

KEGIATAN BELAJAR 3

IKATAN KIMIA

Capaian Pembelajaran

1. Menguasai tentang jenis-jenis ikatan kimia dan proses pembentukannya
2. Menggambarkan struktur Lewis
3. Menguasai teori ikatan kimia dan aplikasinya dalam menentukan geometri molekul dan sifat senyawa

Sub Capaian Pembelajaran

1. Menjelaskan proses dan pengertian pembentuk ikatan kimia
2. Membedakan ikatan kovalen tunggal, kovalen rangkap dua, dan kovalen rangkap tiga
3. Menggambar kan struktur Lewis suatu molekul
4. Menganalisis teori pasangan elektron di sekitar inti atom untuk menentukan bentuk molekul

Materi Pokok

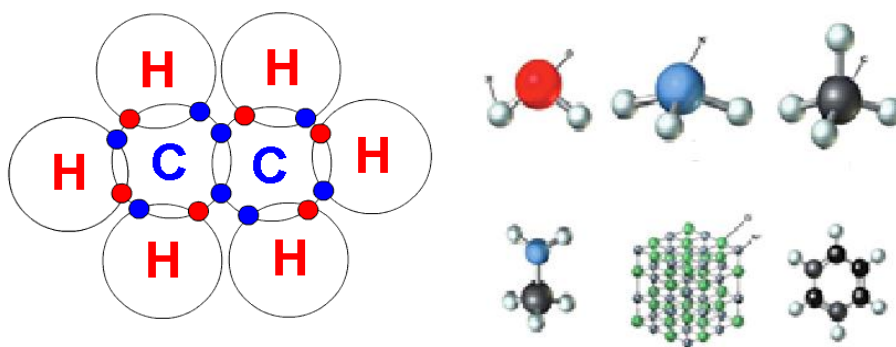
1. Ikatan kimia
2. Ikatan ion
3. Ikatan kovalen
4. Struktur Lewis
5. Elektron valensi dan geometri molekul

Uraian Materi

Dalam kehidupan sehari-hari selalu ada ikatan antara sesama manusia. Misalnya ikatan antara kakak dan adik dalam keluarga, guru dan murid, bapak dan anak. Begitu pula dalam ikatan kimia, ada ikatan yang menghubungkan unsur-unsur untuk membentuk suatu senyawa. Ikatan ini terbentuk agar unsur-unsur mengalami kestabilan.

A. Ikatan Kimia

Perhatikan Gambar 1!



Gambar 1. Ikatan kimia (Brady, 2012)

Pernahkah anda membayangkan mengapa atom-atom tersebut dapat saling berikatan satu dengan yang lain? Apakah setiap atom pasti dapat berikatan dengan atom-atom lain? Apakah ikatan antar atom dalam senyawa-senyawa di alam ini semuanya sama?

Elektron valensi suatu atom merupakan dasar pembentukan ikatan kimia. Suatu atom akan mencapai konfigurasi elektron yang stabil dalam pembentukan ikatan kimia. Pada Gambar 2 dapat diamati elektron valensi atom-atom golongan utama sistem periodik.

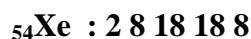
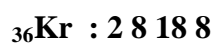
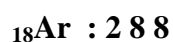
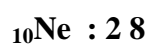
Amati struktur lewis berdasarkan elektron valensi pada Gambar 2!

Period	1A(1)	2A(2)	3A(13)	4A(14)	5A(15)	6A(16)	7A(17)	8A(18)
	ns^1	ns^2	ns^2np^1	ns^2np^2	ns^2np^3	ns^2np^4	ns^2np^5	ns^2np^6
2	• Li	• Be •	• B •	• C •	• N •	• O •	• F •	• Ne •
3	• Na	• Mg •	• Al •	• Si •	• P •	• S •	• Cl •	• Ar •

Gambar 2. Struktur Lewis berdasarkan elektron valensi (Silberbeg, 2009)

Model Lewis menggambarkan elektron valensi dengan titik-titik. Empat titik pertama ditampilkan satu persatu di keempat sisi lambang atom unsur. Jika terdapat lebih dari empat elektron maka titik dipasangkan dengan titik yang sudah ada. Hasilnya adalah *lambang Lewis* untuk atom tersebut. Elektron yang dituliskan pada lambang Lewis adalah elektron valensi (Brady, 2012 dan Silberbeg, 2009).

