

Bilangan Kuantum

A. PENDAHULUAN

- Bilangan kuantum** adalah suatu harga yang menyatakan keadaan orbital suatu atom.
- Bilangan kuantum** terdiri dari:
 - Bilangan kuantum utama** (n), menyatakan tingkat energi/kulit atom.
 - Bilangan kuantum azimuth** (l), menyatakan sub-kulit atom dan bentuk geometri orbital.
 - Bilangan kuantum magnetik** (m), yaitu menyatakan banyak dan posisi/orientasi orbital.
 - Bilangan kuantum spin** (s), menyatakan kedudukan elektron dalam suatu orbital.

B. BILANGAN KUANTUM UTAMA

- Bilangan kuantum utama/prinsipal** (n) adalah suatu harga yang menyatakan tingkat energi atau kulit dalam atom.
- Bilangan kuantum utama** merupakan dasar penentu harga bilangan kuantum lainnya.
- Bilangan kuantum utama** antara lain:

Kulit	K	L	M	N
Harga	1	2	3	4

C. BILANGAN KUANTUM AZIMUTH

- Bilangan kuantum azimuth/orbital** (l) adalah suatu harga yang menyatakan sub-kulit atom dan bentuk geometri orbital.
- Harga l** yang diijinkan di setiap kulitnya adalah:

$$0 \leq l \leq (n-1)$$

Sub-kulit	Nama	Harga	Bentuk orbital
s	<i>sharp</i>	0	1 balon
p	<i>principal</i>	1	1 balon terpilin
d	<i>diffuse</i>	2	2 balon terpilin
f	<i>fundamental</i>	3	4 balon terpilin

- Kulit-kulit atom** dalam keadaan penuh terisi elektron beserta harga b.k. azimuth:

Kulit	K	L
Harga	0	0, 1
Sub-kulit	1s	2s 2p
Elektron maks	2	8
Kulit	M	N
Harga	0, 1, 2	0, 1, 2, 3
Sub-kulit	3s 3p 3d	4s 4p 4d 4f
Elektron maks	18	32

D. BILANGAN KUANTUM MAGNETIK

- Bilangan kuantum magnetik** (m_l atau m) adalah suatu harga yang menyatakan banyak dan posisi/orientasi orbital.
- Harga m** yang diijinkan di setiap sub-kulitnya:

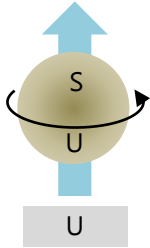
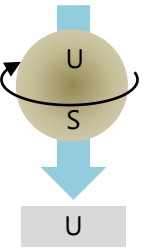




$$-l \leq m \leq +l$$
- Posisi/orientasi** atau orbital adalah tempat dimana elektron bergerak di dalam atom, dan masing-masing orbital maksimal menampung sepasang elektron.
- Sub-kulit atom** dalam keadaan terisi penuh elektron beserta harga b.k. magnetik:

Sub-kulit	s	p						
Harga	0	-1 s.d. 1						
Diagram	<table><tr><td>0</td></tr></table>	0	<table><tr><td>-1</td><td>0</td><td>1</td></tr></table>	-1	0	1		
0								
-1	0	1						
Total orbital	1	3						
Elektron maks	2	6						
Sub-kulit	d							
Harga	-2 s.d. 2							
Diagram	<table><tr><td>-2</td><td>-1</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td></tr></table>	-2	-1	0	1	2		
-2	-1	0	1	2				
Total orbital	5							
Elektron maks	10							
Sub-kulit	f							
Harga	-3 s.d. 3							
Diagram	<table><tr><td>-3</td><td>-2</td><td>-1</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr></table>	-3	-2	-1	0	1	2	3
-3	-2	-1	0	1	2	3		
Total orbital	7							
Elektron maks	14							

E. BILANGAN KUANTUM SPIN

- Bilangan kuantum spin** (m_s atau s) adalah suatu harga yang menyatakan kedudukan dan arah rotasi elektron pada suatu orbital.
- Bilangan kuantum spin** tidak digunakan dalam menentukan keadaan orbital, hanya untuk menentukan perbedaan elektron pada orbital.
- Karena terdapat dua elektron** dalam satu orbital, sedangkan keduanya memiliki kutub padanya, maka nilai elektron yang berpasangan dalam orbital tersebut harus berbeda nilai.

