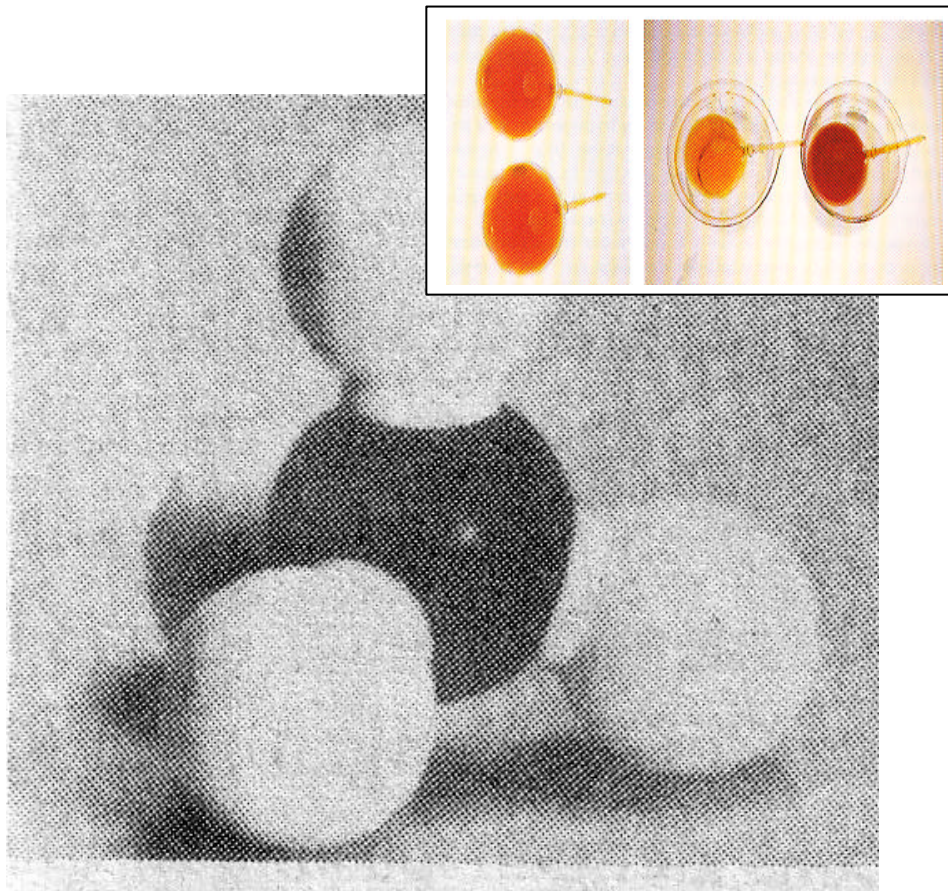


Kode KIM. 05

Ikatan Kimia



BAGIAN PROYEK PENGEMBANGAN KURIKULUM
DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL

2004

Kode KIM. 05

Ikatan Kimia

Penyusun

Drs. Bambang Sugiarto, M. Pd.

Editor

Dra. Utiyah Azizah, MPd.

**BAGIAN PROYEK PENGEMBANGAN KURIKULUM
DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
2004**

Kata Pengantar

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas karunia dan hidayah-Nya, kami dapat menyusun bahan ajar modul manual untuk SMK Bidang Adaptif, yakni mata pelajaran Fisika, Kimia dan Matematika. Modul yang disusun ini menggunakan pendekatan pembelajaran berdasarkan kompetensi, sebagai konsekuensi logis dari Kurikulum SMK Edisi 2004 yang menggunakan pendekatan kompetensi (*CBT: Competency Based Training*).

Sumber dan bahan ajar pokok Kurikulum SMK Edisi 2004 adalah modul, baik modul manual maupun interaktif dengan mengacu pada Standar Kompetensi Nasional (SKN) atau standarisasi pada dunia kerja dan industri. Dengan modul ini, diharapkan digunakan sebagai sumber belajar pokok oleh peserta diklat untuk mencapai kompetensi kerja standar yang diharapkan dunia kerja dan industri.

Modul ini disusun melalui beberapa tahapan proses, yakni mulai dari penyiapan materi modul, penyusunan naskah secara tertulis, kemudian disetting dengan bantuan alat-alat komputer, serta divalidasi dan diujicobakan empirik secara terbatas. Validasi dilakukan dengan teknik telaah ahli (*expert-judgment*), sementara ujicoba empirik dilakukan pada beberapa peserta diklat SMK. Harapannya, modul yang telah disusun ini merupakan bahan dan sumber belajar yang berbobot untuk membekali peserta diklat kompetensi kerja yang diharapkan. Namun demikian, karena dinamika perubahan sains dan teknologi di industri begitu cepat terjadi, maka modul ini masih akan selalu dimintakan masukan untuk bahan perbaikan atau direvisi agar supaya selalu relevan dengan kondisi lapangan.

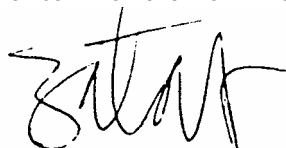
Pekerjaan berat ini dapat terselesaikan, tentu dengan banyaknya dukungan dan bantuan dari berbagai pihak yang perlu diberikan penghargaan dan ucapan terima kasih. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini tidak berlebihan bilamana disampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang

sebesar-besarnya kepada berbagai pihak, terutama tim penyusun modul (penulis, editor, tenaga komputerisasi modul, tenaga ahli desain grafis) atas dedikasi, pengorbanan waktu, tenaga, dan pikiran untuk menyelesaikan penyusunan modul ini.

Kami mengharapkan saran dan kritik dari para pakar di bidang psikologi, praktisi dunia usaha dan industri, dan pakar akademik sebagai bahan untuk melakukan peningkatan kualitas modul. Diharapkan para pemakai berpegang pada azas keterlaksanaan, kesesuaian dan fleksibilitas, dengan mengacu pada perkembangan IPTEK pada dunia usaha dan industri dan potensi SMK dan dukungan dunia usaha industri dalam rangka membekali kompetensi yang terstandar pada peserta diklat.

Demikian, semoga modul ini dapat bermanfaat bagi kita semua, khususnya peserta diklat SMK Bidang Adaptif untuk mata pelajaran Matematika, Fisika, Kimia, atau praktisi yang sedang mengembangkan modul pembelajaran untuk SMK.

Jakarta, Desember 2004
a. n. Direktur Jenderal Pendidikan
Dasar dan Menengah
Direktur Pendidikan Menengah Kejuruan,



Dr. Ir. Gatot Hari Priowirjanto, M. Sc.
NIP 130 675 814

Kata Pengantar

Syukur Alhamdulillah modul ini telah terselesaikan tepat pada waktunya. Modul ini disusun sedemikian, sehingga diharapkan para pemakai dapat dengan mudah menggunakan. Beberapa gambar dan contoh sengaja diberikan agar para siswa Sekolah Menengah Kejuruan dapat memahami isinya.

Dalam modul Ikatan Kimia ini akan dipelajari ikatan ion, ikatan kovalen, ikatan kovalen koordinasi, ikatan logam dan tata namasenyawa kimia. Dengan mempelajari materi tersebut diharapkan para siswa dapat memiliki modal untuk dapat mempelajari materi selanjutnya.

Mudah-mudahan modul ini bermanfaat dan para siswa dapat memperoleh kompetensi seperti yang diharapkan oleh kurikulum.

Surabaya, Desember 2004

Penyusun

Bambang Sugiarto

Daftar Isi

📖	Halaman Sampul	i
📖	Halaman Francis	ii
📖	Kata Pengantar	iii
📖	Kata Pengantar	v
📖	Daftar Isi	vi
📖	Peta Kedudukan Modul.....	viii
📖	Daftar Judul Modul	ix
📖	Glosary	x

I. PENDAHULUAN

A. Deskripsi	1
B. Prasyarat	1
C. Petunjuk Penggunaan Modul.....	1
D. Tujuan Akhir	2
E. Kompetensi.....	3
F. Cek Kemampuan	5

II. PEMBELAJARAN

A. Rencana Belajar Peserta Diklat	6
B. Kegiatan Belajar	7
1. Kegiatan Belajar 1.....	7
a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran	7
b. Uraian Materi.....	8
c. Rangkuman.....	34
d. Tugas	35
e. Tes Formatif.....	38
f. Kunci Jawaban.....	39

III. EVALUASI

A. Tes tertulis	41
-----------------------	----

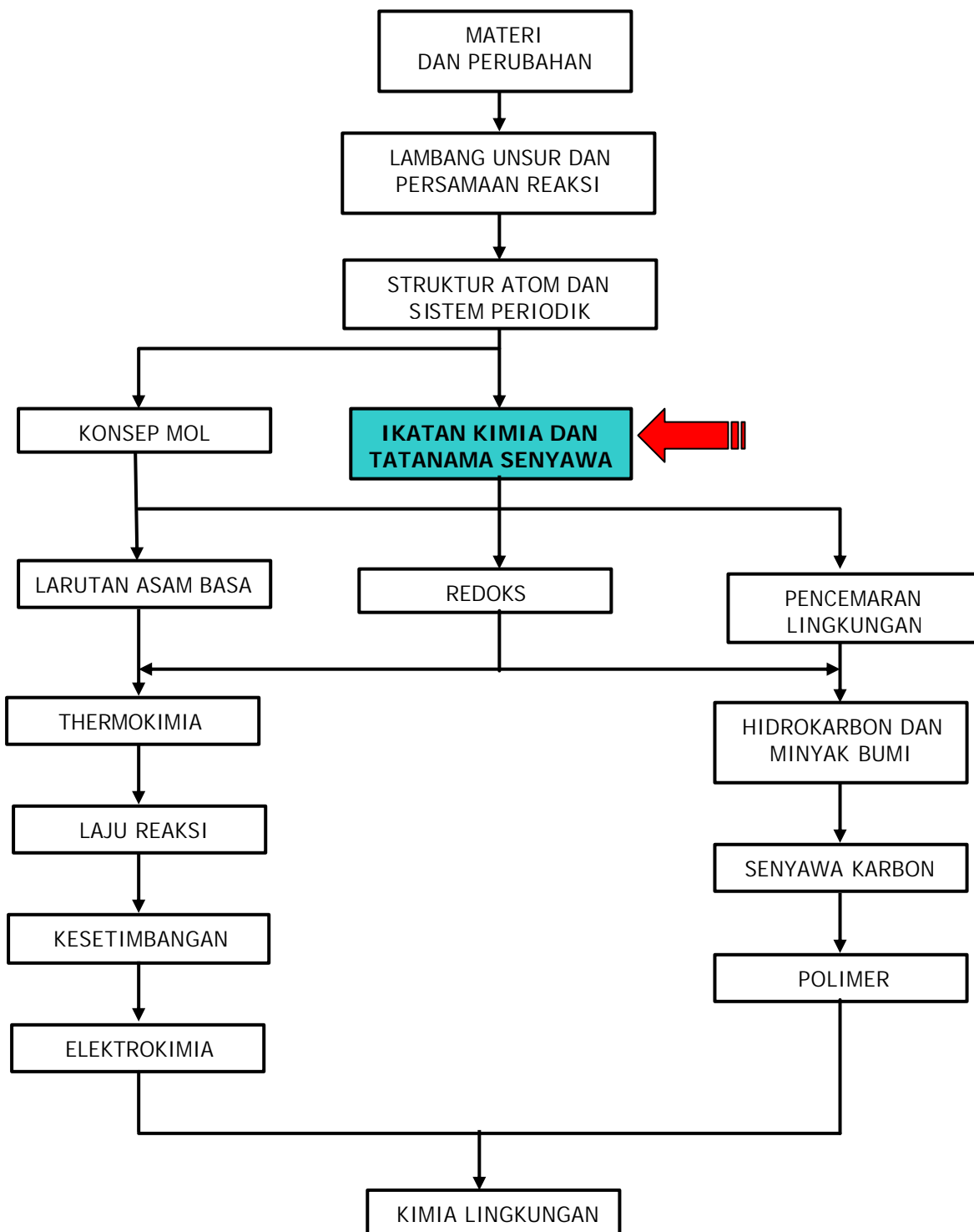
KUNCI JAWABAN

A. Tes tertulis	43
-----------------------	----

KRITERIAN PENILAIAN.....