Susunan elektron atom gas mulia terdiri atas 8 elektron valensi yang disebut *oktet*, kecuali He yang hanya mempunyai 2 elektron valensi yang disebut *duplet*. Adapun konfigurasi atom-atom gas mulia adalah:



Dari Gambar 2, bagaimana elektron valensi dari kiri ke kanan dalam sistem periodic, atom manakah yang sudah memenuhi aturan oktet, dan atom manakah yang sudah memenuhi aturan duplet?

Pada materi sebelumnya, kita telah mengetahui bahwa suatu atom disusun dalam tabel periodik berdasarkan kenaikan nomor atomnya. Misalnya atom Na dengan nomor atom 11 dan atom Cl dengan nomor atom 17. Berapakah elektron valensi atom Na dan atom Cl tersebut? Perhatikan konfigurasi elektron dan struktur Lewis atom Na dan atom Cl pada uraian berikut ini.

1. Ikatan Ion

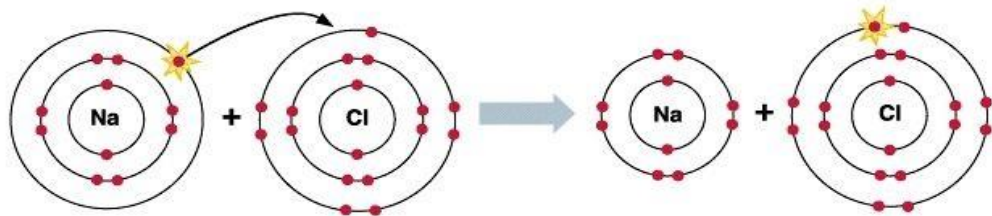
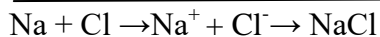
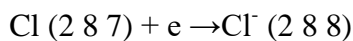
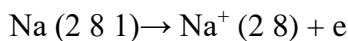
Amati Gambar 3!



Gambar 3. Ilustrasi Letak Elektron Dalam Orbital Pada Atom Na dan Cl

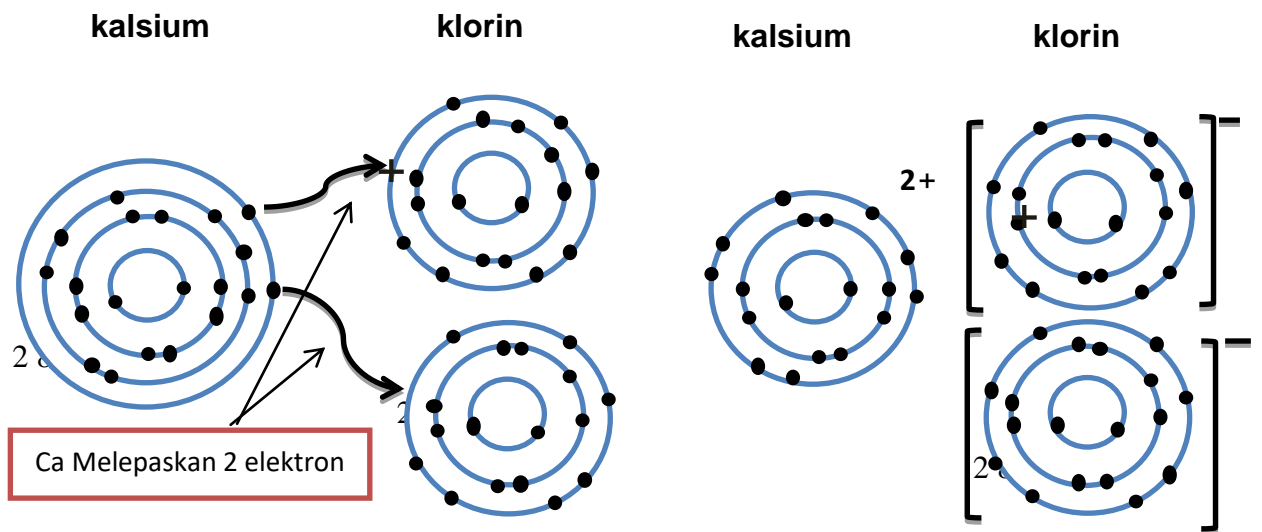
(Dokumen Pribadi)

Untuk membentuk konfigurasi elektron seperti gas mulia, dapat dilakukan dengan cara melepaskan atau menangkap elektron sehingga terbentuk ion positif atau ion negatif. Perhatikan reaksi pembentukan senyawa NaCl berikut.



