

Teori VSEPR

Part I

Definisi

Modul ini meliputi :

- Geometri molekul : susunan ruang atom-atom dalam molekul.
- Hibridisasi : Suatu konsep bersatunya orbital-orbital atom membentuk orbital hibrid yang baru dalam pembentukan ikatan. Konsep ini berfungsi menjelaskan terjadinya bentuk/geometri molekul.

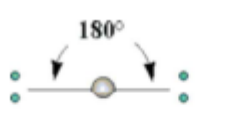
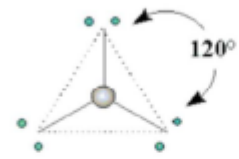
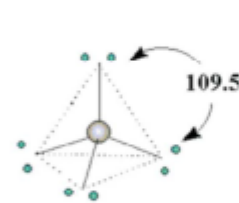
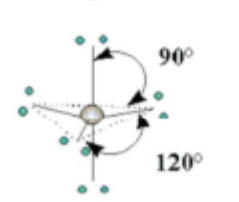
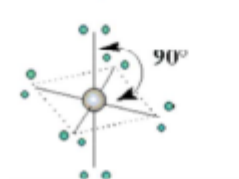
Part II

Teori VSEPR

Geometri Molekul

Dalam penentuan bentuk atau geometri molekul, perlu diperhitungkan keberadaan elektron tak-berikatan dan elektron valensi ketika pembentukan ikatan. Teori ini disebut juga teori domain elektron, suatu pengembangan dari teori VSEPR (*Valence Shell Electron Pair Repulsion*).

Pada teori ini terdapat dua jenis domain, yaitu domain elektron bebas untuk pasangan elektron bebas dan domain elektron ikatan untuk elektron dalam ikatan, dimana satu pasang elektron bebas dianggap satu domain elektron. Satu ikatan baik itu tunggal, rangkap dua maupun tiga juga dianggap satu domain elektron. Dari jumlah total domain inilah didapatkan bentuk-bentuk dasar untuk berbagai molekul seperti berikut:

Jumlah domain elektron	Penyusunan domain elektron	Geometri domain elektron	perkiraan sudut ikatan
2		Linier	180°
3		segitiga datar	120°
4		tetrahedral	109,5°
5		trigonal bipiramid	90° 120°
6		Oktahedral	90°

Selain itu prinsip-prinsip dasar dari teori domain elektron adalah sebagai berikut

1. Antardomain elektron pada kulit luar atom pusat saling tolak-menolak, sehingga domain elektron akan mengatur diri sedemikian rupa untuk meminimalisir gaya tolak-menolak ini.
2. Pasangan elektron bebas (PEB) mempunyai gaya tolak yang sedikit lebih kuat daripada pasangan elektron ikatan. Hal itu terjadi karena pasangan elektron bebas hanya terikat pada satu atom, sehingga gerakannya lebih leluasa. Urutan kekuatan tolak-menolak diantara pasangan elektron adalah sebagai berikut.

Tolakan antar PEB > tolakan antara PEB dan pasangan elektron ikatan > tolakan antar pasangan elektron ikatan

Untuk menentukan geometri molekul ikuti langkah-langkah berikut ini:

1. Menentukan tipe molekul.

Atom pusat dilambangkan dengan A, elektron ikatan dengan X dan setiap domain elektron bebas dinyatakan dengan E. Caranya berbeda tergantung jenis molekul/senyawanya.

- (a) Senyawa biner berikatan tunggal, maka setiap ikatan hanya menggunakan satu elektron dari atom pusat. Maka, jumlah PEB (E) dapat ditentukan:

$$E = \frac{(EV - X)}{2}$$

Dimana EV = jumlah elektron valensi atom pusat

X = jumlah atom yang terikat pada atom pusat


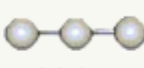
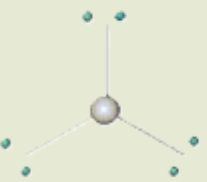
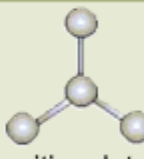
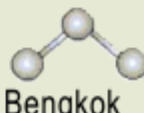

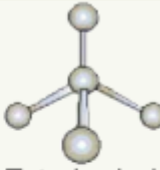
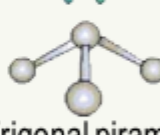

- (b) Senyawa biner berikatan rangkap atau kovalen koordinat

$$E = \frac{EV - X'}{2}$$

Dimana X' : jumlah elektron yang digunakan atom pusat

2. Menentukan geometri domain-domain elektron di sekitar atom pusat yang memberi tolakan minimum
3. Menetapkan domain elektron terikat dengan menuliskan lambang atom yang bersangkutan
4. Menentukan geometri molekul setelah mempertimbangkan pengaruh pasangan elektron bebas

Sehingga bila dirangkum, berikut bentuk molekul dengan adanya PEB untuk jumlah domain 2 hingga 4:

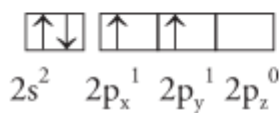
Jumlah domain elektron	geometri domain elektron	jumlah domain ikatan	jumlah domain elektron bebas	geometri molekul
2	 Linier	2	0	 Linier
3	 Segitiga datar	3	0	 Segitiga datar
		2	1	 Bengkok
4	 Tetrahedral	4	0	 Tetrahedral
		3	1	 Trigonal piramid
		2	2	 Bengkok

Untuk jumlah domain 5 dan 6 :

