

Fisika/Kimia



**SISTEM PERIODIK
UNSUR**



Sunartri, S.Pd., M.Pd.



A. Tujuan Kegiatan Pembelajaran

1. Menuliskan konfigurasi elektron suatu unsur
2. Menentukan letak unsur dalam tabel periodik berdasarkan konfigurasi elektron
3. Mendefinisikan jari-jari atom, energi ionisasi, afinitas elektron, dan keelektronegatifan.
4. Menunjukkan keteraturan sifat keperiodikan (jari-jari atom, energi ionisasi, afinitas elektron, dan keelektronegatifan) dalam satu golongan dan periodenya.
5. Mempresentasikan melalui grafik hubungan antara nomor atom dengan sifat keperiodikan unsur atom.

B. Uraian Materi

Atom tersusun atas partikel penyusun atom yaitu proton, neutron, dan elektron. Proton dan neutron terletak pada inti atom, sedangkan elektron bergerak mengelilingi inti pada lintasan tertentu. Konfigurasi elektron menggambarkan penyebaran atau susunan elektron dalam lintasan tersebut.

Konfigurasi elektron dalam atom harus memperhatikan aturan aturan sebagai berikut:

1. Konfigurasi Elektron Berdasarkan Model Bohr

Model atom Bohr menggambarkan bahwa elektron mengelilingi inti atom pada lintasan atau tingkat energi tertentu yang disebut kulit elektron. Kulit-kulit elektron diberi nama K, L, M, N, dan seterusnya. Setiap kulit memiliki tingkat energi dan kapasitas maksimum elektron yang berbeda.

Jumlah maksimum elektron yang dapat menempati suatu kulit dapat ditentukan dengan rumus:

$$\text{Jumlah maksimum elektron} = 2n^2$$

dengan n = nomor kulit atau bilangan kuantum utama.

Hubungan nomor kulit dan jumlah maksimum elektron adalah sebagai berikut:

Kulit	Nilai n	Jumlah maksimum elektron ($2n^2$)
K	1	2
L	2	8
M	3	18
N	4	32

Catatan: Untuk unsur-unsur dengan nomor atom 1–20, konfigurasi elektron model Bohr pada tingkat sekolah dapat dituliskan dengan pola pengisian K = 2 elektron, L = 8 elektron, M = 8 elektron, kemudian N. Pola ini memudahkan penentuan elektron valensi dan letak unsur dalam tabel periodik.

Langkah-langkah menentukan konfigurasi elektron berdasarkan model Bohr:

- a. Tentukan nomor atom (Z) unsur. Pada atom netral, jumlah elektron sama dengan nomor atom.
- b. Isikan elektron mulai dari kulit K, kemudian L, M, N, dan seterusnya sesuai kapasitas masing-masing kulit.
- c. Jumlah elektron yang telah ditempatkan harus sama dengan nomor atom unsur.

d. Elektron pada kulit terluar disebut elektron valensi.

Contoh:

Na ($Z = 11$) $\rightarrow 2, 8, 1$. Artinya elektron tersebar pada kulit K = 2, L = 8, dan M = 1.

Cl ($Z = 17$) $\rightarrow 2, 8, 7$. Artinya elektron valensinya berjumlah 7.

Ca ($Z = 20$) $\rightarrow 2, 8, 8, 2$. Artinya elektron tersebar pada empat kulit dengan 2 elektron valensi.

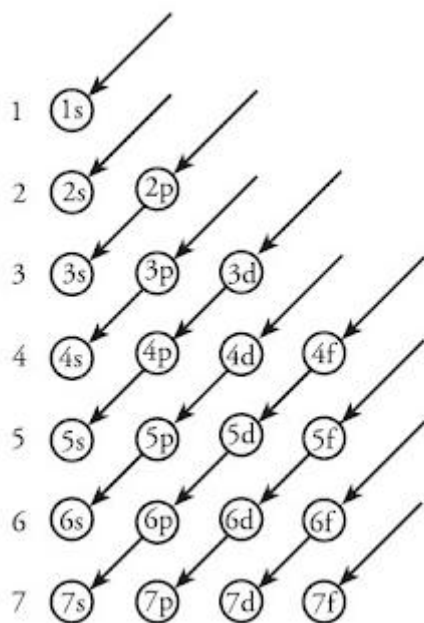
Konfigurasi elektron model Bohr juga dapat digunakan untuk menentukan letak unsur pada tabel periodik, khususnya unsur golongan utama. Jumlah kulit yang terisi menunjukkan nomor periode, sedangkan jumlah elektron pada kulit terluar menunjukkan jumlah elektron valensi dan berkaitan dengan golongan unsur.

