



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2016

GURU PEMBELAJAR

MODUL

PAKET KEAHLIAN KIMIA KESEHATAN

SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN (SMK)

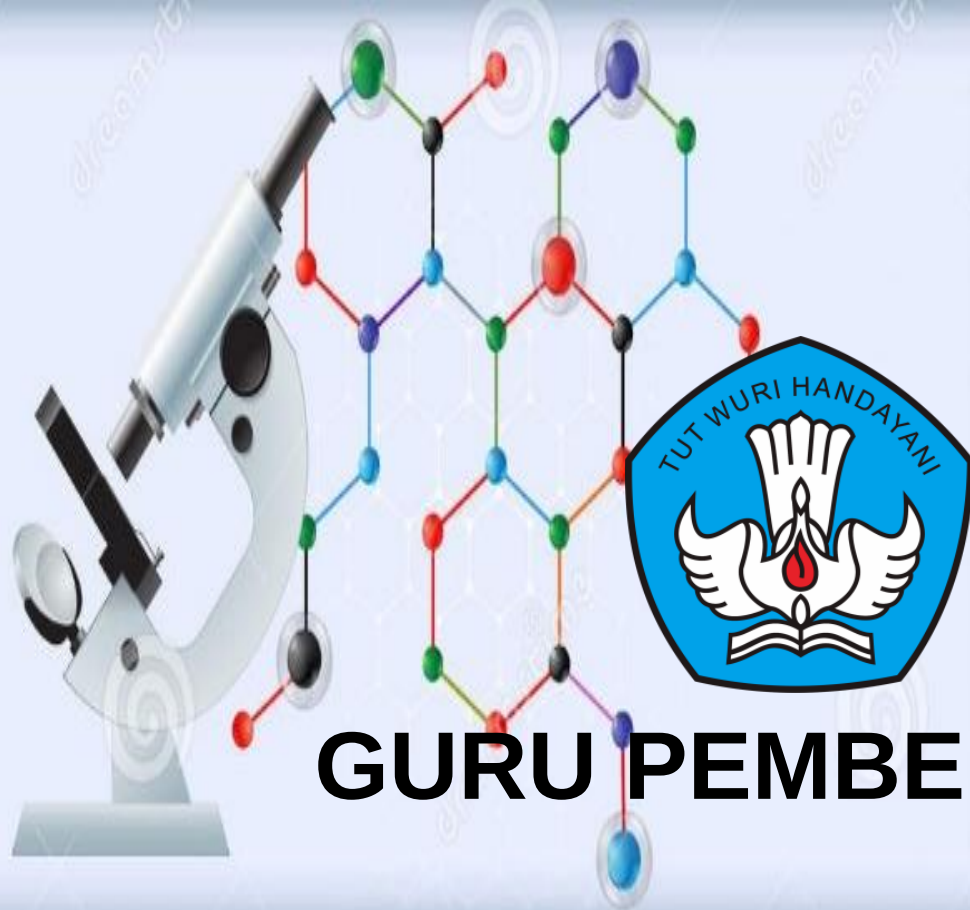


KELOMPOK KOMPETENSI B

TEORI ATOM & SEJARAH PERKEMBANGAN SISTEM PERIODIK UNSUR

Dasar Pembelajaran Yang Mendidik

Penulis : Four Meiyanti, S.Si, M.Pd, dkk



GURU PEMBELAJAR

MODUL

PAKET KEAHLIAN KIMIA KESEHATAN

KELOMPOK KOMPETENSI B

Teori Atom dan Sejarah Perkembangan

Sistem Periodik Unsur

SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN (SMK)

DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

2016

Penanggung Jawab:
Dra. Hj. Djuariati Azhari, M.Pd

KOMPETENSI PROFESIONAL

Penyusun:
Four Meiyanti, S.Si, M.Pd
081219757314
fmeiyanti@yahoo.co.id

Penyunting:
Profilia Putri, S.Si, M.Pd
081310384447
profillia72@yahoo.com

KOMPETENSI PEDAGOGIK

Penyusun:
Drs. Ahmad Hidayat, M.Si.
08158178384
hidayat.ahmad96@yahoo.com

Penyunting:
Dra. Budi Kusumawati, M.Ed
081384342094
budikusumawati@gmail.com

Layout & Desainer Grafis:
Tim

**MODUL GURU PEMBELAJAR
PAKET KEAHLIAN
KIMIA KESEHATAN
SEKOLAH MENENGAH
KEJURUAN (SMK)**

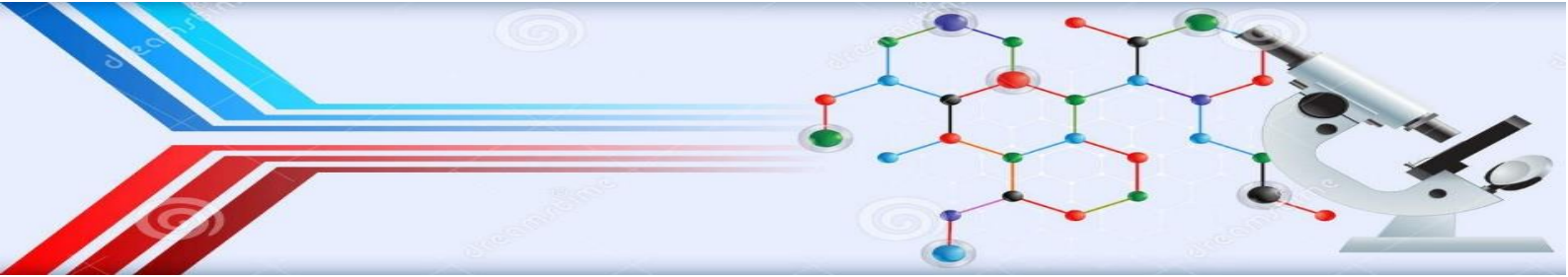
**Kompetensi Profesional:
TEORI ATOM DAN
SEJARAH
PERKEMBANGAN SISTEM
PERIODIK UNSUR**

**Kompetensi Pedagogik:
DASAR PEMBELAJARAN
YANG MENDIDIK**

Copyright © 2016

Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Bisnis dan
Pariwisata, Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang
Dilarang mengcopy sebagian atau keseluruhan isi buku ini untuk kepentingan komersial tanpa izin tertulis dari
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan



Kata Sambutan

Peran guru profesional dalam proses pembelajaran sangat penting sebagai kunci keberhasilan belajar siswa. Guru Profesional adalah guru yang kompeten membangun proses pembelajaran yang baik sehingga dapat menghasilkan pendidikan yang berkualitas. Hal tersebut menjadikan guru sebagai komponen yang menjadi fokus perhatian pemerintah pusat maupun pemerintah daerah dalam peningkatan mutu pendidikan terutama menyangkut kompetensi guru.

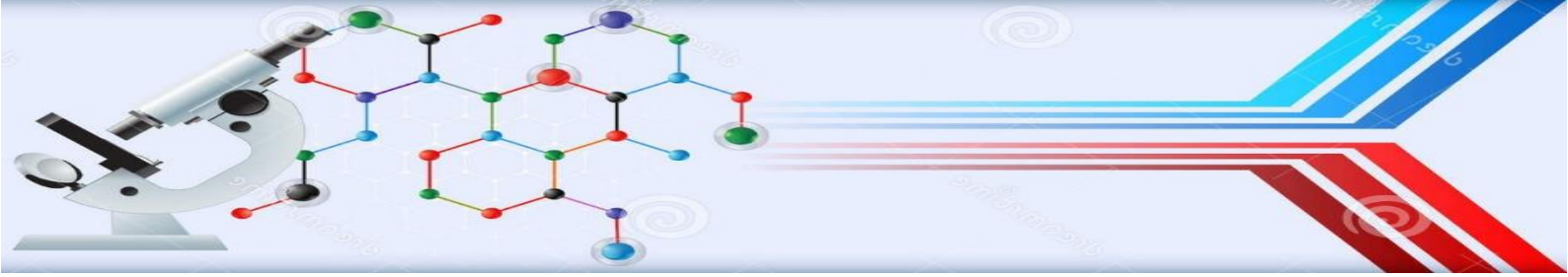
Pengembangan profesionalitas guru melalui program Guru Pembelajar (GP) merupakan upaya peningkatan kompetensi untuk semua guru. Sejalan dengan hal tersebut, pemetaan kompetensi guru telah dilakukan melalui uji kompetensi guru (UKG) untuk kompetensi pedagogik dan profesional pada akhir tahun 2015. Hasil UKG menunjukkan peta kekuatan dan kelemahan kompetensi guru dalam penguasaan pengetahuan. Peta kompetensi guru tersebut dikelompokkan menjadi 10 (sepuluh) kelompok kompetensi. Tindak lanjut pelaksanaan UKG diwujudkan dalam bentuk pelatihan paska UKG melalui program Guru Pembelajar. Tujuannya untuk meningkatkan kompetensi guru sebagai agen perubahan dan sumber belajar utama bagi peserta didik. Program Guru Pembelajar dilaksanakan melalui pola tatap muka, daring (*online*), dan campuran (*blended*) tatap muka dengan online.

Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan (PPPPTK), Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Kelautan Perikanan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LP3TK KPTK), dan Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Kepala Sekolah (LP2KS) merupakan Unit Pelaksana Teknis di lingkungan Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan yang bertanggung jawab dalam mengembangkan perangkat dan melaksanakan peningkatan kompetensi guru sesuai bidangnya. Adapun perangkat pembelajaran yang dikembangkan tersebut adalah modul untuk program Guru Pembelajar (GP) tatap muka dan GP online untuk semua mata pelajaran dan kelompok kompetensi. Dengan modul ini diharapkan program GP memberikan sumbangan yang sangat besar dalam peningkatan kualitas kompetensi guru.

Mari kita sukseskan program GP ini untuk mewujudkan Guru Mulia Karena Karya.

Jakarta, Februari 2016
Direktur Jenderal
Guru dan Tenaga Kependidikan,

Sumarna Surapranata, Ph.D.
NIP. 195908011985032001



Kata Pengantar

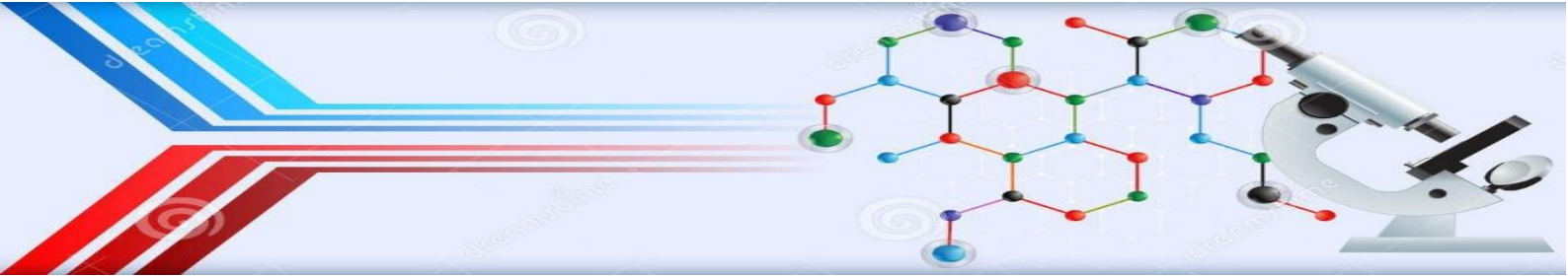
Puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT atas selesainya penyusunan Modul Guru Pembelajar Paket Keahlian Pekerjaan Sosial Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) dalam rangka Pelatihan Guru Pasca Uji Kompetensi Guru (UKG). Modul ini merupakan bahan pembelajaran wajib, yang digunakan dalam pelatihan Guru Pasca UKG bagi Guru SMK. Di samping sebagai bahan pelatihan, modul ini juga berfungsi sebagai referensi utama bagi Guru SMK dalam menjalankan tugas di sekolahnya masing-masing.

Modul Guru Pembelajar Paket Keahlian Pekerjaan Sosial SMK ini terdiri atas 2 materi pokok, yaitu: materi profesional dan materi pedagogik. Masing-masing materi dilengkapi dengan tujuan, indikator pencapaian kompetensi, uraian materi, aktivitas pembelajaran, latihan dan kasus, rangkuman, umpan balik dan tindak lanjut, kunci jawaban serta evaluasi pembelajaran.

Pada kesempatan ini saya sampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan atas partisipasi aktif kepada penulis, editor, reviewer dan pihak-pihak yang terlibat di dalam penyusunan modul ini. Semoga keberadaan modul ini dapat membantu para narasumber, instruktur dan guru pembelajar dalam melaksanakan Pelatihan Guru Pasca UKG bagi Guru SMK.

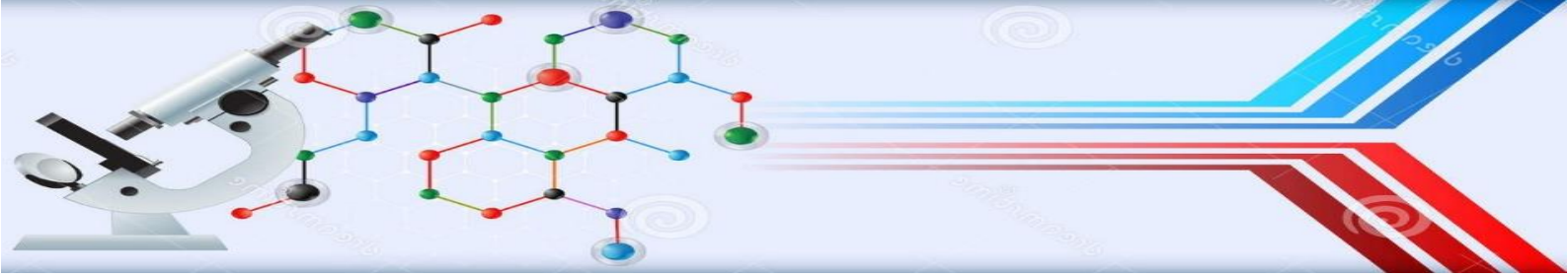
Jakarta, Februari 2016
Kepala PPPPTK Bisnis dan
Pariwisata

Dra. Hj. Djuariati Azhari, M.Pd
NIP.195908171987032001

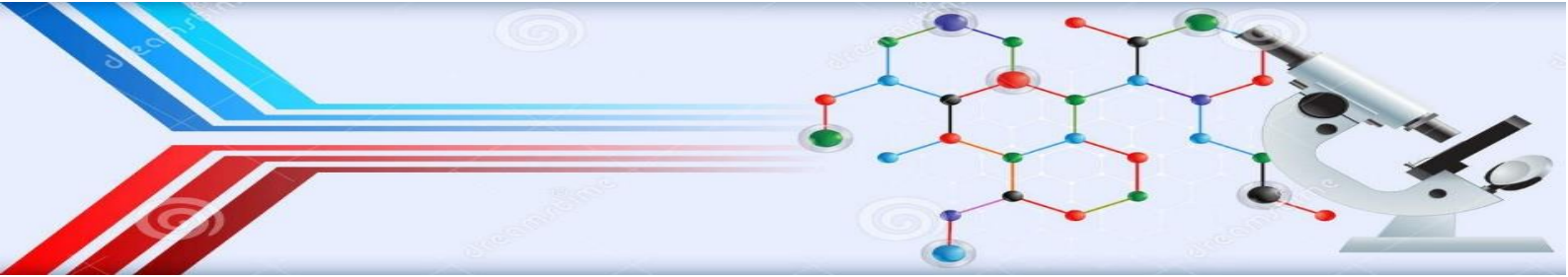


Daftar Isi

Kata Sambutan	ii
Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	iv
Daftar Gambar	vi
Daftar Tabel.....	viii
BAGIAN I KOMPETENSI PROFESIONAL.....	1
Pendahuluan	2
A. Latar Belakang.....	2
B. Tujuan	3
C. Peta Kompetensi	3
D. Ruang Lingkup.....	4
E. Saran Cara Penggunaan Modul.....	4
KEGIATAN BELAJAR 1 Teori atom & Sistem Periodik Unsur	6
A. Tujuan Pembelajaran	6
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	6
C. Uraian Materi	6
D. Aktivitas Pembelajaran	89
E. Latihan/Kasus/Tugas.....	96
F. Rangkuman	97
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	99
H. Kunci Jawaban	100
Penutup	108
Evaluasi.....	109
Glosarium	118
Daftar Pustaka	140
BAGIAN II KOMPETENSI PEDAGOGIK.....	145
Pendahuluan	146
A. Latar Belakang.....	146
B. Tujuan	147
C. Peta Kompetensi	148
D. Ruang Lingkup.....	148

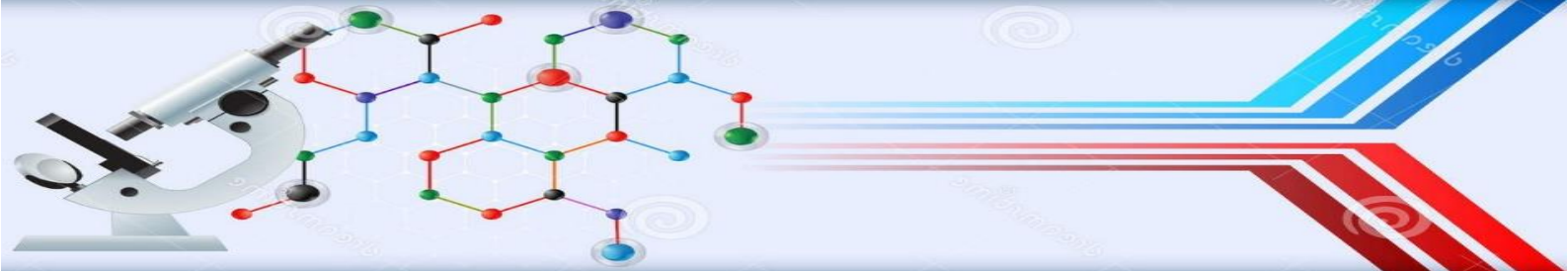


E. Cara Penggunaan Modul	149
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1 Teori Belajar, Prinsip-Prinsip Belajar	150
A. Tujuan	150
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	150
C. Uraian Materi	150
D. Aktivitas Pembelajaran	157
E. Latihan/Kasus/Tugas	157
F. Rangkuman	158
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	158
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2 Pendekatan/Model Pembelajaran	159
A. Tujuan	159
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	159
C. Uraian Materi	159
D. Aktivitas Pembelajaran	174
G. Latihan/Kasus/Tugas	174
E. Rangkuman	176
F. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	177
Evaluasi	179
Penutup	180
Daftar Pustaka	181
LAMPIRAN- LAMPIRAN	184

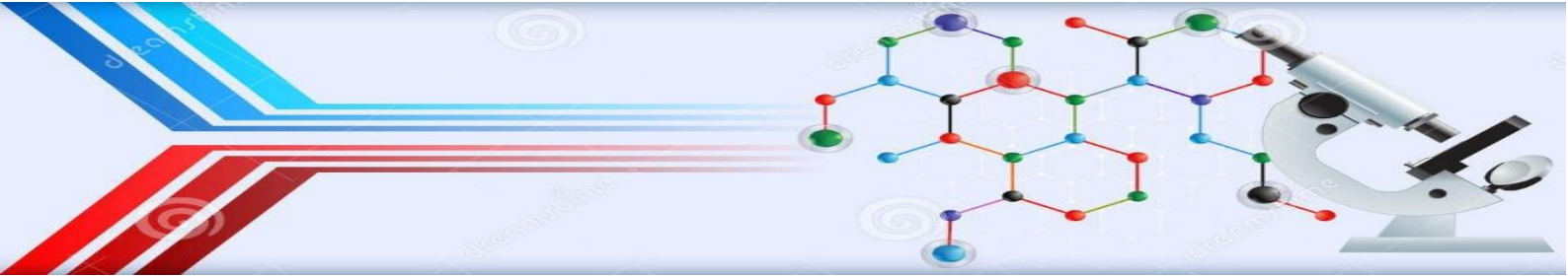


Daftar Gambar

Gambar 1 Atom	9
Gambar 2 Model Atom Thomson.....	10
Gambar 3 Hamburan Rutherford	10
Gambar 4 http://1.bp.blogspot.com/model+atom+rutherford.jpg	11
Gambar 5 Bohr Model.....	12
Gambar 6 Model Atom Bohr	12
Gambar 7 Model atom Mekanika kuantum	13
Gambar 8 Kaidah Hund	26
Gambar 9 Larangan Pauli.....	26
Gambar 10 Kecenderungan jari-jari atom dalam tabel periodik unsur	27
Gambar 11 Jari-jari Atom Beberapa Unsur	28
Gambar 12 Perubahan atom Na menjadi ion Na^+	29
Gambar 13 Energi Ionisasi Pertama Unsur-unsur dalam Tabel Periodik Unsur (kJ/mol).....	30
Gambar 14 Grafik kecenderungan energi ionisasi unsur-unsur	30
Gambar 15 Grafik kecenderungan afinitas elektron 20 unsur pertama dalam Sistem Periodik Unsur	31
Gambar 16 Skala Elektronegativitas Unsur-Unsur dalam Tabel Periodik Unsur	32
Gambar 17 Argon, salah satu unsur gas mulia	41
Gambar 18 gas Heliox (He-O_2) dalam tabung oksigen pada penyelam.....	42
Gambar 19 neon, salah satu unsur gas mulia.....	42
Gambar 20 Distilasi fraksional, salah satu cara memperoleh gas mulia	43
Gambar 21 Fluorin dalam polimer Teflon pelapis anti lengket pada panicle.....	50
Gambar 22 Isolasi unsur klor	50
Gambar 23 reaksi Na dengan Br_2 $\text{Na}_{(s)} + \frac{1}{2} \text{Br}_{2(g)} \rightarrow \text{NaBr}_{(s)}$	51
Gambar 24 halite (NaCl), contoh logam alkali.....	53
Gambar 25 Lithium.....	54
Gambar 26 Logam Natrium	55
Gambar 27 Logam Kalium.....	55
Gambar 28 Logam sesium.....	56
Gambar 29 Logam Rubidium.....	56



Gambar 30 spektrum emisi sesium	58
Gambar 31 reaksi natrium dengan air	59
Gambar 32 berilium, logam berwarna abu, dan hampir sekeras besi	64
Gambar 33 batu permata Ruby	67
Gambar 34 Batu permata blue sapphire	67
Gambar 35 Zamrud (emerald)	68
Gambar 36 Batu permata Alexandrite	68
Gambar 37 Peralatan elektronik yang menggunakan emas	69
Gambar 38 Pesawat luar angkasa yang menggunakan lapisan tipis emas	69
Gambar 39 Jendela rumah yang dilapisi emas	70
Gambar 40 kalkopirit	71
Gambar 41 Lempeng tembaga	73
Gambar 42 Kuningan (kiri), perunggu (kanan)	74
Gambar 43 Mata uang dari emas	75
Gambar 44 aplikasi stainless steel pada peralatan rumah tangga	78
Gambar 45 Bauksit	85
Gambar 46 Sel Hall-Heroult untuk pembuatan aluminium dari elektrolisis lelehan Al_2O_3 dalam kriolit	87
Gambar 47 Tahapan Belajar	157
Gambar 48. Keterkaitan Sikap, Pengetahuan, Keterampilan	160
Gambar 49. Pembelajaran Penemuan	161
Gambar 50. Perkembangan Berpikir Anak	161
Gambar 51. Perkembangan Bahasa dan Berpikir	162
Gambar 52. Langkah-Langkah Pendekatan Saintifik	163
Gambar 53 Langkah-Langkah Pembelajaran Berbasis Proyek	172



Daftar Tabel

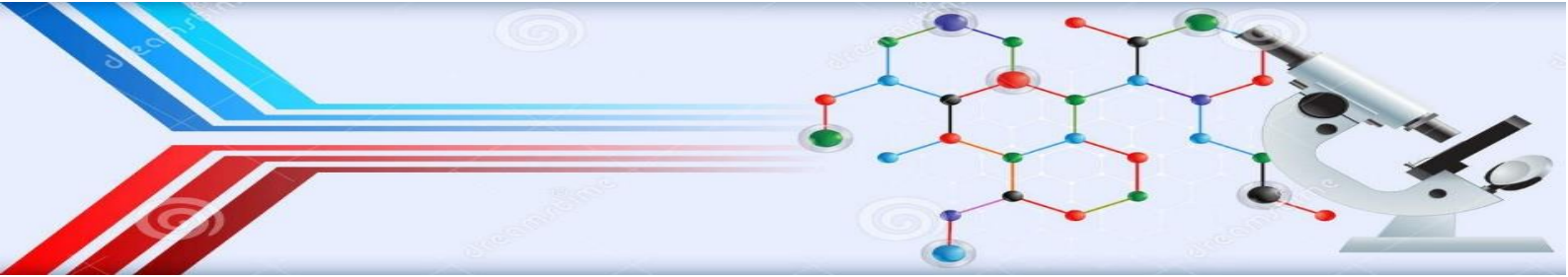
Tabel 1 Massa Atom Relatif Unsur Triad Dobereiner	16
Tabel 2 Kelompok Unsur Newland	17
Tabel 3 Tabel Oktaf Newland	17
Tabel 4 Tabel Periodik Meyer	18
Tabel 5 Tabel Periodik Mendeleyev	19
Tabel 6 Periode	21
Tabel 7 Golongan A	21
Tabel 8 Urutan Tingkat Energi	24
Tabel 9 Contoh susunan elektron	25
Tabel 10 Jumlah Elektron Maksimum	26
Tabel 11 sifat-sifat atomik unsur-unsur gas mulia	36
Tabel 12 sifat atomik dan struktur unsur akan mendasari kecenderungan sifat-sifat fisika gas mulia	37
Tabel 13 Konfigurasi elektron gas mulia	38
Tabel 14 Kereaktifan unsur golongan gas mulia	39
Tabel 15 sifat-sifat atomik unsur-unsur halogen	45
Tabel 16 sifat atomik dan struktur unsur akan mendasari kecenderungan sifat-sifat fisika halogen	46
Tabel 17 Konfigurasi elektron unsur golongan halogen	48
Tabel 18 Kereaktifan unsur golongan halogen	48
Tabel 19 Sifat fisika logam alkali	57
Tabel 20 Rumus senyawa tembaga dengan nama senyawanya	75
Tabel 21 Sifat-sifat fisika unsur periode ketiga	82

BAGIAN I

KOMPETENSI PROFESIONAL

Kompetensi profesional adalah kemampuan seorang guru dalam mengelola pembelajaran. Kemampuan mengelola pembelajaran didukung oleh penguasaan materi pelajaran, pengelolaan kelas, strategi mengajar maupun metode mengajar, dan penggunaan media dan sumber belajar.





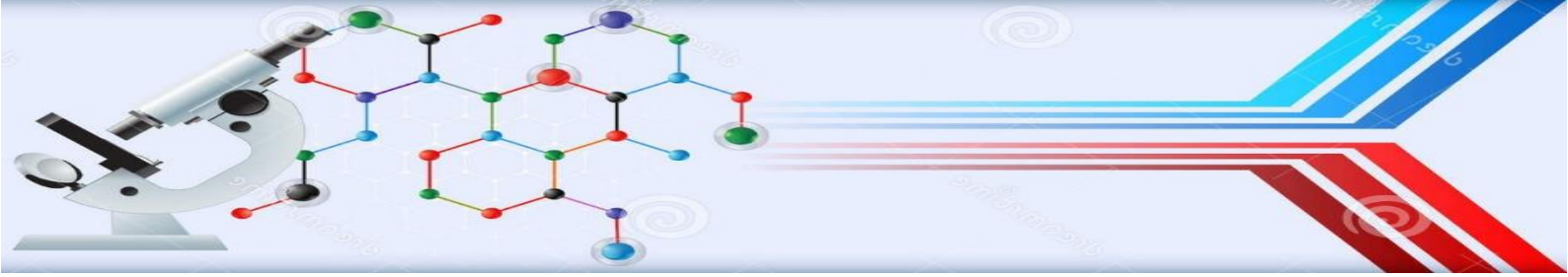
Pendahuluan

A. Latar Belakang

Modul kimia ini merupakan modul yang akan digunakan sebagai salah satu sumber belajar bagi peserta diklat Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan (PKB) tingkat 2. PKB sebagai salah satu strategi pembinaan guru dan tenaga kependidikan diharapkan dapat menjamin guru dan tenaga kependidikan mampu secara terus menerus memelihara, meningkatkan, dan mengembangkan kompetensi sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Pelaksanaan kegiatan PKB ini akan mengurangi kesenjangan antara kompetensi yang dimiliki guru dan tenaga kependidikan dengan tuntutan profesional yang dipersyaratkan.

Dasar hukum yang digunakan dalam penyusunan modul ini adalah Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional, Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen, Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 101 Tahun 2000 tentang Pendidikan dan Pelatihan Jabatan Pegawai Negeri Sipil, Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan sebagaimana diubah dengan Peraturan Pemerintah Nomor 32 Tahun 2013 serta Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2007 tentang Standar Kualifikasi Akademik dan Kompetensi Guru.

Sama dengan hakikat modul pada umumnya modul kimia grade 2 ini berisi substansi materi diklat kimia yang dikemas dalam suatu unit program pembelajaran yang terencana guna membantu pencapaian peningkatan kompetensi kimia grade 2. Modul diklat PKB Kimia Grade 2 pada intinya merupakan model bahan belajar (learning material) yang menuntut peserta diklat PKB untuk belajar lebih mandiri dan aktif.



Dengan disusunnya modul kimia grade 2 ini diharapkan dapat mengatasi kelemahan sistem pembelajaran konvensional dalam pelatihan. Hal ini disebabkan dengan modul ini peserta diklat didorong untuk berusaha mencari dan menggali sendiri informasi secara lebih aktif dan mengoptimalkan semua kemampuan dan potensi belajar yang dimilikinya.

Selanjutnya diharapkan dengan adanya modul ini dapat meningkatkan motivasi belajar peserta diklat serta meningkatkan kreativitas fasilitator dalam mempersiapkan pembelajaran diklat.

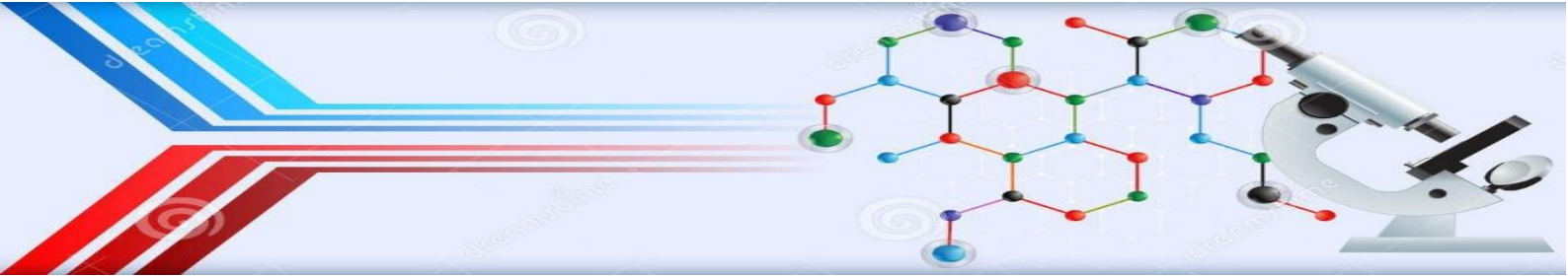
B. Tujuan

Setelah Anda menyelesaikan pembelajaran pada modul diklat PKB Kimia Grade 2 ini Anda diharapkan mampu menjelaskan dan mendeskripsikan perkembangan teori atom sampai dengan penemuan sistem periodik unsur.

C. Peta Kompetensi

KIMIA GRADE 2

1. Memahami lingkup dan kedalaman kimia sekolah
2. Memahami konsep-konsep, hukum-hukum, dan teori-teori kimia yang meliputi struktur, dinamika, energetika dan kinetika serta penerapannya secara fleksibel
3. Memahami struktur (termasuk hubungan fungsional antar konsep) ilmu kimia dan ilmu-ilmu lain yang terkait
4. Menggunakan bahasa simbolik dalam mendeskripsikan proses dan gejala alam/kimia
5. Memahami proses berpikir kimia dalam mempelajari proses dan gejala alam



D. Ruang Lingkup

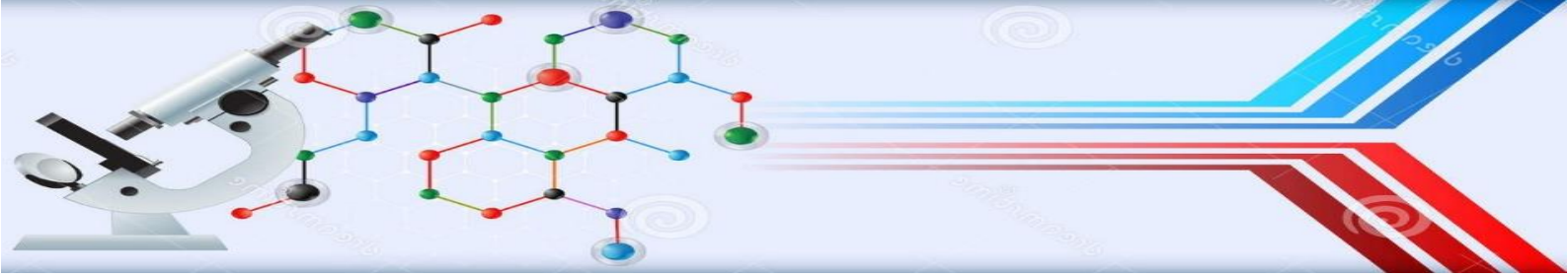
Modul kimia untuk diklat PKB tingkat 2 ini selanjutnya disebut Modul Kimia Grade 2 terdiri dari materi kegiatan pembelajaran teori atom.

E. Saran Cara Penggunaan Modul

Modul diklat PKB Kimia Kesehatan ini adalah substansi materi pelatihan kimia kesehatan yang dikemas dalam suatu unit program pembelajaran yang terencana guna membantu pencapaian peningkatan kompetensi yang didesain dalam bentuk *printed materials* (bahan tercetak). Modul diklat PKB ini berbeda dengan handout, buku teks, atau bahan tertulis lainnya yang sering digunakan dalam kegiatan pelatihan guru, seperti diktat, makalah, atau ringkasan materi/bahan sajian pelatihan. Modul diklat PKB ini pada intinya merupakan model bahan belajar (*learning material*) yang menuntut peserta pelatihan untuk belajar lebih mandiri dan aktif. Modul diklat PKB untuk kimia kesehatan terdiri dari 10 (sepuluh) tingkatan (grade) yaitu 1 sampai dengan 10. Diklat PKB Kimia Kesehatan dapat dilakukan melalui diklat oleh lembaga pelatihan tertentu maupun melalui kegiatan kolektif guru .

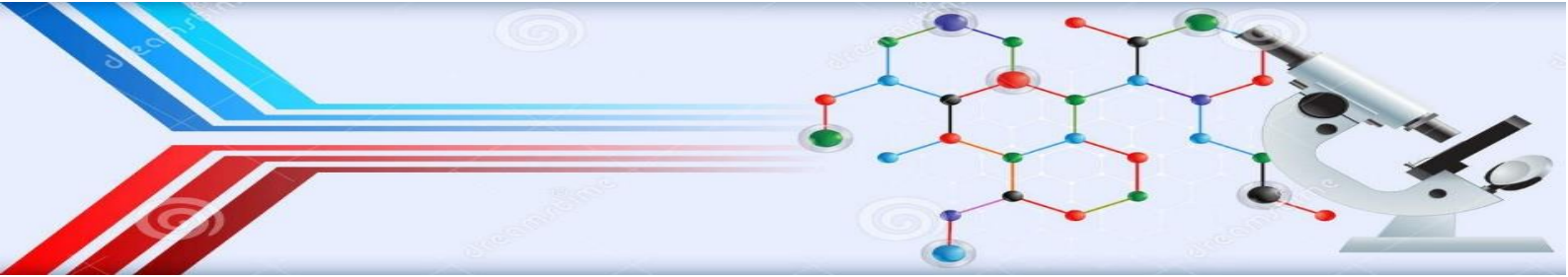
Modul ini dikembangkan sebagai pendukung kegiatan diklat PKB Kimia Kesehatan. Modul ini mengikuti prinsip berpusat pada kompetensi sehingga pencapaian kompetensi menjadi hal utama yang harus diperhatikan. Peserta diklat dituntut untuk mencapai kompetensi dalam setiap kegiatan belajar secara tuntas. Jika peserta diklat belum menguasai kompetensi diharapkan mengulang kembali kegiatan belajar sebelumnya sampai kompetensi tersebut tercapai.

Modul ini terdiri dari beberapa kegiatan pembelajaran. Dalam setiap kegiatan pembelajaran di modul ini diawali dengan judul kegiatan pembelajaran dilanjutkan dengan tujuan pembelajaran yang disusun berdasarkan kompetensi yang akan dicapai pada kegiatan pembelajaran tersebut. Sebagai pelengkap juga dituliskan Indikator Pencapaian Kompetensi pada kegiatan pembelajaran tersebut.



Pada bagian isi modul akan dimulai dengan uraian materi yang terdiri dari beberapa sub materi. Selanjutnya dijelaskan tentang aktifitas pembelajaran yang akan dilalui dalam pembelajaran tersebut. Sebagai evaluasi kemampuan dari peserta diklat maka setelah uraian materi akan diberikan latihan/kasus/tugas. Sebagai pelengkap dari uraian materi maka peserta diklat dapat membaca rangkuman yang merupakan intisari dari kegiatan pembelajaran tersebut.

Untuk pengambilan keputusan kompetensi yang telah dicapai oleh peserta diklat dapat dibaca pada umpan balik dan tindak lanjut. Dari jawaban peserta diklat yang telah diberikan pada latihan/kasus /tugas dicocokkan dengan kunci jawaban maka akan terlihat tingkat kompetensi yang telah diperoleh oleh peserta diklat tersebut. Untuk dapat melanjutkan atau mengulang kegiatan pembelajaran maka peserta diklat melihat tingkat kompetensi yang telah diperoleh.



KEGIATAN BELAJAR 1

Teori atom & Sistem Periodik Unsur

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari kompetensi ini, peserta diklat diharapkan mampu:

1. Mampu menjelaskan pengertian atom dan ion
2. Mampu mengemukakan perkembangan teori atom
3. Mampu mengemukakan sejarah penemuan sistem periodik unsur dengan lengkap dan runut
4. Mampu menata konfigurasi elektron pada atom dalam tabel periodik berdasarkan prinsip Pauli dan Azas Aufbau
5. Mampu menjelaskan sifat-sifat unsur berdasarkan letak golongannya pada tabel periodik
6. Mampu menjelaskan sifat-sifat unsur berdasarkan letak periodenya pada tabel periodik

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

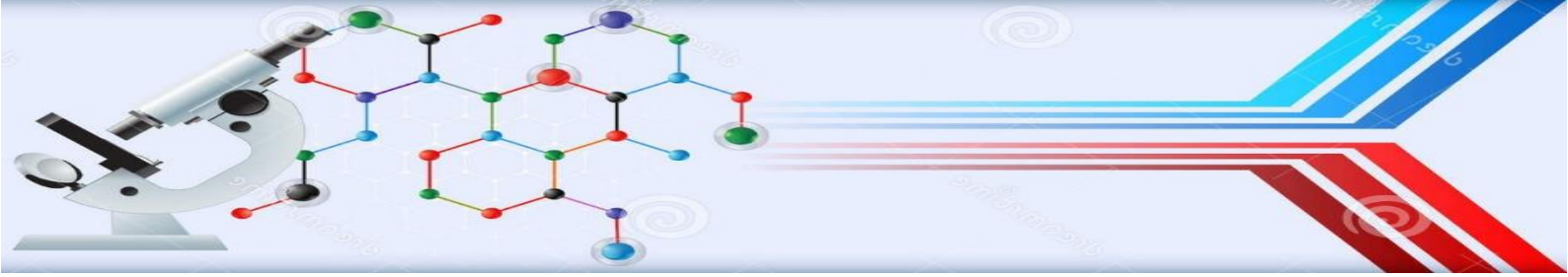
Mengemukakan sejarah perkembangan teori atom dan konfigurasi elektron

C. Uraian Materi

1. Pengertian Atom

Istilah atom berasal dari bahasa Yunani, atomos yang berarti tidak dapat dibagi-bagi, konsep ini mula-mula dicetuskan oleh Demokritos dan Leukippos (460-370 SM). Konsep atom mulai bangkit kembali setelah dikembangkan oleh John Dalton pada tahun 1805 dengan mengajukan teori menyatakan bahwa:

1. Setiap materi tersusun atas partikel terkecil yang disebut atom.



2. Atom tidak dapat dipecah lagi menjadi partikel yang lebih kecil dengan sifat yang sama.
3. Atom-atom dari unsur tertentu mempunyai sifat dan massa yang identik.

Unsur-unsur yang berbeda memiliki atom-atom yang massanya berbeda. Selanjutnya para ilmuwan melanjutkan penelitian yang terfokus pada massa atom. Hasil penelitian terakhir menunjukkan bahwa setiap unsur terdapat dalam beberapa bentuk isotop, dan hanya atom isotop yang sama yang identik.

Unsur logam di alam dapat berupa unsur bebas dan dapat berbentuk senyawa. Kenyataannya banyak unsur logam di alam ditemukan dalam bentuk senyawa, seperti besi yang ditemukan dalam bentuk besi oksida (Fe_2O_3), kalsium dalam bentuk kapur atau CaCO_3 . Senyawa Fe_2O_3 , merupakan gabungan dari atom atau kumpulan yang bermuatan, baik yang bermuatan positif atau bermuatan negatif. Dalam hal ini atom besi bermuatan positif, sedangkan oksigen bermuatan negatif. Atom atau kumpulan atom yang bermuatan disebut juga dengan ion, berdasarkan jenis muatannya dibedakan sebagai kation yaitu ion bermuatan positif dan anion adalah ion yang bermuatan negatif. Pembuktian bahwa senyawa mengandung dilakukan dengan melarutkan senyawa kedalam air, misal melarutkan NaCl , maka senyawa tersebut terurai atau terionisasi menjadi ion-ionnya, NaCl terurai menjadi Na^+ dan Cl^- .

