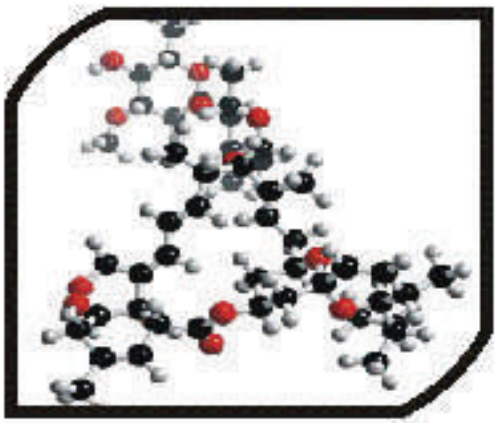
Sukisman Purtadi



# KIMIA

*Untuk*

**Sekolah Menengah**

1

# BAB 1

# SISTEM PERIODIK DAN STRUKTUR ATOM

**STANDAR KOMPETENSI**

Memahami struktur atom, sifat-sifat periodik unsur, dan ikatan kimia

**KOMPETENSI DASAR**

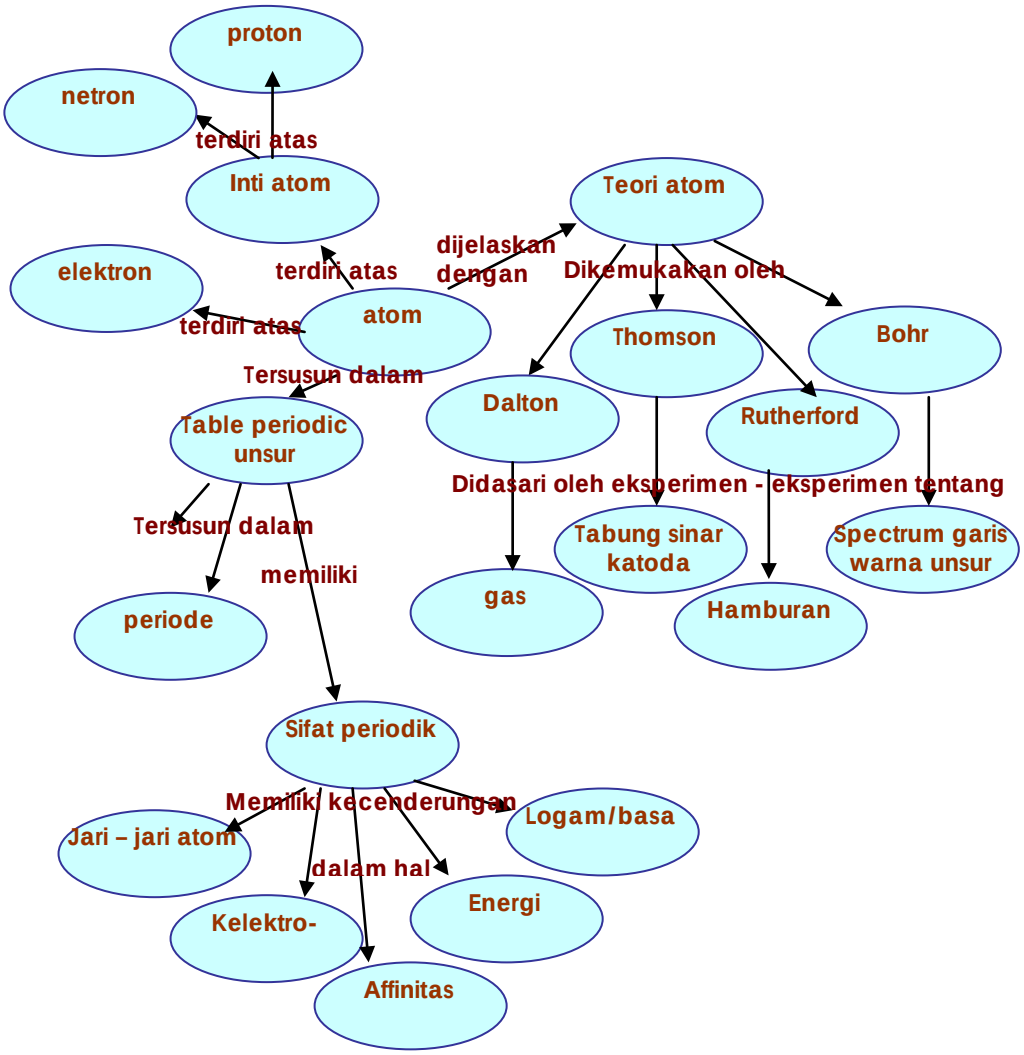
1.1 Memahami struktur atom berdasarkan teori atom Bohr, sifat-sifat unsur, massa atom relatif, dan sifat-sifat periodik unsur dalam tabel periodik serta menyadari keteraturannya, melalui pemahaman konfigurasi elektron.

**TUJUAN PEMBELAJARAN**

Setelah mempelajari bab ini diharapkan kalian dapat:

- Membandingkan teori – teori atom mulai teori atom Dalton hingga teori atom Niels Bohr
- Menentukan jumlah proton, elektron dan netron suatu unsur berdasarkan nomor atom dan nomor massanya atau sebaliknya.
- Menentukan isotop, isobar dan isoton suatu unsur
- Menentukan electron valensi suatu unsur
- Menjelaskan perkembangan penggolongan unsur hingga tabel periodik modern
- Menentukan golongan dan perioda unsur unsur dalam tabel periodik berdasarkan struktur atomnya.
- Menentukan massa atom relatif unsur
- Menjelaskan sifat-sifat keperiodikan unsur berdasarkan tabel atau grafik.

## PETA KONSEP


proton
netron
terdiri atas
Inti atom
elektron
terdiri atas
atom
terdiri atas
Tersusun dalam
Table periodic unsur
Tersusun dalam
memiliki
periode
Sifat periodik
Memiliki kecenderungan
Jari – jari atom
dalam hal
Kelektro-
Energi
Affinitas
Logam/basa
dijelaskan dengan
Teori atom
Dikemukakan oleh
Dalton
Thomson
Bohr
Rutherford
Didasari oleh eksperimen - eksperimen tentang
gas
Tabung sinar katoda
Hamburan
Spectrum garis warna unsur

## Apersepsi

Saat Kalian melihat batuan yang tidak biasa, cangkang hewan laut yang bagus, kristal salju, daun yang memerah, karat, plastisin, kuku, rambut, bahkan juga kertas, kapas, sirup, nata de coco, atau compact disk (CD) dan baterei isi ulang, Kalian mungkin pernah bertanya terbuat dari apakah benda – benda ini.

Tahukah Kalian pertanyaan itu telah menggelitik manusia sejak lama. Sejak dulu orang telah bertanya, menduga, dan memperkirakan apa yang menyusun benda – benda di sekitarnya, dan juga tubuhnya sendiri.

Bangsa Yunani kuno percaya bahwa segala sesuatu tersusun atas empat unsur dasar, yaitu air, udara, tanah, dan api. Sifat setiap benda tergantung bagaimana komposisi unsur – unsur ini disusun.