Setelah memahami penyebaran elektron berdasarkan kulit menurut model Bohr, konfigurasi elektron dapat dituliskan lebih rinci berdasarkan subkulit menggunakan prinsip Aufbau.

2. Prinsip Aufbau

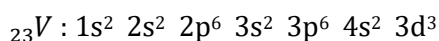
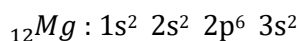
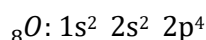
Pengisian elektron dimulai dari subkulit dengan energi terendah ke subkulit dengan energi lebih tinggi. Terdapat empat macam subkulit dalam atom, yaitu sub kulit s, p, d, dan f. Jumlah elektron maksimum pada subkulit tersebut tidak sama. Sub kulit s maksimal menampung 2 elektron, sub kulit p maksimal 6 elektron, sub kulit d maksimal 10 elektron, dan sub kulit f maksimal 14 elektron.

Sub kulit dengan tingkat energi terendah adalah sub kulit 1s, selanjutnya 2s, 2p, dan seterusnya sesuai dengan urutan berikut:



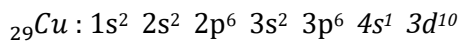
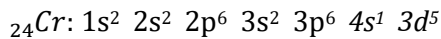
Secara horizontal dapat dituliskan menjadi: 1s 2s 2p 3s 3p 4s 3d 4p 5s 4d 5p 6s dan seterusnya sesuai urutan anak panah.

Contoh:



Perlu diperhatikan perkecualian untuk sub kulit d. Sub kulit d stabil jika terisi penuh (10 e) atau setengah penuh (5e)

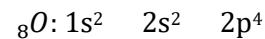
Contoh:



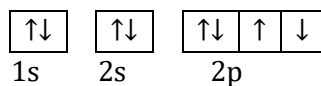
3. Aturan Hund

Pengisian elektron ke dalam orbital harus mengikuti aturan Hund, yaitu elektron menempati orbital yang kosong baru kemudian berpasangan.

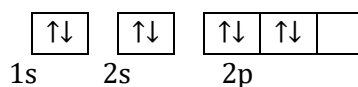
Contoh:



Adalah :



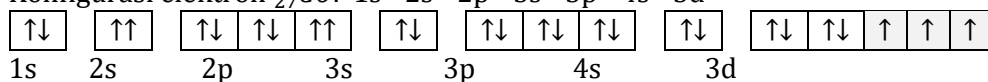
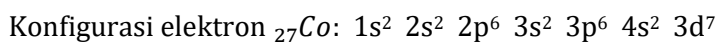
Bukan:



Contoh:

Buatlah konfigurasi elektron dari ${}_{27}\text{Co}$ kemudian tentukan berapa elektron yang tidak berpasangan

Jawab:



Dari konfigurasi elektron tersebut dapat dilihat terdapat 3 elektron yang tidak berpasangan yaitu pada sub kulit 3d

4. Larangan Pauli

Tidak ada dua elektron yang mempunyai keempat bilangan kuantum sama. Dua elektron dalam satu orbital yang mempunyai bilangan kuantum n, l, dan m yang sama maka bilangan kuantum snya berbeda.

Elektron yang digambarkan ↑ : s = +½ sedangkan yang digambarkan ↓ : s = - ½.

