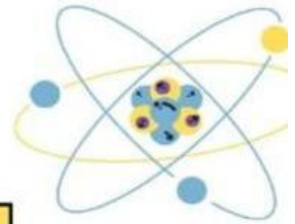
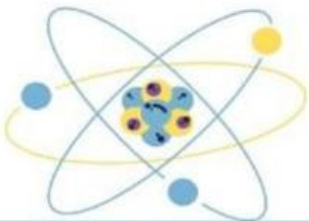
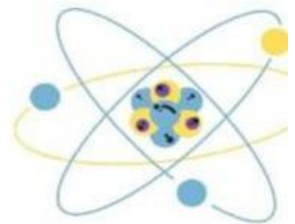
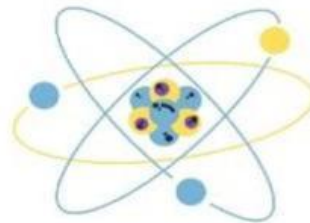
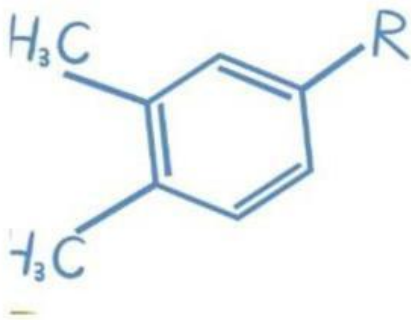


Bahan Ajar **IKATAN KOVALEN BERDASARKAN TUMPANG TINDIH ORBITAL**



Untuk Siswa kelas XI



DISUSUN OLEH: DELLA REVALINA PUTRI

Kata Pengantar

Penulisan buku ajar ini bertujuan untuk memberi kemudahan dan menambah bahan pustaka bagi siswa SMA/MA kelas XI dalam mempelajari materi Ikatan Kimia yang mengacu pada kurikulum Merdeka. Hal ini dilakukan mengingat buku-buku relevan yang beredar terkait materi Ikatan Kimia belum membahas secara rinci dan komprehensif.

Buku ajar ini mengkaji tentang konsep ikatan ion dan ikatan kovalen. Dengan membaca buku ini diharapkan pembaca akan memiliki suatu pengetahuan yang komprehensif terkait konsep ikatan ion dan ikatan kovalen. Pembaca juga disarankan untuk membaca referensi acuan yang digunakan oleh penulis sebagaimana tercantum dalam daftar pustaka. Semoga buku ini bermanfaat untuk para pembaca, khususnya siswa SMA/MA kelas XI.

Penulis menyadari bahwa dalam buku ini masih banyak kesalahan dan kekeliruan. Oleh karena itu, dengan kerendahan hati penulis memohon kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan selanjutnya.

Bandar Lampung, 8 Desember 2025

Penulis

Kompetensi Dasar

3.5 Membandingkan proses pembentukan ikatan ion, ikatan kovalen, ikatan kovalen koordinasi, dan ikatan logam serta interaksi antar partikel (atom, ion, molekul) materi dan hubungannya dengan sifat fisik materi

4.5 Mengolah dan menganalisis perbandingan proses pembentukan ikatan ion, ikatan kovalen, ikatan kovalen koordinasi, dan ikatan logam serta interaksi antar partikel (atom, ion, molekul) materi dan hubungannya dengan sifat fisik materi

Tujuan

1.1.1 Menunjukkan rasa syukur dengan adanya keteraturan pembentukan senyawa kimia di alam sebagai wujud kebesaran Tuhan Yang Maha Esa sebagai hasil pemikiran kreatif manusia yang kebenarannya bersifat tentatif.

1.1.2 Mengapresiasi adanya pengetahuan mengenai ikatan kimia dan interaksi antar partikel yang kebenarannya bersifat tentatif.

1.1.3 Menunjukkan rasa kagum atas kebesaran Tuhan Yang Maha Esa terhadap fenomena terbentuknya ikatan kimia

2.1.1 Menunjukkan sikap teliti dalam mencermati wacana tentang senyawa kovalen yang dijumpai dalam kehidupan sehari-hari.

