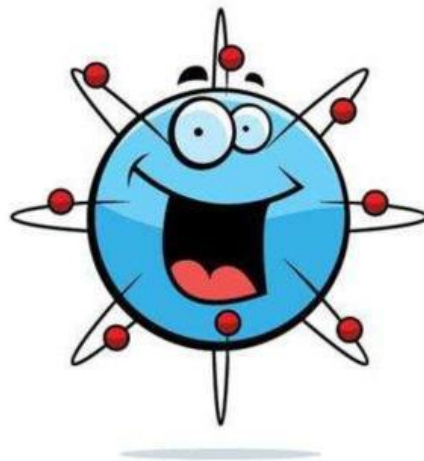


RANGKUMAN MATERI AJAR

KELAS X SMA PROGRAM IPA

materi:

STRUKTUR ATOM



*KHUSUS UNTUK PARA PENIMBA ILMU



Oleh:

Najmia Rahma, S.Pd.

Why "atom"???

Kalo membicarakan atom berarti kita ngomongin sejarah nih... Bukan berarti orang IPA ga belajar sejarah lho! Oke, siap-siap ya!!

Begini kisahnya, dahulu kala pada tahun 465 sebelum masehi, ada seseorang bernama Democritus yang mengungkapkan bahwa benda atau materi itu tersusun dari partikel-partikel kecil yang tak kasat mata dan tak dapat dapat dibelah. Ia menyebutnya **ATOM** (artinya "tak dapat dibelah"). Kalau suatu benda kita belah, dan terus dibelah, maka akan sampai pada belahan yang tak dapat dibelah lagi karena begitu kecilnya, nah itulah yang katanya merupakan atom. Begitulah kata-kata atom lahir di dunia.

Sebenarnya banyak yang mengajukan pendapat mengenai rahasia zat, tersusun atas apa sih zat itu, setidaknya ada 3 filsuf Yunani yang mengajukan teori berbeda, salah satunya Democritus tadi (yang lainnya ada Heraclitus dan Aristoteles). Setelah banyak yang mengajukan pendapat mereka masing-masing mengenai penyusun zat, banyak juga penelitian-penelitian yang didasari dari teori-teori tersebut, hingga akhirnya pada tahun 1808 masehi, **JOHN DALTON** menghidupkan kembali **TEORI ATOM**.

Mengenai atom, Dalton berasumsi:

1. materi tersusun atas partikel-partikel yang sangat padat dan kecil yang tidak dapat dipecah-pecah lagi. Partikel itulah yang dinamakan **ATOM**,
2. atom-atom suatu unsur identik dalam segala hal, tetapi berbeda dengan atom-atom unsur lain,
3. dalam reaksi kimia terjadi penggabungan atau pemisahan dan penataulangan atom-atom dari satu komposisi ke komposisi lain,
4. atom dapat bergabung dengan atom lain membentuk suatu molekul dengan perbandingan sederhana.



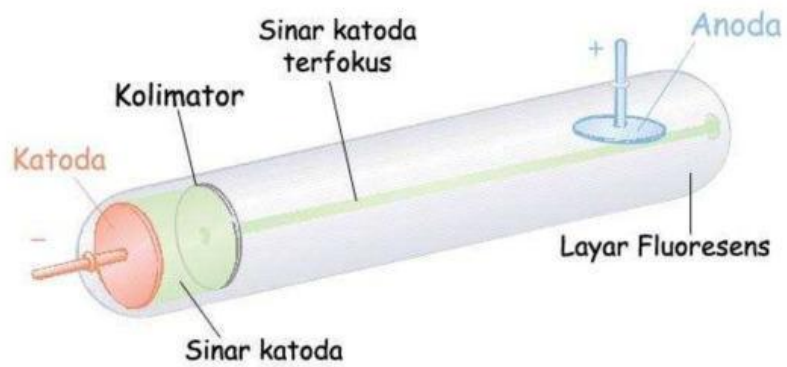
Menurut Dalton, apa yang disebut senyawa tersusun dari kelompok-kelompok atom tertentu yang disebut **MOLEKUL**.

Namanya juga teori, jadi dapat dipatahkan jika ada teori lain yang lebih masuk akal di zamannya... Nah, model atom Dalton ini agak *rancu* nih! So, pada suatu ketika sekitar awal tahun 1800-an ada seorang kimiawan bernama **HUMPHRY DAVY** yang mencoba melewatkan arus listrik ke suatu zat, eeh ternyata zat tersebut jadi *terdekomposisi*. Dengan begitu ia menyimpulkan bahwa **unsur-unsur dalam senyawa kimia dapat bersatu dengan adanya energi listrik**. Pada tahun 1832–1833, muridnya Davy, yaitu **MICHAEL FARADAY**, mengembangkan kembali penelitian gurunya. Ia meneliti mengenai hubungan antara jumlah muatan listrik dengan reaksi kimia yang terjadi. Bekerja sama dengan **George Stoney**, pada tahun 1874, akhirnya mereka menghasilkan sebuah hasil, bahwa **dalam atom (yang tidak lain tidak bukan adalah penyusun suatu zat) terdapat muatan listrik!!!** Barulah pada tahun 1891, Faraday menamai muatan listrik itu sebagai **ELEKTRON**.