ION

Ion adalah atom atau gugusan atom yang bermuatan listrik yang dapat dibedakan :

a. Atom Bermuatan Negatif (anion)

Pada atom bermuatan jumlah elektron tidak menunjukkan nomor atom. Atom bermuatan negatif adalah atom yang menerima elektron sehingga elektronnya bertambah.

jumlah proton = nomor atom

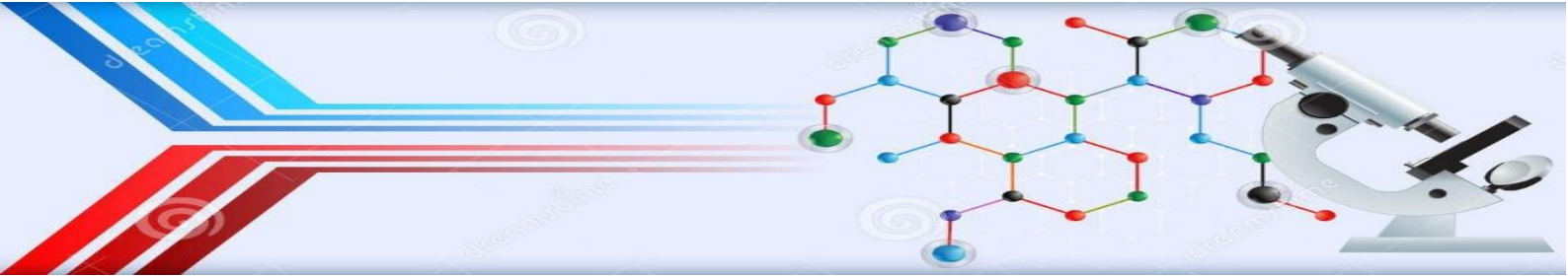
jumlah neutron = nomor massa – nomor atom

jumlah elektron = nomor atom + jumlah muatan

Contoh : $^{16}_8\text{O}^{2-}$ = ion O^{2-} mengandung:

proton (p) = 8

netron (n) = $A - Z = 8$



$$\text{elektron (e)} = Z+2 (\text{muatan}) = 10$$

b. Atom bermuatan positif (kation)

Adalah atom yang melepaskan elektron sehingga elektron atom tersebut berkurang.

jumlah proton = nomor atom

jumlah netron = nomor massa – nomor atom

jumlah elektron = nomor atom – jumlah muatan

Contoh : ${}_{11}^{23}\text{Na}^{+}$ = ion Na^{+} mengandung:

$$\text{proton (p)} = 11$$

$$\text{netron (n)} = A-Z = 12$$

$$\text{elektron (e)} = Z-1 (\text{muatan}) = 10$$

Berdasarkan model – model atom diatas dapat disimpulkan bahwa :

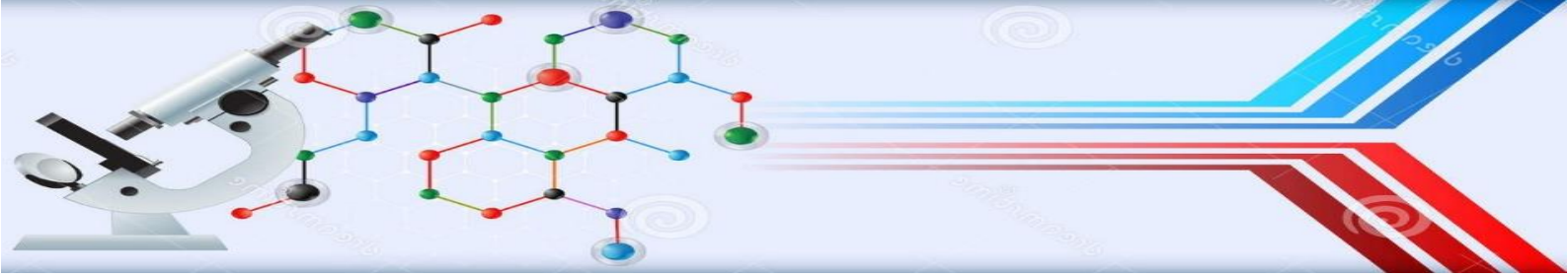
1. Atom memiliki Inti atom yang didalamnya terdapat proton sehingga inti atom bermuatan positif
2. Elektron terletak diluar inti dan bergerak pada lintasan – lintasan tertentu yang disebut kulit atom
3. Jumlah elektron maksimum yang dapat menempati tiap kulit adalah $2n^2$ dimana n adalah nomor kulit

Contoh : banyaknya elektron maksimum dalam beberapa kulit yaitu :

Nomor kulit	Nama kulit	Jumlah elektron
1	K	2
2	L	8
3	M	18

Susunan konfigurasi elektron pada kulit – kulit atom mempunyai ketentuan sebagai berikut :

1. Kulit yang lebih dahulu terisi adalah kulit yang terdekat dengan inti yaitu kulit K. Bila kulit K terisi penuh barun diteruskan kekulit berikutnya,
2. Jumlah elektron maksimum yang menempati kulit adalah $2n^2$ namun jika jumlah kelebihan elektron masih kurang maka kulit maka kulit tersebut diisi sejumlah elektron yang berada pada kulit sebelumnya.



Contoh : Tentukan susunan elektron dari ${}^{40}_{20}\text{Ca}$

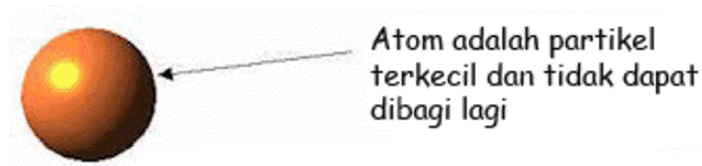
Penyelesaian: - 2 dari 20 elektron tersebut ditempatkan pada kulit K (kulit 1 dan tersisa 18 e⁻. Kulit L (kulit 2) diisi 8 elektron. Kulit M (kulit 3) diisi 8 elektron karena sisa elektron sampai pada kulit ke 2 hanya 10 elektron. Kulit N diisi 2 elektron

2. Perkembangan Teori Atom

2.1. Teori atom Dalton

John Dalton dengan dukungan dari percobaan-percobaan yang dilakukan waktu itu mengemukakan beberapa konsep tentang atom, antara lain:

1. Atom merupakan partikel terkecil yang tidak dapat dibagi-bagi
2. Atom suatu unsur tidak dapat diubah menjadi unsur lain.
3. Dua atom atau lebih dapat membentuk molekul
4. Atom-atom suatu unsur semuanya serupa
5. Pada reaksi kimia, atom-atom terpisah tapi kemudian dapat bergabung lagi dengan susunan yang berbeda menurut perbandingan tertentu.

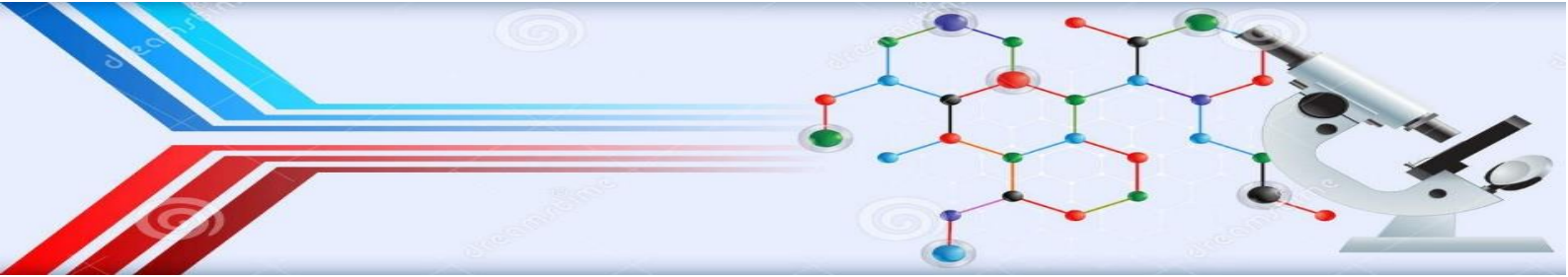


Gambar 1 Atom
Sumber : <http://kimia.upi.edu>

Bentuk dari sebuah atom menurut Dalton adalah benda bulat yang tidak dapat dibagi lagi. Hasil percobaan yang dilakukan oleh JJ. Thomson, percobaan E. Goldstein dan J. Chadwick menunjukkan bahwa atom dibentuk oleh partikel-partikel atom yang terdiri dari partikel pembentuk atom

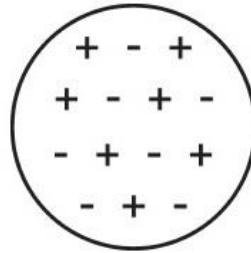
Partikel atom	Lambang	Muatan	Massa	Penemu
Elektron	e ⁻	-1	0	JJ.Thomson (1897)
Proton	p ⁺	+1	1	E. Goldstein
Neutron	n		1	J. Chadwick

Penemuan partikel atom ini menunjukkan ketidak benaran teori atom Dalton, sebab bukan atom yang menjadi bagian terkecil dari suatu benda dan



mendorong para ilmuwan untuk menyelidiki bentuk /model atom yang sesungguhnya.

2.2. Teori atom Thomson



Gambar 2 Model Atom Thomson

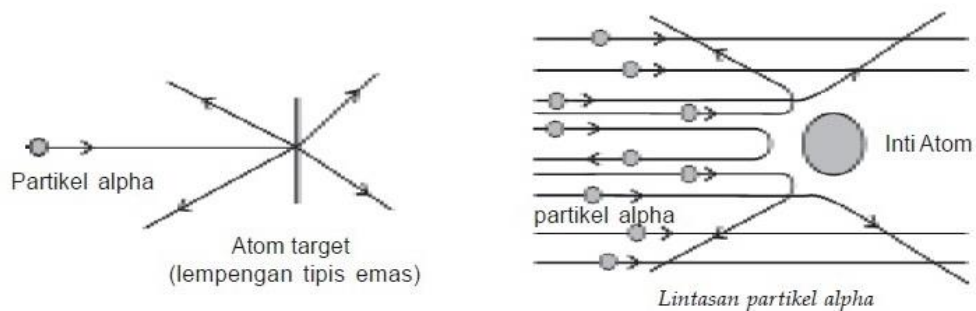
Sumber : <http://fisikazone.com/wp-content/uploads/2014/09/Model-Atom-Thomson.jpg>

Menurut Thomson atom bentuknya seperti roti kismis, muatan positif yang terbagi merata ke seluruh isi atom. Muatan ini dinetralkan oleh elektron yang tersebar diantara muatan listrik positif

2.3. Teori atom Rutherford

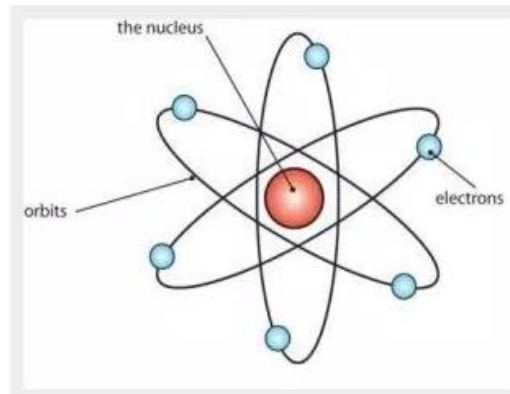
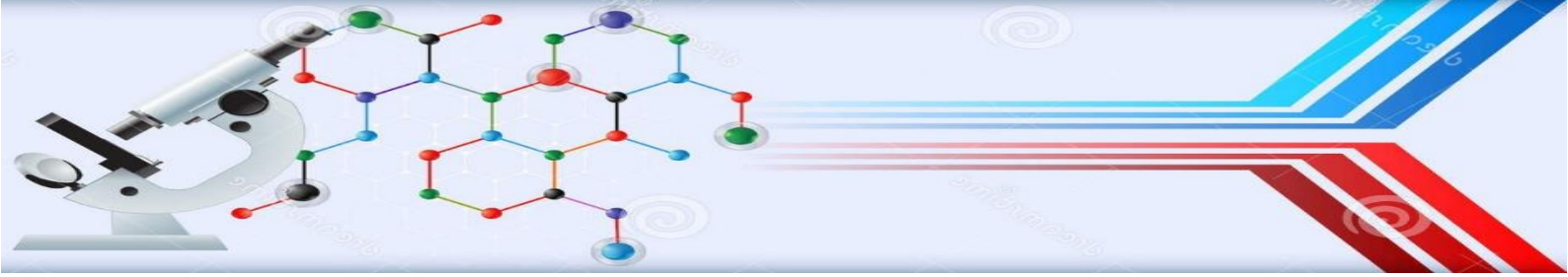
Hamburan Rutherford

Lempeng emas yang tipis setebal kira-kira 2000 atom (0,01 mm). Partikel alfa dihamburkan waktu mengenai lempeng emas tersebut. Percobaan ini mampu melemahkan teori atom Thomson.



Gambar 3 Hamburan Rutherford

Sumber : <http://fisikazone.com/wp-content/uploads/2014/09/Percobaan-hamburan-partikel-alpha-oleh-rutherford.jpg>



Gambar 4 <http://1.bp.blogspot.com/model+atom+rutherford.jpg>

Konsep atom Rutherford:

1. Atom terdiri dari:
 - a. inti atom yang bermuatan positif
 - b. elektron-elektron yang bermuatan negatif yang beredar mengelilingi inti
2. Atom bersifat netral (jumlah muatan inti = jumlah muatan elektron-elektronnya)
3. Inti dan elektron tarik-menarik dengan gaya yang sama dengan gaya sentrifugalnya sehingga menyebabkan elektron tetap pada orbitnya
4. Dalam reaksi kimia hanya elektron terluar yang saling mempengaruhi, inti atom tidak mengalami perubahan

2.4. Teori atom Bohr

Neil Hendrik Bohr menyempurnakan teori atom Rutherford. Bohr memiliki pendapat sebagai berikut:

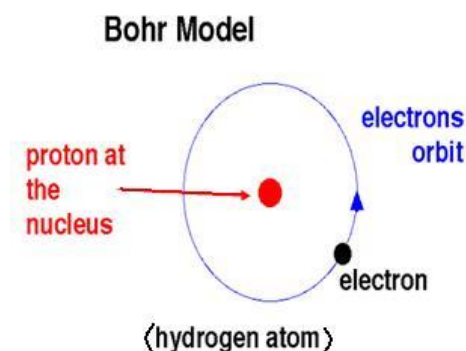
1. Elektron beredar mengelilingi atom dengan tingkat-tingkat energi tertentu. Semakin dekat ke inti atom, tingkat energi semakin rendah. Dan sebaliknya, semakin jauh dari inti atom, tingkat energi semakin tinggi. Tingkat-tingkat energi ini membentuk lintasan (orbit) elektron yang berupa lingkaran. Peredaran elektron dalam lintasannya tersebut membebaskan atau menyerap energi sehingga bersifat stabil.
2. Perpindahan elektron, dapat terjadi dengan cara:
3. Menyerap energi sehingga elektron tersebut berpindah ke tingkat energi yang lebih tinggi atau lintasan yang lebih luar, atau



4. Membebaskan energi sehingga elektron tersebut berpindah ke tingkat energi yang lebih rendah atau lintasan yang lebih dalam.

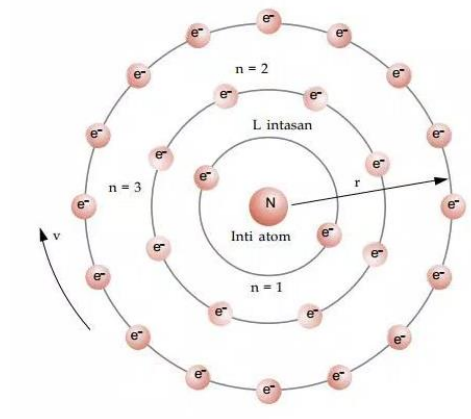
Energi yang dibebaskan saat elektron berpindah ke tingkat energi yang lebih rendah dapat diamati sebagai pancaran cahaya dengan panjang gelombang tertentu.

Spektrum cahaya atau gelombang elektromagnetik pada atom hidrogen dijadikan bukti oleh Bohr untuk mendukung model atomnya.



Gambar 5 Bohr Model

Sumber : <http://images.tutorvista.com/cms/images/38/bohr-atom-model.JPG>



Gambar 6 Model Atom Bohr

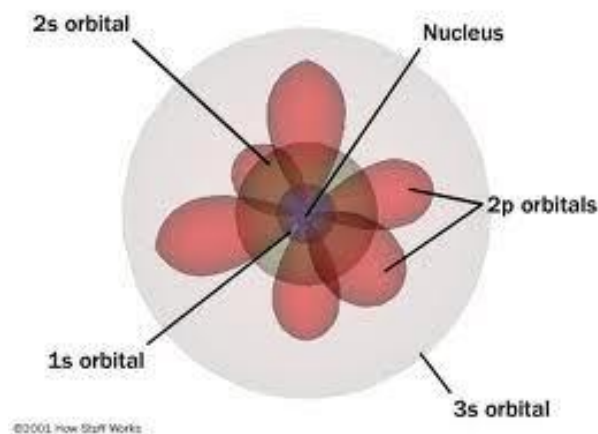
Sumber : <http://3.bp.blogspot.com>

2.5 Teori mekanika kuantum

Model atom mekanika Kuantum atau model atom mutakhir menggambarkan sifat pergerakan elektron dan kedudukan elektron. Dasar pertama model atom mekanika kuantum adalah hipotesis de Broglie. Menurut Louis de Broglie, elektron bukan hanya merupakan partikel, melainkan dapat juga dipandang sebagai gelombang. Gerakan elektron dalam lintasannya juga merupakan gelombang.



Dasar kedua adalah asas ketidakpastian Heisenberg. Menurut Warner Heisenberg, kedudukan elektron tidak dapat ditentukan secara pasti. Hal yang dapat ditentukan hanyalah kebolehjadian atau peluang ditemukannya elektron pada suatu posisi. Lintasan Bergeraknya elektron bukan merupakan garis yang pasti, melainkan sebuah ruang.



Gambar 7 Model atom Mekanika kuantum
<http://suriantomaldini.files.wordpress.com/>

3. Nomor Massa dan Nomor Atom

Setiap atom unsur mempunyai jumlah elektron dan proton yang berbeda dengan atom unsur lain. Nomor atom suatu unsur menunjukkan jumlah proton yang terdapat dalam atom. Nomor atom diberi lambang Z . Nomor atom suatu unsur merupakan ciri khas atom unsur tersebut.

Muatan atom suatu unsur selalu netral. Oleh karena itu, jumlah proton selalu sama dengan jumlah elektron. Dengan demikian, hubungan Antara nomor atom, proton, dan elektron dapat dituliskan sebagai berikut.

$$\text{Nomor Atom} = Z = \text{jumlah proton} = \text{jumlah elektron}$$

Atom oksigen bernomor atom 8, berarti memiliki 8 proton dan 8 elektron. Atom neon bernomor atom 10, artinya neon memiliki 10 proton dan 10 elektron. Jadi, jika nomor atom berbeda, unsurnya juga berbeda. Nomor atom adalah khas untuk masing-masing atom.

Nomor massa menggambarkan massa partikel-partikel penyusun atom, yaitu massa proton, massa elektron, dan massa neutron. Massa elektron sangat



kecil dibandingkan dengan massa proton dan neutron sehingga massa elektron ini dapat diabaikan. Nomor massa diberi notasi A dan didefinisikan sebagai jumlah proton dan jumlah neutron. Hubungan antara nomor massa, proton dan neutron adalah sebagai berikut: Jadi,

$$\text{Nomor masa} = \text{jumlah proton} + \text{jumlah neutron.}$$

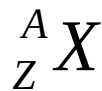
Jumlah proton $\sum p = Z$,

Jumlah neutron $= \sum n$,

Sehingga

$$A = Z + \sum n$$

Pelambangan atom suatu unsur yang menunjukkan jumlah partikel (elektron, proton dan neutron) pembentuknya adalah sebagai berikut :



Keterangan : X = simbol suatu atom

A = nomor massa

Z = nomor atom

Contoh ${}^{65}_{30}\text{Zn}$ = atom seng mengandung:

proton (p) = 30

elektron = 30

netron = $A - Z = 65 - 30 = 35$

Contoh Soal Nomor atom dan Nomor massa

Tentukan jumlah proton, elektron, dan neutron unsur/ion berikut:

1. ${}^{19}_9\text{F}$

2. ion Na^+

3. Atom X memiliki 27 proton, 27 elektron dan 32 neutron.

4. Atom Y memiliki 1 proton, 1 elektron, dan tidak ada neutron.

Jawab :

1. ${}^{19}_9\text{F}$

maka $\sum p = \sum e = Z = 9$

$$\sum n = A - Z = 19 - 9 = 10$$

2. ion Na^+ , artinya atom Na melepas 1 elektron sehingga jumlah elektronnya berkurang 1. Jadi, Na^+ memiliki:



jumlah proton = $Z = 11$

jumlah elektron = $Z - 1 = 11 - 1 = 10$

jumlah neutron = $A - Z = 23 - 11 = 12$

Contoh Soal nomor atom dan nomor massa 2

3. X memiliki $Z = \sum p = 27$

$$A = Z + \sum n = 27 + 32 = 59$$

Jadi lambang atom X adalah $^{59}_{27}\text{X}$

4. Y memiliki $Z = \sum p = 1$

$$A = Z + \sum n = 1 + 0 = 1$$

Atom Y adalah hidrogen, yang merupakan satu-satunya atom yang tidak memiliki neutron. Jadi, lambang atom Y adalah ^1_1Y .

4. Sejarah Penemuan Sistem Periodik Unsur.

4.1. Pengelompokan Menurut Lavoisier

Pada 1789, Antoine Lavoisier membuat pengelompokan terhadap 33 unsur kimia. Unsur-unsur tersebut dibagi kedalam empat kelompok, yaitu tanah, gas, nonlogam, dan logam. Oleh karena pengetahuan tentang sifat-sifat unsur masih sederhana, unsur-unsur tersebut kelihatan berbeda antara yang satu dengan yang lain, artinya belum terlihat adanya kemiripan antara unsur yang satu dengan unsur yang lainnya.

Kelompok unsur gas menurut Lavoisier diantaranya ozon (nitrogen), oksigen, hidrogen, cahaya dan kalor. Kelompok unsur-unsur nonlogam diantaranya karbon, fosfor, karbon, asam fluorida, asam klorida, dan asam borak. Sedangkan unsur-unsur logam diantaranya arsenik, bismuth, antimon, perak, tembaga, kobalt, besi, timah, raksa, mangan, emas, molibdenum, nikel, timbal, platina, seng, dan tungsten. Adapun kelompok unsur tanah diantaranya kapur, barium oksida, magnesium oksida, silikon oksida, dan aluminium oksida.

4.2. Johann Wolfgang Dobereiner (Konsep Triad).

Pada 1829, J.W. Dobereiner mengelompokan unsur-unsur berdasarkan kemiripan sifat-sifatnya. Unsur pembentuk garam dan massa atomnya, yaitu $\text{Cl} = 35,5$, $\text{Br} = 80$, dan $\text{I} = 127$. Unsur pembentuk alkali dan massa



atomnya, yaitu Li=7, Na=23, dan K=39. Unsur pembentuk alkali tanah dan massa atomnya, yaitu Ca=40, Sr=88, dan Ba=136.

Dari pengelompokan unsur-unsur tersebut, terdapat suatu keteraturan. Setiap tiga unsur yang sifatnya mirip, massa atom (Ar) unsur yang kedua (tengah) merupakan massa atom rata-rata dari massa atom unsur yang pertama dan ketiga. Perhatikan contoh berikut.

$$Ar\ Na = (Ar\ Li + Ar\ K) / 2 = (7+39) / 2 = 46 / 2 = 23$$

1.

	Unsur	Massa atom	Rerata massa atom unsur pertama dan ketiga
Unsur pertama	Li	6,94	$\frac{6,94 + 39,10}{2} = 23,02$
Unsur kedua	Na	22,99	
Unsur ketiga	K	39,10	

2.

	Unsur	Massa atom	Rerata massa atom unsur pertama dan ketiga
Unsur pertama	Be	9,01	$\frac{9,01 + 40,08}{2} = 24,55$
Unsur kedua	Mg	24,31	
Unsur ketiga	Ca	40,08	

3.

	Unsur	Massa atom	Rerata massa atom unsur pertama dan ketiga
Unsur pertama	Al	26,98	$\frac{26,98 + 114,80}{2} = 70,89$
Unsur kedua	Ga	69,72	
Unsur ketiga	In	114,80	

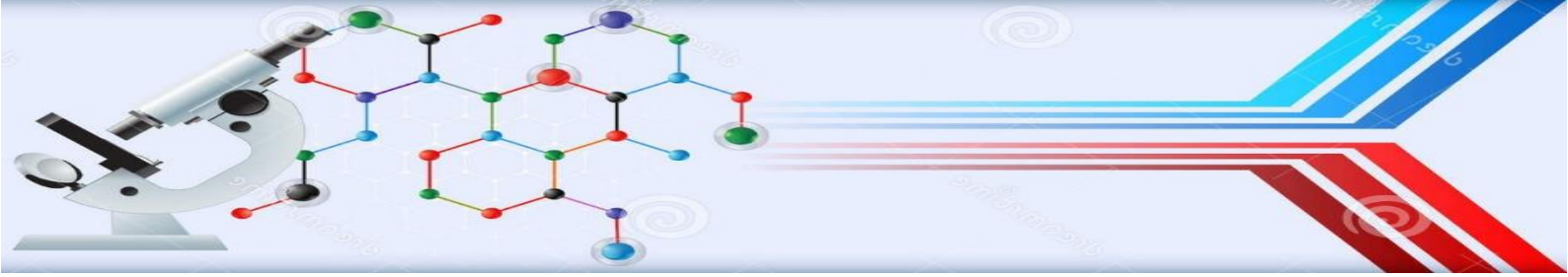
Contoh : - Ca, Sr, Ba
 - Li, Na, K
 - Cl, Br, I

Tabel 1 Massa Atom Relatif Unsur Triad Dobereiner

Litium (Li)	Kalsium (Ca)	Klorin (Cl)	Belerang (S)	Mangan (Mn)
Natrium (Na)	Stronsium (Sr)	Bromin (Br)	Selenium (Se)	Kromium (Cr)
Kalium (K)	Barium (Ba)	Iodin (I)	Telurium (Te)	Besi (Fe)

Konsep ini tidak efisien, sebab suatu kelompok tidak hanya terdiri dari tiga unsur, melainkan banyak.

4.3. John Alexander Reina Newland (Hukum Oktaf).



J. Newlands merupakan orang pertama yang mengelompokkan unsur-unsur berdasarkan kenaikan massa atom relatif. Pada 1863, ia menyatakan bahwa sifat-sifat unsur berubah secara teratur. Unsur pertama mirip dengan unsur kedelapan, unsur kedua mirip dengan unsur kesembilan, dan seterusnya. Jadi, jika diurutkan

John Alexander Reina Newland mengelompokkan unsur-unsur berdasarkan pertambahan (kenaikan) berat atom sesuai dengan pengulangan not lagu (oktaf).

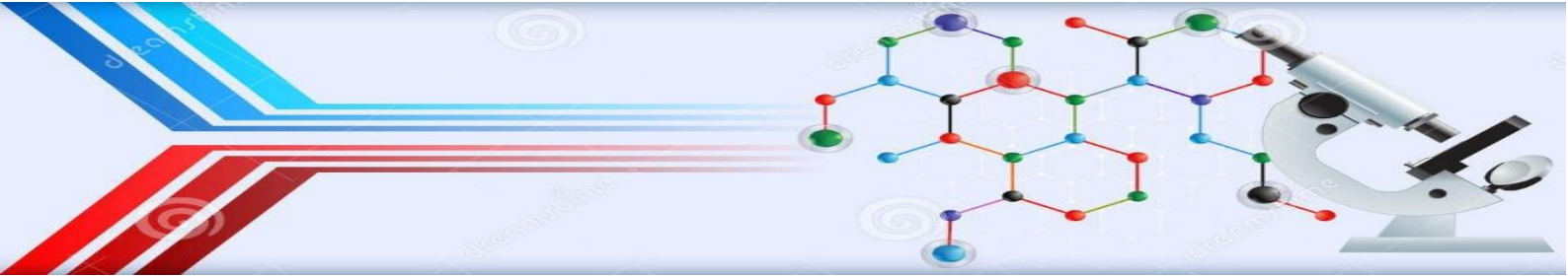
Tabel 2 Kelompok Unsur Newland

H 1	F 8	Cl 15
Li 2	Na 9	K 16
Be 3	Mg 10	Ca
B	Al	..17
.4	11	Cr
C 5	Si 12	18
N	P 13	Ti 19
6	S 14	Mn
O 7		..20
		Fe
		21

Tabel 3 Tabel Oktaf Newland
Sumber : <http://3.bp.blogspot.com/>

1 H	2 Li	3 Be	4 B	5 C	6 N	7 O
8 F	9 Na	10 Mg	11 Al	12 Si	13 P	14 S
15 Cl	16 K	17 Ca	18 Cr	19 Ti	20 Mn	21 Fe
22 Co & Ni	23 Cu	24 Zn	25 Y	26 In	27 As	28 Se
29 Br	30 Rb	31 Sr	32 Ce & La	33 Zn	34 Ni & Mn	35 Ro & Ru

Hukum oktaf Newlands ternyata hanya berlaku untuk unsur-unsur dengan massa atom relatif sampai 20 (kalsium). Kemiripan sifat terlalu dipaksakan apabila pengelompokan dilanjutkan.



4.4. Julius Lothar Meyer.

Ilmuwan kimia Jerman Julius Lothar Meyer menyusun 57 unsur kimia berdasarkan kenaikan massa atom. Hal yang membedakan dengan Mendeleev, Meyer mengelompokkannya dengan menekankan pada sifat-sifat fisika unsur. Adapun Mendeleev, berdasarkan sifat kimia unsur. Sistem periodik Meyer tersebut disusun pada 1868, namun baru dipublikasikan pada 1870. Menurut Meyer, unsur-unsur yang memiliki sifat fisika sama ditempatkan pada kolom yang sama.

Tabel 1.5 Tabel Periodik Meyer yang Berdasarkan pada Grafik antara Volume dan Massa Atom

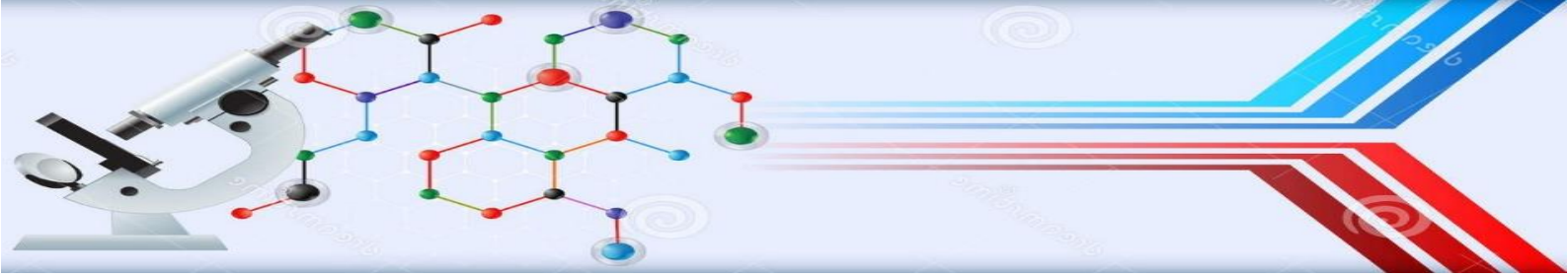
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
-	B = 11,0	Al = 27,3	-	-	-	In = 113,4	Tl = 202,7	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	C = 11,97	Si = 28	-	-	-	Sn = 117,8	-	Pb = 206,4
-	-	-	Ti = 48	-	Zr = 89,7	-	-	-
-	N = 14,01	P = 30,9	-	As = 74,9	-	Sb = 122,1	-	Bi = 207,5
-	-	-	V = 51,2	-	Nb = 93,7	-	Ta = 182,2	-
-	O = 15,96	-	-	Se = 78	-	Te = 128	-	-
-	-	-	Cr = 52,4	-	Mo = 95,6	-	W = 183,5	-
-	F = 19,1	Cl = 35,38	-	Br = 79,75	-	J = 126,5	-	-
-	-	-	Mn = 54,8	-	Ru = 103,5	-	Os = 198,6	-
-	-	-	Fe = 55,9	-	Rh = 104,1	-	Ir = 196,7	-
-	-	-	Co = Ni = 58,6	-	Pd = 106,2	-	Pt = 196,7	-
Li = 7,01	Na = 22,99	K = 39,04	-	Rb = 85,2	-	Cs = 132,7	-	-
-	-	-	Cu = 63,3	-	Ag = 107,66	-	Au = 196,2	-
Be = 9,3	Mg = 23,9	Ca = 39,9	-	Sr = 87,0	-	Ba = 136,8	-	-
-	-	-	Zn = 64,9	-	Cd = 111,6	-	Hg = 199,8	-

Sumber: www.chemogenesis.com

Tabel 4 Tabel Periodik Meyer
Sumber : <http://2.bp.blogspot.com>

4.5. Domitri Ivanovick Mendeleev.

Salah satu ahli kimia yang terbilang berhasil dalam pengelompokan unsur-unsur adalah Dmitri Ivanovich Mendeleev, sarjana asal Rusia. Mendeleev memprediksi unsur-unsur yang belum ditemukan kala itu. Dasar dari pengelompokan unsur-unsur versi Mendeleev adalah berdasarkan kenaikan massa atom relatifnya. Uniknya, Mendeleev mengelompokkan unsur-unsur tersebut dengan menggunakan kartu, dimana setiap kartu tersebut tertulis lambang unsur, sifat-sifat unsur dan massa atom relatifnya. Unsur-unsur tersebut disusun berdasarkan sifat-sifat unsur dan kenaikan massa atom relatifnya. Namun, pengelompokan ini menekankan sifat-sifat kimia unsur ketimbang massa atomnya



Mendeleev menyusun unsur-unsur dalam suatu tabel berdasarkan kenaikan berat atom dan dilihat dari sifat-sifat kimia. Unsur-unsur yang memiliki sifat kimia sama ditempatkan pada kolom yang sama.

Tabel 5 Tabel Periodik Mendeleev
Sumber : <http://3.bp.blogspot.com/>

Periode	Gol.I	Gol.II	Gol.III	Gol.IV	Gol.V	Gol.VI	Gol.VII	Gol.VIII
1	H=1							
2	Li=7	Be=9,4	B=11	C= 12	N=14	O= 16	F= 19	
3	Na=23	Mg=24	Al=27,3	Si=28	P= 31	S= 32	Cl= 35,5	
4	K=39	Ca=40	--= 44	--=48	V= 51	Cr= 52	Mn= 55	Fe= 56; Co= 59 Ni= 59; Cu= 63
5	Cu=63	Zn=65	--= 68	--=72	As= 75	Se= 78	Br= 80	
6	Rb=85	Sr=87	Yt=88	Zr=90	Nb= 94	Mo= 96	--= 100	Ru=104;Rh=104 Pd=106;Ag=108
7	Ag=108	Cd=112	In=113	Sn=118	Sb= 122	Te= 125	J= 127	
8	Cs=133	Ba=137	Di=138	Ce=140	-	-	-	-----
9	-	-	-	La=180	-	-	-	Os=195; Ir= 197
10	-	-	Er=178	Pb= 207	Ta= 182	W= 184	-	Pt=198;Au=199
11	Au=199	Hg=200	Tl=204	Th=231	Bi= 208	-	-	-----

Sumber: Chemistry (Zumdahl), 1989

Unsur-unsur yang memiliki kesamaan sifat ditempatkan pada lajur vertikal yang dinamakan golongan. Demi menetapkan kemiripan sifatnya ini, Mendeleev mengosongkan beberapa tempat di sistem periodiknya, sebagai contoh menempatkan Ti (Ar=48) pada golongan IV dan membiarkan golongan III kosong, karena Ti lebih mirip dengan C dan Si, daripada dengan B dan Al.

4.6. Sistem Periodik Modern

Sistem periodik modern adalah susunan berkala periodik unsur berdasarkan kenaikan nomor atom dengan tujuan untuk mempermudah memberikan gambaran senyawa yang terbentuk apabila unsur-unsur tersebut saling berikatan.

Pada 1913, seorang kimiawan Inggris bernama Henry Moseley melakukan eksperimen pengukuran panjang gelombang unsur menggunakan sinar X. Berdasarkan eksperimennya tersebut, diperoleh kesimpulan bahwa sifat atom bukan didasari oleh massa atom relatif, melainkan berdasarkan kenaikan jumlah proton. Hal tersebut diakibatkan



adanya unsur-unsur yang memiliki massa atom berbeda, tetapi, memiliki jumlah proton sama atau disebut isotop.

Jenis sistem periodik modern ada beberapa macam, namun yang paling sering digunakan adalah Sistem Periodik Panjang, yaitu sistem periodik unsur yang disusun berdasarkan kenaikan nomor atom unsur.

Tabel 6. Tabel Periodik Modern
Sumber : <https://images-blogger-opensocial.googleusercontent.com>

MODERN PERIODIC TABLE LONG FORM

REFERENCE

- Valence Shell
- Inner Transition
- Non-Metals
- Alkal Earth Metals
- Alkal Earth Metals
- Transition Metals
- Metals
- Non-Metals
- Alkal Earth Metals
- Alkal Earth Metals
- Transition Metals

Legend:

- Black : Solid
- Red : Gas
- Green : Liquid

Groups: IA, IIA, IIIA, IVA, VA, VIA, VIIA, 0

Periods: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Elements: H, He, Li, Be, B, C, N, O, F, Ne, Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, Ar, K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, As, Se, Br, Kr, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Tc, Ru, Rh, Pd, Ag, Cd, In, Sn, Sb, Te, I, Xe, Cs, Ba, La, Hf, Ta, W, Re, Os, Ir, Pt, Au, Hg, Tl, Pb, Bi, Po, At, Rn, Fr, Ra, Ac, Th, Pa, U, Np, Pu, Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm, Md, No, Lr.

Kenaikan jumlah proton ini mencerminkan kenaikan nomor atom unsur tersebut. Pengelompokan unsur-unsur sistem periodik modern merupakan penyempurnaan hukum periodik Mendeleev, yang disebut juga sistem periodik bentuk panjang

5. Periode dan Golongan

5.1. Periode.

Periode ditempatkan pada lajur horizontal dalam sistem periodik unsur modern.

Periode suatu unsur menunjukkan nomor kulit yang sudah terisi elektron (n terbesar) berdasarkan konfigurasi elektron.



Periode adalah garis mendatar dengan nomor atom yang urut dengan jumlah kulit atom yang sama. Periode juga menyatakan banyaknya kulit atom suatu unsur yang terisi elektron. Terdapat tujuh periode dalam sistem periodik panjang, yaitu :

Tabel 6 Periode

Periode	Jumlah Kulit Atom	Jumlah Unsur	Disebut
1	1	1 atau 2	Periode pendek
2	2	8	
3	3	8	
4	4	18	
5	5	18	
6	6	32	Periode panjang
7	7	19	

5.2. Golongan.

Golongan suatu unsur disusun berdasarkan jumlah elektron pada kulit terluar. Dalam satu golongan, jumlah elektron valensinya sama. Unsur-unsur yang terdapat dalam satu golongan mempunyai sifat yang sama dan penempatan golongan dilakukan secara vertikal atau lajur kolom dan ditulis dengan angka romawi. Golongan adalah urutan unsur-unsur dengan arah vertikal dan banyak mempunyai persamaan sifat.

Terdapat dua golongan dalam sistem periodik panjang, yaitu :

➤ Golongan A, disebut golongan utama.

Nomor golongan utama ini menunjukkan banyaknya elektron pada kulit terluar (elektron valensi) yang sama. Terdapat delapan golongan utama, yaitu :

Tabel 7 Golongan A

Golongan	Jumlah elektron valensi	Nama golongan
I A	1	Alkali
II A	2	Alkali tanah
III A	3	Boron aluminium
IV A	4	Karbon silikon



V A	5	Nitrogen fosfor
VI A	6	Oksigen belerang
VII A	7	Halogen
VIII A	8	Gas mulia

☛ Golongan B, disebut golongan transisi.

Unsur-unsur golongan transisi semuanya merupakan unsur logam. Jika dilihat pada periode ke enam, ketiga unsur pertama berisi kalsium Ca (Kalsium), Ba (Barium) dan La (Lantium). Keempat belas unsur berikutnya (dari Ce sampai Cu), sifat-sifat kimia maupun sifat fisiknya mendekati sifat-sifat La. Oleh karena itu unsur-unsur tersebut disebut golongan lantanida. Demikian juga pada periode ke tujuh, ketiga unsur pertama berisi Fr (Fransium), Ra (Radium) dan Ac (Aktinium). Keempat belas unsur berikutnya dari Th sampai Lw, mempunyai sifat-sifat kimia dan sifat fisika yang mendekati sifat-sifat Ac. Oleh karena itu unsur-unsur tersebut juga disebut golongan aktinida.

Beberapa Golongan Unsur dalam Sistem Periodik Unsur

✓ **GOLONGAN IA (LOGAM ALKALI)**

Semua logam Alkali tergolong logam yang lunak (kira-kira sekeras karet penghapus, dapat diiris dengan pisau) dan ringan (massa jenis Li, Na, dan K kurang dari 1 g/cm³). Logam Alkali memiliki 1 elektron valensi yang mudah lepas, sehingga merupakan kelompok logam yang paling reaktif, dapat terbakar di udara, dan bereaksi hebat dengan air. Dari Litium ke Sesium reaksi dengan air bertambah dahsyat. Litium bereaksi agak pelan, tetapi natrium bereaksi dengan disertai terbentuknya api dan ledakan, sementara yang lainnya bereaksi dengan lebih dahsyat lagi. Oleh karena kereaktifannya dengan air dan udara, logam alkali biasa disimpan dalam kerosin (minyak tanah).

✓ **GOLONGAN IIA (LOGAM ALKALI TANAH)**

Unsur-unsur golongan IIA disebut logam alkali tanah. Logam alkali tanah juga tergolong logam aktif, tetapi kereaktifannya kurang dibandingkan dengan logam alkali seperiode, dan hanya akan terbakar di udara bila dipanaskan.



Kecuali berilium, logam alkali tanah larut dalam air. Magnesium dan stronsium digunakan dalam membuat kembang api. Senyawa magnesium, yaitu magnesium hidroksida ($\text{Mg}(\text{OH})_2$), digunakan sebagai antasida dalam obat mag. Batu kapur, pualam, dan mamer adalah senyawa kalsium, yaitu kalsium karbonat (CaCO_3).

✓ **GOLONGAN VIIA (HALOGEN)**

Unsur-unsur golongan VIIA merupakan kelompok unsur nonlogam yang sangat reaktif. Hal itu berkaitan dengan elektron valensinya yang berjumlah 7, sehingga hanya memerlukan tambahan 1 elektron untuk mencapai konfigurasi stabil seperti gas mulia. Semua unsur halogen bereaksi dengan tipe yang sama, walaupun kereaktifannya berbeda. Halogen dengan logam membentuk senyawa yang kita sebut garam, seperti NaF, NaCl, NaBr dan NaI. Oleh karena itu pula, unsur golongan VIA disebut halogen artinya pembentuk garam. Kereaktifan unsur halogen berkurang dari F ke I. Semua unsur halogen (golongan VIIA) berupa molekul diatomik (F_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2), berwarna dan bersifat racun.

✓ **GOLONGAN VIIIA (GAS MULIA)**

Unsur-unsur golongan VIIIA, yaitu helium, Neon, Argon, Krypton, Xenon, dan Radon, disebut gas mulia karena semuanya berupa gas yang sangat stabil, sangat sukar bereaksi dengan unsur lain. Tidak ditemukan satu pun senyawa alami dari unsur-unsur tersebut. Unsur gas mulia terdapat di alam sebagai gas monoatomic (atom-atomnya berdiri sendiri). Menurut para ahli, hal itu disebabkan kulit terluarnya yang sudah terisi penuh. Kulit terluar yang terisi penuh menjadikan unsur tidak reaktif. Namun demikian, Krypton, Xenon dan Radon ternyata dapat 'dipaksa' bereaksi dengan beberapa unsur, sedangkan Helium, Neon dan Argon sehingga sekarang belum berhasil direaksikan.

✓ **GOLONGAN B (UNSUR TRANSISI)**

Unsur-unsur transisi adalah unsur-unsur yang terdapat di bagian tengah sistem periodik unsur, yaitu unsur-unsur golongan tambahan (golongan B). Sebagaimana telah dijelaskan, unsur-unsur peralihan merupakan unsur-unsur



yang harus dialihkan setelah golongan IIA sehingga diperoleh unsur yang menunjukkan kemiripan sifat dengan golongan IIIA.

Unsur-unsur golongan transisi mempunyai sifat khas yang membedakannya dari unsur-unsur golongan utama (golongan A), diantaranya:

- Semua unsur transisi tergolong logam
- Mempunya kekerasan, titik leleh, dan titik didih yang relatif tinggi
- Banyak diantaranya membentuk senyawa-senyawa berwarna
- Kebanyakan dari logam yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari maupun dalam industry adalah logam transisi. Misalnya besi, tembaga, kromium, nikel, titanium, perak, emas, dan platina.

6. Konfigurasi Elektron

Penetapan golongan dan periode dilakukan dengan cara menggambarkan konfigurasi elektron, sehingga dapat diketahui jumlah elektron valensinya. Konfigurasi elektron adalah cara tersusunnya elektron pada kulit-kulit atom. Dalam konfigurasi elektron ada tiga aturan, yaitu :

6.1. Azaz Aufbau.

Kata Aufbau berasal dari bahasa Jerman yaitu "Aufbauen" yang berarti "membangun". Pada saat menuliskan konfigurasi elektron, maka sama dengan membangun elektron orbital yang tersusun dari atom-atom. Pada saat menulisnya, maka orbital akan terisi dengan elektron untuk menambah nomor atom.