Menentukan Letak Unsur dalam Tabel Periodik berdasarkan Konfigurasi Elektron

Unsur- unsur dalam satu golongan mempunyai sifat fisika dan sifat kimia yang sama (mirip). Kemiripan tersebut dapat dilihat dari susunan konfigurasi elektronnya. Unsur-unsur golongan IA mempunyai kemiripan konfigurasi elektronnya yakni memiliki konfigurasi elektron pada sub kulit terakhirnya berisi 1 elektron (ns^1). Elektron ini adalah elektron valensi. Elektron valensi adalah elektron yang menempati kulit terluar suatu

atom. Jadi, dari konfigurasi elektron dapat diketahui manakah unsur unsur yang mempunyai kemiripan sifat dan terletak dalam satu golongan yang sama.

Pola konfigurasi elektron dari masing masing golongan dalam tabel periodik unsur adalah sebagai berikut:

1. Golongan A (Utama)
Golongan IA berakhir pada ns^1
Golongan IIA berakhir pada ns^2
Golongan IIIA berakhir pada $ns^2 np^1$
Golongan IVA berakhir pada $ns^2 np^2$
Golongan VA berakhir pada $ns^2 np^3$
Golongan VIA berakhir pada $ns^2 np^4$
Golongan VII A berakhir pada $ns^2 np^5$
Golongan VIIIA berakhir pada $ns^2 np^6$
2. Golongan B (Transisi)
Golongan IB berakhir pada $ns^1 (n-1)d^{10}$
Golongan IIB berakhir pada $ns^2 (n-1)d^{10}$
Golongan IIIB berakhir pada $ns^2 (n-1)d^1$
Golongan IVB berakhir pada $ns^2 (n-1)d^2$
Golongan VB berakhir pada $ns^2 (n-1)d^3$
Golongan VIB berakhir pada $ns^1 (n-1)d^5$
Golongan VIIB berakhir pada $ns^2 (n-1)d^5$
Golongan VIIIB berakhir pada $ns^2 (n-1)d^{6-8}$

Sedangkan untuk menentukan suatu unsur terletak pada periode ke berapa dalam tabel periodik unsur adalah dengan melihat no kulit tertinggi yang terisi elektron
Contoh

Tentukan letak unsur berikut

1. ${}_{11}\text{Na}$
2. ${}_{17}\text{Cl}$
3. ${}_{21}\text{Sc}$ dalam Tabel periodik unsur

Jawab:

1. ${}_{11}\text{Na}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$

Karena konfigurasi elektronnya berakhir pada $3s^1$ maka terletak pada golongan IA, dan karena nomor kulit tertinggi adalah 3 maka terletak pada periode ke-3

2. ${}_{17}\text{Cl}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$

Karena konfigurasi elektronnya berakhir pada $3p^5$ maka unsur Cl terletak pada golongan VIA dan karena nomor kulit tertinggi yang terisi elektron adalah 3 maka unsur Cl terletak pada periode ke -3

3. ${}_{21}\text{Sc} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^1$

Karena konfigurasi elektronnya berakhir pada $4s^2 3d^1$ maka unsur Sc terletak pada golongan IIIB dan nomor kulit tertinggi yang terisi elektron adalah 4 maka unsur Sc terletak pada periode ke-4

PENYEDERHANAAN KONFIGURASI ELEKTRON

Penulisan konfigurasi elektron dapat disederhanakan dengan menggantikan konfigurasi elektron pada kulit yang lebih dalam dengan lambang unsur gas mulia yang sesuai. Sebagai contoh, konfigurasi elektron $_{12}\text{Mg}$; $_{26}\text{Fe}$; dan $_{37}\text{Rb}$ dapat ditulis secara sederhana sebagai berikut:

$_{12}\text{Mg}$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ dapat disederhanakan menjadi $[_{10}\text{Ne}] 3s^2$

$_{26}\text{Fe}$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$ dapat disederhanakan menjadi $[_{18}\text{Ar}] 4s^2 3d^6$

$_{37}\text{Rb}$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^1$ dapat disederhanakan menjadi $[_{36}\text{Kr}] 5s^1$