Pada abad ke – 17, seorang ilmuwan Inggris, Robert Boyle, mengemukakan bahwa setiap unsur tersusun atas partikel yang sederhana, dan tidak tersusun atas unsur yang lain. Pernyataan inilah yang mendasari berkembangnya konsep atom, penyusun unsur, hingga sekarang. Kita akan mempelajari bagaimana konsep atom berkembang dari yang paling sederhana hingga konsep yang kita terima sekarang dalam bab ini.

### Perkembangan Teori Atom

Teori atom telah lama berkembang mulai pada beberapa abad sebelum Masehi. Teori ini telah menjadi pertanyaan besar di kalangan para ahli filsafat Yunani. Democritus (460 - 370 SM) berpendapat bahwa suatu materi tersusun atas partikel yang tak dapat dibagi. Pemikirannya kira – kira sebagai berikut: bila kamu membelah suatu benda, sepotong coklat misalnya, kemudian kamu bagi lagi potongan kecil ini, lagi, lagi, lagi, dan lagi maka suatu saat kamu akan mendapatkan potongan kecil, bahkan sangat kecil, yang tidak dapat kamu belah lagi. Oleh karena

itu materi tersusun atas partikel – partikel yang tidak dapat dibagi yang disebut atomos.

Berbeda dengan Democritus, Aristotle lebih percaya bahwa setiap benda terusun atas empat unsur dasar dan menurutnya materi bersifat kontinu, yang berarti akan terus menerus dapat dibelah. Karena Aristotle lebih berpengaruh, pendapat Aristotle ini lebih banyak dianut orang dan konsep atomos terpendam selama hampir 2000 tahun!

Setelah munculnya pendapat dari Robert Boyle, berkembang teori atom yang lebih didasarkan pada eksperimen hingga munculnya teori atom yang dikemukakan oleh John Dalton.

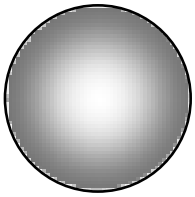
**1. John Dalton (Tahun 1805)**

Teori atom Dalton dianggap sebagai puncak dari usaha-usaha penelitian yang dilakukan oleh para kimiawan. Dalton dapat menyatukan berbagai fakta dan teori kedalam suatu teori tentang sifat materi. Teori yang dikemukakan berdasarkan asumsi-asumsi berikut:

a. semua unsur terdiri atas partikel yang sangat kecil yang disebut atom. Atom adalah penyusun utama setiap benda
b. semua atom dari unsur tertentu sama, dan memiliki masa atom yang sama pula.
c. Atom dari unsur yang berbeda juga berbeda dalam hal massa dan volumenya
d. Atom tidak dapat dimusnahkan atau diubah saat bereaksi
e. Atom-atom dari satu unsur dapat bergabung dengan atom-atom dari unsur lain untuk membentuk molekul, satuan dasar dari senyawa
f. Perbandingan atom dalam molekul selalu tetap dan dapat dinyatakan dalam bilangan bulat dan sederhana (Gebelein, 1997)

Telah disepakati bersama bahwa setiap benda tersusun atas partikel sederhana yang paling kecil yang tidak dapat dibagi lagi. Sekarang dapatkah Kalian bayangkan seperti apakah partikel terkecil ini? Bagaimanakah bentuknya? Seperti kotak, kubus, kerucut, segitiga, lingkaran, bulat, bentuk lainnya, atau sama sekali tak beraturan?

Bulat seperti bola...! Mungkin Kalian berfikir demikian dan fikiran inilah yang muncul pada John Dalton, seorang guru berkebangsaan Inggris. Tapi, mengapa bola? Karena bola memiliki luas permukaan yang paling kecil dibandingkan dengan bentuk yang lain untuk volume yang sama. Bentuk ini pula yang sering dipilih oleh benda-benda di alam.



Model atom Dalton

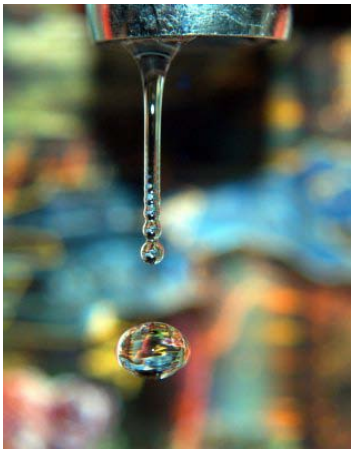
Tidak percaya? Daftarlah nama – nama buah yang kalian tahu dan hitung jumlah buah yang bulat (atau cenderung bulat) dan hitung pula yang berbentuk lain. Mana yang lebih banyak?

http://www.australiantropicalfoods.com/

Gambar. Buah-buah. Coba perhatikan berapa perbandingan buah yang cenderung bulat dan tidak bulat sama sekali

Atau kalian mungkin sering memperhatikan butiran embun, atau air yang menempel di jendela saat hari sangat dingin atu hujan. Coba juga teteskan air (ingat, hanya diteteskan) dari ketinggian dua meter, lihatlah bentuk tetesan air saat dia bergerak ke bawah

http://wwf.org.au/assets/water_drop.jpg



http://www.vividlight.com/38/images

http://mishilo.image.pbase.com

Gambar. Tetesan-tetesan air dan embun di daun yang membulat membentuk luas bidang sentuh seminimal mungkin. Bulat juga merupakan bentuk yang paling mudah diingat untuk menggambarkan atom

**2. J.J. Thomson (Tahun 1879)**

Pada abad ke-19 berkembang penemuan tentang listrik, listrik dan materi berhubungan.

Apakah Kalian pernah menggosokkan penggaris plastik pada rambut kemudian didekatkan pada sobekan – sobekan kecil kertas, atau bulu halus di tangan? Atau mungkin Kalian mau mencobanya lagi sekarang?

Apa yang terjadi saat penggaris itu didekatkan pada kertas atau tangan Kalian?

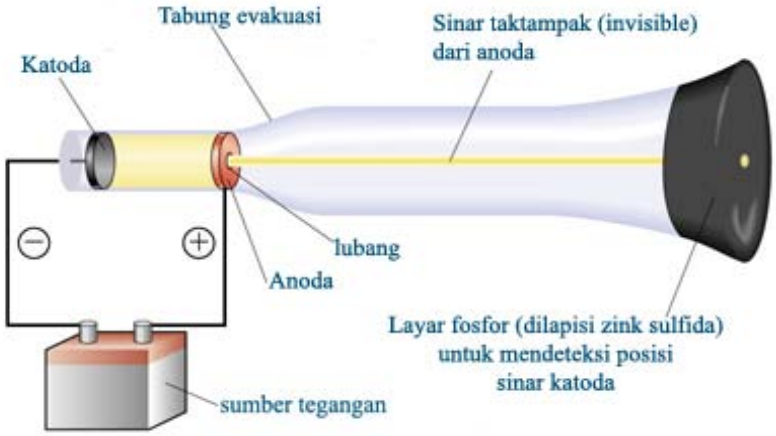
Ini adalah gejala listrik yang sudah dikenal orang sejak lama. Selain itu telah lama dikenal bahwa aliran listrik dapat menguraikan senyawa menjadi unsur – unsurnya.

