

ROMIYATUL MAULA



MODUL KIMIA

MINYAK BUMI

BERBASIS STEM

(Science, Technology, Engineering dan Mathematics)



SMA/MA Kelas XI
Semester 1

Modul Pembelajaran Kimia

Minyak Bumi

Berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, dan Mathematics*)

Untuk SMA/MA Kelas XI

Penulis

Romiyatul Maula

Dibimbing Oleh

Dr. Muntari, M.Phill

Dr. Rahmawati, M. Si

Divalidasi Oleh

Dr. Aliefman Hakim, S. Si., M. Si

Ermia Hidayati, M. Pd

Rina Mindi Safitri, M. Pd



**Program Studi Pendidikan Kimia
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Mataram**

2022

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT. karena dengan rahmat dan karunianya modul kimia berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) pada materi minyak bumi ini dapat terselesaikan. Modul kimia berbasis STEM ini disusun berdasarkan *Engineering Design Process* dimana dalam modul ini juga dilengkapi dengan latihan soal untuk menguji tingkat pemahaman siswa. Modul ini diharapkan dapat membantu siswa dalam memahami materi kimia khususnya materi minyak bumi dan dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa dengan mengaitkan materi kimia dengan aspek STEM yaitu sains, teknologi, teknik dan matematika.

Terimakasih yang sebesar-besarnya saya ucapkan kepada bapak Dr. Muntari, M. Phil dan ibu Dr. Rahmawati, SP., M. Si selaku dosen pembimbing skripsi saya yang telah memberikan waktu dan ilmunya dalam membimbing saya menyelesaikan skripsi dan kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyusunan modul ini.

Kami menyadari bahwa modul ini jauh dari kata sempurna dan banyak kekurangan. Oleh sebab itu, kami mengharapkan kritik dan saran dari pembaca yang dapat membantu dalam perbaikan modul ini. Akhir kata semoga modul ini dapat bermanfaat dan membantu siswa dalam memahami materi minyak bumi.

Mataram, 24 Agustus 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
IDENTITAS MODUL	iv
PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL	v
KOMPETENSI INTI	vi
KOMPETENSI DASAR DAN INDIKATOR PEMBELAJARAN	vii
PETA KONSEP	viii
KEGIATAN BELAJAR 1	
PEMBENTUKAN DAN PENGOLAHAN MINYAK BUMI	1
A. Proses Pembentukan Minyak Bumi.....	2
B. Komponen Minyak Bumi	3
C. Pengolahan Minyak Bumi	7
Aktifitas Belajar STEM 1	11
Latihan Berpikir Kritis.....	14
KEGIATAN BELAJAR 2	
FRAKSI-FRAKSI MINYAK BUMI DAN KEGUNAANNYA	15
A. Fraksi-Fraksi Minyak Bumi dan Kegunaannya.....	16
B. Industri Petrokimia	20
C. Mutu Bensin	22
Aktifitas Belajar STEM 2	25
Latihan Berpikir Kritis.....	28
KEGIATAN BELAJAR 3	
DAMPAK NEGATIF PENGGUNAAN MINYAK BUMI DAN CARA MENGATASINYA	29
A. Dampak Negatif Penggunaan Minyak Bumi.....	30
B. Cara Mengatasi Dampak Negatif Penggunaan Minyak Bumi.....	33
Aktifitas Belajar STEM 3	35
Latihan Berpikir Kritis.....	38
EVALUASI	39
KUNCI JAWABAN	44
GLOSSARIUM	45
DAFTAR PUSTAKA	46

IDENTITAS MODUL

STEM

Modul ini disajikan dengan pendekatan STEM

S (*Science*)

Kajian tentang fenomena alam yang melibatkan observasi dan pengukuran sebagai wahana untuk menjelaskan alam yang selalu berubah.

T (*Technology*)

Inovasi-inovasi manusia yang digunakan untuk memodifikasi alam agar dapat memenuhi kebutuhan manusia yang lebih baik.

E (*Engineering*)

Pengetahuan dan keterampilan untuk mendesain, mengaplikasikan, merepleksi dan merekayasa sebuah karya berupa peralatan, sistem dan mesin yang dapat digunakan manusia untuk mempermudah dan mempercepat produksi barang dan jasa.

M (*Mathematics*)

Ilmu yang berhubungan dengan pola dan hubungan sebagai bahasa bagi teknologi, sains, dan engineering.

Pada akhir setiap bab terdapat aktivitas belajar STEM yang didesain dengan langkah engineering design process, yaitu terdiri dari mengidentifikasi, menginvestigasi, merancang, membuat, menguji dan memodifikasi.

PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL

Petunjuk Guru

1. Bimbinglah siswa dalam memahami konsep, menganalisis serta menjawab pertanyaan.
2. Bimbinglah siswa untuk menggunakan modul secara berurutan.
3. Periksa kembali jawaban siswa agar sesuai dengan konsep materi



Petunjuk Siswa

1. Baca dan pelajari materi pada setiap kegiatan belajar secara berurutan.
2. Jawablah soal latihan yang tersedia untuk mengetahui sejauh mana pemahaman konsep anda pada setiap kegiatan belajar.
3. Bacalah referensi yang berhubungan dengan materi ini untuk menambah pengetahuan anda.



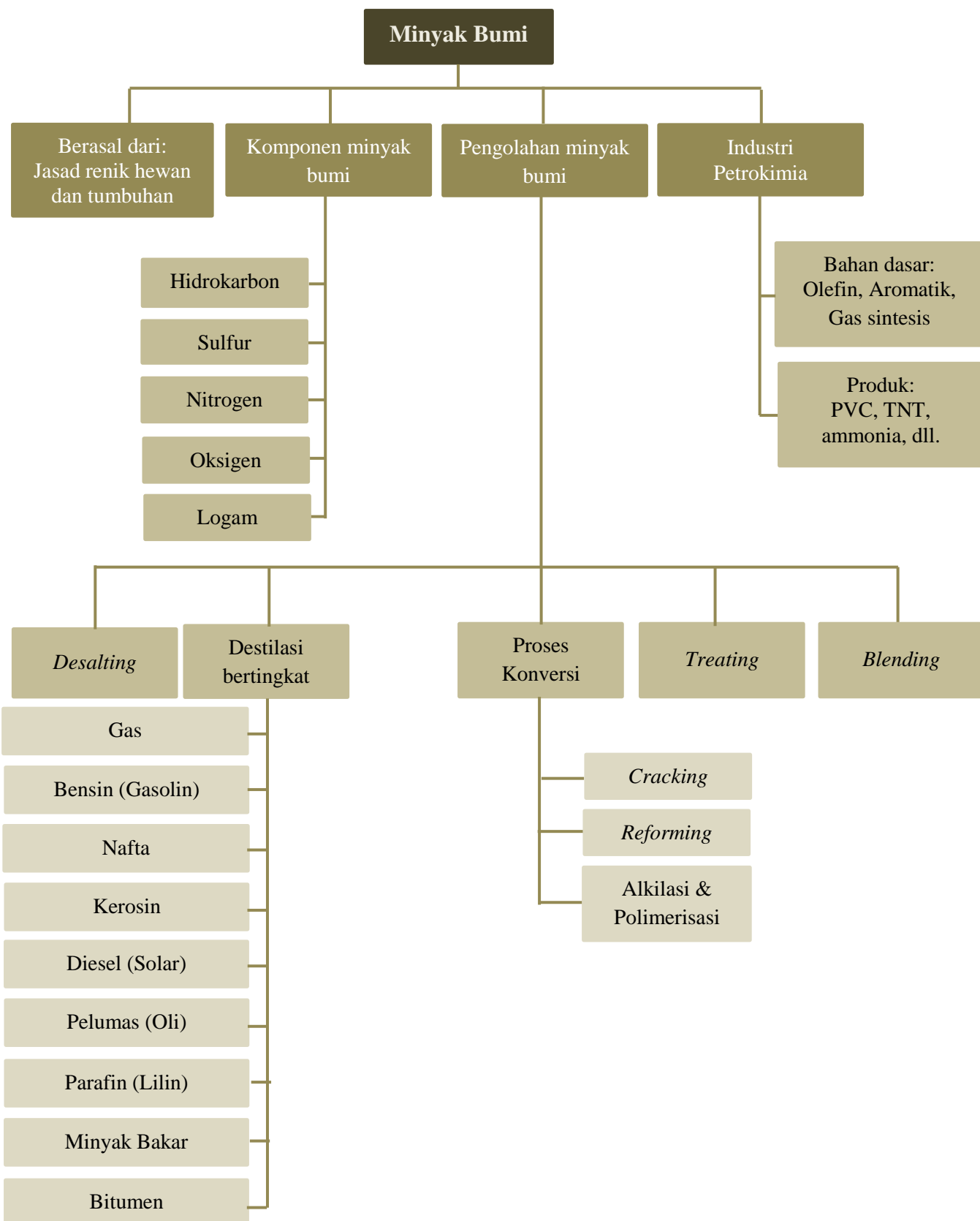
KOMPETENSI INTI

- KI-1** :Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.
- KI-2** :Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, santun, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), bertanggung jawab, responsive, dan pro-aktif dalam berinteraksi secara efektif sesuai dengan perkembangan anak di lingkungan, keluarga, sekolah, masyarakat dan lingkungan alam sekitar, bangsa, negara, kawasan regional, dan kawasan internasional.
- KI-3** :Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, procedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan procedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah
- KI-4** :Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan

KOMPETENSI DASAR DAN INDIKATOR PEMBELAJARAN

Kompetensi Dasar	Indikator Pembelajaran
<p>3.2 Menjelaskan proses pembentukan fraksi-fraksi minyak bumi, teknik pemisahan serta kegunaannya</p>	<p>3.2.1 Menjelaskan proses pembentukan minyak bumi dan gas alam</p> <p>3.2.2 Menjelaskan teknik pengeksplorasian minyak bumi</p> <p>3.2.3 Menyebutkan komponen-komponen penyusun minyak bumi</p> <p>3.2.4 Menjelaskan teknik pemisahan fraksi-fraksi minyak bumi dengan penyulingan destilasi bertingkat</p> <p>3.2.5 Menjelaskan proses pengolahan lanjut minyak bumi</p> <p>3.2.6 Menjelaskan fraksi-fraksi minyak bumi dan kegunaannya</p> <p>3.2.7 Menjelaskan penggunaan minyak bumi dalam industri petrokimia</p> <p>3.2.8 Menganalisis mutu bensin berdasarkan bilangan oktan</p> <p>3.2.9 Menjelaskan dampak penggunaan bahan bakar dan cara mengatasinya</p>
<p>4.2 Menyajikan karya tentang proses pembentukan dan teknik pemisahan fraksi-fraksi minyak bumi beserta kegunaannya</p>	<p>4.2.1 Menyajikan karya tentang proses pembentukan dan pengeboran minyak bumi</p> <p>4.2.2 Menyajikan karya tentang teknik pemisahan fraksi-fraksi minyak bumi dan kegunaannya</p>

PETA KONSEP



KEGIATAN BELAJAR 1

PROSES PEMBENTUKAN DAN TEKNIK EKSPLORASI MINYAK BUMI



Indonesia adalah salah satu negara penghasil minyak bumi. Satuan Kerja Khusus Pelaksana Kegiatan Usaha Hulu Minyak dan Gas Bumi (SKK Migas) mencatat angka produksi minyak mentah di Indonesia sebanyak 616,6 ribu barel per hari. Ketersediaan minyak bumi di negara kita merupakan anugerah yang harus disyukuri. Bayangkan jika tidak ada bahan bakar, akan banyak aktivitas yang akan terganggu. Bagaimana minyak bumi ini terbentuk dan bagaimana minyak bumi ditemukan dan diambil dari permukaan tanah? Temukan jawabannya dalam modul ini!

TUJUAN PEMBELAJARAN

1. Menjelaskan proses pembentukan minyak bumi
2. Menjelaskan cara pengeksplorasian minyak bumi
3. Menyebutkan komponen-komponen penyusun minyak bumi
4. Menjelaskan proses pemisahan fraksi-fraksi minyak bumi dengan penyulingan destilasi bertingkat
5. Menjelaskan proses pengolahan lanjut minyak bumi
6. Menyajikan karya tentang proses pembentukan dan pengolahan minyak bumi

A. Proses Pembentukan Minyak Bumi

Bahan bakar adalah sumber energi utama bagi kehidupan manusia. Contoh sederhananya adalah penggunaan bahan bakar untuk memasak. Zaman dahulu orang-orang memasak dengan menggunakan kayu bakar. Akan tetapi saat ini penggunaan kayu bakar sudah mulai ditinggalkan karena adanya bahan bakar yang lebih praktis seperti minyak tanah dan LPG (*Liquid Petroleum Gas*).



Sumber: kabarbanten.com

Gambar 1.1 LPG



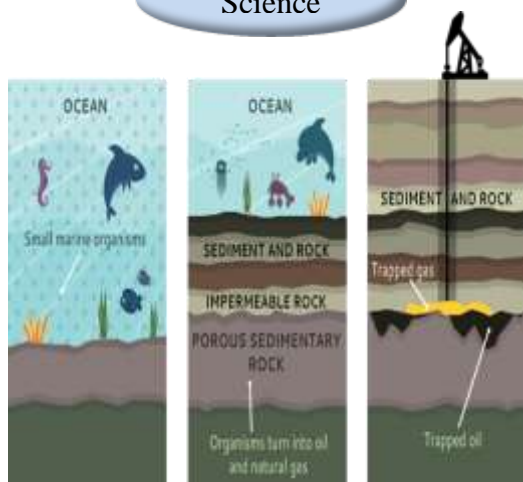
Tahukah kamu darimana minyak tanah dan gas LPG itu berasal?

Minyak tanah dan LPG merupakan produk yang dihasilkan dari **minyak bumi**. Apa itu minyak bumi? **Minyak bumi** adalah salah satu jenis bahan bakar fosil selain batu bara dan gas alam. Minyak bumi terbentuk dari fosil hewan dan tumbuhan, baik di laut maupun di darat yang terkubur jutaan tahun lamanya.

Bagaimana fosil dapat terbentuk menjadi minyak bumi?



Science



Sumber: socratic.org

Fosil atau jasad renik organisme yang mati sekitar 150 juta tahun yang lalu mengendap di dasar lautan dan tertutup oleh lumpur. Lapisan lumpur tersebut lambat laun berubah menjadi bebatuan akibat tekanan lapisan di atasnya. Akibat tekanan dan suhu yang tinggi menyebabkan sisa-sisa organisme tersebut diuraikan oleh bakteri anaerob dan diubah menjadi minyak bumi. Penguraian yang terus terjadi menyebabkan terbentuknya gas alam. Massa jenis (densitas) air lebih besar daripada minyak bumi menyebabkan minyak bumi kemudian bergerak melalui bebatuan yang berpori yang kemudian terakumulasi saat mencapai bebatuan keras.

Gambar 1.2 Proses Pembentukan Minyak Bumi

Proses Pembentukan Minyak Bumi

Untuk lebih jelasnya mengenai proses pembentukan minyak bumi, simak video berikut ini dengan scan Kode QR disamping atau masukkan link berikut:

<https://youtu.be/jdgCF1iIZ2I>



B. Komponen Minyak Bumi

Komponen penyusun minyak bumi diantaranya sebagai berikut:

Science

1. Hidrokarbon

Minyak bumi tersusun dari berbagai macam senyawa hidrokarbon. Diantara senyawa hidrokarbon yang biasa ditemukan adalah alkana, sikloalkana, dan senyawa aromatik.

a. Alkana

Alkana adalah senyawa hidrokarbon dengan komponen paling besar yang terdapat dalam minyak bumi. Contoh senyawa alkana yang terdapat dalam minyak bumi yaitu isooktana dan n-heptana.

b. Sikloalkana

Sikloalkana atau neptena adalah senyawa hidrokarbon yang memiliki satu atau lebih ikatan rangkap pada atom karbonnya. Neptena memiliki rumus umum C_nH_n dengan titik didih yang lebih tinggi dibanding alkana.

c. Senyawa Aromatik

Hidrokarbon aromatik adalah hidrokarbon yang memiliki satu atau lebih cincin karbon. Senyawa ini memiliki enam atom karbon dalam cincin dengan ikatan tunggal dan rangkap berselang-seling yang dikenal dengan cincin benzena. Contoh senyawa benzena yang terdapat dalam minyak bumi adalah etil benzena.

2. Nitrogen (N)

Nitrogen mempunyai sifat racun terhadap katalis dan dapat membentuk gum (getah) pada *fuel oil*. Contoh senyawa nitrogen yang terdapat pada minyak bumi adalah pirol (C_4H_5N).

3. Sulfur (S)

Sulfur atau belerang terkandung dalam minyak bumi terutama minyak mentah. Keberadaan belerang dapat menimbulkan dampak negatif, seperti pada bensin yang dapat menyebabkan korosi. Senyawa ini menimbulkan bau tidak sedap saat pengolahan minyak bumi dan sifatnya asam. Contoh belerang yang terdapat dalam minyak bumi yaitu hidrogen sulfida dan karbon disulfida.

4. Oksigen (O)

Oksigen terdapat dalam minyak bumi karena kontak yang cukup lama antara minyak bumi dan atmosfer udara. Contoh oksigen yang terdapat dalam minyak bumi adalah

5. Logam

Suatu logam yang terdapat dalam minyak bumi berbeda-beda, tergantung dari tempat ditemukannya minyak mentah. Logam yang biasa ditemukan dalam minyak bumi diantaranya besi (Fe), vanadium (V), tembaga (Cu), dan nikel (Ni). Akan tetapi kandungan logam dalam minyak bumi sangat kecil.

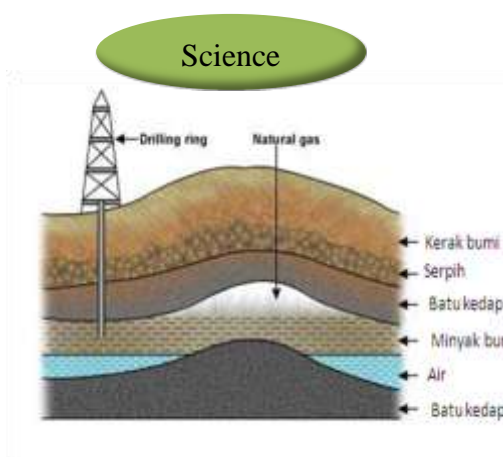
Tabel 1. Persentase Komponen Penyusun Minyak Bumi

No	Jenis Senyawa	Persentase
1	Hidrokarbon (alkana, sikloalkana, senyawa aromatik)	90-99%
2	Sulfur (S)	0,7-7%
3	Nitrogen (N)	0,01-0,9%
4	Oksigen (O)	0,01-0,4%
5	Logam	Sangat kecil

Minyak bumi ini tentunya tidak terlepas dari proses menemukannya yang disebut eksplorasi minyak bumi. Pada proses ini dibutuhkan ilmu geologi untuk mengetahui keberadaan minyak bumi yang mungkin. Banyak metode yang digunakan, salah satunya metode *survey seismik*.

STEM

Eksplorasi Minyak Bumi



sumber:prosesindustri.com

Gambar 1.3 Lapisan Tanah yang Terdapat Minyak Bumi

Minyak bumi tidak terlepas dari proses penemuan atau eksplorasi minyak bumi. Pencarian minyak bumi adalah upaya yang dilakukan untuk menemukan perkiraan sumber cadangan minyak. Pencarian minyak bumi melibatkan beberapa bidang keilmuan seperti ilmu kebumihan dan ilmu eksak. Tahap ini biasanya menggunakan survey seismik untuk mengetahui lapisan bebatuan yang ada dibawahnya dengan memberikan sumber getaran atau ledakan yang kemudian gelombang tersebut akan direkam oleh rekorder.

Proses pencarian minyak bumi menggunakan berbagai teknologi canggih. Pada tahap pengeplorasian minyak bumi biasanya menggunakan alat rekorder atau alat perekam sinyal. Alat yang digunakan adalah *geophone*. *Geophone* merupakan alat yang digunakan untuk mengkonversi gerakan tanah menjadi tegangan. Selain *geophone*, computer dan perangkat lunak juga diperlukan untuk mengolah data dari gelombang sinar seismik yang didapat.