1. Berapa jumlah elektron pada atom Na dan berapa kah jumlah elektron terluar pada ion Na^+ ?
2. Berapa jumlah elektron pada atom Cl dan berapa jumlah elektron terluar pada atom Cl^- ?
3. Bagaimana cara atom Na untuk mencapai kestabilan dan bagaimana cara atom Cl mencapai kestabilan?
4. Apa yang dapat anda amati dari reaksi pembentukan senyawa NaCl yang terdapat pada gambar 2 diatas ?
5. ikatan yang terdapat pada senyawa NaCl disebut dengan ikatan ion. Jadi, Apa yang disebut dengan ikatan ion tersebut?

Buatlah konfigurasi elektron dari pembentukan senyawa ion CaCl_2 di bawah ini!



Gambar 4. Proses Pembentukan Senyawa CaCl_2 (Dokumen Pribadi)

Perhatikan atom Ca:

1. Apa yang terjadi dengan atom Ca?
2. Berapa elektron yang dilepaskan oleh atom Ca ke atom Cl?

Perhatikan atom Cl:

1. Apa yang terjadi dengan atom Cl ?
2. Berapa elektron yang diserap oleh atom Cl ke atom Ca?
3. Apa yang terjadi antara atom Ca dan Cl?
4. Apakah atom Ca dan Cl sudah stabil?
5. apakah proses ikatan antara atom Mg dan O saling tarik-menarik?

Isilah Tabel 1 !

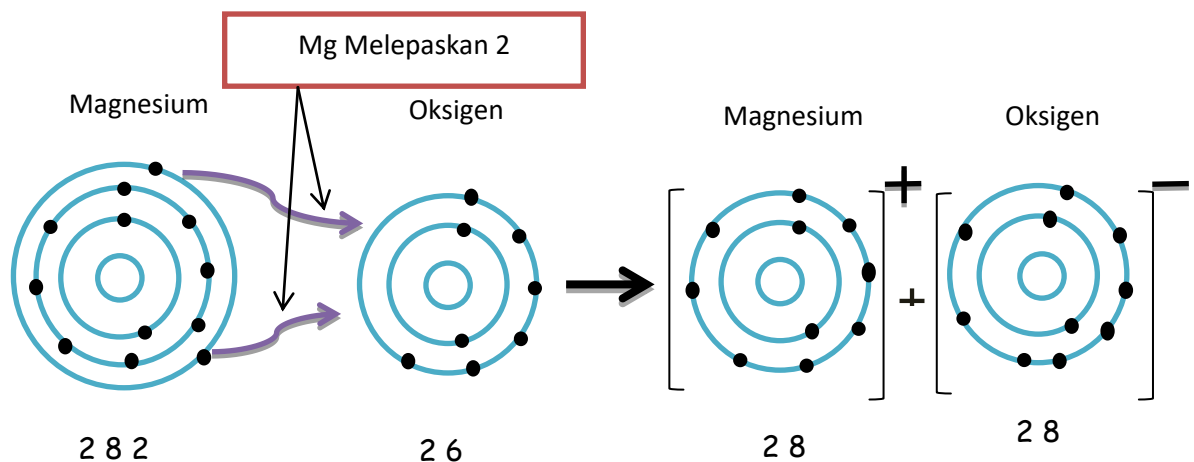
Tabel 1. Hubungan Nomor Atom, Elektron Valensi, dan Muatan Ion

No	Atom	No atom	Elektron valensi	Muatan ion
1	Na	11		
2	K	19		
3	Mg	12		
4	Cl	17		
5	Br	35		
6	Fe	26		

Berdasarkan Tabel 1 :

- Ikatan dan senyawa apa yang terbentuk dari ion atom Na dan ion atom Cl ?
Jelaskan jawaban anda.
- Ikatan dan senyawa apa yang terbentuk dari ion atom K dan ion atom Br ?
Jelaskan jawaban anda.
- Ikatan dan senyawa apa yang terbentuk dari ion atom Mg dan ion atom Br?
Jelaskan jawaban anda .
- Ikatan dan senyawa apa yang terbentuk dari ion atom Fe dan ion atom Cl ?
Jelaskan jawaban anda.