KONFIGURASI ELEKTRON ION

Unsur dapat melepas atau menyerap elektron dalam mencapai kestabilannya. Unsur yang melepas elektron akan membentuk ion positif, sedangkan unsur yang menyerap elektron akan membentuk ion negatif. Untuk konfigurasi elektron ion positif, maka elektron yang dilepas adalah dari kulit paling luar demikian pula untuk ion negatif konfigurasi elektron yang ditambah adalah pada sub kulit yang paling tinggi energinya. Sebagai contoh, konfigurasi elektron dari $_{11}\text{Na}^+$ dan $_{8}\text{O}^{2-}$ adalah sebagai berikut:

$_{11}\text{Na}^+$: $1s^2 2s^2 2p^6$ karena elektronnya telah terlepas 1 sehingga tinggal 10 elektron

$_{8}\text{O}^{2-}$: $1s^2 2s^2 2p^6$ karena elektronnya bertambah 2 sehingga menjadi 10 elektron

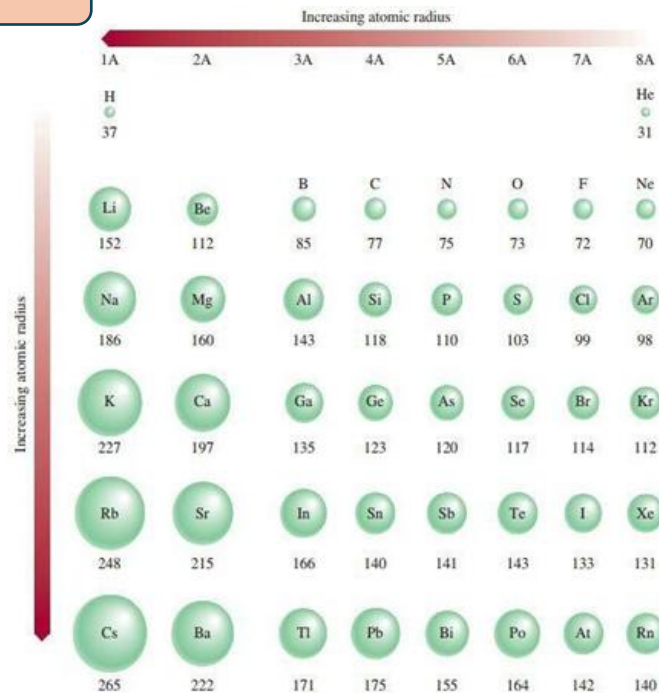
Sifat keperiodikan unsur

adalah sifat-sifat yang berubah secara beraturan sesuai dengan kenaikan nomor atom unsur, dari atas ke bawah dalam satu golongan, atau dari kiri ke kanan dalam satu periode. Sifat-sifat periodik yang akan dibahas, meliputi jari-jari atom, energi ionisasi, afinitas elektron, dan keelektronegatifan.

Sifat Keperiodikan Unsur

Kecenderungan jari-jari atom dalam satu golongan dan periode pada tabel periodik tertera pada gambar di bawah ini:

Jari-Jari Atom



Gambar 38. Jari-jari atom

Sumber: <http://hedisasrawan.blogspot.com>

Dari gambar di atas dapat diperoleh:

1. Dalam satu golongan, makin ke bawah jumlah kulitnya makin banyak. Meskipun dalam hal ini jumlah muatan inti makin banyak, tetapi pengaruh bertambahnya jumlah kulit lebih besar daripada pengaruh muatan inti. Akibatnya jarak elektron kulit terluar terhadap inti makin jauh.
2. Dalam satu periode dari kiri ke kanan muatan inti makin bertambah sedangkan jumlah kulit elektronnya tetap. Akibatnya, gaya tarik inti terhadap elektron terluar makin kuat sehingga menyebabkan jarak elektron kulit terluar dengan inti makin dekat.