Urutan pengisian elektron dimulai dari orbital yang kosong dengan tingkat energi yang paling rendah. Urutan tingkat energi yang paling rendah sampai yang paling tinggi adalah sebagai berikut :

Tabel 8 Urutan Tingkat Energi

Nomor kulit	Kulit	Sub kulit
1	K	S ¹
2	L	S ² p ³
3	M	S ⁴ p ⁵ d ⁷
4	N	S ⁶ p ⁸ d ¹⁰ f ¹³
5	O	S ⁹ p ¹¹ d ¹⁴ f ¹⁷



Jadi urutan pengisian elektron tersebut adalah : 1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p, 6s, 4f, dan seterusnya.

Contoh :

Tuliskan susunan elektron tiap sub kulit dan kulit dari unsur Ca dengan nomor atom 20.

Jawab : ${}_{20}\text{Ca} = 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2$

Tabel 9 Contoh susunan elektron

No. Atom	Unsur	K	L		M			N			
		s	s	p	s	p	d	s	p	d	f
20	Ca	2	2	6	2	6	-	2	-	-	-
		2	8		8			2			

Untuk menentukan letak periode dan golongan utama suatu unsur dapat diikuti langkah-langkah berikut :

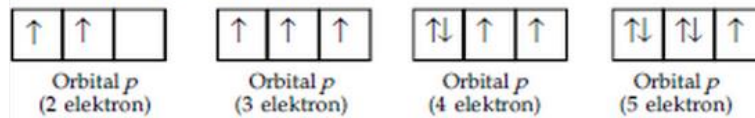
1. Menentukan susunan elektron pada setiap kulit atom. Untuk ini dapat digambarkan dalam bentuk seperempat lingkaran.
2. Menghitung banyaknya kulit atom yang berisi elektron. Jumlah kulit yang terisi elektron tersebut menyatakan nomor periodenya.
3. Menghitung jumlah elektron pada kulit terluar. Jumlah elektron pada kulit terluar (elektron valensi) tersebut menunjukkan nomor golongannya.

6.2. Kaidah Hund

Aturan ini dikemukakan oleh Friedrich Hund Tahun 1930. yang menyatakan “elektron-elektron dalam orbital-orbital suatu subkulit cenderung untuk tidak berpasangan”. Dengan kata lain setiap orbital di subtingkat diisi elektron tunggal sebelum orbital diisi pasangan elektron. Semua elektron tunggal yang mengisi orbital akan mempunyai spin yang sama. Ketika menetapkan elektron dalam orbital, setiap elektron pertama akan mengisi semua orbital dengan energi yang sama (juga disebut sebagai degenerat) sebelum berpasangan dengan elektron lain dalam orbital setengah penuh. Atom pada keadaan dasar (ground state) cenderung memiliki banyak elektron yang tidak berpasangan. Suatu orbital digambarkan dalam bentuk kotak, sedangkan elektron yang menghuni orbital digambarkan dengan dua anak panah yang berlawanan arah. Jika orbital hanya mengandung satu elektron, maka anak panah yang ditulis mengarah ke atas.



Contoh pengisian yang benar.



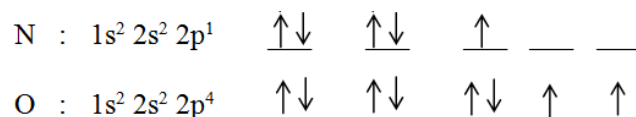
Contoh pengisian yang salah.



Gambar 8 Kaidah Hund
Sumber : <http://1.bp.blogspot.com>

6.3. Larangan Pauli.

Aturan ini dikemukakan oleh Wolfgang Pauli pada tahun 1926. Yang menyatakan “Tidak boleh terdapat dua elektron dalam satu atom dengan empat bilangan kuantum yang sama”. Larangan Pauli menyatakan bahwa tidak ada dua elektron dapat memiliki empat bilangan kuantum yang sama. Dalam satu orbital maksimal dua elektron dapat ditemukan dan dua elektron harus memiliki spin yang berlawanan. Itu berarti satu elektron mempunyai spin ke atas ($+\frac{1}{2}$) dan yang lain akan mempunyai spin ke bawah ($-\frac{1}{2}$). Tiga bilangan kuantum pertama adalah $n=1$, $l=0$, $m=0$. Hanya dua elektron yang sesuai, yang akan berupa $s=-\frac{1}{2}$ atau $s=+\frac{1}{2}$.



Gambar 9 Larangan Pauli
Sumber : <https://encrypted-tbn2.gstatic.com>

Tidak ada dua elektron dengan empat bilangan kuantum yang sama. Akibat dari prinsip tersebut adalah bahwa :

- Jumlah elektron maksimum tiap kulit atom sebanyak $2n^2$ (n = nomor kulit).

Tabel 10 Jumlah Elektron Maksimum

Nomor kulit	Kulit	Jumlah elektron maksimum
1	K	$2.1^2 = 2$
2	L	$2.2^2 = 8$
3	M	$2.3^2 = 18$
4	N	$2.4^2 = 32$ dst.



b. Jumlah elektron maksimum tiap-tiap sub kulit :

$$s = 2$$

$$p = 6$$

$$d = 10$$

$$f = 14$$

7. Sifat Keperiodikan Unsur

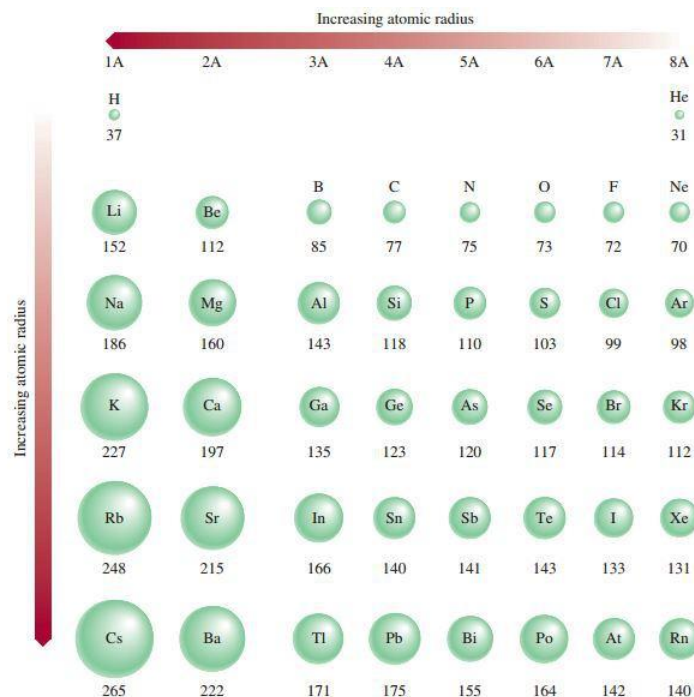
Sifat keperiodikan unsur adalah sifat-sifat yang berubah secara beraturan sesuai dengan kenaikan nomor atom unsur.

7.1. Jari-Jari Atom

Jari-jari atom adalah jarak dari inti atom sampai kulit elektron terluar. Jari-jari atom diartikan juga sebagai jarak elektron terluar ke inti atom dan menunjukkan ukuran suatu atom. Jari-jari atom sukar diukur sehingga pengukuran jari-jari atom dilakukan dengan cara mengukur jarak inti antardua atom yang berikatan sesamanya.

- Dalam satu golongan dari atas ke bawah jari-jari atom semakin besar.
- Dalam satu periode dari kiri ke kanan, jari-jari atom semakin kecil.

Gambar dibawah ini memperlihatkan data jari-jari atom :



Gambar 10 Kecenderungan jari-jari atom dalam tabel periodik unsur



Sumber gambar : <https://nhasrudin.files.wordpress.com>

Pada gambar di atas terlihat bahwa dalam satu golongan, jari-jari atom semakin ke atas cenderung semakin kecil. Hal ini terjadi karena semakin ke atas, kulit elektron semakin kecil. Dalam satu periode, semakin ke kanan jari-jari atom cenderung semakin kecil. Hal ini terjadi karena semakin ke kanan jumlah proton dan jumlah elektron semakin bertambah sedangkan jumlah kulit terluar yang terisi elektron tetap sama sehingga tarikan inti terhadap elektron semakin kuat. Gambar di atas menunjukkan keteraturan perubahan jari-jari atom yang merupakan sifat periodik unsur.

Penjelasan:

- 1) Dalam satu golongan dari atas ke bawah, kulit atom bertambah (ingat jumlah kulit=nomor periode), sehingga jari-jari atom juga bertambah besar.
- 2) Dari kiri ke kanan, jumlah kulit tetap tetapi muatan inti (nomor atom) dan jumlah elektron pada kulit bertambah. Hal tersebut mengakibatkan gaya tarik-menarik antara inti dengan kulit elektron semakin besar sehingga jari-jari atom makin kecil.

Li 1,55	Be 1,12	B 0,98	C 0,77	N 0,75	O 0,74	F 0,72
Na 1,90	Mg 1,60	Al 1,43	Si 1,11	P 1,06	S 1,02	Cl 0,99
K 2,35	Ca 1,98	Ga 1,22	Ge 1,22	As 1,19	Se 1,16	Br 1,14
Rb 2,48	Sr 2,15	In 1,41	Sn 1,41	Sb 1,38	Te 1,35	I 1,33
Cs 2,67	Ba 2,21	Tl 1,75	Pb 1,75	Bi 1,46		

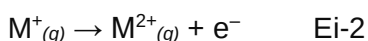
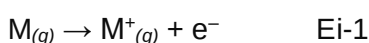
Gambar 11 Jari-jari Atom Beberapa Unsur

Sumber : <https://mfyeni.files.wordpress.com/2011/06/jari-atom.jpg>

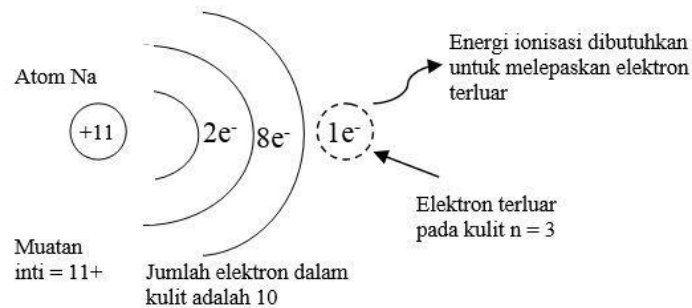
7.2. Energi Ionisasi

Energi ionisasi adalah energi minimum yang diperlukan untuk melepaskan elektron dari suatu atom netral dalam wujud gas. Energi yang diperlukan untuk melepaskan elektron kedua disebut energi ionisasi kedua dan seterusnya. Bila tidak ada keterangan khusus maka yang disebut energi ionisasi adalah energi ionisasi pertama.

Tahapan pelepasan elektron tersebut dapat digambarkan sebagai berikut:



Contoh : Atom Na memiliki no.atom 11, maka konfigurasi elektronnya 2.8.1

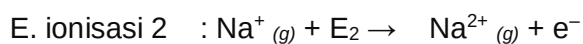
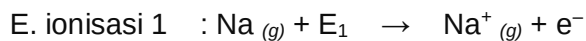


Gambar 12 Perubahan atom Na menjadi ion Na^+

Maka dapat ditulis $\text{Na} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{e}^-$

Atom Na akan kehilangan elektron dan kelebihan satu muatan positif, atau dengan kata lain atom Na berubah menjadi ion Na^+ . Peristiwa yang terjadi pada atom ini diperlukan energi, karena terjadinya perubahan kedudukan elektron.

Karena semua atom kecuali hidrogen mempunyai lebih dari satu elektron, maka atom-atom ini juga mempunyai lebih dari satu energi ionisasi. Bila pelepasan melibatkan elektron pertama, disebut EI pertama, dan jika elektron kedua yang terlibat disebut EI kedua, dan seterusnya.



Harga energi ionisasi dipengaruhi oleh jari-jari atom dan jumlah elektron valensi atau muatan inti. Semakin kecil jari-jari atom, harga energi ionisasi akan semakin besar. Semakin besar muatan inti, energi ionisasi cenderung akan semakin besar.

Dapat disimpulkan keperiodikan energi ionisasi sebagai berikut.

- Dalam satu golongan dari atas ke bawah energi ionisasi semakin berkurang.
 - Dalam satu periode dari kiri ke kanan energi ionisasi cenderung bertambah.
- Kecenderungan tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut.

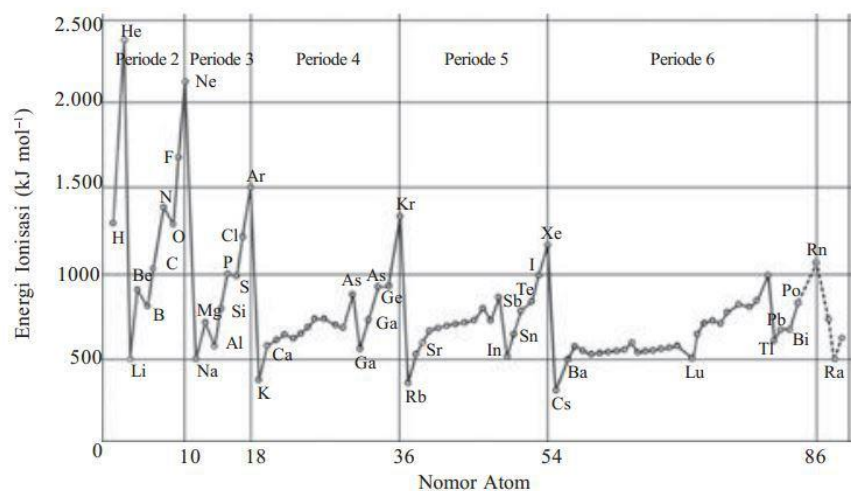
- 1) Dari atas ke bawah dalam satu golongan jari-jari atom bertambah sehingga daya tarik inti terhadap elektron terluar semakin kecil. Elektron semakin mudah dilepas dan energi yang diperlukan untuk melepaskannya makin kecil.
- 2) Dari kiri ke kanan dalam satu periode, daya tarik inti terhadap elektron semakin besar sehingga elektron semakin sukar dilepas. Energi yang diperlukan untuk melepaskan elektron tentunya semakin besar.



IA	IIA											IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
1312	900											801	1086	1402	1314	1681	2372
520	900											578	789	1012	1000	1251	1521
96	738	III B	IV B	V B	VI B	VII B	VIII B		IB	IIB		579	782	947	941	1140	1351
419	590	631	658	650	653	717	759	758	737	746	906	579	782	947	941	1140	1351
403	550	616	660	664	685	702	711	720	805	731	868	558	709	834	869	1008	1170
376	503	538	547	680	761	770	760	840	880	870	890	1007	589	716	703	812	1037
-	-	-															

Gambar 13 Energi Ionisasi Pertama Unsur-unsur dalam Tabel Periodik Unsur (kJ/mol)
Sumber : <http://nurul.kimia.upi.edu/>

Perhatikan data energi ionisasi pertama beberapa unsur pada gambar di bawah ini.



Gambar 14 Grafik kecenderungan energi ionisasi unsur-unsur
Sumber : <https://encrypted-tbn3.gstatic.com>

Secara umum, keteraturan energi ionisasi(EI) dalam sistem periodik adalah sebagai berikut:

1. Energi ionisasi(EI) pertama selalu lebih rendah dari EI kedua. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin sulit melepaskan elektron berikutnya. Keadaan ini dikarenakan semakin dekatnya elektron dengan inti atom sehingga semakin kuatnya gaya tarik-menarik inti terhadap elektron.
2. Dalam satu perioda, umumnya energi ionisasi(EI) meningkat dari kiri ke kanan, searah dengan meningkatnya nomor atom. Hal ini dikarenakan kulit valensinya tetap sementara muatan inti bertambah positif sehingga volume inti atom meningkat dan nilai jari-jari atom berkurang. Keadaan ini



menyebabkan gaya tarik-menarik inti terhadap elektron terluar semakin kuat. Akibatnya, EI semakin besar.

3. Dalam satu golongan, energi ionisasi(EI) menurun dari atas ke bawah searah meningkatnya nomor atom. Hal ini dikarenakan muatan inti bertambah positif sehingga kulit atom bertambah (volume bertambah) dan nilai jari-jari atom meningkat. Keadaan ini menyebabkan gaya tarik-menarik inti terhadap elektron terluar semakin lemah. Akibatnya, EI semakin berkurang.
4. Energi ionisasi(EI) pertama unsur golongan VIIIA paling tinggi di antara golongan unsur yang lain. Hal itu terjadi karena konfigurasinya yang penuh pada kulit terluar yang membuatnya stabil. Kestabilan ini disebabkan atom-atom gas mulia memiliki elektron valensi paling banyak (8 elektron). Oleh karena itu, untuk mengeluarkan elektron valensi dari atom gas mulia memerlukan EI yang sangat besar.

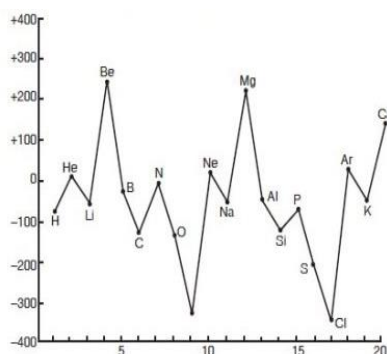
7.3. Afinitas Elektron

Afinitas elektron adalah besarnya energi yang dibebaskan satu atom netral dalam wujud gas pada waktu menerima satu elektron sehingga terbentuk ion negatif.

- Dalam satu golongan dari atas ke bawah afinitas elektron semakin kecil.
- Dalam satu periode dari kiri ke kanan afinitas elektron semakin besar.

Penjelasan:

Apabila ion negatif yang terbentuk stabil, energi dibebaskan dinyatakan dengan tanda negatif (-). Apabila ion negatif yang terbentuk tidak stabil, energi diperlukan/diserap dinyatakan dengan tanda positif (+). Kecenderungan dalam afinitas elektron lebih bervariasi dibandingkan dengan energi ionisasi.



Gambar 15 Grafik kecenderungan afinitas elektron 20 unsur pertama dalam Sistem Periodik Unsur
Sumber : <https://mfyeni.files.wordpress.com>



Li	60,4	B	27	C	123	N	7	O	142,5	F	331,4
Na	52,2	Al	45	Si	135	P	72,4	S	202,5	Cl	352,4
K	48,9	Ga	30	Ge	120	As	178	Se	197	Br	327,9
Rb	47,7	In	29	Sn	122	Sb	102	Te	192,1	I	298,4
Cs	46,0	Tl	30	Pb	110	Bi	110	Po	190	At	270

Unsur-unsur halogen (Gol. VII A) mempunyai afinitas elektron paling besar/paling negatif yang berarti paling mudah menerima elektron. Kecenderungan afinitas elektron menunjukkan pola yang sama dengan pola kecenderungan energi ionisasi.

Sumber gambar : <https://mfyeni.files.wordpress.com/2011/06/afinitas.jpg?w=530&h=521>

7.4. Keelektronegatifan

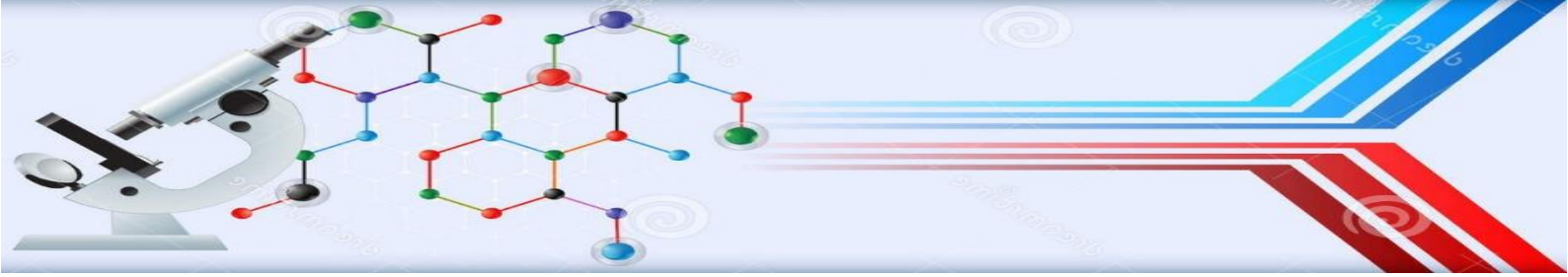
Adalah suatu bilangan yang menyatakan kecenderungan suatu unsur menarik elektron dalam suatu molekul senyawa. Keelektronegatifan adalah besaran tendensi (kecenderungan) suatu atom untuk menarik elektron. Harga keelektrogenatifan bersifat relatif (berupa harga perbandingan suatu atom terhadap atom yang lain). Salah satu definisi keelektronegatifan adalah definisi Pauling yang menghasilkan data skala kuantitatif seperti pada gambar di bawah.

IA	IIA											IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
2,20	1,57											2,04	2,55	3,04	3,44	3,98	*
0,98	1,31											1,61	1,90	2,19	2,58	3,16	*
0,93	1,00	1,36	1,54	1,63	1,66	1,55	1,83	1,88	1,91	1,90	1,65	1,81	2,01	2,18	2,55	2,96	*
0,82	1,95	1,22	1,33	1,60	2,16	1,90	2,20	2,28	2,20	1,93	1,69	1,78	1,96	2,05	2,10	2,66	*
0,82	0,79	1,10	1,30	1,30	2,36	1,90	2,20	2,20	2,28	2,54	2,00	2,04	2,33	2,00	2,00	2,20	*

Gambar 16 Skala Elektronegativitas Unsur-Unsur dalam Tabel Periodik Unsur
Sumber : <https://mfyeni.files.wordpress.com/2011/06/keelek.jpg>

- Dalam satu golongan dari atas ke bawah keelektronegatifan semakin berkurang.
- Dalam satu periode dari kiri ke kanan keelektronegatifan semakin bertambah.

Penjelasan:



Tidak ada sifat tertentu yang dapat diukur untuk menentukan/membandingkan keelektronegatifan unsur-unsur. Energi ionisasi dan afinitas elektron berkaitan dengan besarnya daya tarik elektron. Semakin besar daya tarik elektron semakin besar energi ionisasi, juga semakin besar (semakin negatif) afinitas elektron. Jadi, suatu unsur (misalnya fluor) yang mempunyai energi ionisasi dan afinitas elektron yang besar akan mempunyai keelektronegatifan yang besar. Semakin besar keelektronegatifan, unsur cenderung makin mudah membentuk ion negatif. Semakin kecil keelektronegatifan, unsur cenderung makin sulit membentuk ion negatif, dan cenderung semakin mudah membentuk ion positif.

Harga keelektronegatifan penting untuk menentukan bilangan oksidasi (biloks) unsur dalam suatu senyawa. Jika harga keelektronegatifan besar, berarti unsur yang bersangkutan cenderung menerima elektron dan membentuk bilangan oksidasi negatif. Jika harga keelektronegatifan kecil, unsur cenderung melepaskan elektron dan membentuk bilangan oksidasi positif. Jumlah atom yang diikat bergantung pada elektron valensinya (akan dibahas pada bagian ikatan kimia).

Jadi sifat periodik unsur, keelektronegatifan adalah suatu bilangan yang menggambarkan kecenderungan relatif suatu unsur menarik elektron ke pihaknya dalam suatu ikatan kimia.

7.5. Sifat Logam Dan Nonlogam

Secara kimia, sifat logam dikaitkan dengan keelektropositifan, yaitu kecenderungan atom melepas elektron untuk membentuk ion positif. Jadi, sifat logam akan bergantung pada energi ionisasi. Semakin besar energi ionisasi, untuk melepas elektron, dan semakin berkurang sifat logamnya. Sebaliknya sifat nonlogam dikaitkan dengan keelektronegatifan, yaitu kecenderungan atom menarik elektron. Sesuai dengan kecenderungan energi ionisasi dan keelektronegatifan yang telah dibahas di atas, maka sifat logam dan nonlogam dalam sistem periodik unsur adalah sebagai berikut:

1. Dari kiri ke kanan dalam satu periode, sifat logam berkurang, sedangkan sifat nonlogamnya bertambah.
2. Dari atas ke bawah dalam satu golongan, sifat logam bertambah, sedangkan sifat nonlogam berkurang.



Jadi, unsur logam terletak pada bagian kiri-bawah sistem periodik unsur, sedangkan unsur nonlogam terletak pada bagian kanan-atas. Akan tetapi, yang paling bersifat nonlogam adalah golongan VIIA, bukan golongan VIIIA. Unsur yang terletak pada bagian tengah, yaitu unsur yang terletak di daerah perbatasan antara logam dan nonlogam, mempunyai sifat logam sekaligus sifat nonlogam. Unsur-unsur itu disebut unsur metaloid. Contohnya boron dan silikon.

7.6. Kereaktifan (Kemudahan Bereaksi)

Kereaktifan suatu unsur bergantung pada kecenderungannya melepas atau menarik elektron. Jadi, unsur logam yang paling reaktif adalah golongan IA (logam alkali), sedangkan nonlogam yang paling reaktif adalah golongan VIIA (halogen). Dari kiri ke kanan dalam satu periode, mula-mula kereaktifan menurun kemudian bertambah hingga ke golongan VIIA. Golongan VIIIA tidak reaktif.

8. Sifat-Sifat Unsur pada Golongan.

8.1. Golongan Gas Mulia (Golongan VIII A)

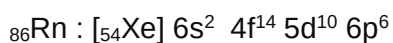
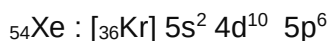
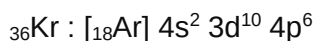
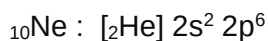
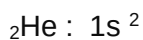
Penemuan gas mulia yang jumlahnya sangat sedikit adalah berkat ketelitian dalam eksperimen. Para ilmuwan terdahulu menganggap bahwa udara hanya terdiri dari N_2 dan O_2 , serta sejumlah kecil H_2O dan CO_2 . Namun sekitar tahun 1785 Henry Cavendish mengemukakan kemungkinan adanya unsur lain dalam udara dengan volume sekitar 1%. Banyak ahli tidak menanggapi hal tersebut dan menyatakan bahwa nilai 1% adalah persentase kesalahan dalam eksperimen.

Baru sekitar 100 tahun kemudian, William Ramsay (1852-1916) berhasil mengidentifikasi unsur lain tersebut yang sekarang dikenal sebagai gas mulia, berdasarkan data spektrum. Ia lalu mencoba mereaksikan gas ini dengan unsur-unsur lain, namun tidak berhasil. Oleh karenanya, unsur tersebut dinamakan argon, yang artinya 'malas'. Ia kemudian berhasil menemukan He, suatu gas yang dilepaskan oleh mineral radioaktif, dengan cara membandingkan spektrum He dengan spektrum matahari. Hal ini mengingat He sendiri sudah diidentifikasi terdapat di matahari berdasarkan analisis



spektrum matahari sebelum penemuan tersebut. Oleh karena He dan Ar tidak bereaksi dengan unsur lain, maka Ramsay menyimpulkan adanya kelompok gas monoatomi yang bersifat inert. Dia yakin bahwa gas-gas inert ini ada di udara. Untuk itu dia melakukan distilasi udara cair. Pada akhirnya, dia berhasil menemukan Krypton, Neon, dan juga Xenon. Fredrich Ernst Dorn berhasil menemukan radon, sebagai hasil peluruhan unsur radioaktif radium yang ada di kerak bumi. Selanjutnya, Ramsay berhasil mengisolasi unsur baru ini.

Unsur-unsur gas mulia (golongan VIIIA) yang merupakan unsur-unsur nonlogam yang tidak reaktif. Unsur-unsur gas mulia (golongan VIIIA) terdiri dari helium (He), Neon (Ne), Argon (Ar), Krypton (Kr), Xenon (Xe), dan Radon (Rn). Dengan konfigurasi gas mulia masing-masing:



Pada awalnya, unsur-unsur ini dikenal dengan istilah gas inert (lembam) karena tidak satupun unsur-unsur ini dapat bereaksi dengan unsur lain membentuk senyawa. Baru sekitar tahun 1960, para ahli berhasil mensintesis Senyawa dari Kr dan Xe. Oleh karena itu, unsur-unsur ini lebih dikenal sebagai gas mulia (stabil, tidak reaktif).

Kelimpahan Gas Mulia

Karena tidak reaktif, di alam gas mulia ditemukan sebagai atom tunggal atau monoatomik. Sumber utama gas mulia adalah udara kecuali untuk He dan Rn. He lebih banyak ditemukan di gas alam (dengan kandungan ~1%) daripada di udara (kandungan ~0,00052%). Sementara Rn berasal dari peluruhan panjang unsur radioaktif uranium (U) dan peluruhan langsung radium (Ra). Rn juga bersifat radioaktif dan mempunyai umur pendek sehingga setelah terbentuk, Rn akan kembali meluruh menjadi unsur lainnya. Sifat gas mulia merupakan gas yang monoatomik, tidak berwarna, tidak berasa, tidak berbau, sedikit larut dalam air kecuali helium dan neon. Untuk membahas sifat gas mulia, kita akan melihat dari dua aspek, yaitu sifat fisika gas mulia dan sifat kimia gas mulia. Sifat fisika gas mulia akan



dijelaskan menggunakan data sifat atomik dan struktur unsur gas mulia, sedangkan sifat kimianya menggunakan data sifat atomik dan konfigurasi gas mulia tersebut.

SIFAT FISIKA GAS MULIA

Untuk dapat mempelajari kecenderungan sifat fisika gas mulia, simak data sifat atomik dan struktur unsur-nya.

1. Sifat atomik gas mulia

Tabel berikut memuat sifat-sifat atomik unsur-unsur gas mulia

Tabel 11 sifat-sifat atomik unsur-unsur gas mulia

Unsur	Jari-jari kovalen (pm)	Energi Ionisasi (kJ/mol)	Kelektronegatifan	Bilangan oksidasi
Helium	50	2.640	—	0
Neon	71	2.080	—	0
Argon	98	1.520	—	0
Kripton	112	1.350	3,1	0; 2
Xenon	131	1.170	2,4	0; 2; 4; 6; 8
Radon	145	1.040	2,1	0; 4

Dari tabel ini, terlihat jelas adanya suatu keteraturan sifat atomik gas mulia dari He ke Rn.

- Nilai jari-jari atom (jari-jari kovalen) bertambah dari He ke Rn.
- Nilai energi ionisasi berkurang dari He ke Rn
- Nilai Kelektronegatifan He, Ne, dan Ar tidak ada, sedangkan nilai keelektronegatifan berkurang dari Kr ke Rn
- Nilai bilangan oksidasi He, Ne, dan Ar adalah nol, sedangkan Kr, Xe, dan Rn memiliki bilangan oksidasi.

2. Struktur Unsur Gas Mulia

Unsur gas mulia berada sebagai atom tunggal (monoatomik) yang terikat satu sama lainnya oleh gaya London. Karena gaya London pada gas mulia bekerja pada atom-atom tunggal, maka faktor yang mempengaruhi



kekuatan gaya London adalah ukuran atom berupa jari-jari atom. Oleh karena jari-jari atom bertambah dari He ke Rn, maka gaya London dari He ke Rn juga semakin kuat.

Selanjutnya, simak bagaimana sifat atomik dan struktur unsur akan mendasari kecenderungan sifat-sifat fisika gas mulia, yakni kerapatan, titik leleh, titik didih, perubahan entalpi peleburan (ΔH_{fus}), perubahan entalpi penguapan (ΔH_v), dan daya hantar panas.

Tabel 12 sifat atomik dan struktur unsur akan mendasari kecenderungan sifat-sifat fisika gas mulia

Unsur	Kerapatan (kg/m ³)	Titik leleh (°C)	Titik didih (°C)	ΔH_{fus} (kJ/mol)	ΔH_v (kJ/mol)	Daya hantar panas (W.cmK)
Helium	0,179	-272	-269	–	0,0845	0,001520
Neon	0,900	-249	-246	0,332	1,73	0,000493
Argon	1,78	-189	-186	1,19	6,45	0,000180
Kripton	3,71	-157	-152	1,64	9,03	0,000095
Xenon	5,88	-112	-107	2,30	12.64	0,000057
Radon	9,73	-71	-61,8	2,89	16,4	0,000036

Dari data di atas, kita dapat melihat adanya keteraturan berikut:

- **Kerapatan Bertambah Dari Helium Ke Radon**

Nilai kerapatan gas mulia dipengaruhi oleh massa atom, jari-jari atom, dan gaya London. Nilai kerapatan semakin besar dengan pertambahan massa atom dan kekuatan gaya London, dan sebaliknya semakin kecil dengan pertambahan jari-jari atom. Karena nilai kerapatan gas mulia bertambah dari He ke Rn, maka kenaikan massa atom dan kekuatan gaya London dari He ke Rn lebih dominan dibandingkan kenaikan jari-jari atom.



- **Titik Leleh Dan Entalpi Peleburan Bertambah Dari Helium Ke Radon**

Hal ini dikarenakan kekuatan gaya London bertambah dari He ke Rn sehingga atom-atom gas mulia semakin sulit lepas. Dibutuhkan energi, dalam hal ini suhu yang semakin besar untuk mengatasi gaya London yang semakin kuat tersebut.

- **Titik Didih Dan Entalpi Penguapan Bertambah Dari Helium Ke Radon**

Hal ini dikarenakan kekuatan gaya London bertambah dari He ke Rn sehingga atom-atom gas mulia semakin sulit lepas. Dibutuhkan energi, dalam hal ini suhu yang semakin besar untuk mengatasi gaya London yang semakin kuat tersebut.

- **Daya Hantar Panas Berkurang Dari Helium Ke Radon**

Hal ini dikarenakan kekuatan gaya London bertambah dari He ke Rn. Dengan kata lain, partikel relatif semakin sulit bergerak sehingga energi dalam hal ini panas akan semakin sulit pula untuk ditransfer.

Sifat Kimia Gas Mulia

Sifat kimia gas mulia atau kereaktifan gas mulia akan dibahas menggunakan data sifat atomik dan konfigurasi elektron gas mulia.

1. Sifat Atomik Gas Mulia

Simak Data Sifat Atomik Gas Mulia Tersebut Dipembahasan Sifat Fisika Gas Mulia Di Atas

2. Konfigurasi Elektron Gas Mulia

Simak Konfigurasi Elektron Gas Mulia Berikut:

Tabel 13 Konfigurasi elektron gas mulia

Periode	Lambang	Konfigurasi elektron gas mulia
1	He	$1s^2$
2	Ne	$[2\text{He}] 2s^2 2p^6$
3	Ar	$[10\text{Ne}] 3s^2 3p^6$
4	Kr	$[18\text{Ar}] 4s^2 3d^{10} 4p^6$
5	Xe	$[36\text{Kr}] 5s^2 4d^{10} 5p^6$



6	Rn	$[54\text{Xe}] 6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^6$
---	----	---

Gas mulia memiliki konfigurasi elektron yang sudah stabil. Oleh karena itu, gas mulia cenderung sulit bereaksi atau tidak reaktif. Hal ini didukung oleh kenyataan bahwa di alam, gas mulia selalu berada sebagai atom tunggal atau monoatomik. Namun demikian, para ahli telah berhasil mensintesis senyawa gas mulia pada periode 3 ke atas, yakni Ar, Xe, Kr dan Rn. Hal ini terkait dengan adanya subkulit d yang belum terisi pada periode 3 ke atas.

- **BAGAIMANA KECENDERUNGAN KEREKATIFAN GAS MULIA DARI AR KE RN?**

Pada tabel di bawah terlihat bahwa kecenderungan kereaktifan gas mulia meningkat dari Kr ke Rn. Hal ini diperoleh dengan membandingkan kondisi yang diperlukan agar ketiga unsur dapat bereaksi dengan F_2 .

Tabel 14 Kereaktifan unsur golongan gas mulia

Unsur	Reaksi dengan Fluorin (F_2)
Kr	Reaksi berlangsung jika diberi muatan listrik atau sinar X pada suhu yang sangat rendah (-196°C)
Xe	Reaksi berlangsung jika diberi pemanasan atau penyinaran (sinar matahari atau sinar UV yang kuat)
Rn	Reaksi berlangsung spontan

Namun demikian, kereaktifan Ar tidak bisa dibandingkan langsung dengan ketiganya karena unsur Ar masih belum dapat bereaksi langsung dengan Fluorin (F) melainkan dengan HF pada suhu sangat rendah. Akan tetapi, diduga Ar mempunyai kereaktifat mengikuti kecenderungan di atas. Hal ini di dukung data keteraturan sifat atomik gas mulia, yakni jari-jari atom yang bertambah dari Ar ke Rn, yang berarti elektron valensi semakin terikat lemah ke inti.

Kereaktifan bertambah / meningkat dari Ar ke Rn

Reaksi-Reaksi Gas Mulia



Telah dijelaskan bahwa unsur-unsur gas mulia Ar, r, Xe, dan Rn dapat bereaksi dengan unsur-unsur yang sangat elektronegatif seperti F dan O. Simak beberapa reaksi gas mulia berikut:

Argon (Ar)

Reaksi: $\text{Ar}_{(s)} + \text{HF} \rightarrow \text{HArF}$ (Argon Hidrofluorida)

HArF adalah senyawa Ar pertama yang disintesis sekitar tahun 2000. Senyawa ini dihasilkan oleh fotolisis HF dalam matriks Ar padat dan stabil pada suhu rendah. Kestabilan senyawa terletak pada energi yang dibutuhkan untuk memecah ikatan H-ArF yang lemah. Jika dipanaskan atau terjadi interaksi antar-molekul, molekul-molekulnya secara spontan dapat terurai kembali menjadi HF dan Ar.

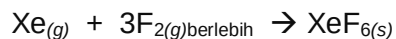
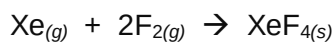
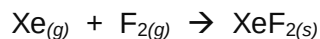
Kripton (Kr)

Reaksi : $\text{Kr}_{(s)} + \text{F}_{2(s)} \rightarrow \text{KrF}_{2(s)}$ (Kripton Fluorida)

Kr dan F_2 direaksikan dengan cara mendinginkannya pada suhu -196°C , lalu diberikan loncatan muatan listrik atau sinar X.

Xenon (Xe)

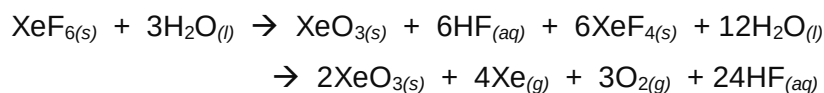
Reaksi Xe menghasilkan Xenon fluorida:



XeF_2 dan XeF_4 disintesis dengan memanaskan Xe dan F_2 pada tekanan 6 atm. Jika jumlah pereaksi F_2 berlebih, diperoleh XeF_6 .

Senyawa XeF_2 , XeF_4 , dan XeF_6 adalah kristal stabil tak berwarna yang bersifat sangat reaktif

Reaksi Xe menghasilkan Xenon Oksida



XeO_3 (xenon trioksida) adalah padatan putih yang sangat eksplosif.

XeO_4 (xenon tetraoksida) dibuat dari reaksi disproportionasi yang kompleks dari larutan XeO_3 yang bersifat alkalin. XeO_4 adalah gas yang sangat tidak stabil dan bersifat eksplosif.

Radon (Rn)

Reaksi Radon yang menghasilkan Radon Fluorida



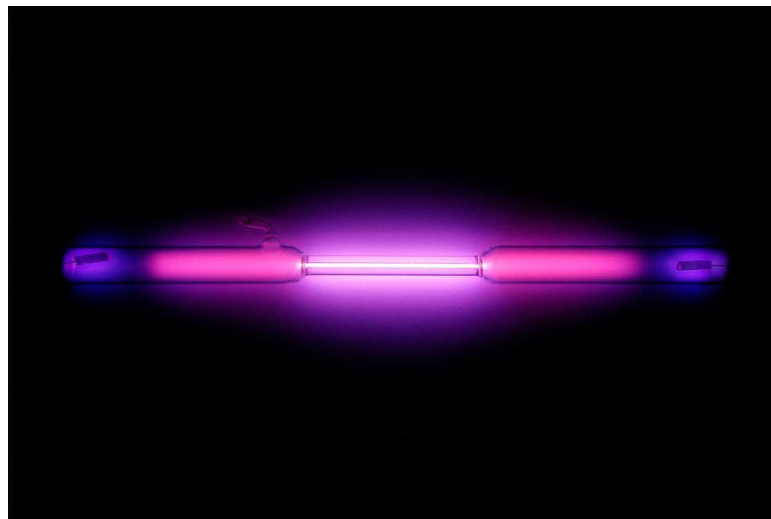


Kegunaan gas mulia :

- a. Gas helium digunakan untuk mengisi balon udara sebagai pengganti gas hidrogen yang mudah meledak. Helium digunakan pada balon udara untuk keperluan meteorologi, transportasi kayu dari hutan, dan rekreasi. Helium digunakan sebagai pengganti H_2 karena ringan dan tidak reaktif.

Helium cair digunakan untuk mendinginkan koil logam pada saat scanner, karena titik didihnya rendah.

- b. Gas mulia digunakan sebagai pengisi lampu tabung (TL) untuk penerangan dan untuk lampu reklame, karena memberikan efek warna yang beraneka ragam. Pada bola lampu listrik biasa, diisi gas argon agar kawat spiral (filamen) tidak mudah rusak.



Gambar 17 Argon, salah satu unsur gas mulia
Sumber : <https://upload.wikimedia.org>

- c. Pada penyepuhan logam atau pembuatan kristal silikon dan germanium, gas helium atau argon digunakan untuk mencegah peristiwa oksidasi.
- d. Campuran gas helium dan oksigen digunakan untuk pernapasan pekerja di dasar laut yang dalam dan pekerja tambang dalam tanah dengan tekanan tinggi. Udara yang mengandung N_2 tidak baik digunakan untuk pernapasan penyelam di laut yang dalam, karena gas N_2 larut dalam darah. Jika penyelam naik ke permukaan terjadi penurunan tekanan, sehingga kelarutan N_2 dalam darah akan



berkurang. N_2 akan keluar dari cairan darah dalam bentuk gelembung-gelembung (emboli). Gelembung ini jika melewati pipa kapiler akan menimbulkan rasa sangat nyeri (bends) yang dapat mematikan. Sedangkan gas helium yang tidak larut dalam darah tidak akan menimbulkan “bends”.



Gambar 18 gas Heliox ($He-O_2$) dalam tabung oksigen pada penyelam
Sumber : <http://kimiadasar.com/wp-content/uploads/2015/10/heliox.jpg>

- e. Campuran gas helium dan oksigen juga digunakan untuk pernapasan bagi penderita asma.
- f. Gas xenon dipakai untuk pembiusan pada pembedahan, karena gas ini mempunyai sifat anestetika.
- g. Gas radon bersifat radioaktif digunakan dalam terapi radiasi bagi penderita kanker.
- h. Gas Neon digunakan sebagai pengisi lampu tabung.



Gambar 19 neon, salah satu unsur gas mulia
Sumber : <https://upload.wikimedia.org>

Pembuatan Gas Mulia



Di alam, gas mulia berada dalam bentuk monoatomik karena bersifat tidak reaktif. Oleh karena itu untuk memperoleh gas mulia (*pembuatan gas mulia*) umumnya menggunakan pemisahan secara fisika. Perkecualian adalah radon yang diperoleh dari peluruhan unsur radioaktif. Oh iya, disini istilah pembuatan gas mulia mungkin kurang pas, tapi maksudnya adalah sama dengan istilah 'cara memperoleh gas mulia' atau 'cara ekstraksi gas mulia'.