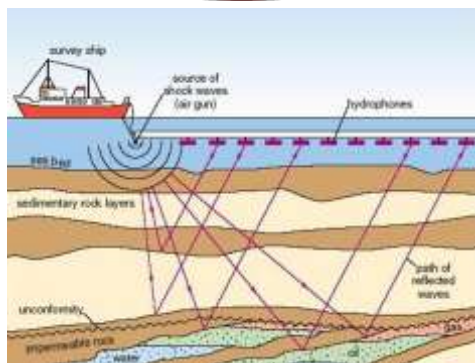
Technology



sumber: seis-tech.com

Gambar 1.4 Geophone

Engineering



sumber: tender-indonesia.com

Gambar 1.5 Ilustrasi Survey Seismik

Tahapan pengeksplorasian minyak bumi membutuhkan waktu bertahun-tahun, berikut gambaran dari tahapan pencarian minyak bumi:

1. Studi geologi untuk memahami struktur dan susunan batu di lapisan bawah permukaan.
2. Studi geofisika untuk mengetahui sifat fisik batuan mulai dari permukaan hingga kedalaman beberapa kilometer dibawahnya.
3. Survey seismik merupakan metode yang paling banyak digunakan untuk mengetahui sifat fisik batuan.
4. Pengeboran minyak merupakan tahapan pengeboran untuk mengetahui adanya minyak, karena data seismik belum tentu menjamin adanya cadangan minyak.

Prinsip metode seismik refleksi dimana sumber energi seismic yang menghasilkan getaran akan menjalar di bawah permukaan bumi kemudian dipantulkan kembali ke atas, di tangkap dan direkam oleh alat perekam gelombang.

Prinsip tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{v_1}{v_2} \text{ atau } \sin i = \frac{v_1}{v_2} \text{ (jika pembiasan kritis/r=90°)}$$

dimana:

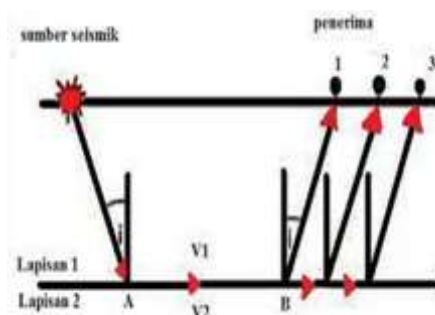
i = sudut pandang

r = sudut bias

V_1 = kecepatan gelombang pada medium 1

V_2 = kecepatan gelombang pada medium 2

Mathematics



sumber: eprint-unram.ac.id

Gambar 1.6 Metode Seismik Refleksi

Eksplorasi Minyak Bumi

Untuk lebih memahami proses pengeksplorasian minyak bumi, scan kode QR disamping atau masukkan link berikut:

<https://youtu.be/EaYnJxMildU>



C. Pengolahan Minyak Bumi



sumber: actual.com

Gambar 1.7 Minyak Mentah

Minyak bumi yang dihasilkan dari pengeboran minyak adalah minyak mentah (*crude oil*). Minyak mentah ini berupa cairan kental berwarna hitam pekat dan berbau kurang sedap. Minyak mentah belum bisa dimanfaatkan sebagai bahan bakar atau keperluan lainnya karena mengandung lebih dari 500 senyawa. Oleh karena itu, dilakukan pengolahan terlebih dahulu.

Berikut tahapan-tahapan dalam pengolahan minyak bumi.

Tahap 1

Science

1. *Desalting*

Minyak bumi yang didapat dari hasil pengeboran tidak dapat langsung dipisahkan karena memiliki kandungan garam yang cukup tinggi. Kandungan garam yang tinggi ini jika dibiarkan akan menyebabkan terjadinya korosi yang lebih cepat pada alat-alat pengolahan minyak. Oleh karena itu dilakukan proses desalting.

Technology

Bagaimana proses desalting itu?



sumber: fiorentini.com

Gambar 1.8 Desalter

Minyak mentah dimasukkan ke dalam desalter (alat yang digunakan dalam proses desalting) kemudian diinjeksi dengan air tawar dan diaduk. Proses ini dilakukan untuk melarutkan garam-garam yang terdapat pada minyak. Garam yang larut kemudian akan mengendap dan dikeluarkan bersama air.

Proses pengadukan menyebabkan timbulnya emulsi dari minyak dan air sehingga proses pengendapan air ini menjadi lebih sulit. Hal ini bisa diatasi dengan memberikan tegangan listrik yang lebih tinggi sehingga terjadi hamburan partikel. Air yang bermuatan positif kemudian akan tarik menarik dengan air yang bermuatan negative sehingga terbentuk molekul air yang lebih besar, sehingga menyebabkan air dengan massa jenis yang lebih besar menjadi jatuh/turun ke bawah.

Science

2. Destilasi Bertingkat

Minyak mentah mengandung berbagai senyawa hidrokarbon. Hidrokarbon penyusun minyak bumi memiliki atom C₁ sampai C₅₀ dengan titik didih yang semakin meningkat dengan meningkatnya jumlah atom C yang ada dalam molekulnya. Oleh karena itu dilakukan teknik destilasi bertingkat untuk memisahkan minyak bumi berdasarkan jumlah atom C-nya. Destilasi bertingkat adalah proses destilasi yang dilakukan berulang-ulang sehingga didapatkan berbagai macam hasil berdasarkan perbedaan titik didihnya.

Technology



Sumber: migasnet

Gambar 1.9 Menara Destilasi

Dalam proses destilasi bertingkat digunakan beberapa alat yang mempermudah prosesnya. Diantaranya kolom destilasi dan kolom stripper. Kolom destilasi berfungsi untuk memisahkan fraksi-fraksi minyak bumi melalui proses penguapan yang disesuaikan dengan titik didihnya. Sedangkan kolom stripper berfungsi untuk memisahkan fraksi-fraksi minyak bumi yang ringan dari fraksi yang lebih berat.

Apa yang terjadi pada proses itu?

Crude oil dari hasil pengeboran dan yang telah melalui proses desalting kemudian dialirkan ke tungku untuk dipanaskan hingga hampir $>400^{\circ}\text{C}$. Minyak mentah yang dipanaskan di dalam tungku kemudian akan mendidih dan menguap. Gas dari penguapan itu kemudian dikondensasi menjadi bentuk cair dan dialirkan ke kolom fraksinasi yang berada di bagian paling bawah untuk dikumpulkan.

Proses ini dilakukan berulang-ulang dimana fraksi dengan titik didih paling rendah akan berada di tempat paling atas kolom fraksinasi yaitu berupa gas dan fraksi pada bagian paling bawah berupa padatan. Produk yang dihasilkan dari proses inilah yang kita manfaatkan dalam kehidupan sehari-hari. Produk tersebut berupa fraksi-fraksi

Tahap 2

Tahap kedua ini dilakukan dengan berbagai proses lanjutan dari hasil penyulingan pada tahap pertama.

1. Proses Konversi

a. *Cracking*

Cracking adalah penguraian atau pemecahan molekul senyawa hidrokarbon yang panjang menjadi molekul yang lebih pendek. Misalnya perubahan solar menjadi bensin.

b. *Reforming* (isomerisasi)

Reforming adalah perubahan bentuk molekul bensin yang bermutu kurang baik (rantai karbon lurus) menjadi bensin yang bermutu lebih baik (rantai karbon bercabang). Reforming dilakukan dengan katalis dan pemanasan.

c. Polimerisasi (Alkilasi)

Polimerisasi adalah proses penggabungan molekul-molekul kecil menjadi molekul yang lebih besar. Misalnya penggabungan isobutana dengan isobutana menjadi isooktana yang merupakan bensin berkualitas tinggi.

2. *Treating*

Treating adalah proses pemurnian fraksi minyak bumi dengan menghilangkan pengotornya berupa senyawa organik yang mengandung unsur S, N, O, air (H₂O) dan logam seperti besi (Fe), vanadium (V), tembaga (Cu), dan nikel (Ni). Pengotor tersebut dipisahkan dengan cara:

- Copper sweetment*, adalah proses penghilangan pengotor yang dapat menimbulkan bau yang tak sedap
- Acid treatment*, adalah proses penghilangan lumpur dan perbaikan warna.
- Desulfurizing*, adalah proses penghilangan unsur belerang.

3. *Blending*

Blending adalah pencampuran atau penambahan zat aditif untuk meningkatkan bilangan oktan seperti TEL, MTBE, etanol, dan metanol.

Proses Pengolahan Minyak Bumi

Simak video berikut ini untuk lebih memahami proses pengolahan minyak bumi dengan scan kode QR disamping atau masukkan link dibawah:

<https://youtu.be/qddfFdfTVEQ>



AKTIVITAS BELAJAR

Perhatikan wacana berikut!

Minyak bumi terbentuk melalui proses yang panjang dan sangat lama sehingga disebut energi yang tidak terbarukan. Minyak bumi terbentuk dari jasad renik hewan dan tumbuhan yang tertimbun di dalam lumpur selama bertahun-tahun. Penyusun utama minyak bumi adalah senyawa hidrokarbon seperti alkana, sikloalkana dan senyawa aromatik dengan jumlah atom C yang berbeda-beda mulai dari C_1 sampai C_{50} .



Gambar 1.10 LPG

Perbedaan jumlah atom C perbedaan titik didih senyawa-senyawa tersebut. Melalui proses destilasi bertingkat, senyawa-senyawa hidrokarbon dipisahkan sehingga terbentuk fraksi-fraksi minyak bumi. Fraksi pertama minyak bumi adalah fraksi gas yang dimanfaatkan sebagai bahan bakar memasak, yaitu gas LPG. Gas LPG sudah ditetapkan pemerintah sebagai bahan bakar memasak pengganti minyak tanah.

Mengidentifikasi

Senyawa apa saja yang terkandung di dalam gas LPG?

S
C
I
E
N
C
E

Menginvestigasi

Berapakah jumlah atom C dan titik didih dari senyawa yang terkandung dalam gas LPG? Serta jelaskan alasan mengapa jumlah atom C suatu senyawa dapat berpengaruh terhadap peningkatan titik didihnya?