IV. PENUTUP	46
DAFTAR PUSTAKA	47

Peta Kedudukan Modul



Daftar Judul Modul

No.	Kode Modul	Judul Modul
1	KIM. 01	Materi dan Perubahannya
2	KIM. 02	Lambang Unsur dan Persamaan Reaksi
3	KIM. 03	Struktur Atom dan Sistem Periodik Unsur
4	KIM. 04	Konsep Mol
5	KIM. 05	Ikatan Kimia
6	KIM. 06	Larutan Asam Basa
7	KIM. 07	Reaksi Oksidasi dan Reduksi
8	KIM. 08	Pencemaran Lingkungan
9	KIM. 09	Termokimia
10	KIM. 10	Laju Reaksi
11	KIM. 11	Keseimbangan Kimia
12	KIM. 12	Elektrokimia
13	KIM. 13	Hidrokarbon dan Minyak Bumi
14	KIM. 14	Senyawa Karbon
15	KIM. 15	Polimer
16	KIM. 16	Kimia Lingkungan

Glossary

Istilah	Keterangan
Elektron valensi	Elektron yang berada pada kulit terluar suatu atom.
Oktet	Elektron valensi yang banyaknya 8 elektron. (Semua gas mulia mempunyai elektron valensi 8 elektron, kecuali helium memiliki 2 elektron, <i>duplet</i>).
Rumus elektron Lewis	Penulisan elektron terluar suatu atom menggunakan tanda titik.
Kation	Suatu atom yang melepaskan elektron terluarnya sehingga atom tersebut menjadi ion yang bermuatan listrik positif.
Anion	Suatu atom yang menerima tambahan elektron sehingga atom tersebut menjadi ion yang bermuatan negatif.
Ikatan ion	Ikatan yang terjadi pada senyawa ionik dengan cara serah terima elektron dari masing-masing atom yang bergabung. Atau terjadinya suatu senyawa ionik akibat adanya gaya tarik-menarik antara kation dengan anion.
Ikatan kovalen	Ikatan yang terjadi pada senyawa kovalen dengan cara menggunakan pasangan elektron secara bersama-sama oleh atom-atom yang berikatan.
Ikatan kovalen koordinasi	Ikatan kovalen yang terjadi bila pasangan elektron yang digunakan secara bersama berasal dari salah satu atom.
Senyawa polar	Senyawa yang terbentuk dari atom-atom unsur yang berbeda keelektronegatifannya, sehingga mempunyai momen dipol lebih dari nol.
Senyawa non polar	Senyawa yang terbentuk dari atom-atom unsur yang keelektronegatifannya sama atau senyawa yang mempunyai momen dipol nol.
Teori lautan elektron	Teori atom tentang logam yang mana logam sebagai suatu kristal terdiri dari ion-ion positif logam dan sejumlah elektron yang bergerak bebas dalam ruang antara. Elektron-elektron valensi logam tidak terikat erat, sehingga relatif bebas bergerak.

BAB I. PENDAHULUAN

A. Deskripsi

Dalam modul ini Anda akan mempelajari beberapa jenis ikatan kimia, yaitu ikatan ion, ikatan kovalen, ikatan kovalen koordinasi, dan ikatan logam. Di samping itu Anda juga akan dapat mengetahui berbagai cara bagaimana menentukan bentuk molekul suatu senyawa kovalen, serta kepolarannya.

Pada akhir modul ini Anda juga akan dapat menentukan rumus suatu molekul beserta namanya bila ditunjukkan atom-atom pembentuknya beserta bilangan oksidasinya.

B. Prasyarat

Sebelum Anda mempelajari modul ini dengan materi Ikatan Kimia, Anda harus telah menguasai materi Teori Atom. Di samping itu Anda juga sudah harus menguasai materi Sistem Periodik, karena kedua materi tersebut amat diperlukan untuk dapat memahami modul ini.

C. Petunjuk Penggunaan Modul

1. Pelajari daftar isi serta skema kedudukan modul dengan cermat dan teliti, karena dalam skema modul akan tampak kedudukan modul yang sedang Anda pelajari ini di antara modul-modul lainnya.
2. Pahami setiap materi yang akan menunjang penguasaan Anda dengan membaca secara teliti. Kerjakan tes formatif dan evaluasi sebagai sarana latihan Anda.
3. Jawablah tes formatif dengan jawaban singkat dan jelas, serta kerjakan sesuai dengan kemampuan Anda setelah mempelajari modul ini.
4. Bila terdapat penugasan, kerjakan tugas tersebut dengan baik dan jika dirasa perlu konsultasikan dengan guru/instrukturt.

5. Catatlah kesulitan yang Anda temui dalam modul ini dan tanyakan kepada guru/instruktur pada saat kegiatan tatap muka. Bacalah referensi yang berhubungan dengan materi modul ini agar Anda mendapatkan pengetahuan tambahan.

D. Tujuan Akhir

Setelah mempelajari modul ini diharapkan Anda dapat:

1. Menjelaskan kecenderungan suatu unsur untuk mencapai kestabilannya dengan cara berikatan dengan unsur lain.
2. Menggambarkan susunan elektron valensi atom gas mulia (duplet dan oktet) dan elektron valensi bukan gas mulia.
3. Menjelaskan proses terjadinya ikatan ion dan contoh senyawanya.
4. Membandingkan proses terbentuknya ikatan kovalen tunggal, rangkap dua, dan rangkap tiga serta contoh senyawanya.
5. Menjelaskan kepolaran ikatan dan hubungannya dengan keelektronegatifan.
6. Meramalkan bentuk molekul berdasarkan teori domain elektron.
7. Menjelaskan pengaruh bentuk molekul terhadap kepolaran molekul.
8. Menyelidiki kepolaran beberapa senyawa.
9. Menjelaskan proses terbentuknya ikatan koordinasi pada beberapa contoh senyawa sederhana.
10. Memprediksi jenis-jenis ikatan yang terjadi pada berbagai senyawa.
11. Membandingkan sifat fisis senyawa ion dengan senyawa kovalen.
12. Menjelaskan proses pembentukan ikatan logam dan hubungannya dengan sifat fisis logam.
13. Memberikan rumus molekul beserta namanya.

E. Kompetensi

Kompetensi : IKATAN KIMIA
Program Keahlian : Program Adaptif
Matadiklat/Kode : KIMIA/KIM. 05
Durasi Pembelajaran : 16 jam @ 45 menit

SUB KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA	LINGKUP BELAJAR	Article I. MATERI POKOK PEMBELAJARAN		
			SIKAP	PENGETAHUAN	KETERAMPILAN
1. Mendeskripsikan terjadinya ikatan ion	? Konfigurasi elektron gas mulia dan bukan gas mulia digambarkan sesuai ketentuan. ? Terjadinya pembentukan ikatan ion dijelaskan sesuai teori oktet dan duplet.	? Teori duplet dan oktet. ? Pembentukan ion positif dan negatif. ? Pembentukan ikatan ion.	? Aktif memberikan contoh senyawa-senyawa yang berikatan ion.	? Pejelasan konfigurasi elektron gas mulia. ? Penjelasan teori oktet dan duplet. ? Penjelasan pembentukan ion. ? Penjelasan pembentukan ikatan ion.	? Menghubungkan berbagai jenis senyawa dengan ikatan ion.

<p>2. Mendeskripsikan terjadinya ikatan kovalen</p>	<p>? Terbentuknya ikatan kovalen tunggal, rangkap dua dan rangkap tiga dibandingkan berdasarkan jumlah pasangan elektron yang digunakan berikatan. ? Kepolaran ikatan kovalen dijelaskan sesuai dengan keelektronegatifan. ? Terbentuknya ikatan kovalen koordinasi dijelaskan berdasarkan contoh senyawa sederhana.</p>	<p>? Struktur Lewis. ? Ikatan kovalen tunggal dan rangkap dua, tiga. ? Ikatan kovalen polar dan non polar. ? Ikatan kovalen koordinasi.</p>	<p>? Cermat menunjukkan senyawa-senyawa yang berikatan kovalen.</p>	<p>? Penjelasan tentang struktur Lewis. ? Pengertian ikatan kovalen. ? Penjelasan keelektronegatifan.</p>	<p>? Menghubungkan berbagai jenis senyawa dengan ikatan kovalen.</p>
-----------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------

F. Cek Kemampuan

1. Apakah semua atom unsur-unsur bersifat stabil?
2. Bagaimanakah cara atom mencapai kestabilan?
3. Jelaskan apa yang dimaksud dengan ikatan ion, ikatan kovalen, ikatan kovalen koordinasi.
4. Mengapa tetesan air dapat ditarik oleh medan magnet, sedang tetesan bensin tidak?
5. Mengapa logam dapat dibengkokkan dan diulur, sedangkan kapur tidak dapat?