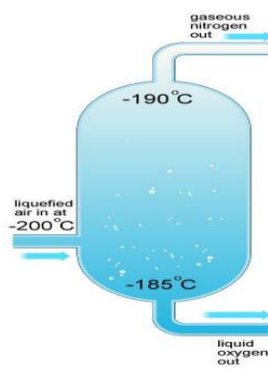
Ekstraksi He Dari Gas Alam

Gas alam mengandung hidrokarbon dan zat seperti CO_2 , uap air, He, dan pengotor lainnya. Untuk mengekstraksi He dari gas alam, digunakan proses pengembunan (*liquefaction*). Pada tahap awal, CO_2 dan uap air terlebih dahulu dipisahkan (Hal ini karena pada proses pengembunan, CO_2 dan uap air dapat membentuk padatan yang menyebabkan penyumbatan pipa). Kemudian, gas alam diembunkan pada suhu di bawah suhu pengembunan hidrokarbon tetapi di atas suhu pengembunan He. Dengan demikian, diperoleh produk berupa campuran gas yang mengandung ~50% He, N_2 , dan pengotor lainnya. Selanjutnya, He dimurnikan dengan proses antara lain: Proses kriogenik (kriogenik artinya menghasilkan dingin).

Campuran gas diberi tekanan, lalu didinginkan dengan cepat agar N_2 mengembun sehingga dapat dipisahkan. Sisa campuran dilewatkan melalui arang teraktivasi yang akan menyerap pengotor sehingga diperoleh He yang sangat murni.

Proses adsorpsi. Campuran gas dilewatkan melalui bahan penyerap (*adsorbent bed*) yang secara selektif menyerap pengotor. Proses ini menghasilkan He dengan kemurnian 99,997% atau lebih.

Ekstraksi He, Ne, Er, Kr, Dan Xe Dari Udara (Pembuatan Gas Mulia)



Gambar 20 Distilasi fraksional, salah satu cara memperoleh gas mulia
Sumber : <http://kimiadasar.com>



Proses yang digunakan disebut teknologi pemisahan udara. Pada tahap awal, CO_2 , dan uap air dipisahkan terlebih dahulu. Kemudian, udara diembunkan dengan pemberian tekanan $\sim 200\text{atm}$ diikuti pendinginan cepat. Sebagian besar udara akan membentuk fase cair dengan kandungan gas mulia lebih banyak, yakni $\sim 60\%$ gas mulia (Ar, Kr, Xe) dan sisanya $\sim 30\%$ O_2 , dan 10% N_2 . Sisa udara yang mengandung He dan Ne tidak mengembun karena titik didih kedua gas tersebut sangat rendah. Selanjutnya, Ar, Kr dan Xe dalam udara cair dipisahkan menggunakan proses, antara lain:

Proses adsorpsi. Pertama, O_2 dan N_2 dipisahkan terlebih dahulu menggunakan reaksi kimia. O_2 direaksikan dengan Cu panas. Lalu N_2 direaksikan dengan Mg. Sisa campuran (Ar, Kr, Xe) kemudian diadsorpsi oleh arang teraktivasi. Sewaktu arang dipanaskan perlahan, pada kisaran suhu tertentu setiap gas akan terdesorpsi atau keluar dari arang. Ar diperoleh pada suhu sekitar -80°C , sementara Kr dan Xe pada suhu yang lebih tinggi.

Proses distilasi fraksional menggunakan kolom distilasi fraksional bertekanan tinggi. Prinsip pemisahan adalah perbedaan titik didih zat. Karena titik didih N_2 paling rendah, maka N_2 terlebih dahulu dipisahkan. Selanjutnya Ar dan O_2 dipisahkan. Fraksi berkadar 10% Ar ini lalu dilewatkan melalui kolom distilasi terpisah dimana diperoleh Ar dengan kemurnian $\sim 98\%$ (Ar dengan kemurnian $99,9995\%$ masih dapat diperoleh dengan proses lebih lanjut). Sisa gas, yakni Xe dan Kr, dipisahkan pada tahap distilasi selanjutnya.

Ekstraksi Rn Dari Peluruhan Unsur Radioaktif

Radon diperoleh dari peluruhan panjang unsur radioaktif U-238 dan peluruhan langsung Ra-226. Rn bersifat radioaktif dan mempunyai waktu paro yang pendek yakni 3,8 hari sehingga cenderung cepat meluruh menjadi unsur lain. Radon belum diproduksi secara komersial.



8.2. Golongan Halogen (Golongan VII A).

Secara kimiawi, halogen merupakan unsur nonlogam yang paling reaktif. Berikut ini reaksi-reaksi halogen yang sering ditemui, yaitu reaksi halogen dengan unsur logam, unsur golongan IV A, VA, halogen lainnya, gas hidrogen, air, basa kuat, dan dengan halida.

Unsur-unsur halogen terdiri dari unsur-unsur : Fluor (F), Klor (Cl), Brom (Br), Iod (I), dan Astatin (At).

Berbeda dengan unsur-unsur gas mulia yang kurang reaktif, unsur-unsur halogen sangat reaktif, artinya sangat mudah bereaksi dengan unsur-unsur lain.

SIFAT FISIKA HALOGEN (SIFAT HALOGEN)

Untuk dapat mempelajari kecenderungan sifat fisika halogen, simak data sifat atomik dan struktur unsurnya.

a. Sifat Atomik Halogen

Tabel berikut memuat sifat-sifat atomik unsur-unsur halogen.

Tabel 15 sifat-sifat atomik unsur-unsur halogen

Unsur	Jari-jari ionik (pm)	Jari-jari kovalen (pm)	Energi Ionisasi (kJ/mol)	Keelektronegatifan	Afinitas Elektron (kJ/mol)	Bilangan oksidasi
Fluorin	133	71	1.680	4,0	-328	-1; 0
Klorin	180	99	1.250	3,0	-349	-1; 0; +1; +3; +5; +7
Bromin	195	114	1.140	2,8	-325	-1; 0; +1; +3; +5; +7
Iodin	215	133	1.008	2,5	-295	-1; 0; +1; +3; +5; +7
Astatin	—	145	912	2,2	-270	-1; 0; +1; +3; +5; +7

Dari tabel di atas, terlihat jelas adanya suatu kecenderungan sifat atomik halogen dari F ke At:



- Nilai jari-jari atom bertambah dari F ke At
- Nilai energi ionisasi berkurang dari F ke At
- Nilai keelektronegatifan berkurang dari F ke At
- Afinitas elektron berkurang dari F ke At, kecuali sedikit fluktuasi dari F ke Cl (tanda negatif berarti energi dilepaskan). Penurunan afinitas elektron dapat dipahami dari nilai jari-jari atom yang bertambah dengan penambahan kulit atom, perkecualian pada F. Hal ini karena elektron-elektronnya saling berdekatan sehingga menimbulkan tolak menolak yang kuat dengan elektron atom lain sewaktu elektron atom lain tersebut diserap atom F. Dengan demikian, kecenderungan ion F^- lebih kecil dari yang diharapkan.
- Halogen memiliki bilangan oksidasi, kecuali F dengan 2 bilangan oksidasi.

b. Struktur Unsur Halogen

Unsur halogen berada sebagai molekul diatomik yang karena bersifat non-polar terikat satu sama lain dengan gaya London. Gaya London pada Halogen bekerja pada molekul-molekul diatomik dengan jumlah atom dan bentuk molekul yang sama. Oleh karenanya, faktor yang mempengaruhi kekuatan gaya London hanya ukuran molekul berupa jari-jari kovalennya. Oleh karena jari-jari kovalen bertambah dari F ke At, maka gaya London dari F ke At juga semakin kuat.

Selanjutnya, simak bagaimana sifat atomik dan struktur unsur akan mendasari kecenderungan sifat-sifat fisika halogen, yakni kerapatan, titik leleh, titik didih, perubahan entalpi peleburan (ΔH_{fus}), perubahan entalpi penguapan (ΔH_v), dan daya hantar panas.

Tabel 16 sifat atomik dan struktur unsur akan mendasari kecenderungan sifat-sifat fisika halogen

Unsur	Fase	Kerapatan (kg/m ³)	Titik Leleh (°C)	Titik didih (°C)	Entalpi peleburan (kJ/mol)	Entalpi penguapan (kJ/mol)	Daya hantar panas (W/cmK)
Fluorin	Gas	1,696	-220	-188	0,255	3,3	0,000279
Klorin	Gas	3,214	-101	-35	5,29	10,2	0,000089
Bromin	Cair	3.119	-7,2	59	3,20	15,0	0,00122



Iodin	Padat	4.930	114	184	7,82	20,9	1,00449
Astatin	Padat	–	302	337	–	–	0,017

Dari data di atas, kita dapat melihat adanya kecenderungan berikut:

- Kerapatan bertambah dari F ke I
- Kenaikan nilai kerapatan cukup drastis dari Cl ke Br akibat adanya perubahan fase dari gas (F, Cl), ke cair (Br), dan padat (I). Hal ini menunjukkan kekuatan gaya London bertambah dari F ke I dan jauh lebih dominan pengaruhnya terhadap kerapatan dibandingkan faktor massa atom dan jari-jari atom.
- Titik leleh dan entalpi peleburan bertambah dari F ke At. Hal ini dikarenakan kekuatan gaya London antar molekul-molekul halogen bertambah dari F ke At. Akibatnya, molekul-molekul halogen semakin sulit lepas.
- Titik didih dan entalpi penguapan bertambah dari F ke At
- Hal ini juga terkait dengan kekuatan gaya London yang bertambah dari F dan At.
- Daya hantar panas berkurang dari F ke Cl, tetapi bertambah dari Cl ke At. Hal ini dikarenakan kekuatan gaya London secara umum bertambah dari F ke At. Dengan kata lain, partikel relatif semakin sulit bergerak sehingga energi berupa panas akan semakin sulit pula untuk ditransfer.

c. Sifat Kimia Halogen (Sifat Halogen)

Sifat kimia atau kereaktifan halogen akan dibahas menggunakan data sifat atomik dan konfigurasi elektron halogen tersebut.

1. Sifat Atomik Halogen

Simak data sifat atomik halogen pada tabel yang tercantum pada sifat fisika halogen sebelumnya. (ada di atas)

2. Konfigurasi Elektron Halogen

Simak konfigurasi elektron halogen pada tabel berikut:



Tabel 17 Konfigurasi elektron unsur golongan halogen

Unsur	Konfigurasi elektron
Fluorin	$[2\text{He}] 2s^2 2p^5$
Klorin	$[10\text{Ne}] 3s^2 3p^5$
Bromin	$[18\text{Ar}] 4s^2 3d^{10} 4p^5$
Iodin	$[36\text{Kr}] 5s^2 4d^{10} 5p^5$
Astatin	$[54\text{Xe}] 6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^5$

Untuk mencapai konfigurasi elektron yang stabil, atom halogen dapat melepas 7 elektron valensinya atau menyerap 1 elektron dari atom lain. Kemampuan melepaskan elektronnya ditunjukkan oleh energi ionisasinya, sementara kemampuan menyerap elektron ditunjukkan oleh afinitas elektronnya. Oleh karena nilai afinitas elektronnya lebih kecil dibandingkan dengan energi ionisasinya, maka akan lebih mudah bagi halogen untuk menyerap 1 elektron dibanding melepas 7 elektron. Nilai afinitas elektronnya yang tergolong rendah menunjukkan bahwa halogen mudah bereaksi atau bersifat sangat reaktif.

Bagaimana Kecenderungan Kereaktifan Halogen Dari F Ke At?

Simak tabel di bawah ini. Terlihat bahwa kereaktifan halogen berkurang dari F ke At. Hal ini dapat dijelaskan dari keteraturan sifat-sifat atomiknya, yakni jari-jari atom dan afinitas elektron.

Tabel 18 Kereaktifan unsur golongan halogen

Halogen	Fase pada suhu ruang	Kereaktifan
F_2	Gas	Sangat reaktif, berbahaya
Cl_2	Gas	Mudah membentuk senyawa
Br_2	Cair	Memerlukan panas untuk membentuk senyawa
I_2	Padat	Memerlukan panas untuk membentuk senyawa

Nilai jari-jari atom bertambah dari F ke At menunjukkan elektron valensi semakin terikat lemah ke inti. Demikian pula, afinitas elektron cenderung berkurang dari F ke At. Perhatikan, meski afinitas elektron F lebih kecil dari



Cl, namun F tetap lebih reaktif. Hal ini terlihat dari keteraturan nilai keelektronegatifan (kemampuan inti untuk menarik elektron dari atom lain) yang berkurang dari F ke At. Jadi, dapat dikatakan:

Kereaktifan Halogen Berkurang Dari F Ke At

Sifat Karakteristik: Daya Oksidasi Halogen Dan Daya Reduksi Ion Halida

Daya oksidasi adalah kemampuan suatu zat untuk menyerap elektron dari atom lain, atau mengoksidasi atom lain tersebut. Sedangkan daya reduksi adalah kemampuan zat untuk melepas elektron atau mengalami reduksi. Daya oksidasi dan daya reduksi zat dapat diramalkan menggunakan data potensial reduksi standar (E^0). Semakin positif nilai E^0 , semakin besar daya oksidasinya. Sebaliknya, semakin negatif nilai E^0 , semakin besar daya reduksinya.

Untuk memahami kecenderungan daya oksidasi halogen dan daya reduksi ion halida, simak data E^0 berikut ini.

Gambar E^0 sel

Dari penjelasan di atas, dapat disimpulkan bahwa:

Daya oksidasi halogen berkurang dari F ke I

Daya reduksi ion halida bertambah dari F ke I

Daya oksidasi halogen dan daya reduksi ion halida juga dapat dipahami dari nilai E^0 reaksi redoksnya yang berupa reaksi pendesakan. Nilai E^0 positif menunjukkan reaksi bersifat spontan, sedangkan nilai E^0 negatif menunjukkan reaksi bersifat tidak spontan, dalam hal ini tidak terjadi reaksi.

Kegunaan unsur-unsur halogen antara lain :

a. Senyawa-senyawa fluor.

- Gas freon ialah senyawa fluor dan khlor dengan rumus CCl_2F_2 (dikloro difluoro metana). Gas ini banyak digunakan sebagai zat pendingin pada lemari es dan AC. Selain itu gas ini juga digunakan sebagai gas pendingin pada sprayer, yang sering digunakan dalam bidang kecantikan (hair sprayer, deodoran sprayer, dll.).
- Natrium fluorida (NaF) digunakan sebagai obat pengawet pada kayu agar terhindar dari gangguan serangga. Dalam jumlah yang sangat sedikit dicampurkan pada pasta gigi untuk mencegah kerusakan gigi dan memperkuat email gigi.



- Polimer CF_2CF_2 digunakan sebagai lapisan anti lengket pada panci teflon.



Gambar 21 Fluorin dalam polimer Teflon pelapis anti lengket pada panik
Sumber : <http://www.infojajan.com>

b. Senyawa-senyawa khlor.



Gambar 22 Isolasi unsur klor
Sumber : <https://encrypted-tbn2.gstatic.com>

- Dikloro diphenil Trikhloroetana (DDT) digunakan sebagai insektisida.
- Polivinil khlorida (PVC) digunakan dalam industri plastik untuk pembuatan pipa paralon.
- Natrium hipokhlorit (NaClO) dan kaporit (CaOCl_2) digunakan sebagai zat pengelantang (pemutih) kain. Kaporit juga digunakan sebagai desinfektan pada air minum.
- Khloroform/trikhlorometana (CHCl_3) digunakan sebagai pelarut dan obat bius pada pembedahan.
- Kalium khlorat (KClO_3) digunakan untuk korek api, bahan peledak pada petasan, dan juga digunakan untuk obat kumur.
- Cl_2 adalah bahan baku pembuatan plastik PVC (CH_2CHCl).



- Klorin (Cl_2) ditambahkan ke air minum dan kolam renang membentuk senyawa HCl dan HOCl . Keduanya memiliki daya oksidasi tinggi dan dapat membunuh bakteri. $\text{Cl}_{2(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{HCl}_{(aq)} + \text{HOCl}_{(aq)}$
- NaClO_3 digunakan untuk membasmi tanaman liar, klorin untuk pemutih kertas, agen *dry-cleaning* untuk produksi bromin
- KCl untuk campuran dalam pestisida
- c. Senyawa-senyawa brom.
- Natrium bromida (NaBr) digunakan dalam dunia kedokteran sebagai obat penenang urat syaraf.



Gambar 23 reaksi Na dengan Br_2 $\text{Na}_{(s)} + \frac{1}{2} \text{Br}_{2(g)} \rightarrow \text{NaBr}_{(s)}$
 Sumber : <http://kimiadasar.com>

- Metil bromida (CH_3Br) digunakan sebagai zat pemadam kebakaran.
 - AgBr (dan AgI) sensitif terhadap cahaya dan digunakan dalam film fotografi dan sinar X. Dalam prosesnya, senyawa akan tereduksi menjadi Ag dan halogen dimana Ag akan menghitamkan kertas.
 - Senyawa bromin digunakan pada pestisida, obat-obatan dan dalam pembuatan plastik dan tekstil tahan api.
 - Etilen bromida, $\text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2$, dicampurkan ke bensin bertimbal untuk mengikat timbal (Pb) agar tidak melekat pada mesin.
- d. Senyawa-senyawa iodium.
 - Natrium iodida (NaI) dicampurkan pada garam dapur untuk menghindari penyakit kelenjar gondok pada manusia.



- Larutan iodium dalam alkohol (iodium tincture) digunakan sebagai obat luka.
- Iodium digunakan dalam industri tepung tapioka untuk mengetahui kadar amylum (pati).
- Iodin digunakan untuk membuat filter polarisasi pada kacamata hitam, untuk mengurangi cahaya yang menyilaukan.
- Iodin adalah antiseptik yang dilarutkan ke dalam alkohol dan diusapkan pada luka.

8.3. Golongan Alkali (Golongan I A).

Dalam Sistem Periodik Unsur, unsur-unsur yang terletak pada golongan IA yaitu litium (Li), natrium (Na), kalium (K), rubidium (Rb), sesium (Cs) dan fransium (Fr) disebut **logam alkali**.

Hidrogen termasuk nonlogam walaupun dengan alkali sama-sama memiliki satu elektron pada kulit terluarnya. Berdasarkan konfigurasi elektron diketahui semua unsur alkali memiliki 1 elektron yang terletak pada kulit terluar. Persamaan ini menyebabkan unsur-unsur alkali memiliki sifat kimia yang mirip. Walaupun memiliki sifat yang mirip tetapi unsur-unsur alkali keberadaan di alam tidak bersama-sama. Hal ini disebabkan oleh ukuran-ukuran ion alkali yang sangat berbeda satu dengan yang lainnya.

Natrium dan kalium sangat melimpah dikerak bumi sedangkan litium, rubidium dan sesium kelimpahannya sangat sedikit. Kelimpahan logam alkali yang paling sedikit adalah fransium. Hal ini disebabkan fransium merupakan unsur radioaktif yang memancarkan sinar beta (β) dengan waktu paruh yang pendek sekitar 21 menit, kemudian segera berubah menjadi unsur thorium. Logam fransium dihasilkan dari unsur aktinum dengan pemancaran sinar alpha (α). Untuk penjelasan selanjutnya logam fransium tidak dibahas pada bagian ini.

Sumber Logam Alkali Di Alam

- Natrium ditemukan sebagai natrium klorida (NaCl) yang terdapat dalam air laut, dalam entuk sendawa Chili NaNO_3 , trona ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), boraks ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) dan mirabilit (Na_2SO_4).



- Kalium didapat sebagai mineral silvit (KCl), mineral karnalit ($\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) sendawa (KNO_3), dan feldspar ($\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2$). Selain dari kalium juga terdapat dalam air laut.
- Unsur rubidium dan sesium dihasilkan sebagai hasil samping proses pengolahan litium dari mineralnya.



Gambar 24 halite (NaCl), contoh logam alkali
 Sumber : <http://scienceviews.com/geology/images/SIA1313.jpg>

Ekstraksi Logam Alkali

Logam-logam alkali sangat stabil terhadap pemanasan, sehingga logam-logam alkali tidak dapat diperoleh dari oksidanya melalui proses pemanasan. Logam alkali tidak dapat dihasilkan dengan mereduksi oksidanya, hal ini disebabkan logam-logam alkali merupakan pereduksi yang kuat.

Keberadaan natrium dan kalium telah dikenali sejak lama, namun untuk mereduksi logam-logam alkali dalam air tidak dapat dilakukan karena logam-logam alkali dapat bereaksi dengan air membentuk basa kuat. Pada abad ke-19 **H. Davy** akhirnya dapat mengisolasi natrium dan kalium dengan melakukan elektrolisis terhadap lelehan garam KOH atau NaOH . Dengan metode yang sama Davy berhasil mengisolasi Li dari Li_2O . Kemudian Rb dan Cs ditemukan sebagai unsur baru dengan teknik spektroskopi pada tahun 1860-1861 oleh **Bunsen** dan **Kirchhoff**. Sedangkan francium ditemukan oleh **Perey** dengan menggunakan teknik radiokimia tahun 1939.



Semua logam alkali hanya dapat diisolasi dari leburan garam halidanya melalui proses elektrolisis. Garam-garam halida mempunyai titik lebur yang sangat tinggi, oleh karena itu umumnya ditambahkan garam halida yang lain untuk menurunkan titik lebur garam halidanya.

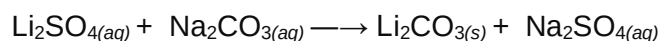
Elektrolisis Litium



Gambar 25 Lithium

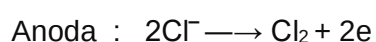
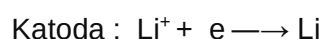
Sumber : <http://wanibesak.files.wordpress.com/2010/10/gambar-lithium1.jpg>

Sumber logam **litium** adalah spodumene ($\text{LiAl}(\text{SiO}_3)_2$). Spodumene dipanaskan pada suhu 100°C kemudian ditambah H_2SO_4 pekat panas sehingga diperoleh Li_2SO_4 . Campuran yang terbentuk dilarutkan ke dalam air. Larutan Li_2SO_4 ini kemudian direaksikan dengan Na_2CO_3 . Dari reaksi ini terbentuk endapan Li_2CO_3 .



Setelah dilakukan pemisahan Li_2CO_3 yang diperoleh direaksikan dengan HCl sehingga diperoleh garam LiCl .

Garam LiCl ini yang akan digunakan sebagai bahan dasar elektrolisis litium. Namun karena titik lebur LiCl yang sangat tinggi sekitar 600°C maka ditambahkan KCl dengan perbandingan volume 55% LiCl dan 45% KCl . Penambahan KCl ini bertujuan untuk menurunkan titik lebur LiCl menjadi 430°C . Reaksi yang terjadi pada proses elektrolisis Li adalah sebagai berikut



Selama elektrolisis berlangsung ion Li^+ dari leburan garam klorida akan bergerak menuju katoda. Ketika tiba di katoda ion-ion litium akan mengalami reaksi reduksi menjadi padatan Li yang menempel pada



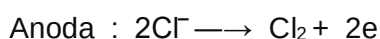
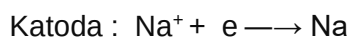
permukaan katoda. Padatan yang terbentuk dapat diambil secara periodik, dicuci kemudian digunakan untuk proses selanjutnya sesuai keperluan. Sedangkan ion Cl^- akan bergerak menuju anoda yang kemudian direduksi menjadi gas Cl_2 .

Elektrolisis Natrium



Gambar 26 Logam Natrium
Sumber : <https://upload.wikimedia.org>

Natrium dapat diperoleh dari elektrolisis leburan NaCl dengan menambahkan CaCl_2 menggunakan proses Downs cell. Penambahan CaCl_2 bertujuan menurunkan titik leleh NaCl dari 801°C menjadi 580°C . Selama proses elektrolisis berlangsung, ion-ion Na^+ bergerak menuju katoda kemudian mengendap dan menempel pada katoda, sedangkan ion Cl^- membentuk gas Cl_2 pada anoda. Reaksi yang terjadi pada proses elektrolisis natrium dari lelehan NaCl .



Metode reduksi



Gambar 27 Logam Kalium
<http://bisakimiadotcom.files.wordpress.com/2014/05/potassium.jpg>

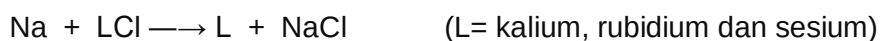


Kalium, rubidium, dan sesium tidak dapat diperoleh dengan proses elektrolisis karena logam-logam yang terbentuk pada anoda akan segera larut kembali dalam larutan garam yang digunakan. Oleh sebab itu untuk memperoleh Kalium, rubidium, dan sesium dilakukan melalui metode reduksi.



Gambar 28 Logam sesium
Sumber : <https://upload.wikimedia.org>

Proses yang dilakukan untuk memperoleh ketiga logam ini serupa yaitu dengan mereaksikan lelehan garamnya dengan natrium.



Dari reaksi di atas L dalam bentuk gas yang dialirkan keluar. Gas yang keluar kemudian dipadatkan dengan menurunkan tekanan atau suhu sehingga terbentuk padatan logam L. Karena jumlah produk berkurang maka reaksi akan bergeser ke arah produk. Demikian seterusnya hingga semua logam L habis bereaksi.



Gambar 29 Logam Rubidium
Sumber : <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c9/Rb5.JPG>

Sifat Fisika Logam Alkali

Secara umum, logam alkali ditemukan dalam bentuk padat, kecuali sesium yang berbentuk cair. Padatan logam alkali sangat lunak seperti sabun atau lilin sehingga dapat diiris menggunakan pisau. Hal ini disebabkan karena



logam alkali hanya memiliki satu elektron pada kulit terluarnya. Beberapa sifat fisik logam alkali seperti yang tertera di bawah ini.

Tabel 19 Sifat fisika logam alkali

	Li	Na	K	Rb	Cs
No. atom	3	11	19	37	55
Jari-jari atom, nm	0,133	0,157	0,203	0,216	0,235
Keelektronegatifan	1	0,9	0,8	0,8	0,7
E°, volt	-3,04	-2,71	-2,92	-2,99	-3,02
Titik didih (°C)	1330	892	774	688	690
Titik leleh (°C)	180	97,8	63,7	38,9	29,7
Massa jenis (g/mL)	0,54	0,97	0,86	1,53	1,93

Warna Nyala Logam Alkali

Warna nyala yang dihasilkan oleh suatu unsur disebut **spektrum emisi**. Spektrum emisi yang dihasilkan berkaitan dengan model atom Neils Bohr. Ketika atom diberikan sejumlah energi, elektron-elektron yang berada pada keadaan dasar akan tereksitasi menuju kulit yang lebih tinggi dengan tingkat energi yang lebih tinggi. Elektron yang tereksitasi dapat kembali keadaan dasar atau mengimisi dengan memancarkan sejumlah energi dalam bentuk radiasi elektromagnetik dengan panjang gelombang (λ) tertentu. Spektrum emisi terjadi ketika larutan garamnya dibakar menggunakan nyala bunsen. Spektrum emisi yang dihasilkan setiap unsur berbeda antara yang satu dengan yang lainnya.



Gambar 30 spektrum emisi sesium

Sumber : <https://wanibesak.files.wordpress.com>

Ketika dibakar litium menghasilkan warna merah, natrium menghasilkan warna kuning, kalium menghasilkan warna pink atau lilac, rubidium menghasilkan warna merah lembayung dan sesium menghasilkan warna merah lembayung. Warna-warna yang dihasilkan oleh unsur-unsur alkali sangat indah sehingga logam-logam alkali banyak dimanfaatkan dalam pembuatan kembang api atau mercun.

Energi Ionisasi

Energi ionisasi untuk unsur-unsur segolongan berhubungan erat dengan jari-jari atom. Jari-jari atom pada golongan alkali dari Li ke Cs jari-jarinya semakin besar, sesuai dengan pertambahan jumlah kulitnya. Semakin banyak jumlah kulitnya, maka semakin besar jari-jari atomnya. Semakin besar jari-jari atom, maka gaya tarik inti terhadap elektron yang terletak pada kulit terluar semakin kecil. Gaya tarik yang makin lemah menyebabkan unsur-unsur segolongan, dari atas ke bawah energi ionisasinya semakin kecil. Dengan melepas satu elektron pada kulit terluar, Li menjadi Li^+ , Na menjadi Na^+ , K menjadi K^+ dan yang lainnya.

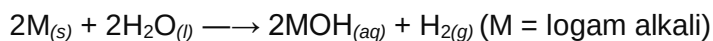
Sifat Kimia

Logam alkali merupakan unsur logam yang sangat reaktif dibanding logam golongan lain. Hal ini disebabkan pada kulit terluarnya hanya terdapat satu elektron dan energi ionisasi yang lebih kecil dibanding unsur golongan lain. Dalam satu golongan, dari atas ke bawah, kereaktifan logam alkali makin bertambah seiring bertambahnya nomor atom.



Reaksi dengan Air

Produk yang diperoleh dari reaksi antara logam alkali dan air adalah gas hidrogen dan logam hidroksida. Logam hidroksida yang dihasilkan merupakan suatu basa kuat. Makin kuat sifat logamnya basa yang dihasilkan makin kuat pula, dengan demikian basa paling kuat yaitu dihasilkan oleh sesium. Reaksi antara logam alkali dan air adalah sebagai berikut:



Reaksi antara logam alkali dengan air merupakan reaksi yang eksotermis. Li bereaksi dengan tenang dan sangat lambat, Natrium dan kalium bereaksi dengan keras dan cepat, sedangkan rubidium dan sesium bereaksi dengan keras dan dapat menimbulkan ledakan.



Gambar 31 reaksi natrium dengan air

Sumber : <http://www2.uni-siegen.de/~pci/versuche/pics/natrium4.jpg>

Reaksi dengan Udara

Logam alkali pada udara terbuka dapat bereaksi dengan uap air dan oksigen. Untuk menghindari hal ini, biasanya litium, natrium dan kalium disimpan dalam minyak atau minyak tanah untuk menghindari terjadinya kontak dengan udara.

Litium merupakan satu-satunya unsur alkali yang bereaksi dengan nitrogen membentuk Li_3N . Hal ini disebabkan ukuran kedua atom yang tidak berbeda jauh dan struktur yang dihasilkanpun sangat kompak dengan energi kisi yang besar.

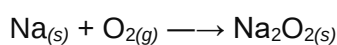


Produk yang diperoleh dari reaksi antara logam alkali dengan oksigen yakni berupa oksida logam. Berikut reaksi yang terjadi antara alkali dengan oksigen



Pada pembakaran logam alkali, oksida yang terbentuk bermacam-macam tergantung pada jumlah oksigen yang tersedia. Bila jumlah oksigen berlebih, natrium membentuk peroksida, sedangkan kalium, rubidium dan sesium selain peroksida dapat pula membentuk membentuk superoksida.

Persamaan reaksinya



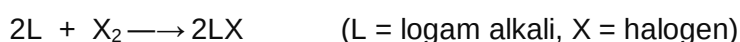
Reaksi dengan Hidrogen

Dengan pemanasan logam alkali dapat bereaksi dengan hidrogen membentuk senyawa hidrida. Senyawa hidrida yaitu senyawaan logam alkali yang atom hidrogen memiliki bilangan oksidasi -1.



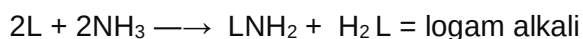
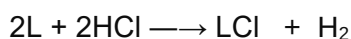
Reaksi dengan Halogen

Unsur-unsur halogen merupakan suatu oksidator sedangkan logam alkali merupakan reduktor kuat. Oleh sebab itu reaksi yang terjadi antara logam alkali dengan halogen merupakan reaksi yang kuat. Produk yang diperoleh dari reaksi ini berupa garam halida.



Reaksi dengan Senyawa

Logam-logam alkali dapat bereaksi dengan amoniak bila dipanaskan dan akan terbakar dalam aliran hidrogen klorida.



Kegunaan Logam Alkali dan Beberapa Senyawa Alkali

Natium merupakan salah satu logam alkali yang dimanfaatkan untuk pembuatan lampu. Lampu ini dikenal dengan nama lampu natrium. Lampu natrium umumnya digunakan sebagai lampu penerangan di jalan-jalan raya. Lampu natrium ditandai dengan warna kuning cemerlang yang mampu



menembusi kabut. Dibanding logam murninya, senyawa-senyawa yang dibentuk dari logam alkali lebih banyak dimanfaatkan.

Beberapa Senyawaan Natrium dan Kalium Serta Kegunaannya

Senyawaan Natrium

- Natrium klorida (NaCl), merupakan bahan baku pembuatan garam dapur, NaOH , Na_2CO_3 .
- Natrium hidrosida atau soda kaustik (NaOH). Digunakan dalam industry pembuatan sabun, kertas dan tekstil, dalam kilng minyak digunakan untuk menghilangkan belerang, dan ekstraksi aluminium dari bijihnya. Dalam laboratorium digunakan untuk menyerap gas karbondioksida atau gas-gas lain yang bersifat asam, dalam beberapa reaksi organik NaOH merupakan pereaksi yang penting misalnya pada reaksi hidrolisis.
- Soda cuci (Na_2CO_3), pelunak kesadahan air, zat pembersih (cleanser) peralatan rumah tangga, industri gelas.
- Natrium hidroksi karbonat (NaHCO_3) atau soda kue, campuran pada minuman dalam botol (beverage) agar menghasilkan.
- Natrium nitrat (NaNO_3), pupuk, sebagai pereaksi dalam pembuatan senyawa nitrat yang lain.
- Natrium nitrit (NaNO_2), pembuatan zat warna (proses diazotasi), pencegahan korosi.
- Natrium sulfat (Na_2SO_4) atau garam Glauber, obat pencahar (cuci perut), zat pengering untuk senyawa organik.
- Natrium tiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$), larutan pencuci (hipo) dalam fotografi.
- Na_3AlF_6 , pelarut dalam sintesis logam alumunium.
- Natrium sulfat dekahidrat ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) atau garam glauber: digunakan oleh industri pembuat kaca.
- Na_3Pb_8 : sebagai pengisi lampu Natrium.
- Natrium peroksida (Na_2O_2): pemutih makanan.
- Na-benzoat, zat pengawet makanan dalam kaleng, obat rematik.
- Na-sitrat, zat anti beku darah.
- Na-glutamat, penyedap masakan (vetsin).
- Na-salsilat, obat antipiretik (penurun panas).



Senyawaan Kalium

- Kalium oksida (KO_2), digunakan sebagai konverter CO_2 pada alat bantuan pernafasan. Gas CO_2 yang dihembuskan masuk kedalam alat dan bereaksi dengan KO_2 menghasilkan O_2
- Kalium klorida (KCl), pupuk, bahan pembuat logam kalium dan KOH
- Kalium hidroksida (KOH), bahan pembuat sabun mandi, elektrolit batu baterai batu alkali
- Kalium bromida (KBr), obat penenang saraf (sedative), pembuat plat potografi
- KClO_3 , bahan korek api, mercon, zat peledak, ditambahkan pada garam dapur sebagai sumber iodium sehingga dikenal sebagai garam beriodium.
- K_2CrO_4 , indicator dalam titrasi argentometri
- $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, zat pengoksidasi (oksidator)
- KMnO_4 , zat pengoksidasi, zat desinfektan
- Kalium nitrat (KNO_3), bahan mesiu, bahan pembuat HNO_3
- K-sitrat, obat diuretik dan saluran kemih
- K-hidrogentartrat, bahan pembuat kue (serbuk tartar).

Sifat-sifat unsur alkali adalah berupa logam putih mengkilap seperti perak, padat tetapi lunak pada suhu normal, kecuali cesium dan francium.

Kegunaan unsur-unsur alkali dalam senyawa antara lain :

- a. Natrium hidroksida (NaOH) digunakan untuk menetralkan asam, sebagai bahan baku pembuatan sabun, deterjen, kertas, dan serat rayon.
- b. Natrium karbonat (Na_2CO_3) yang dikenal sebagai soda kue digunakan sebagai bahan pengembang adonan.
- c. Natrium bikarbonat (NaHCO_3) yang dikenal sebagai baking soda digunakan sebagai pengembang adonan.

6.4. Golongan Alkali Tanah (Golongan II A).

Logam alkali tanah merupakan senyawa reaktif, tapi kalah reaktif bila dibandingkan dengan golongan logam alkali. Selama reaksi, unsur-unsur alkali tanah menggunakan elektron valensi ns^2 (elektron valensi nya 2) untuk



membentuk senyawa dengan bilangan oksidasi +2. Senyawa kalsium, stronsium, barium dan radium cenderung bersifat ionik, dalam bentuk ion logam +2. Tetapi untuk logam magnesium kadang-kadang menunjukkan sifat kovalen, dan pada senyawa berilium lebih dominan bentuk kovalen.

Unsur-unsur yang termasuk golongan alkali tanah adalah berilium (Be), magnesium (Mg), kalsium (Ca), stronsium (Sr), barium (Ba), dan radium (Ra). Sifat-sifat unsur alkali tanah merupakan unsur-unsur logam yang reaktif, berwarna putih mengkilap seperti perak.

Seperti halnya logam alkali, unsur-unsur Golongan IIA di alam selalu terdapat dalam bentuk senyawa, tidak dalam bentuk unsur bebas. Magnesium dan kalsium sangat melimpah dalam batuan yang terdapat dalam kulit bumi. Bagian terluar dari kulit bumi, pada mulanya dalam bentuk silikat (senyawa silikon, oksigen dan kation) dan aluminosilikat. Magnesium dan kalsium bersama-sama dengan natrium dan kalium terdapat dalam batuan sebagai kation. Akibat perubahan cuaca yang berkala, batuan yang tidak larut dapat melarutkan kation ini, dan setelah melalui perjalanan waktu yang sangat panjang akhirnya sampai dilautan. Ion kalsium dalam air laut digunakan oleh kerang sebagai kulit terluar, yang terbuat dari kalsium karbonat. Kulit dari kerang dan hewan lain yang mati berakumulasi secara geolog dalam rentang waktu yang panjang membentuk deposit batu kapur. Ion magnesium dalam air laut bereaksi dengan sedimen kalsium karbonat ini membentuk dolomit, $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$.

Sumber komersial utama magnesium adalah air laut, air asin dalam lapisan tanah, dan mineral dolomit serta magnesit, MgCO_3 . Senyawa kalsium diperoleh dari batu kapur dan kulit kerang laut. Gypsum, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ juga merupakan sumber mineral penting. Unsur-unsur alkali tanah lainnya kurang umum dipakai untuk komersial dibandingkan kalsium dan magnesium.

Bijih utama berilium adalah mineral aluminosilikat, dinamakan beryl, $\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6$. Mutiara berkualitas dari berilium adalah aquamarine (biru terang) dan emerald (hijau tua). Stronsium ditemukan dalam celestit, SrSO_4 , dan stronsianat SrCO_3 . Barium ditemukan dalam barit (BaSO_4) dan witerit BaCO_3 . Radium terdapat dalam jumlah kecil pada bijih uranium, sebagai isotop radioaktif dengan nomor massa 226, dan mempunyai waktu-paro 1620 tahun, meluruh disertai pemancaran sinar alfa menghasilkan radon-222.



Sifat logam alkali tanah dapat dilihat dari dua aspek, yaitu sifat fisika dan sifat kimia.

Sifat Fisika Logam Alkali Tanah

Berilium merupakan logam berwarna abu, dan hampir sekeras besi, cukup kuat untuk menggores kaca. Unsur logam alkali tanah yang lain umumnya logam berwarna perak, dan lebih lunak dari berilium tetapi masih lebih keras bila dibandingkan dengan logam alkali. Catatan bahwa titik leleh golongan IIA lebih tinggi dari golongan IA. Titik leleh yang lebih tinggi dan kekerasan yang lebih kuat dari logam-logam golongan IIA adalah sebagai akibat naiknya kekuatan ikatan dari dua elektron terluar (elektron valensinya 2).



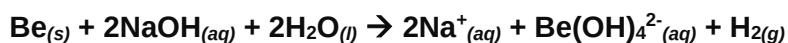
Gambar 32 berilium, logam berwarna abu, dan hampir sekeras besi
Sumber : <http://4.bp.blogspot.com>

Sifat Kimia Logam Alkali Tanah

Energi ionisasi kedua dari unsur-unsur golongan IIA relatif rendah, sehingga mudah membentuk ion +2. Jadi unsur-unsur golongan IIA (Ca, Sr, Ba, Ra) cukup reaktif dan bereaksi dengan air membentuk ion logam.

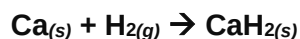


Magnesium bereaksi dengan air agak lambat pada suhu normal, tapi lebih cepat bila dengan uap air. Berilium agak kurang reaktif dengan air. Berilium tidak seperti unsur golongan IIA lainnya, sebab dapat membentuk anion kompleks, seperti $\text{Be}(\text{OH})_4^{2-}$. Fakta ini merupakan petunjuk karakter parsial nonlogam. Jadi, berilium tidak hanya bereaksi dengan asam tapi juga larut dalam basa kuat, sama halnya dengan aluminium. Berilium dan aluminium memiliki hubungan diagonal, menurut tabel periodik.





Logam alkali tanah terbakar di udara membentuk oksida, sedangkan barium dapat membentuk peroksida. Barium peroksida terbentuk pada suhu rendah, tetapi mulai terurai membentuk oksida pada 700°C. Kalsium, stronsium, dan barium bereaksi dengan hidrogen membentuk ion hidrida. Contohnya:



Magnesium bereaksi dengan hidrogen hanya pada tekanan tinggi dengan adanya katalis MgI_2 . Semua unsur golongan IIA bereaksi langsung dengan halogen membentuk halida, sedangkan dengan nitrogen di udara bila dipanaskan menghasilkan nitrida.

Kegunaan unsur-unsur alkali tanah dalam senyawa antara lain :

- Magnesium oksida (MgO) digunakan sebagai bahan pembuatan gading tiruan, obat sakit maag (antasida) untuk menetralkan asam lambung.
- Magnesium sulfat (MgSO_4) yang dikenal sebagai garam Inggris digunakan sebagai obat pencuci perut.
- Kalsium oksida (CaO) banyak digunakan pada industri besi baja, semen, soda dan kaca. Sedangkan Ca(OH)_2 (kalsium hidroksida) digunakan untuk mengolah air limbah dan untuk produksi gula.
- Kalsium karbida (CaC_2) digunakan untuk mengelas dan memotong baja. Selain itu gas ini juga dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan alkohol, asam cuka dan lain-lain.
- Kalsium sulfat (CaSO_4) digunakan untuk bahan keramik, pembalut gips dan kapur tulis.

Pembuatan unsur logam alkali tanah

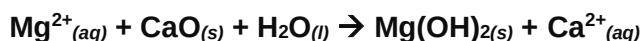
Pembuatan logam alkali tanah dapat dilakukan melalui elektrolisis lelehan halida (biasanya klorida), atau melalui reduksi halida atau oksida. Magnesium yang secara komersial penting, diproduksi melalui elektrolisis lelehan magnesium klorida. Air laut menyediakan sumber ion magnesium yang tidak habis-habisnya, dan rumah tiram yang banyak terdapat di laut menyediakan kalsium karbonat sebagai sumber yang diperlukan untuk mengisolasi ion magnesium. Proses isolasi ini, dikembangkan oleh



berbagai industri kimia. Jika rumah tiram dipanaskan, kalsium karbonat terurai membentuk oksida.



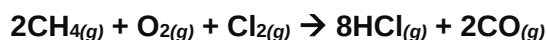
Penambahan kalsium oksida (oksida basa) ke dalam air laut mengendapkan magnesium hidroksida.



Magnesium oksida disaring dan diolah dengan asam klorida untuk diubah menjadi magnesium klorida.



Produk samping gas klor dapat dijual atau dibakar dengan metana (gas alam) untuk membuat asam klorida menurut proses:



Magnesium juga diperoleh dari magnesit atau dolomit melalui penguraian mineral tersebut membentuk MgO, selanjutnya mereduksi oksida tersebut dengan ferrosilikon, suatu paduan antara besi dan silikon.

Logam alkali tanah yang lain dibuat dalam jumlah sedikit. Berilium dapat diperoleh dengan elektrolisis berilium klorida (BeCl_2) dimana natrium klorida ditambahkan untuk meningkatkan daya hantar listrik lelehan garam. Namun, hampir semua berilium dibuat melalui reduksi fluoridanya oleh magnesium.