M
A
T
H

Merancang

Buatlah rancangan karya bersama kelompokmu tentang proses pembentukan dan pengolahan minyak bumi sekreatif mungkin dalam bentuk poster atau video!

E
N
G
I
N
E
E
R
I
N
G

Membuat

Buatlah poster atau video tentang proses pembentukan dan pengolahan minyak bumi yang sudah kamu rancang bersama kelompokmu dengan memanfaatkan teknologi yang anda miliki!

Dokumentasi

T
E
C
H
N
O
L
O
G
Y**Menguji**

Persentasikan hasil karya anda di depan kelas!

Memodifikasi

Perbaiki hasil karya anda sesuai masukan dari guru dan teman-teman anda!

Mari berlatih berpikir kritis!

1. Seperti yang kita ketahui bahwa minyak bumi berasal dari hewan dan tumbuhan yang telah mati. Sebutkan dan jelaskan pendapatmu jenis senyawa apa yang pasti terdapat dalam minyak bumi yang berasal dari hewan dan tumbuhan?
2. Minyak bumi Indonesia memiliki kandungan sulfur yang lebih sedikit dibandingkan minyak timur tengah, kandungan sulfur yang sedikit ini dinilai lebih baik. Jelaskan mengapa kandungan minyak bumi di tiap negara beerbeda-beda? Mengapa kandungan sulfur yang sedikit dinilai lebih baik?
3. Pagi ini Rina membuat teh untuk ayahnya sebelum berangkat bekerja. Ia memasak air terlebih dahulu sampai mendidih tepat pada suhu 100°C , sebelum di tuang ke dalam gelas yang berisi gula dan teh. Setelah menikmati teh tersebut, ayah Nina kemudian pergi bekerja untuk waktu yang cukup lama. Beliau bekerja di kilang minyak suatu perusahaan dan bertugas mengontrol proses penyulingan yang berlangsung pada minyak. Setibanya di tempat bekerja beliau langsung melaksanakan tugasnya yang mana saat itu sedang berlangsung proses penyulingan fraksi minyak tanah pada suhu 250°C .

Dari wacana di atas,

- a. Apakah suhu akan terus naik melewati 250°C walaupun semua fraksi minyak tanah keluar?
- b. Apakah prinsip yang digunakan pada fraksi minyak tanah sama dengan proses mendidihnya air?

KEGIATAN BELAJAR 2

FRAKSI-FRAKSI MINYAK BUMI DAN KEGUNAANNYA



Tidak hanya sebagai bahan bakar, minyak bumi juga banyak dimanfaatkan dalam berbagai industri. Salah satunya pada industri petrokimia. Pemanfaatan minyak bumi dalam industri petrokimia diantaranya sebagai bahan baku dalam pembuatan plastik, karet sintesis, obat-obatan, kosmetik dan lain sebagainya. Untuk lebih memahami kegunaan minyak bumi, pelajari BAB ini dan jawab soal latihan yang tersedia!

Tujuan Pembelajaran

1. Menjelaskan proses pengolahan minyak bumi
2. Menjelaskan kegunaan fraksi-fraksi minyak bumi
3. Menganalisis mutu bensin berdasarkan bilangan oktan
4. Menyajikan karya tentang fraksi-fraksi minyak bumi dan kegunaannya
5. Menjelaskan penggunaan minyak bumi dalam industri petrokimia

A. Fraksi-Fraksi Minyak Bumi dan Kegunaannya



sumber: detik.com

Gambar 2.1 Kendaraan Bermotor

Ketersediaan sumber daya energi yang dihasilkan oleh alam merupakan anugerah bagi kehidupan manusia. Tentu saja, dengan adanya sumber daya alam tersebut dapat memenuhi kebutuhan manusia untuk aktivitas sehari-hari. Mulai dari produksi dan pengolahan makanan, membangun tempat tinggal, membuat pakaian, hingga urusan telekomunikasi dan transportasi, sumber daya energi sangat dibutuhkan.

Sebelumnya kita sudah membahas tentang pengolahan minyak bumi dengan berbagai tahapannya. Sekarang kita akan membahas tentang fraksi-fraksi minyak bumi dan manfaatnya dalam kehidupan sehari-hari. Minyak bumi dibagi menjadi beberapa fraksi yang memiliki fungsi yang berbeda-beda. Fraksi-fraksi minyak bumi beserta kegunaannya dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Fraksi-Fraksi Minyak Bumi dan Kegunaannya

Fraksi	Jumlah Atom C	Titik Didih	Kegunaan
Gas	C ₁ -C ₄	<20	Sebagai bahan bakar LPG (Liquefied Petroleum Gas) dan LNG (Liquid Natural Gas)
Bensin (Gasolin)	C ₅ -C ₁₀	40-180	Sebagai bahan bakar kendaraan bermotor
Nafta	C ₆ -C ₁₀	70-180	Sebagai sintesis senyawa organik yang digunakan dalam pembuatan plastik, karet sintesis, detergen, obat, cat, bahan bakaian dan kosmetik
Kerosin	C ₁₁ -C ₁₄	180-250	Bahan bakar pesawat dan kompor paraffin
Minyak solar dan Diesel	C ₁₅ -C ₁₇	250-300	Bahan bakar kendaraan bermesin diesel
Minyak pelumas	C ₁₈ -C ₂₀	300-350	Sebagai minyak pelumas atau oli
Lilin	>C ₂₀	>350	Sebagai lilin paraffin untuk membuat lilin, kertas pembungkus lilin, lilin batik, korek api, dan semir sepatu
Minyak bakar	>C ₂₀	>350	Bahan bakar kapal, industri pemanas dan pembangkit listrik
Residu	>C ₄₀	>350	Materi aspal jalan dan atap bangunan

a. Elpiji (LPG)

LPG (*Liquified Petroleum Gas*) merupakan hidrokarbon hasil pengolahan minyak bumi dengan komposisi utama propana, butana, iso-butana, sedikit propilena atau butilena dan tidak mengandung gas beracun. LPG merupakan salah satu bahan bakar yang sudah ditetapkan pemerintah untuk keperluan memasak sebagai pengganti penggunaan minyak tanah (kerosin).



sumber: kaltengekspres.com

Gambar 2.1 Elpiji

b. Bensin



sumber: magelangekspres.com

Gambar 2.2 Bensin

Bensin merupakan fraksi minyak bumi yang paling penting dan paling banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Bensin memiliki jumlah atom C_{5-10} dengan titik didih dibawah $30^{\circ}C$ sampai $180^{\circ}C$. Bahan bakar ini mudah menguap pada suhu ruang, tidak berwarna dan berbau.

c. Nafta

Nafta adalah hasil destilasi minyak bumi pada suhu $70-180^{\circ}C$. Nafta digunakan sebagai bahan baku industri petrokimia seperti plastik, karet sintesis, detergen, obat, cat, serat sintesis, kosmetik, dan zat aditif bensin.



sumber: fdrtire.com

Gambar 2.3 Produk Turunan Nafta

d. Kerosin dan Avtur

Kerosin dan avtur adalah fraksi minyak bumi yang memiliki titik didih antara $175^{\circ}C$ sampai $275^{\circ}C$. Kerosin berupa cairan tidak berwarna, mudah terbakar dan memiliki bau yang khas. Kerosin dimanfaatkan sebagai bahan bakar kompor yang disebut minyak tanah dan untuk bahan bakar pesawat yang disebut avtur.

e. Minyak Solar dan Diesel

Diesel/solar adalah fraksi minyak bumi yang memiliki kandungan belerang yang cukup tinggi dengan titik didih sekitar 259°C-400°C. Solar biasa digunakan sebagai bahan bakar mesin diesel.

f. Pelumas atau oli



sumber: suara.com

Gambar 2.4 Pelumas

Pelumas atau oli adalah fraksi minyak bumi yang memiliki titik didih di atas 300-350°C. Pelumas terdiri dari senyawa-senyawa hidrokarbon, diantaranya parafin, naftena, aromatic dan sejumlah kecil senyawa organik yang mengandung belerang dan oksigen. Pelumas berfungsi untuk meminimalisir gesekan yang terjadi di dalam mesin kendaraan.

g. Vaseline dan Lilin

Vaseline adalah produk hasil olahan minyak bumi yang berbentuk padat pada suhu ruang dan akan meleleh jika dipanaskan. Vaseline atau disebut juga petroleum jelly digunakan sebagai bahan baku industri kosmetik, seperti perawatan tubuh dan lain-lain.

Sedangkan lilin merupakan produk hasil pengolahan minyak bumi yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan lilin penerang.



sumber: alibaba.com

Gambar 2.5 Vaseline

h. Aspal



sumber: daihatsu.co.id

Gambar 2.6 Aspal

Aspal adalah hidrokarbon yang bersifat kental dan melekat, berwarna coklat hitam, tahan terhadap air, serta mengandung sulfur, oksigen dan klor yang sangat tinggi. Aspal berasal dari fraksi berat minyak bumi, yaitu residu. Fungsi aspal di jalan raya sebagai pengikat bebatuan agar tidak terlepas dari permukaan.

Dalam proses pembuatan aspal jalan, perlu diinovasikan dengan penambahan plastik. Hal ini berperan untuk mengurangi pencemaran limbah plastik dunia

STEM

Aspal Limbah Plastik

Science

Aspal merupakan salah satu fraksi minyak bumi yang sering juga disebut residu. Fraksi ini memiliki titik didih paling tinggi, yaitu lebih dari 350°C. Aspal umumnya dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan jalan, atap bitumen (atap aspal)



Sumber: kajianpustaka.com

Gambar 2.11 Proses Pengaspalan Jalan

Technology

Dalam pembuatan aspal tentunya dibutuhkan alat atau teknologi yang menunjang. *Asphalt Mixing Plant* (AMP) merupakan mesin yang digunakan dalam mencampur aspal panas. Selain itu penggunaan alat berat seperti *Tandem Roller*, *Dumb Truck* dan *Dozer* juga sangat dibutuhkan.