Faraday meneliti keberadaan elektron itu menggunakan sebuah alat bernama **Tabung Sinar Katoda**, seperti ini wujudnya:

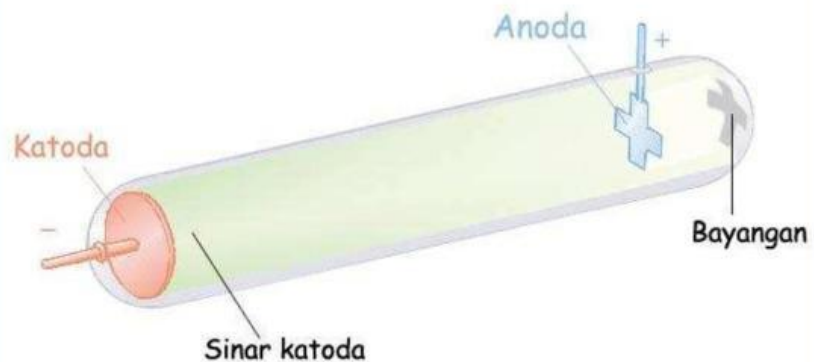


Gambar A
Tabung Sinar
Katoda



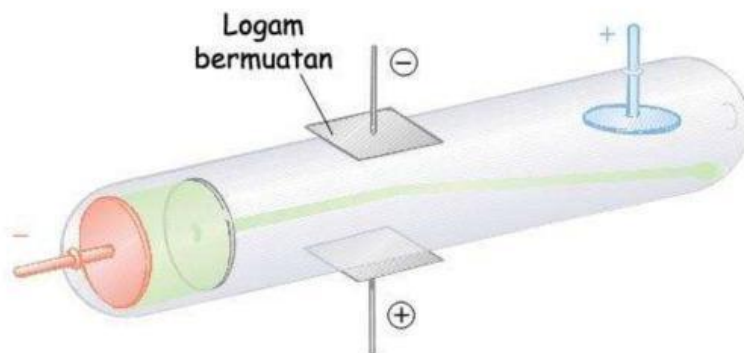
Ada seperti sedotan kecil ke arah kiri katoda, itu sebenarnya mengarah pada sumber listrik, bisa akki, bisa listrik batere, atau listrik PLN. Sinar yang dipancarkan dari katoda sebenarnya merambat lurus (seperti Gambar B), tapi oleh kolimator difokuskan, jadi sinar yang keluar diameternya lebih kecil. Layar fluoresens untuk mendeteksi jatuhnya sinar katoda

Gambar B
Tabung Sinar
Katoda



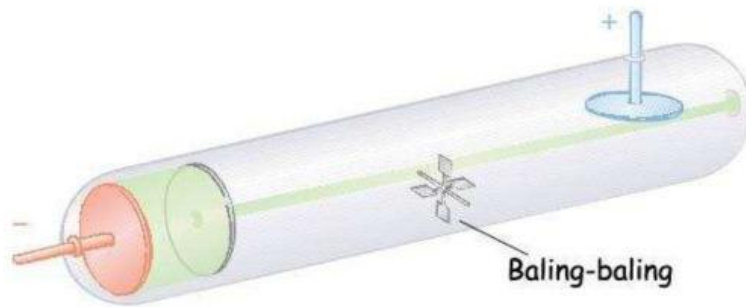
Sinar katoda merambat lurus, makanya bayangan benda jatuhnya tepat di belakang bendanya.

Gambar C
Tabung Sinar
Katoda



Gambar di atas menunjukkan bahwa sinar katoda dapat berbelok jika didekatkan logam bermuatan. Ia akan mendekat ke logam bermuatan positif. Hal ini menunjukkan bahwa **SINAR KATODA BERMUATAN NEGATIF**.

Gambar D
Tabung Sinar
Katoda



Selain bermuatan, sinar katoda juga memiliki massa. Aslinya baling-baling yang ada pada gambar itu bergerak, lho, akibat ditubruk oleh sinar katoda.