Kalsium dibuat melalui elektrolisis lelehan kalsium klorida, dan melalui reduksi kalsium oksida oleh alumunium dalam keadaan vakum, dimana kalsium yang dihasilkan menguap.



Barium juga dihasilkan melalui reduksi oksidanya oleh alumunium. Walaupun stronsium sangat sedikit digunakan secara komersial, stronsium dapat diproduksi melalui proses yang serupa.

8.5. Golongan unsur transisi

Ruby atau yang sering disebut sebagai *merah delima* yang merupakan salah satu bentuk kristal dari Al_2O_3 . Disebut sebagai merah delima karena ruby memiliki warna merah seperti delima. Warna merah yang dihasilkan oleh ruby akibat



digantinya 1% ion Al^{3+} oleh ion Cr^{3+} dalam struktur kristalnya, yakni Al_2O_3 . Jadi warna merah yang dihasilkan oleh ruby berasal dari ion Cr^{3+} .



Gambar 33 batu permata Ruby
Sumber : <https://upload.wikimedia.org>

Jika ion Al^{3+} dalam struktur kristalnya diganti oleh ion Fe^{3+} maka akan diperoleh permata dengan warna kuning yang disebut ratna cempaka (*topaz*). Sedangkan apabila ion Al_2O_3 dalam struktur kristal diganti oleh campuran ion-ion Fe^{2+} , Fe^{3+} dan Ti^{4+} maka akan diperoleh permata dengan warna biru yang sangat menarik. Permata ini disebut *sapphire* yang terkenal dengan warna birunya (*blue sapphire*).



Gambar 34 Batu permata blue sapphire
Sumber : <https://encrypted-tbn3.gstatic.com>

Zamrud (emerald) merupakan batu permata kristal beril (*beryl* = berilium aluminium silikat, $\text{BeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$) yang berwarna hijau. Warna hijau yang dimiliki akibat digantinya ion Al^{3+} oleh ion Cr^{3+} .



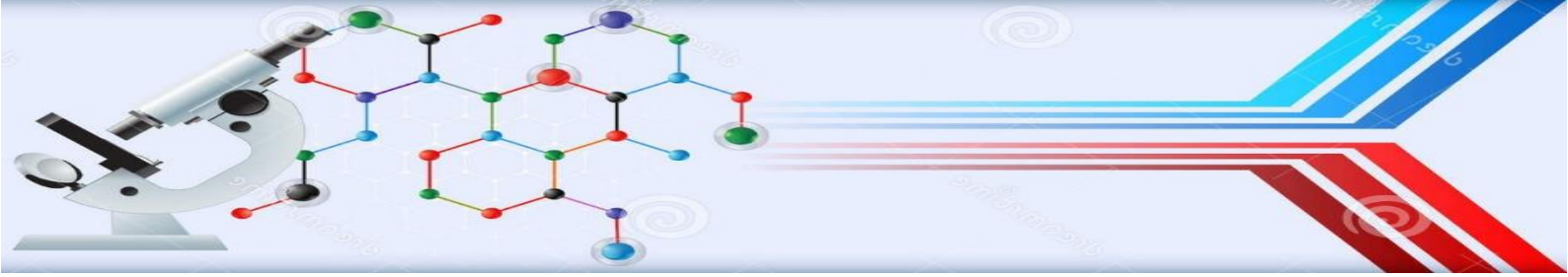
Gambar 35 Zamrud (emerald)
Sumber : <http://3.bp.blogspot.com>

Alexandrite merupakan batu permata yang warnanya bisa berubah tergantung suber cahaya yang mengenai permukaannya. Bila permukaannya dikenai cahaya senter warna adalah merah, sedangkan bila dikenai cahaya matahari warnanya adalah biru. *Alexandrite* merupakan kristal krisoberil (*Chrysoberyl* = berlium aluminat. $\text{BeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$) dimana sekitar 1% ion Al^{3+} dalam struktur kristalnya diganti oleh ion Cr^{3+} .

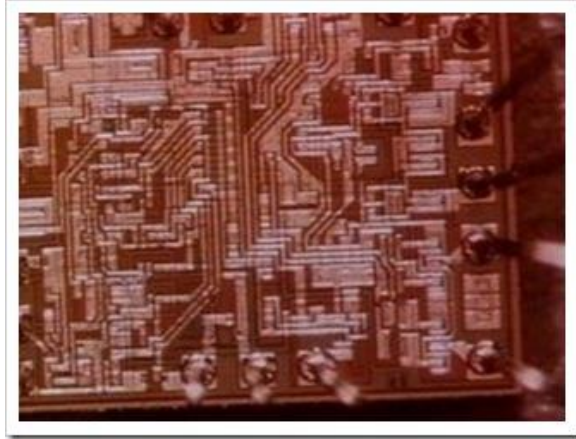


Gambar 36 Batu permata Alexandrite
Sumber : <http://toplintas.com>

Emas merupakan logam transisi yang sangat tidak reaktif yang dikenal dari zaman prasejarah sampai sekarang dan memiliki nilai jual yang tinggi. Hal ini tidak terlepas dari sifatnya yang tahan korosi atau tidak mudah dioksidasi oleh oksigen maupun senyawa-senyawa yang lain di udara pada suhu kamar. Selain itu emas memiliki warna yang sangat menarik, sehingga sebagian besar diaplikasikan sebagai perhiasan. Namun selain digunakan sebagai perhiasan emas dapat pula diaplikasikan pada peralatan seperti TV atau komputer. Hal ini disebabkan emas

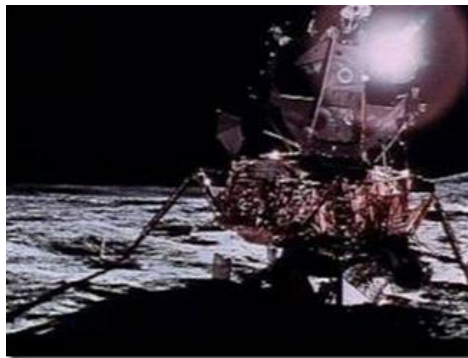


memiliki sifat daya hantar listrik yang lebih tinggi dibanding logam yang lainnya. Berikut gambar Peralatan elektronik yang menggunakan emas



Gambar 37 Peralatan elektronik yang menggunakan emas
Sumber : <https://wanibesak.files.wordpress.com>

Selain digunakan sebagai perhiasan dan pada peralatan-peralatan elektronik, emas pun digunakan pada lapisan luar pesawat luar angkasa. Lapisan ini berfungsi untuk memantulkan kembali sinar putih yang berasal dari cahaya matahari. Sebab jika ada udara udara yang terdapat dalam pesawat maka sinar putih dari matahari akan diserap, akibatnya suhu di dalam kapal menjadi sangat panas. Tetapi dengan adanya emas hal ini dapat dihindari. Pesawat luar angkasa yang menggunakan lapisan tipis emas pada bagian luar seperti yang teretara pada Gambar:



Gambar 38 Pesawat luar angkasa yang menggunakan lapisan tipis emas
http://wanibesak.files.wordpress.com/2010/11/clip_image004.jpg

Sifat emas yang dapat memantulkan cahaya ini maka emas sering digunakan pada jendela-jendela rumah, agar suhu di dalam kamar tetap sejuk tanpa harus menggunakan AC ataupun kipas angin. Jendela rumah yang dilapisi emas dapat dilihat pada gambar:



Gambar 39 Jendela rumah yang dilapisi emas
Sumber : <https://wanibesak.files.wordpress.com>

Tembaga atau cuprum dalam tabel periodik yang memiliki lambang Cu dan nomor atom 29. Tembaga di alam tidak begitu melimpah dan ditemukan dalam bentuk bebas maupun dalam bentuk senyawaan. Bijih tembaga yang terpenting yaitu pirit atau chalcopyrite (CuFeS_2), copper glance atau chalcocite (Cu_2S), cuprite (Cu_2O), malaconite (CuO) dan malachite ($\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$) sedangkan dalam unsur bebas ditemukan di Northern Michigan Amerika Serikat.

Dalam jumlah kecil tembaga ditemukan pada beberapa jenis tanaman, bulu-bulu burung terutama yang berbulu terang dan dalam darah binatang-binatang laut seperti udang dan kerang.

Pengolahan Bijih Tembaga

Bijih tembaga dapat berupa karbonat, oksida dan sulfida. Untuk memperoleh tembaga dari bijih yang berupa oksida dan karbonat lebih mudah dibanding bijih yang berupa sulfida. Hal ini disebabkan tembaga terletak dibagian bawah deret volta sehingga mudah diasingkan dari bijihnya.

Bijih berupa oksida dan karbonat direduksi menggunakan kokas untuk memperoleh tembaga, sedangkan bijih tembaga sulfida, biasanya kalkopirit (CuFeS_2), terdiri dari beberapa tahap untuk memperoleh tembaga, yakni:



Pengapungan (flotasi)

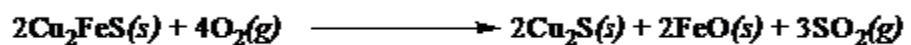


Gambar 40 kalkopirit
Sumber : <https://isolution3.files.wordpress.com>

Proses pengapungan atau flotasi diawali dengan pengecilan ukuran bijih kemudian digiling sampai terbentuk butiran halus. Bijih yang telah dihaluskan dimasukkan ke dalam campuran air dan suatu minyak tertentu. Kemudian udara ditiupkan ke dalam campuran untuk menghasilkan gelembung-gelembung udara. Bagian bijih yang mengandung logam yang tidak berikatan dengan air akan berikatan dengan minyak dan menempel pada gelembung-gelembung udara yang kemudian mengapung ke permukaan. Selanjutnya gelembung-gelembung udara yang membawa partikel-partikel logam dan mengapung ini dipisahkan kemudian dipekatkan.

Pemanggangan

Bijih pekat hasil pengapungan selanjutnya dipanggang dalam udara terbatas pada suhu dibawah titik lelehnya guna menghilangkan air yang mungkin masih ada pada saat pemekatan dan belerang yang hilang sebagai belerang dioksida.



Campuran yang diperoleh dari proses pemanggangan ini disebut **calcine**, yang mengandung Cu_2S , FeO dan mungkin masih mengandung sedikit FeS . Setelah itu calcine disilika guna mengubah besi(II) oksida menjadi



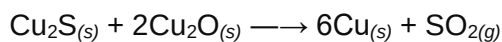
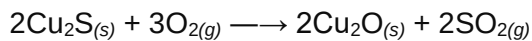
suatu sanga atau slag besi(II) silikat yang kemudian dapat dipisahkan. Reaksinya sebagai berikut



Tembaga(I) sulfida yang diperoleh pada tahap ini disebut **matte** dan kemungkinan masih mengandung sedikit besi(II) sulfida

Reduksi

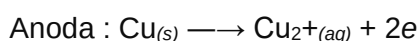
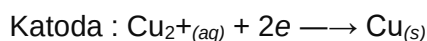
Cu_2S atau matte yang diperoleh kemudian direduksi dengan cara dipanaskan dengan udara terkontrol, sesuai reaksi



Tembaga yang diperoleh pada tahap ini disebut blister atau tembaga lepuhan sebab mengandung rongga-rongga yang berisi udara.

Elektrolisis

Blister atau tembaga lepuhan masih mengandung misalnya Ag, Au, dan Pt kemudian dimurnikan dengan cara elektrolisis. Pada elektrolisis tembaga kotor (tidak murni) dipasang sebagai anoda dan katoda digunakan tembaga murni, dengan elektrolit larutan tembaga(II) sulfat (CuSO_4). Selama proses elektrolisis berlangsung tembaga di anoda teroksidasi menjadi Cu^{2+} kemudian direduksi di katoda menjadi logam Cu.



Pada proses ini anoda semakin berkurang dan katoda (tembaga murni) makin bertambah banyak, sedangkan pengotor-pengotor yang berupa Ag, Au, dan Pt mengendap sebagai lumpur.

Sifat fisika

1) Tembaga merupakan logam yang berwarna kuningan seperti emas kuning seperti pada gambar dan keras bila tidak murni.

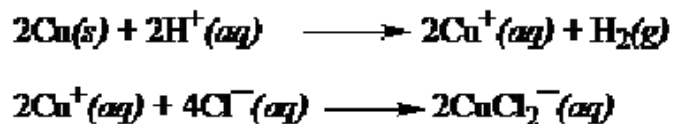


Gambar 41 Lempeng tembaga
Sumber : <http://www.cooper-materials.com/upfile/m-20151225012602.jpg>

- 2) Mudah ditempa (liat) dan bersifat mulur sehingga mudah dibentuk menjadi pipa, lembaran tipis dan kawat.
- 3) Konduktor panas dan listrik yang baik, kedua setelah perak.

Beberapa Sifat Kimia Tembaga

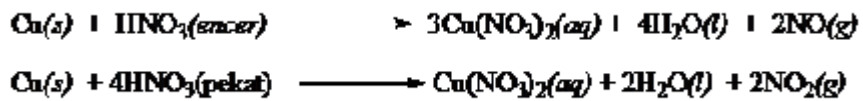
- 1) Tembaga merupakan unsur yang relatif tidak reaktif sehingga tahan terhadap korosi. Pada udara yang lembab permukaan tembaga ditutupi oleh suatu lapisan yang berwarna hijau yang menarik dari tembaga karbonat basa, $\text{Cu}(\text{OH})_2\text{CO}_3$.
- 2) Pada kondisi yang istimewa yakni pada suhu sekitar 300°C tembaga dapat bereaksi dengan oksigen membentuk CuO yang berwarna hitam. Sedangkan pada suhu yang lebih tinggi, sekitar 1000°C , akan terbentuk tembaga(I) oksida (Cu_2O) yang berwarna merah.
- 3) Tembaga tidak diserang oleh air atau uap air dan asam-asam nooksidator encer seperti HCl encer dan H_2SO_4 encer. Tetapi asam klorida pekat dan mendidih menyerang logam tembaga dan membebaskan gas hidrogen. Hal ini disebabkan oleh terbentuknya ion kompleks $\text{CuCl}_2^- (\text{aq})$ yang mendorong reaksi kesetimbangan bergeser ke arah produk.



Asam sulfat pekatpun dapat menyerang tembaga, seperti reaksi berikut



- 4) Asam nitrat encer dan pekat dapat menyerang tembaga, sesuai reaksi



5) Tembaga tidak bereaksi dengan alkali, tetapi larut dalam amonia oleh adanya udara membentuk larutan yang berwarna biru dari kompleks $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^+$.

6) Tembaga panas dapat bereaksi dengan uap belerang dan halogen. Bereaksi dengan belerang membentuk tembaga(I) sulfida dan tembaga(II) sulfida dan untuk reaksi dengan halogen membentuk tembaga(I) klorida, khusus klor yang menghasilkan tembaga(II) klorida.

Pemakaian tembaga

- Sebagai bahan untuk kabel listrik dan kumparan dinamo.
- Paduan logam. Paduan tembaga 70% dengan seng 30% disebut **kuningan**, sedangkan paduan tembaga 80% dengan timah putih 20% disebut **perunggu**. Perunggu yang mengandung sejumlah fosfor digunakan dalam industri arloji dan galvanometer. Kuningan memiliki warna seperti emas sehingga banyak digunakan sebagai perhiasan atau ornamen-ornamen. Sedangkan perunggu banyak dijadikan sebagai perhiasan dan digunakan pula pada seni patung. Kuningan dan perunggu berturut-turut seperti yang tertera pada gambar:



Gambar 42 Kuningan (kiri), perunggu (kanan)

Sumber : http://wanibesak.files.wordpress.com/2010/11/clip_image015.jpg (kiri),
http://wanibesak.files.wordpress.com/2010/11/clip_image016.jpg (kanan)

- Mata uang dan perkakas-perkakas yang terbuat dari emas dan perak selalu mengandung tembaga untuk menambah kekuatan dan kekerasannya. Gambar mata uang yang terbuat dari emas:



Gambar 43 Mata uang dari emas
Sumber : <https://wanibesak.files.wordpress.com>

- d) Sebagai bahan penahan untuk bangunan dan beberapa bagian dari kapal.
- e) Serbuk tembaga digunakan sebagai katalisator untuk mengoksidasi metanol menjadi metanal.

Senyawaan tembaga

Tembaga di alam memiliki tingkat oksidasi +1 dan +2. Tembaga dengan bilangan oksidasi +2 merupakan tembaga yang sering ditemukan sedangkan tembaga dengan bilangan oksidasi +1 jarang ditemukan, karena senyawaan tembaga ini hanya stabil jika dalam bentuk senyawa kompleks. Selain dua keadaan oksidasi tersebut dikenal pula tembaga dengan bilangan oksidasi +3 tetapi jarang digunakan, misalnya K_3CuF_6 . Beberapa senyawaan yang dibentuk oleh tembaga seperti yang tertera pada Tabel 21.

Tabel 20 Rumus senyawa tembaga dengan nama senyawanya

Tembaga(II)	Nama	Tembaga(I)	Nama
CuO	tembaga(II) oksida	Cu ₂ O	tembaga(I) oksida
Cu(OH) ₂	tembaga(II) hidroksida	CuCl	tembaga(I) klorida
CuCl ₂	tembaga(II) klorida	CuI	tembaga(I) iodida
CuF ₂	tembaga(II) fluorida		
CuS	tembaga(II) sulfida		
CuSO ₄ ·5H ₂ O	tembaga(II) sulfat pentahidrat atau vitriol biru		
Cu(NO ₃) ₂ ·3H ₂ O	tembaga(II) nitrat trihidrat		



- Besi adalah unsur kimia logam dengan simbol kimia Fe dan nomor atom 26.
- Ketika besi dan oksigen bereaksi dengan adanya air atau uap air akan terbentuk karat (besi oksida). Anda mungkin telah memperhatikan rantai sepeda Anda atau bagian lainnya berkarat dari waktu ke waktu, terutama jika Anda belum mengurus itu. Kata lain untuk berkarat adalah korosi, yang menggambarkan disintegrasi bahan seperti besi dan baja
- Karena begitu mudah teroksidasi, dipermukaan bumi besi jarang ditemukan dalam bentuk logam murni.
- Besi memiliki empat tingkat oksidasi dalam senyawa-senyawa besi yakni 2, 3, 4 dan 6.
- Besi adalah unsur yang paling umum ke-4 di kerak bumi, sekitar 5% biasanya ditemukan sebagai oksida besi dalam mineral seperti hematit.
- Inti bumi dianggap terdiri dari paduan besi, nikel dan emas.
- Saturnus dan Jupiter memiliki inti yang kaya akan besi.
- Baja adalah paduan terkenal dan umum digunakan terbuat dari besi dan sejumlah kecil karbon, kadang-kadang unsur lainnya. Jumlah karbon yang kecil (biasanya antara 0,2% dan 2,0% tetapi hal itu membuat perbedaan besar untuk kekuatan baja.
- Baja dapat sekitar 1000 kali lebih kuat dari besi murni.
- Menara Eiffel di Paris, Prancis terbuat dari besi cor. Besi cor adalah suatu bentuk dari besi tempa, paduan besi dengan tingkat karbon yang sangat rendah. Besi tempa digunakan umumnya sepanjang sejarah Barat, tetapi tidak lagi diproduksi dalam jumlah besar karena ketersediaan baja.
- Besi tempa digunakan awal dalam sejarah manusia sebenarnya berasal dari meteor.
- Besi cor adalah jenis besi yang mengandung jumlah karbon, silikon dan mangan dalam jumlah kecil. Pada jaman dulu besi cor digunakan untuk membangun struktur seperti jembatan besi cor.
- Zaman Besi adalah waktu prasejarah ketika alat yang berguna dan senjata pertama kali dibuat dari besi dan baja. Tanggal ini terjadi di



berbagai belahan dunia bervariasi, dengan sejarawan menunjukkan sekitar abad 12 SM di Yunani kuno dan abad 6 SM di Eropa Utara.

- Pada tahun 2006, Cina adalah produsen besi terbesar di dunia, sekitar 33% besi dunia berasal dari Cina.
- Besi relatif murah untuk diolah dan memiliki sejumlah besar kegunaan yang berbeda.
- Mesin, kendaraan dan struktur bangunan lainnya biasanya dibangun dari besi dalam bentuk baja.
- Untuk mencegah besi dan baja dari kerusakan karat, besi biasanya dicat, dilapisi dengan plastik, galvanis (dilapisi dengan seng) atau dengan metode lain yang menjaga besi bereaksi atau berhubungan langsung dengan air atau uap air dan oksigen.
- Besi dalam tubuh manusia memiliki sejumlah fungsi penting termasuk membawa oksigen ke tubuh dalam bentuk hemoglobin. Kekurangan zat besi bisa sangat umum (terutama di kalangan wanita), dengan sejumlah gejala yang mungkin termasuk kelelahan dan kelemahan.

Makanan kaya zat besi seperti daging merah, ikan, tahu, kacang dan kacang buncis.

Stainless steel merupakan salah satu jenis baja dengan logam induk besi. Dalam stainless steel terdapat unsur-unsur yang dipadukan membentuk suatu *alloy*. Unsur-unsur yang ada dalam baja stainless steel yaitu krom, nikel, molibden, silikon dan mangan. Namun unsur dengan persentase tertinggi adalah krom dan nikel. Baja stainless steel sebagian besar digunakan untuk membuat peralatan-peralatan rumah tangga terutama yang sering berhubungan dengan air.

Sedangkan aluminium adalah logam dengan warna yang menarik (mengkilat) tanpa diberi cat atau unsur-unsur tambahan. Aluminium seperti stainless steel yang sebagian besar diaplikasikan pada peralatan-peralatan yang sering berhubungan dengan air. salah satu aplikasi stainless steel dapat dilihat pada Gambar



Gambar 44 aplikasi stainless steel pada peralatan rumah tangga
 Sumber : <http://2.bp.blogspot.com>

Baja stainless steel dan alumium ketika terdapat air atau uap air akan bereaksi dengan oksigen membentuk membentuk suatu lapisan yang sangat tipis dan lapisan tersebut melekat kuat pada permukaannya sehingga dapat melindungi bagian bawah baja yang belum teroksidasi. Lapisan tipis ini memiliki sifat tembus cahaya dan memiliki warna seperti logam aslinya (stainless steel dan aluminium yang belum teroksidasi) sehingga kedua logam seolah-olah tidak teroksidasi atau tidak mengalami karat (berkarat).

Lapisan tipis pada baja stainless steel adalah kromium(III) oksida (Cr_2O_3) yang merupakan hasil reaksi antara krom dengan oksigen. Oleh sebab itu yang berperan penting dalam baja stainless steel adalah krom, sedangkan unsur yang lain seperti nikel dan unsur-unsur yang lain berfungsi sebagai penguat. Sedangkan pada aluminium lapisan tipis tersebut adalah aluminium(III) oksida (Al_2O_3) dan merupakan hasil reaksi antara aluminium dengan oksigen juga.

Walaupun memilik sifat tahan karat namun logam aluminium maupun paduannya memiliki kekurangan, salah satunya yaitu tidak bisa di las atau disolder. Hal ini tentu sangat merugikan, sebab jika sebagian kecil dari aluminium yang mengalami kerusakan maka semua bagian harus diganti dengan yang baru. Sedangkan pada baja stainless steel dapat dilas tapi bagian yang di las akan meninggalkan bercak hitam karena besi sebagai



logam induk bereaksi dengan oksigen membentuk oksida besi (Fe_2O_3) yang berwarna coklat atau yang disebut karat besi.

7. Sifat-Sifat Unsur Pada Periode

Sifat umum unsur-unsur periode ke tiga.

Sepanjang periode dari natrium (Na) sampai khlor (Cl) terjadi perubahan sifat-sifat sebagai berikut :

2. Sifat logam berkurang, sedangkan sifat bukan logam bertambah.
3. Sifat pereduksi berkurang, sedangkan sifat pengoksidasi bertambah.
4. Bagi senyawa, sifat basa berkurang sedangkan sifat asam bertambah.

Pada periode ketiga dalam sistem periodik, terlihat bawah paling kiri adalah unsur logam yang semakin ke kanan berubah menjadi semi-logam dan non-logam. Pembahasan kali ini meliputi perubahan periodik sifat-sifat unsur melalui penafsiran data dan penerapan sifat-sifat keperiodikannya.

Pembahasan akan meliputi sifat fisika dan sifat kimia dari unsur-unsur periode ketiga. Sifat fisiknya dipelajari menggunakan data sifat atomik dan struktur unsurnya, sedangkan sifat kimianya menggunakan data sifat atomik dan konfigurasi elektronnya. Disamping itu simak pula dua sifat karakteristik unsur-unsur periode ketiga, yakni daya reduksi serta oksidasi serta sifat asam basa hidroksida. Karena akan sangat panjang jika digabung, maka akan saya pisahkan antara Sifat Fisika Periode Ketiga dengan sifat kimianya ya.

SIFAT FISIKA UNSUR PERIODE KETIGA

Untuk dapat mempelajari kecenderungan sifat fisika unsur-unsur periode ketiga, simak data atomik dan struktur unsur-nya.

a. SIFAT ATOMIK UNSUR-UNSUR PERIODE KETIGA

Tabel berikut memuat sifat-sifat atomik unsur-unsur periode ketiga

Tabel 22. sifat-sifat atomik unsur-unsur periode ketiga

Sifat atomik	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
Jari-jari ionik (pm)	102	72	54	26	17	29	180	–
Jari-jari logam/kovalen (pm)	190	160	118	111	102	102	99	98



Energi ionisasi (kJ/mol)	496	738	578	789	1.013	1.000	1.250	1.520
Afinitas elektron	-52,8	>0	-42,5	-134	-72	-200	-349	>0
Kelektronegatifan	1,0	1,2	1,5	1,8	2,1	2,5	3,0	–
Bilangan Oksidasi (maksimum)	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	0

Sumber: Chemistry: Molecules, Matter, and Change, W.H. Freeman and Company

Dari tabel terlihat adanya keteraturan sifat atomik dari Na ke Ar yang secara umum dirumuskan sebagai berikut:

- Nilai jari-jari atom berkurang dari Na ke Ar
- Nilai Energi ionisasi bertambah dari Na ke Ar, dengan fluktuasi nilai dari Mg ke Al dan dari P ke S
- Nilai afinitas elektron bertambah dari Na ke Cl, dengan fluktuasi nilai untuk Al dan P. (abaikan tanda negatif pada nilai afinitas elektron, yang berarti energi dilepaskan)
- Nilai keelektronegatifan bertambah dari Na ke Cl.
- Nilai bilangan oksidasi maksimum bertambah dari Na ke Cl.

b. STRUKTUR UNSUR-UNSUR PERIODE KETIGA

Struktur unsur-unsur periode ketiga dari Na ke Ar ditentukan dari jumlah elektron valensinya yang semakin bertambah dari kiri ke kanan. Simak penjelasannya di bawah ini

Tabel 23. Struktur unsur-unsur periode ketiga dari Na ke Ar

	Unsur	Struktur unsur
Logam Na, Mg, Al Atom Na, Mg, Al memiliki jumlah elektron valensi terlalu sedikit, yakni 1,2,3 elektron. Hal ini menyebabkan atom-atom cenderung bergabung melalui ikatan logam	Na	Kristal logam bcc
	Al	Kristal logam hcp
	Mg	Kristal logam fcc
Semi-logam Si	Si	Molekul kovalen raksasa di mana atom-atom Si



Atom Si memiliki 4 elektron valensi yang cukup untuk dipakai bersama membentuk ikatan kovalen dengan 4 atom Si lainnya dan menghasilkan struktur tetrahedron. Akan tetapi, keempat atom Si dapat membentuk 4 ikatan kovalen lagi dengan atom-atom Si lainnya sehingga diperoleh struktur/ molekul kovalen raksasa		bergabung melalui ikatan kovalen
Non-logam P, S, Cl Atom P, S dan Cl memiliki jumlah elektron valensi besar, yakni 5,6 dan 7 sehingga dipakai bersama membentuk ikatan kovalen guna menghasilkan molekul sederhana (poliatomik atau diatomik)	P	Molekul-molekul P_4 yang saling terikat oleh gaya London
	S	Molekul-molekul S_8 yang saling terikat oleh gaya London
	Cl	Molekul-molekul Cl_2 yang saling terikat oleh gaya London
Non-logam Ar Konfigurasi elektron sudah stabil (konfigurasi gas mulia) sehingga atom-atom berada sebagai atom tunggal (monoatomik)	Ar	Atom-atom tunggal Ar yang saling terikat oleh gaya London

Kekuatan ikatan atau gaya antar-partikel pada struktur unsur dapat dijelaskan sebagai berikut.

Kekuatan ikatan logam bertambah dari Na ke Al

Kekuatan ikatan logam dipengaruhi oleh rapat muatan ion positif dan rapat muatan awan elektron. Muatan inti positif dan muatan awan elektron bertambah dari Na ke Al, sementara jumlah kulit dalam tetap. Hal ini menyebabkan gaya tarik inti dan elektron semakin besar dan jari-jari atom berkurang. Dengan demikian, rapat muatan ion positif dan rapat muatan awan elektron bertambah hingga tarik-menarik ion-ion positif dan awan elektron semakin kuat.

Kekuatan ikatan kovalen dalam struktur kovalen raksasa Si

Struktur kovalen raksasa Si merupakan struktur yang stabil dan simetris sehingga memiliki ikatan kovalen yang cukup kuat.



Kekuatan gaya London $S > P > Cl > Ar$

Kekuatan gaya London yang bekerja pada molekul-molekul dipengaruhi oleh ukuran molekul, jumlah atom dalam molekul, dan bentuk molekul. Semakin besar ukuran molekul dan semakin banyak jumlah atom di dalam molekul, maka semakin besar kekuatan gaya London. Sementara, semakin kompak bentuk molekul, semakin lemah kekuatan gaya London.

Seperti ditunjukkan pada tabel di atas, unsur P berada sebagai poliatomik P_4 , S sebagai poliatomik S_8 , dan Cl sebagai diatomik Cl_2 . Dengan demikian, kekuatan Gaya London S adalah terbesar, diikuti P dan Cl. Non-logam Ar yang berada sebagai atom tunggal (monoatomik) memiliki kekuatan gaya London yang paling lemah dibanding P, S, dan Cl.

Selanjutnya, simak bagaimana sifat atomik dan struktur unsur akan mendasari kecenderungan sifat-sifat fisika unsur periode ketiga, yakni kerapatan, kekerasan, titik leleh, titik didih, perubahan entalpi peleburan (ΔH_{fus}), perubahan entalpi penguapan (ΔH_v), daya hantar listrik, dan daya hantar panas.

c. SIFAT-SIFAT FISIKA UNSUR PERIODE KETIGA

Tabel 21 Sifat-sifat fisika unsur periode ketiga

	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
Fase	Padat	Padat	Padat	Padat	Padat	Padat	Gas	Gas
Kerapatan (kg/m^3)	970	1.740	2.702	2.330	1.820	2.070	3,214	1,78
Kekerasan (Mohs)	0,5	2,5	2,75	6,5	–	–	–	–
Titik leleh ($^{\circ}C$)	98	649	660	1.410	44,1	115	-101	-189
Titik didih ($^{\circ}C$)	883	1.107	2.519	3.280	277	444	-35	-186
$\Delta H_{fus}(kJ/mol)$	2,60	8,95	10,79	50,55	0,657	1,718	5,9	1,19
$\Delta H_v(kJ/mol)$	97	127	293	359	12,1	9,8	10,2	6,45
Daya hantar listrik ($M\Omega^{-1}cm^{-1}$)	0,210	0,226	0,377	<<	<<	<<	–	–



Daya hantar panas (W/cmK)	1,41	1,56	2,37	1,48	0,00235	0,00269	0,00009	0,00018
---------------------------	------	------	------	------	---------	---------	---------	---------

Sumber: Chemistry: Molecules, Matter, and Change, W.H. Freeman and Company

Dari data pada tabel di atas, kita dapat melihat adanya keteraturan sifat-sifat fisika unsur periode ketiga yang secara umum dirumuskan sebagai berikut:

Kerapatan bertambah dari Na ke Al, lalu berkurang dari Al ke Ar

Nilai kerapatan bergantung pada massa atom, jari-jari atom, dan faktor kerapatan per unit sel dalam struktur unsur. Nilai kerapatan semakin besar dengan pertambahan massa atom dan faktor kerapatan, dan sebaliknya semakin kecil dengan pertambahan jari-jari atom. Karena faktor kerapatan per unit sel untuk logam Na, Mg dan Al hampir sama, pertambahan nilai kerapatan dari logam Na ke Al dapat dijelaskan dari kenaikan nilai massa atom dan penurunan jari-jari atom. Nilai kerapatan semi-logam Si yagn tinggi, meski di bawah Al, terkait dengan kekuatan ikatan kovalennya dalam struktur kovalen raksasa. Selanjutnya variasi nilai kerapatan non-logam P, S, Cl dan Ar terkait dengan kekuatan gaya London $S > P > Cl > Ar$.

Kekerasan bertambah dari Na ke Si

Pertambahan kekerasan dapat dijelaskan dari kekuatan ikatan logam yang meningkat dari Na ke Al, dan kekuatan ikatan kovalen pada Si.

Titik Leleh dan ΔH_{fus} bertambah dari Na ke Si, lalu berkurang dari Si ke Ar

Kenaikan titik leleh dan ΔH_{fus} dari Na ke Si dapat dijelaskan dengan kekuatan ikatan kovalen pada Si. Sedangkan kecenderungan penurunan titik leleh dan ΔH_{fus} dari Si ke Ar terkait dengan variasi kekuatan gaya London $S > P > Cl > Ar$.

Titik didih dan ΔH_v bertambah dari Na ke Si, lalu berkurang dari Si ke Ar

Kenaikan dan penurunan titik didih serta ΔH_v dapat dijelaskan seperti halnya kecenderungan titik leleh dan ΔH_{fus} di atas.

Daya hantar listrik dan daya hantar panas logam Na, Mg, dan Al lebih baik dibandingkan semi-logam Si dan non-logam P, S, Cl, dan Ar.

Logam Na, Mg, dan Al memiliki daya hantar listrik dan panas yang baik karena elektron-elektron valensi dalam ikatan logamnya dapat bergerak bebas. Daya hantar listrik dan panas bertambah dari Na ke Al. Hal ini dikarenakan jumlah elektron valensi yang bertambah dan ukuran ion positifnya yagn berkurang dari Na ke Al.



Dengan demikian, kemungkinan elektron-elektron valensi bertumbukan dengan ion-ion positif berkurang, sehingga pergerakan elektron-elektron valensi menjadi lebih bebas.

Semi-logam Si memiliki ikatan kovalen dimana elektron-elektronnya terikat ke inti atom. Meski daya hantar listrik Si lebih buruk dibandingkan logam, namun masih lebih baik dibandingkan non-logam. Hal ini dikarenakan jari-jari atom Si yang lebih besar sehingga elektron-elektronnya terikat tidak terlalu kuat ke inti atom dan beberapa diantaranya dapat lepas. Dengan kenaikan suhu, lebih banyak elektron yang lepas sehingga daya hantar listrik Si meningkat. Unsur dengan sifat demikian disebut semi-konduktor. Pengaruh kenaikan suhu terhadap pertambahan jumlah elektron bebas juga menjelaskan mengapa Si memiliki daya hantar panas yang cukup baik. Non-logam P, S, Cl, dan Ar tidak memiliki daya hantar listrik yang baik karena struktur unsurnya tidak memiliki elektron-elektron bebas. Untuk daya hantar panasnya, kekuatan Gaya London yang melemah menyebabkan partikel-partikel menjadi lebih mudah bergerak sehingga P, S, Cl, dan Ar dapat menghantarkan panas meski sedikit.

Kegunaan Unsur-Unsur Periode Ketiga

a. Silikon (Si)

- SiO_2 (silikon dioksida) digunakan untuk membuat alat-alat kimia dan fisika
- Natrium silikat (Na_2SiO_3) digunakan sebagai bahan pekat dalam industri koton sebagai obat pengawet telur (menutupi pori-pori pada kulit telur) sehingga gas oksigen tidak dapat masuk, sering juga digunakan sebagai bahan pengisi pada pembuatan bahan detergen.

b. Fosfor

- Fosfor merah digunakan pada pembuatan korek api yang dilekatkan pada bidang gesek kotak korek api.
- Senyawa fosfor terutama garam-garam fosfor digunakan sebagai pupuk buatan

c. Sulfur

- Kegunaan belerang ialah untuk membuat asam sulfat, untuk vulkanisasi karet dan untuk membasmi penyakit tanaman

d. Aluminium



Aluminium merupakan salah satu unsur kimia dengan lambang Al dan nomor atomnya 13. Aluminium termasuk unsur yang sangat melimpah di kerak bumi. Aluminium termasuk logam golongan utama (IIIA) yang bersifat amfoter dan ringan bersama magnesium dan platina.

Harga aluminium awalnya sangat mahal bahkan hampir sama dengan harga emas. Karena sifatnya yang ringan dan sangat kuat Napoleon III pernah memerintahkan membuat baju prajuritnya dari aluminium menggantikan baju besi. Dan karena harga aluminium yang sangat mahal ini dalam jamuan makan Napoleon III menggunakan sendok garpu dari aluminium sedangkan tamunya disediakan sendok garpu emas dan perak.

Pengolahan Bijih Aluminium

Orang pertama yang berhasil memisahkan aluminium dari senyawanya adalah **Orsted** pada tahun 1825 dengan cara mereduksi aluminium klorida, namun belum dalam keadaan murni. Aluminium murni ditemukan oleh **Wohler** dalam bentuk serbuk berwarna abu-abu pada tahun 1827 dengan memodifikasi proses Orsted.

Kini proses yang digunakan untuk memperoleh aluminium secara besar-besaran digunakan proses **Hall-Heroult**. Cara ini ditemukan oleh dua orang yang umurnya sama (23 tahun) namun ditempat yang berbeda yakni **Charles Martin Hall** di Amerika dan **Heroult** di Paris pada tahun 1886. Proses ini menjadikan kedua orang ini kaya dalam waktu singkat dan meninggal dunia pada tahun yang sama pula (1914). Setelah ditemukan cara ini harga aluminium yang awalnya sangat mahal turun secara drastis.

Pemurnian Aluminium dengan Proses Martin-Heroult



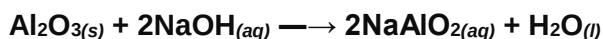
Gambar 45 Bauksit

Sumber : <http://manfaat.co.id/wp-content/uploads/2015/03/bauksit.jpg>

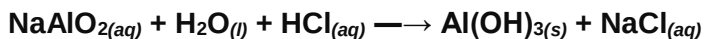
Bijih aluminium yang penting sebagai sumber aluminium adalah *bauksit*. Bauksit yang dihasilkan dari tambang dihancurkan kemudian



dihaluskan menjadi serbuk menggunakan alat-alat tertentu, biasanya Ballmill. Setelah halus ditambahkan larutan NaOH pekat untuk melarutkan Al_2O_3 yang ada dalam bauksit sedangkan zat lain tidak larut.



Setelah dilakukan pemisahan larutan NaAlO_2 diasamkan sehingga terbentuk endapan $\text{Al}(\text{OH})_3$.



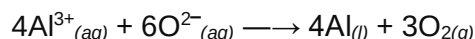
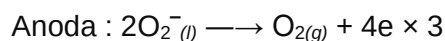
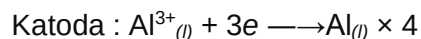
Endapan $\text{Al}(\text{OH})_3$ disaring kemudian dipanaskan pada suhu sekitar 1150°C sehingga terurai menjadi Al_2O_3 dan uap air.

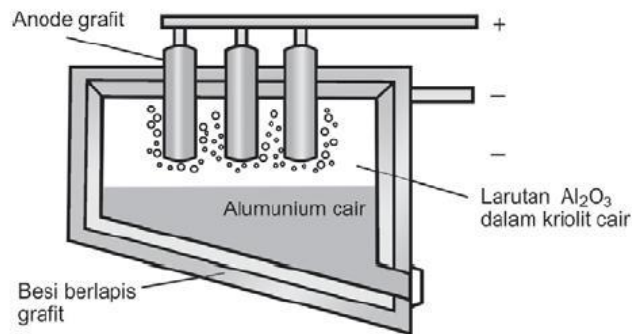


Al_2O_3 inilah yang akan direduksi menjadi aluminium secara elektrolisis dalam suatu bejana yang disebut sel Hall-Heroult. Sebelum proses elektrolisis dilangsungkan alumina dilelehkan terlebih dahulu dalam kriolit. Fungsi kriolit disini untuk menurunkan titik leleh alumina yang awalnya sekita 2000°C menjadi 900°C .

Lelehan alumina yang diperoleh kemudian dimasukkan ke dalam suatu bejana untuk proses elektrolisis yang disebut sel Hall-Heroult. Bejana yang digunakan terbuat dari besi dilapisi grafit yang sekaligus bertindak sebagai katoda. Sedangkan anoda digunakan batang-batang grafit yang dicelupkan ke dalam larutan.

Ketika arus listrik dijalankan ion-ion Al^{3+} yang ada dalam larutan akan bergerak menuju katoda, yang kemudian direduksi menjadi aluminium cair sedangkan ion-ion O^{2-} akan bergerak menuju anoda kemudian dioksidasi menjadi gas oksigen. Berikut reaksi yang terjadi dalam sel elektrolisis





Gambar 46 Sel Hall-Heroult untuk pembuatan aluminium dari elektrolisis lelehan Al_2O_3 dalam kriolit
Sumber : <http://3.bp.blogspot.com>

Aluminium cair yang diperoleh dialirkan keluar dari sel kemudian suhu diturunkan suhu agar diperoleh aluminium padat. Aluminium yang diperoleh dalam bentuk cair karena suhu di dalam sel elektrolisis melebihi titik leleh aluminium yang hanya 660°C .

Oksigen yang dihasilkan pada anoda dapat bereaksi dengan grafit yang digunakan membentuk gas karbon dioksida dan karbon monooksida. Akibatnya anoda lama-kelamaan akan berkurang dan perlu diganti pada saat-saat tertentu.

Beberapa sifat dan kelebihan aluminium dibanding logam-logam yang lain:

- a) Penghantar listrik dan panas yang baik walaupun tidak sebaik tembaga. Karena memiliki daya hantar listrik yang baik ini aluminium digunakan pada kabel listrik menggantikan tembaga yang harganya lebih mahal.
- b) Mempunyai warna yang stabil seolah-olah tidak berkarat. Hal ini disebabkan aluminium sangat cepat bereaksi dengan oksigen yang terdapat di udara menghasilkan aluminium oksida. Oksida yang terbentuk tidak mudah terkelupas sehingga dapat melindungi permukaan aluminium yang ada dibagian bawah agar tidak terjadi oksidasi berlanjut. Selain berupa lapisan tipis, oksida yang terbentuk merupakan lapisan tembus cahaya sehingga aluminium seolah-olah tidak berubah (tetap mengkilat).



c) Permukaannya tidak perlu di cat karena sudah cukup bagus dan menarik.

d) Serbuk aluminium yang sangat halus tampak mengkilat seperti logam aslinya sehingga sering dicampur pada minyak cat (vernisi) menghasilkan cat metalik yang harganya relatif lebih mahal dibanding cat biasa. Cat-cat metalik kebanyakan digunakan pada barang-barang mewah, karena dengan penambahan aluminium, cat dapat memantulkan cahaya yang lebih banyak.

e) Tidak bereaksi dengan asam atau bahan kimia lain yang terdapat dalam bahan makanan. Oleh karena itu aluminium banyak digunakan sebagai bahan dasar pembuatan alat-alat rumah tangga misalnya panci. Dan aluminium dijadikan kertas aluminium yang sangat tipis yang digunakan sebagai pembungkus rokok, gula, bumbu masak dan beberapa keperluan lain.

f) Paduan 95% aluminium dengan 5% unsur lain seperti Cu, Mg, dan Mn dapat digunakan menggantikan fungsi besi walaupun tidak sekuat besi. Misalnya dalam pembuatan bingkai pintu dan jendela.