B. KEGIATAN BELAJAR

1. Kegiatan Belajar 1

a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran

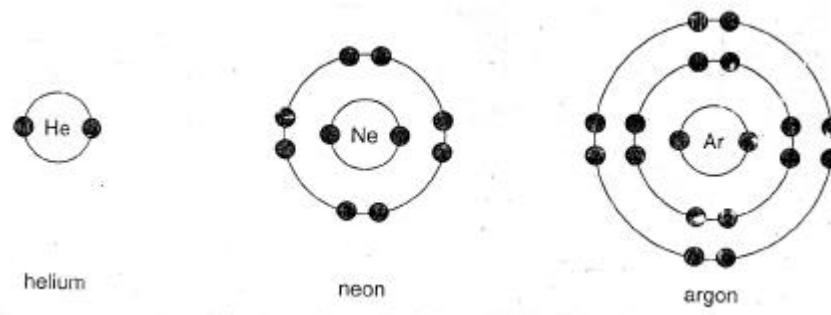
Setelah mempelajari kegiatan ini, diharapkan Anda mampu:

1. Menjelaskan kecenderungan suatu unsur untuk mencapai kestabilannya dengan cara berikatan dengan unsur lain.
2. Menggambarkan susunan elektron valensi atom gas mulia (duplet dan oktet) dan elektron valensi bukan gas mulia.
3. Menjelaskan proses terjadinya ikatan ion dan contoh senyawanya.
4. Membandingkan proses terbentuknya ikatan kovalen tunggal, rangkap dua, dan rangkap tiga serta contoh senyawanya.
5. Menjelaskan kepolaran ikatan dan hubungannya dengan keelektronegatifan.
6. Meramalkan bentuk molekul berdasarkan teori domain elektron.
7. Menjelaskan pengaruh bentuk molekul terhadap kepolaran molekul.
8. Menyelidiki kepolaran beberapa senyawa.
9. Menjelaskan proses terbentuknya ikatan koordinasi pada beberapa contoh senyawa sederhana.
10. Memprediksi jenis-jenis ikatan yang terjadi pada berbagai senyawa.
11. Membandingkan sifat fisis senyawa ion dengan senyawa kovalen.
12. Menjelaskan proses pembentukan ikatan logam dan hubungannya dengan sifat fisis logam.
13. Menentukan rumus molekul dan namanya.

b. Uraian Materi

KONFIGURASI ELEKTRON YANG STABIL

Hampir semua atom membentuk ikatan dengan atom-atom lain. Tetapi ada enam unsur lain yang tidak bersifat demikian, yaitu unsur-unsur gas mulia yang terdiri dari: helium (${}_{2}\text{He}$), neon (${}_{10}\text{Ne}$), argon (${}_{18}\text{Ar}$), krypton (${}_{36}\text{Kr}$), xenon (${}_{54}\text{Xe}$), dan radon (${}_{86}\text{Rn}$). Unsur-unsur gas mulia hampir tidak membentuk ikatan dengan atom lain dan karena tidak reaktifnya maka sering disebut **gas inert**. Gas mulia yang paling dikenal adalah helium, neon, dan argon dengan struktur elektron (disebut *rumus titik elektron Lewis*) sebagai berikut.



Gambar 1. Struktur Elektron Helium, Neon, dan Argon

Kecuali helium yang memiliki 2 elektron (*duplet*), semua gas mulia memiliki 8 elektron (*oktet*) pada kulit terluarnya. Susunan yang demikian menurut **Kossel** dan **Lewis** sangat stabil, sehingga atom-atom gas mulia tidak menerima elektron ataupun melepaskan elektron terluarnya. Hal inilah yang menyebabkan mengapa gas mulia sangat stabil.

Tabel 1. Konfigurasi elektron gas mulia

Lambang Unsur	Jumlah Elektron Pada Kulit					Elektron Valensi
	K	L	M	N	O	
${}^2\text{He}$	2					2
${}^{10}\text{Ne}$	2	8				8
${}^{18}\text{Ar}$	2	8	8			8
${}^{36}\text{Kr}$	2	8	18	8		8
${}^{54}\text{Xe}$	2	8	18	18		8
	8					

Atom-atom lain agar stabil berusaha memiliki konfigurasi elektron seperti gas mulia. Kecenderungan ini bisa terjadi dengan membentuk ikatan kimia antar atom yang satu dengan atom lainnya. Cara untuk mencapai hal itu adalah:

a. Melepaskan elektron terluarnya sehingga terjadi ion positif (kation).

Misalnya, atom Na yang tidak stabil melepaskan satu elektron valensinya menjadi ion Na^+ dengan konfigurasi elektron seperti neon.



Atom ${}_{11}\text{Na}$ (2. 8. 1)

Ion ${}_{11}\text{Na}^+$ 2. 8

Gambar 2. Perubahan Struktur Elektron Atom Na menjadi Ion Na^+

b. Menerima tambahan elektron dari atom lain sehingga terjadi ion negatif (anion).

Misalnya, atom Cl yang tidak stabil menerima tambahan satu elektron, sehingga menjadi ion Cl^- dengan konfigurasi elektron seperti argon.



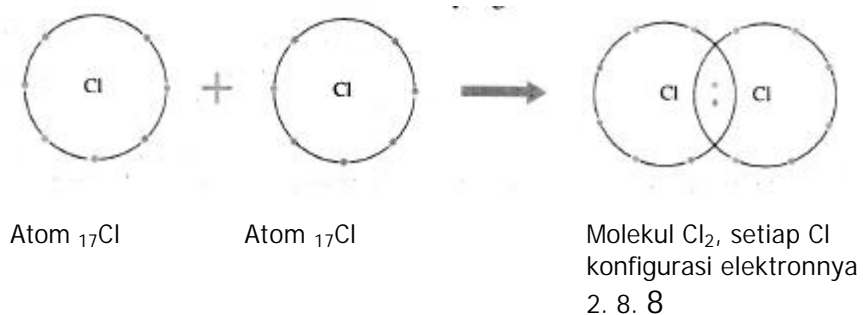
Atom ${}_{17}\text{Cl}$ (2. 8. 7)

Ion ${}_{17}\text{Cl}^-$ 2. 8. 8

Gambar 3. Perubahan Struktur Elektron Atom Cl menjadi Ion Cl^- Serah terima elektron yang terjadi dari penggabungan kedua cara di atas disebut **ikatan ion**.

c. *Menggunakan pasangan elektron secara bersama-sama oleh atom-atom yang berikatan.*

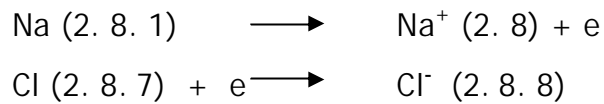
Atom ${}_{17}\text{Cl}$ (2. 8. 7) yang tidak stabil bisa menjadi stabil dengan cara menggunakan bersama satu pasang elektron dengan atom klor yang lain sehingga terbentuk molekul fluor, F_2 . Dengan demikian masing-masing atom akan memiliki konfigurasi elektron yang stabil seperti gas mulia argon (2. 8. 8). Pembentukan molekul dengan cara ketiga ini disebut **ikatan kovalen**.



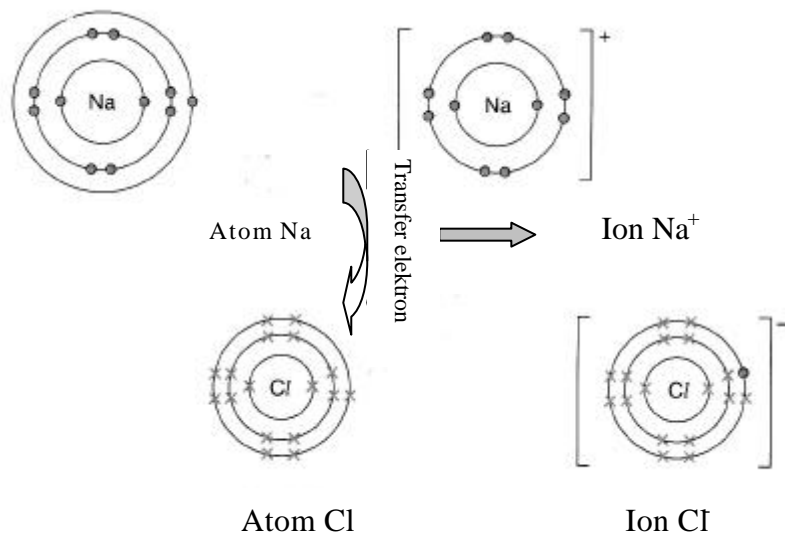
Gambar 4. Perubahan Struktur Elektron Atom Cl menjadi Molekul Cl_2

IKATAN ION

Garam dapur yang disebut natrium klorida, NaCl merupakan contoh yang mudah untuk memahami terjadinya ikatan ion. Disini terjadi serah terima elektron, yaitu atom natrium melepaskan sebuah elektron valensinya sehingga terjadi ion natrium, Na^+ dan elektron ini diterima oleh atom klor sehingga terjadi ion klorida, Cl^- .

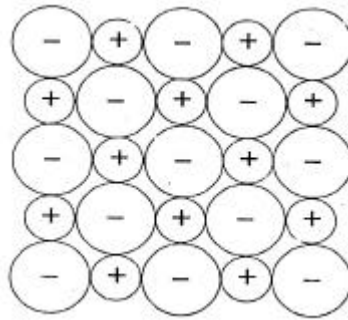


Selanjutnya ion klorida dan ion natrium saling tarik menarik dengan gaya elektrostatis sehingga terjadi ikatan ion. Terbentuklah natrium klorida, NaCl.



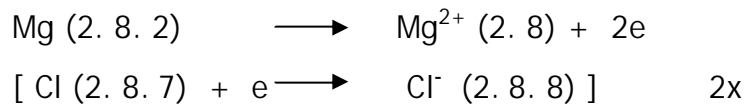
Gambar 5. Serah Terima Elektron Pada Pembentukan Natrium Klorida, NaCl

Secara sederhana kristal NaCl digambarkan seperti berikut.

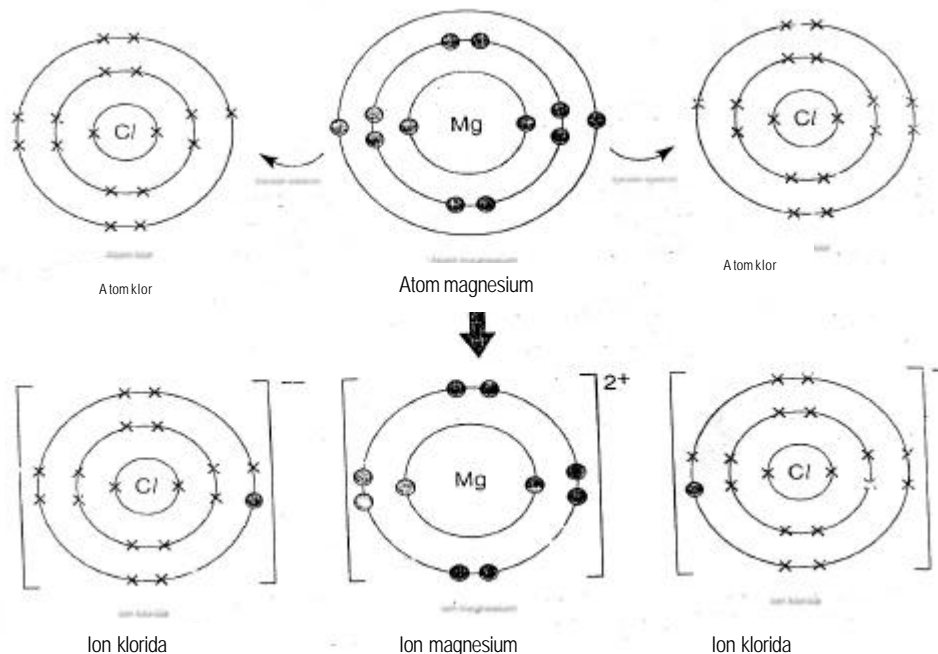


Gambar 6. Susunan Ion dalam Kristal Natrium Klorida, NaCl

Mari kita perhatikan magnesium klorida, $MgCl_2$. Setiap atom logam magnesium melepaskan dua elektron pada kulit terluarnya membentuk ion Mg^{2+} . Dua elektron ini diserahkan kepada dua atom non-logam klor sehingga terbentuk dua ion klorida, Cl^- .