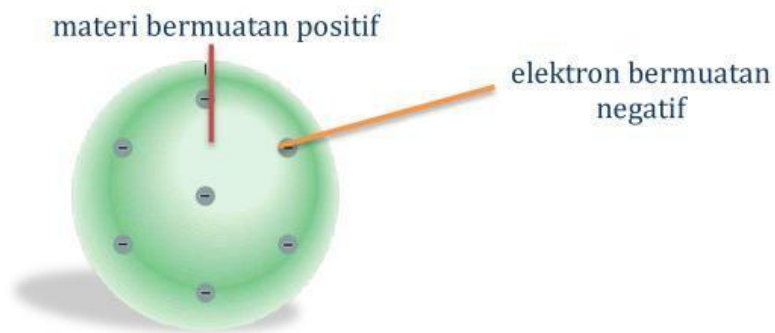
Kembali lagi ke model atom Dalton.... Tadi disebutkan modelnya *rancu*, ya karena tidak ada elektron disana! Sedangkan menurut Faraday dalam atom itu harus ada **elektron yang bermuatan negatif dan memiliki massa**. Sejenius-jeniusnya seorang ilmuwan akan kalah oleh usia. Sepeninggalan Faraday, pada tahun 1897, muncullah ilmuwan yang lain bernama **JOSEPH JOHN THOMSON** yang mempelajari lebih dalam lagi mengenai elektron ini. Fakta adanya elektron ini menginspirasi Thomson untuk membangun suatu model atom yang mampu menyempurnakan model atom Dalton. Menurut Thomson seperti ini:

Ehem, menurut saya, atom mengandung elektron yang bermuatan negatif dan elektron-elektron ini tersebar secara merata di dalam seluruh atom.

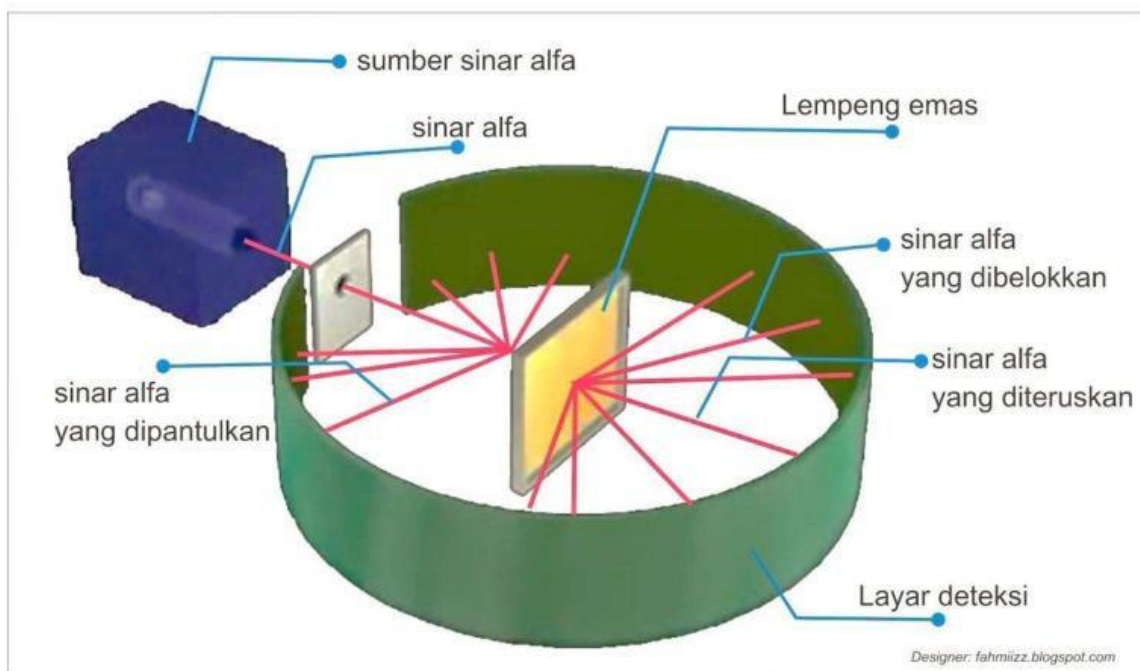
Atomnya sendiri berupa bola pejal yang bermuatan positif, modelnya seperti yang di bawah... Kalo masih ga kebayang, kalian tahu Chips AHOY, kan? Yah mirip-mirip, lah...



J.J. Thomson



Di awal-awal tahun 1900an, sudah jelas bahwa atom memiliki muatan positif dan negatif. Tapi muncul pertanyaan di benak orang-orang akademisi, “*bagaimana posisi muatan-muatan ini? Apakah benar elektron tersebar tidak merata begitu saja?*” Terinspirasi oleh Thomson, seorang muridnya bernama **ERNEST RUTHERFORD**, yang pada saat itu merupakan murid Thomson yang paling jenius fisika terapannya, membangun sebuah penelitian yang dikenal sebagai **penembakan lempeng emas**, ini terjadi pada tahun 1909–1910.

