i>aviation gasoline</i> (avgas)     | bahan bakar mesin pesawat terbang berbaling-baling  |
| 4.  | <i>aviation turbine fuel</i> (avtur) | bahan bakar mesin pesawat terbang bertenaga jet ( <i>turbo jet</i> )  |
| 5.  | kerosin                              | bahan bakar lampu penerangan, dulu dikenal dengan sebutan minyak tanah untuk bahan bakar kompor rumah tangga  |
| 6.  | minyak diesel                        | bahan bakar mesin diesel  |
| 7.  | minyak pelumas                       | oli kendaraan   |
| 8.  | minyak gemuk ( <i>grease</i> )       | pelumas bagian mesin kendaraan, untuk mencegah korosi, menyerap panas, menghindari kebisingan, mencegah kontaminasi debu pada bagian-bagian kendaraan |
| 9.  | wax                                  | bahan utama lilin, semir, dan perekat korek api   |
| 10. | aspal                                | pengeras jalan raya   |



## E. Pengukuran Level di Tangki Timbun

Guru dapat memberikan informasi bahwa setiap produk yang disimpan di dalam tangki timbun perlu ditentukan kualitas dan kuantitasnya. Pengukuran yang penting dilakukan ialah pengukuran level. Sampaikan pertanyaan pemantik, “Bagaimanakah teknik pengukuran level di tangki timbun?” Peserta didik membaca materi pembelajaran pengukuran level. Tahapan pengukuran level terdiri atas persiapan sebelum pengukuran tangki, pengukuran level cairan, pengukuran air bebas (*free water*), pengukuran suhu minyak di tangki timbun, pengambilan sampel (contoh), dan pengukuran densitas sampel dengan hidrometer.

Alat yang digunakan di dalam pengukuran level cairan dan level air bebas yaitu *diptape*, pasta minyak, dan pasta air.



Gambar 8.13 *Diptape*



Gambar 8.14 Pasta Minyak  
Sumber: Ade (2023)



Gambar 8.15 Pasta Air  
Sumber: Ade (2023)



Pengukuran suhu minyak di dalam tangki menggunakan termometer tangki seperti pada Gambar 8.16.

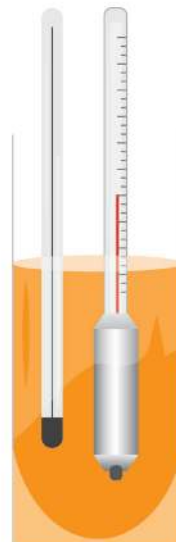


**Gambar 8.16** Termometer Tangki

Setelah pengukuran tersebut maka dilakukanlah pengambilan sampel menggunakan botol sampel seperti pada Gambar 8.17. Sampel yang sudah diambil kemudian dilakukan pengukuran densitas observasi menggunakan alat yang disebut hidrometer seperti pada Gambar 8.18.



**Gambar 8.17** Botol Sampel  
Sumber: Ade (2023)



**Gambar 8.18** Pengukuran Densitas  
Menggunakan Hidrometer



### Kunci Jawaban Aktivitas 8.5

Berikut ini nama dan fungsi alat pengukuran level

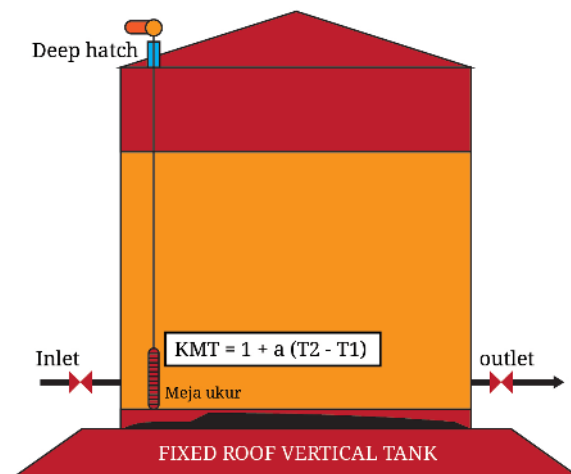
| No. | Gambar  | Nama Alat         | Fungsi Alat   |
|-----|---|-------------------|---|
| 1.  |    | <i>diptape</i>    | mengukur level cairan dan level air bebas   |
| 2.  |    | termometer tangki | mengukur suhu minyak di dalam tangki timbun   |
| 3.  |   | pasta minyak      | indikator perubahan warna pada saat pengukuran level cairan (batas minyak di permukaan) |
| 4.  |  | pasta air         | indikator perubahan warna pada saat pengukuran level air bebas                          |
| 5.  |  | botol sampel      | mengambil sampel (contoh) minyak di dalam tangki timbun                                 |



| No. | Gambar  | Nama Alat                 | Fungsi Alat  |
|-----|---|---------------------------|--|
| 6.  |  | hidrometer dan termometer | mengukur <i>densitas</i> observasi dan suhu observasi dari sampel minyak |

Pengukuran level merupakan pekerjaan teknis sehingga guru dapat melakukan pembelajaran praktik secara langsung di tangki timbun. Praktik dilakukan sesuai dengan peralatan yang ada di sekolah masing-masing. Guru memberikan contoh teknik pengukuran level sesuai dengan prosedur. Peserta didik mengamati metode pengukuran level dan melakukan secara langsung. Guru selalu membimbing peserta didik pada saat praktik pengukuran level. Perhatikan cara pengukuran dan pembacaan skala pada alat ukur. Tekankan kepada peserta didik agar melakukan pengukuran secara tepat dan akurat.

## F. Perhitungan Minyak di Dalam Tangki Timbun



**Gambar 8.19** Pengukuran Level di Dalam Tangki Timbun

Guru memberikan informasi tentang tahapan yang dilakukan setelah pengukuran level yaitu penghitungan minyak. Penghitungan minyak yang dimaksud pada akhirnya adalah penentuan volume minyak di dalam tangki timbun. Sampaikan kepada peserta didik bahwa volume minyak yang ditentukan adalah volume minyak standar 15°C. Guru menyampaikan pertanyaan pemantik, “Bagaimanakah cara penghitungan minyak di tangki timbun?” Guru kemudian menginformasikan bahwa penghitungan yang dimaksud ialah menghitung koreksi muai tangki, *volume liter observed*, *densitas 15°C*, *volume correction factor*, dan volume minyak 15°C.