Para ahli mulai mencoba berbagai cara untuk menyelidiki sifat – sifat listrik ini. Untunglah Michael Faraday (1791-1867) menemukan tabung sinar katoda. Faraday menemukan tabung sinar katoda dengan melewatkan listrik dalam tabung gelas yang telah divacumkan. Sinar tersebut merupakan radiasi yang dipancarkan oleh terminal negatif atau katoda melewati tabung vakum menuju terminal positif atau anoda.

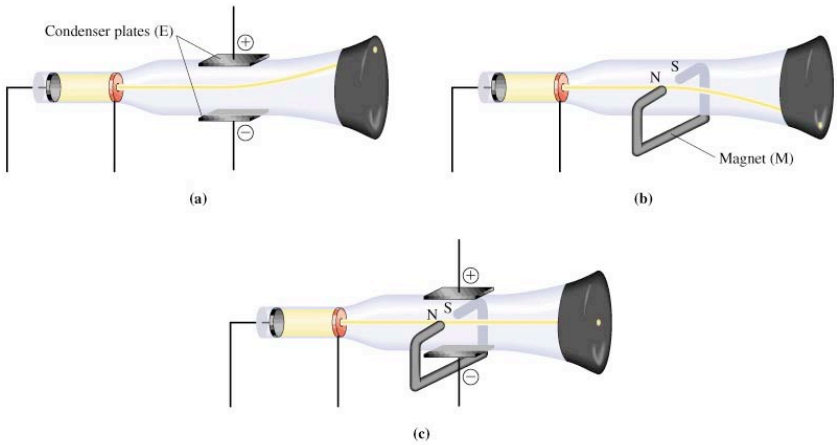
Sinar katoda bergerak secara garis lurus dan sifat-sifatnya tidak bergantung dari jenis materialnya. Sinar katoda merupakan sinar tak terlihat yang hanya dapat

dideteksi dari cahaya yang dipancarkan oleh material yang dikenainya. Misalnya dengan cara melapisi dinding tabung dengan ZnS yang disebut fluoresens.

Salah satu yang menarik dari sinar katoda adalah dapat dibelokkan oleh suatu medan listrik atau medam magnet sebagaimana sifat partikel-partikel bermuatan negatif.




Gambar Sinar katoda bergerak lurus dari katoda ke anoda



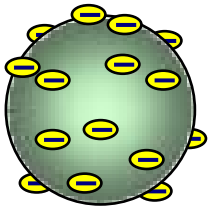

Gambar  Sinar katoda dibelokkan oleh adanya medan listrik (a)

dan medan magnet (b)

Pada tahun 1897 dengan menggunakan metode yang sama, J.J. Thomson (1856-1940) menentukan rasio massa (m) terhadap muatan listrik (e) untuk sinar katode.

Berdasarkan Rasio m/e, Thomson menyimpulkan bahwa sinar katode merupakan partikel dasar bermuatan negatif penyusun suatu atom. Sinar katode kemudian dikenal sebagai elektron, yaitu istilah pertama kali diusulkan George Stoney pada tahun 1874.

Jumlah muatan positif = jumlah muatan negatif



Teori :

a. Atom merupakan bola masif/ pejal yang bermuatan positif.
b. Pada tempat-tempat tertentu terdapat elektron-elektron yang bermuatan negatif.

Kelemahan : Tidak dapat menjelaskan dinamika reaksi kimia yang terjadi antar atom.

Model atom

J.J. Thomson

**Di Sekitar Kita**

**Aurora**

Cuaca di ruang angkasa dikontrol oleh aktivitas matahari. Angin matahari, aliran gas yang tersusun atas elektron dan proton, secara konstan mengalir dari atmosfer terluar matahari ke sistem tata surya. Bumi

dilindungi dari pengaruh angin matahari secara langsung oleh magnetosfer, bagian terluar dari atmosfer bumi. Dari istilahnya kalian dapat memperkirakan bukan mengapa disebut magnetosfer? Tetapi saat aktivitas matahari mencapai puncak, pengaruhnya dapat mencapai bumi, yaitu terjadinya badai luar angkasa yang dahsyat

Aurora yang dapat dilihat di daerah selain kutub bumi menunjukkan adanya badai ruang angkasa. Aurora terjadi saat partikel bermuatan dari angin matahari memasuki magnetosfer dan menabrak atom dan molekul di atmosfer bumi, seperti hidrogen, nitrogen dan oksigen. Atom-atom dan molekul ini memancarkan cahaya. Aurora biasanya terjadi di sekitar kutub geomagnetik bumi utara dan selatan.

Warna aurora tergantung pada atom yang ditumbuk oleh partikel bermuatan. Aurora merah cerah menunjukkan begitu banyak atom oksigen yang dibombardir oleh elektron berenergi tinggi. Jika hanya sedikit, akan menghasilkan aurora yang berwarna kuning-hijau. Nitrogen yang terionisasi menghasilkan aurora yang berwarna biru, dan nitrogen netral menghasilkan warna merah. Aurora merah jingga terjadi bila warna-warna dari nitrogen tercampur (Disarikan dari: www.glencoe.com)

### 3. Ernest Rutherford (Tahun 1911)

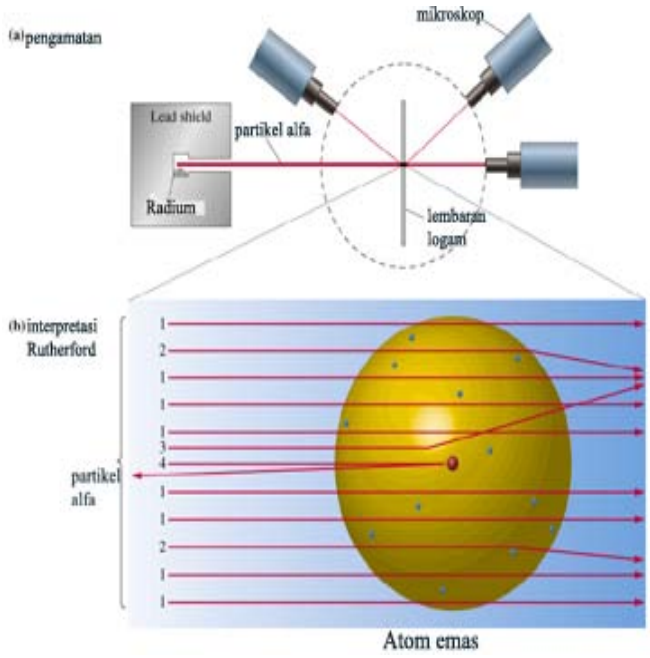
Pada saat J.J. Thomson mengemukakan model atomnya, dia telah menyatakan gagasan tentang adanya muatan positif dalam atom. Hanya saja Thomson belum bisa menjelaskan lebih rinci mengenai muatan positif ini. Gagasan tentang muatan positif ini mulai mendapatkan titik terang saat Rutherford murid Thomson, meneliti tentang inti atom.