Keterangan

- Jari-jari atom adalah jarak dari inti atom sampai kulit atom yang ditempati elektron terluar.
- Pada satu golongan dari atas ke bawah, jari-jari atom semakin besar.
- Pada satu periode dari kiri ke kanan, jari-jari atom semakin kecil

Jari-Jari Ion

Ukuran jari-jari ion pada logam akan berbeda dengan aslinya. Jari-jari ion positif lebih kecil dari jari-jari kovalen dan sebaliknya jari-jari ion negative lebih besar dari jari-jari kovalen. Ketika suatu atom kehilangan elektron disebut kation dan ketika suatu atom menarik elektron disebut anion.

Ukuran atom dan ionnya dalam pm

Golongan 1		Golongan 2		Gol. 13		Golongan 16		Golongan 17	
Li ⁺ 90	Li 134	Be ²⁺ 59	Be 134	B ³⁺ 41	B 82	O 73	O ²⁻ 126	F 71	F ⁻ 119
Na ⁺ 116	Na 154	Mg ²⁺ 86	Mg 130	Al ³⁺ 68	Al 118	S 102	S ²⁻ 170	Cl 99	Cl ⁻ 167
K ⁺ 152	K 196	Ca ²⁺ 114	Ca 174	Ga ³⁺ 76	Ga 126	Se 116	Se ²⁻ 184	Br 114	Br ⁻ 182
Rb ⁺ 166	Rb 211	Sr ²⁺ 132	Sr 192	In ³⁺ 94	In 144	Te 135	Te ²⁻ 207	I 133	I ⁻ 206

Gambar 39. Jari-jari ion

Sumber: <https://www.wikiwand.com>

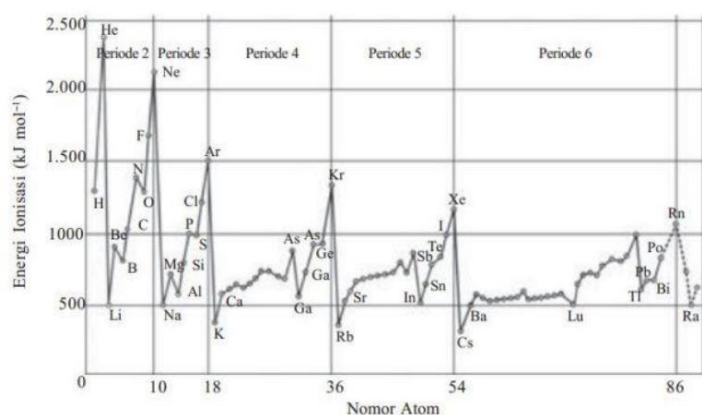
Ketika sebuah atom kehilangan elektronnya, tarikan inti terhadap elektron terluar dari atom akan semakin besar, sehingga akan terjadi suatu penarikan terhadap kulit dan menyebabkan jari-jari terlihat mengecil. Begitu juga sebaliknya, ketika sebuah atom mendapatkan sebuah elektron, tarikan inti terhadap elektron terluarnya semakin kecil, sehingga jari-jari atom tersebut terlihat lebih besar.

Energi Ionisasi

Energi ionisasi adalah energi yang diperlukan suatu atom untuk melepaskan satu elektron valensi membentuk ion positif. Semakin kecil energi ionisasi, maka suatu atom akan semakin mudah melepas elektron. Energi ionisasi merupakan ukuran mudah tidaknya suatu atom untuk menjadi ion positif

Dalam satu golongan, dari atas ke bawah jumlah kulit bertambah sehingga jarak elektron valensi ke inti atom bertambah dan elektron lebih mudah lepas. Akibatnya, energi ionisasi dalam satu golongan meningkat dari bawah ke atas. Adapun dalam satu periode, semakin ke kanan jumlah proton dan neutron semakin banyak sehingga gaya tarik inti terhadap elektron terluar semakin kuat. Akibatnya diperlukan

energi yang lebih besar untuk melepaskan elektron terluar. Dengan kata lain, dalam satu periode energi ionisasi meningkat dari kiri ke kanan.



Gambar 40. Energi ionisasi

Sumber: <https://www.naifun.com>

Namun, terdapat pengecualian energi ionisasi dalam satu periode yaitu unsur-unsur golongan II A mempunyai energi ionisasi lebih besar dari pada energi ionisasi golongan IIIA, dan energi ionisasi golongan VA lebih besar daripada golongan VIA.