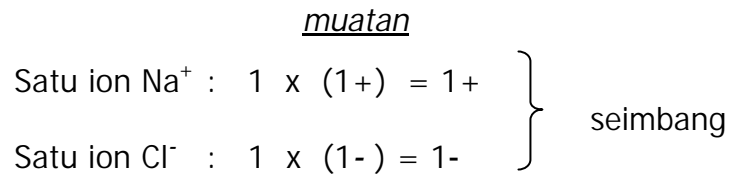


Ion-ion magnesium dan klorida melakukan tarik-menarik dengan gaya elektrostatis sehingga terbentuk $MgCl_2$. Lihat gambar 7 berikut.

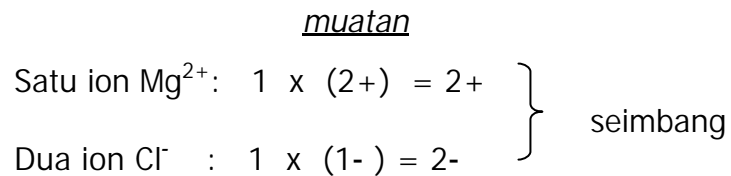


Gambar 7. Ikatan Ion yang terbentuk pada Magnesium Klorida, $MgCl_2$

Senyawa-senyawa seperti NaCl dan MgCl₂ yang berupa padatan terbentuk melalui ikatan ion disebut **senyawa ionik**. Ikatan ion terjadi antara atom-atom logam dengan non-logam. Dalam ikatan ion jumlah elektron yang dilepas logam sama dengan jumlah elektron yang diterima oleh non-logam.

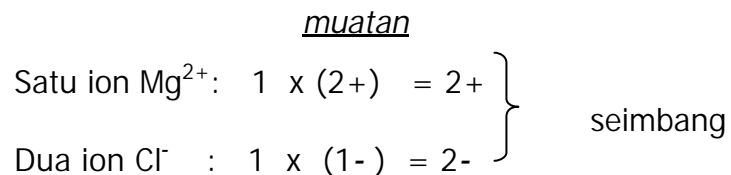


Jadi rumus natrium klorida adalah Na₁Cl₁, tetapi sering ditulis sebagai NaCl



Rumus magnesium klorida adalah Mg₁Cl₂, tetapi sering ditulis sebagai MgCl₂

Aluminium oksida yang mengandung ion Al³⁺ dan ion O²⁻, muatannya menjadi seimbang jika dua ion Al³⁺ berikatan dengan tiga ion O²⁻.



Rumus aluminium oksida adalah Al₂O₃.

Dengan cara yang sama berlaku pula untuk ion yang lebih kompleks, misalnya kalsium nitrat yang dibentuk dari ion Ca²⁺ dan ion NO₃⁻. Muatan kedua ion ini akan seimbang jika satu ion Ca²⁺ berikat-an dengan dua ion NO₃⁻. Jadi rumus kalsium nitrat adalah Ca(NO₃)₂.

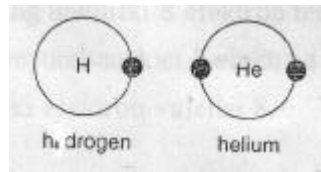
- ? Atom-atom membentuk ikatan ion melalui serah terima elektron. Atom yang melepas elektron membentuk ion positif (*kation*), atom yang menerima elektron membentuk ion negatif (*anion*).
- ? Ion-ion memiliki konfigurasi elektron seperti gas mulia.
- ? Ikatan ion merupakan gaya tarik menarik elektrostatis antara ion positif dengan ion negatif.
- ? Ikatan ion terbentuk dari atom logam dengan atom non-logam.
- ? Dalam senyawa ion banyaknya muatan positif dan muatan negatif adalah seimbang.

IKATAN KOVALEN

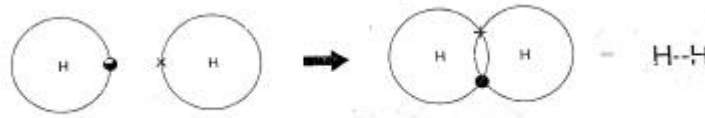
Zat-zat lain di sekitar kita berupa molekul-molekul gas, cair, dan ada beberapa zat berupa padatan tersusun atas atom-atom yang menggunakan ikatan kovalen. Atom-atom yang sama atau hampir sama keelektronegatifannya cenderung membentuk ikatan kovalen dengan menggunakan pasangan elektron bersama. Hampir semua senyawa kovalen terbentuk dari atom-atom non-logam. Dua atom non-logam saling menyumbangkan elektron sehingga tersedia satu atau lebih *pasangan elektron* yang dijadikan *milik bersama*. Senyawa yang berikatan kovalen juga disebut **senyawa kovalen**.

Atom hidrogen memiliki sebuah elektron pada kulit pertamanya, agar konfigurasi elektronnya penuh seperti gas mulia helium maka hidrogen memerlukan satu elektron lagi (gambar 8). Gas hidrogen yang merupakan molekul H₂ terdiri dari dua atom hidrogen yang saling menyumbangkan elektronnya sehingga masing-masing atom hidrogen memiliki konfigurasi elektron yang stabil. Jika kita perhatikan gambar 8, elektron pada atom pertama diberi tanda titik kecil dan atom lainnya

dengan titik besar. Pasangan elektron yang membentuk ikatan kovalen ditandai oleh garis penghubung (-).

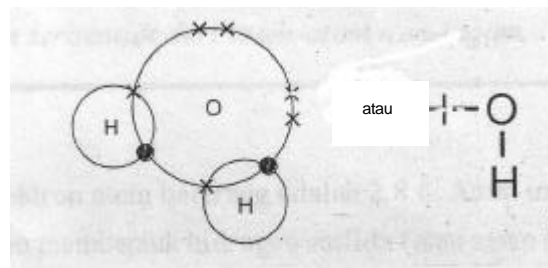


Gambar 8. Konfigurasi Elektron Hidrogen dan Helium



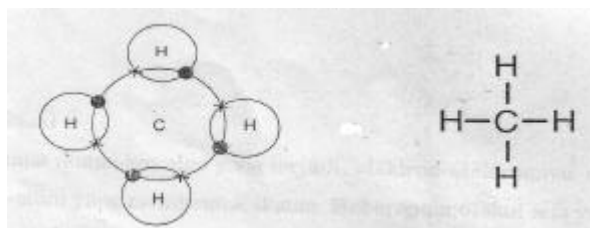
Gambar 9. Ikatan Kovalen antara Dua Atom Hidrogen

Air mengandung molekul H_2O . Atom oksigen yang mempunyai 6 elektron valensi membutuhkan 2 elektron lagi agar seperti gas mulia. Kedua elektron itu diperoleh dari dua atom hidrogen. Jadi atom oksigen dapat membentuk dua ikatan kovalen dalam molekul H_2O .



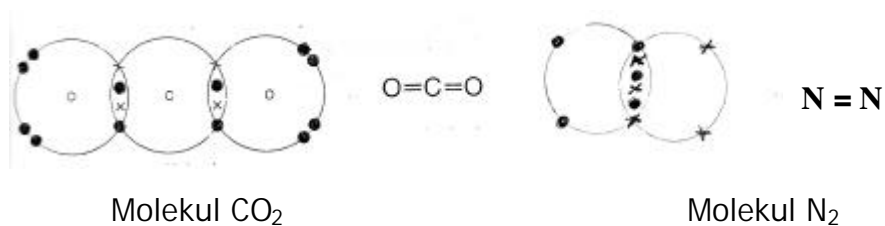
Gambar 10. Dua ikatan kovalen dalam molekul air.

Pembentukan molekul metana, CH_4 dapat kita ikuti pada gambar 11. Atom karbon dengan konfigurasi elektron 2. 4 memerlukan 4 elektron tambahan agar seperti gas mulia neon, sehingga karbon membentuk 4 ikatan kovalen.



Gambar 11. Metana yang memiliki Empat Ikatan Kovalen

Beberapa atom dapat membentuk ikatan rangkap. Pada ikatan kovalen tunggal mengandung dua elektron, ikatan kovalen rangkap dua mengandung empat elektron, sedang dalam ikatan rangkap tiga terdapat enam elektron. Pada molekul karbon dioksida, CO_2 terdapat dua buah ikatan rangkap dua. Ketiga atomnya sekarang masing-masing memiliki 8 elektron terluar. Sedang pada molekul nitrogen, N_2 setiap atomnya menyumbangkan 3 elektron untuk digunakan bersama-sama sehingga setiap atom N memiliki elektron valensi 8.



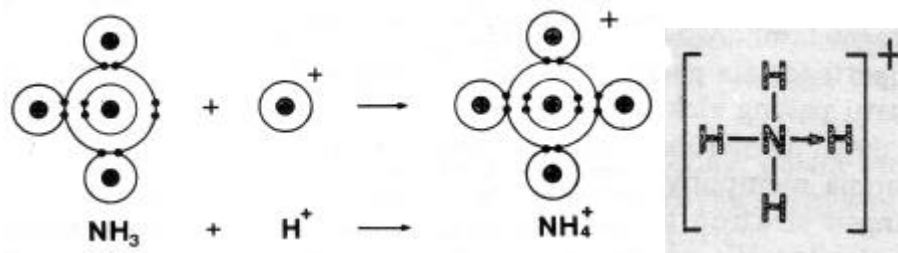
Gambar 12. Ikatan rangkap dua pada CO_2 dan rangkap tiga pada N_2

- ? **Atom-atom membentuk ikatan kovalen melalui penggunaan bersama pasangan elektron.**
- ? **Dalam ikatan kovalen setiap atom memiliki konfigurasi elektron seperti gas mulia.**
- ? **Ikatan kovalen terbentuk dari atom-atom non-logam.**

IKATAN KOORDINASI

Tidak semua ikatan kovalen yang terjadi, elektron-elektronnya diperoleh dari sumbangan atom-atom yang membentuk ikatan. Beberapa molekul ada yang pasangan elektronnya berasal dari salah satu atom saja, sedang atom lainnya menggunakan pasangan elektron itu untuk berikatan. Molekul NH_3 mempunyai satu pasang elektron yang belum digunakan bersama, sedang ion H^+ dapat menerima satu pasang elektron untuk menjadi lebih stabil karena mempunyai konfigurasi elektron helium. Oleh karena itu pasangan elektron tersebut dapat digunakan bersama oleh molekul NH_3 dan ion H^+ sehingga terbentuk ion amonium, NH_4^+ . Ikatan antara NH_3 dengan ion

H^+ ini juga merupakan ikatan kovalen yang diberi nama **ikatan kovalen koordinasi**. Adanya ikatan kovalen koordinasi ditandai dengan anak panah \rightarrow .