Pada tahun 1911, Rutherford bersama kedua mahasiswanya (Geiger dan Ernest Marsden) melakukan percobaan dengan melakukan percobaan dengan menembak lapisan tipis emas menggunakan partikel – α.

Rutherford melakukan penelitiannya dengan cara menembak lapisan tipis emas menggunakan pertikel – α. Hasil penelitiannya telah menunjukkan bahwa muatan positif atom seluruhnya terpusat pada inti atom.

Setelah mengatahui hal ini, Rutherford memfokuskan penelitiannya mengenai inti atom. Meskipun Rutherford telah mengamati adanya muatan positif pada inti atom, baru pada tahun 1919 ia menemukan partikel positif tersebut dan selanjutnya dinamakan proton.

www.travelplaces.co.uk/images/



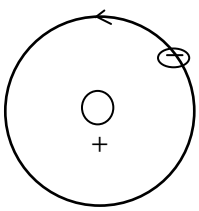

Gambar eksperimen penembakan lapisan tipis emas.

Rutherford telah berhasil menemukan proton, tetapi dia masih menemukan kejanggalan dalam struktur atom. Hal ini dilihatnya pada atom hidrogen dan helium. Hidrogen mempunyai satu proton, sedangkan helium mempunyai dua proton.

Dengan mengabaikan massa elektron yang sangat kecil, seharusnya perbandingan massa antara hidogen dan helium adalah 1 : 2. Namun pada kenyataannya perbandingan massa antara hidrogen dan helium adalah 1 : 4. Ruterford kemudian menduga bahwa dalam inti atomterdapat partikel lain yang bermuatan netral dan memiliki massa yang hampir sama dengan proton.

Baru pada tahun 1932, dugaan Rutherford menjadi kenyataan , yaitu setelah James Chadwick (1891-1972) menembak lapisan tipis berilium dengan partikel α, yang menghasilkan pancaran radiasi energi yang sangat tinggi sebanding dengan radiasi sinar –γ keluar dari logam tersebut. Kemudian Chadwick menamainya netron, karena partikel ini tidak bermuatan (netral) dan memiliki massa sedikit lebih besar dari proton.

Teori :



| | |
|---|---|
| Model atom<br>E. Rutherford | a. Sebagian besar massa dan seluruh muatan positif yang terdapat dalam atom terpusat di wilayah yang sangat kecil yang disebut inti atom. Atom itu sendiri sebagian besar merupakan ruangan kosong<br>b. Besarnya muatan positif adalah berbeda antar satu atom dengan atom lainnya<br>c. Banyaknya elektron di sekitar inti atom sama dengan banyaknya muatan positif pada inti atom. Atom itu sendiri secara keseluruhan bersifat netral ($\Sigma p = \Sigma e$) |

Kelemahan :

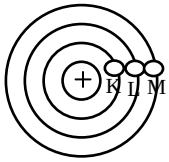
Jika elektron bergerak mengelilingi inti akibatnya energi akan berkurang sehingga elektron akan jatuh ke inti atom (kenyataan atom bersifat stabil).

**4. Niels Bohr (Tahun 1914)**

Model atom Rutherford belum menjelaskan bagaimana elektron-elektron tersusun disekeliling inti atom. Menurut hukum fisika klasik, elektron yang bermuatan negatif di sekeliling inti atom saling tarik menarik dengan inti atom yang bermuatan positif. Oleh karena itu, elektron akan terus bergerak mengelilingi inti atom seperti planet-planet mengelilingi matahari. Tarik menarik antara elektron dengan inti atom semakin mempercepat pergerakan elektron. Elektron akan memancarkan energi selama pergerakannya . lambat laun elektron akan terpilin semakin mendekati inti dan akhirnya jatuh ke inti atom. Akan tetapi hal ini tidak sesuai dengan kenyataan bahwa elektron di dalam atom tidak pernnah jatuh ke inti atom.

Pada tahun 1913 Fisikawan muda dari Denmark, Neils Bohr pertama kali mengembangkan teori struktur atom dan menggambarkan tingkat energi elektron di dalam atom.

Bohr mengusulkan elektron itu dalam suatu atom dapat berada hanya pada tingkat energi tertentu.




Model atom Bohr

Teori :

a. Elektron bergerak pada orbit melingkar mengelilingi inti dengan pergerakan yang mengikuti hukum fisika klasik
b. Elektron menduduki orbit tertentu yang disebut kondisi stasioner dan selama elektron berada pada orbitnya, maka energinya akan tetap dan tidak memancarkan energi apapun
c. Elektron dapat berpindah naikdan turn dari satu orbit ke orbit lainnya . Selama elektron mengalami proses transisi ini, sejumlah paket energi tertentu akan dihasilkan atau dibutuhkan. Artinya, elektron dapat berpindah dari tingkat enrgi terendah ke tingkat energi yang lebih tinggi dengan cara menyerap energi tertentu. Sebaliknya, ketika elektron ke tingkat energi terendahnya, energi yang sama akan dibebaskan

Kelemahan :

a. Tidak dapat menjelaskan mengapa elektron yang mengelilingi inti tidak jatuh ke inti.
b. Tidak dapat menjelaskan letak elektron dengan pasti.

Lebih lanjut mengenai teori atom Bohr terutama mengenai proses transisi elektron dari satu orbit ke orbit lainnya akan di bahas di kelas 2. Pahamilah teori atom Bohr, supaya kamu tidak mengalami kesulitan di kelas 2 nanti

## Lebih dekat dengan….

**John Dalton**

http://www.manchester.gov.uk/

John Dalton adalah anak seorang tukang tenun miskin di Inggris. Dia memulai melakukan pencatatan meteorologis pada usia 11 tahun dan terus dia lakukan sampai menjelang wafatnya. Dia adalah orang pertama yang melakukan penyelidikan tentang cuaca secara sistematis.

Dalton juga mengadakan studi tentang buta warna, dia salah seorang penyandang buta warna.Pada usia 12 tahun dia memulai karir sebagai guru. Dia menghabiskan semua waktunya untuk melakukan hal – hal berhubungan dengan intelektual.
Pada tahun 1793 dia menjadi tutor filsafat matematika dan ilmu pada New College, Manchester. Enam tahun berikutnya dia mengundurkan diri dan mencurahkan waktunya lebih banyak pada kerja ilmiah. Untuk alasan finansial dia terpaksa membuat peralatan sendiri, karena dia termasuk peneliti yang miskin, namun hasil penemuannya banyak memberikan dasar – dasar bagi ilmu kimia.