Energi ionisasi berkebalikan dengan jari-jari atom, bila jarak itu makin kecil, maka daya tarik makin besar. Akibatnya energi ionisasi semakin besar. Sebaliknya, bila jarak makin besar maka daya tarik makin kecil.

Keterangan

- Dalam satu golongan dari atas ke bawah energi ionisasi semakin kecil.
- Dalam satu periode dari kiri ke kanan energi ionisasi semakin besar.

Afinitas Elektron

Afinitas elektron adalah energi yang dilepaskan atau diperlukan bila satu elektron masuk ke orbital terluar suatu atom dalam keadaan gas. Harga afinitas elektron sukar ditentukan secara langsung. Tanda negative menunjukkan energi dilepaskan. Jika harga afinitas elektron makin negatif, berarti afinitas elektron semakin besar. Harga afinitas elektron beberapa unsur terlihat pada gambar di bawah ini.

Golongan Periode	IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
1	H -73							He 21
2	Li -60	Be 240	B -27	C -122	N 0	O -141	F -328	Ne 29
3	Na -53	Mg 230	Al -44	Si -134	P -72	S -200	Cl -349	Ar 35
4	K -48	Ca 156	Ga -30	Ge -120	As -77	Se -195	Br -325	Kr 39
5	Rb -47	Sr 168	In -30	Sn -121	Sb -101	Te -190	I -295	Xe 41
6	Cs -30	Ba 52	Tl -30	Pb -110	Bi -110	Po -180	At -270	Rn 41

Sumber: Chemistry, The Molecular Nature of Matter and Change, Martin S. Silberberg, 2000.

Keterangan

- Pada satu golongan dari atas ke bawah, afinitas elektron semakin kecil.
- Pada satu periode dari kiri ke kanan, afinitas elektron semakin besar

Keelektronegatifan

Keelektronegatifan adalah besaran kecenderungan suatu atom untuk menarik elektron. Harga keelektrogeneratifan bersifat relatif (berupa harga perbandingan suatu atom terhadap atom yang lain). Salah satu definisi keelektrogeneratifan adalah definisi Pauling yang menghasilkan data skala kuantitatif seperti pada gambar di bawah.

IA																		VIIA						
1 H 2,1																		2 He -						
IIA																		IIIA		IVA	VA	VIA	VIIA	
3 Li 1,0	4 Be 1,5																	5 B 2,0	6 C 2,5	7 N 3,0	8 O 3,5	9 F 4,0	10 Ne -	
11 Na 0,9	12 Mg 1,2	VIII B																13 Al 1,5	14 Si 1,8	15 P 2,1	16 S 2,5	17 Cl 3,0	18 Ar -	
		IIIB		IVB		VB		VIB		VIIB				IB		IIB								
19 K 0,8	20 Ca 1,01	21 Sc 1,3	22 Ti 1,5	23 V 1,6	24 Cr 1,6	25 Mn 1,5	26 Fe 1,8	27 Co 1,8	28 Ni 1,8	29 CuH 1,9	30 Zn 1,6	31 Ga 1,6	32 Ge 1,8	33 As 2,0	34 Se 2,4	35 Br 2,8	36 Kr -							
37 Rb 0,8	38 Sr 1,0	39 Y 1,2	40 Zr 1,4	41 Nb 1,6	42 Mo 1,8	43 Tc 1,9	44 Ru 2,2	45 Rh 2,2	46 Pd 2,2	47 Ag 1,9	48 Cd 1,7	49 In 1,7	50 Sn 1,8	51 Sb 1,9	52 Te 2,1	53 I 2,5	54 Xe -							
55 Cs 0,7	56 Ba 0,9	57 La 1,1	72 Hf 1,3	73 Ta 1,5	74 W 1,7	75 Re 1,9	76 Os 2,2	77 Ir 2,2	78 Pt 2,2	79 Au 2,4	80 Hg 1,9	81 Tl 1,8	82 Pb 1,8	83 Bi 1,9	84 Po 2,0	85 At 2,2	86 Rn -							
87 Fr 0,7	88 Ra 0,9	89 Ac 1,1																						

Keterangan

- Dalam satu golongan dari atas ke bawah keelektrogeneratifan semakin kecil.
- Dalam satu periode dari kiri ke kanan keelektrogeneratifan semakin besar.