Mulailah berdiskusi dari contoh hasil pengukuran level yang ada di dalam buku. Peserta didik menganalisis metode penghitungan yang ada di dalam contoh tersebut. Guru membimbing peserta didik dalam menyelesaikan penghitungan.

### Contoh Hasil Pengukuran Level

pengukuran level

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

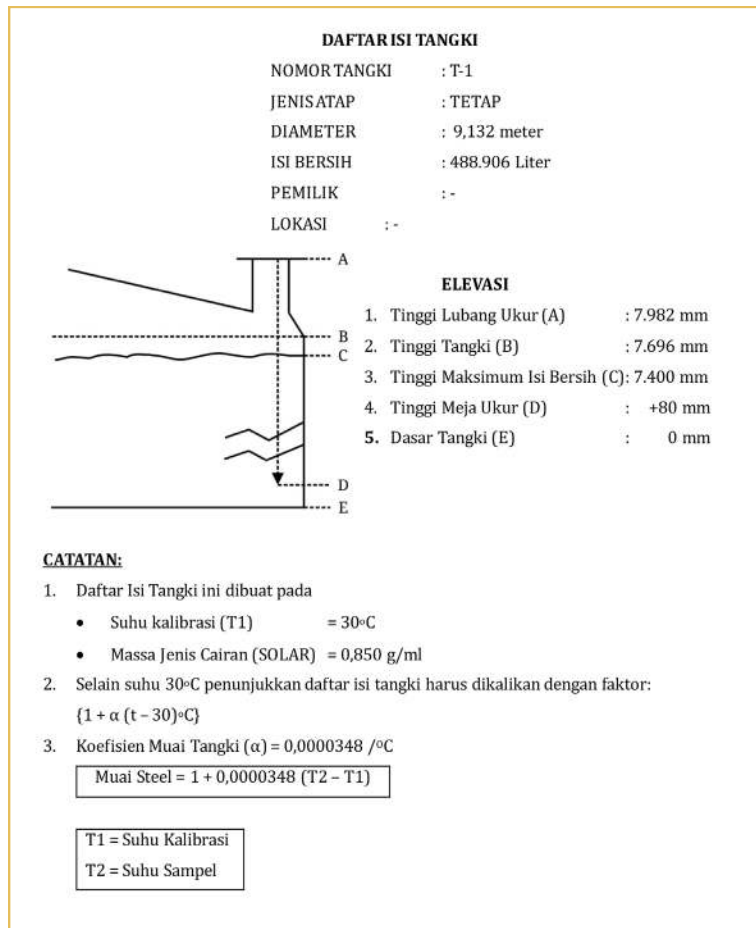
pengukuran densitas (*density*)

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



## 1. Koefisien Muai Tangki (KMT)

Guru memberikan penjelasan penghitungan KMT dengan melihat daftar isi tangki dan tabel tangki. Daftar isi tangki dapat dilihat pada Gambar 8.18.



**Gambar 8.20** Daftar Isi Tangki

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

diketahui:  $\alpha = 0,0000348$

$$T1 = \text{suhu kalibrasi} = 30^\circ\text{C}$$

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

## 2. Volume Liter Observed

Guru menjelaskan penghitungan mulai volume liter *observed* dimulai dari penentuan volume cairan *gross* dan volume air *gross*. Volume cairan *gross* dan volume air *gross* dapat diketahui dengan melihat tabel tangki.

Berikan penjelasan bahwa volume cairan ini adalah volume minyak dan volume air bebas di dalam tangki timbun. Untuk menghitungnya dapat melihat tabel tangki.

**Tabel 8.3** Tabel 8.3 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       |

Berdasarkan data pengukuran diperoleh nilai level cairan = 404,5 cm = 4.045 mm. Volume cairan *gross* dapat ditentukan yaitu.

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

Bimbinglah peserta didik dalam pembacaan tabel tangki untuk penentuan volume cairan *gross*.

Volume air *gross* dapat dihitung dengan melihat tabel tangki.

**Tabel 8.4** Tabel 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       |

Berdasarkan data pengukuran diperoleh nilai level air = 1,7 cm = 17 mm maka volume air *gross* dapat dihitung.

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



Bimbinglah peserta didik dalam pembacaan tabel tangki untuk penentuan volume air *gross*.

Penghitungan berikutnya ialah penentuan volume liter *observed*. Guru memberikan penjelasan rumus penghitungan volume liter *observed*. Arahkan peserta didik agar berdiskusi dalam menghitung 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. Density 15°C

Guru memberikan penjelasan bahwa untuk menentukan densitas 15°C dapat menggunakan rumus interpolasi. Dalam penentuan densitas 15°C harus dilakukan penghitungan interpolasi karena nilai densitas tidak dapat langsung diperoleh secara langsung dengan membaca Tabel 53 ASTM.

$$\text{density obs./suhu sampel} = 0,8415/29^\circ\text{C}$$

**Tabel 8.5** Tabel 53 ASTM untuk Mengonversi *Density Obs. ke Density 15°C*

| ASTM IP                  | Table 53<br>Density Reduction to 15°C. |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|--------------------------|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                          | Observed Density                       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Observed Temperature, °C | 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 |

Bimbinglah peserta didik dalam pembacaan Tabel 53 ASTM dan penghitungan rumus interpolasi densitas 15°C. Guru memberikan penjelasan cara membaca Tabel 53 ASTM yaitu dengan melihat posisi nilai *density obs.* = 0,8415 pada suhu 29°C. Karena nilai *density obs.* 0,8415 berada di antara 0,821 dan 0,842 maka dapat dibaca hasilnya. Untuk memudahkan penghitungan, nilai pembacaan densitas butir (a) dan (b) dibuat empat angka di belakang koma.