Pada tahun 1801, Dalton mengemukakan beberapa hukum yang berkaitan dengan perilaku gas. Penemuan – penemuannya menghantarkan dia untuk mengembangkan teori atom yang dipublikasikan pada tahun 1808 dalam buku yang berjudul New System of Chemical Philosophy. Dia kemudian mencoba untuk menentukan berat atom dan menemukan hukum perbandingan berganda. Pada tahun 1826 dia menerima Royal Medal dari Raja. Kesehatannya mulai menurun pada tahun 1937 dan meninggal tahun 1844 dalam damai dan dengan meletakkan dasar untuk pengembangan kimia sebagai ilmu (Diterjemahkan dari Whitman, Zinck, & Nalepa: 1988)

**Diskusikan!**

Salah satu landasan yang digunakan Dalton dalam mengemukakan teori atom adalah hukum kekekalan massa. Jelaskan adanya hubungan postulat – postulat yang dikemukakan Dalton dengan hukum kekekalan massa?

## Partikel Dasar Penyusun Atom

Sebuah atom bersifat netral secara elektris, yang tersusun atas inti pusat yang bermuatan positif dan dikelilingi oleh satu atau lebih elektron yang bermuatan negatif. Inti atom sangat padat. Inti memiliki massa hampir 99,97% dari massa atom tetapi hanya menempati seper sepuluh triliun dari volume atom tersebut.

Inti atom tersusun atas proton dan netron, kecuali inti hidrogen paling sederhana yang hanya memiliki satu proton. Proton ($\mathbf{p^+}$) memiliki muatan positif dan netron ($\mathbf{n^0}$) tidak memiliki muatan, sehingga muatan positif inti dihasilkan dari jumlah protonnya. Jumlah muatan positif ini dinetralkan oleh elektron ($\mathbf{e^-}$). Beberapa sifat partikel penyusun atom dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel beberapa sifat partikel-partikel atom.

| Partikel Dasar | Lambang | Penemu | Massa | | Muatan | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Kg | Sma | Coulomb | Satuan muatan |
| Proton | p | Goldstein | $1{,}67.10^{-27}$ | 1,00885 | $+1{,}6.10^{-19}$ | +1 |
| Neutron | n | J. Chadwick | $1{,}67.10^{-27}$ | 1,01024 | 0 | 0 |
| Elektron | e | J.J. Thomson | $9{,}11.10^{-31}$ | 0,000549 | $-1{,}6.10^{-19}$ | -1 |

## Info Kimia

**Quark: Partikel Dasar yang Lebih dasar...**

Quark pertama kali dipercaya hanya terdiri dari 3 jenis, yaitu: **up**, **down**, dan **strange**. Proton, misalnya, tersusun atas dua quark up quark dan satu quark down, sedangkan neutron terdiri atas dua quark down dan satu quark up. Pada tahun 1974 dilaporkan keberadaan quark keempat yang dinamakan **charm**. Quark kelima disebut **bottom** ditemukan pada tahun 1977, sementara itu quark keenam sebagai pelengkap simetri masih diteorikan sampai dilaporkan penemuannya oleh ahli Fisika dari Fermi National Accelerator Laboratory (Fermilab) pada tahun 1994 dan disebut sebagai **up**

Tidak seperti proton dan electron yang memiliki muatan elektrik bulat, quark memiliki muatan pecahan yang dipercaya sebagai satuan dasar muatan. Quark up, charm, dan top bermuatan $+\frac{2}{3}$, sementara down, strange, dan bottom bermuatan $-\frac{1}{3}$. (**Microsoft Encarta 2006.)**

**Quarks dan Sifatnya**

| Nama | Symbol | Mass[1] (GeV) | Charge[2] (e) | Generasi |
|---|---|---|---|---|
| up | U | .002 - .005 | +2/3 | Pertama |
| down | D | .003 - .009 | -1/3 | Pertama |
| charm | C | 1.1 - 1.4 | +2/3 | Kedua |
| strange | S | .06 - .17 | -1/3 | Kedua |
| top | T | 163 -179 | +2/3 | Ketiga |

# BAB 8
# MINYAK BUMI

**Standar Kompetensi:**

Memahami sifat-sifat senyawa organik atas dasar gugus fungsi dan senyawa makromolekul.

**Kompetensi Dasar:**

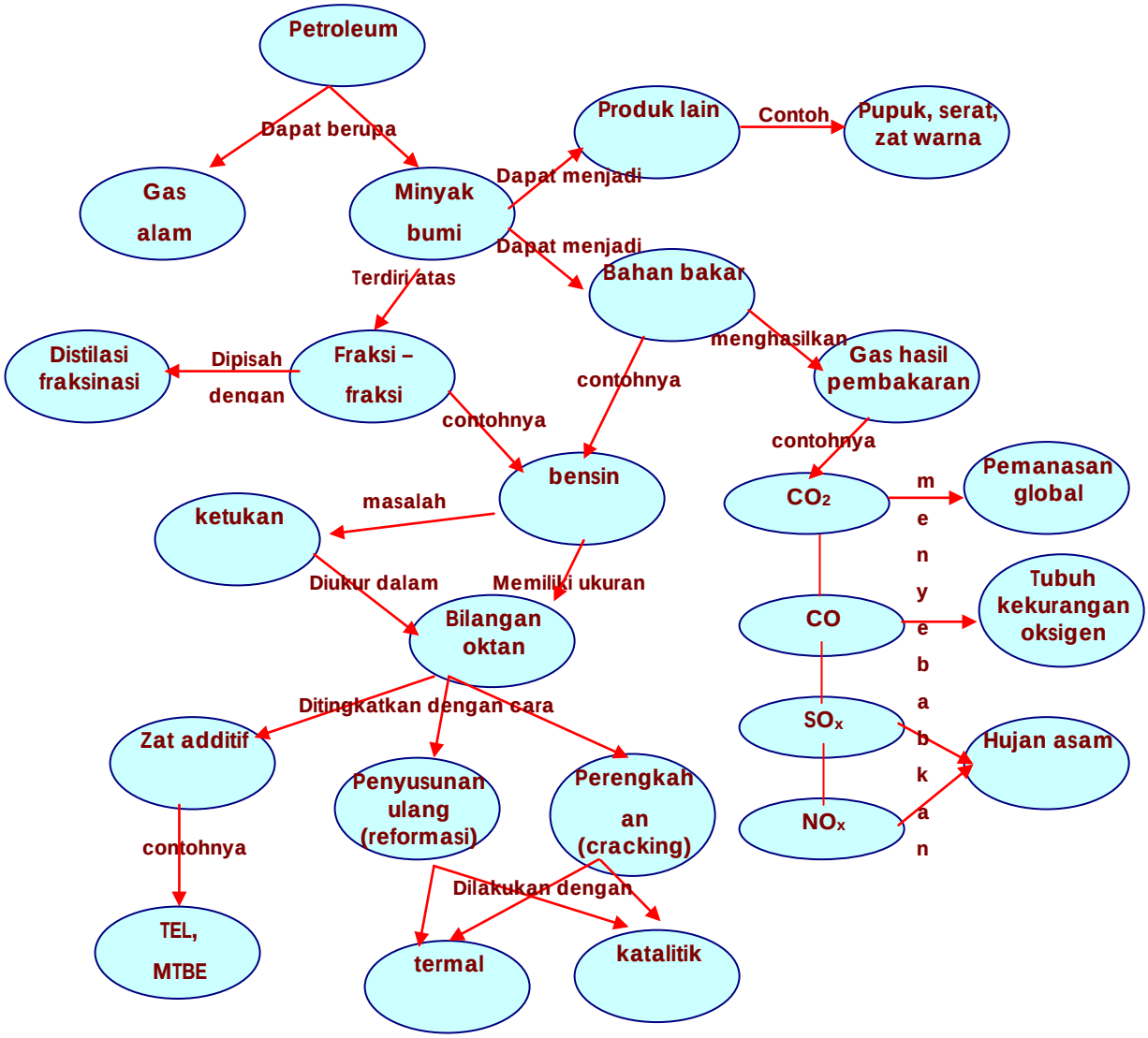
4.4 Menjelaskan proses pembentukan dan teknik pemisahan fraksi-fraksi minyak bumi serta kegunaannya.