Sifat logam

Sifat kimia dari unsur-unsur logam dianggap dapat muncul dari kemampuan unsur untuk melepaskan elektron untuk membentuk lautan elektron yang mengikat ion bersama-sama dan membentuk ikatan logam.

Keterangan

- Dari kiri ke kanan dalam satu periode, **sifat logam berkurang**.
- Dari atas kebawah dalam satu golongan, **sifat logam bertambah**.
- Dari kiri ke kanan, **sifat non logam bertambah**.
- Dari atas ke bawah, **sifat non logam berkurang**.

1	H																		He
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne	
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar	
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
5	Rb	Sr	Y	METALS									In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
6	Cs	Ba																	
7	Fr	Ra																	

Nonmetals

Metalloids

Unsur-unsur yang berada pada batas antara logam dengan bukan logam menunjukkan sifat ganda, misalnya saja:

- a. berilium dan aluminium adalah logam yang memiliki beberapa sifat bukan logam. Zat-zat ini disebut unsur-unsur amfoter,
- b. boron dan silikon adalah unsur bukan logam yang memiliki beberapa sifat logam yang disebut metalloid (semi logam).

C. Rangkuman

1. Penulisan konfigurasi elektron mengikuti aturan aturan: Prinsip Aufbau, Aturan Hund, dan Larangan Pauli
2. Atom atom dalam satu golongan yang sama mempunyai sifat yang mirip dan pola konfigurasi elektron terluar yang sama
3. Letak unsur dalam tabel periodik unsur dapat ditentukan melalui konfigurasi elektronnya.

4. Elektron valensi adalah elektron yang terletak pada kulit terluar suatu unsur
5. Letak golongan dari suatu unsur ditentukan dengan melihat pola konfigurasi elektron terakhirnya, sedangkan letak pereodenya ditentukan oleh nomor kulit tertinggi yang terisi elektron
6. Penulisan konfigurasi elektron dapat disederhanakan dengan menuliskan konfigurasi elektron pada kulit atom yang lebih dalam dengan lambang unsur gas mulia yang sesuai
7. Sifat periodik unsur adalah sifat-sifat yang mempunyai kecenderungan untuk berubah secara teratur sesuai dengan kenaikan nomor atom.
8. **Sifat jari-jari atom :**
 - Dalam **satu golongan** dari atas ke bawah, jari-jari atom semakin besar.
 - Dalam **satu periode** dari kiri ke kanan, jari-jari atom semakin kecil.
9. **Sifat energi ionisasi :**
 - Dalam **satu golongan** dari atas ke bawah, energi ionisasi semakin kecil.
 - Dalam **satu periode** dari kiri ke kanan, energi ionisasi semakin besar.
10. **Sifat afinitas elektron**
 - Dalam **satu golongan** dari atas ke bawah, afinitas elektron semakin kecil.
 - Dalam **satu periode** dari kiri ke kanan, afinitas elektron semakin besar.
11. **Sifat keelektronegatifan**
 - Dalam **satu golongan** dari atas ke bawah, afinitas elektron semakin kecil, karena gaya tarik-menarik inti semakin lemah.
 - Dalam **satu periode** dari kiri ke kanan, afinitas elektron semakin besar
12. **Sifat logam dan nonlogam**
 - **Sifat logam**
 - Dalam **satu golongan** dari atas ke bawah, sifat logam bertambah.
 - Dalam **satu periode** dari kiri ke kanan, sifat logam berkurang.
 - **Sifat nonlogam**
 - Dalam **satu golongan** dari atas ke bawah, sifat non logam berkurang.
 - Dalam **satu periode** dari kiri ke kanan, sifat non. Logam bertambah.