Sumber: aimixgroup.id

Gambar 2.12 Asphalt Mixing Plant

Engineering

Salah satu inovasi dalam pembuatan aspal adalah penambahan limbah plastik dalam proses pembuatannya. Selain dapat mengurangi dampak pencemaran lingkungan, penambahan plastik pada aspal juga dapat meningkatkan ketahanan campuran dan ketahanan terhadap retak. Berikut gambaran proses pembuatan aspal limbah plastik:

- Limbah plastik disortir dan dibersihkan terlebih dahulu, kemudian dimasukkan ke mesin pencacah
- Agregat dipanaskan, setelah panas ditambahkan limbah plastik yang sudah diproses sebelumnya
- Agregat dan limbah plastik kemudian dicampurkan dengan polymer coated agregat dan aspal panas
- Setelah proses pencampuran selesai, aspal siap dihamparkan dan dipadatkan di permukaan jalan



Sumber: pusjatan.pu.go.id

Gambar 2.13 Proses Pembuatan Aspal Limbah Plastik

Mathematics



Sumber: astromesin.com

Gambar 2.14 Limbah Plastik yang Telah Dicacah

Limbah plastik yang dicampurkan dalam aspal memiliki perbandingan tertentu, yaitu sekitar 4% - 6% terhadap berat aspal. Selain itu, ukuran limbah plastik yang digunakan juga harus memenuhi standar, dimana ketebalan maksimal harus 0,07 mm, kadar airnya maksimal 5%, titik leleh 100-120°C dan lolos uji saringan 9,5 mm dan 4,75 mm.

B. Industri Petrokimia

Petrokimia merupakan istilah berbagai produk dengan bahan dasar berasal dari minyak bumi. Seperti disebutkan sebelumnya bahwa selain sebagai bahan

bakar, minyak bumi juga dapat diolah lebih lanjut menjadi berbagai produk yang berguna dalam kehidupan-sehari-hari seperti plastik, serat sintesis, karet sintesis, pestisida, pupuk, detergen, dan berbagai obat dapat dihasilkan dari minyak bumi.

1. Pembuatan Nilon

Tahukah kamu? Bahwa pakaian yang kamu gunakan setiap hari adalah salah satu produk yang berasal dari minyak bumi. Pakaian yang kamu gunakan sehari-hari terbuat dari nilon. Nilon berasal dari senyawa aromatik yang merupakan hasil dari pengolahan minyak bumi. Nilon dibuat melalui proses kimia yang disebut polimerisasi.



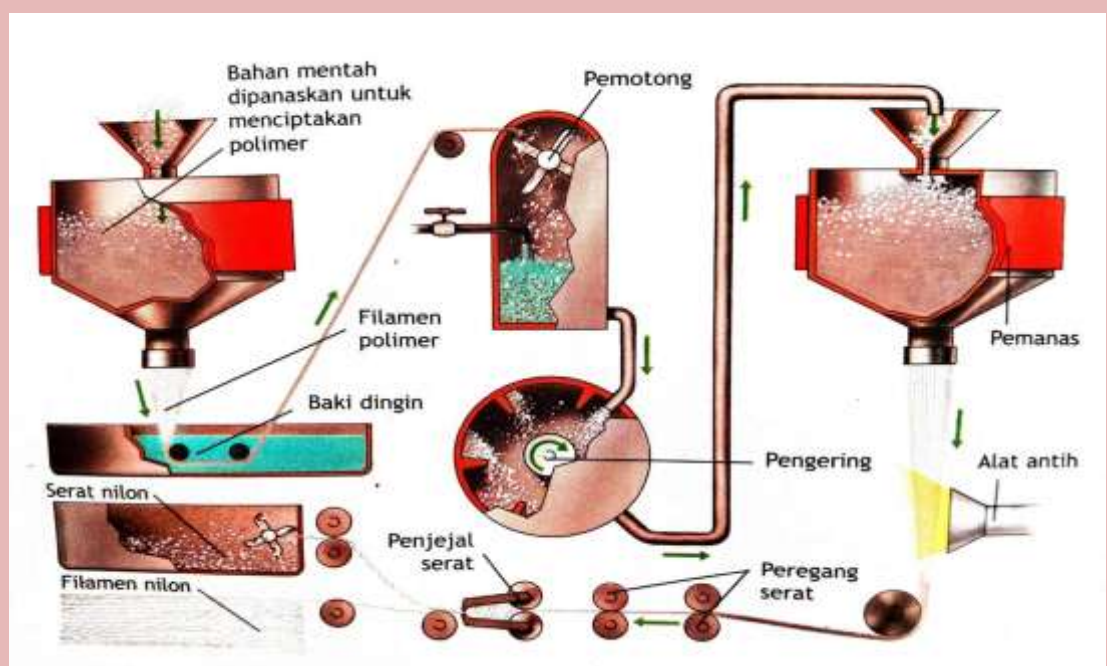
sumber: bisnis.com

Gambar 2.8 Benang Nilon

Engineering

Proses pembuatan nilon:

- 1) Bahan mentah yang digunakan untuk membuat nilon dipanaskan hingga membentuk aliran polimer cair.
- 2) Polimer cair didinginkan di bak air sehingga terbentuk menjadi filamen nilon.
- 3) Filamen nilon lalu dikeringkan, dipotong-potong, dilelehkan, dan disemprotkan lewat alat antih yang mirip kepala pancuran.
- 4) Air dingin kemudian mengubah semburan menjadi serat-serat halus yang bisa diulur dan dipili.



sumber: diction.id

Gambar 2.9 Proses Pembuatan Nilon

2. Pembuatan Plastik



sumber: shopee

Gambar 2.10 PVC

Seperti yang kita ketahui bahwa minyak bumi mengandung berbagai senyawa hidrokarbon yang kemudian dilakukan proses pemurnian dengan penyulingan bertingkat. Setelah dilakukan pemisahan melalui menara fraksinasi, diteruskan lagi dengan proses lain seperti proses knocking. Pada proses knocking diperoleh bermacam-macam bentuk hidrokarbon, diantaranya olefin.

Hidrokarbon yang dikelompokkan ke dalam olefin dan hidrokarbon berantai rangkap yang lain merupakan bahan dasar produk-produk polimer. Etena, propena, butilena, dan butadiene termasuk olefin. Etena dengan proses polimerisasi dapat menjadi plastik. Plastik dapat digunakan untuk membuat tas, kantong plastik, dan produk plastik lainnya. Jika dilakukan reaksi adisi pada etena dengan atom klor (Cl), maka akan diperoleh dikloro-etana yang dapat diubah menjadi 1-kloro-1-etena (CH_2CHCl) atau vinil klorida. Vinil klorida diubah menjadi produk PVC (polyvinilchlorida) dengan proses polimerisasi. PVC dikenal di masyarakat dalam bentuk pipa paralon.

C. Kualitas Bensin

Bensin merupakan fraksi minyak bumi yang paling sering kita dengar dan kita gunakan sebagai bahan bakar kendaraan bermotor atau mobil. Penyusun utama bensin adalah senyawa heptana dan oktana. Di pom bensin kamu tentu melihat berbagai pilihan bensin seperti premium, pertalite, dan pertamax. Apakah perbedaan dari setiap jenis bensin itu?



sumber: bisnis.com

Gambar 2.7 Pom Bensin

Ternyata setiap bensin memiliki karakteristik dan kualitas yang berbeda-beda. Kualitas bensin ditentukan oleh nilai oktannya. Nilai oktan merupakan ukuran kemampuan bahan bakar untuk mengatasi ketukan (knocking) sewaktu terbakar dalam mesin. Semakin sedikit ketukan, maka semakin baik kualitas suatu bensin, dan semakin tinggi nilai oktannya. Di Indonesia, standar nilai oktan 88 (bensin), 90 (pertalite), dan 96 (pertamax plus).

Bagaimana cara menghitung nilai oktan dari suatu bensin?



M
A
T
H
E
M
A
T
I
C
S

Nilai oktan ditentukan dengan membandingkan ketukan bahan bakar pada kondisi standar dengan campuran dua bahan bakar yaitu n-heptana dan isooktana. n-heptana yang menghasilkan ketukan paling banyak diberi angka 0, sedangkan isooktana dengan nilai oktan 100 bebas dari ketukan.

CONTOH

Suatu bahan bakar memiliki jenis isooktana 88% dan n-heptana 12%. Maka nilai oktan = $(\frac{88}{100} \times 100) + (\frac{12}{100} \times 0) = 88\%$

Bensin dengan oktan 88% disebut premium.

Pernahkah kendaraan anda mengeluarkan bunyi seperti ketukan? Ketukan adalah sifat yang kurang baik dari bahan bakar, yaitu pembakaran yang terjadi sebelum piston berada pada posisi yang tepat. Ketukan menyebabkan mesin mengelitik, mengurangi efisiensi mesin bahkan dapat merusak mesin.

Apa itu ketukan
(*knocking*)?

Kenapa nilai oktan
berpengaruh pada
ketukan?

Bahan bakar yang memiliki kualitas rendah akan menimbulkan kenaikan temperature dan tekanan di dalam ruang bakar mesin. Nilai oktan suatu bahan bakar dapat memperkirakan seberapa tekanan yang dapat ditoleransi oleh bahan bakar tersebut. Sehingga, semakin tinggi nilai oktan maka kekuatan bahan bakar untuk menahan tekanan semakin besar.

Tahukah kamu? Nilai oktan suatu bahan bakar dapat dinaikkan. Bagaimana caranya?

1. Menambah zat anti ketukan atau reforming. Reforming adalah suatu proses untuk mengubah alkana rantai lurus menjadi rantai bercabang sehingga dapat menaikkan bilangan oktan.
2. Menambah hidrokarbon alisiklik/aromatic ke dalam campuran akhir fraksi bensin.
3. Menambah zat aditif anti ketukan ke dalam bensin untuk memperlambat pembakaran bensin. Dulu digunakan senyawa timbal (Pb). Namun karena timbal beracun, diganti dengan senyawa organik seperti etanol, TEL, dan MTBE.

AKTIVITAS BELAJAR

Perhatikan wacana berikut!