**Indikator**

Setelah mempelajari bab ini siswa dapat:

- Menjelaskan proses pembentukan minyak bumi dan gas alam.
- Menjelaskan komponen-komponen utama penyusun minyak bumi.
- Menafsirkan bagan penyulingan bertingkat untuk menjelaskan dasar dan teknik pemisahan fraksi-fraksi minyak bumi.
- Membedakan kualitas bensin berdasarkan bilangan oktannya.
- Menjelaskan penggunaan residu minyak bumi dalam industri petrokimia.
- Menganalisis dampak pembakaran bahan bakar terhadap lingkungan

## Peta Konsep


Petroleum
Dapat berupa
Gas alam
Minyak bumi
Produk lain
Contoh
Pupuk, serat, zat warna
Dapat menjadi
Dapat menjadi
Bahan bakar
Terdiri atas
Distilasi fraksinasi
Dipisah dengan
Fraksi – fraksi
menghasilkan
Gas hasil pembakaran
contohnya
contohnya
contohnya
bensin
ketukan
masalah
Diukur dalam
Memiliki ukuran
Bilangan oktan
CO2
menyebabkan
Pemanasan global
CO
Tubuh kekurangan oksigen
SOx
Hujan asam
NOx
Ditingkatkan dengan cara
Zat additif
Penyusunan ulang (reformasi)
Perengkahan (cracking)
contohnya
Dilakukan dengan
TEL, MTBE
termal
katalitik

## Apersepsi

Pernahkah kalian melihat serat buatan, pipa paralon, plastik, film, wadah, etanol, karet sintetis, busa, nylon, pewarna, obat sakit kepala? Seberapa seringkah kalian menggunakan benda-benda itu? Sangat sering! Bahkan dalam kehidupan modern kita tidak dapat hidup tanpa mereka karena kita menggunakannya setiap hari. Pernahkah terlintas dalam pikiran kalian darimana asal benda-benda itu, maksudnya dari mana asal bahan dasarnya? Tahukah kalian, sebagian besar (bahakan ada yang seluruhnya) komponen benda-benda itu berasal dari minyak bumi. Bagaimana mereka dapat sampai ke tangan kita dalam bentuk yang berbeda? Kita akan mempelajarinya dalam bab ini

### 1. Komposisi minyak bumi

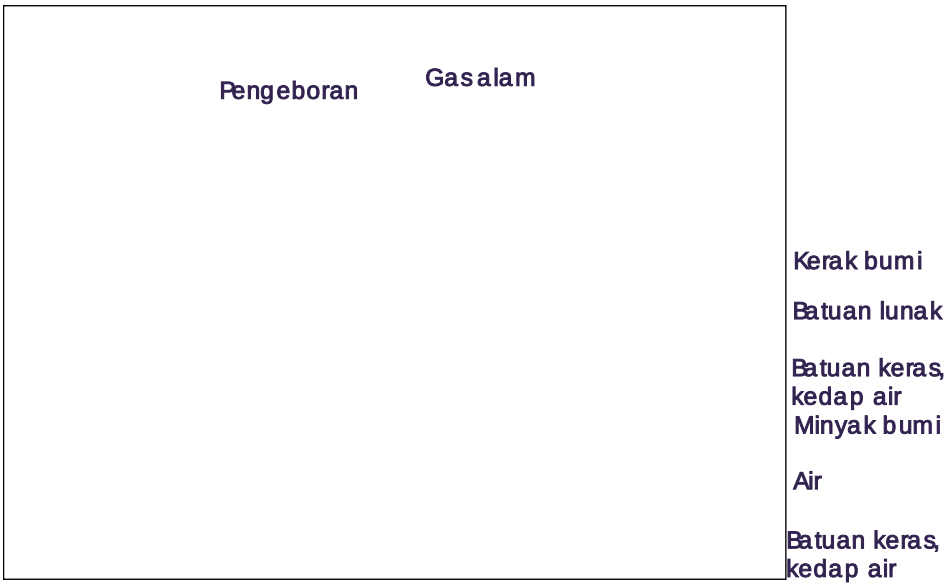
Minyak bumi dikenal dengan istilah petroleum. Istilah ini berasal dari bahasa Latin *petra*, yang berarti batuan, dan *oleum*, yang berarti minyak. Istilah ini digunakan untuk menamai berbagai macam hidrokarbon yang ditemukan di bawah permukaan bumi baik dalam bentuk gas, cair maupun padat. Bentuk yang paling umum adalah gas alam dan minyak mentah.

**Gas alam** merupakan campuran alkana dengan berat molekul sedang. Komposisi gas alam tergantung pada sumbernya. Umumnya mengandung 80% metana; 7% etana, 6% propana, 4% butana dan isobutana dan 3% pentana. Propana dan butana dicairkan dengan tekanan tertentu dan dijual sebagai Liquefied Petroleum Gas (LPG).

Umumnya gas alam mengandung 4% nitrogen dan massa hidrokarbon yang sangat tinggi. Gas alam juga mengandung sedikit gas helium dan merupakan salah satu sumber gas helium.

**Minyak mentah** merupakan campuran sekitar 50% sampai 90% alkana, sikloalkana dan senyawa aromatik. Sebagian besar komponen minyak bumi adalah hidrokarbon jenuh.

Minyak bumi diperoleh melalui pengeboran tanah pada kedalaman tertentu tergantung pada daerahnya.




Gambar. Bagan pengeboran minyak bumi dalam lapisan bumi

Minyak bumi pertama kali dibor pada tahun 1859 oleh Edwin Drake di Titusville, Pennsylvania.

Gambar  Instalasi Kilang Minyak Shell/Valero Martinez

Di Indonesia, minyak bumi terdapat terutama di bagian utara Pulau Jawa, bagian timur Kalimantan dan Sumatera, daerah kepala burung Irian dan bagian timur Seram.