Perhatikan model pembentukan ikatan ion dari senyawa MgO di bawah ini!



Gambar 5. model pembentukan ikatan ion (dokumen pribadi)

Perhatikan atom Mg:

- Apa yang terjadi dengan atom Mg?
- Berapa elektron yang dilepaskan oleh atom Mg ke atom O?

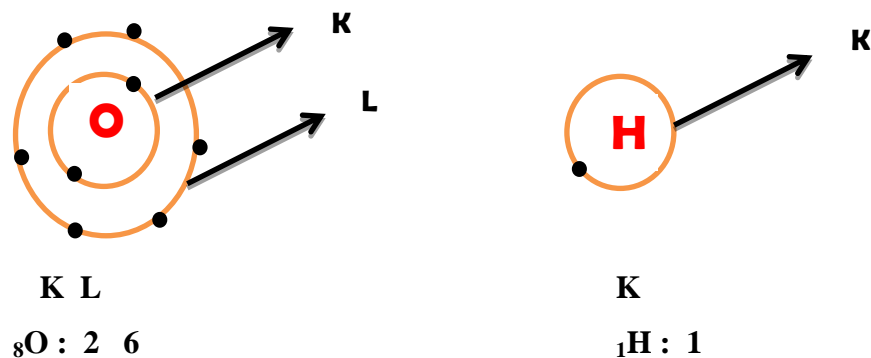
Perhatikan atom O:

- Apa yang terjadi dengan atom O?
- Berapa elektron yang diterima oleh atom O dari atom Mg?
- Apakah atom Mg dan O sudah stabil?
- Apa yang terjadi antara ion Mg^{2+} dan O^{2-} ?
- apakah proses ikatan antara atom Mg dan O saling tarik-menarik?
- ikatan apa yang terjadi antara ion Mg^{2+} dan O^{2-} ?

2. Ikatan Kovalen

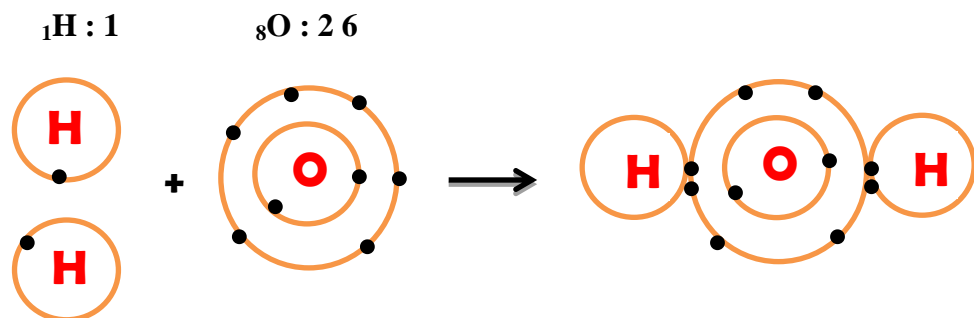
Berdasarkan tabel periodik, kita dapat mengetahui nomor atom H adalah 1 dan nomor atom O adalah 8. Berapakah elektron valensi atom H dan atom O tersebut?

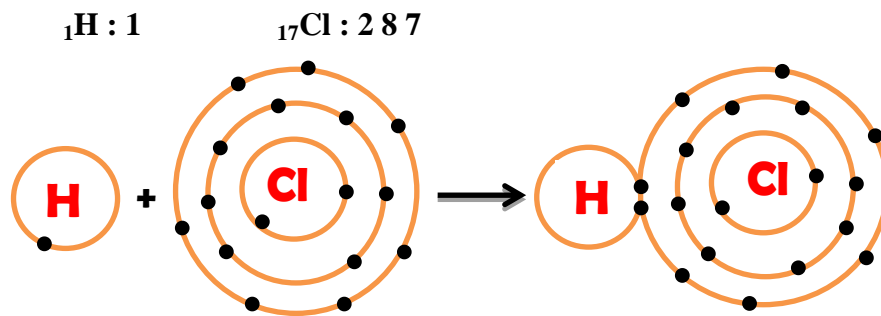
Perhatikan konfigurasi elektron dan struktur Lewis atom H dan atom O di bawah ini.