Penggunaan aluminium makin lama makin penting sejalan perkembangan teknologi. Hal ini didukung oleh sifatnya yang menarik dengan harga yang relatif murah. Selain itu aluminium termasuk logam yang ringan bersama-sama dengan magnesium dan titanium.

Walaupun memiliki berbagai kelebihan namun logam aluminium maupun paduannya memiliki kekurangan, salah satunya yaitu tidak bisa di las atau disolder. Hal ini tentu sangat merugikan, sebab jika sebagian kecil dari aluminium yang mengalami kerusakan maka semua bagian harus diganti dengan yang baru.

Reaksi antara aluminium dengan Fe_2O_3 dikenal dengan reaksi termit yang dihasilkan panas untuk pengelasan baja.



Beberapa senyawa aluminium yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari dan industri, antara lain:

- Tawas, $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ digunakan untuk mengendapkan kotoran pada penjernihan air.



- Aluminium sulfat $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ digunakan dalam industri kertas dan mordan (pengikat dalam pencelupan).
 - Zeolit $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ digunakan untuk melunakkan air sadah.
 - Aluminium Al_2O_3 untuk pembuatan aluminium, pasta gigi, industri keramik, dan industri gelas.
 - $\text{Al}_2\text{SO}_4 \cdot 17\text{H}_2\text{O}$, alumunium sulfat digunakan dalam pewarnaan tekstil
 - $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ atau $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ adalah garam rangkap yang dikenal dengan nama tawas (Aluin) antaranya digunakan untuk menjernihkan air
- e. Natrium klorida
- Kegunaan utama garam dapur adalah sebagai penyedap masakan. Selain itu digunakan sebagai pengawet ikan dan daging.

D. Aktivitas Pembelajaran

Kegiatan Pengantar

- a. Buatlah kelompok yang terdiri dari 3-4 orang
- b. Cermati modul diklat Guru Pembelajar bagian kegiatan pembelajaran Teori atom dan Sistem Periodik Unsur
- c. Diskusikan dengan kelompok Anda dan identifikasikan isi materi yang harus Anda pelajari pada kegiatan pembelajaran (Teori atom dan Sistem Periodik Unsur)

❖ Aktifitas Pembelajaran 1

Saat awal pembelajaran peserta diklat dibagi menjadi beberapa kelompok dengan masing-masing kelompok terdiri dari 4 orang. Masing-masing kelompok menyimak tayangan dan membaca materi tata nama senyawa sederhana. Selanjutnya setiap peserta dalam kelompok diberi kartu yang berisi satu kalimat dalam topik perkembangan teori atom, sejarah penemuan sistem periodik, konfigurasi elektron, atau sifat-sifat unsur pada golongan dan pada periode. Peserta diklat berdiskusi dengan kelompoknya untuk memberi keterangan dari kartu-kartu yang dimiliki kelompoknya.



Selanjutnya masing-masing kelompok menggali informasi dari berbagai sumber untuk melengkapi keterangan dari kartu-kartu yang telah dimiliki. Masing-masing anggota kelompok memegang kartunya dan berdiri melingkar. Dibentuk 2 lingkaran di kelas sehingga seluruh peserta diklat berada dalam lingkaran tersebut. Peserta diklat dalam lingkaran pertama berhadapan dengan peserta diklat dalam lingkaran kedua. Setelah peserta diklat berdiri berpasangan antara yang di lingkaran pertama dengan yang di lingkaran kedua, maka saling menunjukkan kartunya sebagai identitas diri. Masing-masing peserta dari lingkaran pertama menjelaskan makna dari kartunya. Peserta dari lingkaran kedua menyimak penjelasan tersebut. Setelah 2 menit bergantian, masing-masing peserta dari lingkaran kedua yang menjelaskan makna dari kartunya dan peserta dari lingkaran pertama menyimak penjelasan tersebut.

Setelah 2 menit maka diminta peserta yang berada di lingkaran pertama bergeser ke kanan 3 langkah. Sedangkan peserta di lingkaran kedua bergeser ke kiri 3 langkah. Setelah peserta diklat berhadapan dengan pasangan dari lingkaran yang lain, maka dilakukan penjelasan makna dari kartu masing-masing secara bergantian selama 2 menit. Demikian seterusnya dilakukan pergeseran lingkaran sampai dengan 3 kali, sehingga peserta sudah memperoleh informasi yang cukup banyak.

Pada akhir pembelajaran dilakukan pengundian untuk menentukan peserta diklat yang mempresentasikan ke depan kelas tentang informasi yang dimiliki kartunya dan ketiga kartu rekan yang berpasangan sebelumnya. Peserta yang memiliki kartu yang presentasikan memberi saran dan tambahan informasi mengenai kartunya. Fasilitator mendampingi dan memandu setiap kegiatan pembelajaran yang dilakukan oleh peserta diklat.

❖ **Aktifitas Pembelajaran 2**

- a. Anda diminta membaca modul Guru Pembelajar dan bahan bacaan lain dari berbagai sumber referensi dengan cermat
- b. Lakukan diskusi kelompok dan curah pendapat mengenai teori atom dan sejarah periodik unsur
- c. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut, tuliskan jawaban hasil diskusi pada kolom yang tersedia (LK-1)



- d. Presentasikan hasil diskusi, setiap kelompok menyajikan salah satu pertanyaan hasil diskusi
- e. Berikan komentar terhadap hasil presentasi kelompok lain

LK-1 Mengkaji pengertian atom, ion, konfigurasi elektron, perkembangan teori atom, dan sejarah penemuan sistem periodik unsur

- a. Apakah yang Anda ketahui tentang atom, ion dan konfigurasi elektron

- b. Jelaskan model atom yang dikemukakan dalam teori penemu atom di bawah ini!

NO	NAMA	CIRI-CIRI
1	Dalton	..... ..... .....
2	Thomson	..... ..... .....
3	Rutherford	..... ..... .....
4	Bohr	..... ..... .....



c. Tuliskan penjelasan tiga aturan dalam konfigurasi elektron!

NO	ATURAN	PENJELASAN
1	Azas Aufbau	..... ..... .....
2	Kaidah Hund	..... ..... .....
3	Prinsip Pauli	..... ..... .....

d. Jelaskan konsep sistem periodik unsur menurut pendapat ahli di bawah ini!

NO	NAMA	KONSEP
1	Lavoisier	..... ..... .....
2	Johann Wolfgang Dobereiner	
3	John Alexander Reina Newland	..... ..... .....
4	Julius Lothar Meyer	..... ..... .....
5	Domitri Ivanovick Mendeleev	..... ..... .....



❖ Aktivitas Mengajar 3

Menganalisis cara menata konfigurasi elektron pada atom dalam tabel periodik berdasarkan prinsip Pauli dan Azas Aufbau

- Lakukan diskusi kelompok mengenai cara pembentukan ion dan kovalen menata konfigurasi elektron pada atom dalam tabel periodik berdasarkan prinsip Pauli dan Azas Aufbau
- Analisis masing-masing cara menata konfigurasi elektron menurut prinsip Pauli dan Azas Aufbau kemudian tuliskan hasilnya dalam kolom yang tersedia (LK-2)
- Jawablah pertanyaan-pertanyaan dalam LK-2
- Presentasikan hasil diskusi, setiap kelompok menyajikan salah satu jawaban pertanyaan hasil diskusi

LK-2 Menganalisis cara menata konfigurasi elektron pada atom dalam tabel periodik berdasarkan prinsip Pauli dan Azas Aufbau

- Analisis cara menata konfigurasi elektron pada atom dalam tabel periodik berdasarkan prinsip Pauli dan Azas Aufbau

- Menyelesaikan permasalahan menata konfigurasi elektron pada atom dalam tabel periodik berdasarkan prinsip Pauli dan Azas Aufbau

No	Rumus Senyawa	Konfigurasi elektron
1	Konfigurasi (Na, K, Rb, Cs, Fr)	



2	Konfigurasi (Mg, Ca, Sr, Ba, Ra)	
3	Konfigurasi (F, Cl, Br, I, At)	
4	Konfigurasi (Ne, Ar, Kr, Xe, Rn)	

Gunakanlah sistem periodik unsur-unsur untuk melihat nomor atom dari unsur-unsur diatas!

c. Mengidentifikasi golongan dan periode dari unsur yang telah dianalisis konfigurasi elektronnya

No	Konfigurasi elektron	Golongan	Periode
1	Na, K, Rb, Cs, Fr		
2	Mg, Ca, Sr, Ba, Ra		
3	Konfigurasi F, Cl, Br, I, At		
4	Konfigurasi Ne, Ar, Kr, Xe, Rn		



❖ **Aktifitas Pembelajaran 4**

Mampu menjelaskan sifat-sifat unsur berdasarkan letak golongan dan periodenya pada tabel periodic

1. Anda diminta membaca bahan bacaan dari berbagai sumber referensi dengan cermat.
2. Lakukan pengamatan pada beberapa atom dan sifat-sifatnya kemudian isilah pada lembar kerja yang telah disediakan untuk dapat membedakan sifat-sifat atom
3. Tulislah hasil analisa jawaban pada kolom yang terdapat pada LK-3
4. Presentasikan jawaban Anda di depan kemudian berikan tanggapan kepada kelompok yang presentasi

LK-3 Mampu menjelaskan sifat-sifat unsur berdasarkan letak golongan dan periodenya pada tabel periodic

NO	SIFAT YANG BERUBAH	PERUBAHAN
1	Jari-Jari Atom	..... ..... .....
2	Energi ionisasi	..... ..... .....
3	Afinitas Elektron	..... ..... .....
4	Keelektronegatifan	..... ..... .....



E. Latihan/Kasus/Tugas

1. Tuliskan sifat-sifat unsur yang berada pada golongan dan periode di bawah ini!

NO	GOLONGAN/ PERIODE	SIFAT-SIFAT
1	Golongan gas mulia (VIII A)	..... .....
2	Golongan halogen (VII A)	..... .....
3	Golongan Alkali (I A)	..... .....
4	Golongan Alkali Tanah (II A)	..... .....
5	Periode Ketiga	..... .....

1. Tentukan jumlah elektron, proton dan neutron !

- ${}^9\text{F}^{19}$
- ${}^{13}\text{Al}^{27}$
- ${}^{20}\text{Ca}^{40}$
- Ion F^-
- Ion Ca^{2+}

2. Tentukan letak unsur-unsur dalam sistem periodic dengan konfigurasi elektron berikut :

- A : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$
- B : $[\text{Ar}] 4s^2 3d^1$
- C : $[\text{Kr}] 5s^2 4d^{10} 5p^2$

3. Ion X^{3+} memiliki konfigurasi elektron $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$. Tentukan periode dan golongan unsur X!

4. Diketahui unsur-unsur sebagai berikut ${}^3\text{Li}$ ${}^{11}\text{Na}$ ${}^{19}\text{K}$ ${}^{37}\text{Rb}$. Tentukanlah unsur dengan :

- Jari-jari atom terpanjang
- Energi ionisasi terbesar
- Keelektronegatifan terbesar
- Afinitas elektron terbesar

5. Ramalkan bentuk anion ICl_4^- !

6. Tentukan orbital hibrida dan orientasi geometri pasangan elektron dan bentuk molekul dari CH_4 !



F. Rangkuman

Istilah atom berasal dari bahasa Yunani, atomos yang berarti tidak dapat dibagi-bagi, konsep ini mula-mula dicetuskan oleh Demokritos dan Leukippos (460-370 SM). Konsep atom mulai bangkit kembali setelah dikembangkan oleh John Dalton pada tahun 1805 dengan mengajukan teori menyatakan bahwa:

1. Setiap materi tersusun atas partikel terkecil yang disebut atom.
2. Atom tidak dapat dipecah lagi menjadi partikel yang lebih kecil dengan sifat yang sama.
3. Atom-atom dari unsur tertentu mempunyai sifat dan massa yang identik. Unsur-unsur yang berbeda memiliki atom-atom yang massanya berbeda.

Perkembangan teori atom diawali dengan John Dalton mengemukakan beberapa konsep tentang atom. Teori atom Dalton menyatakan atom merupakan partikel terkecil yang tidak dapat dibagi-bagi, atom suatu unsur tidak dapat diubah menjadi unsur lain, dua atom atau lebih dapat membentuk molekul, atom-atom suatu unsur semuanya serupa, dan pada reaksi kimia, atom-atom terpisah tapi kemudian dapat bergabung lagi dengan susunan yang berbeda menurut perbandingan tertentu.

Menurut Thomson atom bentuknya seperti roti kismis, muatan positif yang terbagi merata ke seluruh isi atom. Muatan ini dinetralkan oleh elektron yang tersebar diantara muatan listrik positif. Menurut Rutherford atom terdiri dari inti atom yang bermuatan positif dan elektron-elektron yang bermuatan negatif yang beredar mengelilingi inti, atom bersifat netral (jumlah muatan inti = jumlah muatan elektron-elektronnya), inti dan elektron tarik-menarik dengan gaya yang sama dengan gaya sentrifugalnya sehingga menyebabkan elektron tetap pada orbitnya, dan dalam reaksi kimia hanya elektron terluar yang saling mempengaruhi, inti atom tidak mengalami perubahan

Neil Hendrik Bohr menyempurnakan teori atom Rutherford. Bohr mengemukakan teorinya bahwa elektron mengelilingi inti atom dalam jalur-jalur tertentu yang disebut kulit-kulit atom tanpa menyerap atau melepaskan energi dan elektron dapat berpindah dari kulit yang satu ke kulit yang lainnya apabila elektron menyerap atau melepaskan energi.



Sejarah penemuan sistem periodik unsur diawali oleh Johann Wolfgang Doubereiner dengan Konsep Triad. Doubereiner membagi unsur-unsur dalam kelompok-kelompok triad (tiga anggota) dan sifat-sifat unsur yang di tengah mempunyai sifat antara kedua anggota triad lainnya.

John Alexander Reina Newland mengelompokkan unsur-unsur berdasarkan pertambahan (kenaikan) berat atom sesuai dengan pengulangan not lagu (oktaf). Julius Lothar Meyer menyusun unsur-unsur dalam suatu tabel berdasarkan kenaikan berat atom dan dilihat dari sifat-sifat fisika. Unsur-unsur yang memiliki sifat fisika sama ditempatkan pada kolom yang sama. Dmitri Ivanovitch Mendeleev menyusun unsur-unsur dalam suatu tabel berdasarkan kenaikan berat atom dan dilihat dari sifat-sifat kimia. Unsur-unsur yang memiliki sifat kimia sama ditempatkan pada kolom yang sama.

Sistem periodik moderen adalah susunan berkala periodik unsur berdasarkan kenaikan nomor atom dengan tujuan untuk mempermudah memberikan gambaran senyawa yang terbentuk apabila unsur-unsur tersebut saling berikatan. Jenis sistem periodik moderen ada beberapa macam, namun yang paling sering digunakan adalah Sistem Periodik Panjang, yaitu sistem periodik unsur yang disusun berdasarkan kenaikan nomor atom unsur.

Penetapan golongan dan periode dilakukan dengan cara menggambarkan konfigurasi elektron, sehingga dapat diketahui jumlah elektron valensinya. Dalam konfigurasi elektron diperlukan dua buah aturan yaitu Prinsip Pauli dan Azas Aufbau. Prinsip Pauli menyatakan tidak ada dua elektron dengan empat bilangan kuantum yang sama. Azas Aufbau menyatakan bahwa urutan pengisian elektron dimulai dari orbital yang kosong dengan tingkat energi yang paling rendah.

Sifat gas mulia merupakan gas yang monoatomik, tidak berwarna, tidak berbau, tidak berbau, sedikit larut dalam air kecuali helium dan neon. Berbeda dengan unsur-unsur gas mulia yang kurang reaktif, unsur-unsur halogen sangat reaktif, artinya sangat mudah bereaksi dengan unsur-unsur lain. Sifat-sifat unsur alkali adalah berupa logam putih mengkilap seperti perak, padat tetapi lunak pada suhu normal, kecuali cesium dan francium. Sifat-sifat unsur alkali tanah merupakan unsur-unsur logam yang reaktif, berwarna putih mengkilap seperti perak.



Perubahan sifat-sifat unsur periode ke tiga dari natrium (Na) sampai khlor (Cl) terjadi perubahan sifat logam berkurang, sedangkan sifat bukan logam bertambah, sifat pereduksi berkurang, sedangkan sifat pengoksidasi bertambah, dan bagi senyawa, sifat basa berkurang sedangkan sifat asam bertambah.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Cocokkan jawaban latihan Anda dengan kunci jawaban yang ada di bawah ini. Setiap jawaban yang benar diberi skor 1. Jumlahkan jawaban benar yang Anda peroleh. Gunakan rumus di bawah ini untuk mengukur tingkat penguasaan Anda terhadap Kegiatan Belajar 3.

$$\text{Persentase tingkat penguasaan materi} = \frac{\text{Jumlah jawaban benar}}{20} \times 100\%$$

Bila tingkat penguasaan materi 80% atau lebih, berarti Anda dapat melanjutkan ke Kegiatan Belajar selanjutnya. Tetapi bila tingkat penguasaan Anda masih di bawah 80 %, Anda harus mengulangi Kegiatan Belajar 3, terutama bagian yang belum Anda kuasai.



H. Kunci Jawaban

1. Jelaskan model atom yang dikemukakan dalam teori penemu atom di bawah ini!

NO	NAMA	CIRI-CIRI
1	Dalton	1. Atom merupakan partikel terkecil yang tidak dapat dibagi-bagi 2. Atom suatu unsur tidak dapat diubah menjadi unsur lain. 3. Dua atom atau lebih dapat membentuk molekul 4. Atom-atom suatu unsur semuanya serupa 5. Pada reaksi kimia, atom-atom terpisah tapi kemudian dapat bergabung lagi dengan susunan yang berbeda menurut perbandingan tertentu.
2	Thomson	Menurut Thomson atom bentuknya seperti roti kismis, muatan positif yang terbagi merata ke seluruh isi atom. Muatan ini dinetralkan oleh elektron yang tersebar diantara muatan listrik positif
3	Rutherford	1. Atom terdiri dari: a. inti atom yang bermuatan positif b. elektron-elektron yang bermuatan negatif yang beredar mengelilingi inti 2. Atom bersifat netral (jumlah muatan inti = jumlah muatan elektron-elektronnya) 3. Inti dan elektron tarik-menarik dengan gaya yang sama dengan gaya sentrifugalnya sehingga menyebabkan elektron tetap pada orbitnya 4. Dalam reaksi kimia hanya elektron terluar yang saling mempengaruhi, inti atom tidak mengalami perubahan



4	Bohr	1. Elektron mengelilingi inti atom dalam jalur-jalur tertentu yang disebut kulit-kulit atom tanpa menyerap atau melepaskan energi. 2. Elektron dapat berpindah dari kulit yang satu ke kulit yang lain apabila elektron menyerap atau melepaskan energi.
---	------	--

2. Jelaskan konsep sistem periodik unsur menurut pendapat ahli di bawah ini!

NO	NAMA	KONSEP																				
1	Lavoisier	Atom-atom disusun / dikelompokkan berdasarkan unsur logam dan non logam																				
2	Johann Wolfgang Dobereiner	Johann Wolfgang Dobereiner membagi unsur-unsur dalam kelompok-kelompok triad (tiga anggota) dan sifat-sifat unsur yang di tengah mempunyai sifat antara kedua anggota triad lainnya. Contoh : - Ca, Sr, Ba - Li, Na, K - Cl, Br, I Konsep ini tidak efisien, sebab suatu kelompok tidak hanya terdiri dari tiga unsur, melainkan banyak.																				
3	John Alexander Reina Newland	John Alexander Reina Newland mengelompokkan unsur-unsur berdasarkan pertambahan (kenaikan) berat atom sesuai dengan pengulangan not lagu (oktaf). <table><tr><td>H</td><td>1</td><td>F</td><td>8</td></tr><tr><td>Li</td><td>2</td><td>Na</td><td>9</td></tr><tr><td>Be</td><td>3</td><td>Mg</td><td>10</td></tr><tr><td>B</td><td>4</td><td>Al</td><td>11</td></tr><tr><td>C</td><td>5</td><td>Si</td><td>12</td></tr></table>	H	1	F	8	Li	2	Na	9	Be	3	Mg	10	B	4	Al	11	C	5	Si	12
H	1	F	8																			
Li	2	Na	9																			
Be	3	Mg	10																			
B	4	Al	11																			
C	5	Si	12																			



		<table> <tr> <td>N</td><td>6</td><td>P</td><td>13</td></tr> <tr> <td>O</td><td>7</td><td>S</td><td>14</td></tr> </table> John Alexander Reina Newland mengelompokkan unsur-unsur berdasarkan pertambahan (kenaikan) berat atom sesuai dengan pengulangan not lagu (oktaf). <table> <tr> <td>H</td><td>1</td><td>F</td><td>8</td></tr> <tr> <td>Li</td><td>2</td><td>Na</td><td>9</td></tr> <tr> <td>Be</td><td>3</td><td>Mg</td><td>10</td></tr> <tr> <td>B</td><td>4</td><td>Al</td><td>11</td></tr> <tr> <td>C</td><td>5</td><td>Si</td><td>12</td></tr> <tr> <td>N</td><td>6</td><td>P</td><td>13</td></tr> <tr> <td>O</td><td>7</td><td>S</td><td>14</td></tr> </table>	N	6	P	13	O	7	S	14	H	1	F	8	Li	2	Na	9	Be	3	Mg	10	B	4	Al	11	C	5	Si	12	N	6	P	13	O	7	S	14	
N	6	P	13																																				
O	7	S	14																																				
H	1	F	8																																				
Li	2	Na	9																																				
Be	3	Mg	10																																				
B	4	Al	11																																				
C	5	Si	12																																				
N	6	P	13																																				
O	7	S	14																																				
4	Julius Lothar Meyer	Julius Lothar Meyer menyusun unsur-unsur dalam suatu tabel berdasarkan kenaikan berat atom dan dilihat dari sifat-sifat fisika. Unsur-unsur yang memiliki sifat fisika sama ditempatkan pada kolom yang sama.																																					
5	Domitri Ivanovick Mendeleyev	Mendeleyev menyusun unsur-unsur dalam suatu tabel berdasarkan kenaikan berat atom dan dilihat dari sifat-sifat kimia. Unsur-unsur yang memiliki sifat kimia sama ditempatkan pada kolom yang sama.																																					

3. Tuliskan penjelasan tiga aturan dalam konfigurasi elektron!

NO	ATURAN	PENJELASAN						
1	Azas Aufbau	Urutan pengisian elektron dimulai dari orbital yang kosong dengan tingkat energi yang paling rendah. Urutan tingkat energi yang paling rendah sampai yang paling tinggi adalah sebagai berikut : <table> <tr> <th>Nomor kulit</th><th>Kulit</th><th>Sub kulit</th></tr> <tr> <td>1</td><td>K</td><td>S¹</td></tr> </table>	Nomor kulit	Kulit	Sub kulit	1	K	S ¹
Nomor kulit	Kulit	Sub kulit						
1	K	S ¹						



		<table><tr><td>2</td><td>L</td><td>S^2</td><td>p^3</td></tr><tr><td>3</td><td>M</td><td>S^4</td><td>p^5 d^7</td></tr><tr><td>4</td><td>N</td><td>S^6</td><td>p^8 d^{10} f^{13}</td></tr><tr><td>5</td><td>O</td><td>S^9</td><td>p^{11} d^{14} f^{17}</td></tr></table> Jadi urutan pengisian elektron tersebut adalah : 1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p, 6s, 4f, dan seterusnya.	2	L	S^2	p^3	3	M	S^4	p^5 d^7	4	N	S^6	p^8 d^{10} f^{13}	5	O	S^9	p^{11} d^{14} f^{17}
2	L	S^2	p^3															
3	M	S^4	p^5 d^7															
4	N	S^6	p^8 d^{10} f^{13}															
5	O	S^9	p^{11} d^{14} f^{17}															
2	Kaidah Hund	Elektron-elektron dalam orbital-orbital suatu subkulit cenderung untuk tidak berpasangan. Dengan kata lain setiap orbital di subtingkat diisi elektron tunggal sebelum orbital diisi pasangan elektron. Semua elektron tunggal yang mengisi orbital akan mempunyai spin yang sama. Ketika menetapkan elektron dalam orbital, setiap elektron pertama akan mengisi semua orbital dengan energi yang sama (juga disebut sebagai degenerat) sebelum berpasangan dengan elektron lain dalam orbital setengah penuh. Atom pada keadaan dasar (ground state) cenderung memiliki banyak elektron yang tidak berpasangan. Suatu orbital digambarkan dalam bentuk kotak, sedangkan elektron yang menghuni orbital digambarkan dengan dua anak panah yang berlawanan arah. Jika orbital hanya mengandung satu elektron, maka anak panah yang ditulis mengarah ke atas.																
3	Prinsip Pauli	Tidak ada dua elektron dengan empat bilangan kuantum yang sama. Akibat dari prinsip tersebut adalah bahwa : 1. Jumlah elektron maksimum tiap kulit atom sebanyak $2n^2$ (n = nomor kulit). <table><tr><th>Nomor kulit</th><th>Kulit</th><th>Jumlah elektron maksimum</th></tr><tr><td>1</td><td>K</td><td>$2.1^2 = 2$</td></tr><tr><td>2</td><td>L</td><td>$2.2^2 = 8$</td></tr><tr><td>3</td><td>M</td><td>$2.3^2 = 18$</td></tr><tr><td>4</td><td>N</td><td>$2.4^2 = 32$ dst.</td></tr></table> Jumlah elektron maksimum tiap-tiap sub kulit : $s = 2$	Nomor kulit	Kulit	Jumlah elektron maksimum	1	K	$2.1^2 = 2$	2	L	$2.2^2 = 8$	3	M	$2.3^2 = 18$	4	N	$2.4^2 = 32$ dst.	
Nomor kulit	Kulit	Jumlah elektron maksimum																
1	K	$2.1^2 = 2$																
2	L	$2.2^2 = 8$																
3	M	$2.3^2 = 18$																
4	N	$2.4^2 = 32$ dst.																



		$p = 6$ $d = 10$ $f = 14$
--	--	---------------------------------

4. Sifat keperiodikan unsur adalah sifat-sifat yang berubah secara beraturan sesuai dengan kenaikan nomor atom unsur. Tuliskan sifat keperiodikan unsur pada tabel di bawah ini!

NO	SIFAT YANG BERUBAH	PERUBAHAN
1	Jari-Jari Atom	Jari-jari atom adalah jarak dari inti atom sampai kulit elektron terluar. ■ Dalam satu golongan dari atas ke bawah jari-jari atom semakin besar. ■ Dalam satu periode dari kiri ke kanan, jari-jari atom semakin kecil.
2	Energi Ionisasi	Energi ionisasi adalah energi minimum yang diperlukan untuk melepaskan elektron dari suatu atom netral dalam wujud gas. Energi yang diperlukan untuk melepaskan elektron kedua disebut energi ionisasi kedua dan seterusnya. Bila tidak ada keterangan khusus maka yang disebut energi ionisasi adalah energi ionisasi pertama. ■ Dalam satu golongan dari atas ke bawah energi ionisasi semakin berkurang. ■ Dalam satu periode dari kiri ke kanan energi ionisasi cenderung bertambah.
3	Afinitas Elektron	Afinitas elektron adalah besarnya energi yang dibebaskan satu atom netral dalam wujud gas pada waktu menerima satu elektron sehingga terbentuk ion negatif.



		■ Dalam satu golongan dari atas ke bawah afinitas elektron semakin kecil. ■ Dalam satu periode dari kiri ke kanan afinitas elektron semakin besar.
4	Keelektronegatifan	Adalah suatu bilangan yang menyatakan kecenderungan suatu unsur menarik elektron dalam suatu molekul senyawa. ■ Dalam satu golongan dari atas ke bawah keelektronegatifan semakin berkurang. ■ Dalam satu periode dari kiri ke kanan keelektronegatifan semakin bertambah.

5. Tuliskan sifat-sifat unsur yang berada pada golongan dan periode di bawah ini!

NO	GOLONGAN/ PERIODE	SIFAT-SIFAT
1	Golongan gas mulia (VIII A)	Sifat gas mulia merupakan gas yang monoatomik, tidak berwarna, tidak berbau, tidak berbau, sedikit larut dalam air kecuali helium dan neon.
2	Golongan halogen (VII A)	Berbeda dengan unsur-unsur gas mulia yang kurang reaktif, unsur-unsur halogen sangat reaktif, artinya sangat mudah bereaksi dengan unsur-unsur lain.
3	Golongan Alkali (I A)	Sifat-sifat unsur alkali adalah berupa logam putih mengkilap seperti perak, padat tetapi lunak pada suhu normal, kecuali kaesium dan fransium
4	Golongan Alkali Tanah (II A)	Sifat-sifat unsur alkali tanah merupakan unsur-unsur logam yang reaktif, berwarna putih mengkilap seperti perak.
5	Periode Ketiga	Sepanjang periode dari natrium (Na) sampai khlor (Cl) terjadi perubahan sifat-sifat sebagai berikut : ■ Sifat logam berkurang, sedangkan sifat bukan logam bertambah.



		■ Sifat pereduksi berkurang, sedangkan sifat pengoksidasi bertambah. ■ Bagi senyawa, sifat basa berkurang sedangkan sifat asam bertambah.
--	--	--

6. Jumlah elektron, proto, dan neutron dari masing-masing unsur:
 - a. ${}^9\text{F}^{19}$: elektron= 9; proton= 9; neutron= $19-9 = 10$
 - b. ${}^{13}\text{Al}^{27}$: elektron = 13; proton =13; neutron = $27-13=14$
 - c. ${}^{20}\text{Ca}^{40}$: elektron = 20; proton = 20; neutron = $40 - 20 = 20$
 - d. Ion F^- = elektron = $9+1 = 10$; proton = 9; neutron = $19 - 9 = 10$
 - e. Ion Ca^{2+} : elektron = $20-2 = 18$; proton = 20; neutron = $40 - 20 = 20$
7. Letak unsur dalam sistem periodic ditentukan oleh susunan elektron pada subkulit tertinggi.
 - a. $3s^2 3p^1$: unsur A terletak pada periode 3 golongan IIIA
 - b. $4s^2 3d^1$: unsur B terletak pada periode 4 golongan IIIB
 - c. $5s^2 5p^2$: unsur C terletak pada periode 5 golongan VIIA
8. Ion X^{3+} berarti atom X telah kehilangan tiga elektron. Jadi, konfigurasi elektron atom X adalah $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^1$. Oleh karena itu unsur X terletak pada periode 4 dan golongan IIIB.
9. Oleh karena masing-masing unsur memiliki elektron valensi 1, maka unsur-unsur tersebut terletak pada golongan yang sama, yaitu IA.
 - a. Unsur dengan jari-jari terpanjang adalah ${}_{37}\text{Rb}$, karena dalam satu golongan jari-jari atom makin ke bawah makin panjang.
 - b. Unsur dengan energy ionisasi terbesar adalah ${}_3\text{Li}$, karena dalam satu golongan energy ionisasi makin ke atas makin besar.
 - c. Unsur dengan keelektronegatifan terbesar adalah ${}_3\text{Li}$, karena dalam satu golongan keelektronegatifan makin ke atas makin besar.
 - d. Unsur dengan afinitas elektron terbesar adalah ${}_3\text{Li}$, karena dalam satu golongan afinitas elektron makin ke atas makin besar.



10. Dalam ion tersebut terdapat satu atom I (7 elektron valensi), empat atom Cl (4x7 elektron valensi), dan terdapat muatan ion -1, maka :

a. $PE = \frac{(7 \times 5) + 1}{2} = 18$

2

b. $PEI = 5 - 1 = 4$

c. $PEP = 18 - (3 \times 4) = 6$

d. $PEB = 6 - 4 = 2$

Dengan demikian ion ICl_4^- memiliki empat PEI dan dua PEB sehingga ion tersebut berbentuk bujur sangkar atau segi empat datar.

11. $6C : 1s^2 2s^2 2p^2$

Keadaan dasar : C



Keadaan promosi : C



Dalam molekul CH_4 terdapat empat elektron valensi dari empat buah atom H yang diisikan pada orbital-orbital yang belum berpasangan, sehingga menjadi :



Orbital hibridanya adalah $s + p + p + p = sp^3$ dan orientasi geometri pasangan elektron adalah tetrahedral. Oleh karena keempat pasangan elektron tersebut merupakan pasangan elektron ikatan, maka bentuknya tetrahedral.



Penutup

Modul Kimia dengan Grade 2 ini terdiri dari kegiatan pembelajaran tentang teori atom yang dirancang untuk Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan (PKB) guru kimia bidang keahlian kesehatan tingkat 2.

Setelah Anda mempelajari modul ini dengan baik dan dapat menyelesaikan evaluasi untuk menguji kompetensi Anda maka Anda diharapkan telah memperoleh kompetensi guru kimia tingkat / grade 2. Diharapkan Anda dapat mempraktikkan kompetensi yang telah diperoleh dalam kegiatan pembelajaran dan mengelola kegiatan pembelajaran bagi peserta didik di sekolah masing-masing sehingga hasilnya lebih maksimal.

Terimakasih pada semua pihak yang telah membantu dalam penulisan modul ini. Pada akhirnya kami menyadari banyaknya kekurangan dan kekhilafan pada saat penulisan modul ini, untuk itu kami mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan modul. Selanjutnya kami berharap ada penyempurnaan modul ini agar lebih baik dan mudah digunakan. Semoga modul ini berguna bagi PKB guru kimia bidang keahlian kesehatan pada khususnya juga bagi dunia pendidikan pada umumnya..



Evaluasi

1. Unsur ${}_{34}\text{X}$ terletak pada periode dan golongan . . .
 - a. 4 / VIA
 - b. 3 / IVA
 - c. 3 / IIIA
 - d. 4 / IVA
2. Apabila unsur-unsur disusun menurut kenaikan massa atom relatifnya, ternyata unsur-unsur yang berselisih satu oktaf menunjukkan kemiripan sifat. Kenyataan ini ditemukan oleh
 - a. J. W. Dobereiner
 - b. A. R. Newlands
 - c. D. I. Mendeleev
 - d. Lothar Meyer
3. Pernyataan yang salah mengenai sistem periodik bentuk panjang adalah
 - a. periode 1 hanya berisi dua unsur
 - b. periode 2 dan periode 3 masing-masing berisi 8 unsur
 - c. periode 4 berisi 18 unsur
 - d. periode 5 dan periode 6 masing-masing berisi 32 unsur
4. Sistem periodik modern disusun berdasarkan
 - a. sifat fisis unsur
 - b. sifat kimia unsur
 - c. susunan elektron unsur
 - d. massa atom unsur
5. Unsur-unsur yang terletak pada periode yang sama mempunyai
 - a. elektron valensi yang sama
 - b. jumlah kulit yang sama
 - c. sifat fisis yang sama
 - d. sifat kimia yang sama
6. Unsur-unsur dalam satu golongan mempunyai
 - a. konfigurasi elektron yang sama
 - b. elektron valensi yang sama



- c. sifat kimia yang sama
 - d. jumlah kulit yang sama
7. Unsur-unsur halogen adalah golongan
- a. IA
 - b. VIA
 - c. VIIA
 - d. VIIIA
8. Nama golongan untuk unsur-unsur golongan IA adalah
- a. alkali
 - b. alkali tanah
 - c. halogen
 - d. gas mulia
9. Magnesium ($Z = 12$) dan kalsium ($Z = 20$) memiliki sifat kimia yang sama. Hal ini disebabkan karena kedua unsur tersebut
- a. bukan merupakan logam
 - b. memiliki tiga kulit
 - c. terletak pada periode yang sama
 - d. terletak pada golongan yang sama
10. Unsur yang tidak termasuk golongan gas mulia adalah
- a. He
 - b. Kr
 - c. Ne
 - d. Se
11. Kelompok-kelompok unsur berikut termasuk golongan unsur utama, kecuali
- a. Be, Mg, dan Ca
 - b. Li, Na, dan K
 - c. He, Ar, dan Kr
 - d. Cu, Ag, dan Au
12. Dalam sistem periodik bentuk panjang, unsur transisi terletak antara golongan
- a. IIA dan IIB
 - b. IIIB dan IIB
 - c. IIA dan IIIA



- d. IA dan IIIA
13. Unsur dengan konfigurasi elektron: 2, 8, 2, dalam sistem periodik terletak pada
- periode 4, golongan IIA
 - periode 4, golongan IIB
 - periode 2, golongan IVA
 - periode 4, golongan IVA
14. Unsur dengan nomor atom 50, dalam sistem periodik terletak pada
- periode 4, golongan VA
 - periode 5, golongan VA
 - periode 5, golongan IVA
 - periode 4, golongan IVA
15. Unsur X dengan nomor atom 35 mempunyai sifat sebagai berikut, kecuali
- tergolong logam
 - mempunyai bilangan oksidasi -1
 - membentuk molekul diatomik
 - dapat bereaksi dengan logam membentuk garam
16. Sifat unsur yang tidak tergolong sifat periodik adalah
- energi ionisasi
 - jari-jari atom
 - keelektronegatifan
 - warna
17. Bertambahnya kereaktifan unsur-unsur alkali menurut urutan Li, Na, dan K disebabkan oleh bertambahnya
- jumlah elektron
 - nomor atom
 - jari-jari atom
 - jumlah proton
18. Dalam urutan unsur 8O, 9F, dan 10Ne, jari-jari atom akan
- bertambah
 - berkurang
 - sama besar
 - bertambah lalu berkurang



19. Konfigurasi elektron dari unsur yang memiliki keelektronegatifan terbesar ada-lah
- 2, 5
 - 2, 7
 - 2, 8
 - 2, 8, 1
20. Sifat logam yang paling kuat di antara unsur-unsur berikut dimiliki oleh
- aluminium
 - natrium
 - magnesium
 - kalsium
21. Energi ionisasi terbesar dimiliki oleh
- helium
 - neon
 - natrium
 - argon
22. Jika nomor atom dalam satu golongan makin kecil, maka yang bertambah besar adalah
- jari-jari atom
 - massa atom
 - jumlah elektron valensi
 - energi ionisasi
23. Keelektronegatifan suatu unsur adalah sifat yang menyatakan
- besarnya energi yang diperlukan untuk melepas 1 elektron pada pembentukan ion positif
 - besarnya energi yang diperlukan untuk menyerap 1 elektron pada pembentukan ion negatif
 - besarnya energi yang dibebaskan pada penyerapan 1 elektron untuk membentuk ion negatif
 - besarnya kecenderungan menarik elektron pada suatu ikatan
24. Titik cair dan titik didih unsur-unsur periode kedua
- naik secara beraturan sepanjang periode
 - naik bertahap sampai golongan IIIA, kemudian turun drastis
 - naik bertahap sampai golongan IVA, kemudian turun teratur



- d. turun secara beraturan sepanjang periode
25. Dalam sistem periodik dari atas ke bawah, titik leleh dan titik didih
- logam dan nonlogam bertambah
 - logam dan nonlogam berkurang
 - logam bertambah, dan nonlogam berkurang
 - logam dan nonlogam tidak teratur perubahannya
26. Dalam suatu atom, jumlah orbital yang dapat memiliki bilangan kuantum utama $n = 4$ dan bilangan kuantum magnetik $m = +1$ adalah
- 1 orbital
 - 2 orbital
 - 3 orbital
 - 4 orbital
27. Jika kita membuat kurva energi ionisasi pertama terhadap nomor atom, maka atom yang mempunyai harga ionisasi lebih rendah dibandingkan atom tetangga dekatnya (yang tepat berada di sampingnya) adalah
- atom Mg
 - atom C
 - atom P
 - atom Br
28. Energi ionisasi pertama, kedua, ketiga dan keempat atom X berturut-turut adalah 557,4 kJ/mol, 1816 kJ/mol, 2744 kJ/mol dan 11580 kJ/mol. Atom X memiliki elektron valensi sebanyak
- 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5
29. Reaksi lelehan BCl_3 dengan lelehan NaCl menghasilkan ion BCl_4^- , yang memiliki bentuk geometri
- Segitiga piramida
 - segiempat planar
 - tetrahedral
 - segitiga planar



30. Bila Al (nomor atomnya = 13) membentuk Al^{3+} maka susunan elektron terluarnya adalah
- $4s^2 4p^6$
 - $6s^2 2p^6$
 - $2s^2$
 - $2s^2 2p^6$
31. Lima unsur A,B,C,D dan E masing-masing mempunyai susunan elektron sebagai berikut :
- $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$
 - $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$
 - $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$
 - $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 5s^1$
- Pasangan-pasangan di bawah ini yang merupakan unsur dari satu golongan yang sama adalah ...
- A dan B
 - A dan E
 - A dan D
 - A dan C
 - D dan E
32. Unsur-unsur golongan alkali tanah sifat-sifat kimianya hampir sama karena
- jumlah elektronnya sama
 - jumlah elektron pada dua orbital terluarnya sama
 - jumlah elektron pada kulit terluarnya sama
 - konfigurasi elektronnya sama
33. Diantara unsur-unsur di bawah ini yang paling mudah membentuk ion negatif adalah
- 17Cl
 - 11Na
 - 12Mg
 - 15P
34. Atom-atom unsur logam dalam satu golongan dari atas ke bawah kecenderungan melepaskan elektron valensinya makin besar sebab...
- potensial ionisasinya makin besar
 - jari-jari atomnya makin besar



- c. afinitas elektronnya makin besar
d. nomor massanya makin besar
35. Suatu unsur X dengan nomor atom 27 mempunyai jumlah orbital ...
a. 8
b. 10
c. 14
d. 15
36. Konfigurasi elektron atom Fe $[\text{Ar}] 3d^6 4s^2$ jumlah elektron yang tidak berpasangan pada atom Fe adalah ...
a. 1
b. 2
c. 3
d. 4
37. Diantara unsur-unsur 3P, 12Q, 19R, 33S dan 53T, yang terletak dalam golongan yang sama pada sistem periodik adalah ...
a. P dan Q
b. P dan R
c. R dan T
d. Q dan S
38. Unsur yang jari-jari atomnya terbesar adalah ...
a. 11Na
b. 13Al
c. 14Si
d. 12Mg
39. Unsur-unsur A,B, dan C terletak pada periode 3 sistem periodik. Oksida unsur A dalam air menghasilkan larutan yang mempunyai $\text{pH} < 7$, sedangkan unsur B dengan air bereaksi menghasilkan gas hidrogen. Percobaan lain menunjukkan bahwa unsur C dapat bereaksi baik dengan larutan asam maupun basa. Susunan unsur-unsur tersebut dalam sistem periodik dari kiri ke kanan adalah...
a. A,C,B
b. C,A,B
c. B,A,C
d. B,C,A



40. Bentuk geometri molekul NI_3 adalah...
- Piramida Segitiga
 - Piramida bujur sangkar
 - Okta Hedron
 - Segi tiga datar
41. Di antara pasangan molekul berikut yang mempunyai geometri sama adalah :
- AlCl_3 dan BCl_3
 - AlCl_3 dan PCl_3
 - BeCl_2 dan H_2O
 - CO_2 dan SO_2 .
42. Unsur gas mulia yang digunakan untuk pengisi tabung gas TV adalah
- He
 - Ne
 - Ar
 - Kr
43. Unsur gas mulia yang terdapat dalam balon gas meteorologi adalah
- He
 - Ne
 - Ar
 - Xe
44. Halogen yang memiliki E^0 paling besar adalah
- F_2
 - Cl_2
 - Br_2
 - At_2
45. Senyawa berikut memiliki bilangan oksidasi unsur halogen terkecil adalah
- Natrium klorida
 - Asam periodat
 - Kalium bromit
 - Kalsium hipoklorit
46. Unsur periode 3 yang paling mudah direduksi adalah



- A. Na
 - B. Mg
 - C. Cl
 - D. Si
47. Pernyataan yang KURANG TEPAT untuk sifat periodik unsur periode 3 dari Na ke Cl adalah
- A. Sifat asam bertambah
 - B. Sifat reduktor berkurang
 - C. Sifat oksidator bertambah
 - D. Keelektronegatifan berkurang
48. Unsur dengan konfigurasi elektron $1s^2$ pada SPU terletak pada ...
- A. Periode 1 dan golongan IA
 - B. Periode 1 dan golongan IIA
 - C. Periode 1 dan golongan VIIIA
 - D. Periode 2 dan golongan IA
49. Senyawa logam alkali tanah yang digunakan sebagai zat penetral kelebihan asam lambung pada penderita maag adalah
- A. $\text{Be}(\text{OH})_2$
 - B. $\text{Mg}(\text{OH})_2$
 - C. $\text{Ca}(\text{OH})_2$
 - D. $\text{Sr}(\text{OH})_2$
50. Keberadaan senyawa alkali berikut dalam air menyebabkan air bersifat sadah tetap. Senyawa yang dimaksud adalah'
- A. CaCl_2
 - B. $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$
 - C. $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$
 - D. $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$



Glosarium

Afinitas elektron Energy yang terlibat (baik energy yang dilepaskan ataupun energy yang diperlukan) untuk menerima satu elektron kedalam atom atau ion suatu unsur dalam keadaan gas. Afinitas elektron dapat bernilai positif dan negative. Afinitas elektron berharga negative apabila dalam proses penangkapan satu elektronnya dilepaskan energy. Hal sebaliknya terjadi apabila dalam proses penangkapan satu elektronnya terjadi penyerapan energy.