2.1.2 Menunjukkan antusiasme dan rasa ingin tahu yang besar dengan berpartisipasi aktif dalam memberikan pertanyaan-pertanyaan mengenai pembentukan senyawa kovalen berdasarkan tumpang tindih orbital.

2.1.3 Menunjukkan sikap cermat dalam mengidentifikasi proses pembentukan ikatan kovalen berdasarkan tumpang tindih orbital.

2.1.4 Menunjukkan sikap komunikatif dalam melakukan diskusi untuk mengetahui proses terbentuknya ikatan kovalen berdasarkan tumpang tindih orbital

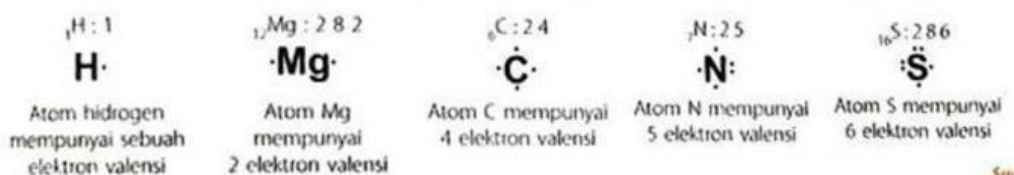
Indikator

- 3.5.1 Menjelaskan pengertian ikatan kovalen
- 3.5.2 Menjelaskan proses pembentukan ikatan kovalen berdasarkan tumpang tindih orbital
- 3.5.3 Membandingkan antara ikatan kovalen tunggal dan ikatan kovalen rangkap
- 3.5.4 Mencermati wacana mengenai senyawa kovalen
- 3.5.5 Menuliskan informasi yang diperoleh mengenai wacana senyawa kovalen
- 3.5.6 Mengajukan pertanyaan mengenai hal-hal yang belum dimengerti pada wacana mengenai senyawa kovalen
- 3.5.7 Mengamati gambar proses pembentukan senyawa kovalen
- 3.5.8 Mengajukan pertanyaan terkait gambar proses pembentukan senyawa kovalen
- 3.5.9 Mengidentifikasi persamaan dan perbedaan yang ada pada proses pembentukan senyawa kovalen
- 3.5.10 Mengidentifikasi orbital yang mengalami tumpang tindih
- 3.5.11 Mengidentifikasi jumlah pasangan elektron yang digunakan untuk berikatan
- 3.5.12 Mengidentifikasi keelektronegatifan atom yang berikatan
- 3.5.13 menyimpulkan pengertian ikatan kovalen berdasarkan tumpang tindih orbital

Pembentukan ikatan kovalen

Ikatan kovalen terjadi antar atom unsur nonlogam, yang sama-sama mempunyai afinitas elektron yang tinggi. Sehingga atom-atom mempunyai kecenderungan untuk saling menarik elektron dari atom lain. Akibatnya, kedua atom akan menggunakan pasangan elektron secara bersama.

Untuk menggambarkan bagaimana ikatan kovalen terjadi, digunakan struktur lewis (rumus titik elektron). Rumus ini menggambarkan bagaimana peranan elektron valensi dalam membentuk ikatan. Berikut ini rumus titik elektron (struktur lewis) atom unsur dari beberapa golongan.



Dalam pembentukan ikatan kovalen, belum tentu semua elektron valensi digunakan untuk membentuk pasangan elektron bersama. Pasangan elektron yang digunakan bersama oleh dua atom yang berikatan disebut pasangan elektron ikatan (PEI). Adapun pasangan elektron yang tidak digunakan bersama oleh atom-atom yang berikatan disebut pasangan elektron bebas (PEB).

Selain itu, bisa jadi elektron yang digunakan secara bersama tidak disumbangkan oleh masing masing atom, namun hanya salah satu atom yang menyumbangkan pasangan elektron untuk digunakan secara bersama. Ikatan yang terjadi apabila pasangan elektron yang digunakan secara bersama hanya berasal dari salah satu atom disebut ikatan kovalen koordinasi.