Gambar 13. Pembentukan Ikatan Kovalen Koordinasi pada Ion Amonium, NH_4^+

STRUKTUR RUANG DAN BENTUK MOLEKUL

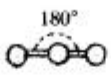


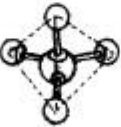
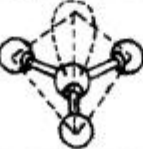
Sidgwick Powell dan Nyholm Gillespie menyatakan, bahwa:

- ? Pasangan-pasangan elektron tersusun mengelilingi atom pusat sehingga tolak menolak antara pasangan-pasangan elektron ini seminimal mungkin.
- ? Kedudukan baru dari pasangan elektron ini menentukan bentuk molekul.

Pasangan elektron tersebut dapat berupa pasangan elektron yang membentuk ikatan (PEI) dan pasangan elektron yang tidak membentuk ikatan atau pasangan elektron bebas (PEB). Hubungan banyaknya pasangan elektron dengan struktur ruang disajikan pada Tabel 2.

Sering ditemui bentuk suatu molekul tidak sesuai dengan struktur ruangnya. Hal ini disebabkan adanya beberapa molekul yang mempunyai pasangan-pasangan elektron yang tidak digunakan untuk berikatan (pasangan elektron bebas). Pada Tabel 2 juga dicontohkan beberapa molekul dengan atom pusat dilembangkan A, atom-atom yang terikat pada atom pusat diberi lambang X, dan pasangan elektron bebas diberi lambang E.

Tabel 2. Struktur Ruang Molekul

PE	PEI (X)	PEB (E)	Tipe	Bentuk/Geometri Molekul		Contoh
2	2	0	AX_2		Linier	BeF_2 $\begin{array}{c} \cdot\cdot & & \cdot\cdot \\ : F : & Be : & F : \\ \cdot\cdot & & \cdot\cdot \end{array}$
3	3	0	AX_3		Trigonal planar	BF_3 $\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ : F : \\ \cdot\cdot & \cdot\cdot & \cdot\cdot \\ : F : & B : & F : \\ \cdot\cdot & & \cdot\cdot \end{array}$
3	2	1	AX_2E		Membentuk suatu sudut (huruf V)	SO_2 $\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \cdot\cdot & & \cdot\cdot \\ \cdot\cdot & S & \cdot\cdot \\ \cdot\cdot & & \cdot\cdot \\ \cdot\cdot & & \cdot\cdot \\ \cdot\cdot & & \cdot\cdot \end{array}$
4	4	0	AX_4		Tetrahedral	CH_4 $\begin{array}{c} H \\ \cdot\cdot \\ H : C : H \\ \cdot\cdot \\ H \end{array}$
4	3	1	AX_3E		Trigonal piramida	NH_3 $\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ H : N : H \\ \cdot\cdot \\ H \end{array}$

4	2	2	AX_2E_2		Membentuk suatu sudut (huruf V)	H_2O $\cdot\cdot$ $H : O :$ $\cdot\cdot$ H
5	5	0	AX_5		Trigonal bipiramida	PCl_5 $\cdot\cdot$ $Cl : P : Cl$ $\cdot\cdot$ $Cl : : Cl$
5	4	1	AX_4E		Tetrahedral terdistorsi	$TeCl_4$ $\cdot\cdot$ $Cl : Te : Cl$ $\cdot\cdot$ $Cl : : Cl$
5	3	2	AX_3E_2		Membentuk huruf T	ClF_3 F $\cdot\cdot$ $F : Cl : F$ $\cdot\cdot \cdot\cdot$
5	2	3	AX_2E_3		Linier	XeF_2 $\cdot\cdot$ $F : Xe : F$ $\cdot\cdot \cdot\cdot$
6	6	0	AX_6		Oktahedral	SF_6 $\cdot\cdot \cdot\cdot$ $F : S : F$ $\cdot\cdot \cdot\cdot$ $F : : F$
6	5	1	AX_5E		Tetragonal piramida	IF_5 $\cdot\cdot \cdot\cdot$ $F : I : F$ $\cdot\cdot \cdot\cdot$ $F : : F$
6	4	2	AX_4E_2		Segi empat datar	XeF_4 $\cdot\cdot \cdot\cdot$ $F : Xe : F$ $\cdot\cdot \cdot\cdot$ $F : : F$

Latihan

Contoh 1: Ramalkan bentuk molekul BeF_2

Elektron valensi Be	2
BeF_2 netral	0
Elektron dari 2 F	2
<hr/>	
Jumlah elektron	4
Jumlah pasangan elektron	$4/2 = 2$
Struktur ruang	: linier (garis lurus)
Bentuk molekul	: linier (garis lurus)

Contoh 2: Ramalkan bentuk molekul BF_3

Elektron valensi B	3
BF_3 netral	0
Elektron dari 3 F	3
<hr/>	
Jumlah elektron	6
Jumlah pasangan elektron	$6/2 = 3$
Struktur ruang	: segitiga datar
Bentuk molekul	: segitiga datar

Contoh 3: Ramalkan bentuk molekul CH_4

Elektron valensi C	4
CH_4 netral	0
Elektron dari 4 H	4
<hr/>	
Jumlah elektron	8
Jumlah pasangan elektron	$8/2 = 4$
Struktur ruang	: tetrahedral
Bentuk molekul	: tetrahedral

Contoh 4: Ramalkan bentuk molekul NH_3

Elektron valensi N	5
NH_3 netral	0
Elektron dari 3 H	3
<hr/>	
Jumlah elektron	8

Jumlah pasangan elektron	$8/2 = 4$
Struktur ruang	: tetrahedral
Pasangan elektron ikatan (PEI)	= 3
Pasangan elektron bebas (PEB)	= 1
Bentuk Molekul	: Piramid alas segitiga

Contoh 5: Ramalkan bentuk molekul PCl_5

Elektron valensi P	5
PCl_5 netral	0
Elektron dari 5 Cl	5
<hr/>	
Jumlah elektron	10
Jumlah pasangan elektron	$10/2 = 5$
Struktur ruang	: trigonal bipiramida
Bentuk molekul	: trigonal bipiramida

KEPOLARAN

Molekul kovalen diatomik yang terbentuk dari atom-atom yang berbeda, setiap atomnya mempunyai daya tarik terhadap elektron juga tidak sama sehingga kedudukan pasangan elektron akan bergeser ke arah atom yang lebih elektronegatif. Misalnya, pada molekul HCl, atom klor mempunyai kemampuan menarik elektron lebih kuat daripada atom hidrogen. Jadi kedudukan pasangan elektron yang digunakan berikatan lebih mendekati atom klor, sehingga terjadi pemisahan muatan dan terbentuk **dipol** (dwikutub). Akibatnya, atom Cl lebih bermuatan negatif (polar negatif, δ^-) dan kelebihan muatan positif ada pada atom H (polar positif, δ^+). Molekul-molekul seperti HCl ini disebut *molekul polar*, sedang molekul kovalen diatomik yang terbentuk dari atom yang sama seperti H_2 merupakan *molekul non-polar*.

Semakin besar perbedaan keelektronegatifan unsur-unsur yang berikatan, semakin polar molekul yang terbentuk

Untuk mengetahui besarnya kepolaran suatu senyawa digunakan momen dipol. Semakin besar harga momen dipol, semakin polar senyawa yang bersangkutan atau mendekati ke sifat ionik. Pada senyawa non-polar mempunyai momen dipol nol.

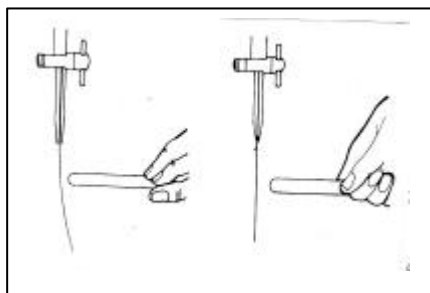
Momen Dipol adalah hasil kali muatan dengan jarak antara kedua muatan tersebut

$$\mu = q \cdot d$$

Dengan: μ = momen dipol dalam satuan Debye
 q = muatan dalam satuan s. e. s (satuan elektrostatik)
 d = jarak dalam satuan ? (angstrom)

Percobaan

Untuk mengetahui apakah suatu senyawa bersifat polar atau non polar, ikuti percobaan berikut.



a

b

Gambar 14. Pengaruh medan magnet terhadap

- a. Senyawa polar dan
b. senyawa non-polar

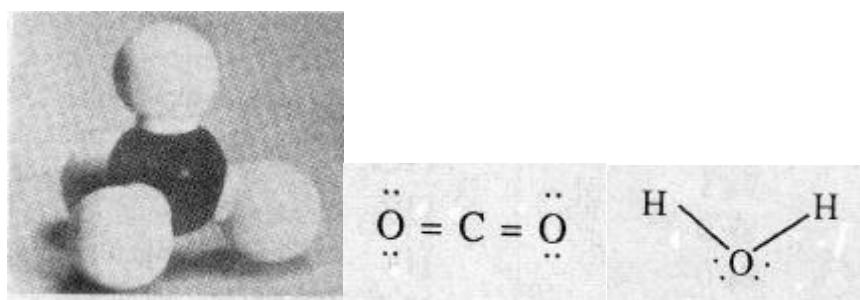
1. Siapkan sebuah buret dan beberapa zat yang akan dibuktikan kepolarannya seperti: air aquadest (H_2O), asam klorida (HCl), karbon tetraklorida (CCl_4), benzen, dan lain-lainnya.
2. Isilah buret dengan zat yang ingin diketahui sifatnya.
3. Bukalah kran buret, sehingga zat keluar pelan-pelan.
4. Dekatkan batang magnet (atau penggaris plastik yang telah digosok-gosok pada kain sehingga terjadi magnet elektrostatik).
5. Amati!. Apabila tetesan zat ditarik ke arah magnet berarti zat itu merupakan senyawa polar.

Tabel 3. Momen Dipol Beberapa Senyawa

Molekul	Momen Dipol	% Sifat Ion
H_2	0	0
CO_2	0,112	2
NO	0,159	3
HI	0,448	6
ClF	0,888	11
HBr	0,828	12
HCl	1,109	18
HF	1,827	41
$LiCl$	7,129	73
LiH	5,882	76
KBr	10,628	78
$NaCl$	9,001	79
KCl	10,269	82
KF	8,593	82
LiF	6,327	84
NaF	8,156	88

Kepolaran molekul poliatom ditentukan oleh: a) *kepolaran ikatan* dan b) *struktur ruang molekul*. Mari kita perhatikan molekul CCl_4 , yang mempunyai bentuk molekul tetrahedral dengan atom C sebagai pusat dan atom-atom Cl pada sudut-sudutnya. Sekalipun ikatan C - Cl bersifat polar, karena struktur molekul tersebut simetris maka momen dipol yang terjadi saling meniadakan dan bersifat non-polar. Apabila salah satu atom Cl diganti oleh atom lain misalnya H, maka diperoleh molekul yang bersifat polar.