Alkali 1. Kelompok unsur yang terletak pada golongan IA dalam tabel periodic unsur. Golongan alkali terdiri dari atas unsur litium (Li), natrium (Na), kalium (K), rubidium (Rb), sesium (Cs), dan fransium (Fr). 2. Suatu larutan yang bersifat basa kuat. Alkali biasanya identik dengan larutan yang berasal dari unsur-unsur golongan logam alkali (golongan IA) tetapi istilahnya biasanya dipakai untuk menamai semua larutan basa pada umumnya.

Alkali tanah Kelompok unsur yang terletak pada golongan IIA dalam tabel periodic unsur. Golongan alkali tanah terdiri atas unsur berilium (Be), magnesium (Mg), kalsium (Ca), stronsium (Sr), barium (Ba), radium (Ra). Unsur-unsur ini membentuk basa seperti alkali dan umumnya ditemukan dalam tanah berupa senyawa tak larut. Oleh karena itu, unsur golongan IIA ini disebut logam alkali tanah (*alkaline earth metal*). Unsur alkali tanah dijumpai di alam dalam bentuk bijih mineral yaitu berilium sebagai beril $[\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6]$, magnesium sebagai dolomit $[\text{MgCa}(\text{CO}_3)_2]$ dan karnalit $[\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}]$, kalsium sebagai CaCO_3 dalam batu kapur, kalsit, pualam, dan sebagai gips $[\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}]$, barium sebagai barit $[\text{BaSO}_4]$ dan radium bercampur dengan uranium sebagai *pitch-blende*.

Aloi Campuran logam yang terbentuk karena pelelehan bersama komponen-komponennya. Campuran logam ini dapat berupa larutan padat atau campuran. Aloi biasa disebut paduan logam. Aloi dengan dua komponen disebut aloi binary; 3 komponen disebut aloi ternary; dan 4 komponen disebut aloi quarternari. Hasilnya adalah zat metalik dengan sifat berbeda



dari komponennya. Alooi biasanya didesain untuk memiliki sifat yang lebih menguntungkan dibanding dengan komponennya. Misalnya, baja lebih kuat dari besi, salah satu elemen utamanya, dan kuningan lebih tahan daripada tembaga, tapi lebih menarik daripada seng.

Alumunium unsur dengan no atom 13, lambang AL, dan massa molekul relatifnya (Mr) 27, 0. Alumunium termasuk unsur golongan III A. unsur ini berupa logam berwarna putih, ringan dan padat diulur. Alumunium didapat dari pengolahan bijih bauksit ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$).

Anion Ion yang bermuatan negative. Anion terbentuk dari pengikatan elektron pada suatu atom atau molekul. Di dalam peristiwa elektrolisis, anion akan tertarik ke electrode positif (anode). Contoh anion, Cl^- (ion klorida), OH^- (hidroksil), dan CO_3^{2-} (karbonat).

Ar *Lihat Argon*

Argon Suatu unsur dengan nomor atom 18 dan lambang Ar, Argon terletak pada golongan VIIIA (gas mulia) dalam tabel periodic unsur. Argon biasanya digunakan sebagai pengisi gas pada bola lampu pijar, tabung fluoresen, dan tabung foto.

Asam klorida senyawa dengan rumus molekul HCl dan termasuk golongan asam kuat. Asam klorida biasanya digunakan untuk membersihkan permukaan logam dari oksida dan juga untuk mengekstrak bijih logam tertentu seperti tungsten.

Atom bagian terkecil dari suatu unsur yang; 1. Tersusun atas nucleus yang terbentuk dari proton dan neutron disekitar nucleus. 2. Dapat berada bebas, misalnya dalam unsur logam sebagai atom-atom logam dan gas mulia. 3. Dapat berada dalam keadaan berikatan dengan sesamanya sebagai molekul-molekul unsur. Misalnya, H_2 (gas hidrogen), N_2 (gas nitrogen), I_2 (unsur iodin), P_4 (unsur fosfor), dan O_2 (gas oksigen). 4. Dapat berada dalam keadaan berikatan dengan atom lain sebagai molekul-molekul senyawa. Misalnya H_2O (molekul air), CO (molekul karbon monoksida), CO_2 (molekul karbon dioksida), dan H_2SO_4 , CH_3COOH , NH_3 , dan lain-lain.



Berat atom berat relative suatu atom. Misalnya, berat ato untuk unsur C sebesar 12, O sebesar 16, N sebesar 14, dan H sebesar 1.

Atom pusat Kation logam unsur transisi yang terdapat dalam ion atau senyawa kompleks. Misalnya atom P dalam senyawa PCl_5 .

Aturan Aufbau Aturan yang menyatakan bahwa pengisian elektron dalam suatu orbital atom dimulai dari tingkat energy terendah baru kemudian mengisi tingkat energy yang lebih tinggi. Urutan pengisian orbital berdasar-

Aturan duplet *Lihat kaidah duplet*

Aturan Hund Aturan yang menyatakan bahwa jika terdapat orbital-orbital dengan energy yang sama, maka elektron terlebih dahulu mengisi tiap-tiap orbital, baru kemudian menempati orbital secara berpasangan.

Aturan oktet *Lihat kaidah oktet*

Aturan Pauli *Lihat larangan Pauli*

Ba *Lihat barium*

Barium Unsur yang bernomor atom 56., lambang Ba, merupakan unsur reaktif yang berwarna perak keputih-putihan, yang merupakan salah satu anggota golongan IIA (golongan alkali tanah) dalam tabel periodic unsur. Barium ditemukan oleh Sir Humphrey Davy pada tahun 1808

Barium hidroksida Basa anorganik yang memiliki rumus molekul $\text{Ba}(\text{OH})_2$ dan berupa Kristal (serbuk) berwarna putih. Umumnya, barium hidroksida digunakan sebagai pereaksi analitik di laboratorium, untuk pemurnian gula, dan pada industry gelas.

Belerang Suatu unsur bernomor atom 16, lambang S, dan merupakan unsur nonlogam yang berwarna kuning. Unsur ini termasuk golongan VIB dalam tabel periodic unsur. Belerang disebut juga sulfur. Unsur ini terdapat di alam secara luas sebagai unsur, sebagai H_2S , dan sebagai SO_2 .



Besi Unsur dengan nomor atom 26, symbol Fe, dan massa atom relatifnya 55,847. Besi berwujud logam berwarna hitam dan dapat ditarik oleh magnet. Besi termasuk golongan VIIIB dalam tabel periodik unsur. Nama latin unsur ini adalah ferum. Kegunaan logam ini diantaranya untuk konstruksi bangunan, jembatan, kendaraan, untuk peralatan mekanik dan rumah tangga, dan bentuk paduan berupa baja digunakan untuk badan mesin. Sedangkan dalam tubuh makhluk hidup merupakan komponen penting dalam sel.

Bilangan kuantum magnetic Simbol : m . bilangan kuantum yang menyatakan orientasi orbital dalam ruang tempat terdapatnya elektron dan juga menyatakan banyaknya orbital yang terdapat di dalam tiap-tiap sub kulit. Harga bilangan kuantum magnetic antara $-l$ sampai $+l$.

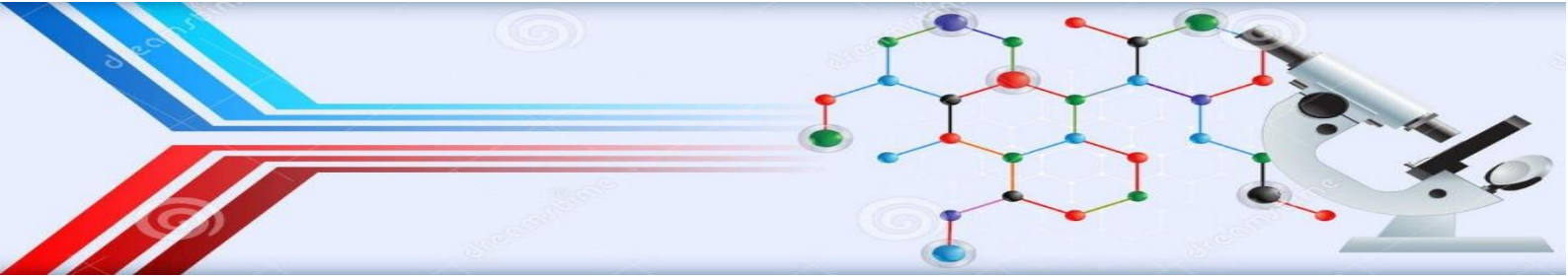
Bilangan kuantum spin Simbol : s . bilangan kuantum yang menyatakan arah rotasi elektron pada sumbunya. Di dalam satu orbital, hanya bisa diisi maksimum dua elektron dengan arah berlawanan ($\uparrow\downarrow$). Jenis bilangan kuantum spin (s) ada dua yaitu $s=+1/2$ dan arah medan magnetnya ke atas ($\uparrow$) jika elektron berputar berlawanan dengan arah perputaran jarum jam dan $s=-1/2$ dan arah medan magnetnya ke bawah ($\downarrow$) jika perputaran elektron searah jarum jam.

Bilangan kuantum utama Simbol : n . bilangan kuantum yang menyatakan tingkat energy utama atau nomor lintasan elektron atau bilangan kuantum yang menyatakan kulit atom. Bilangan kuantum utama memiliki harga $n = 1, 2, 3, \dots$

Bipiramida trigonal Struktur ruang elektron yang terbentuk jika lima pasangan elektron mengelilingi atom pusat. Misalnya, pada senyawa PCl_5 . Dalam susunan ruang (geometri) bipiramida trigonal ini, besar sudut ikatannya adalah 120° untuk ekuatorial dan 90° untuk aksialnya.

Cl *Lihat klor*

Cu *Lihat tembaga*



D *Lihat Debye*

Dalton *Lihat satuan massa atomic*

Debye Simbol : D. satuan unit untuk menyatakan momen dipol listrik yang besarnya sama dengan $3,33564 \times 10^{-30}$ coulomb meter. Debye biasanya digunakan untuk menyatakan momen dipol suatu molekul. Satuan ini dinamakan demikian untuk mengenang Peter Joseph Wiliam Debye

Divalen Menunjukkan bahwa suatu zat memiliki valensi dua (bervalensi dua)

Dolomit Mineral yang berupa batuan sedimen atau batuan organic. Dolomit merupakan campuran garam karbonat dari magnesium dan kalsium dengan rumus kimia $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$. Mineral ini merupakan sumber dari logam Ca dan Mg. Di alam, dolomit ditemukan sebagai batu apung dan umumnya digunakan sebagai bahan tahan api.

Domain elektron Kedudukan elektron atau daerah keberadaan elektron. *Lihat juga teori domain elektron*

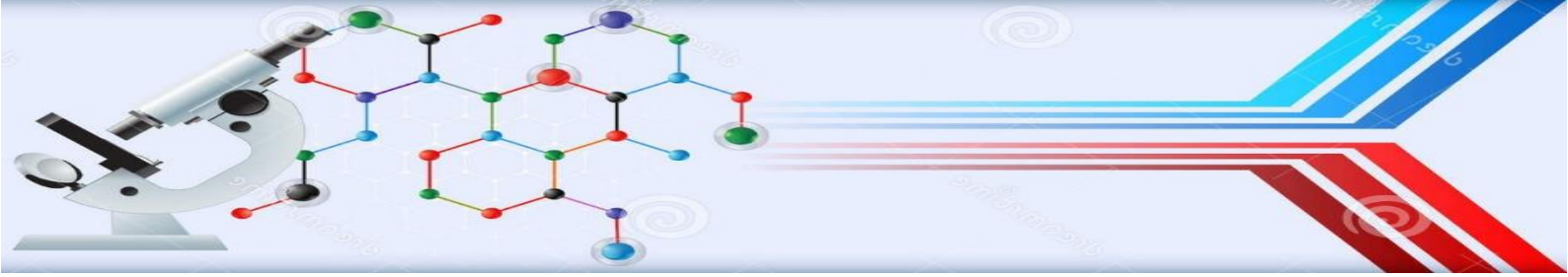
Duplet Suatu atom yang mempunyai susunan elektron valensi dua, seperti helium (He). *Lihat kaidah duplet*

Elektron bebas suatu elektron yang bisa bebas bergerak dari satu atom atau molekul ke atom atau molekul lainnya dibawah pengaruh medan listrik atau elektron yang tidak digunakan untuk berikatan.

Elektron berpasangan dua elektron didalam satu orbital yang berbeda bilangan kuantk spinnya, misalnya elektron-elektron dalam ikatan kovalen.

Elektron ikatan elektron valensi dari atom yang digunakan untuk berikatan dalm suatu molekul, ion, atau radikal bebasnya. *lihat elektron bebas.*

Elektron valensi elektron yang berada pada kulit terluar suatu atom yang digunakan untuk berikatan dengan atom lain. Contoh penetapan elektron valensi atom adalah berikut ini.



Elektronegativitas kecendrungan suatu atom dalm senyawa kimia untutk menarik elektron pengikat atom-atom tersebut. Skala elektronegativitas unsur-unsur dal tabel periodic unsur adalah sebagai berikut.

F *Lihat Fluor*

Fe *Lihat besi*

Fluor Unsur dengan nomor atom 9, lambangnya F, dan massa atomnya 19. Fluor termasuk unsur golongan VIIA (golongan halogen). Unsur ini ditemukan oleh Schwandhard dalam fluorspar pada tahun 1670.

Fluoresen Luminesen (cahaya) yang dipancarkan dari suatu benda setelah benda tersebut dikenaisinar dari sumber cahaya. Umumnya, fluoresen berenergi (berfrekuensi) lebih rendah dari asal cahaya dan berumur pendek (tidak lama setelah sumber cahaya tersebut dihilangkan).

Gas mulia Unsur-unsur yang terletk pada golongan VIIIA pada tabel periodik unsur yang meliputi helium(He), neon (Ne), Argon (Ar), krypton (Kr), Xenon (Xe), radon (Ra). Gas mulia merupakan kelompok unsur yang bersifat sangat stabil (sangat sukar bereaksi)

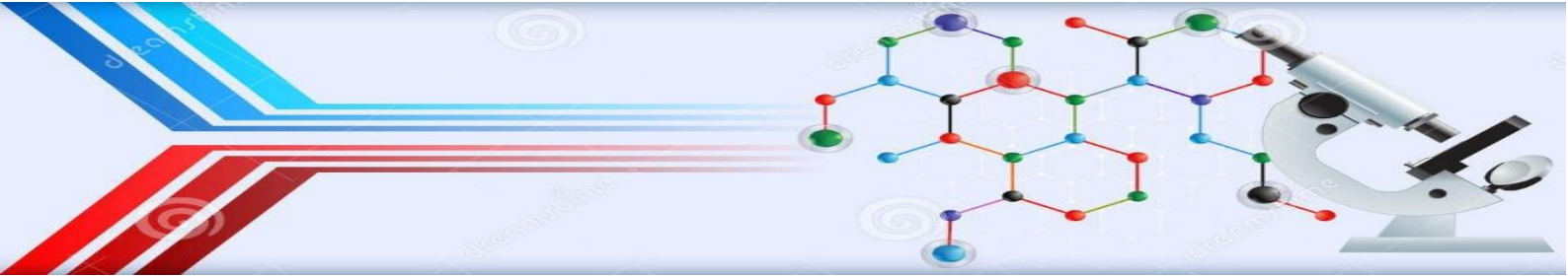
Ge *Lihat Germanium*

Geometri molekul bentuk molekul yang berkaitan dengan susunan ruang atom-atom dalam molekul. Beberapa bentuk geometri molekul, misalnya linier, segitiga planar, planar bentuk T, dan piramida trigonal.

Germanium Unsur dengan nomor atom 32 dan lambang Ge. Keberadaan unsur ini diramalkan oleh Mendeleev pada tahun 1871, tetapi baru ditemukan oleh Winkier dalam argiodit pada tahun 1886.

Golongan Susunan unsur-unsur yang didasarkan pada kenaikan nomor atom, Golongan merupajan lajur vertical pada tabel periodic unsur. Nomor golongan suatu unsur merupakan jumlah elektron valensi unsur tersebut.

Golongan alkali *Lihat alkali*



Golongan alkali tanah *Lihat **alkali tanah***

Golongan gas mulia *Lihat **gas mulia***

Golongan halogen Unsur yang terletak pada golongan VIIA dalam sistem periodic unsur. Misalnya, fluor (F), klor (Cl), dan Bromium (Br)

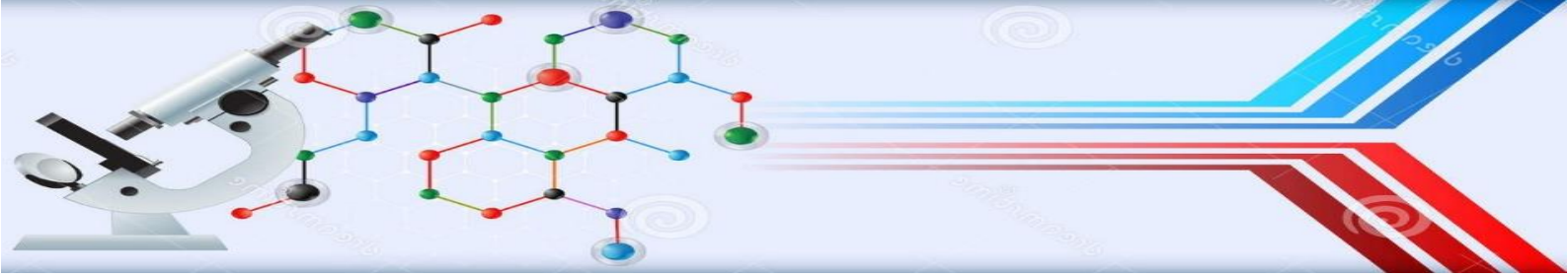
Golongan transisi Unsur-unsur yang terletak antara golongan IIA dan IIIA (menempati golongan B) atau blok d dalam tabel periodic unsur. Golongan transisi terbagi atas golongan transisi (golongan B), yaitu IIIB, IVB, VB, VIB, VIIB, VIIIB, IB, dan IIB dan golongan transisi dalam yang dibedakan menjadi dua deret, yaitu deret lantanida (unsur dalam deret ini mempunyai kemiripan sifat dengan unsur lantanida) dan deret aktinida (unsur dalam deret ini mempunyai kemiripan sifat dengan unsur aktinida).

Golongan utama unsur-unsur yang terletak pada golongan A atau pada blok s dan blok p. Golongan utama terdiri atas golongan IA (alkali), IIA (alkali tanah), IIIA (aluminium), IVA (karbon), VA (nitrogen), VIA (kalkogen), VIIA (halogen), dan VIIIA (gas mulia)

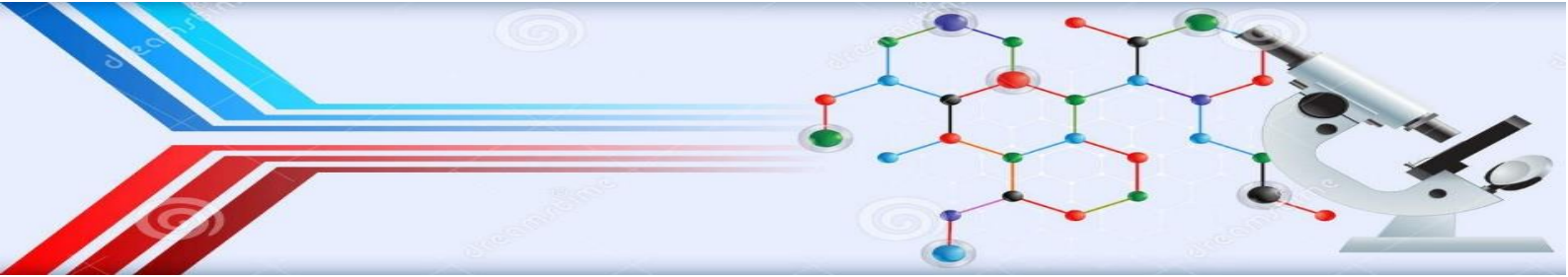
H *Lihat **Hidrogen***

Halida Suatu senyawa yang terdiri atas unsur halogen. Unsur-unsur elektropositif yang tergolongsenyawa halide anorganik biasanya tersusun atas ion-ion seperti: Na^+Cl^- (natrium klorida) atau K^+Br^- (kalium bromida). Logam halide golongan transisi biasanya berikatan kovalen. Halide nonlogam biasanya merupakan senyawa kovalen yang bersifat volatile (mudah menguap). Misalnya, tetraklorometana (CCl_4) dan SiCl_4 (Silikon tetraklorida). Senyawa halide biasanya dinamai dengan nama bromidi, klorida, dan iodida.

Halogen Kelompok unsur yang terletak pada golongan VIIA dalam tabel periodic unsur. Memiliki elektron valensi 7, dan terdiri dari unsur fluor (F), klor (Cl), Brom (Br), iodin (I), astatin (At). Unsur-unsur halogen merupakan unsur senyawa nonlogam yang paling reaktif karena memiliki keelektronegatifan yang besar sehingga halogen tidak ditemukan dalam keadaan bebas di alam.



Hasil reaksi	<i>Lihat produk</i>
He	<i>Lihat Helium</i>
Helium	Unsur dengan nomor atom 2, lambang He, merupakan anggota pertama golongan VIIIA pada tabel periodic unsur, memiliki konfigurasi elektron $1s^2$, dan tersusun atas nucleus yang mengandung 2 proton dan 2 neutron (ekuivalen dengan partikel α). Unsur helium bisa digunakan untuk pendingin pada reactor nuklir dan untuk pengusir oksigen pada produk-produk industry makanan yang tidak menginginkan oksigen karena bisa mempercepat proses oksidasi atau ketengikan.
Hibridisasi	1. Proses pendesakan elektron yang tidak berpasangan menjadi berpasangan karena adanya medan elektrostatik antara ion logam dengan ligan. 2. Sebuah konsep bersatunya orbital-orbital atom membentuk orbital hybrid yang baru sesuai dengan penjelasan kualitatif sifat ikatan atom. Konsep orbital-orbital yang terhibridisasi sangatlah berguna dalam menjelaskan bentuk orbital molekul dari sebuah molekul. Konsep ini adalah bagian yang tak terpisahkan dari teori ikatan valensi. Walaupun kadang-kadang diajarkan bersamaan dengan teori VSEPR. Teori ikatan valensi dan hibridisasi sebenarnya tidak ada hubungannya sama sekali dengan teori VSEPR.
Hidrogen	Unsur dengan nomor atom 1, lambang H, dan berat atom 1,0080. Hidrogen merupakan unsur pertama golongan alkali (golongan IA) dalam tabel periodic unsur.
Hukum Mendeleev	Pengelompokkan unsur-unsur berdasarkan pada persamaan sifat.
Hukum Oktet	Hukum yang mengemukakan hubungan antara sifat unsur dan kenaikan besar atau sifat-sifat unsur akan berulang pada unsur ke delapan. Hukum ini dikemukakan oleh Jhon A.R. Newlands (1863-1866). Newlands mendata unsur-unsur menurut kenaikan massa atomnya, dan menemukan bahwa sifat unsur ke-8 mirip dengan



unsur pertama, unsur ke-9 mirip dengan unsur ke-2, dan seterusnya.

Hukum Triade Dobereiner *Lihat Triade Dobereiner*

Inti atom Bagian tengah atom yang mengemban sebagian besar massa atom. Inti atom bermuatan positif karena terdiri atas satu atau lebih nukleon. *Lihat nukleon*

Iod Suatu unsur yang bernomor atom 53, lambang I, berat atom 126,9045, dan termasuk unsur golongan VIIA (halogen) dalam tabel periodic unsur. Unsur ini biasa digunakan untuk pembuatan antiseptic. Iod ditemukan oleh Courtois pada tahun 1811.

Ion Partikel atom yang memiliki muatan, baik muatan positif maupun muatan negative. Ion yang bermuatan positif disebut kation misalnya Na^+ , Ca^{2+} , Fe^{3+} , dan NH_4^+ . Sedangkan ion yang bermuatan negative disebut anion, misalnya Cl^- , S^{2-} , SO_4^{2-} , dan PO_4^{3-} .

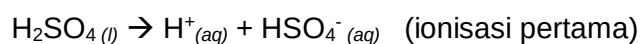
Ion Poliatomik Ion yang terbentuk dari penggabungan suatu unsur nonlogam dengan unsur nonlogam lainnya, misalnya NH_4^+ , PO_4^{3-} , SCN^- , dan CO_3^{2-} .

Ion negatif *Lihat anion*

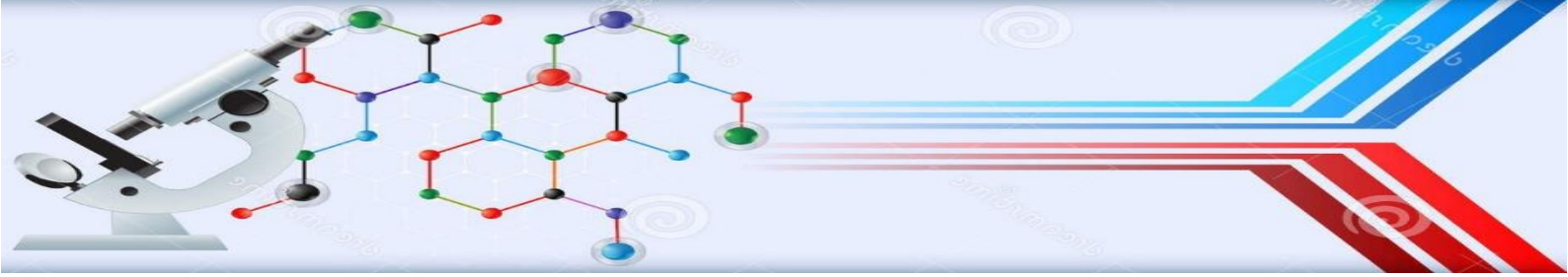
Ion Positif *Lihat kation*

Ionisasi kedua *Lihat ionisasi pertama*

Ionisasi pertama Tahap pertama dari ionisasi senyawa polivalen dalam larutannya (biasanya ditujukan pada asam dan basa polivalen). Contoh :



Jari-jari atom Jarak antara pusat inti atom dengan kulit atom terluarnya, namun jari-jari atom tidak dapat diukur secara langsung. Penetapannya



didasarkan pada perhitungan atau perkiraan teoritis dari karakteristik ion atau senyawanya.

K *Lihat kalium*

Kaidah duplet 1. Kecenderungan atom-atom untuk memiliki konfigurasi elektron seperti gas helium. 2. Konfigurasi elektron suatu atom di mana kulit valensinya mengandung 2 elektron seperti kulit valensi atom He.

Kaidah Hund Pengisian elektron pada orbital yang setingkat tidak boleh berpasangan sebelum seluruh orbital tersebut terisi satu elektron. Berdasarkan kaidah Hund ini, maka suatu atom akan stabil apabila orbitalnya terisi elektron penuh atau setengah penuh.

Kaidah oktet 1. Kecenderungan atom-atom untuk memiliki 8 elektron di kulit terluarnya atau untuk membentuk struktur (konfigurasi) gas mulia. 2. Konfigurasi elektron suatu atom dimana kulit valensinya mengandung 8 elektron seperti kulit valensi atom gas mulia terdekatnya.

Kalium Unsur dengan nomor atom 19, lambang unsur K, dan termasuk unsur golongan alkali (golongan IA). Kalium ditemukan Sir Humphry Davy pada tahun 1807. Unsur ini berupa logam berwarna keperakan., lunak (dapat diiris dengan pisau), merupakan logam paling ringan setelah Li, tergolong logam paling reaktif dan paling elektropositif, serta cepat bereaksi dengan udara dan juga bereaksi hebat dengan air disertai pelepasan gas H_2 dan nyala tinggi (biru)

Kalium hidroksida Senyawa alkali dengan rumus molekul KOH, tergolong basa kuat, dan umumnya digunakan dalam proses pembuatan sabun dan untuk pereaksi kimia. Kalium hidroksida berupa zat padat berwarna putih, bersifat higroskopis, menyerap gas CO_2 dengan membentuk K_2CO_3 , dan bersifat mudah larut dalam air.

Kalsium Unsur dengan nomor atom 20, lambang Ca, dan termasuk unsur golongan alkali tanah (golongan IIA). Kalsium merupakan logam berwarna keperakan, bersifat sedikit keras, mudah bereaksi, dengan air, segera membentuk lapisan tipis dari nitrida dalam



udara. Dan reaksi nyalanya memberikan warna kuning-merah. Romans telah berhasil membuat kapur yang dinamai “calx”, namun baru tahun 1808, Davy berhasil mengisolasi logam Ca dari senyawanya.

Karnalit Mineral yang terdiri atas campuran KCl dan $MgCl_2$, karnalit memiliki rumus kimia $KCl.MgCl_2.6H_2O$. Biasanya, mineral ini digunakan sebagai sumber pupuk kalium.

Kation Suatu ion yang bermuatan positif, yang terbentuk dari pelepasan elektron-elektron dari suatu atom atau molekul. Dalam elektrolisis, kation ditarik ke electrode yang bermuatan negative (katode). **Lihat ion**

Keelektronegatifan Besarnya kecenderungan suatu atom untuk menarik pasangan elektron yang digunakan bersama dalam membentuk ikatan. Umumnya, keelektronegatifan dinyatakan dalam beberapa skala keelektronegatifan seperti skala pauling, Mulliken, Sanderson, dan skala AllredRochow.

Keperiodikan sifat unsur Sifat unsur merupakan fungsi periodic massa atom relatifnya atau keteraturan harga jari-jari atom, energy ionisasi, afinitas elektron, dan keelektronegatifan unsur-unsur dalam tabel periodic unsur.

Klor Unsur dengan nomor atom 17, lambang Cl, berat atom 35, 453, dan termasuk kelompok halogen atau golongan VIIA. Klor merupakan gas berwarna hijau kekuningan dan bersifat beracun. Unsur ini ditemukan oleh Scheele pada tahun 1774. Kegunaan unsur ini antara lain untuk pemurnian air, untuk klorinasi, dan pembuatan berbagai produk sehari-hari. Selain itu, klorin juga digunakan dalam pembuatan kertas, zat warna, pewarna makanan, pengolahan minyak bumi, insektisida, pelarut, cat, plastic, dan sebagainya.

Konfigurasi elektron Susunan elektron-elektron dalam suatu atom yang sesuai dengan tingkat energinya. Untuk menentukan konfigurasi elektron digunakan nomor atom suatu unsur. Penentuan konfigurasi



elektron ini harus memenuhi tiga aturan yaitu aturan Aufbau, kaidah Hund, dan larangan Pauli.

Konfigurasi stabil Konfigurasi elektron atom suatu unsur yang menyerupai konfigurasi atom gas mulia terdekatnya yang bisa dicapai melalui perubahan elektronvalensi dengan cara berikatan dengan atom lain.

Kr *Lihat Kripton*

Kripton Unsur dengan nomor atom 36, lambang Kr, dan termasuk unsur golongan VIIIA (golongan gas mulia) dalam tabel periodic unsur. Kripton ditemukan oleh Ramsey dan Travers pada tahun 1898. Unsur ini merupakan salah satu unsur gas mulia, bersifat tidak berwarna, tidak berbau, tidak berasa, dan krypton padat berwarna putih dengan struktur kubus berpusat muka,

Kuprit Suatu mineral oksida terdiri dari oksida tembaga (I) atau Cu_2O dan merupakan bijih tembaga kecil

Lambang atom Suatu lambang yang menggambarkan sebuah atom unsur individual atau atom itu terikat dalam molekul atau ionnya ditetapkan dari penerapan aturan Berzelius yang menyatakan bahwa lambang atom diturunkan dari nama latin unsur tersebut dengan cara mengambil huruf pertama yang ditulis capital atau huruf pertama capital yang diikuti oleh salah satu huruf kecil lainnya. Misalnya, lambang atom untuk unsur nitrogen adalah N dan lambang atom untuk unsur natrium adalah Na.

Lambang lewis Lambang atom disertai dengan elektron valensinya yang dinyatakan dalam titik (.) atau silang kecil (x). sebagai contoh, lambang lewis unsur-unsur periode 2 dan 3 adalah sebagai berikut:

Li• •Be•

Na• •Mg•

Larangan Pauli Aturan yang menyatakan bahwa dalam satu atom tidak boleh ada dua elektron yang memiliki keempat bilangan kuantum yang sama. Apabila dua elektron menempati orbital yang



sama, artinya memiliki bilangan kuantum utama, azimuth, dan magnetic yang sama, maka kedua elektron tersebut harus berbeda bilangan kuantum spinnya. Akibat larangan Pauli ini maka tiap orbital hanya bisa diisi maksimum oleh dua elektron saja.

- Linier** Struktur ruang elektron yang terbentuk bila dua pasangan elektron yang berada di sekitar atom pusat tolak-menolak. Atau membentuk molekul jika atom-atom penyusun molekul tersebut berada dalam suatu garis lurus dengan besar sudut yang dibentuk oleh ikatan antara dua atom melalui atom pusat sebesar 180° . Misalnya BCl_2 dan CO_2 .
- Logam** Unsur-unsur yang bisa menghantarkan listrik atau panas, mengkilap, memiliki titik leleh yang tinggi, dan dapat ditempa. Misalnya, besi (Fe), tembaga (Cu), dan nikel (Ni). Logam disebut juga metal
- Logam alkali** Unsur-unsur logam yang terletak pada golongan IA pada tabel periodik unsur. Logam alkali merupakan logam yang paling aktif. Kelompok logam ini terdiri dari unsur Litium (Li), natrium (Na), kalium (K), rubidium (Rb), sesium (Cs), dan francium (Fr).
- Logam alkali tanah** Unsur-unsur logam yang terletak pada golongan IIA pada tabel periodik unsur. Logam alkali tanah merupakan logam aktif juga, tetapi kurang aktif bila dibandingkan dengan logam alkali. Kelompok logam ini terdiri dari unsur beryllium (Be), magnesium (Mg), kalsium (Ca), stronsium (Sr), barium (Ba), radium (Ra).
- Magnesium** Logam dengan nomor atom 12, lambang Mg, massa atom relative 24,305, dan terletak pada golongan IIA (golongan alkali tanah). Unsur ini berwarna putih, merupakan logam yang reaktif, dan bila bereaksi dengan air bisa membentuk basa kuat $\text{Mg}(\text{OH})_2$. Black memperkenalkan magnesium sebagai unsur pada tahun 1755 dan berhasil diisolasi oleh Sir Humphry Davy pada tahun 1808. Kegunaan logam magnesium antara lain sebagai komponen lampu fotografi, komponen utama paduan logam untuk rangka pesawat, sebagai zat adiktif pada bahan bakar, sebagai pereduksi (misalnya



pada pembuatan unsur uranium), dan juga untuk pembuatan senyawa magnesium.

Magnesium hidroksida Senyawa yang tergolong basa dan memiliki rumus kimia $Mg(OH)_2$. Senyawa ini berupa serbuk berwarna putih dan larut dalam air. Umumnya magnesium hidroksida digunakan pada pemurnian gula dan juga sebagai antasida (zat penetral asam).

Massa atom Menunjukkan jumlah neutron dan proton di dalam inti atom

Model atom Model yang dikemukakan oleh para ahli untuk menggantikan atom sesungguhnya yang tidak dapat diamati. Model atom digunakan untuk mempermudah dalam mempelajari material atau zat. Perkembangan model atom meliputi model atom Dalton, Rutherford, dan Bohr.

Model atom Dalton *Lihat teori atom Dalton*

Model atom Bohr *Lihat teori atom Bohr*

Model atom Rutherford *Lihat teori atom Rutherford*

Model atom Thompson *Lihat teori atom Thompson*

Molekul Suatu partikel yang terbentuk dari kombinasi atom-atom dalam perbandingan yang tetap. Contohnya, molekul air (H_2O).

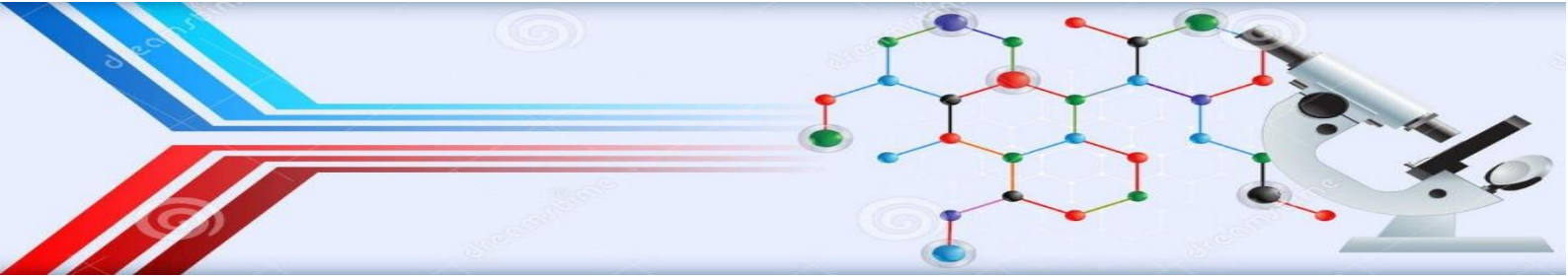
Momen dipol Hasil kali salah satu muatan dengan jarak antara kedua muatan. Besarnya momen dipol dirumuskan : $\mu = d \times q$, dimana μ merupakan momen dipol, d merupakan jarak antara kutub, dan q merupakan muatan kutub

n *Lihat bilangan kuantum utama*

N *Lihat nomor proton*

Na *Lihat Natrium*

Natrium Unsur dengan nomor atom 11, simbol Na, massa atom 23, dan terletak pada golongan IA (golongan alkali). Natrium merupakan logam yang sangat reaktif. Jika direaksikan dengan air dapat



menimbulkan ledakan. Unsur ini diisolasi pertama kali oleh Sir Humphry Davy pada tahun 1807 melalui elektrolisis NaOH.

Natrium hidroksida Senyawa alkali dengan rumus molekul NaOH dan termasuk senyawa basa kuat. Senyawa ini biasanya digunakan pada industri pulp dan kertas, untuk ekstraksi oksida aluminium, dan pemurnian minyak bumi.

Nomor atom Simbol : Z . 1. Bilangan bulat yang menunjukkan jumlah proton (dan juga jumlah elektron) dari suatu atom unsur. Misalnya, atom unsur ${}^6_6\text{C}^{12}$ menunjukkan bahwa nomor atom dari unsur C adalah 6, artinya mempunyai 6 proton dan 6 elektron. Sedangkan 12 merupakan nomor massa unsur C tersebut. 2. Jumlah muatan positif dalam atom (jumlah proton dalam inti atom). Nomor atom biasa disebut juga sebagai proton.

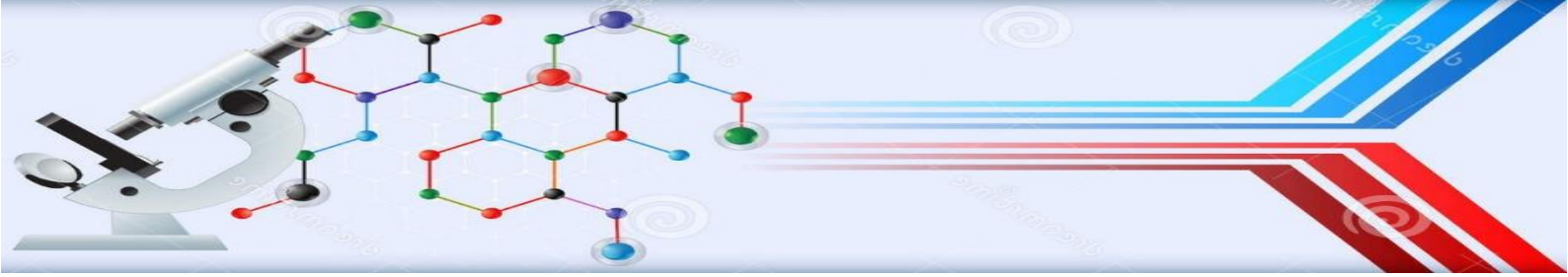
Nomor neutron Simbol : N . Angka yang menunjukkan jumlah neutron dalam nucleus suatu atom, yang didapat dari nomor massa (A) dikurangi dengan nomor atom (Z).

Nomor proton *Lihat nomor atom*

Nonlogam Unsur-unsur yang terletak di bagian kanan mulai golongan IVA sampai golongan VIIIA dalam tabel periodik unsur. Titik didih dan titik leleh unsur non logam umumnya sangat rendah kecuali karbon. Nonlogam merupakan unsur yang tidak dapat menghantarkan listrik dan panas, namun ada unsur nonlogam yang bersifat penghantar listrik yang baik, misalnya karbon yang biasa digunakan dalam batu baterai. Unsur lainnya yang termasuk non logam adalah P, S, Cl, dan Ar.

Nukleon Partikel penyusun inti atom yang terdapat di pusat atom. Nukleon bermuatan positif dan terdiri atas proton dan neutron

Nukleus Inti pusat sebuah atom yang mengandung sebagian besar massanya, serta bermuatan positif karena mengandung satu nukleon atau lebih (proton atau neutron).



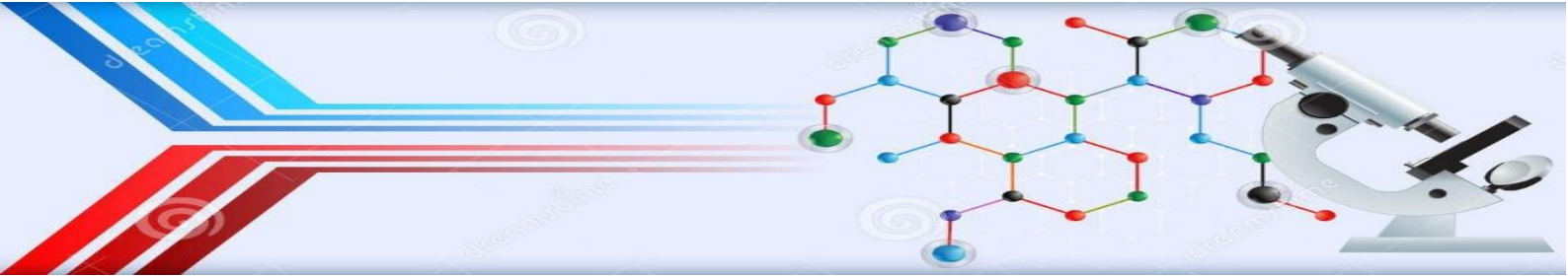
- Orbital** Ruang tertentu dalam atom di mana kemungkinan bisa ditemui elektron yang bergerak bebas. Menurut teori mekanika kuantum, pada model atom modern tidak dijumpai elektron yang terus bergerak pada orbit eklipsnya.
- Orbital atom** Daerah di sekitar inti atom yang memiliki peluang terbesar dalam menemukan elektron. Masing-masing orbital dalam suatu atom mempunyai energy tertentu dan mengandung maksimum 2 elektron serta memiliki bilangan kuantum utama, magnetic, dan azimuth yang berbeda. Bentuk-bentuk orbital dalam atom dapat berupa orbital s, orbital p, dan orbital d.
- Orbital d** Orbital yang mulai ada di kulit ketiga ($n = 3+$), sesuai harga $l = 2$. Ada 5 jenis orbital d yang berbeda orientasinya sesuai dengan lima harga m, yaitu d_{xy} , d_{yz} , d_{xz} , $d_{x^2-y^2}$, dan d_{z^2} .
- Orbital hibrida** Orbital yang terbentuk sebagai hasil penggabungan (hibridisasi) dua atau lebih atom. Misalnya, pada hibridisasi molekul BeF_2 .
- Orbital p** Orbital yang mulai terdapat di kulit kedua ($n=2$), sesuai dengan harga $l = 1$. Ada tiga jenis orbital p yang berbeda orientasiya sesuai dengan tiga harga m, yaitu p_x , p_y , dan p_z .
- Orbital s** Orbital yang paling sederhana dan terdapat di semua kulit atom, sesuai dengan harga $l = 0$.