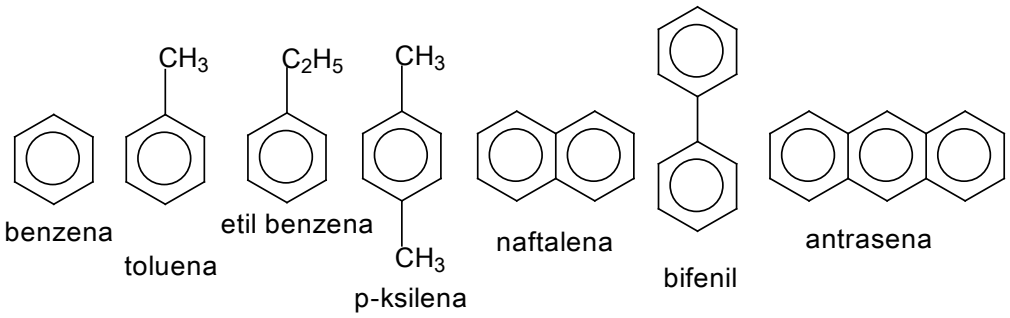
Minyak bumi yang ditambang di Indonesia umumnya banyak mengandung senyawa hidrokarbon siklik baik siklo alkana maupun aromatik.

**Batubara***

Batubara merupakan sumber daya yang melimpah, selain minyak bumi. Batubara mulai terbentuk kira-kira 250.000 tahun yang lalu saat vegetasi di muka bumi ini melimpah. Tumbuhan yang mati tertimbun tanah. Sebagian dari materi tumbuhan in larut dalam air dan dirusak oleh mikroorganisme. Materi yang masih tersisa yang mengandung sekitar 50% karbon terpanaskan dan tertekan oleh gerakan bumi menjadi tanah gambut, batubara coklat, batubara lunak dan batubara keras yang mengandung sekitar 94% karbon.

Batubara yang baik mengandung sekitar 1 – 15% oksigen dan 5 – 15% hidrogen yang mudah terbakar. Batubara lunak umumnya juga mengandung 2-3% belerang yang akan membentuk $SO_2$ bila dibakar. Batubara keras mengandung lebih sedikit belerang akan tetapi lebih sukar ditambang dan kurang dapat digunakan untuk kebutuhan manusia.

Bila satu ton batubara lunak dipanaskan dengan pemanasan tinggi, akan membentuk 800Kg ampas arang (*coke*) dan 40Kg produk yang mudah menguap yang disebut tar batubara. Dari tar batubara ini dihasilkan berbagai macam senyawa aromatik, seperti benzena, toluena, ksilena, etilbenzena, naftalena, dan bifenil antrasena. Satu ton batubara lunak menghasilkan sekitar 1 liter benzena. Senyawa-senyawa ini merupakan bahan dasar untuk membuat pewarna (*dye*) sintetis, obat-obatan, plastik, dan pelarut.




Gambar. Rumus struktur beberapa senyawa yang dihasilkan dari pemanasan batubara lunak.

## 2. Pembentukan minyak bumi

Minyak bumi terjadi karena pelapukan atau sisa – sisa hewan dan tumbuhan renik yang terkubur di dasar laut jutaan tahun yang lalu. Minyak bumi termasuk sumber daya alam yang tidak terbarukan

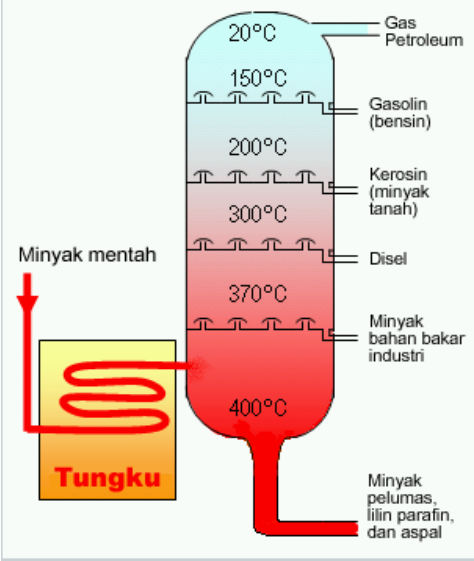
Pembentukan minyak bumi dimulai dari bangkai makhluk laut kecil dan tumbuhan yang mengendap di dasar laut dan tertutup lumpur. Kesemuanya membentuk fosil. Endapan ini mendapat tekanan dan panas yang besar. Secara alami akan berubah menjadi minyak bumi. Perhatikan proses terbentuknya minyak bumi pada gambar berikut.

Gambar Proses pembentukan minyak bumi

## 3. Fraksi – fraksi minyak bumi

Minyak bumi yang diperoleh dari pengeboran terdiri atas berbagai campuran atau fraksi. Minyak ini termasuk minyak mentah yang belum dapat digunakan. Untuk dapat digunakan sebagai bahan bakar dan keperluan lainnya, minyak mentah ini perlu diolah melalui penyulingan dengan fraksinasi.

Prinsip dasar penyulingan bertingkat adalah perbedaan titik didih. Hidrokarbon yang memiliki titik didih paling rendah akan memisah paling awal disusul dengan hidrokarbon dengan titik didih di atasnya sehingga secara bertingkat setiap fraksi hidrokarbon dapat dipisahkan.




Gambar Bagan proses fraksinasi minyak bumi (http://wikipedia.org)

Karena banyak factor yang mempengaruhi titik didih hidrokarbon, fraksi minyak bumi ini merupakan campuran yang kompleks. Misalnya, pada fraksi bensin terdapat lebih dari 500 jenis hidrokarbon yang berbeda.

*Tabel Fraksi Minyak Bumi*

| *Fraksi* | *Kisaran titik didih ($^oC$)* | *Jumlah atom C* |
|---|---|---|
| Gas alam | < 20 | $C_1$ - $C_4$ |
| petroleum eter | 20 - 60 | $C_5$ - $C_6$ |
| Bensin | 40 - 200 | $C_5$ - $C_{12}$, paling banyak $C_6$ – $C_8$ |
| kerosene | 150 - 260 | Terbanyak $C_{12}$ - $C_{13}$ |
| Minyak | > 260 | $C_{14}$ dan yang lebih tinggi |
| Pelumas | > 400 | $C_{20}$ < |
| aspal | residu | Polisiklik |

## 4. Bilangan Oktan

Fraksi terpenting dari minyak bumi adalah bensin atau gasolin. Bensin sebagai bahan bakar, banyak digunakan pada kendaraan bermotor dan industri. Sekitar 10% produk destilasi minyak bumi adalah fraksi gasolin rantai lurus.

Gasolin rantai lurus tidak dapat dibakar secara merata dalam mesin bertekanan tinggi. Akibatnya timbul gelombang kejut (shock wave) yang menyebabkan

ketukan (knock) mesin. Jika ketukan dibiarkan, mesin kendaraan menjadi mudah panas sehingga mesin tidak awet.

Untuk mengukur kemampuan gasolin terbakar tanpa ketukan digunakan istilah bilangan oktan. Bilangan oktan adalah bilangan yang dipakai untuk membandingkan ketukan gasolin terhadap kecenderungan ketukan dari campuran dua hidrokarbon standar.

Campuran hidrokarbon yang digunakan sebagai standar adalah n-heptana dan 2,2,4-trimetilpentana atau isooktana. Gasolin dengan campuran 87% isookatana dan 13% heptana dinyatakan dengan bilangan oktan 87. Bila gasolin memiliki bilangan oktan 80 berarti terdiri atas campuran 80% isooktana dan 20% heptana.