$$0,8410 \text{ (a)} = 0,8502 \quad \text{(c)}$$

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

$$0,8420 \text{ (b)} = 0,8512 \quad \text{(d)}$$

Rumus interpolasi dapat digunakan untuk menghitung/menentukan densitas 15°C.

$$\begin{aligned} \text{densitas } 15^{\circ}\text{C} &= c + \left\{ \frac{(e-a)}{(b-a)} \times (d-c) \right\} \\ &= 0,8502 + \left\{ \frac{(0,8415 - 0,8410)}{(0,842 - 0,8410)} \times (0,8512 - 0,8502) \right\} \\ &= 0,8502 + \left\{ \frac{(0,0005)}{(0,0010)} \times (0,0010) \right\} \\ &= 0,8502 + 0,0005 \\ &= 0,8507 \end{aligned}$$

#### 4. Volume Correction Factor (VCF)

Selanjutnya guru memberikan penjelasan tentang penentuan faktor koreksi volume atau *volume correction factor* (VCF). Bimbinglah peserta didik dalam pembacaan Tabel 54 ASTM dan penghitungan VCF. Guru memberikan penjelasan cara membaca Tabel 54 ASTM. Jelaskanlah bahwa VCF ditentukan dari hasil penghitungan densitas 15°C dan suhu minyak di dalam tangki. Untuk memudahkan penghitungan, nilai pembacaan densitas poin (a) dan (b) dibuat empat angka di belakang koma.

$$\text{densitas } 15^{\circ}\text{C/suhu minyak di tangki} = 0,8507/28^{\circ}\text{C}$$

Untuk menentukan volume minyak 15°C, maka harus menentukan VCF terlebih dahulu dengan cara melihat Tabel 54 ASTM.



**Tabel 8.6** ASTM Menentukan VCF Berdasarkan *ASTM Table 54*

| Observed Temperature, °C | Table 54<br>Volume Reduction to 15°C. |        |        |        |        |        |        | ASTM-IP |
|--------------------------|---------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
|                          | 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:

$$0,8500 \quad (a) \quad = 0,9896 \quad (c)$$

$$0,8507 \quad (e) \quad = \dots ?$$

$$0,8550 \quad (b) \quad = 0,9897 \quad (d)$$

Rumus interpolasi untuk menghitung/menentukan VCF sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{VCF} &= c + \left\{ \frac{(e - a)}{(b - a)} \times (d - c) \right\} \\
 &= 0,8507 + \left\{ \frac{(0,8507 - 0,8500)}{(0,8507 - 0,8500)} \times (0,9897 - 0,9896) \right\} \\
 &= 0,8507 + \left\{ \frac{(0,0007)}{(0,0050)} \times (0,0001) \right\} \\
 &= 0,8507 + \{0,14 \times 0,0001\} \\
 &= 0,8507 + 0,000014 \\
 &= 0,850714 \text{ (harus 6 angka di belakang koma)}
 \end{aligned}$$

### 5. Volume Minyak 15°C

Guru memberikan penjelasan penentuan volume minyak 15°C yang diperoleh dari nilai volume liter *observed* dan VCF. Peserta didik dapat menggunakan rumus berikut untuk menghitung volume minyak 15°C.

$$\begin{aligned}
 \text{volume minyak } 15^\circ\text{C} &= \text{volume liter obs.} \times \text{VCF} \\
 &= 265.170 \times 0,850714 \\
 &= 225.584 \text{ L}
 \end{aligned}$$

Mintalah peserta didik untuk mendiskusikan penghitungan volume minyak 15°C. Bimbinglah peserta didik dalam menghitung volume minyak 15°C.



Guru dapat membimbing peserta didik melakukan pengukuran level secara langsung pada tangki timbun menggunakan peralatan yang ada di sekolah. Berikan penekanan bahwa dalam pengukuran level memerlukan ketelitian dan akurasi dalam pengukuran. Setelah melakukan pengukuran level dapat ditentukan volume minyak 15°C sesuai dengan urutan penghitungan yang sudah dibahas pada subbab ini.



### Kunci Jawaban Aktivitas 8.5

#### Diketahui

hasil pengukuran level

- level cairan = 403,3 cm
- level air = 2,0 cm
- suhu cairan di dalam tangki = 29° c

pengukuran densitas

- *density* obs. = 0,8425
- suhu sampel = 28° c

#### Penyelesaian

- KMT =  $1 + \alpha (T_2 - T_1)$   
 $= 1 + 0,0000348 (29 - 30)$   
 $= 1 + (0,0000348 \times (-1))$   
 $= 1 - 0,0000348$   
 $= 0,9999652$

- Volume Liter *Observed*

Berdasarkan tabel tangki (lihat Tabel 8.3), volume cairan *gross* dapat dihitung.

$$V_{\text{Cairan Gross}} = 268.081 \text{ L} \quad \dots \text{ (A)}$$

Volume air *gross* juga dapat ditentukan dengan melihat tabel tangki (Tabel 8.4).

$$V_{\text{Air Gross}} = 3.222 \text{ L} \quad \dots \text{ (B)}$$

volume liter obs. = (A – B) KMT

$$\begin{aligned} &= (268.081 - 3.222) \times 0,9999652 \\ &= 264.859 \times 0,9999652 \\ &= 264.850 \text{ L} \end{aligned}$$



- Densitas 15°C

*density obs./ suhu sampel* = 0,8425/28°C

Data tersebut dicocokkan dengan Tabel 53 ASTM (lihat Tabel 8.4)

0,8420 (a) = 0,8506 (c)

0,8425 (e) = ... ?

0,8430 (b) = 0,8516 (d)

Rumus interpolasi penentuan densitas 15°C.

$$\begin{aligned}
 \text{densitas } 15^{\circ}\text{C} &= c + \left\{ \frac{(e-a)}{(b-a)} \times (d-c) \right\} \\
 &= 0,8506 + \left\{ \frac{(0,8425-0,8420)}{(0,8430-0,8420)} \times (0,8516-0,8506) \right\} \\
 &= 0,8506 + \left\{ \frac{(0,0005)}{(0,0010)} \times (0,0010) \right\} \\
 &= 0,8506 + 0,0005 \\
 &= 0,8511
 \end{aligned}$$

- Volume Correction Factor (VCF)*

Pengukuran dilakukan dengan mencocokkan hasil densitas 15°C dan suhu minyak di dalam tangki dengan Tabel 54 ASTM.

densitas 15°C/suhu minyak = 0,8511/29°C

0,8500 (a) = 0,9888 (c)

0,8511 (e) = ... ?