Minyak mentah dari hasil pengeboran terdiri beragam unsur seperti hidrokarbon, sulfur, oksigen, nitrogen dan logam yang tidak dapat langsung digunakan dan harus dipisahkan. Dari proses pemisahan didapatkan fraksi-fraksi minyak bumi yang bermanfaat bagi kehidupan sehari-hari. Salah satu fraksi minyak bumi adalah bensin. Bensin adalah fraksi minyak bumi yang digunakan sebagai bahan bakar kendaraan roda dua atau roda empat. Tentunya jenis bensin yang digunakan harus disesuaikan dengan spesifikasi setiap



Gambar 2.15 Bensin

kendaraan. Jenis kendaraan keluaran sekarang rata-rata berkompresi di atas 9:1. Selain bensin, masih banyak manfaat dari minyak bumi lainnya yang sangat bermanfaat bagi kehidupan kita dan mempermudah kegiatan kita sehari-hari, khususnya dalam industri petrokimia yang sering dimanfaatkan dibidang tekstil, kosmetik, dan lain-lain.

Mengidentifikasi

Kandungan utama apa yang terdapat dalam bensin dan termasuk dalam senyawa apa?

S
C
I
E
N
C
E

Menginvestigasi

Menurut anda jenis bensin apa yang cocok untuk mesin dengan kompresi di atas 9:1? Serta jabarkan persentase n-heptana dan isooktananya!

M
A
T
H

Merancang

Buatlah rancangan karya bersama kelompokmu tentang fraksi-fraksi minyak bumi dan kegunaannya dalam industri petrokimia (pilih salah satu dan sertakan proses pembuatannya) dalam bentuk poster atau video!

E
N
G
I
N
E
R
I
N
G

Membuat

Buatlah poster atau video tentang fraksi-fraksi minyak bumi dan kegunaannya dalam industri petrokimia sesuai rancangan yang sudah anda buat bersama teman kelompokmu dengan memanfaatkan teknologi yang anda miliki!

T
E
C
H
N
O
L
O
G
Y

Menguji

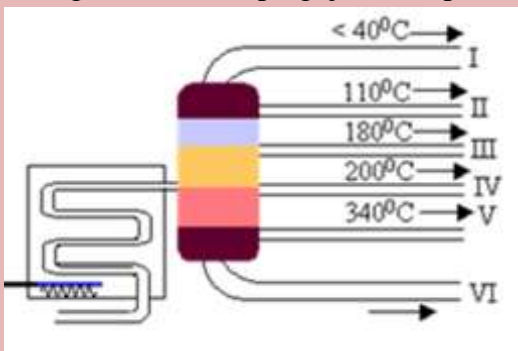
Presentasikan hasil karya anda di depan kelas!

Memodifikasi

Setelah dipresentasikan, apakah ada masukan dari guru dan teman anda? Jika iya, maka perbaiki karya anda!

Mari berlatih berpikir kritis!

1. Reza baru bisa mengendarai motor. Ketika akan berangkat ke sekolah dia menyadari bensin motornya tinggal sedikit dan perlu diisi. Dia kemudian menuju pom bensin terdekat. Sesampainya disana, dia bingung memilih bensin yang akan dia beli. Sebutkan jenis-jenis bensin yang ada di Pertamina dan bantulah Reza memilih bensin yang paling baik! Jelaskan pendapatmu mengapa memilih jenis itu!
2. Dari gambar di samping, jelaskan perbedaan antara fraksi II dan IV!



3. Minyak bumi selain digunakan sebagai bahan bakar juga dimanfaatkan dalam industri petrokimia. Jelaskan apa yang dimaksud dengan industri petrokimia dan proses singkat sehingga terbentuk fraksi tertentu!

KEGIATAN BELAJAR 3

DAMPAK PENGGUNAAN MINYAK BUMI DAN CARA MENGATASINYA



Wah... Banyak sekali manfaat minyak bumi. Tapi apakah ada dampak negatifnya? Tentu ada. Salah satu dampak negatif dari penggunaan minyak bumi dapat dilihat pada gambar di atas. Selain pencemaran udara, apalagi dampak penggunaan minyak bumi yang kamu ketahui? Lalu bagaimana cara mengatasi dampak negatif penggunaan minyak bumi? Pelajari kegiatan belajar 3 ini dengan seksama untuk menemukan jawabannya!

Tujuan Pembelajaran

1. Menjelaskan dampak negatif penggunaan minyak bumi
2. Menjelaskan solusi untuk menanggulangi dampak negatif penggunaan minyak bumi

A. Dampak Negatif Penggunaan Minyak Bumi

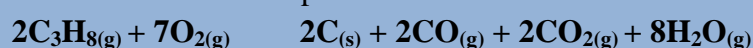
Pencemaran udara merupakan dampak paling umum yang diakibatkan oleh penggunaan minyak bumi. Kendaraan bermotor merupakan salah satu sumber utama dari polusi udara khususnya di kota-kota besar. Suatu kendaraan akan mengeluarkan gas buangan baik yang berbahaya bagi makhluk hidup maupun tidak. Mesin kendaraan akan mengalami pembakaran sempurna dan tidak sempurna. Pembakaran sempurna akan menghasilkan CO_2 dan uap air, sedangkan pembakaran tidak sempurna akan menghasilkan karbon monoksida (CO), partikel karbon dan sisa bahan bakar yang bersifat beracun.

Reaksinya:

Pembakaran sempurna:



Pembakaran tidak sempurna:

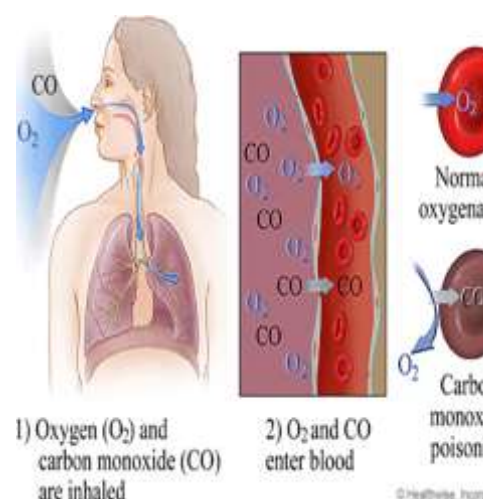


Lalu, apakah dampak dari pembakaran yang sempurna dan tidak sempurna tersebut ?



Bagi Kesehatan

Karbon monoksida (CO) yang dihasilkan dari pembakaran tidak sempurna akan sangat berbahaya jika gas tersebut masuk ke dalam darah melalui pernafasan. Karbon monoksida (CO) akan bereaksi dengan hemoglobin dan membentuk karboksihemoglobin (COHb), yang mana seharusnya hemoglobin mengikat oksigen untuk keperluan sel-sel pada jaringan tubuh. Namun gas karbon monoksida (CO) bahkan dapat menyerang hemoglobin yang telah mengikat oksigen, sehingga menyebabkan tubuh kekurangan oksigen yang akan diangkut oleh hemoglobin. Kekurangan oksigen dalam darah ini dapat menyebabkan gangguan syaraf, refleks yang lambat dan masih banyak lagi.



Sumber: sainforhuman.blogspot.com

Gambar 3.1 Ilustrasi CO Masuk ke

1. Efek Rumah Kaca

Rumah kaca? apakah rumah yang terbuat dari kaca menjadi penyebab pemanasan global?



Tentu bukan itu maksudnya. Efek rumah kaca merupakan suatu gambaran dimana panas matahari terperangkap di dalam atmosfer bumi.

Lalu, mengapa disebut efek rumah kaca?

Rumah kaca merupakan suatu bangunan yang biasanya digunakan untuk bercocok tanam. Bangunan ini memiliki kemampuan menangkap panas matahari sehingga dapat menghangatkan bagian dalam rumah kaca tersebut saat musim dingin. Dengan demikian kaca tersebut dapat disamakan dengan gas-gas yang ada di atmosfer dan rumah kaca disamakan dengan gambaran bumi. Oleh sebab itu rumah kaca digunakan sebagai istilah untuk mewakili peristiwa ini.

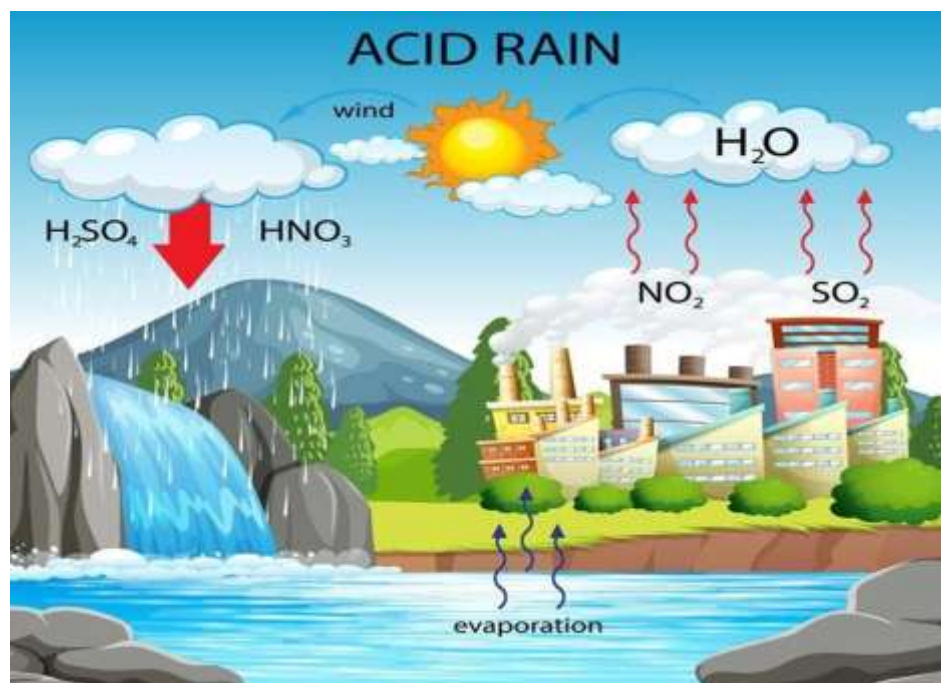
Sinar matahari yang masuk ke permukaan bumi sebagian akan diserap dan sebagiannya lagi dipantulkan. Karbon dioksida yang dihasilkan oleh pembakaran kendaraan, pabrik dan lain sebagainya disebut gas rumah kaca yang membentuk lapisan tak berwarna yang kemudian menyelimuti bumi. Lapisan yang mengandung gas rumah kaca tersebut memiliki sifat dapat ditembus oleh sinar matahari tetapi tidak dapat memantulkannya kembali ke udara, sehingga sinar matahari tersebut terperangkap.