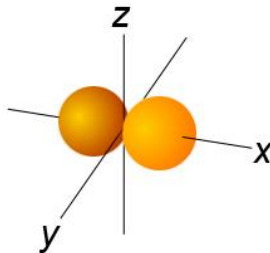
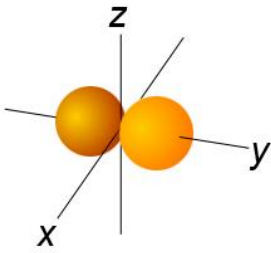
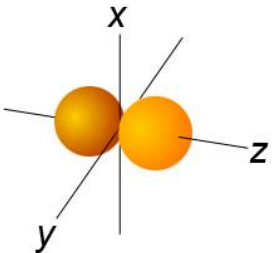
➤ **Harga bilangan kuantum spin** terdiri dari:

Harga	$s = +1/2$	$s = -1/2$
Elektron		
		
Arah	berlawanan jarum jam	searah jarum jam
Kutub	terbalik	tidak terbalik
Posisi pada orbital		

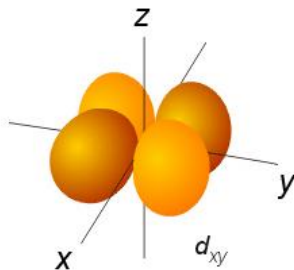
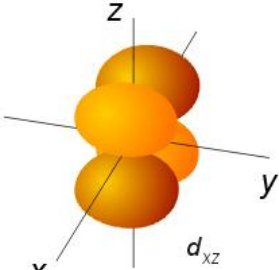
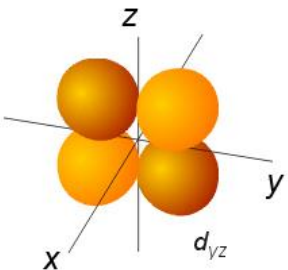
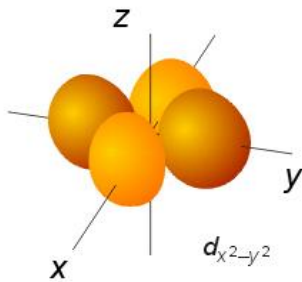
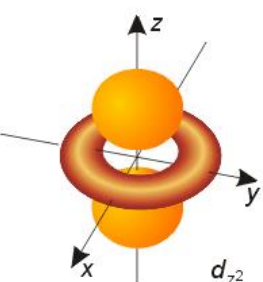
F. BENTUK ORBITAL

➤ **Bentuk orbital** bergantung pada harga bilangan kuantum azimuth (l), dan setiap nilai l memiliki bentuk orbital berbeda.

➤ **Orbital p** berbentuk satu buah balon yang dipilin atau dua bola.

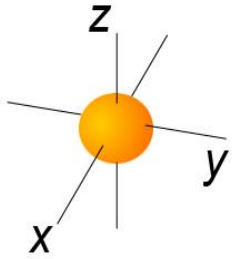
Fungsi orbital	p_x	p_y	p_z
Gambar			

➤ **Orbital d** berbentuk dua buah balon yang dipilin atau empat bola.

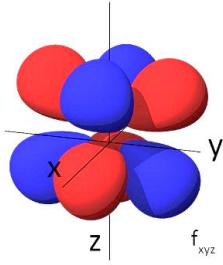
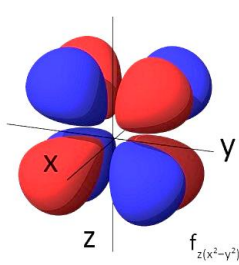
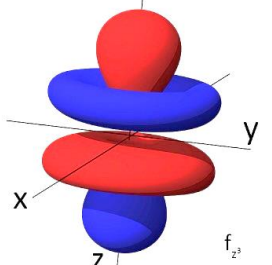
Fungsi orbital	d_{xy}	d_{xz}	d_{yz}
Gambar			
Fungsi orbital	$d_{x^2-y^2}$	d_{z^2}	
Gambar			

➤ **Orbital atom** adalah sebuah fungsi matematika yang menggambarkan perilaku elektron pada suatu atom sebagai partikel gelombang. Orbital atom mempunyai tiga buah sumbu, yaitu sumbu x , y dan z , dan kemungkinan terbesar ditemukannya elektron terdapat pada titik pertemuannya yang disebut **daerah orbital**.

➤ **Orbital s** berbentuk satu buah balon atau satu bola.

Fungsi orbital	s
Gambar	

Orbital f berbentuk empat buah balon yang dipilih atau delapan bola.

Fungsi orbital	f_{xyz}	$f_{z(x^2-y^2)}$	f_{z^3}
Gambar			

Hibridisasi adalah gabungan orbital-orbital atom dalam suatu senyawa membentuk orbital hibrid molekul. (lihat di bagian Bentuk dan Interaksi Molekul)

G. DIAGRAM ORBITAL

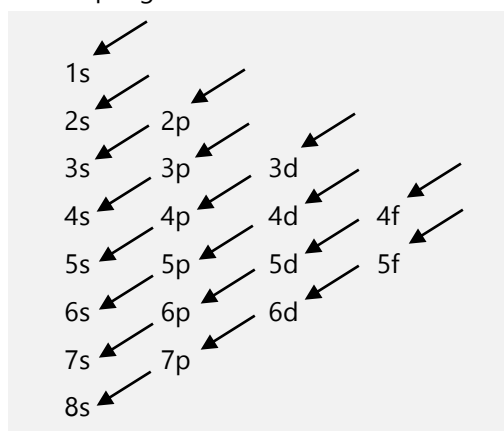
Diagram orbital menggambarkan urutan konfigurasi elektron dalam setiap kulit atom.