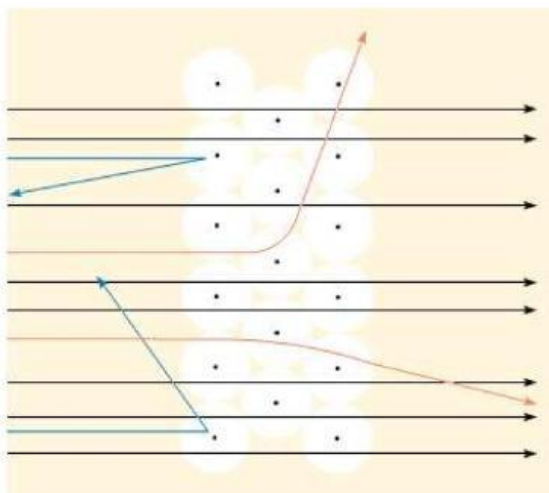
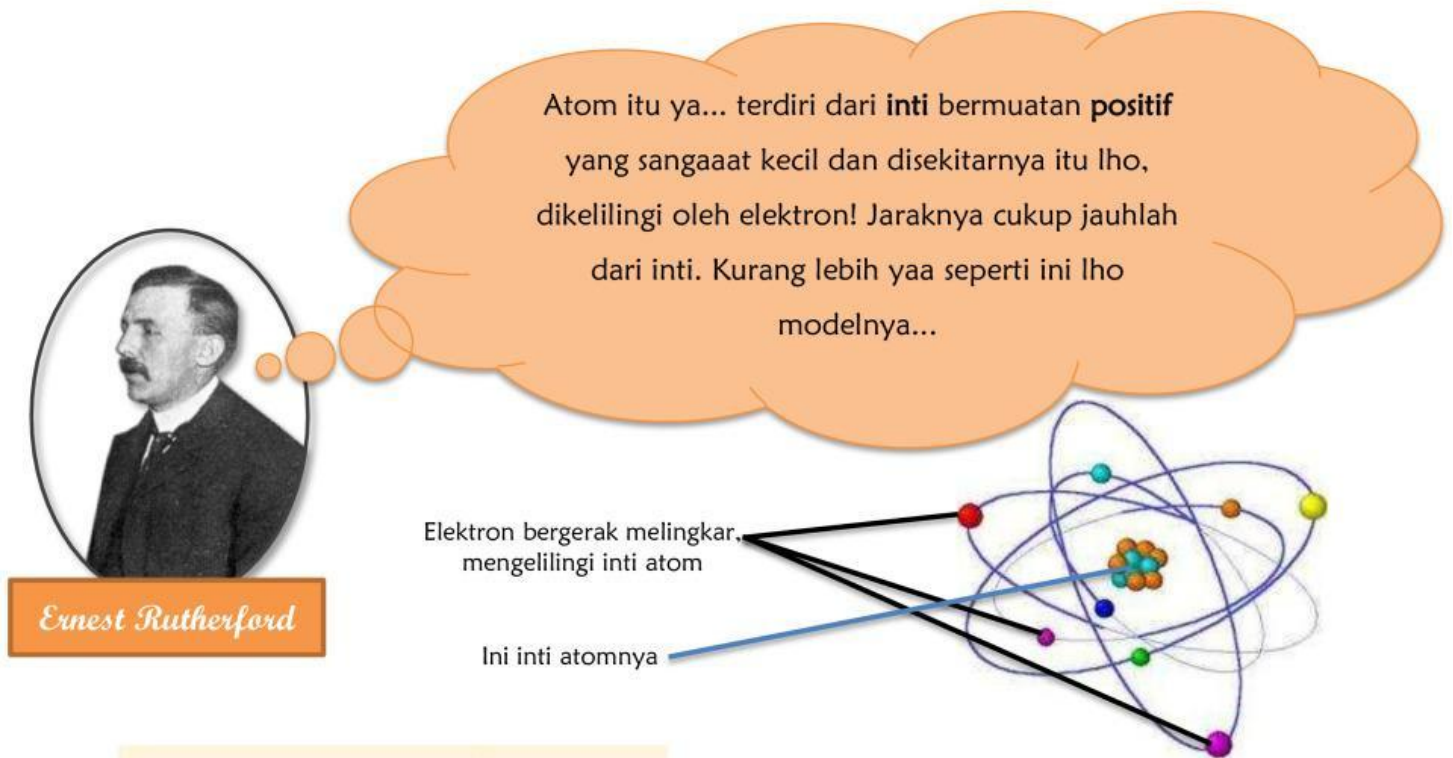


Gambar di atas merupakan model percobaan penembakan lempeng emas tipis dengan partikel alfa (α) yang diemisikan (dipancarkan) oleh unsur radioaktif. Sebagian besar partikel α melewati lempeng emas, sebagian kecil dipantulkan kembali. ***Dengan demikian volume atom sebagian besar berupa ruang kosong, sebagian kecil lainnya berupa inti atom yang bermuatan positif.***

Berdasarkan percobaannya itu, Rutherford mulai menyempurnakan model atom milik gurunya, yakni model atom Thomson, dan dikembangkan sebagai berikut:

1. atom tersusun dari **inti atom** bermuatan positif dan elektron bermuatan negatif;
2. sebagian besar volume atom berupa ruang kosong yang massanya terpusat pada inti atom;
3. oleh karena atom netral, maka jumlah muatan positif sama dengan jumlah muatan negatif;
4. di dalam atom, elektron-elektron selalu bergerak mengelilingi inti.

Gagasan mengenai adanya inti atom pertama kalinya diungkapkan oleh Rutherford.