Mengapa digunakan campuran? Hal ini berdasarkan fakta bahwa n-heptana adalah alkana dengan rantai lurus yang tidak terbakar merata dengan ketukan terbesar sedangkan isooktana memiliki tahanan tehadap ketukan tinggi.

Pada tahun 1922, sejumlah senyawa ditemukan untuk meningkatkan bilangan oktan gasolin. Senyawa tersebut antara lain TEL (tetra etil lead atau $Pb(C_2H_5)_4$). Senyawa ini cukup baik digunakan untuk meningkatkan bilangan oktan, misalnya penambahan 6 mL TEL pada satu galon gasolin dapat meningkatkan bilangan oktan 15 sampai 20 satuan. Bensin yang ditambah TEL dengan angka oktan 80 disebut bensin premium

Pembakaran bensin yang mengandung TEL menghasilkan timbal oksida (PbO). Untuk mencegah tertimbunnya PbO dalam mesin, bensin ditambah dengan 1,2-dibromo metana. Dengan adanya senyawa ini timbal akan dihasilkan dalam bentuk senyawa $PbBr_2$ yang mudah menguap dan dibebaskan ke udara.

Senyawa $PbBr_2$ yang dilepas ini merupakan pencemar udara. Timbal tergolong racun pada tingkat tertentu. Jadi penambahan TEL menyelesaikan masalah bilangan oktan tetapi memunculkan masalah bagi lingkungan.

Cara lain untuk meningkatkan bilangan oktan adalah dengan reformasi termal (**thermal reforming)**. Pada suhu tinggi (500-600C) dan tekanan tinggi (25-50

atm), rantai lurus alkana berisomerisasi membentuk rantai lurus atau lingkar, sehingga meningkatkan angka oktan bensin. Reaksi ini berlangsung dengan adanya hidrokarbon dan katalis, misalnya campuran antara silika ($SiO_2$) dan alumina ($Al_2O_3$). Reaksi ini disebut reformasi katalitik (**catalytic reforming)**, yang akan menghasilkan bensin dengan bilangan oktan lebih tinggi.

Cara di atas hanya meningkatkan bilangan oktan tetapi tidak meningkatkan jumlah bensin yang dihasilkan. Produksi bensin dapat ditingkatkan dengan perengkahan (cracking), yaitu memecah fraksi yang lebih tinggi menjadi fraksi yang lebih rendah. Perengkahan termal (**thermal cracking**) ditemukan pada awal tahun 1860an. Pada temperature tinggi (500C) dan tekanan tinggi (25 atm), hidrokarbon rantai panjang dipecah menjadi hidrokarbon yang lebih pendek. Misalnya, hidrokarbon jenuh $C_{12}$ dipecah menjadi dua fragmen hidrokarbon $C_6$. Reaksi ini akan menghasilkan ikatan rangkap C=C karena jumlah hydrogen harus tetap.

Adanya alkena pada bensin akan meningkatkan bilangan oktan relatif dibandingkan bensin rantai lurus, tetapi menjadikan bensin kurang stabil pada pengimpanan jangka panjang. Perengkahan termal kemudian digantikan dengan perengkahan katalitik (**catalytic cracking).** Perengkahan ini dilakukan dengan menggunakan katalis pada suhu dan tekanan tinggi untuk memecah rantai panjang menjadi rantai pendek.

### 5. Kegunaan Minyak Bumi

Sekitar 87% minyak mentah telah dihasilkan untuk kepentingan bahan bakar. Sisanya tetap sebagai minyak bumi untuk kepentingan pelarut, industri pelumas dan lilin. Produk minyak bumi juga digunakan sebagai bahan baku untuk memproduksi serat sintetis, seperti nylon, orlon dan dacron serta poliester, polietilen dan karet sintetis.

Minyak bumi juga digunakan sebagai bahan mentah untuk membuat zat pendingin, aerosol, anti beku, deterjen, zat pencelup, lem, alkohol, peledak, dan beberapa produk lainnya.

Modifikasi terhadap minyak bumi digunakan untuk industri petrokimia, misalnya amoniak, amonium nitrat dan asam nitrat untuk bahan baku pupuk nitrogen.

Pengubahan bensin menjadi bahan baku berbagai industri yang lain melibatkan reaksi pemotongan molekul besar menjadi molekul kecil, misalnya etilen yang kmudian diubah menjadi senyawa lain yang diinginkan

Posisi etilen dalam industri petrokimia dapat dilihat pada bagan alur pembuatan berbagai macam senyawa dengan bahan baku awal etilen

## Lebih dekat dengan….

# Eugene Houdry

Eugene Houdry with a catalytic converter.

Salah satu peningkatan dalam produksi petroleum (minyak bumi) adalah proses yang dikembangkan oleh Eugene Houdry, yaitu perengkahan (cracking) atau pemotongan molekule minyak bumi menjadi molekul – molekul yang lebih kecil yang merupakan komponen bensin. (sebelumnya proses komersial untuk perengkahan digunakan dengan pemanasan).
Eugene Houdry (1892–1962) mendapatkan gelar dalam teknik mekanik di Perancis. dia tertarik pada mobil dan mesinnya setelah perang dunia I, dia mendapatkan penghargaan sebagai pahlawan perang.

Saat mengadakan perjalanan ke Amerika Serikat, dia mengunjungi Industri Mobil Ford. Ketertarikannya mulai menyempit pada masalah bahan baker setelahnya, karena Perancis menghasilkan sedikit minyak bumi dan industri minyak bumi akan habis dengan cepat. Houdry, sepeerti ahli kimia dan teknik lainnya, mencari metode untuk membuat bensin dari batu bara coklat (lignite). Setelah menguji berbagai katalis untuk menghasilkan penyusunan ulang molekul yang diharapkan, Houdry menguji silika-alumina dan mengubah bahan bakunya kea rah tar cair. Sekitar tahun 1930 dia berhasil mendapatkan contoh kecil bensin yang kelihatannya menjanjikan sebagai bahan baker motor.
Pada awal tahun 1930an, Houdry bekerja sama dengan dua industri minyak amerika, Socony Vacuum dan Sun Oil, untuk membangun proyek perencanaan. Kedua industri ini tidak ingin menggunakan tetraetil lead untuk meningkatkan angka okatan bensin. Pada tahun 1937 Sun Oil membuka unit Houdry untuk memproduksi bensin berbilangan oktan tinggi Nu-Blue Sunoco di Marcus Hook, Pennsylvania. Awal tahun 1942, empat belas unit Houdry didirikan untuk mengantisipasi permintaan gasoline untuk angkatan bersenjata.
Sekitar tahun 1950, saat penelitian tentang asbut (asap kabut = asbut) diumumkan di Los Angeles, Houdry mulai berkonsentrasi pada gas buangan otomobil pada polusi udara dan bekerjasama dengan perusahaan Oxy-Catalyst untuk mengembangkan katalis converter untuk mesin bensin, sebuah ide yang sangat maju pada jamannya.