0,8550 (b) = 0,9889 (d)

Rumus interpolasi penentuan VCF:

$$\begin{aligned}
 \text{VCF} &= c + \left\{ \frac{(e-a)}{(b-a)} \times (d-c) \right\} \\
 &= 0,8507 + \left\{ \frac{(0,8507-0,8500)}{(0,8507-0,8500)} \times (0,9897-0,9896) \right\} \\
 &= 0,8507 + \left\{ \frac{(0,0007)}{(0,0007)} \times (0,0001) \right\} \\
 &= 0,8507 + \{0,14 \times 0,0001\} \\
 &= 0,8507 + 0,000014 \\
 &= 0,850714 \text{ (Harus 6 angka di belakang koma)}
 \end{aligned}$$

- Volume Minyak 15°C

volume minyak 15°C = volume liter obs. x VCF

= 264.850 x 0,988822

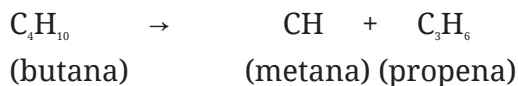
= 261.890 L





## Kunci Jawaban Uji Kompetensi

1. Distilasi atmosferis pada pengolahan minyak bumi bertujuan memisahkan minyak bumi berdasarkan perbedaan rentang titik didih dari komponen-komponen (fraksi-fraksi) minyak bumi.
2. Perbedaan kondensor dan *cooler* yaitu pada kondensor terjadi perubahan fase dari fase uap menjadi fase cair tanpa diikuti perubahan suhu, sedangkan pada *cooler* terjadi perubahan suhu tanpa diikuti perubahan fase.
3. Jenis termometer tangki yang diberi penutup (*cup case assembly*) dan tali. Cara mengukur suhu minyak di dalam tangki yaitu mengaitkan bagian atas *cup case assembly* pada tali ukur, menurunkan termometer dengan hingga kedalaman yang ditentukan, dan membaca dengan segera suhu yang terukur.
4. Cara menentukan densitas dari sampel minyak ialah dengan cara mengukur suhu sampel minyak menggunakan termometer, memilih hidrometer yang sesuai dengan jenis minyak, memasukkan hidrometer ke dalam sampel minyak dengan hati-hati, membaca suhu yang terukur oleh termometer dan densitas yang terukur oleh hidrometer.
5. Alir proses pengolahan minyak bumi pada distilasi atmosferis.  
*crude oil* → tangki *crude* → *heat exchanger/furnace* → kolom fraksinasi → kondensor → *cooler* → produk masuk ke tangki produk
6. Reaksi *thermal cracking* memecah n-butana menghasilkan metana dan propena



7. Pengukuran level menggunakan peralatan yang disebut *diptape* atau rol meter. Untuk mengetahui indikator level digunakan pasta minyak dan pasta air.

Cara pengukuran level yaitu dengan cara mengoleskan pasta minyak pada pita ukur di skala yang sesuai perkiraan, turunkan dengan perlahan hingga terasa bandulan menyentuh *datum plate*, menarik pita ukur hingga dapat terbaca perubahan warna dari pasta minyak, dan lakukan pembacaan. Untuk mengukur level air dengan cara yang hampir sama, hanya pasta air dioleskan pada bandulan.



8. Perhatikan Tabel 53 berikut ini!

densitas *obs./*suhu sampel = 0,8415/26°C

Data tersebut dicocokkan dengan Tabel 53 ASTM (lihat Tabel 8.4)

0,8410 (a) = 0,8483 (c)

0,8415 (e) = ... ?

0,8420 (b) = 0,8493 (d)

Rumus interpolasi penentuan *densitas* 15°C:

$$\begin{aligned} \text{densitas } 15^\circ\text{C} &= c + \left\{ \frac{(e-a)}{(b-a)} \times (d-c) \right\} \\ &= 0,8483 + \left\{ \frac{(0,8415-0,8410)}{(0,8420-0,8410)} \times (0,8493-0,8483) \right\} \\ &= 0,8483 + \left\{ \frac{(0,0005)}{(0,0010)} \times (0,0010) \right\} \\ &= 0,8483 + 0,0005 \\ &= 0,8488 \end{aligned}$$



## Pengayaan dan Remedial

### 1. Pengayaan

Materi pengayaan yang dapat diberikan ialah peserta didik diminta membuat poster yang menggambarkan proses distilasi atmosferis dan memberikan keterangan bagian-bagiannya. Pengayaan ini dilakukan agar dapat memperkaya pemahaman peserta didik untuk lebih menguasai materi tentang pengolahan minyak bumi dengan metode distilasi atmosferis. Pengayaan pada bab ini hanya sebagai contoh instrumen pengayaan. Guru dapat mengembangkan materi pengayaan sesuai dengan kondisi di sekolah masing-masing.

### 2. Remedial

Materi remedial ini digunakan untuk memperbaiki pengetahuan dan keterampilan peserta didik dalam topik bab “Tahap Pengolahan Minyak Bumi”. Materi remedial bisa disesuaikan dengan kemampuan yang kurang dikuasai oleh setiap peserta didik pada bab ini. Pembelajaran remedial dapat dilaksanakan secara klasikal atau individual, misalnya dengan membahas materi dan soal dalam asesmen yang belum dikuasai dengan maksimal. Penilaian remedial ini dapat diberikan dalam bentuk penugasan atau asesmen ulang. Berikut ini contoh kegiatan remedial yang dapat dilakukan.