Gambar di samping kiri ini merupakan ilustrasi Penembakan Lempeng Emas Rutherford. **Garis hitam** menunjukkan sinar alfa yang diteruskan, artinya dia berhasil melewati **ruang kosong** yang ada diantara inti dan elektron. **Garis biru** menunjukkan sinar alfa **menabrak inti yang bermuatan**

positif, karena sinar alfa bermuatan positif pula, maka seperti magnet akan terjadi tolak menolak, sehingga sinar alfa dipantulkan kembali. Satu lagi, garis merah menunjukkan pembelokan sinar alfa, ini bisa terjadi karena sinar alfa bergerak agak dekat dengan inti tapi tidak tepat pada inti sehingga bukannya dipantulkan, tapi dia dibelokkan oleh medan magnetik dari inti atom.

Bagaimanapun juga teori manusia tak ada yang sempurna. Model atom Rutherford ini ternyata ditilik-tilik punya kelemahan yang menurut Hukum Fisika Klasik Maxwell, jika suatu partikel bermuatan listrik bergerak melingkar akan memancarkan energinya dalam bentuk cahaya sehingga percepatan semakin berkurang, dengan demikian *elektron tidak akan terus mengorbit di sekitar inti, tapi lama-kelamaan dia akan jatuh ke inti karena adanya tarikan gravitasi inti.*

Kelemahan pada model atom Rutherford mencerminkan bahwa atom tidak stabil. Nyatanya banyak benda di dunia ini yang stabil. Contoh, meja yang bentuknya kotak selamanya tidak akan berubah bentuk (kecuali keropos atau didaur ulang) atau bahkan bisa tiba-tiba hilang sama sekali. Berarti atom-atom pembentuknyapun stabil. Kalau begitu pasti ada model atom yang dapat mengungguli Model Atom Rutherford sebelumnya. Ya, benar! Beberapa tahun kemudian muncullah ilmuwan bernama Niels Bohr yang menyempurnakan Model Atom Rutherford. Dengan menggunakan Teori Kuantum milik Planck, Bohr mengeluarkan postulat yang berbunyi:

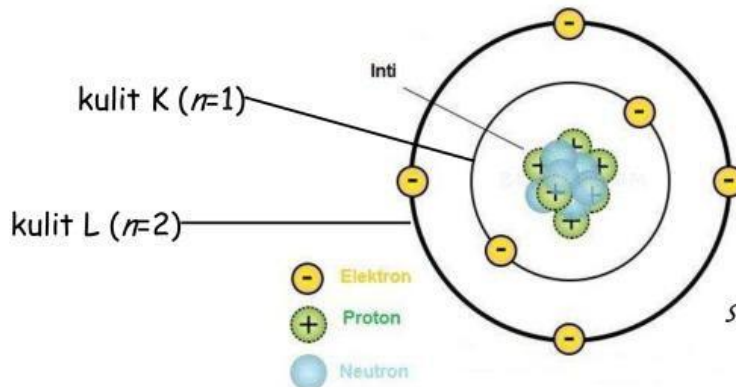
1. dalam mengelilingi inti atom, elektron berada pada kulit tertentu. Kulit ini stasioner (tetap) pada jarak tertentu;
2. selama elektron berada di kulit stasioner, energinya tetap;
3. elektron dapat beralih dari satu kulit ke kulit yang lain dengan menyerap atau mengeluarkan (emisi) energi. Jika elektron menyerap energi, maka ia akan berpindah ke kulit yang lebih luar, karena posisi kulit dari intinya semakin jauh, maka energinya makin besar pula. Sedangkan apabila elektron mengeluarkan energi, maka ia akan jatuh atau kembali lagi ke kulit yang lebih dekat ke inti atau yang lebih rendah energinya.



Menurut saya, sih mudah saja. Di dalam atom elektron-elektron mengelilingi inti pada lintasan tertentu yang disebut dengan **kulit elektron** atau **tingkat energi**. Modelnya kurang lebih begini...



Niels Bohr



Sumber gambar: budisma.web.id

Seperti yang kalian perhatikan, dalam model atom Bohr tersebut terdapat elektron-elektron yang mengelilingi inti pada kulit-kulit tertentu. Simbol untuk kulit adalah ***n***. Kulit yang terdekat dengan inti atom, yakni kulit pertama ($n = 1$) diberi nama kulit **K**, kulit kedua ($n = 2$) diberi nama kulit **L**, kulit ketiga ($n = 3$) diberi nama kulit **M**, dan seterusnya... Setiap kulit memiliki jumlah maksimal elektron yang menghuninya dengan mengikuti rumus ini:

$$2n^2$$

Misalkan pada kulit kelima dimana $n = 5$, berarti jumlah elektron maksimal...