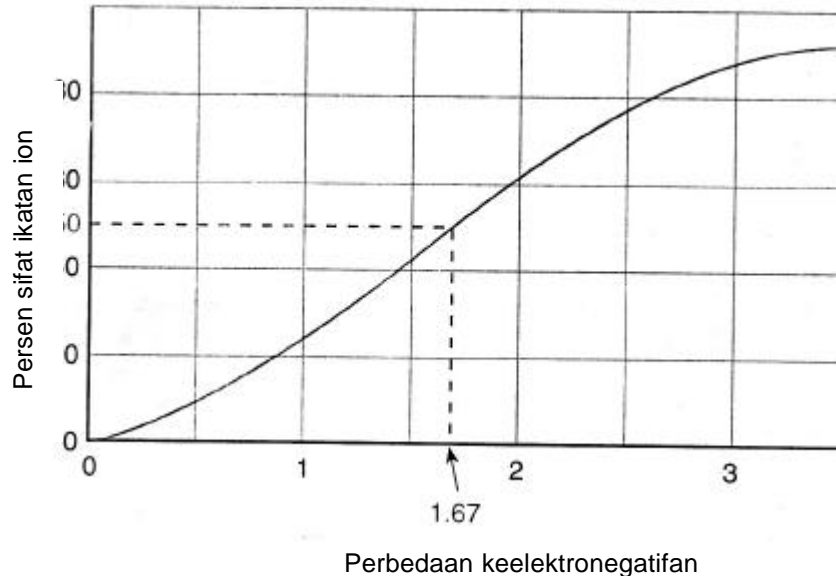
Pada molekul CO_2 , atom O lebih elektronegatif daripada atom C, sehingga elektron akan lebih mendekat ke atom O. Akan tetapi, karena momen dipol ke arah kedua atom oksigen ini berlawanan maka akan *saling meniadakan* sehingga molekul CO_2 bersifat non-polar dengan bentuk molekul linier. Pada molekul H_2O , kedua momen dipol tidak saling meniadakan karena molekul ini mempunyai bentuk V dengan sudut 105° , sehingga H_2O merupakan molekul yang polar.



Gambar 15 a. Molekul CCl_4 (non-polar),
molekul CO_2 (non-polar), dan molekul H_2O (polar)

MEMPREDIKSI JENIS IKATAN

Terjadinya ikatan ion atau ikatan kovalen pada suatu senyawa ditentukan oleh besarnya perbedaan keelektronegatifan dari kedua atom yang bergabung dalam senyawa tadi. Grafik pada Gambar 16 berikut mengilustrasikan hubungan prosentase besarnya sifat ionik suatu senyawa dengan perbedaan keelektronegatifan atom-atom yang membentuk senyawa tadi.



Gambar 16. Perbedaan keelektronegatifan vs prosentase sifat ikatan ion

Dari grafik di atas dapat disimpulkan, bahwa:

Prosentase sifat ionik senyawa bertambah besar, bila perbedaan keelektronegatifannya atom-atom pembentuknya semakin besar.

Dari Tabel 4 berikut, dapat kita lihat bahwa dua atom dengan perbedaan keelektronegatifan sekitar 1,67 akan terbentuk 50% ikatan ion dan 50% ikatan kovalen. Dari sini kita dapat mengatakan, bahwa:

1. Jika dua atom yang berikatan memiliki perbedaan keelektronegatifan kurang dari 1,67 maka ikatannya adalah kovalen.
2. Jika bila perbedaan keelektronegatifannya lebih dari 1,67 maka terbentuk ikatan ion.

Tabel 4. Prosentase sifat ikatan

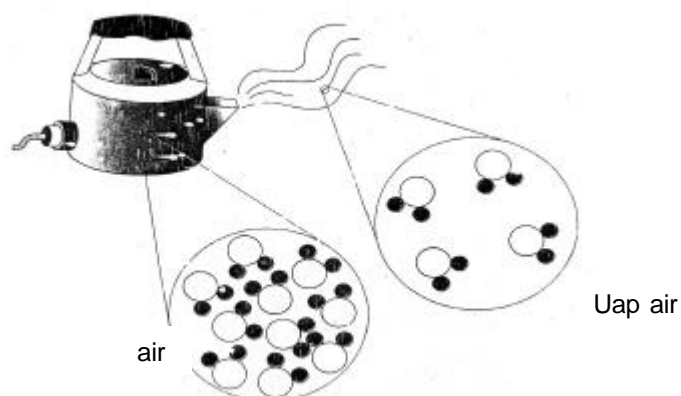
Perbedaan Keelektro-negatifan	0,00	0,65	0,94	1,19	1,43	1,67	1,91	2,19	2,54	3,03
% Sifat Ionik	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
% Sifat Kovalen	100%	90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%	20%	10%

Bila magnesium beraksi dengan oksigen, keduanya memiliki perbedaan keelektronegatifan sebesar $= 3,5 - 1,2 = 2,3$. Kita bisa memprediksi bahwa kedua unsur itu membentuk ikatan ion. Sedangkan bila boron dengan nitrogen dengan perbedaan keelektronegatifan sebesar $3,0 - 2,0 = 1,0$ memiliki bentuk ikatan kovalen.

SIFAT FISIS SENYAWA ION DAN SENYAWA KOVALEN

a. Titih Didih

Air, H_2O merupakan senyawa kovalen. Ikatan kovalen yang mengikat antara atom hidrogen dan atom oksigen dalam molekul air cukup kuat, sedangkan gaya yang mengikat antar molekul-molekul air cukup lemah. Keadaan inilah yang menyebabkan air yang cair itu mudah berubah menjadi uap air bila dipanasi sampai sekitar $100^{\circ}C$, akan tetapi pada suhu ini ikatan kovalen yang ada di dalam molekul H_2O tidak putus.



Gambar 17. Dengan pemanasan sampai $100^{\circ}C$, molekul-molekul air dalam ketel diputus

Garam dapur, NaCl adalah senyawa ionik yang meleleh pada suhu 801°C dan mendidih pada suhu 1517°C . NaCl mempunyai titik didih tinggi karena mengandung ikatan ion yang sangat kuat, sehingga untuk memutuskan ikatan tersebut dibutuhkan panas yang sangat besar.

Hampir semua senyawa kovalen mempunyai titik didih yang rendah (rata-rata di bawah suhu 200°C), sedang senyawa ion mempunyai titik didih yang tinggi (rata-rata di atas suhu 900°C).

b. Kemudahan Menguap

Banyak sekali berbagai bahan yang kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari merupakan senyawa kovalen seperti ditunjukkan pada gambar 18. Sebagian besar senyawa kovalen berupa cairan yang mudah menguap dan berupa gas. Molekul-molekul senyawa kovalen yang mudah menguap sering menghasilkan bau yang khas. Parfum dan bahan pemberi aroma merupakan senyawa kovalen. Hal ini tidak diperoleh pada sifat senyawa ionik.



Gambar 18. Beberapa bahan yang mengandung senyawa kovalen

c. Daya hantar Listrik

Senyawa ion dalam keadaan padatan tidak dapat menghantar arus listrik, tetapi bila padatan ionik dipanaskan sampai suhu tinggi sehingga diperoleh lelehannya maka dapat menghantar arus listrik. Larutan senyawa ionik yang dilarutkan ke dalam air juga dapat menghantar arus listrik. Pada keadaan lelehan atau larutan ion-ionnya dapat bebas bergerak.

Senyawa kovalen pada berbagai wujud tidak dapat menghantar arus listrik. Hal ini disebabkan senyawa kovalen tidak mengandung ion-ion sehingga posisi molekulnya tidak berubah.

d. Kelarutan

Banyak senyawa ion yang dapat melarut dalam air. Misalnya, natrium klorida banyak diperoleh dalam air laut. Kebanyakan senyawa kovalen tidak dapat melarut dalam air, tetapi mudah melarut dalam **pelarut organik**. Pelarut organik merupakan senyawa karbon, misalnya bensin, minyak tanah, alkohol, dan aseton. Senyawa ionik tidak dapat melarut dalam pelarut organik. Namun ada beberapa senyawa kovalen yang dapat melarut dalam air karena terjadi reaksi dengan air dan membentuk ion-ion. Misalnya, asam sulfat bila dilarutkan ke dalam air akan membentuk ion hidrogen dan ion sulfat.

Perbedaan utama antara senyawa ion dengan senyawa kovalen disimpulkan pada Tabel 5 berikut.

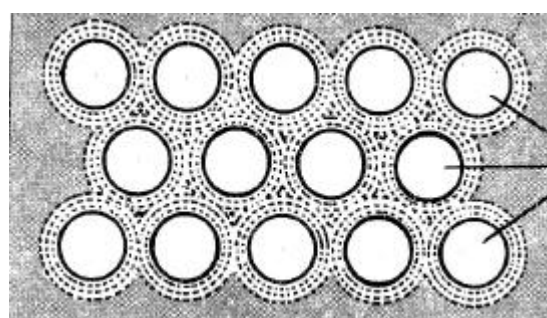
Tabel 5. Perbandingan Sifat Ikatan Ion dengan Ikatan Kovalen

Sifat	Ikatan Ion	Ikatan Kovalen
Titik Didih	mempunyai titik leleh yang tinggi	mempunyai titik leleh yang rendah
Kemudahan menguap	Sulit menguap	Mudah menguap dan memberikan bau yang khas
Daya Hantar	Lelehan maupun	Tidak menghantar

Listrik	larutannya dalam air dapat menghantar arus listrik	listrik pada berbagai wujud
Kelarutan dalam air	Pada umumnya melarut dalam air	Sulit larut dalam air
Kelarutan dalam pelarut organik	Tidak dapat melarut	Dapat melarut

IKATAN LOGAM DAN SIFAT-SIFATNYA

Drude dan Lorentz mengemukakan model, bahwa logam sebagai suatu kristal terdiri dari ion-ion positif logam dalam bentuk bola-bola keras dan sejumlah elektron yang bergerak bebas dalam ruang antara. Elektron-elektron valensi logam tidak terikat erat (karena energi ionisasinya rendah), sehingga relatif bebas bergerak. Hal ini dapat dimengerti mengapa logam bersifat sebagai penghantar panas dan listrik yang baik, dan juga mengkilat. Gambar 19 berikut mengilustrasikan suatu model logam dengan elektron-elektron membentuk suatu "lautan" muatan negatif.



Ion-ion positif dalam lautan elektron

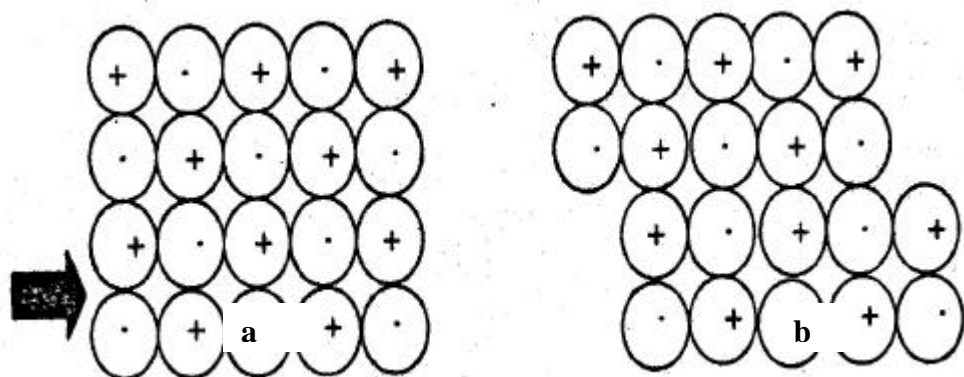
Gambar 19. Struktur Logam menurut Teori "Lautan Elektron"

Model lautan elektron ini sesuai dengan sifat-sifat logam, seperti: dapat ditempa menjadi lempengan tipis, ulet karena dapat direntang menjadi kawat, memiliki titik leleh dan kerapatan yang tinggi. Logam dapat dimampatkan dan direntangkan tanpa patah,

karena atom-atom dalam struktur kristal harus berkedudukan sedemikian rupa sehingga atom-atom yang bergeser akan tetap pada kedudukan yang sama. Hal ini disebabkan mobilitas lautan elektron di antara ion-ion positif merupakan penyangga (Gambar 19).