Tabel 8.7 Kegiatan Remedial

| Indikator Pencapaian Tujuan Pembelajaran   | Kegiatan remedial  |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Peserta didik dapat membuat bagan proses distilasi atmosferis.</li> <li>2. Peserta didik dapat menjelaskan fungsi peralatan pengolahan dan utilitas.</li> <li>3. Peserta didik dapat menjelaskan fungsi alat ukur.</li> <li>4. Peserta didik dapat membedakan tahapan separasi dan konversi pengolahan minyak bumi.</li> <li>5. Peserta didik dapat menjelaskan jenis-jenis produk pengolahan minyak bumi.</li> <li>6. Peserta didik dapat menjelaskan teknik pengukuran level di dalam tangki timbun.</li> <li>7. Peserta didik dapat menjelaskan teknik pengukuran densitas sampel minyak.</li> <li>8. Peserta didik dapat melakukan penghitungan minyak dalam tangki timbun.</li> </ol> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru menyampaikan materi pembelajaran remedial.</li> <li>• Guru memberikan motivasi untuk mengembangkan pengetahuan melalui sumber dan media belajar.</li> <li>• Peserta didik mempelajari kembali materi pembelajaran pada topik bab dipilih sesuai dengan kebutuhan remedial.</li> <li>• Peserta didik mengikuti penilaian remedial baik penugasan atau asesmen ulang.</li> </ul> |



### Interaksi dengan Orang Tua/Wali dan Masyarakat

Guru dapat berinteraksi dengan orang tua/wali peserta didik untuk mengomunikasikan pembelajaran tahap pengolahan minyak bumi. Bentuk pemantauan oleh orang tua/wali dapat dilakukan dengan cara membubuhkan tanda tangan pada setiap aktivitas yang sudah dikerjakan pada topik bab tahapan produksi migas.

Interaksi dengan mitra industri dapat dilakukan misalnya untuk memperoleh materi ajar tahap pengolahan minyak bumi. Sekolah dapat mengundang guru tamu dari kilang minyak untuk memberikan materi pembelajaran proses pengolahan minyak bumi. Adapun untuk



memberikan materi pengukuran level di tangki timbun, sekolah dapat mengundang guru tamu dari kilang minyak atau depot minyak. Bentuk lain interaksi dengan industri ialah pengiriman guru magang. Interaksi dengan industri ini penting agar terdapat sinkronisasi antara kurikulum program pembelajaran keahlian teknik perminyakan dengan kegiatan nyata di industri.



## Asesmen/Penilaian

Berikut ini jenis penilaian yang dapat dijadikan sebagai instrumen penilaian.

| Aspek Penilaian | Bentuk Penilaian | Teknik Penilaian  |
|-----------------|------------------|---|
| pengetahuan     | tes              | soal tertulis <ul style="list-style-type: none"> <li>• penilaian sebelum pembelajaran</li> <li>• aktivitas 8.1, 8.2, 8.3, 8.4, 8.5</li> <li>• uji kompetensi</li> <li>• penilaian akhir pembelajaran</li> </ul> |
| keterampilan    | nontes           | observasi kinerja   |

Jenis penilaian yang disajikan tersebut hanyalah sebagai contoh. Guru dapat mengembangkan secara mandiri disesuaikan dengan kondisi yang ada di sekolah masing-masing.



## Penilaian Akhir Pembelajaran

Penilaian akhir pembelajaran dapat dilakukan untuk mengukur pencapaian tujuan pembelajaran. Penilaian aspek pengetahuan dapat menggunakan instrumen berikut ini.

### Instrumen Penilaian Akhir Pembelajaran


Jawablah dengan memilih salah satu pilihan jawaban paling benar!

1. Industri migas terdiri atas usaha hulu dan usaha hilir. Proses distilasi atmosferis termasuk ke dalam usaha hilir yaitu pada ....
  - a. pengolahan
  - b. transportasi



- c. penyimpanan
  - d. niaga
  - e. eksplorasi
2. Distilasi atmosferis merupakan pemisahan secara fisik yang berdasarkan perbedaan rentang ... dari komponen-komponen (fraksi-fraksi) minyak bumi.
- a. titik nyala
  - b. titik embun
  - c. titik uap
  - d. titik didih
  - e. titik beku
3. Peralatan yang digunakan untuk setelah uap minyak melalui kolom fraksinasi adalah kondensor. Prinsip kerja kondensor adalah terjadi ....
- a. perubahan suhu tanpa diikuti perubahan fase
  - b. perubahan suhu diikuti perubahan fase
  - c. perubahan fase uap menjadi fase cair tanpa diikuti perubahan suhu
  - d. perubahan fase uap menjadi fase cair diikuti perubahan suhu
  - e. perubahan fase cair menjadi fase uap tanpa diikuti perubahan suhu
4. Pada industri migas digunakan beberapa alat ukur. Manometer berfungsi untuk ....
- a. mengukur suhu
  - b. mengukur aliran fluida
  - c. mengukur densitas minyak
  - d. mengambil sampel minyak
  - e. mengukur besarnya tekanan
5. Proses konversi dilakukan untuk mengolah nafta berat yang memiliki angka oktan rendah menjadi reformat yang memiliki angka oktan tinggi dengan bantuan katalis. Proses konversi tersebut dapat dilakukan melalui ....
- a. perengkahan termal
  - b. reformasi katalisis
  - c. distilasi atmosferis
  - d. proses desalter
  - e. produksi migas
6. Produk pengolahan minyak bumi melalui tahap separasi dan konversi sangatlah beraneka ragam. Di antara produk berikut, yang biasa digunakan sebagai bahan pembuatan lilin, semir, dan bahan perekat korek api adalah ....