Nah, ternyata setiap atom yang berikatan kovalen, mempunyai gaya tarik tertentu terhadap pasangan elektron ikatan yang digunakan secara bersama. Berbeda atom, berbeda pula gaya tarik yang dimiliki. Nah, kekuatan gaya tarik yang dimiliki oleh setiap atom ini dinyatakan dengan keelektronegatifan.

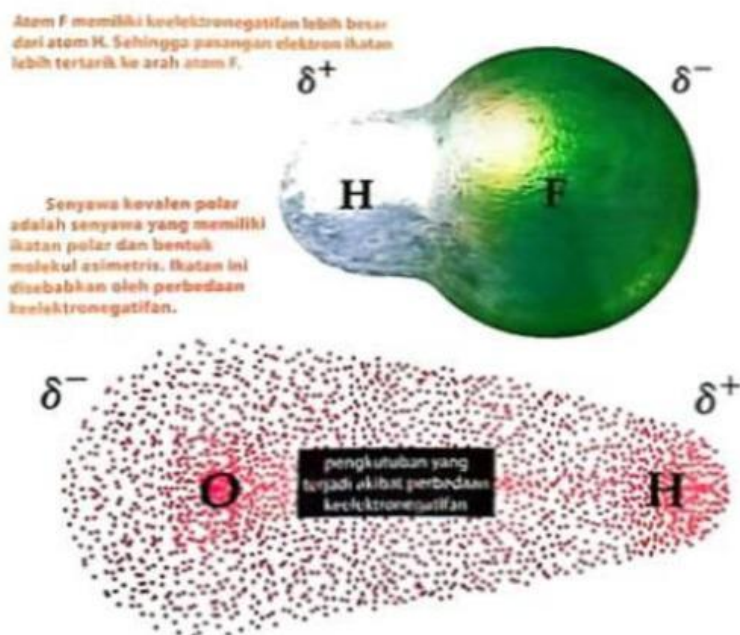
Jika atom yang berikatan mempunyai keelektronegatifan yang berbeda, pasangan elektron ikatan akan lebih tertarik ke atom yang keelektronegatifannya lebih besar. Akibatnya, akan terjadi pengkutuban muatan atau dipol. Artinya, atom yang keelektronegatifannya lebih besar maka akan membentuk kutub negatif (δ^-), dan atom yang keelektronegatifannya lebih

kecil maka akan membentuk kutub positif (δ^+). Tanda δ digunakan untuk membedakan bahwa kedua atom tidak dalam keadaan sebagai ion.

Ikatan kovalen yang terbentuk apabila terdapat perbedaan keelektronegatifan pada atom-atom yang berikatan, dinamakan ikatan kovalen polar. Adapun ikatan kovalen yang atom-atomnya mempunyai keelektronegatifan yang sama besar disebut ikatan kovalen nonpolar.

Senyawa kovalen nonpolar mempunyai bentuk yang simetris, karena pasangan elektron yang digunakan bersama, tertarik sama besar antar kedua atom. Sehingga setiap pasangan elektron akan terdistribusi merata antar kedua atom. Contohnya adalah H_2 , O_2 , Cl_2 , dan lain-lain.

Adapun senyawa kovalen polar mempunyai bentuk yang tidak simetris, karena perbedaan keelektronegatifan yang besar tadi. Contohnya terlihat pada gambar berikut :



Proses pembentukan ikatan kovalen berdasarkan tumpang tindih orbital

Pertumpangtindihan orbital-orbital dapat menghasilkan ikatan kimia dengan alasan sebagai berikut : sumber dari stabilitas ekstra datang dari pertumpangtindihan dua orbital yang dua fungsi gelombangnya *sefase*, menghasilkan suatu interferensi konstruktif dari fungsi

gelombang diantara kedua inti sehingga meningkatkan densitas elektron diantara kedua inti. Naiknya densitas elektron, dengan muatan negatif menarik kedua inti bermuatan positif, menghasilkan energi yang lebih rendah dibandingkan dengan jika kedua atom itu terpisah. Jadi, naiknya densitas muatan elektron diantara inti menghasilkan ikatan kimia.