Keadaan yang demikian ini berbeda dengan kristal ionik. Dalam kristal ionik, misalnya NaCl, gaya pengikatnya adalah gaya tarik menarik antar ion-ion yang muatannya berlawanan dengan elektron valensi yang menempati kedudukan tertentu di sekitar inti atom. Bila kristal ionik ini ditekan, maka akan terjadi keretakan atau pecah. Hal ini disebabkan adanya pergeseran ion positif dan negatif sedemikian rupa sehingga ion positif be

rdekatan dengan ion positif dan ion negatif dengan ion negatif, keadaan yang demikian ini mengakibatkan terjadi tolak-menolak sehingga kristal ionik. menjadi retak (gambar 20 b.)



Gambar 20. Adanya Tekanan terhadap kristal ionik

Perbandingan sifat-sifat fisis logam dengan non logam ditabulasikan berikut.

Tabel 5. Perbandingan sifat-sifat fisis logam dengan non logam

Logam		Non-logam	
1.	Padatan logam merupakan penghantar listrik yang baik.	1.	Padatan non-logam biasanya bukan penghantar listrik.
2.	Mempunyai kilap logam	2.	Tidak mengkilap.
3.	Kuat dan keras (bila digunakan sebagai logam paduan atau alloy)	3.	Kebanyakan non-logam tidak kuat dan lunak.
4.	Dapat dibengkokkan dan diulur.	4.	Biasanya rapuh dan patah bila dibengkokkan atau diulur.
5.	Penghantar panas yang baik	5.	Sukar menghantar panas
6.	Kebanyakan logam mempunyai kerapatan yang besar	6.	Kebanyakan logam kerapatannya rendah
7.	Kebanyakan logam mempunyai titik leleh dan titik didih yang tinggi.	7.	Kebanyakan non-logam titik leleh dan titik didihnya rendah

BILANGAN OKSIDASI DAN TATANAMA

Bilangan oksidasi adalah suatu bilangan yang ditetapkan sebagai berikut:

1. Unsur-unsur dalam keadaan bebas atau tidak berikatan dengan unsur lain, seperti: C, Al, Fe, N₂, O₂, P₄, S₈ mempunyai bilangan oksidasi = 0 (nol).
2. Dalam senyawa, bilangan oksidasi:
 - a. 1 atom H = +1
kecuali pada hidrida, seperti NaH (natrium hidrida). Dalam NaH bilangan oksidasi H = -1.
 - b. 1 atom O = - 2
kecuali dalam peroksida. Bilangan oksidasi 1 atom O dalam peroksida = -1.

c. 1 atom logam sama dengan golongannya dan diberi tanda positif.

3. Jumlah bilangan oksidasi atom-atom dalam molekul = 0 (nol)

Contoh:

Berapakah bilangan oksidasi P dalam Na_3PO_4 ?

Jawab:

Dalam molekul Na_3PO_4 : Bilangan oksidasi 1 atom Na = + 1

+3 -8 Maka untuk 3 atom Na = +3

Na_3PO_4 Bilangan oksidasi 1 atom O = -2

+5

Maka untuk 4 atom O = -8

Oleh karena jumlah bilangan oksidasi atom-atom dalam molekul $\text{Na}_3\text{PO}_4 = 0$, maka bilangan oksidasi P = + 5

Dengan menggunakan bilangan oksidasi dapat ditentukan rumus molekul suatu senyawa.

Contoh:

1. Apakah rumus molekul yang terbentuk antara Na dengan S?

Bilangan oksidasi 1 atom Na dalam senyawa = +1

Bilangan oksidasi 1 atom S dalam senyawanya dapat -2, +4, atau +6. Karena jumlah bilangan oksidasi atom-atom dalam molekul = 0, maka senyawa yang mungkin terjadi adalah senyawa antara dua atom Na dengan jumlah bilangan oksidasi = +2 dan 1 atom S dengan bilangan oksidasi = -2.

Jadi rumus molekulnya adalah: $(\text{Na}^+)_2\text{S}^{2-}$ atau Na_2S .

2. Rumus molekul apa sajakah yang terbentuk antara S dengan O?

S^{-2} dengan O^{-2} tidak terjadi

S^{+4} dengan O^{-2} rumus molekulnya SO_2

S^{+6} dengan O^{-2} rumus molekulnya SO_3

Tatanama

1. Nama senyawa yang terjadi dari ikatan 2 macam unsur, umumnya diberi akhiran **-ida**.

Contoh:

Na_2S	= natrium sulfida
CaCl_2	= kalsium klorida
BaO	= barium oksida
Al_2O_3	= aluminium oksida

2. Nama senyawa antara 2 macam unsur *bukan logam*, jumlah masing-masing atom di dalam molekul senyawa itu dinyatakan dengan:

1 = mono	6 = heksa
2 = di	7 = hepta
3 = tri	8 = okta
4 = tetra	9 = nona
5 = penta	10 = deka

Contoh:

CO_2	= karbon dioksida
P_2O_5	= (di)pospor pentaoksida
CCl_4	= karbon tetraklorida
SO_3	= belerang trioksida

3. Senyawa yang mengandung anion poliatom diberi nama sesuai dengan nama dan bilangan oksidasi logam diikuti dengan nama anion poliatom pembentuknya

Contoh:

Na_2SO_3	= natrium sulfit
FeSO_4	= besi (II) sulfat
$\text{Cu}(\text{NO}_3)_1$	= tembaga (II) nitrat
Na_3PO_4	= natrium pospat

4. Untuk senyawa unsur logam yang mempunyai 2 harga bilangan oksidasi, pemberian namanya dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu:

- a. di belakang nama logam dituliskan harga bilangan oksidasinya menggunakan angka Romawi di antara tanda ().
- b. nama unsur logam yang bilangan oksidasinya rendah diberi akhiran -o dan yang lebih tinggi diberi akhiran -i.

Contoh:

SnCl_2 = timah (II) klorida
stanno klorida

SnCl_4 = timah (IV) klorida
stanni klorida

c. Rangkuman

- ? Unsur-unsur gas mulia: helium (${}^2\text{He}$), neon (${}^{10}\text{Ne}$), argon (${}^{18}\text{Ar}$), krypton (${}^{36}\text{Kr}$), xenon (${}^{54}\text{Xe}$), dan radon (${}^{86}\text{Rn}$) tidak membentuk ikatan dengan atom lain karena bersifat stabil.
- ? Semua gas mulia memiliki 8 elektron terluar (*oktet*), kecuali helium memiliki 2 elektron terluar (*duplet*).
- ? Atom-atom berusaha memiliki konfigurasi elektron seperti gas mulia (agar stabil) dengan membentuk ikatan kimia.
- ? Ikatan ion terjadi dengan cara serah terima elektron dari masing-masing atom yang bergabung.
- ? Ikatan kovalen terjadi dengan cara menggunakan pasangan elektron secara bersama-sama oleh atom-atom yang berikatan.
- ? Ikatan kovalen koordinasi terjadi bila pasangan elektron yang digunakan secara bersama berasal dari salah satu atom saja.
- ? Struktur ruang dan bentuk molekul tergantung pada pasangan-pasangan elektron yang mengelilingi atom pusat.
- ? Kepolaran suatu senyawa tergantung pada besarnya perbedaan keelektronegatifan unsur-unsur yang berikatan.
- ? Semakin besar harga momen dipol, semakin polar suatu senyawa atau mendekati ke sifat ionik.

- ? Momen Dipol adalah hasil kali muatan dengan jarak antara kedua muatan tersebut.
- ? Ikatan Ion bersifat: mempunyai titik leleh yang tinggi, sulit menguap, lelehan atau larutannya dalam air dapat menghantar arus listrik, pada umumnya melarut dalam air, dan tidak dapat melarut dalam pelarut organik.
- ? Ikatan Kovalen bersifat: mempunyai titik leleh yang rendah, mudah menguap dan memberikan bau yang khas, tidak menghantar listrik pada berbagai wujud, sulit larut dalam air, dan melarut dalam pelarut organik.

d. Tugas

Soal Pilihan Ganda

1. Peristiwa perpindahan elektron terjadi pada pembentukan senyawa:
 - a. NH_3
 - b. CH_4
 - c. KCl
 - d. Cl_2
2. Di antara kumpulan senyawa berikut yang mempunyai ikatan ion adalah:
 - a. H_2O , CO_2 , CH_4
 - b. NaCl , KI , CaCl_2
 - c. HBr , NaBr , Br_2
 - d. HI , H_2O , NaCl
3. Jika arus listrik dialirkan melalui NaCl cair dan HCl cair, maka
 - a. hanya NaCl yang meneruskan arus listrik
 - b. hanya HCl yang meneruskan arus listrik
 - c. NaCl dan HCl meneruskan arus listrik
 - d. NaCl dan HCl tidak meneruskan arus listrik

4. Kumpulan senyawa berikut yang semuanya mengandung ikatan kovalen adalah:
- H_2O , CO_2 , CH_4
 - NaCl , KI , CaCl_2
 - HBr , NaBr , Br_2
 - HI , H_2O , NaCl
5. Penggunaan pasangan elektron secara bersama-sama oleh masing-masing atom unsur terdapat dalam pembentukan:
- NH_3
 - NaCl
 - KCl
 - CaCl_2
6. Keelektronegatifan unsur-unsur F, Cl, Br, dan I masing-masing adalah: 4; 3; 2,8 dan 2,5. Senyawa manakah berikut ini yang paling bersifat polar:
- F_2
 - ICl
 - IBr
 - FBr
7. Di antara senyawa kovalen berikut yang bersifat non-polar adalah:
- NH_3
 - BrCl
 - H_2O
 - CO_2
8. Pernyataan manakah berikut ini yang *tidak* tepat untuk senyawa BF_3 ?
- terdapat ikatan kovalen
 - terdapat pasangan elektron bebas
 - bentuk molekulnya segitiga datar
 - mempunyai momen dipol = 0

9. Manakah molekul berikut ini yang mempunyai bentuk molekul oktahedral?
- BF_3
 - SiH_4
 - SF_6
 - NH_4^+
10. Sudut ikatan yang terdapat dalam senyawa berbentuk segitiga bipiramid adalah:
- 90°
 - 120°
 - 120° dan 90°
 - $104^\circ 30'$

Soal Uraian

- Konfigurasi elektron atom belerang adalah 2. 8. 6. Atom ini dapat berikatan kovalen dengan hidrogen membentuk hidrogen sulfida (asam sulfida)
 - Gambarlah rumus elektron Lewis dari belerang
 - Gambarlah rumus elektron Lewis dari hidrogen sulfida
 - Tuliskan rumus senyawa kovalen hidrogen sulfida
- Carilah harga keelektronegatifan pada tabel, kemudian tentukan jenis ikatan yang terjadi antara pasangan atom-atom berikut, ikatan ion ataukah ikatan kovalen?

e. B - P	d. Be - Si	g. C - Na
f. Al - Si	e. Ba - O	h. C - H
g. B - Na	f. Ca - P	i. Li - O
- Tuliskan proses terjadinya ikatan kovalen koordinasi pada:

a. SO_2	c. H_3O^+ ,
b. SO_4^{2-}	d. NO_3^-
- Apakah ciri-ciri dari senyawa kovalen dan senyawa ionik.
- Sebutkan sifat-sifat umum dari senyawa kovalen maupun senyawa ionik.