- 
- a. avtur
  - b. kerosin
  - c. LPG
  - d. wax
  - e. minyak pelumas
7. Sampel yang sudah diambil dari tangki timbun harus diukur kualitasnya. Densitas (*density*) adalah salah satu parameter yang dapat diukur menggunakan alat yang disebut ....
- a. *diptape*
  - b. manometer
  - c. *flow meter*
  - d. termometer
  - e. hidrometer
8. Untuk melakukan pengukuran level dibutuhkan alat ukur. Peralatan yang tepat digunakan untuk melakukan pengukuran level adalah ....
- a. *diptape*
  - b. manometer
  - c. *flow meter*
  - d. termometer
  - e. hidrometer
9. Untuk memastikan pengukuran level cairan memperoleh data yang akurat, bagian pita ukur haruslah dioleskan suatu bahan yang disebut ....
- a. *crude oil*
  - b. wax
  - c. pasta minyak
  - d. pasta air
  - e. kerosin
10. Diketahui hasil pengukuran level dan penghitungan *densitas* 15°C.
- volume liter *observed* = 265.170 L
- volume *correction factor* = 0,850714
- Besarnya volume minyak 15°C adalah ....
- a. 222.458 L
  - b. 225.584 L
  - c. 245.152 L
  - d. 252.854 L
  - e. 265.485 L



## Lembar Observasi Penilaian Kinerja

Nama : ..... Kelas : .....

| No. | Aspek Penilaian Kinerja | Uraian Indikator                       | Sangat Baik | Baik | Cukup | Kurang |
|-----|-------------------------|--|-------------|------|-------|--------|
|     |                         |  | 4           | 3    | 2     | 1      |
| 1.  | tanggung jawab          | mengikuti semua aktivitas pembelajaran |             |      |       |        |
|     |                         | mengerjakan aktivitas                  |             |      |       |        |
|     |                         | memiliki buku catatan                  |             |      |       |        |
|     |                         | mengumpulkan tepat waktu               |             |      |       |        |
| 2.  | kerja sama              | aktif berdiskusi dalam kelompok        |             |      |       |        |
|     |                         | menghargai rekan dalam kelompok        |             |      |       |        |
|     |                         | berbagi gagasan dalam kelompok         |             |      |       |        |
| 3.  | bernalar kritis         | bertanya dalam kegiatan pembelajaran   |             |      |       |        |
|     |                         | menjawab pertanyaan dalam diskusi      |             |      |       |        |
|     |                         | mengomunikasikan hasil diskusi         |             |      |       |        |

### Kunci Jawaban Penilaian Akhir Pembelajaran

Berikut ini kunci jawaban dari penilaian akhir pembelajaran.

|      |       |
|------|-------|
| 1. A | 6. D  |
| 2. D | 7. E  |
| 3. C | 8. A  |
| 4. E | 9. C  |
| 5. B | 10. B |





## Refleksi

Lakukan refleksi dengan menyampaikan pertanyaan kepada peserta didik tentang materi yang sudah dikuasai dan yang belum dikuasai oleh peserta didik. Sampaikan kepada peserta didik bahwa pekerjaan pada proses tahap pengolahan minyak bumi harus selalu menerapkan K3. Guru dapat meminta peserta didik menyampaikan kesannya dalam pembelajaran.



## Sumber Belajar

### Sumber Belajar Utama

Buku Siswa *Dasar-Dasar Teknik Perminyakan*

### Sumber Belajar Penunjang

Pertamina. *Cara Menggunakan Alat Ukur BBM* | *Pertamina Industrial Fuel Marketing*, 2019.

<http://ringkas.kemdikbud.go.id/SMKPerminyakan13>



Pertamina Industrial Fuel Marketing. *Cara Menggunakan Alat Ukur BBM Part II* | *Pertamina Industrial Fuel Marketing*, 2019.

<http://ringkas.kemdikbud.go.id/SMKPerminyakan14>



# Glosarium

**alur tujuan pembelajaran (ATP):** rangkaian tujuan pembelajaran yang tersusun secara sistematis dan logis di dalam fase pembelajaran

**artificial lift production:** metode pengangkatan buatan migas dari sumur produksi

**batuan penutup:** batuan yang menghalangi minyak dan gas bumi keluar dari batuan reservoir

**batuan reservoir:** batuan berpori dan *permeable* (mudah meloloskan fluida) yang diisi oleh minyak dan gas

**blow out:** semburan liar yang berpotensi terjadi kecelakaan kerja dan bahaya lain seperti terjadinya kebakaran yang dapat menyebabkan hangusnya sebuah rig pengeboran

**BOP stack:** rangkaian peralatan yang berfungsi menahan tekanan lubang bor bila terjadi *kick*

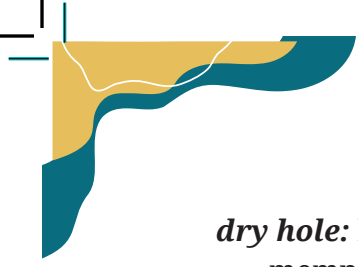
**bubble cap tray:** bagian kolom fraksinasi yang berbentuk pelat datar berlubang yang memiliki penutup tempat uap minyak (fasa gas) naik menuju *tray* di atasnya

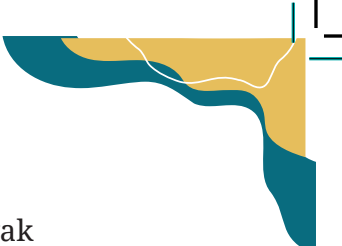
**buku teks utama:** buku pelajaran yang wajib digunakan dalam pembelajaran berdasarkan kurikulum yang berlaku dan disediakan oleh pemerintah pusat tanpa dipungut biaya. buku teks utama terdiri dari buku siswa dan buku panduan guru

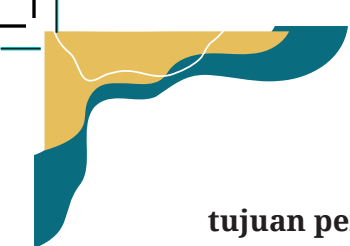
**buku panduan guru:** buku yang berisi strategi penyampaian materi dan pengelolaan aktivitas pembelajaran yang disajikan di dalam buku siswa

**capaian pembelajaran :** kurikulum yang sudah ditetapkan oleh pemerintah dan digunakan untuk merumuskan alur tujuan pembelajaran (ATP)

**derrick:** menara pengeboran yang berfungsi menyediakan ruang untuk mengangkat atau memasukan rangkaian pipa bor dari atau ke dalam lubang bor.