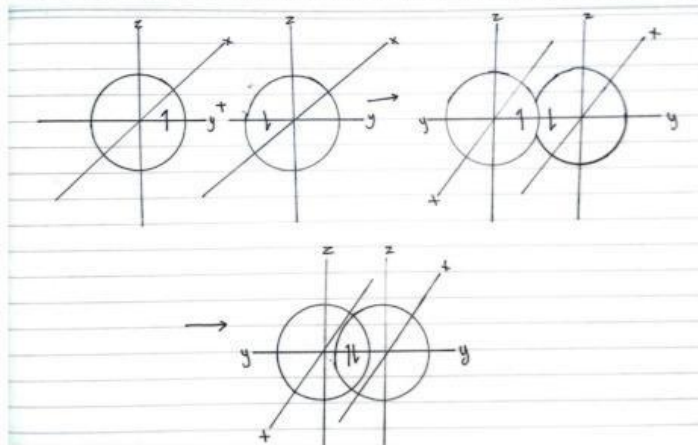
Proses pembentukan ikatan kovalen menggambarkan ikatan kovalen yang terbentuk melalui tumpang tindih antara orbital atom yang terisi setengah penuh (masing-masing mengandung satu elektron) yang menghasilkan sepasang elektron bersama di antara dua atom yang terikat. Tumpang tindih antara dua orbital itu menempati ruang yang sama. Menurut teori ikatan valensi, ikatan kovalen terjadi ketika dua kondisi memenuhi:

- (1) orbital pada satu atom tumpang tindih dengan orbital pada atom kedua dan
- (2) elektron tunggal di setiap orbital bergabung membentuk pasangan elektron.

Daya tarik bersama antara pasangan elektron bermuatan negatif ini dan dua inti atom bermuatan positif berfungsi untuk menghubungkan secara fisik dua atom melalui gaya yang kita definisikan sebagai ikatan kovalen. Contoh pembentukan ikatan kovalen berdasarkan tumpang tindih orbital

Ikatan Tunggal

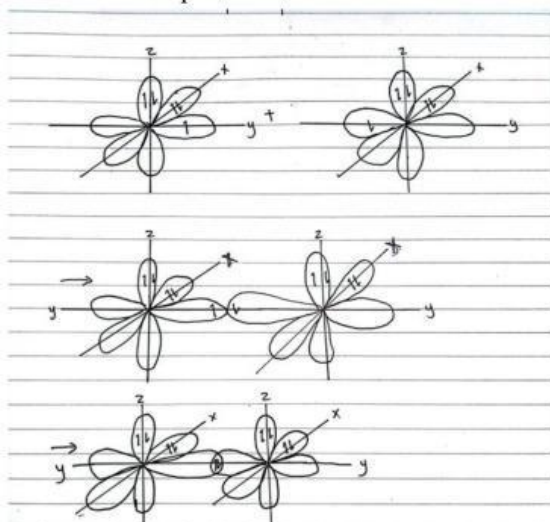
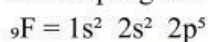
- a. Pertumpangtindihan Pada orbital s (contoh : H_2) , $H = 1s^1$



Mula-mula dua orbital atom H yang berisi masing-masing satu elektron saling mendekat. Pada jarak tertentu kedua orbital atom H menyusun diri sedemikian rupa hingga memiliki arah orientasi yang sama dan saling berinteraksi.