Konfigurasi elektron yang ditulis menggunakan bilangan kuantum harus memenuhi kaidah berikut:

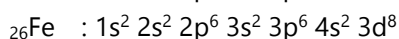
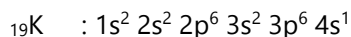
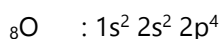
1) Azas Aufbau

Pengisian elektron pada sub-kulit diisi dari tingkat energi yang lebih rendah ke tingkat energi yang lebih besar.

Aturan pengisian sub-kulit:



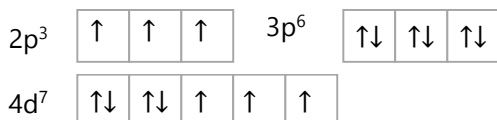
Contoh:



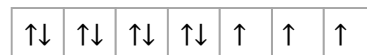
2) Aturan Hund

Pengisian elektron pada orbital yang satu sub-kulit, mula-mula elektron mengisi satu di tiap orbital, baru kemudian berpasangan.

Contoh:



$5f^{12}$



Penyimpangan pengisian sub-kulit terjadi pada sub-kulit d, karena menginginkan kestabilan.

Sub-kulit d stabil apabila terisi 5 atau 10 elektron, sehingga apabila terdapat 4 atau 9 elektron pada sub-kulit d, maka sub-kulit d akan 'meminjam' elektron dari sub-kulit s.

Contoh:



Sub-kulit d juga mengalami penyimpangan pada unsur-unsur lantanida dan aktinida, dimana sebelum mengisi sub-kulit f, terdapat satu elektron yang mengisi sub-kulit d terlebih dahulu.

Contoh:

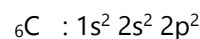


3) Larangan Pauli


Tidak ada elektron dengan keempat bilangan kuantum yang sama dalam satu atom.

Contoh:

Buktikan dari konfigurasi elektron unsur B bahwa tidak ada elektron dengan keempat bilangan kuantum sama!

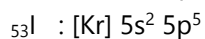
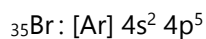
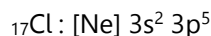
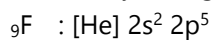


Elektron ke	n	l	m	s
1	1	0	0	$+\frac{1}{2}$
2	1	0	0	$-\frac{1}{2}$
3	2	0	0	$+\frac{1}{2}$
4	2	0	0	$-\frac{1}{2}$
5	2	1	-1	$+\frac{1}{2}$
6	2	1	0	$+\frac{1}{2}$


 **Penulisan** konfigurasi elektron dapat dipersingkat dengan menggunakan notasi gas mulia.


Contoh:


Unsur halogen dapat dipersingkat konfigurasi elektronnya dengan:




H. GOLONGAN DAN PERIODE PADA TABEL PERIODIK

 **Konfigurasi elektron** dengan diagram orbital dapat digunakan untuk menentukan blok, golongan, dan periode unsur dalam sistem periodik modern.

 **Blok unsur** merupakan pembagian unsur berdasarkan sub-kulit terakhir yang diisi oleh suatu atom.

 **Penentuan golongan dan periode** unsur pada tabel periodik utama adalah sebagai berikut.

Konfigurasi akhir	Golongan	Blok
ns^1	IA	s
ns^2	IIA	
$ns^2 np^1$	IIIA	p
$ns^2 np^2$	IVA	
$ns^2 np^3$	VA	
$ns^2 np^4$	VIA	
$ns^2 np^5$	VIIA	
$ns^2 np^6$	VIIIA	
$ns^2 (n-1)d^1$	IIIB	d
$ns^2 (n-1)d^2$	IVB	
$ns^2 (n-1)d^3$	VB	
$ns^1 (n-1)d^5$	VIB	
$ns^2 (n-1)d^5$	VIIIB	
$ns^2 (n-1)d^{6 \text{ s.d. } 8}$	VIIIB	
$ns^1 (n-1)d^{10}$	IB	
$ns^2 (n-1)d^{10}$	IIB	

 **Penentuan golongan dan periode** unsur pada tabel periodik unsur lantanida dan aktinida:

- 1) **Unsur-unsur lantanida** merupakan blok f dengan konfigurasi $6s^2 5d^1 4f^1 \text{ s.d. } 14$.
- 2) **Unsur-unsur aktinida** merupakan blok f dengan konfigurasi $7s^2 6d^1 5f^1 \text{ s.d. } 14$.