- 
- dry hole***: lubang kosong atau lubang kering, lubang sumur yang memperlihatkan tidak adanya tanda-tanda cadangan minyak
- dry powder***: bahan kimia (berupa tepung) kering untuk isian alat pemadam api ringan
- elemen pembelajaran**: topik pembelajaran yang disampaikan di dalam suatu mata pelajaran
- fase E**: fase yang diperuntukkan bagi kelas 10, baik di tingkat SMA, SMK, atau sederajat
- foam***: bahan kimia berbentuk busa sebagai bahan isian alat pemadam api ringan
- gas well***: sumur gas, yang juga bisa merupakan sumur gas yang komersial
- hidrokarbon**: senyawa kimia yang mengandung unsur hidrogen dan karbon
- impurities***: zat pengotor di dalam minyak bumi
- industri hilir migas**: industri yang melakukan kegiatan pengolahan, penyimpanan, pengangkutan dan niaga migas
- industri hulu migas**: industri yang melakukan kegiatan eskplorasi dan eksploitasi migas
- katalis**: zat yang dapat mempercepat atau memperlambat reaksi yang pada akhir reaksi dilepaskan kembali dalam bentuk semula
- kick***: masuknya fluida formasi ke dalam sumur secara tidak terjadwal
- nafta**: hasil distilasi minyak bumi yang mempunyai titik didih rendah sehingga mudah menguap, digunakan sebagai pelarut dan bahan bakar
- natural flow***: sumur yang dapat mengalirkan minyak atau berproduksi secara alami; metode pengangkatan alami migas dari sumur produksi
- perengkahan termal**: reaksi kimia untuk mengubah minyak molekul besar menjadi minyak yang molekulnya lebih kecil dengan bantuan panas

- 
- perengkahan katalisis:** reaksi kimia untuk mengubah minyak molekul besar menjadi minyak yang molekulnya lebih kecil dengan bantuan panas dan katalis
- perforasi:** melubangi pipa casing dan semen yang mengikatnya dengan alat khusus yang disebut *perforator*
- peta geologi:** gambaran mengenai informasi mengenai sebaran dan jenis serta sifat batuan, umur, struktur, tektonika dan lain sebagainya yang ada di permukaan bumi
- producing oil well:** sumur yang memproduksi banyak minyak secara menguntungkan
- produksi migas:** mengangkat migas dari bawah ke atas permukaan bumi
- profil pelajar Pancasila:** karakter dan kemampuan yang dibangun dalam keseharian dan dihidupkan dalam diri setiap individu peserta didik melalui budaya satuan pendidikan, pembelajaran intrakurikuler, proyek penguatan profil pelajar Pancasila, dan ekstrakurikuler
- pre-fire planning:** 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
- reformasi katalisis:** reaksi kimia untuk mengolah nafta berat yang memiliki angka oktan rendah menjadi reformat yang memiliki angka oktan tinggi dengan bantuan katalis
- rig** pengeboran: suatu instalasi peralatan (berupa menara) untuk melakukan pengeboran ke dalam reservoir di bawah tanah
- rig up:** proses mendirikan menara pengeboran
- source rock:** sejenis batuan sumber yang menghasilkan dan mengeluarkan hidrokarbon dengan jumlah yang cukup banyak untuk memenuhi akumulasi minyak dan gas secara komersial
- swabbing:** pekerjaan untuk menimba atau mengeluarkan fluida dari dalam sumur melalui suatu rangkaian

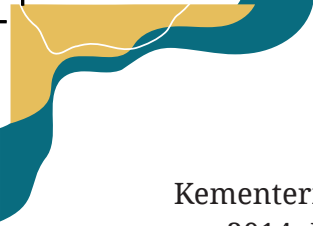


**tujuan pembelajaran:** deskripsi pencapaian tiga aspek kompetensi, yakni pengetahuan, keterampilan, dan sikap yang diperoleh murid dalam satu atau lebih kegiatan pembelajaran

**well completion:** pekerjaan yang dilakukan untuk mempersiapkan sumur pengeboran menjadi sumur produksi

# 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. *H<sub>2</sub>S – 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*. Cepu: 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](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](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](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** diunduh dari <https://jatim.antaranews.com/berita/169587/penyulingan-minyak-tradisional-di-bojonegoro-terus-bertambah> pada 7 Februari 2023

**Gambar 4.1** diunduh dari <https://www.cnnindonesia.com/ekonomi/20141020091120-85-6887/migas-di-jalur-menurun> pada 21 Oktober 2022

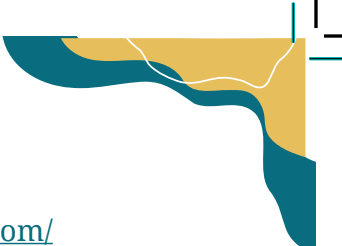
**Gambar 4.4** diunduh dari <https://www.pngitem.com/middle/omoxmb-transparent-crane-hook-png-crane-clipart-png-download/> pada 21 Oktober 2022

**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](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 7.27** diunduh dari <https://jatim.antaranews.com/berita/341356/barata-indonesia-dukung-percepatan-pembangunan-kilang-minyak-pertamina> pada 18 Februari 2023

# Indeks

## A

alat pelindung diri 22, 100, 101,  
103, 107, 108, 117, 123  
alat pemadam api ringan 22, 100,  
101, 103, 107, 108, 117  
aromatik 41, 43  
aspek kebakaran 22, 101

## B

batuan reservoir 133, 135, 145, 241  
blending 56, 69  
*blow out* 157, 174, 177, 176, 241  
*blow out preventer system* 157  
*boiler* 70, 213  
*BOP stack* 174, 241  
*bubble cap tray* 44, 241  
budaya kerja 5R 13, 22, 103, 120,  
124, 128  
budaya kerja industri 5, 6, 8, 13, 22,  
100, 101, 102, 103, 120, 124

## C

*cable tool drilling* 156  
*christmas tree* 192, 197, 198  
*circulating system* 157  
*cooler* 70, 72, 213, 231  
*cracking* 25, 44, 45, 46, 206, 207,  
216, 231  
*crude oil* 41, 44, 57, 62, 70, 86, 178,  
180, 206, 210, 213, 217, 231,  
237