Akibatnya kedua orbital atom H mengalami overlapping (pertumpangtindihan). Elektron yang berada pada masing-masing orbital mengalami tarikan elektrostatik dari masing-masing inti lawan sehingga terjadilah pemakaian bersama pasangan elektron akibat tumpang tindih tersebut dan terbentuk ikatan kovalen.

b. Pertumpangtindihan pada molekul F_2

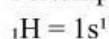


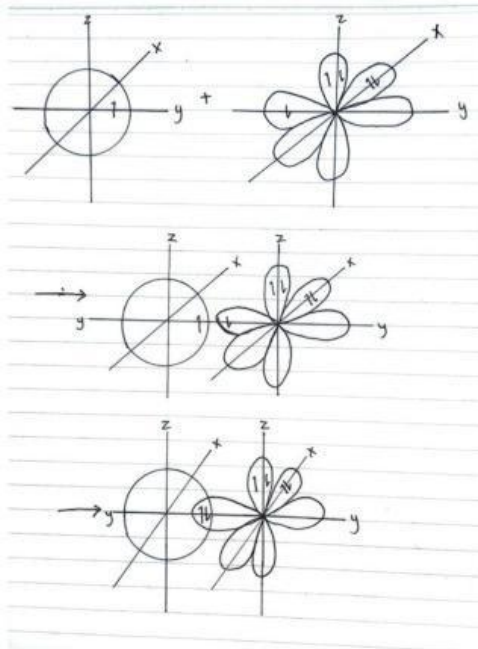
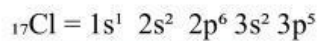
Mula-mula dua orbital atom F yang berisi masing-masing satu elektron tak berpasangan saling mendekat. Pada jarak tertentu kedua orbital atom F memiliki arah orientasi yang sama dan saling berinteraksi.

Akibatnya kedua orbital atom F mengalami overlapping (pertumpangtindihan). Elektron yang berada pada masing-masing orbital mengalami tarikan elektrostatik dari masing-masing inti lawan sehingga terjadilah pemakaian bersama pasangan elektron akibat tumpang tindih tersebut dan terbentuk ikatan kovalen.

Pembentukan ikatan padahal molekul F_2 ikatan yang terbentuk merupakan hasil pemakaian bersama pasangan elektron akibat tumpang tindih antara orbital p dan orbital p yang memiliki fase sama

c. Pertumpangtindihan pada molekul HCl

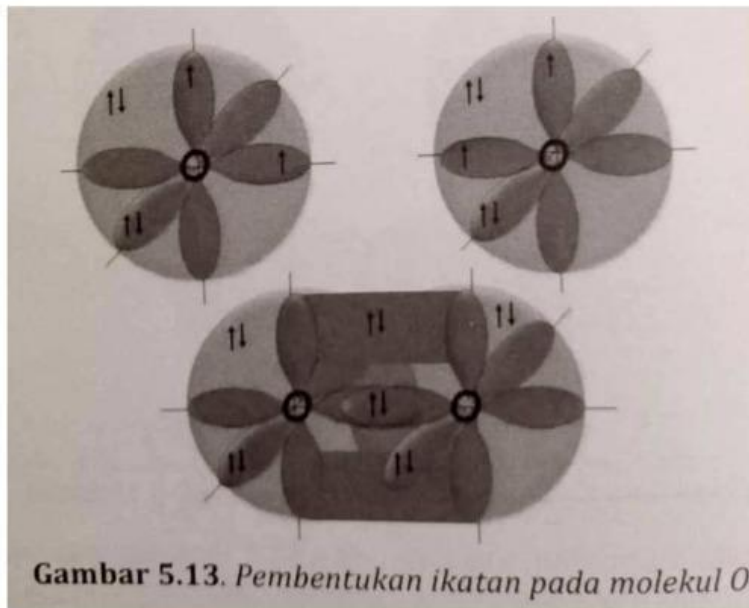




Dalam pembentukan ikatan pada molekul HCl arah datangnya orbital 1s yang berisi 1 elektron pada atom H maupun arah datangnya dua orbital 2 yang memiliki satu elektron belum berpasangan pada atom Cl kedua orbital memiliki arah orientasi yang sama sehingga berada dalam satu sumbu dan terjadi ikatan. Ikatan yang terbentuk merupakan hasil pemakaian bersama pasangan elektron akibat tumpang tindih antara orbital s dan orbital p yang beredar dalam satu sumbu