Sinar matahari yang terperangkap akan menyebabkan kenaikan suhu pada bumi. Jika hal ini terus menerus terjadi maka suhu bumi akan mengalami peningkatan suhu setiap tahunnya. Peningkatan suhu ini akan mengakibatkan perubahan iklim, mencairkan es di kutub, perubahan siklus hidup flora dan fauna dan masih banyak lagi.

2. Hujan Asam

Apa itu hujan asam?

Hujan asam merupakan peristiwa hujan yang memiliki pH dibawah 7, umumnya pH 5,6. Peristiwa ini terjadi karena adanya pencampuran gas sulfur dioksida dengan gas nitrogen dioksida yang bereaksi dengan uap air di atmosfer. Hujan ini umumnya bersifat alami da nada juga yang disebabkan oleh aktivitas manusia, seperti hasil dari pembakaran kendaraan, industri dan lain-lain.



Sumber: orami.com

Gambar 3.2 Proses Terjadinya Hujan Asam

1. Rusaknya tumbuhan, kadar asam yang tinggi dapat merusak daun yang terdapat pada tumbuhan sehingga tumbuhan akan kesulitan melakukan fotosintesis.
2. Meningkatkan keasaman laut, jika hal ini terus menerus terjadi maka akan berdampak pada pH laut, sehingga ekosistem di laut menjadi terganggu.
3. Rusaknya bangunan, khususnya yang berbahan besi akan lebih cepat mengalami korosi.

B. Upaya Mengatasi Dampak Negatif Penggunaan Minyak Bumi

Salah satu teknologi yang digunakan sebagai upaya untuk mengurangi dampak polusi udara yang disebabkan oleh pembakaran bahan bakar fosil yakni dengan penggunaan catalytic converter yang berfungsi mengubah zat berbahaya menjadi tidak berbahaya lagi bagi lingkungan. Perubahan ini dapat dilihat dengan menghitung penurunan emisi gas buang yang dihasilkan dengan bantuan alat bernama gas analyser.

STEM

Catalytic Converter

SCIENCE



Sumber: sindonews

Gambar 3.3 Polusi Udara

Kendaraan bermotor maupun mobil berbahan bakar minyak bumi dapat menghasilkan emisi gas buang berupa carbon monoksida, hidrokarbon, nitrogen oksida, sulfur oksida dan timbal. Sisa pembakaran ini dapat menyebabkan masalah bagi lingkungan maupun kesehatan. Pembakaran tidak sempurna pada mesin kendaraan akan menghasilkan karbon monoksida yang dapat membahayakan kesehatan jika masuk ke dalam sistem pernapasan dan mengikat hemoglobin.

Salah satu teknologi rekayasa yang digunakan untuk mengurangi gas buangan berbahaya yaitu dengan pemasangan catalytic converter pada bagian sistem pembuangan gas kendaraan bermotor maupun mobil

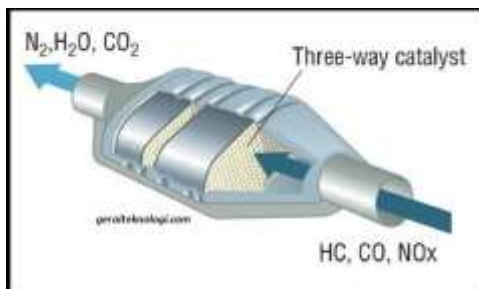
TECHNOLOGY



Sumber: gridoto.com

Gambar 3.4 Penggunaan Catalytic Converter pada Knalpot

ENGINEERING



Sumber: geraiteknologi.com

Gambar 3.5 Proses yang Terjadi pada Catalytic Converter

Penggunaan catalytic converter merupakan suatu usaha untuk mengurangi polutan yang dihasilkan dari sisa pembakaran. Suatu converter (pengubah) menggunakan media yang bersifat katalis, diharapkan mampu mempercepat proses perubahan suatu zat sehingga terjadi reaksi kimia, seperti CO yang akan teroksidasi menjadi CO₂. Media yang biasanya digunakan sebagai katalis ini berupa logam seperti Palladium, Platinum dan Stainless Steel yang dapat mereduksi atau mengoksidasi. Logam-logam tersebut termasuk mahal sehingga terus dicari alternative lain, seperti mengganti logam tersebut dengan tembaga yang merupakan logam transisi berkelimpahan tinggi dan harganya yang relatif murah.

Emisi gas buangan kendaraan dapat diukur dengan gas analyser, dengan penggunaan alat tersebut, kita dapat mengetahui apakah terdapat penurunan gas buangan sebelum dan setelah pemakaian catalytic converter. Untuk menghitung persentase penurunan emisi dapat menggunakan rumus berikut:

$$\text{Persentase emisi} = \frac{\text{rata-rata emisi dengan catalytic}}{\text{rata-rata emisid tanpa catalytic}} \times 100\%$$

$$\text{Persentase penurunan emisi} = 100\% - \text{Persentase Emisi (\%)}$$

MATHEMATICS



Sumber: geraiteknologi.com

Gambar 3.6 Gas Analyser

AKTIVITAS BELAJAR

Perhatikan wacana berikut!

Kerap kali kita melihat kendaraan dengan mesin diesel mengeluarkan asap berwarna hitam. Hal ini disebabkan terjadi masalah pada mesin tersebut. Asap tersebut memiliki dampak negatif mulai dari bau yang kurang sedap hingga polusi udara yang ditimbulkannya. Oleh karena itu, dicarilah berbagai macam cara untuk mengatasinya.

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak polusi udara akibat kendaraan adalah dengan menggunakan teknologi yang dapat mengurangi emisi gas polutan. Teknologi yang dapat digunakan untuk mengurangi gas polutan adalah EFI (*Elektronik Fuel Injection*).



Sumber: republika.com

Gambar 3.7 Truk yang Mengeluarkan Asap Hitam

Mengidentifikasi

Jelaskan permasalahan apa yang terjadi pada wacana di atas?

S
C
I
E
N
C
E

Menginvestigasi

Masalah apa yang ditimbulkan pada wacana di atas?

S
C
I
E
N
C
E

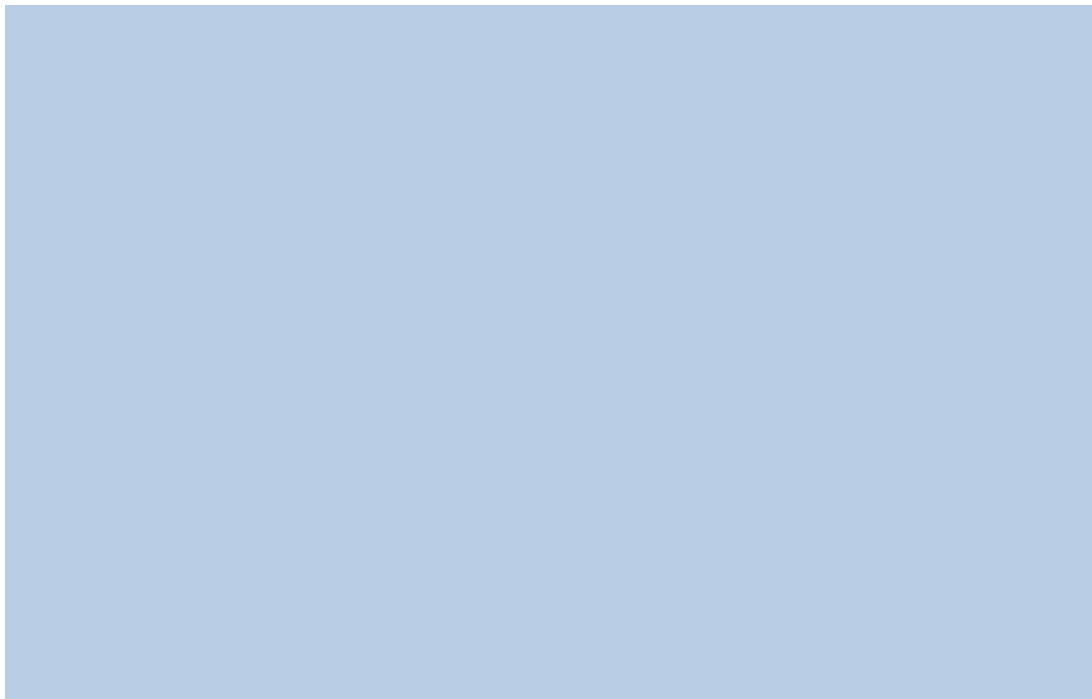
Merancang

Buatlah rancangan gambar atau video yang berkaitan dengan EFI (Elektronik Fuel Injection)!

T
E
C
H
N
O
L
O
G
Y

Membuat

Buatlah gambar atau video tentang EFI (Elektronik Fuel Injection) terkait manfaat dan cara kerjanya!



E
N
G
I
N
E
E
R
I
N
G

Menguji

Presentasikan hasil karyamu di depan kelas!

Memodifikasi

Koreksi kembali hasil karyamu sesuai masukan dari guru dan teman-temanmu!

Mari berlatih berpikir kritis!

1. Pada kendaraan bermotor yang menggunakan bensin sebagai bahan bakar dapat memberi dampak negative terhadap lingkungan. Mengapa penggunaan bahan bakar bensin dapat memberi dampak negative terhadap lingkungan? Jelaskan!
2. PbO yang terbentuk dari pembakaran bensin bereaksi dengan 1,2-dibromometana menghasilkan PbBr_2 yang mudah menguap dan dibebaskan ke udara. Senyawa PbBr_2 ini akan menjadi polutan bagi udara sebab timbal tergolong beracun pada batas tertentu. Pemaparan di atas merupakan peristiwa yang disebabkan oleh? Sebutkan cara yang dapat dilakukan untuk mengatasinya!
3. Berilah solusi yang dapat dilakukan untuk pengendalian polusi udara!