6. Berikan contoh-contoh di sekitar Anda yang dapat menunjukkan perbedaan sifat-sifat dari senyawa logam dan non-logam.
7. Tuliskan rumus molekul dari senyawa berikut
 - a. Natrium klorida
 - b. Karbontetraklorida
 - c. Ferobromida
 - d. Feribromida
8. Apakah nama senyawa dengan rumus molekul berikut?
 - a. N_2O_5
 - b. PCl_3
 - c. SF_6
 - d. NCl_3

e. Tes Formatif

1. Gambarkan terjadinya ikatan kovalen dengan menggunakan rumus titik elektron Lewis dari:
 - a. HF
 - b. PCl_3
 - c. C_2H_4
 - d. C_2H_2
 - e. C_2H_6
2. Perhatikan pasangan atom unsur-unsur berikut?
 - i) $_{11}Na$ dengan $_{8}O$
 - ii) $_{12}Mg$ dengan $_{8}O$
 - iii) $_{19}K$ dengan $_{17}Cl$
 - iv) $_{20}Ca$ dengan $_{9}F$
 - a. Gunakan rumus titik elektron Lewis untuk menjelaskan terjadinya ikatan ion!
 - b. Tuliskan rumus senyawa ion yang terjadi?
3. Tuliskan pasangan ion-ion dan rumus senyawa ion yang terjadi pada tabel berikut.

2.

Atom	Rumus elektron	Atom	Rumus elektron	Rumus senyawa ion
$_{11}\text{Na}$	Na?	$_8\text{O}$	$\begin{array}{c} \curvearrowright \\ :\text{O} \\ \curvearrowleft \end{array}$	Na_2O
$_{12}\text{Mg}$	Mg:	$_8\text{O}$	$\begin{array}{c} \curvearrowright \\ :\text{O} \\ \curvearrowleft \end{array}$	MgO
$_{19}\text{K}$	K?	$_{17}\text{Cl}$	$\begin{array}{c} \curvearrowright \\ :\text{Cl?} \\ \curvearrowleft \end{array}$	KCl
$_{20}\text{Ca}$	Ca:	$_9\text{F}$	$\begin{array}{c} \curvearrowright \\ :\text{F?} \\ \curvearrowleft \end{array}$	CaF_2

3.

	Nama Senyawa Ion	Pasangan Ion	Rumus Senyawa Ion
a.	Natrium sulfat	Na^+ dengan SO_4^{2-}	Na_2SO_4
b.	Aluminium oksida	Al^{3+} dengan O^{2-}	Al_2O_3
c.	Aluminium klorida	Al^{3+} dengan Cl^-	AlCl_3
d.	Magnesium sulfat	Mg^{2+} dengan SO_4^{2-}	MgSO_4

4. Maksud model "lautan elektron" adalah logam sebagai suatu kristal terdiri dari ion-ion positif logam dan sejumlah elektron yang bergerak bebas dalam ruang antara. Elektron-elektron valensi logam tidak terikat erat, sehingga relatif bebas bergerak.

5. Logam besi (Fe) dapat ditempa dan diulur, karena atom-atom dalam struktur kristal harus berkedudukan sedemikian rupa sehingga atom-atom yang bergeser akan tetap pada kedudukan yang sama. Hal ini disebabkan mobilitas lautan elektron di antara ion-ion positif merupakan penyangga.

Batu kapur (CaCO_3) tidak dapat ditempa dan diulur, karena dalam kristal ionik CaCO_3 bila ditekan akan terjadi pergeseran ion positif dan negatif sedemikian rupa sehingga ion positif berdekatan dengan ion positif dan ion negatif dengan ion negatif sehingga mengakibatkan terjadinya tolak-menolak dan akhirnya menjadi retak .

BAB III. EVALUASI

Tes Tertulis

Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat dan jelas!

- Perhatikan beberapa atom unsur-unsur berikut
 - ${}^3\text{Li}$
 - ${}^4\text{Be}$
 - ${}^5\text{B}$
 - ${}^7\text{N}$
 - ${}^8\text{O}$
 - ${}^9\text{F}$
 - ${}^{11}\text{Na}$
 - ${}^{15}\text{P}$
 - ${}^{19}\text{K}$
 - ${}^{20}\text{Ca}$
 - Tentukan elektron valensi dari atom unsur-unsur tersebut.
 - Menerima ataukah melepaskan elektron valensinya agar unsur-unsur tersebut mencapai keadaan stabil?
 - Ion apakah yang terjadi agar atom-atom tersebut menjadi stabil?
- Ramalkan struktur ruang dan bentuk molekul dari senyawa berikut dengan mengisi kolom yang kosong

Molekul	Struktur Ruang	Bentuk Molekul	Gambar
AlCl_3
PCl_3
SF_4
NCl_3
BrF_5

- Perhatikan molekul BF_3 dan NH_3
 - Gambarkan bentuk molekul masing-masing
 - Jelaskan kepolaran molekul BF_3 dan NH_3

4. Perhatikan tabel data berikut.

Zat	Daya hantar listrik	
	Keadaan padatan	Keadaan lelehan
A	Tidak menghantar	Tidak menghantar
B	Tidak menghantar	Menghantar
C	Menghantar	Menghantar

- Zat manakah yang merupakan senyawa ionik?
 - Zat manakah yang berupa logam?
 - Zat manakah yang merupakan senyawa kovalen?
5. Lengkapi kolom kosong pada daftar berikut

No.	Rumus Kimia	Nama
1	MnO ₂	.....
2	Cr ₂ O ₃	.....
3	Al ₂ O ₃	.....
4	CaCl ₂	.....
5	P ₂ O ₃	.....
6	.....	Aluminium sulfida
7	.....	Tembaga (II) sulfida
8	.....	Tembaga (III) sulfida
9	.....	Diklor heptaoksida
10	.....	Karbon disulfida

KUNCI JAWABAN

Tes Tertulis

1.

Atom	Elektron valensi	Cara mencapai stabil	Ion yang terjadi
${}^3\text{Li}$	1	Melepas elektron valensi	Li^+
${}^8\text{O}$	6	Menerima elektron valensi	O^{2-}
${}^{19}\text{K}$	1	Melepas elektron valensi	K^+
${}^4\text{Be}$	2	Melepas elektron valensi	Be^{2+}
${}^9\text{F}$	7	Menerima elektron valensi	F^-
${}^{20}\text{Ca}$	2	Melepas elektron valensi	Ca^{2+}
${}^{13}\text{Al}$	3	Melepas elektron valensi	Al^{3+}
${}^{11}\text{Na}$	1	Melepas elektron valensi	Na^+
${}^7\text{N}$	5	Menerima elektron valensi	N^{3-}
${}^{15}\text{P}$	5	Menerima elektron valensi	P^{3-}

2.

Molekul	Struktur Ruang	Bentuk Molekul	Gambar
AlCl_3	Segi-3 datar	Segi-3 datar	<i>(lihat - Tabel 2)</i>
PCl_3	Segi-3 bipiramid	Segi-3 datar	
SF_6	Oktahedral	Oktahedral	
NCl_3	Tetrahedral	Trigonal pyramid	
BrF_5	Oktahedral	Tetragonal pyramid	

3 a. BF_3 berbentuk segi-3 datar bersifat non-polar

b. NH_3 struktur ruangnya tetrahedral, tetapi berbentuk trigonal pyramid dan bersifat polar, karena ada pasangan elektron bebas pada atom N.

4 a. Zat B merupakan senyawa ionik.

b. Zat C merupakan logam.

5.

No.	Rumus Kimia	Nama
1.	MnO_2	Mangan dioksida
2.	Cr_2O_3	(di) kromium trioksida
3.	Al_2O_3	(di) aluminium trioksida
4.	CaCl_2	Kalsium diklorida
5.	P_2O_3	(di) pospor trioksida
6	Al_2S_3	Aluminium sulfida
7	CuS	Tembaga (II) sulfida
8.	Cu_2S_3	Tembaga (III) sulfida
9	Cl_2O_7	Diklor heptaoksida
10	CS_2	Karbon disulfida

Kriteria Penilaian

No Butir Soal	Skor Maksimum	Skor Perolehan
1	30	
2	30	
3	10	
4	10	
5	20	
Total Skor	100	

BAB IV. PENUTUP

Setelah menyelesaikan modul ini, Anda berhak untuk mengikuti tes praktek untuk menguji kompetensi yang telah Anda pelajari. Apabila Anda dinyatakan memenuhi syarat kelulusan dari hasil evaluasi dalam modul ini, maka Anda berhak untuk melanjutkan ke topik/modul berikutnya.

Mintalah pada guru untuk melakukan uji kompetensi dengan sistem penilaian yang dilakukan langsung oleh pihak industri atau asosiasi yang berkompeten apabila Anda telah menyelesaikan seluruh evaluasi dari setiap modul, maka hasil yang berupa nilai dari guru atau berupa portofolio dapat dijadikan bahan verifikasi oleh pihak industri atau asosiasi profesi. Kemudian selanjutnya hasil tersebut dapat dijadikan sebagai penentu standar pemenuhan kompetensi dan bila memenuhi syarat Anda berhak mendapatkan sertifikat kompetensi yang dikeluarkan oleh dunia industri atau asosiasi profesi.

DAFTAR PUSTAKA

Brady, James and Humiston, 1986, *General Chemistry 4/E Principle and Structure, SI Version*. New York: John Wiley & Sons.

Petruci, Ralph. H – Suminar. 1989. *Kimia dasar Prinsip dan Terapan Modern Jilid 3 , Edisi keempat*. Jakarta: Penerbit Erlangga.

Petruci, Ralph. H – Suminar. 1989. *Kimia Dasar Prinsip dan Terapan Modern Jilid 1 , Edisi keempat*. Jakarta: Penerbit Erlangga.

Smoot, Robert C. et al. *Merrill Chemistry*. New York: Glencoe Macmillan/Mcgraw-Hill.

Briggs, JGR. 2002. *Chemistry Insights*. Singapore: Pearson Education Pte Ltd.

Briggs, JGR. 2002. *Science in Focus Chemistry for GCE 'O' Level*. Singapore: Pearson Education Pte Ltd.