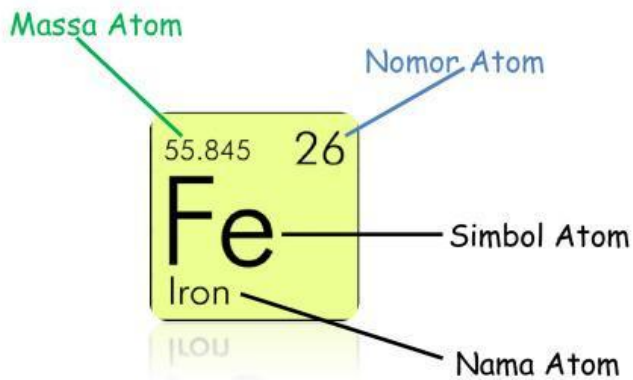
$$\begin{aligned} &= 2(5)^2 \\ &= 2(25) = 50 \end{aligned}$$

Jadi, di kulit ke-5 maksimal elektron hanya 50 buah.

Dari susunan elektron ini melahirkan istilah

KONFIGURASI ELEKTRON BOHR.

Dalam menentukan konfigurasi elektron Bohr, harus dipastikan terlebih dahulu **jumlah elektron yang ada pada suatu atom maupun ion**. Dengan demikian perhatikan dengan jeli **simbol atom** yang selalu dimiliki setiap unsur!



Setiap unsur memiliki angka yang menunjukkan **MASSA** atom dan **NOMOR** atom. Keduanya dapat kalian temukan pada **TABEL PERIODIK UNSUR** yang akan kita bahas lebih lanjut pada bab berikutnya.

Pada simbol atom kita dapat menemukan informasi mengenai partikel penyusunnya, antara lain **proton, elektron, dan neutron**.
Proton bermuatan (+), **elektron** bermuatan (-), dan **neutron** tidak bermuatan (netral).



PROTON (+)

Jumlah proton dalam suatu atom dapat kita ketahui dari **NOMOR ATOM**. Seperti atom besi (*iron*) di atas, dia memiliki nomor atom 26, maka jumlah proton pun sama, 26 buah.

Jumlah neutron dapat kita ketahui dari pengurangan **MASSA ATOM** dan **NOMOR ATOM**. Pada atom besi yang memiliki massa atom 56 (pembulatan) dan nomor atom 26, maka jumlah neutronnya adalah $56 - 26 = 30$ buah.

NEUTRON

ELEKTRON (-)

Jumlah elektron dapat kita ketahui juga melalui **NOMOR ATOM**. Hanya perlu **diperhatikan** muatan yang dimiliki **ION**. Atom besi dapat menjadi ion seperti di samping kanan. Nomor atom ion besi tetap 26, namun ada muatan 3+ disana. Ini artinya atom besi telah kehilangan elektron sebanyak 3 buah.