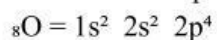
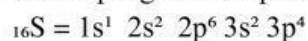
Ikatan Rangkap Dua

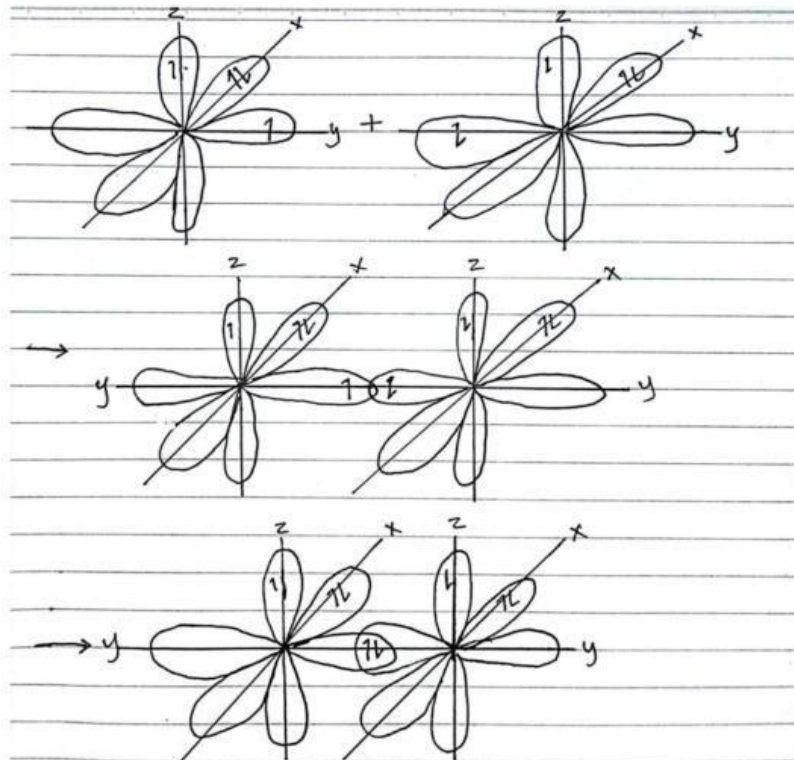
- a. Pertumpangtindihan pada molekul O_2
 ${}_8\text{O} = 1s^2 \ 2s^2 \ 2p^4$



Pada molekul O_2 , masing-masing atom oksigen memiliki dua elektron yang masih belum berpasangan di dalam orbital 2p. Ketika kedua atom oksigen saling mendekat, orbital-orbital yang berisi elektron tidak berpasangan tersebut mulai saling berinteraksi. Orbital 2p yang berada searah dengan garis antara kedua inti saling tumpang tindih secara ujung ke ujung dan membentuk ikatan sigma (σ). Sementara itu, orbital 2p lainnya yang posisinya sejajar tetapi tidak berada langsung pada garis antar inti saling tumpang tindih di samping-menyamping dan membentuk ikatan phi (π). Orbital 2p yang sudah berisi pasangan elektron penuh tidak ikut berikatan karena tidak memiliki elektron bebas untuk dibagi. Akhirnya, hasil dari dua tumpangtindihan orbital tersebut adalah terbentuknya satu ikatan sigma dan satu ikatan phi, sehingga oksigen membentuk ikatan rangkap dua ($O=O$). ikatan pada O_2 terbentuk karena pemakaian bersama elektron dari orbital-orbital p yang saling bertumpangtindih.

b. Pertumpangtindihan pada molekul SO_2

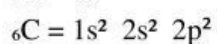
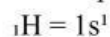