## D

*derrick* 140, 149, 162, 241  
*discovery learning* iv, 4, 17, 35, 39,  
41, 43, 62, 68, 71

distilasi 25, 41, 44, 46, 47, 53, 58, 59,  
62, 69, 70, 74, 76, 77, 78, 79, 80,  
206, 207, 208, 209, 210, 215,  
216, 231, 232, 233, 235, 236,  
242

distilasi atmosferis 25, 69, 70, 76,  
77, 78, 79, 80, 206, 207, 209,  
210, 215, 216, 231, 232, 233,  
235, 236

distilasi hampa 69, 70, 74

*division* 115

*drawwork* 162, 164

*drilling engineer* 94, 97, 98

*drilling line* 162, 164, 168

*drilling tower* 162

*dry hole* 40, 51, 53, 242

*dry powder* 117, 122, 127, 242

## E

*ear muff* 118

eksploitasi 21, 29, 31, 32, 33, 34, 35,  
39, 40, 49, 57, 61, 86, 91, 95,  
153, 179, 206, 207, 242

eksplorasi 4, 5, 6, 7, 8, 11, 13, 21, 23,  
29, 31, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39,  
40, 47, 49, 51, 53, 57, 62, 86, 91,  
95, 98, 128, 129, 130, 131, 132,  
134, 135, 136, 138, 139, 144,  
145, 146, 148, 149, 153, 154,  
156, 206, 207, 235, 245

## F

*field services technical* 94

*flowline* 193, 197, 198

*foam* 117, 119, 122, 127, 242

- formation completion* 181, 182, 185, 198  
*furnace* 70, 231
- G**
- gas di bawah tekanan 112  
*gas root refinery* 72  
*Gas well* 40
- H**
- hazardous area* 113  
*heat exchanger* 70, 231  
hidrokarbon naftenik 43  
hidrokarbon parafinik 41, 42  
hierarki pengendalian risiko 101, 103, 107, 109, 123, 126  
*hoisting system* 157, 162, 164, 168  
*hydrotreating* 6, 8, 21, 56, 71, 72
- I**
- impurities 69, 71, 214, 215, 242  
industri hilir migas 21, 28, 33, 41, 47, 92, 242  
industri hulu migas 21, 33, 37, 47, 91, 153, 242
- J**
- jet ejector* 70
- K**
- katalisis 71, 206, 207, 216, 217, 236  
Keselamatan dan Kesehatan Kerja vi, 5, 6, 8, 13, 22, 99, 100, 104, 123, 124, 130  
*kick* 177, 241, 242  
kolom fraksinasi 44, 46, 47, 51, 59, 211, 217, 231, 235, 241  
kompresor 194, 197  
kondensor 70, 231, 235
- kontraktor 37, 38  
konversi 11, 15, 25, 56, 68, 69, 70, 206, 209, 210, 214, 216, 217, 233, 236  
korosif 111, 215, 217
- L**
- lingkungan kerja aman 103, 105, 106, 123, 125
- M**
- manifold* 170, 193, 197, 198  
mudah terbakar 111, 112, 113, 126, 156  
*mud pit* 139, 149
- N**
- nafta 64, 80, 207, 217, 236, 242, 243  
niaga 29, 31, 32, 33, 35, 41, 45, 46, 47, 57, 86, 92, 235, 242
- O**
- oksidasi 112  
olefinik 41, 43
- P**
- Penambangan Minyak Tradisional viii, 66  
pengeboran eksplorasi 23, 29, 38, 47, 91, 128, 130, 131, 136, 138, 139, 144, 146, 148, 149, 153  
Pengeboran eksplorasi 40, 47  
pengembangan sumur 40, 86, 91, 95, 178, 179  
pengolahan migas 4, 45, 46, 58  
penyimpanan migas 45, 46  
perforasi 24, 178, 179, 182, 185, 186, 187, 201, 243  
peta geologi 132, 133, 243  
*petroleum engineer* 94

*pipeline* 195, 197  
*pompa* 70, 190, 196, 197, 198, 211  
*portable skid* 162  
*potensi bahaya* 22, 100, 101, 109, 110, 111, 113, 126, 170  
*power system* 157  
*pre-fire planning* 122, 124, 128, 243  
*process engineer* 94  
*producing oil well* 51, 53, 243  
*produksi migas* 4, 5, 24, 29, 33, 37, 39, 56, 86, 95, 98, 178, 180, 181, 187, 188, 189, 192, 199, 200, 201, 203, 234, 236, 243

## R

*refinery* 6, 8, 33, 41, 43, 46, 66, 72  
*refinery development master plan* 6, 72  
*rig pengeboran* ix, 162, 170, 173, 241, 243  
*rig up* 158, 159, 176, 243  
*rotary drilling* 156  
*rotating system* 157

## S

*safety goggles* 118, 127  
*safety helmet* 118, 127  
*safety shoes* 118, 127  
*safety talk* 120  
*scrubber* 194, 197, 198  
*separasi* 7, 9, 11, 14, 15, 24, 25, 56, 68, 69, 70, 181, 206, 209, 210, 214, 215, 216, 217, 233, 236  
*separator* 40, 51, 53, 70, 72, 95, 194, 197, 198, 199, 201, 211, 213, 217  
*source rock* 135, 243  
*standard derrick* 162

*stripper* 70  
*studi geofisika* 29, 38, 130, 153  
*studi geologi* 29, 38, 91, 128, 130, 153  
*Sumur Minyak Tradisional* viii, 66  
*swabbing* 24, 178, 181, 187, 188, 200, 201, 203, 243

## T

*tangki pengumpul* 196, 197, 198  
*Tangki Pengumpul* xi, 196  
*Toksik* 113  
*trailer mounted type mast* 162  
*tray* 44, 46, 48, 241  
*tubing completion* 181, 183, 185, 198

## U

*umpan* 70, 71, 72, 74, 128, 213

## W

*well completion* 24, 178, 181, 183, 184, 198, 200, 201, 203, 244  
*wellhead* 181, 184, 185, 192, 197, 198, 203  
*wellhead completion* 181, 184, 185, 198

## Z

*zone* 114, 115, 127

# 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

# Biodata Penulis

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)



# 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)