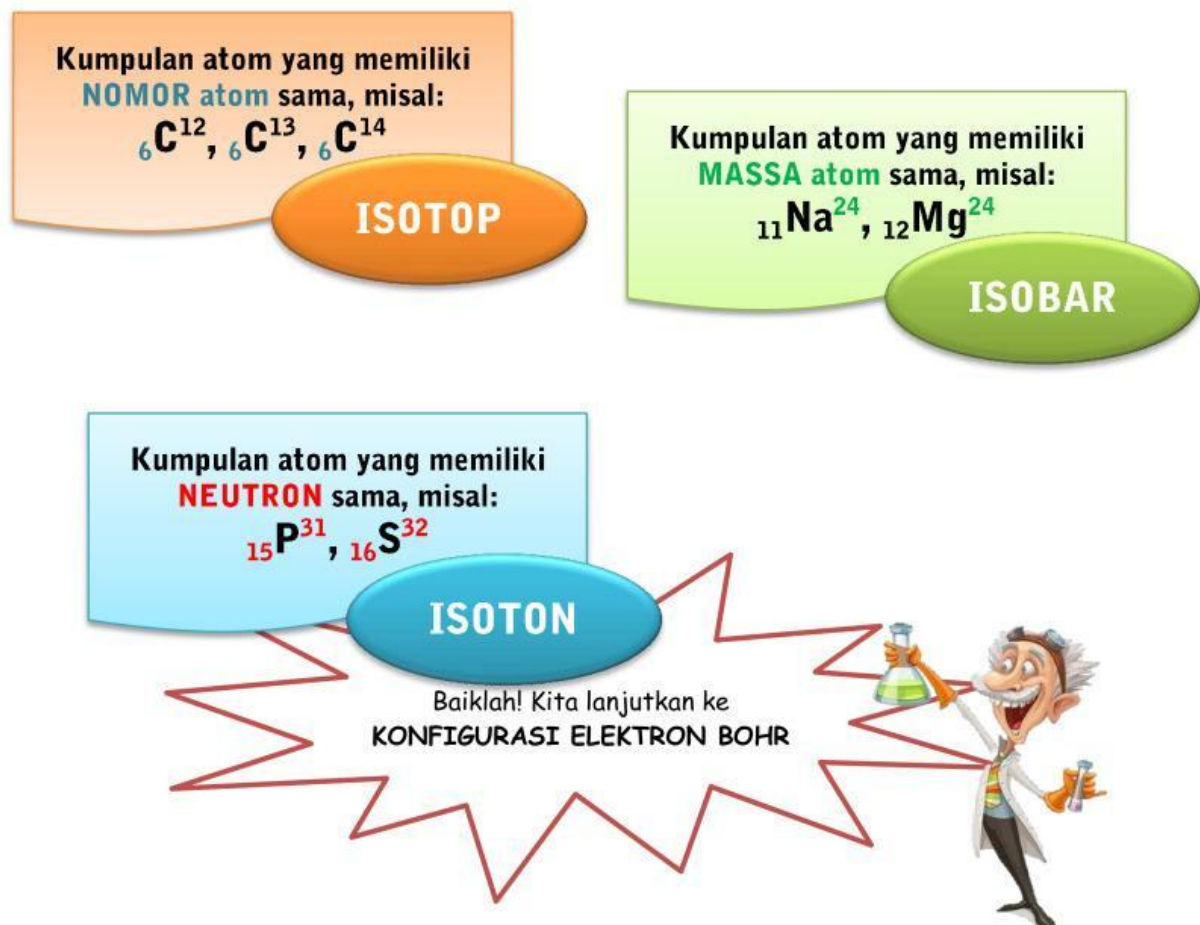


Sehingga, jumlah elektron akan menjadi $26 - 3 = 23$
buah

Sebaliknya, jika ion bermuatan negatif, misalkan ${}^{32}_{16}\text{S}^{2-}$, artinya ada **penambahan elektron sebanyak 2 buah**. Nomor atom ion S tersebut adalah 16, maka jumlah elektronnya akan menjadi $16 + 2 = 18$ buah.



Nah! Kalau kalian sudah ketemu dengan para partikel penyusun atom, kalian akan menemukan sekumpulan atom atau ion yang memiliki **nomor atom sama, massa atom sama, ataupun jumlah neutron sama**. Ya, inilah para **ISO!!!**



KONFIGURASI ELEKTRON BOHR

Seperti yang sudah kita bahas sebelumnya, bahwa menurut Bohr elektron berada pada kulit-kulitnya dan selalu mengikuti aturan jumlah maksimal di setiap kulitnya. Mari kita coba menuliskan konfigurasi elektron menurut Bohr. Semisal ada atom $^{12}_6\text{C}$, begini konfigurasinya:

Kulit K = 2

Kulit L = 4, jadi, konfigurasi elektron ^6C adalah 2 4. Contoh yang lain:

	K	L	M	N	
$^{11}_{11}\text{Na}$	2	8	1		ELEKTRON VALENSI
$^{12}_{12}\text{Mg}$	2	8	2		
$^{19}_{19}\text{K}$	2	8	8	1	
$^{35}_{35}\text{Br}$	2	8	18	7	



Hmm... tunggu sebentar, ada yang aneh di $^{19}_{19}\text{K}$. Bukannya kulit M itu mampu menampung 18 elektron, kenapa dipecah 8 dan 1??

Silakan kalian bereksperimen dengan atom-atom yang lain dengan melihatnya dalam Tabel Periodik Unsur

Penulisan konfigurasi elektron Bohr ada aturannya! Jika elektron terakhir (alias ELEKTRON VALENSI) melebihi angka 8, maka yang ditulis adalah jumlah elektron maksimal pada kulit sebelumnya. Kemudian pada kulit selanjutnya tinggal diisikan kekurangannya saja

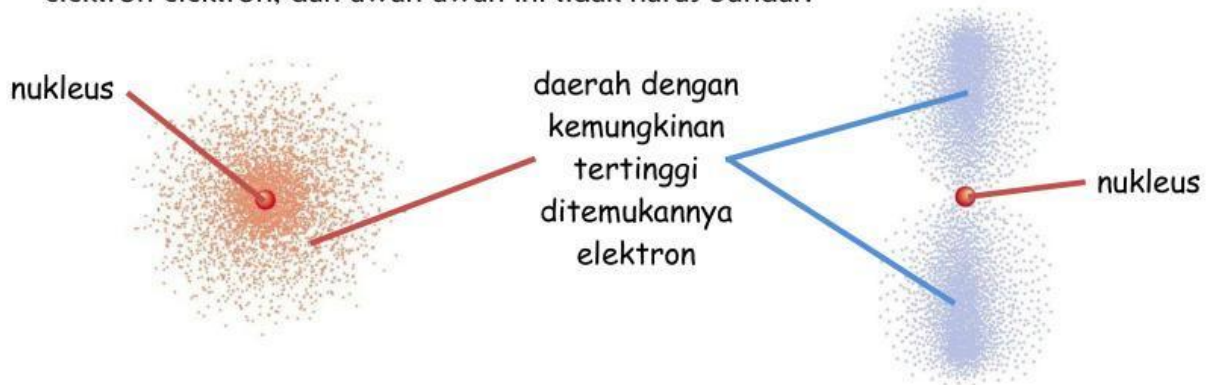
Begitulah, model atom Bohr lengkap dengan penulisan konfigurasi elektronnya.