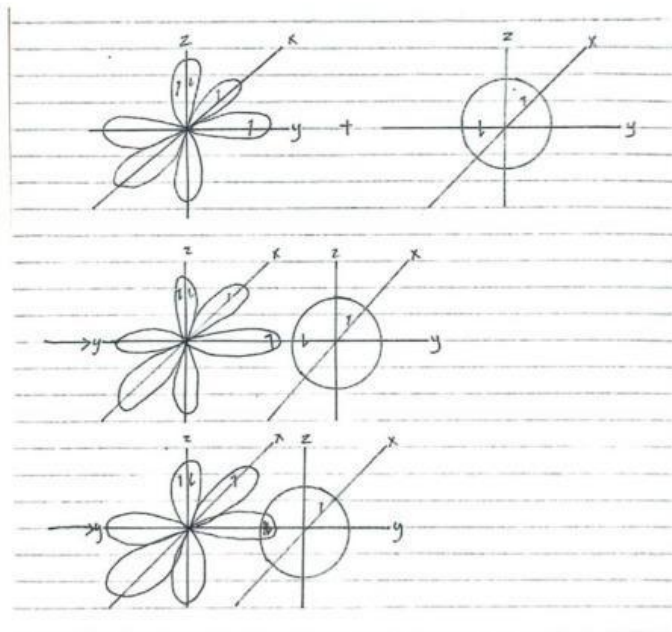


Pada molekul SO₂, atom S berikatan dengan dua atom oksigen. Ketika sulfur dan oksigen saling mendekat, orbital yang berisi elektron pada oksigen bertumpangtindih dengan orbital S sehingga terbentuk ikatan sigma (σ). Selain itu, sulfur memiliki orbital kosong yang dapat menerima pasangan elektron dari oksigen, sehingga salah satu ikatan dapat terbentuk sebagai ikatan koordinasi. Setelah ikatan sigma terbentuk, terjadi juga tumpangtindihan samping-menyamping antara orbital oksigen dan orbital sulfur sehingga terbentuklah ikatan phi (π). Karena proses ini terjadi pada kedua atom oksigen, SO₂ memiliki dua ikatan yang secara efektif.

Ikatan Rangkap Tiga

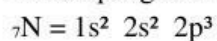
- a. Pertumpangtindihan pada molekul C₂H₂

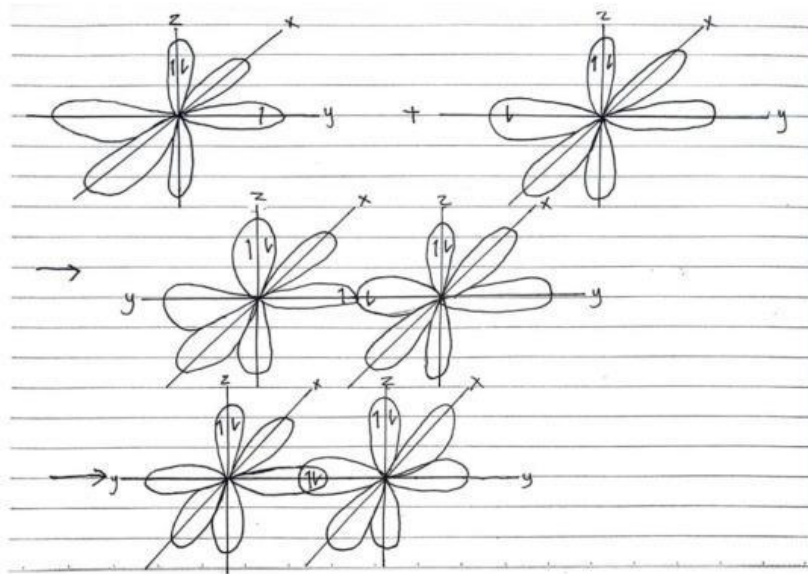




Pada molekul C_2H_2 , masing-masing atom karbon melakukan hibridisasi sp sehingga memiliki dua orbital sp yang dapat digunakan untuk membentuk ikatan sigma (σ). Satu orbital sp pada karbon bertumpangtindih dengan orbital $1s$ dari atom hidrogen membentuk ikatan σ C-H. Orbital sp yang lain pada masing-masing karbon saling bertumpangtindih langsung membentuk ikatan σ C-C. Setelah ikatan sigma terbentuk, masih tersisa dua orbital p pada setiap atom karbon. Kedua orbital p ini saling bertumpangtindih secara samping-menyamping (berdampingan), sehingga terbentuk dua ikatan π (π) yang mengakibatkan terbentuknya ikatan rangkap tiga $C\equiv C$. Dengan demikian, C_2H_2 memiliki satu ikatan sigma dan dua ikatan π antara dua atom.