Perhatikan konfigurasi elektron ilustrasi pembentukan ikatan kovalen pada Gambar 6!

- 1) Dari senyawa H_2O , tuliskan konfigurasi elektron atom H dengan nomor atom 1 dan atom O dengan nomor atom 8!
- 2) Berapa elektron valensi atom H dan atom O?
- 3) Bagaimana cara atom H dan atom O agar menjadi stabil?
- 4) Pada reaksi pembentukan H_2O , atom apa sajakah yang menyumbangkan elektronnya?
- 5) Ikatan yang terjadi pada pembentukan H_2O disebut dengan ikatan kovalen. Apa yang dimaksud dengan ikatan kovalen?



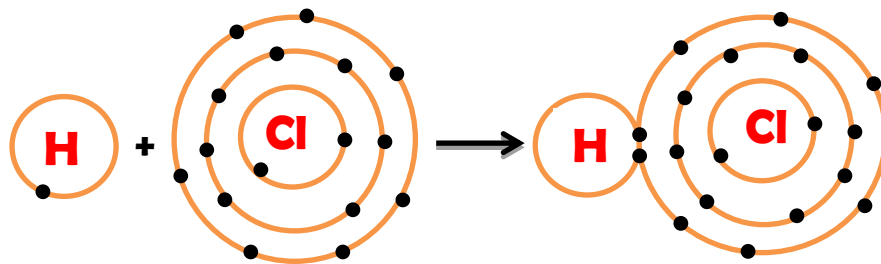


Gambar 6. Ilustrasi pembentukan ikatan kovalen (dokumen pribadi)

Jika diantara dua atom dalam molekul hanya ada sepasang elektron ikatan, maka ikatannya disebut sebagai *ikatan kovalen tunggal*. Jika ada dua pasang elektron ikatan maka disebut *ikatan kovalen rangkap dua*, dan jika ada tiga pasang elektron ikatan maka disebut dengan *ikatan kovalen rangkap tiga*.

a. Ikatan kovalen tunggal

Amati Gambar 7!

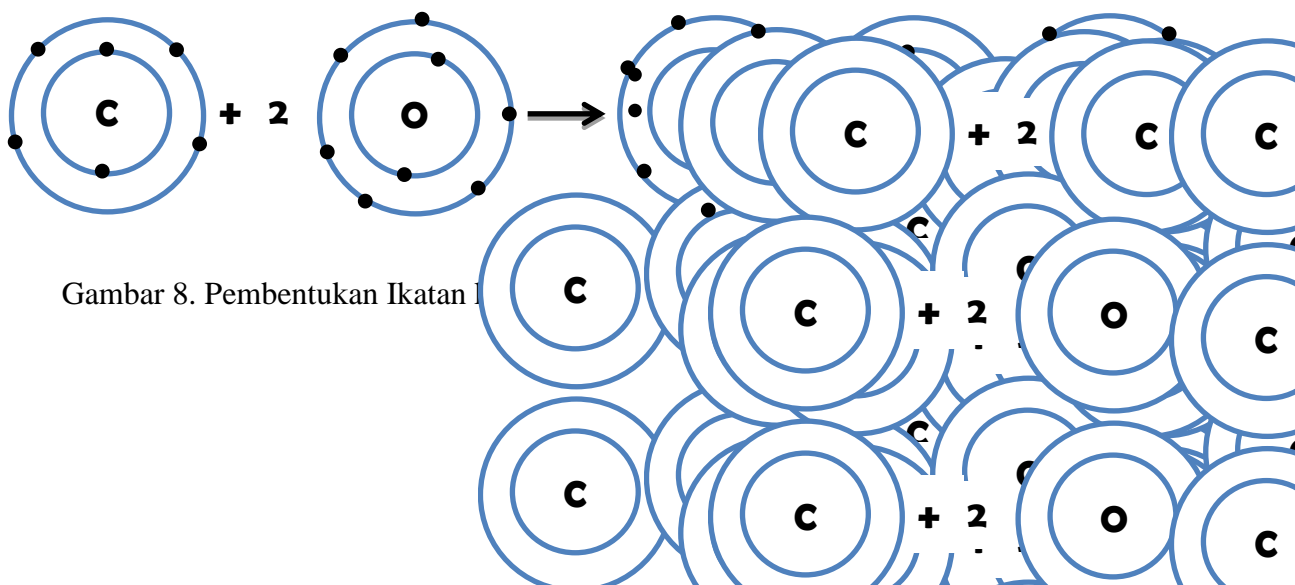


Gambar 7. ilustrasi pembentukan ikatan kovalen tunggal (Dokumen Pribadi)

1. berapa pasang jumlah elektron yang berikatan?
2. apa jenis ikatan kovalen yang terbentuk?

b. Ikatan kovalen rangkap dua

Amati Gambar 8 !