Namun, pemirsa, Model Atom Bohr ini hanya untuk menjelaskan atom Hidrogen saja, yang paling sederhana, hanya punya 1 inti dan 1 elektron!! Model atom ini tidak dapat digunakan pada atom yang memiliki elektron banyak. Coba aja Polonium yang nomor atomnya 84, otomatis jumlah elektronnya juga 84. Banyak bangeett!! Jadi, model atom Bohr ini dikaji lagi dan disempurnakan lagi.

Akhirnya 10 tahun setelah teori Bohr, muncullah teori yang baru, yang dipelopori oleh 3 orang ilmuwan: **Louis de Broglie**, **Werner Heisenberg**, dan **Erwin Schrödinger** yang menjadi dasar dari model atom **MEKANIKA KUANTUM**

De Broglie mengungkapkan hipotesisnya bahwa elektron dapat bersifat sebagai **PARTIKEL** dan **GELOMBANG** sekaligus. Sifat elektron yang seperti ini dikenal sebagai **DUALISME**. Elektron menempati semacam “awan” bukan orbit melingkar. Bagian paling padat awan itu adalah tempat kemungkinan terbesar dihuni oleh elektron-elektron, dan awan-awan ini tidak harus bundar.

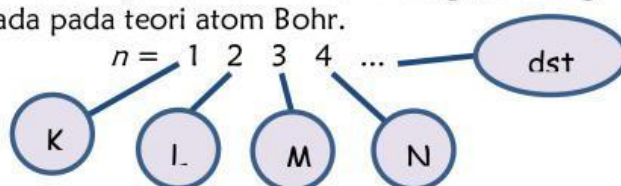


Posisi tepatnya suatu elektron dan juga kecepatan geraknya tidak dapat ditentukan secara pasti. Hal ini dikenal dengan **prinsip ketidakpastian HEISENBERG**. Pola gerakan elektron dijelaskan secara perhitungan matematika oleh fisikawan Austria, **SCHRÖDINGER**. Berkat beliau, posisi elektron dapat ditentukan kemungkinannya secara 3 dimensi menggunakan **orbital** yang *merupakan tingkat energi dari suatu ruang yang mempunyai peluang terbesar untuk ditemukannya elektron di sekitar inti atom*. Orbital-orbital ini dapat bergabung membentuk **subkulit**. Gabungan dari

subkulit-subkulit akan menjadi *kulit* sama dengan model atom Bohr. Perhitungan matematika Schrödinger ini melahirkan tiga bilangan yang dikenal sebagai



BILANGAN KUANTUM UTAMA dengan lambang (n) menyatakan tingkat energi ditemukannya suatu elektron. Tingkat energi ini mirip dengan *kulit* yang ada pada teori atom Bohr.



BILANGAN KUANTUM AZIMUT dengan lambang (l) merupakan subkulit yang menentukan bentuk orbital. Seperti yang telah dibahas sebelumnya bahwa bentuk orbital tidak harus bundar. Bilangan kuantum inilah yang menentukan bentuk tersebut. Nilai l adalah dari 0 sampai ($n - 1$) untuk setiap n .

$n = 1$, maka $l = 0$

$n = 2$, maka $l = 0$ dan 1

$n = 3$, maka $l = 0, 1$ dan 2

$n = 4$, maka $l = 0, 1, 2$, dan 3

s (sharp), p (principal), d (diffuse), dan f (fundamental)

Untuk:

$l = 0$ dilambangkan dengan subkulit s

$l = 1$ dilambangkan dengan subkulit p

$l = 2$ dilambangkan dengan subkulit d

$l = 3$ dilambangkan dengan subkulit f

BILANGAN KUANTUM MAGNETIK dengan lambang (m) menunjukkan arah orbital dalam ruang. Setiap subkulit (ℓ) memiliki ruang yang jumlahnya sesuai dengan $-\ell$ sampai dengan $+\ell$.

Misalkan, untuk subkulit p , yang memiliki nilai $\ell = 1$, maka nilai m adalah



soo, subkulit p memiliki 3 buah orbital yang dapat ditempati oleh elektron

Sebenarnya masih ada satu bilangan kuantum lagi yang terlepas dari tiga bilangan sebelumnya, yakni:

BILANGAN KUANTUM SPIN dengan lambang (s) didasari pengamatan Otto Stern dan Walter Gerlach bahwa elektron juga mengalami rotasi, ia dapat berputar pada sumbunya. Terdapat dua arah putaran elektron, yaitu:

$$s = -\frac{1}{2} \text{ dan } s = +\frac{1}{2}$$

Jadi, inilah kesimpulan yang dapat ditarik dari keempat bilangan kuantum tersebut...



n	ℓ	m	Subkulit	s	Jumlah maksimal elektron	
1	0	0	1s	$+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$	2	2
2	0	0	2s	$+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$	2	8
	1	-1, 0, +1	2p	$+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$	6	