EVALUASI

A. Pilihan Ganda

Pilihlah jawaban yang paling tepat!

1. Minyak bumi termasuk sumber daya alam yang *tidak* dapat diperbarui, karena...
 - A. minyak bumi bukan energi baru
 - B. proses pembentukan memerlukan waktu jutaan tahun
 - C. dapat didaur ulang dari hasil pembakaran
 - D. alam tidak dapat lagi menciptakan minyak bumi
 - E. tidak dapat dibuat dengan teknologi apapun
2. Senyawa yang banyak terkandung dalam minyak bumi dari Indonesia adalah...
 - A. alkana
 - B. belerang
 - C. aromatik
 - D. sikloalkana
 - E. hidrokarbon jenuh
3. Manakah pernyataan berikut yang benar tentang bilangan oktan.
 - A. menunjukkan perbandingan antara premium dan pertamax
 - B. merupakan perbandingan TEL dan n-heptana
 - C. merupakan perbandingan antara MTBE dan TEL
 - D. menunjukkan perbandingan MTBE dan isooktana
 - E. merupakan perbandingan antara isooktana dan n-heptana
4. Dalam proses eksplorasi minyak bumi membutuhkan beberapa bidang keilmuan dan teknologi. Salah satu teknologi yang dibutuhkan adalah geophone. Fungsi alat tersebut adalah...
 - A. mengumpulkan minyak bumi di dalam tanah
 - B. memisahkan minyak bumi
 - C. mengkonversi gerakan tanah menjadi tegangan

- D. membentuk minyak bumi
 - E. digunakan untuk menyedot minyak bumi
5. Minyak bumi dari hasil pengeboran berupa minyak mentah. Minyak mentah belum dapat digunakan dan harus diolah terlebih dahulu. Proses pemisahan minyak bumi berdasarkan perbedaan titik didihnya disebut...
- A. Konversi
 - B. Desalting
 - C. Polimerisasi
 - D. Destilasi bertingkat
 - E. Cracking
6. Alat yang digunakan untuk mengurangi kadar garam dalam minyak mentah disebut...
- A. Geophone
 - B. Desalter
 - C. Kolom destilasi
 - D. Furnace
 - E. Heat exchanger
7. Hasil penyulingan minyak bumi dengan rantai karbon panjang dapat dipecah menjadi rantai karbon pendek. Cara ini disebut dengan istilah...
- A. adisi
 - B. destilasi
 - C. Cracking
 - D. polimerisasi
 - E. reduksi
8. Manakah yang tepat dari pernyataan berikut.
- A. semakin rendah bilangan oktan maka kualitas bensin semakin baik
 - B. semakin tinggi bilangan oktan maka kualitas bensin semakin baik
 - C. bilangan oktan premium lebih besar daripada pertamax
 - D. Bilangan oktan dapat dinaikkan dengan menaikkan n-heptana

- E. Pertamax plus memiliki bilangan oktan diatas 100
9. Bensin yang memiliki nilai oktan 80, berarti memiliki perbandingan isooktana dan n-heptana sebesar...
- A. 1 : 4
 - B. 5 : 1
 - C. 4 : 1
 - D. 1 : 5
 - E. 8 : 1
10. Zat anti knocking yang ramah lingkungan adalah...
- A. MTBE
 - B. LNG
 - C. LPG
 - D. belerang
 - E. TEL
11. Salah satu fraksi minyak bumi adalah oli. Oli memiliki titik didih yaitu...
- A. $>350^{\circ}\text{C}$
 - B. $300-350^{\circ}\text{C}$
 - C. $250-300^{\circ}\text{C}$
 - D. $180-250^{\circ}\text{C}$
 - E. $70-180^{\circ}\text{C}$
12. Industri yang memanfaatkan minyak bumi sebagai bahan bakunya disebut...
- A. Industri minyak bumi
 - B. Industri bahan bakar
 - C. Industri petrokimia
 - D. Industri elektrokimia
 - E. Industri teknik kimia
13. Senyawa hidrokarbon yang dihasilkan dari proses cracking diantaranya olefin. Olefin terdiri dari etena, propena, butilena, dan butadiena. Etena dapat diolah menjadi...

- A. Sabun
- B. Bensin
- C. Nilon
- D. Plastik
- E. Alkohol

14. Pernyataan di bawah ini yang *tidak* benar tentang LNG adalah...

- A. Mengandung senyawa propana dan butane
- B. Memiliki titik didih $>350^{\circ}\text{C}$
- C. Pada suhu kamar berwujud gas
- D. Dimanfaatkan sebagai bahan bakar kendaraan
- E. Bahan baku pembuatan pupuk

15. Zat berbahaya bagi lingkungan akibat penambahan TEL pada bensin adalah...

- A. gas karbon dioksida
- B. gas karbon monoksida
- C. gas nitrogen oksida
- D. gas oksida belerang
- E. partikulat timbal

B. Uraian (Evaluasi Berpikir Kritis)

Jawablah pertanyaan di bawah ini di buku tugasmu!

1. Pada kendaraan bermotor yang menggunakan bensin sebagai bahan bakar dapat memberi dampak negative terhadap lingkungan. Mengapa penggunaan bahan bakar dapat memberi dampak negatif terhadap lingkungan? Jelaskan!
2. Pada saat menyuling bensin, apakah suhu akan terus naik hingga di atas 180°C , walaupun fraksi bensin belum semua keluar? Ingat ketika anda memasak air, apakah suhunya akan terus naik pada saat mendidih?
3. Bagaimana menurut kalian penambahan TEL (*Tetra Ethyl Lead*) pada bensin, Sudah tepatkah penambahan TEL pada bensin guna meningkatkan angka oktan bagaimana pengaruhnya pada lingkungan?

4. Apakah yang dimaksud dengan tahap eksplorasi minyak bumi? Dan usaha apa yang dilakukan dalam tahap tersebut? Jelaskan!
5. Berikan solusi-solusi yang harus dilakukan untuk pengendalian polusi udara? Jelaskan!

KUNCI JAWABAN

No	Kunci
1	B
2	A
3	E
4	C
5	D
6	B
7	C
8	B
9	C
10	A
11	B
12	C
13	D
14	B
15	E

1. Ketika pembakaran bahan bakar minyak menyebabkan banyak gas-gas yang berbahaya seperti CO₂ yang menyebabkan efek rumah kaca dan pemanasan global
2. Tidak, karena fraksi bensin terbentuk tidak akan melebihi 180°C sama halnya dengan air mendidih pada puncak suhu 100°C
3. Belum tepat, karena TEL menghasilkan gas buangan berupa timbal. Ketika pembakaran bensin di dalam mesin, PbO yang terbentuk bereaksi dengan 1,2-dibromometana menghasilkan PbBr₂ yang mudah menguap dan dibebaskan ke udara. Senyawa PbBr₂ yang dibebaskan dari pembakaran bensin menjadi polutan bagi udara sekitarnya sebab senyawa timbal tergolong beracun pada batasan tertentu.
4. Eksplorasi adalah upaya mencari daerah yang mengandung minyak bumi dan perkiraan cadangan minyaknya. Usaha yang dilakukan pada tahap ini adalah penggunaan gelombang seismic. Gelombang seismic digunakan untuk menentukan struktur batuan pada lapisan kulit bumi. Gelombang seismic diciptakan menggunakan ledakan kecil. Ledakan ini yang menghasilkan gelombang dan mengirimkannya sampai kedalaman tertentu. Jika ada struktur batuan yang menggelembung, gelombang akan dipantulkan. Pantulan ini dapat dideteksi oleh sensor sehingga dapat diketahui secara akurat posisi minyak bumi.
5. Menghemat energy, back to work, menggunakan transportasi masal, dan menanam pohon.

GLOSSARIUM

Bahan bakar fosil: merupakan salah satu jenis energi yang berasal dari dalam bumi yang tidak dapat diperbarui lagi, terdiri minyak bumi, batu bara, dan gas alam.

Bilangan oktan: ukuran kemampuan suatu bahan bakar dalam mengatasi ketukan sewaktu terbakar dalam mesin.

Destilasi: pemisahan suatu campuran berdasarkan perbedaan titik didih dan tekanan uap yang cukup signifikan.

Eksplorasi: kegiatan yang bertujuan untuk mencari cadangan minyak bumi di dalam tanah dengan melibatkan berbagai bidang ilmu seperti ilmu geologi dan eksak.

Hidrokarbon: senyawa yang terdiri dari unsur karbon (C) dan Hidrogen (H).

Jasad renik: makhluk hidup yang terdiri dari satu atau sekumpulan sel dengan ukuran micron (1 mikron = 0,001 mm).

Knocking: sifat kurang baik dari bahan bakar yang menyebabkan pembakaran yang terjadi terlalu dini.

Petrokimia: bahan kimia yang berasal dari bahan bakar fosil.

Titik didih: suhu (temperatur) dimana tekanan uap suatu zat cair sama dengan tekanan eksternal yang dialami cairan.

DAFTAR PUSTAKA

- Mahendra, I. G. (2020). Modul Pembelajaran Kimia SMA Materi Minyak Bumi Kelas XI.
- Meilani. (2020). *E-Modul Minyak Bumi untuk SMA Kelas XI*. Jakarta: UIN Press.
- Nisa', M. A. (2020). *Modul Pembelajaran Kimia Berbasis CTL Materi Minyak Bumi*. Jakarta: UIN Press.
- Sudarmo, U. (2006). *Kimia untuk SMA/MA Kelas X*. Jakarta: Phibeta.
- Partana, C. F., & Wiyarsi, A. (2007). *Mari Belajar Kimia untuk SMA/MA Kelas X*. Surabaya: SIC.
- Purba, M. (2017). *Kimia Kelas XI*. Jakarta: Erlangga.
- Purba, M., & Sunardi. (2012). *Kimia 1 untuk SMA/MA Kelas X*. Jakarta: PT. Gelora Aksara.
- Susilowati, E. (2012). *Kimia 1 untuk SMA/MA Kelas X*. Surakarta: PT. Tiga Serangkai Pustaka Mandiri.