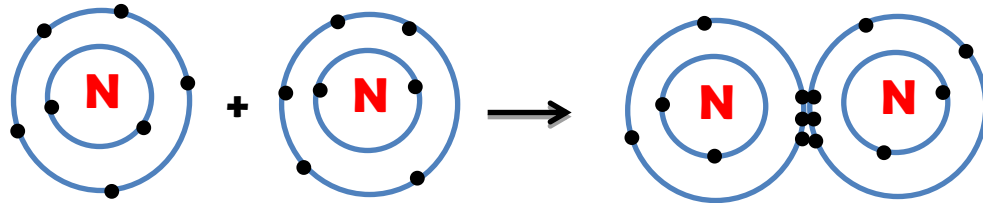


Gambar 8. Pembentukan Ikatan I

- 1) berapa pasang jumlah elektron yang berikatan?
- 2) apa jenis ikatan kovalen yang terbentuk?

c. Ikatan kovalen rangkap tiga

Amati Gambar 9 !



Gambar 9. Ilustrasi Pembentukan Ikatan Kovalen Rangkap Tiga (Dokumen Pribadi)

Berdasarkan Gambar 9, berapa pasang jumlah elektron yang berikatan, dan apa jenis ikatan kovalen yang terbentuk?

3. Struktur Lewis

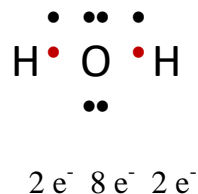
Semua atom memiliki konfigurasi elektron. Atom-atom tersebut dapat bergabung menjadi molekul. Kita akan mengetahui atom-atom dapat bergabung menjadi molekul ketika telah menuliskan konfigurasi elektronnya dan menentukan elektron valensinya. Elektron valensi merupakan elektron terluar dari suatu atom. Elektron-elektron valensi dari 2 atom atau lebih ini akan digunakan untuk membuat struktur Lewis. Struktur Lewis adalah penggambaran ikatan kovalen yang menggunakan lambang titik Lewis di mana pasangan elektron ikatan dinyatakan dengan satu garis atau sepasang titik yang diletakkan diantara kedua atom, dan pasangan elektron sunyi dinyatakan dengan titik-titik pada masing-masing atom. Struktur Lewis menggambarkan pembentukan atom-atom menjadi molekul. Pembentukan molekul tersebut mengilustrasikan **aturan oktet** yang dirumuskan oleh Lewis yaitu sebuah atom kecuali atom hidrogen, cenderung membentuk ikatan sampai atom itu dikelilingi oleh delapan elektron valensi (Tro, 2011).

Sebagai contoh:



Atom S dan atom Cl membentuk molekul SCl_2 dengan mengikuti aturan oktet dimana masing-masing atom dikelilingi oleh 8 elektron valensi.

Contoh lainnya :



Cara Menggambar Struktur Lewis untuk Molekul

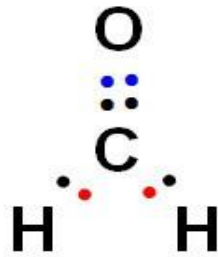
1. Hitung jumlah semua elektron valensi untuk setiap atom dalam molekul (selanjutnya dalam tulisan ini disebut total elektron valensi).
2. Hitung jumlah elektron valensi setiap atom dalam molekul jika atom-atom itu sesuai aturan oktet (selanjutnya dalam tulisan ini disebut total elektron oktet). Aturan oktet menyatakan bahwa semua atom harus memiliki delapan elektron valensi (kecuali untuk hidrogen, yang cukup dua saja, dan boron dengan enam elektron).
3. Hitung selisih jumlah elektron yang sesuai aturan oktet dengan jumlah elektron valensi nyatanya (hasil pada langkah 2 dikurangi hasil pada langkah 1). Selisih ini akan sama dengan jumlah elektron yang digunakan berikatan dalam molekul. (selanjutnya dalam tulisan ini disebut total elektron berikatan)
4. Bagilah jumlah elektron berikatan dengan angka dua: Ingat, karena setiap ikatan memiliki dua elektron, jumlah elektron yang digunakan bersama dua atom yang berikatan. Hasil bagi ini merupakan jumlah ikatan yang

akan digunakan dalam molekul. (selanjutnya dalam tulisan ini disebut jumlah ikatan)