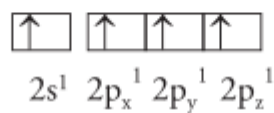
	domain elektron ikatan	domain elektron bebas		
	5	0	Trigonal bipiramid	
	4	1	Bentuk jungkitan	
Trigonal bipiramid	3	2	Bentuk T	
	2	3	Linier	
<hr/>				
	6	0	Oktahedral	
	5	1	Piramid	
Oktahedral	4	2	Segiempat datar	

Hibridisasi

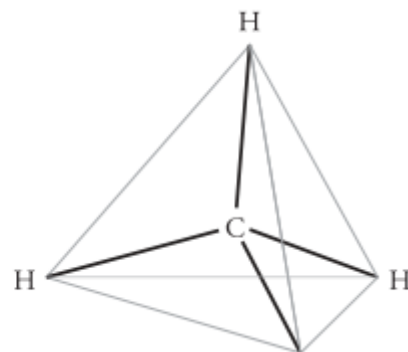
Menurut teori hibridisasi, ikatan terjadi akibat terbentuknya orbital hibrida, yakni orbital yang terbentuk sebagai hasil penggabungan 2 atau lebih orbital atom. Sebagai contoh lihat penggabungan orbital s dan p pada karbon di dalam metana (CH_4) berikut:



orbital atom C



orbital hibrida atom C



Atom C pada kulit valensinya memiliki 3 orbital, yaitu $2s^2$, $2p_x^1$, $2p_y^1$, dan sebuah orbital kosong, $2p_z^0$. Keempat orbital ini dapat berhibridisasi membentuk empat orbital sp^3 . Masing-masing orbital hibrid dari atom C inilah yang digunakan untuk berikatan dengan 4 orbital s dari 4 atom H membentuk sebuah molekul CH_4 dengan bentuk molekul tetrahedral.

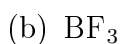
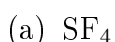
Bila dirangkum, maka berikut ini hubungan antara jenis hibridisasi atom pusat dengan bentuk molekul

Jumlah Domain	Hibridisasi	Bentuk Molekul
2	sp	linear
3	sp^2	trigonal planar
4	sp^3	tetrahedral
5	sp^3d	trigonal bipiramidal
6	sp^3d^2	oktahedral

Part III

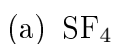
Contoh Soal dan Pembahasan

1. Tentukan tipe molekul untuk senyawa berikut!



Jawaban

Kedua molekul ini memiliki ikatan tunggal, sehingga



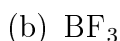
Jumlah elektron valensi atom pusat (S) : 6

Jumlah domain elektron ikatan (X) = 4

Jumlah domain elektron bebas (E) :

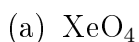
$$\frac{(6 - 4)}{2} = 1$$

Tipe molekul AX_4E

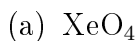


Dengan cara yang sama didapat tipe molekul AX_3

2. Tentukan tipe molekul untuk senyawa berikut!



Jawaban



Ikatan antara atom xenon dengan atom oksigen dalam molekul ini adalah ikatan rangkap dua.

Jumlah elektron valensi atom pusat = 8

Jumlah domain elektron ikatan (X) = 4, tetapi jumlah elektron yang digunakan atom pusat = $4 \times 2 = 8$

Sehingga, PEB :

$$\frac{8-8}{2} = 0$$

Sehingga tipe molekulnya AX_4

(b) POCl_3

Ikatan antara P dan O adalah ikatan rangkap dua sementara dengan Cl adalah ikatan tunggal, sehingga jumlah elektron yang digunakan atom pusat totalnya adalah 5. Maka PEB:

$$\frac{5-5}{2} = 0$$

Sehingga tipe molekulnya AX_4

3. Tentukan geometri molekul yang tepat untuk senyawa di bawah ini

(a) Cl_2O

(b) SCl_4

(c) XeF_2

Jawaban

(a) Cl_2O memiliki tipe AX_2E_2

Jumlah domain : $2 + 2 = 4$

bentuk dasar tetrahedral, bentuk molekul yang paling tepat adalah tekuk/bengkok/bentuk V

(b) SCl_4 memiliki tipe AX_4E ,

Jumlah domain : $4 + 1 = 5$

bentuk dasar trigonal bipiramidal, bentuk molekul yang paling tepat adalah jungkat-jungkit/tetrah terdistorsi

(c) XeF_2 memiliki tipe AX_2E_3

Jumlah domain : $2 + 3 = 5$

bentuk dasar trigonal bipiramidal, bentuk molekul yang paling tepat adalah bentuk T, dimana PEB diletakkan pada posisi ekuatorial untuk mengurangi tolakan.

4. Tentukan hibridisasi atom pusat untuk molekul di bawah ini

(a) BCl_3

(b) SCl_6

(c) CH_2

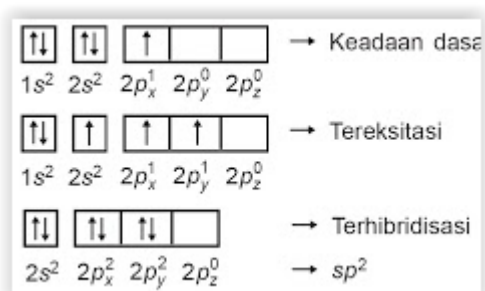
(d) Br_2

(e) NH_4^+

Pembahasan

Tentukan notasi molekul tersebut, kemudian jumlah domainnya, maka didapatkan jenis hibridisasinya

(a) notasi: AB_3 , jumlah domain 3, maka hibridisasi sp^2



(b) notasi AB_6 , jumlah domain 6 maka hibridisasi sp^3d^2

- (c) notasi AB_3E , jumlah domain 4, maka hibridisasi sp^3
- (d) notasi A_2 , linier, hibridisasi sp
- (e) notasi AB_4 , jumlah domain 4, maka hibridisasi sp^3

Wardaya College