- b. Pertumpangtindihan pada molekul N_2





Pada molekul N_2 , masing-masing atom nitrogen memiliki tiga elektron tidak berpasangan di orbital 2p. Ketika dua atom nitrogen saling mendekat, salah satu orbital 2p dari masing-masing atom saling bertumpangtindih ujung ke ujung sehingga terbentuk ikatan sigma (σ). Dua orbital 2p lainnya saling bertumpangtindih dua ikatan phi (π). Kombinasi satu ikatan sigma dan dua ikatan phi menghasilkan ikatan rangkap tiga ($N \equiv N$) yang sangat kuat.

UJI PEMAHAMAN KONSEP

Kerjakanlah soal-soal dibawah ini untuk memperdalam pemahaman anda:

1. Tuliskan jenis tumpang-tindih orbital (overlap) yang terjadi pada pembentukan ikatan berikut.
 - a. H_2 ($\text{H}-\text{H}$)
 - b. O_2 ($\text{O}=\text{O}$)
 - c. N_2 ($\text{N}\equiv\text{N}$)
 - d. HCl
 - e. C_2H_2
 - f. CH_4
2. Diketahui molekul etena (C_2H_4). Jelaskan:
 - a. Jenis hibridisasi pada atom C
 - b. Jenis ikatan sigma (σ) dan pi (π) yang terbentuk
 - c. Orbitals apa saja yang saling tumpang tindih pada masing-masing ikatan
3. Pada molekul amonia (NH_3), diketahui bahwa atom N mengalami hibridisasi sp^3 . Tentukan:
 - a. Jenis ikatan yang terjadi antara N dan H
 - b. Bentuk tumpang tindih orbital pada setiap ikatan N-H
 - c. Mengapa sudut ikatan NH_3 tidak sama dengan sudut ideal sp^3 ($109,5^\circ$)?
4. Tentukan jenis ikatan dan tumpang tindih orbital pada molekul berikut:
 - a. CO_2
 - b. BF_3
 - c. BeCl_2
 - d. H_2O
 - e. CH_3Cl
5. Diketahui molekul benzena (C_6H_6) memiliki ikatan rangkap terdelokalisasi. Jelaskan:
 - a. Jenis hibridisasi atom C

- b. Mengapa benzena membentuk struktur cincin datar?
 - c. Bagaimana proses tumpang-tindih orbital p yang menghasilkan delokalisasi elektron?
6. Suatu molekul memiliki ikatan $C\equiv C$. Jika panjang ikatan $C-C$ tunggal = 154 pm dan $C\equiv C = 120$ pm, jelaskan:
- a. Mengapa ikatan rangkap tiga lebih pendek daripada ikatan tunggal?
 - b. Peran tumpang tindih orbital terhadap kekuatan dan panjang ikatan
7. Perhatikan reaksi pembentukan molekul HF:
- $$H(g) + F(g) \rightarrow HF(g)$$
- Jika H menggunakan orbital 1s dan F menggunakan orbital 2p, tentukan:
- a. Jenis ikatan yang terbentuk
 - b. Bentuk tumpang-tindih orbital
 - c. Mengapa HF bersifat polar?
8. Buatlah gambar skematis (boleh sederhana) yang menunjukkan tumpang-tindih orbital sigma (σ) dan pi (π) pada:
- a. Molekul O_2
 - b. Molekul C_2H_2
 - c. Molekul C_2H_4