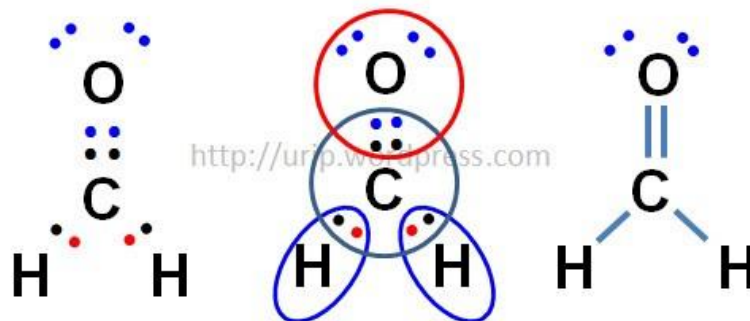
5. Gambarkan susunan atom untuk molekul dengan jumlah ikatan yang diperoleh pada langkah 4 di atas: Beberapa aturan berguna untuk diingat adalah ini:
 - 1) Hidrogen dan halogen: berikatan sekali.
 - 2) Golongan oksigen: berikatan dua kali.
 - 3) Golongan nitrogen: berikatan tiga kali. Begitu pula boron.
 - 4) Golongan karbon: berikatan empat kali.

Contoh penerapan untuk molekul CH_2O

- 1) Total elektron valensi adalah 12.
 - 2 elektron valensi H ($2 \text{ atom H} \times 1 \text{ elektron/atom} = 2 \text{ elektron}$)
 - 4 elektron valensi C ($1 \text{ atom C} \times 4 \text{ elektron/atom} = 4 \text{ elektron}$)
 - 6 elektron valensi O ($1 \text{ atom O} \times 6 \text{ elektron/atom} = 6 \text{ elektron}$)Jumlah elektron valensi pada $\text{CH}_2\text{O} = 2+4+6 = 12 \text{ elektron}$
- 2) Total elektron oktet semua atom dalam $\text{CH}_2\text{O} = 20$, diperoleh dari:
 - ($2 \text{ atom H} \times 2 \text{ elektron}$) + ($1 \text{ atom C} \times 8 \text{ elektron}$) + ($1 \text{ atom O} \times 8 \text{ elektron}$) = $4 + 8 + 8 = 20 \text{ elektron}$.
- 3) Total elektron berikatan sama dengan total elektron oktet dikurangi total elektron valensi, atau $20 - 12 = 8$.
- 4) Jumlah ikatan = total elektron berikatan dibagi dua, karena ada dua elektron per ikatan. Akibatnya, di CH_2O , jumlah ikatannya = 4. (Karena $8/2$ adalah 4).
- 5) Penggambaran struktur Lewis, tuliskan atom C di tengah dan atom lainnya (2 atom H dan 1 atom O) berada di sekeliling atom C. Cantumkan elektron berikatan (masing-masing 2 elektron setiap ikatan) di antara atom pusat (C) dengan atom yang ada disekitarnya, antara atom C dan O yang paling mungkin memiliki ikatan rangkap 2 (double bond). Lakukan hingga semua (dalam hal ini 8 elektron berikatan terpakai).



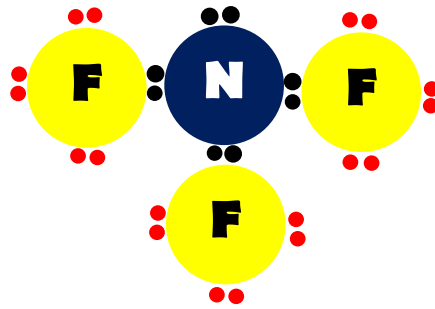
Jumlah pasangan elektron bebas = total elektron valensi (dari 1) dikurangi total elektron berikatan (dari 3), yang dalam contoh ini sama dengan $12 - 8$, atau 4. Melihat struktur CH_2O , dapat dilihat bahwa karbon sudah memiliki delapan elektron di sekitarnya. Oksigen, hanya memiliki empat elektron di sekitarnya (lihat gambar pada nomor 5 di atas). Untuk melengkapi gambar, masing-masing oksigen harus memiliki dua set pasangan elektron bebas, Tambahkan pasangan elektron bebas pada atom O sehingga aturan oktet terpenuhi. seperti dalam struktur Lewis berikut:



Gambar 10. Contoh Struktur Lewis

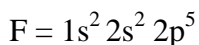
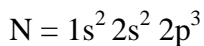
<https://urip.wordpress.com/2013/10/09/cara-mudah-menggambar-struktur-lewis-suatu-molekul/>

Catatan : Penulisan struktur Lewis molekul harus menggunakan lambang (•) bukan (x) atau (*) dan sebagainya.



Gambar 11. Struktru Lewis NF_3

Molekul NF_3 terdiri atas atom N dan F, dimana atom N merupakan atom pusat dan atom F merupakan atom yang mengelilingi atom pusat. Nomor atom N = 7 sedangkan F = 9 dengan konfigurasi elektron sebagai berikut :



Elektron valensi dapat ditentukan dari konfigurasi elektronnya. Elektron terluar dari konfigurasi elektron tersebut adalah elektron valensinya. Berarti elektron valensi N ialah 5 dan elektron valensi F ialah 7. Setelah itu, kita dapat menggambarkan struktur Lewisnya.

4. Ikatan Hidrogen

Jika hidrogen berikatan dengan unsur yang sangat elektronegatif seperti fluor, oksigen dan nitrogen, pasangan leketron yang dipakai bersama lebih tertarik ke arah unsur yang lebih elektronegatif sehingga unsur agak bermuatan negatif (delta negatif), dan atom hidrogen agak bermuatan positif (delta positif). Dalam hal ini, hidrogen dari molekul lain akan membentuk ikatan dengan atom yang elektronegatif, seperti atom H dari molekul HF akan berikatan dengan F dari molekul HF yang lain. Ikatan ini disebut dengan ikatan hidrogen. Contoh yang lain pada senyawa H_2O , NH_3 dan salisilaldehyd. Ikatan hidrogen terjadi antara dua molekul yang merupakan ikatan antar molekul, seperti ikatan antara H_2O . Jika ikatan tersebut terjadi dalam satu molekul disebut ikatan intramolekul, seperti pada salisilaldehyd.

Untuk lebih memahami materi ikatan kimia ini, lihatlah pada link video.

Rangkuman

Untuk mencapai kesabilan elektron valensi yang oktet dan duplet, ada dua cara yang dapat dilakukan. Cara yang pertama yaitu dengan melepas dan menangkap elektron. Jika suatu atom melepaskan elektron, terbentuk ion positif (kation), dan jika menangkap elektron terbentuk ion negatif (anion). Ikatan yang terjadi antara ion positif dan negatif disebut ikatan ion. Cara yang kedua yaitu dengan memakai bersama pasangan elektron. Pemakaian bersama pasangan elektron ini menghasilkan ikatan kovalen. Jika terjadi pemakaian bersama sepasang elektron dihasilkan ikatan kovalen tunggal, jika dua pasang elektron dipakai bersama dihasilkan ikatan kovalen rangkap dua dan jika tiga pasang elektron yang dipakai bersama terbentuklah ikatan rangkap tiga. Bentuk molekul dapat diramalkan dengan menentukan jumlah elektron disekitar atom pusat dengan dasar teori VSEPR.

(Untuk lebih jelasnya bacalah buku Brady halaman 182 -194)

Daftar Pustaka

Brady, E. James. 1999, *Kimia Universitas dan Struktur*. Jakarta: Binarupa Aksara

Syukri, S. 1999. *Kimia Dasar Jilid 1*. Bandung. Penerbit ITB

Tro, Nivaldo, J. 2011. *Introduction Chemistry, Fourth Edition*. Boston USA :
Prentice Hall

Silberbeg, Martin S. 2009. *Chemistry The Molecular of Matter and Change*. New
York : Mc. Graw Hill