Paduan logam *Lihat aloi*

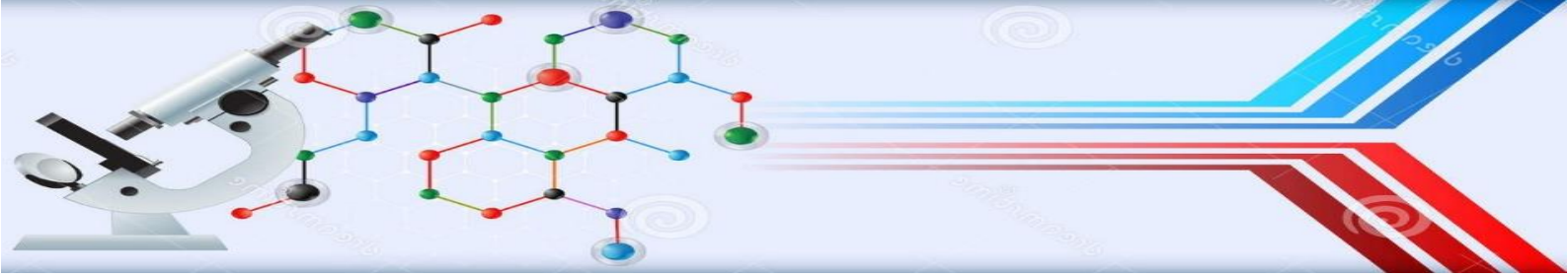
Pasangan elektron Satu pasang elektron yang mengandung spin antiparalel satu sama lain. Sebagai contoh, dalam molekul NH_3 terdapat tiga pasang elektron yang berikatan dan sepasang elektron bebas

Pasangan elektron bebas Pasangan elektron yang tidak digunakan untuk berikatan. Pasanganelektron bebas biasa disingkat PEB. *Lihat pasangan elektron*

Pasangan elektron ikatan Pasangan elektron yang digunakan untuk berikatan. Pasangan elektron ikatan biasa disingkat PEI. *Lihat pasangan elektron*



PEB	<i>Lihat pasangan elektron bebas</i>
PEI	<i>Lihat pasangan elektron ikatan</i>
Periode	Lajur horizontal dalam tabel periodic unsur yang disusun menurut kemiripan sifat. Letak unsur dalam periode ditentukan oleh kulit terluar yang ditempati elektron.
Prinsip Aufbau	Elektron di dalam atom akan menempati orbital yang berenergi rendah terlebih dahulu baru kemudian mengisi orbital yang berenergi lebih tinggi.
Prinsip larangan Pauli	Aturan yang menyatakan bahwa dalam satu atom tidak boleh ada dua elektron yang memiliki keempat bilangan kuantum yang sama. Jika dua elektron menempati orbital yang sama (n, l , dan m sama) maka bilangan kuantum spinnya (s) yang berbeda
Produk	Zat-zat yang dihasilkan pada suatu reaksi kimia yang terletak di ruas sebelah kanan pada persamaan reaksi. Produk disebut juga sebagai zat hasil reaksi. Pereaksi (reaktan) & hasil reaksi (produk)
Ra	<i>Lihat radium</i>
Rb	<i>Lihat Rubidium</i>
Radium	Unsur dengan nomor atom 88, lambang Ra, dan termasuk golongan IIA dalam tabel periodic unsur. Radium merupakan unsur yang tergolong unsur tanah-jarang, bersifat logam berwarna putih, agak menghitam bila terkena udara, bersifat radioaktif, dan reaksi nyalanya memberikan warna merah tua. Unsur ini ditemukan oleh pasangan Curie pada tahun 1898.
Radon	Unsur dengan nomor atom 86, lambang Rn, dan termasuk unsur golongan VIIIA (golongan gas mulia) dalam tabel periodic unsur. Radon tergolong gas inert dan pada suhu biasa gas radon tidak berwarna (bila didinginkan dibawah titik bekunya radon memancarkan fosforesen terang, jika diturunkan agi suhunya akan berwarna kuning, dan akan berwarna merah-jingga pada suhu



udara cair). Unsur ini terdapat dalam bijih uranium (misalnya pitchblende) dan dipisahkan pertama kali pada tahun 1908 oleh Ramsey dan Fray.

Rubidium Unsur dengan nomor atom 37, lambang Rb, massa atomnya 85,5; termasuk dalam unsur golongan IA (golongan alkali) dalam tabel periodik unsur. Rubidium termasuk unsur logam, berwarna putih keperakan, lunak, dapat dicairkan pada suhu kamar, bereaksi spontan dengan udara, bereaksi hebat dengan air, dan reaksi nyalanya memberikan warna ungu-kekuningan. Unsur ini ditemukan oleh Bunsen dan Kirchhoff pada tahun 1861.

s *Lihat **bilangan kuantum***

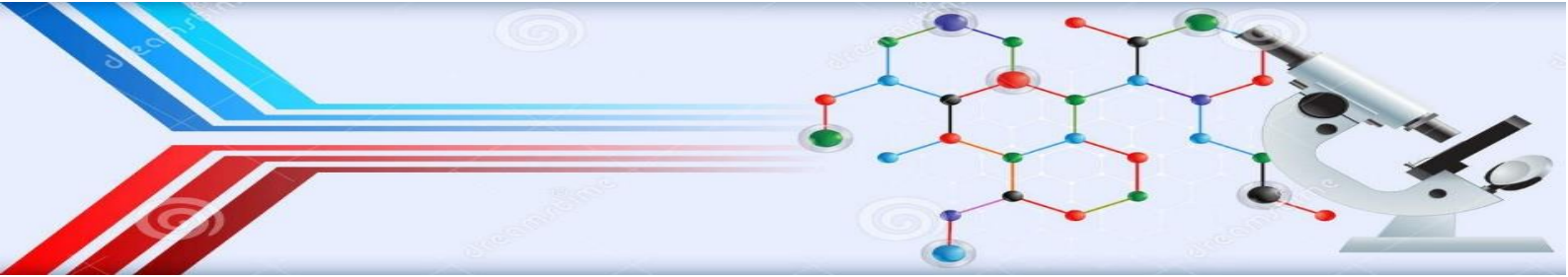
S *Lihat **belerang***

Satuan massa atomik Simbol : *u*. Suatu satuan massa untuk atom dan molekul, yang besarnya sama dengan $\frac{1}{12}$ massa satu atom karbon (C); nilainya setara dengan $1,66033 \times 10^{-27}$ kg. Satuan massa atomic disebut juga amu atau dalton

Segitiga planar Struktur ruang elektron yang terbentuk bila molekul atau ion memiliki 3 pasang elektron di sekitar atom pusat baik pasangan yang membentuk ikatan tunggal atau ikatan rangkap. *Lihat **geometri molekul***

Si *Lihat **Silikon***

Silikon Unsur dengan nomor atom 14, lambang Si, dan mempunyai massa atom 28. Silikon merupakan unsur semilogam (metalloid), tergolong unsur inert, dan hanya bereaksi dengan halogen dan larutan basa kuat, tetapi tidak bereaksi dengan hampir semua asam kecuali HF. Silikon bisa didapat dari silika yang direduksi dengan kokas pada tanur listrik 3000°C. Unsur ini biasa dimanfaatkan untuk membuat transistor dan microchip. Silikon pertama kali ditemukan oleh Jakobs Berzelius pada tahun 1823.



Sistem periodic unsur Susunan seluruh unsur-unsur kimia, baik yang ada di alam maupun unsur buatan, yang disusun berdasarkan kenaikan nomor atomnya. *Lihat lampiran*

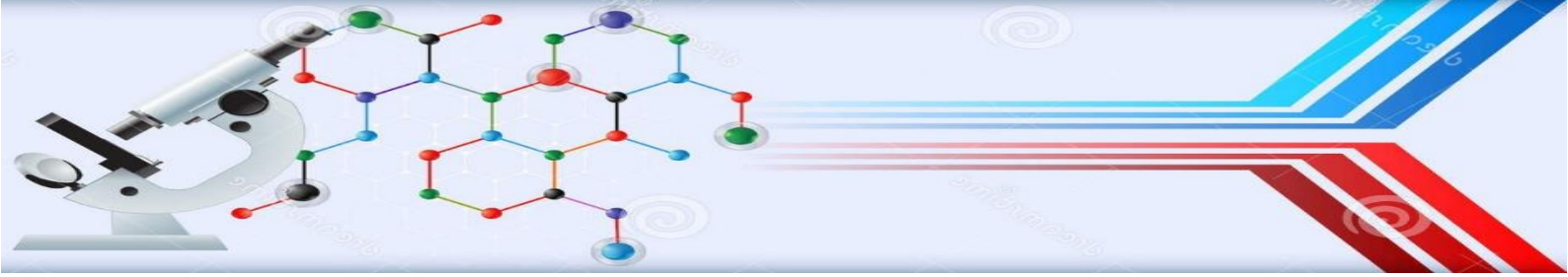
Struktur lewis Menggambarkan jenis atom-atom dalam molekul dan menunjukkan bagaimana atom-atom tersebut terikat satu sama lain. *Lihat lambang lewis*

Tabel periodik unsur Suatu tabel yang berisi nama-nama unsur yang disusun berdasarkan kenaikan nomor atomnya. *Lihat sistem periodik unsur*

Tembaga Suatu unsur dengan nomor atom 29 dan lambangnya Cu. Tembaga merupakan logam transisi berwarna merah-cokelat dan berupa logam lunak tetapi kuat. Unsur ini ditemukan pada zaman prasejarah dan telah ditambang sejak lebih dari 5.000 tahun yang lampau

Teori atom Dalton Teori yang menyatakan bahwa materi terdiri atas partikel kecil yang disebut atom. Dalam teori atomnya ini. Dalton menyebutkan bahwa (1) atom merupakan partikel terkecil unsur yang tidak dapat dibagi lagi, (2) atom-atom tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan, (3) atom-atom dari unsur sejenis memiliki ukuran dan sifat yang sama, sedangkan atom-atom yang tidak sejenis akan mempunyai ukuran dan sifat yang berbeda antara satu dengan lainnya, (4) atom-atom dapat bergabung membentuk molekul, dan (5) senyawa merupakan hasil penggabungan atom-atom dari unsur tidak sejenis dengan perbandingan dalam bilangan bulat. Dari teori atom Dalton ini dihasilkan model atom berbentuk bola pejal.

Teori atom Bohr Teori atom yang menyatakan bahwa semua elektron atom berada dalam tingkat energy tertentu. Teori ini dikemukakan oleh Neils Bohr. Dari teori atom yang merupakan penyempurnaan dari teori atom Rutherford ini. Bohr menyatakan bahwa elektron bermuatan negative bergerak mengelilingi inti atom bermuatan positif dengan jarak tertentu.



Teori atom Rutherford Teori yang menyatakan bahwa atom terdiri atas inti bermuatan positif dan elektron yang bergerak dalam ruang hampa mengelilingi inti. Teori ini didasarkan pada hasil eksperimen Rutherford bersama Geiger dan Marsden pada tahun 1911.

Teori atom Thompson Teori atom yang menyatakan bahwa atom merupakan bola bermuatan positif yang dinetralkan oleh muatan negative (elektron) yang tersebar merata pada permukaan bola tersebut. Teori atom Thompson disebut juga teori roti kismis

Teori awan elektron Teori yang menyatakan bahwa setiap atom logam melepaskan elektron valensinya sehingga terbentuk awan elektron atau lautan elektron yang mengelilingi ion positif pada atom yang tidak berpindah tempat. Elektron valensi yang dilepas tidak terikat oleh ion-ion logam, tetapi bergerak bebas terdelokalisasi pada semua ion logam.

Teori domain elektron Teori yang merupakan penyempurnaan dari teori VSEPR (*Valence Shell Electron Pair Repulsion*). Domain elektron berarti kedudukan elektron atau daerah keberadaan elektron di mana jumlah domain ditentukan oleh pasangan elektron ikatan atau pasangan elektron bebas. *Lihat juga teori VSEPR*

Teori VSEPR Model kimia yang digunakan untuk menjelaskan bentuk-bentuk molekul kimiawi berdasarkan gaya tolakan elektrostatis antara pasangan elektron. Teori ini juga dinamakan teori Gillespie-Nyholm untuk mengenang dua orang pengembang teori ini. Premis utama teori VSEPR adalah bahwa pasangan elektron valensi di sekitar atom akan saling tolak-menolak, sehingga susunan pasangan elektron tersebut akan mengadopsi susunan yang meminimalisasi gaya tolak-menolak. Minimalisasi gaya tolakan antarpasangan elektron ini akan menentukan geometri molekul, jumlah pasangan elektron di sekitar atom disebut bilangan sterik. VSEPR merupakan kependekan dari *Valence Shell Electron Pair Repulsion*.

Titik didih Suhu pada saat tekanan jenuh zat cair tersebut sama dengan tekanan luar. Titik didih disebut juga *boiling point* (b.p)



- Titik leleh** Suhu yang ditunjukkan saat perubahan zat dari fase padat ke fase cair
- Triade Dobereiner** Sistem periodik unsur yang terdiri atas tiga unsur yang mirip sifatnya, di mana jika tiga unsur bermiripan sifat disusun berdasarkan kenaikan massa atomnya maka massa atom unsur yang di tengah adalah rerata dari massa atom unsur pertama dan ketiga. Hukum triade Dobereiner dan dikenal dengan nama hukum Triade Dobereiner
- Trigonal bipiramidal** Suatu bentuk molekul di mana atom pusat ditempatkan pada pusat alas yang berimpit dikelilingi oleh lima atom lainnnga yang ditempatkan pada sudut-sudut trigonal bipiramidal dengan sudut ikatan yang tidak sama, yaitu sudut ikatan yag terletak pada pusat bidang datar segitiga masing-masing 120° , sedangkan sudut ikatan antara bidang pusat dan titik sudut atas serta bawah bidang adalah 90° . Misalnya, molekul PCl_5
- Trigonal planar** Suatu bentuk molekul jika di dalam molekulnya terdapat empat buah atom dan semua taom berada pada bidang yang sama dengan sudut ikatan yang dibentuk di antara dua ikatan melalui atom pusat sama besar yaitu 120° , misalnya BCl_3 dan BF_3 .
- Trigonal pyramidal** Suatu bentuk molekul dengan empat buah muka segitiga sama sisi di mana atom pusat ditempatkan pada sudut puncak limas sedangkan atom lainnya berada pada sudut-sudut limas yang berada pada bidang datar segitiga. Misalnya, molekul NH_3
- Unsur logam** *Lihat **logam***
- Unsur transisi** *Lihat **golongan transisi***
- Unsur utama** *Lihat **golongan utama***
- Valensi** 1. Bilangan yang menyatakan kemampuan suatu unsur dalam bersenyawa dengan unsur lain. Beberapa atom unsur ada yang memiliki lebih dari satu valensi. Valensi ion besarnya sama dengan bilangan muatannya, sedangkan valensi radikal merupakan



kelipatan jumlah atom H yang dapat berkombinasi dengan radikal tersebut membentuk molekul lain. Kemampuan satu atom suatu unsur dalam mengikat sejumlah atom hidrogen (H) untuk membentuk satu molekul senyawa. Misalnya, satu molekul SiH_4 , berarti 1 atom Si mengikat 4 atom H, maka dikatakan bahwa atom Si bervalensi 4

Valence Shell Electron Pair Repulsion Teori yang menyatakan bahwa baik pasangan elektron dalam ikatan kimia maupun pasangan elektron yang tidak dipakai bersama (pasangan elektron bebas) saling tolak menolak. *Valence Shell Electron Pair Repulsion* biasa disingkat VSEPR. Menurut teori ini, terdapat pola dasar kedudukan pasangan-pasangan elektron akibat adanya gaya tolak-menolak yang terjadi antara pasangan elektron-elektron tersebut. Teori ini tidak menggunakan orbital atom sama sekali.

VSEPR *Lihat **Valence Shell Electron Pair Repulsion***

Xe *Lihat **Xenon***

Xenon Unsur dengan nomor atom 54, lambangnya Xe, dan termasuk unsur golongan VIIIA (golongan gas mulia) dalam tabel periodik unsur. Xenon termasuk unsur gas mulia, tidak berwarna, tidak berbau, tidak berasa, dan tidak beracun tetapi senyawa yang berhasil dibuat bersifat racun. Unsur ini ditemukan oleh Ramsay dan Travers pada tahun 1898. Xenon umumnya digunakan untuk mengisi tabung fluoresen dan bohlam dan juga digunakan sebagai gas untuk mesin ion. Dalam tabung vakum, gas xenon memberikan sinar biru yang indah jika dieksitasi oleh beda potensial listrik tertentu

Z *Lihat **nomor atom***



Daftar Pustaka

Brook, F. dan J. Wright. 2000. *The Usborne Internet-Linked Encyclopedia*. London: Usborne.

College Loan Consolidation Thursday, September 11th, 2014 - Kelas XII

Daintith, John. 1999. *Kamus Lengkap Kimia*. Jakarta: Erlangga

Firmansyah. 2009. Modul Belajar Kimia 10 SMA IPA. Jakarta : Bintang Pelajar

Harnanto, A. dan Ruminten. 2009. Kimia 1 : untuk SMA/MA Kelas X. Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta

<http://dokumen.tips/documents/kedalaman-materi.html>

<https://regnoe.wordpress.com/>

http://kimia.upi.edu/utama/bahanajar/kuliah_web/2007/Vika%20Susanti/dalton.html

<http://kimiadasar.com/category/kimia-sma-x>

<http://www.smansax1-edu.com/2014/08/konfigurasi-elektron-aturan-yang-harus.html>

[http://Mfyeni.Wordpress.Com/Kelas-X/Tabel-Periodik-Unsur/Sifat-Keperiodikan - Unsur/](http://Mfyeni.Wordpress.Com/Kelas-X/Tabel-Periodik-Unsur/Sifat-Keperiodikan-Unsur/)

<http://chemistry.tutorvista.com/inorganic-chemistry/bohr-s-model-of-the-atom.html>

<https://mfyeni.wordpress.com>

<https://nivitasya.wordpress.com/bahan-ajar/bahan-ajar-kelas-x/perkembangan-pengelompokan-unsur/>

<https://nhasrudin.files.wordpress.com>

<http://www.nusapivat.com/sistem-periodik-unsur/>

<https://nivitasya.wordpress.com/bahan-ajar/bahan-ajar-kelas-x/perkembangan-pengelompokan-unsur/>

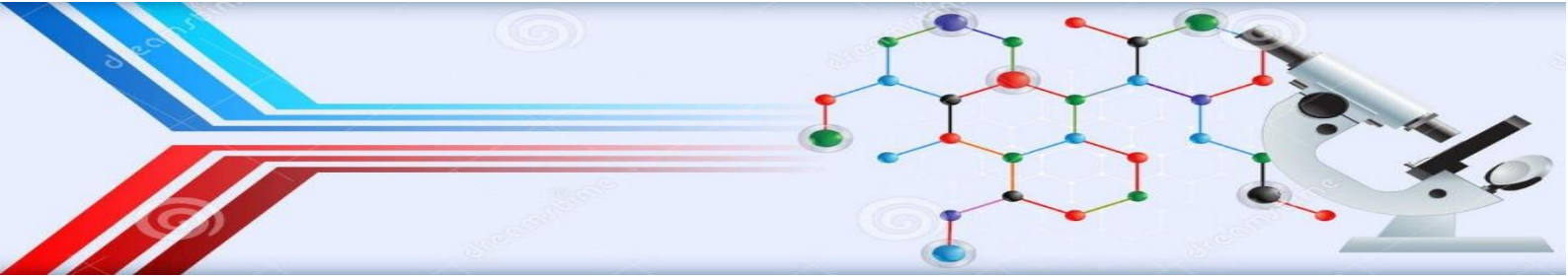
<http://dpengertian.blogspot.co.id/2012/05/tabel-periodik-meyer-penjelasan.html>

<https://srimablog.wordpress.com/kimia-kelas-x-smk/semester-1/sistem-periodik/>

<https://wanibesak.wordpress.com/>



- Johari, J.M.C & Rachmawati, M.(2008). KIMIA 3; SMA dan MA untuk Kelas XII. Esis: Jakarta
- Johnson S., M.M, Kurikulum 2004 Sains Kimia SMP kelas VII, Erlangga, Bandung
- Keenan; Kleinfelter dan Wood. 1991. ***Kimia Untuk Universitas***. Diterjemahkan oleh: Aloysius Handyana Pudjaatmaka. Jakarta: Penerbit Erlangga
- Kireina, Shozuki. Tahun tidak diketahui. "Pemisahan Campuran." <https://regnoe.wordpress.com/ipa-1/perubahan-fisika-kimia/pemisahan-campuran/> Diakses pada 22 Juni 2015 pukul 13.00
- Melati, Ratna Rima. 2012. Kamus Kimia Edisi 1. Surakarta : Aksara Sinergi Media
- Omang Komarudin. 2010. Ringkasan lengkap Kimia SMA Cetakan 1. Jakarta : CMedia
- Permana, I. 2009. Memahami Kimia 1 : SMA/MA untuk Kelas Semester 1 dan 2. Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta
- Purba, Michael. 2004. *Kimia Untuk SMA*. Jakarta: Erlangga
- Purba, M.(2007). KIMIA: Untuk SMA Kelas X Semester 1. Erlangga: Jakarta
- Puspita, Dianadanlip Rohima. 2009. *Alam Sekitar IPA Terpadu : untuk SMP/MTs Kelas VII*. Jakarta: Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional
- Rahayu, I. 2009. Praktis Belajar Kimia, Untuk Kelas X Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah. Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta, p 210.
- Setyawati, A. A. Kimia : Mengkaji Fenomena Alam Untuk Kelas X SMA/MA. Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta
- Soemodimedjo, Poedjiadi, dkk. 2001. Kimia dari Zaman ke Zaman. Bandung : Yayasan Cenderawasih
- Sudarmo, U.(2015). KIMIA: Untuk SMA/MA Kelas XII. Erlangga: Jakarta
- Sunarya, Yayan. 2000. ***Kimia Dasar 1***. Bandung: Alkemi Grafisindo Press (AGP)
- Sunarya, Yayan. 2001. ***Kimia Untuk SMU***. Bandung: Grafindo Media Pratama
- Sunarya, Y.(2003). Kimia Dasar 2. Alkemi Grafisindo Press: Bandung
- Sutresna, N.(2005). KIMIA untuk SMA Kelas I (Kelas X) Semester 2. Grafindo Media Pratama: Bandung.



LAMPIRAN –LAMPIRAN

LAMPIRAN I

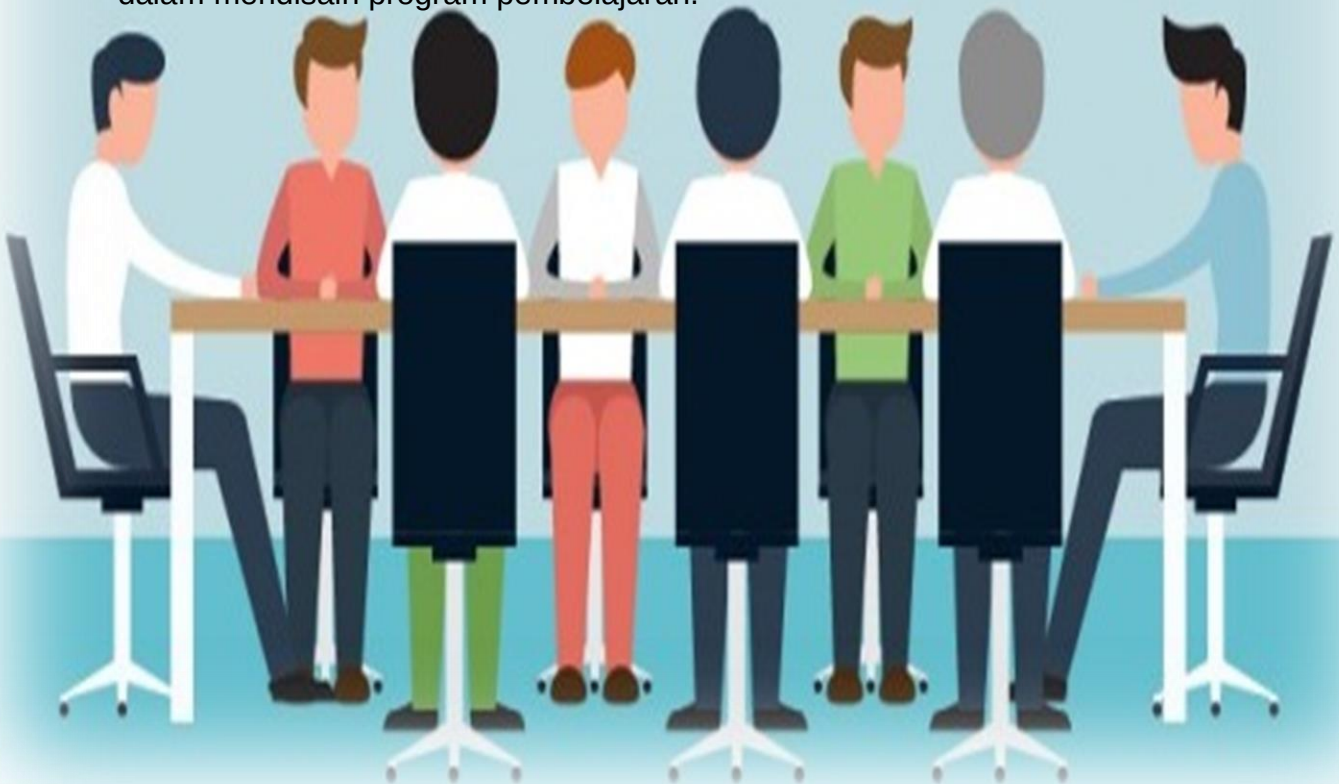
Tabel. Momen Dipol Beberapa Senyawa

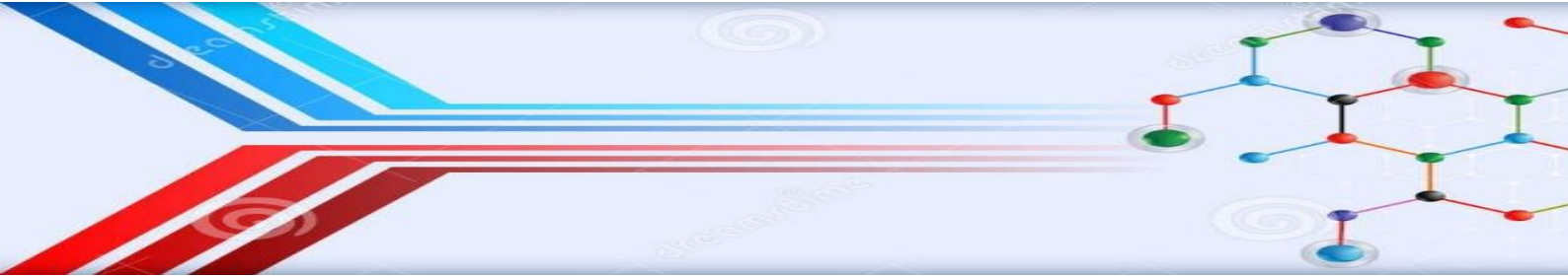
Molekul	Momen Dipol	% Sifat Ion
H ₂	0	0
CO ₂	0,112	2
NO	0,159	3
HI	0,448	6
ClF	0,888	11
HBr	0,828	12
HCl	1,109	18
HF	1,827	41
LiCl	7,129	73
LiH	5,882	76
KBr	10,628	78
NaCl	9,001	79
KCl	10,269	82
KF	8,593	82
LiF	6,327	84
NaF	8,156	88

BAGIAN II

KOMPETENSI PEDAGOGIK

Kompetensi pedagogik berkaitan erat dengan kemampuan guru dalam memahami dinamika proses pembelajaran. Pembelajaran yang berlangsung di ruang kelas bersifat dinamis. Terjadi karena interaksi atau hubungan komunikasi timbal balik antara guru dengan siswa, siswa dengan temannya dan siswa dengan sumber belajar. Dinamisasi pembelajaran terjadi karena dalam satu kelas dihuni oleh multi-karakter dan multi-potensi. Heterogenitas siswa dalam kelas akan memerlukan keterampilan guru dalam mendisain program pembelajaran.





Pendahuluan

A. Latar Belakang

Belajar tidak terjadi begitu saja begitu pula halnya dengan kegiatan mengajar. Mengajar tidak akan terjadi jika tidak ada orang yang belajar. Mengajar dan belajar merupakan asas *resiprokal*. Para guru perlu lebih mengetahui dan mengerti mengenai kunci prinsip-prinsip belajar dan bagaimana mengaplikasikannya dalam kelas untuk memastikan bahwa mereka mengajar dan para siswa belajar.

Kebanyakan belajar dan pembelajaran formal berlangsung satu arah. Guru sangat dominan mengendalikan kegiatan belajar siswa. Guru masih banyak memberikan ceramah (*teacher centered*) sementara siswa harus mengikuti perintah guru sebagai pendengar. Namun apa sebenarnya yang terjadi dalam proses pembelajaran, bukankah yang mestinya aktif dalam kegiatan belajar itu adalah peserta didik. Ada banyak alasan mengapa belajar aktif harus diterapkan kapanpun. Salah satunya karena proses belajar terjadi di dalam diri orang yang belajar. Menurut ahli pendidikan, mereka yang belajar sudah memiliki pengetahuan ataupun pengalaman sebelumnya yang dapat dikembangkan. Melalui belajar aktif, para siswa dapat berinteraksi dengan sesamanya, dengan objek, fenomena alam, lingkungan dan manusia serta hal ini memungkinkan mereka untuk merefleksikan, merekayasa ulang dalam upaya mengembangkan pengetahuan dan pengalaman yang telah diperoleh sebelumnya untuk menghasilkan yang lebih baru. Ketika proses ini terjadi, disinilah proses belajar terjadi.

Pembelajaran dengan pendekatan saintifik adalah sebuah pendekatan yang membantu guru dan siswa memahami apa sebenarnya belajar itu. Peran guru sebagai fasilitator untuk kegiatan belajar siswa. Siswalah yang harus aktif mengamati peristiwa yang terjadi, mengajukan pertanyaan, mengumpulkan informasi, mengolah informasi, dan mengomunikasikan apa yang telah siswa lakukan. Hal tersebut akan meningkatkan motivasi siswa ketika mereka memahami apa yang mereka pelajari.



Pendekatan saintifik merupakan sebuah pendekatan yang direkomendasikan oleh Departemen Pendidikan dan kebudayaan sehubungan dengan diberlakukannya kurikulum 2013. Selain itu dikembangkan juga berbagai model pembelajaran yang seirama dengan pendekatan pembelajaran saintifik yaitu model pembelajaran penemuan, model pembelajaran berbasis proyek, dan model pembelajaran berbasis masalah.

Modul diklat PKB bagi guru dan tenaga kependidikan ini merupakan acuan bagi penyelenggara pendidikan dan pelatihan dalam memfasilitasi pencapaian kompetensi dalam pelatihan yang diperlukan guru pada saat melaksanakan kegiatan PKB

B. Tujuan

Setelah menyelesaikan modul ini, diharapkan Anda dapat:

1. Menjelaskan konsep dasar teori belajar
2. Menjelaskan prinsip-prinsip pembelajaran yang mendidik.
3. Menjelaskan konsep dasar pendekatan saintifik
4. Merancang pendekatan saintifik.
5. Menjelaskan konsep dasar model pembelajaran penemuan.
6. Merancang model pembelajaran penemuan.
7. Menjelaskan konsep dasar model pembelajaran berbasis proyek.
8. Merancang model pembelajaran berbasis proyek.
9. Menjelaskan konsep dasar model pembelajaran berbasis masalah.
10. Merancang model pembelajaran berbasis masalah.

C. Peta Kompetensi



D. Ruang Lingkup

Untuk mencapai tujuan yang diharapkan, bahan ajar berbentuk modul ini terbagi dalam tiga (3) kegiatan pembelajaran sebagai berikut:

1. Teori dan prinsip-prinsip belajar.
2. Pendekatan/ model pembelajaran

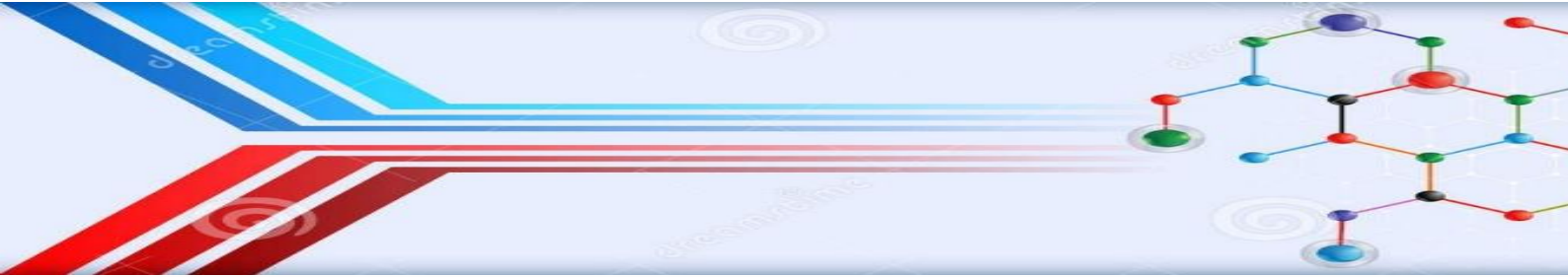


E. Cara Penggunaan Modul

Modul ini terdiri dari materi pelatihan yang dikemas dalam suatu unit program pembelajaran yang terencana agar Anda dapat mempelajari secara mandiri. Saran penggunaan modul adalah:

1. Pelajari uraian materi yang berupa paparan fakta/data, konsep, prinsip, dalil, teori, prosedur, keterampilan, hukum dan nilai-nilai.
2. Kerjakan aktivitas pembelajaran untuk memantapkan pengetahuan, keterampilan serta nilai dan sikap yang terkait dengan uraian materi.
3. Isi latihan untuk memfasilitasi anda menganalisis untuk berpikir dan bersikap kritis.
4. Baca ringkasan yang merupakan sari pati dari uraian materi kegiatan pembelajaran untuk memperkuat pencapaian tujuan kegiatan pembelajaran.
5. Tulis umpan balik, rencana pengembangan dan implementasi dari kegiatan belajar pada halaman yang tersedia sebagai tindak lanjut kegiatan pembelajaran.
6. Cocokkan hasil latihan/kasus/tugas pada kunci jawaban untuk mengukur tingkat pemahaman dan keberhasilan anda.
7. Bila sudah mempelajari dan berlatih seluruh kegiatan pembelajaran, isikah evaluasi akhir modul untuk mengukur tingkat penguasaan anda pada keseluruhan modul ini.

Bila Anda kesulitan terhadap istilah/kata-kata/frase yang berhubungan dengan materi pembelajaran, Anda dapat melihat pada daftar glosarium yang tersedia pada modul ini.



KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

Teori Belajar, Prinsip-Prinsip Belajar

A. Tujuan

Setelah mempelajari kegiatan pembelajaran 1, diharapkan Anda dapat memahami teori belajar, prinsip-prinsip belajar.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Anda dinyatakan telah menguasai kompetensi pada kegiatan pembelajaran ini apabila telah menunjukkan kinerja sebagai berikut:

1. Menjelaskan teori belajar
2. Menjelaskan prinsip-prinsip belajar
3. Menganalisis implikasi prinsip-prinsip belajar dalam proses pembelajaran

C. Uraian Materi

1. Pengertian

Belajar merupakan suatu proses usaha sadar yang dilakukan oleh individu untuk suatu perubahan dari tidak tahu menjadi tahu, dari tidak memiliki sikap menjadi bersikap benar, dari tidak terampil menjadi terampil melakukan sesuatu. Belajar tidak hanya sekedar memetakan pengetahuan atau informasi yang disampaikan, namun bagaimana melibatkan individu secara aktif membuat atau pun merevisi hasil belajar yang diterimanya menjadi suatu pengalaman yang bermanfaat bagi pribadinya.

2. Macam-Macam Teori Belajar

Teori belajar adalah upaya untuk menggambarkan atau menjelaskan secara logis tentang bagaimana orang belajar. Mengingat kompleksnya peristiwa belajar maka munculah berbagai macam teori belajar.



Secara garis besar ada tiga kategori utama atau tiga kerangka filosofis mengenai teori-teori belajar, yaitu teori belajar behaviorisme, teori belajar kognitivisme, dan teori belajar konstruktivisme.

a. Teori belajar Behaviorisme

Teori behavioristik adalah sebuah teori yang dicetuskan oleh Gagne dan Berliner tentang perubahan tingkah laku sebagai hasil dari pengalaman. Teori ini lalu berkembang menjadi aliran psikologi belajar yang berpengaruh terhadap arah pengembangan teori dan praktik pendidikan dan pembelajaran yang dikenal sebagai aliran behavioristik. Aliran ini menekankan pada terbentuknya perilaku yang tampak sebagai hasil belajar.

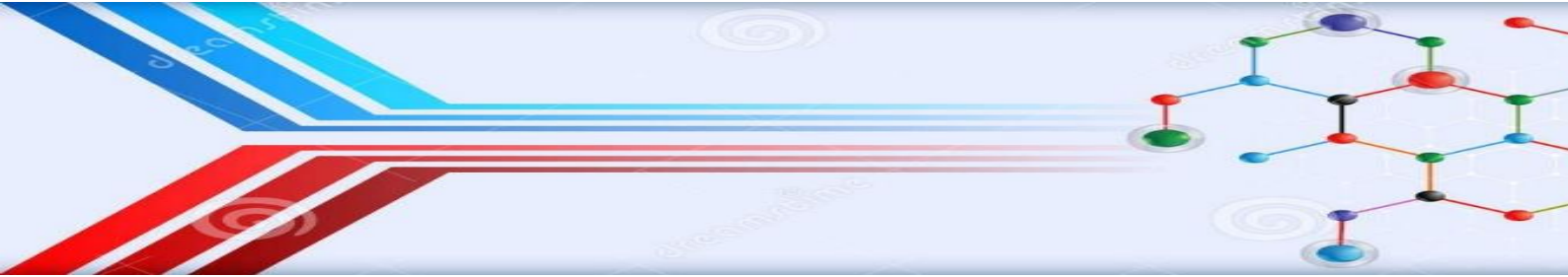
Teori Behavioristik memandang belajar sebagai proses perubahan dalam tingkah laku sebagai akibat dari interaksi antara stimulus dan respon. Atau dengan kata lain belajar adalah perubahan yang dialami siswa dalam hal kemampuannya untuk bertingkah laku dengan cara yang baru sebagai hasil interaksi antara stimulus dan respon. (Hamzah Uno, 7: 2006).

b. Teori belajar kognitivisme

Teori belajar kognitivisme mulai berkembang pada abad terakhir sebagai protes terhadap teori perilaku yang telah berkembang sebelumnya. Model kognitif ini memiliki perspektif bahwa para peserta didik memproses informasi dan pelajaran melalui upayanya mengorganisir, menyimpan, dan kemudian menemukan hubungan antara pengetahuan yang baru dengan pengetahuan yang telah ada. Model ini menekankan pada bagaimana informasi diproses.

c. Teori belajar Konstruktivisme

Konstruksi berarti bersifat membangun, dalam konteks filsafat pendidikan dapat diartikan Konstruktivisme adalah suatu upaya membangun tata susunan hidup yang berbudaya modern. Konstruktivisme merupakan landasan berfikir (filosofi) pembelajaran kontekstual yaitu bahwa pengetahuan dibangun oleh manusia sedikit demi sedikit, yang hasilnya diperluas melalui konteks yang terbatas dan tidak sekonyong-konyong.



Pengetahuan bukanlah seperangkat fakta-fakta, konsep, atau kaidah yang siap untuk diambil dan diingat. Manusia harus mengkonstruksi pengetahuan itu dan memberi makna melalui pengalaman nyata.

3. Prinsip-Prinsip Belajar dan Implikasinya Bagi Guru

Dalam kegiatan belajar mengajar, seorang guru harus menggunakan teori-teori dan prinsip-prinsip belajar tertentu agar dapat membimbing aktivitasnya dalam merencanakan dan melaksanakan kegiatan belajar mengajar. Prinsip-prinsip belajar yang relatif berlaku umum adalah hal-hal yang berkaitan dengan antara lain:

a. Perhatian dan motivasi

Perhatian terhadap pelajaran akan timbul pada siswa apabila bahan pelajaran itu dirasakan sebagai sesuatu yang dibutuhkan, diperlukan untuk belajar lebih lanjut atau diperlukan dalam kehidupan sehari-hari. Motivasi adalah tenaga yang digunakan untuk menggerakkan dan mengarahkan aktivitas seseorang. Menurut H.L. Petri, *"motivation is the concept we use when we describe the force action on or within an organism to initiate and direct behavior"*.

Implikasinya:

Implikasi prinsip perhatian bagi guru tampak pada perilaku-perilaku sebagai berikut:

- Guru menggunakan metode secara bervariasi
- Guru menggunakan media sesuai dengan tujuan belajar dan materi yang diajarkan
- Guru menggunakan gaya bahasa yang tidak monoton
- Guru mengemukakan pertanyaan-pertanyaan membimbing (*direction question*)

Sedangkan implikasi prinsip motivasi bagi guru tampak pada perilaku-perilaku yang diantaranya adalah:

- Memilih bahan ajar sesuai minat siswa
- Menggunakan metode dan teknik mengajar yang disukai siswa
- Mengoreksi sesegera mungkin pekerjaan siswa dan sesegera mungkin memberitahukan hasilnya kepada siswa



- Memberikan pujian verbal atau non verbal terhadap siswa yang memberikan respons terhadap pertanyaan yang diberikan

b. Keaktifan

Belajar tidak dapat dipaksakan oleh orang lain dan juga tidak dapat dilimpahkan kepada orang lain. Belajar hanya mungkin terjadi apabila anak aktif mengalaminya sendiri. John Dewey mengemukakan bahwa belajar adalah menyangkut apa yang harus dikerjakan siswa untuk dirinya sendiri, maka inisiatif harus datang sendiri. Guru sekedar pembimbing dan pengarah.

Implikasinya:

Untuk dapat menimbulkan keaktifan belajar pada diri siswa, maka guru di antaranya dapat melaksanakan perilaku-perilaku berikut:

- Menggunakan multimetode dan multimedia
- Memberikan tugas secara individual dan kelompok
- Memberikan kesempatan pada siswa melaksanakan eksperimen dalam kelompok kecil (beranggota tidak lebih dari 3 orang)
- Memberikan tugas untuk membaca bahan belajar, mencatat hal-hal yang kurang jelas
- Mengadakan tanya jawab dan diskusi

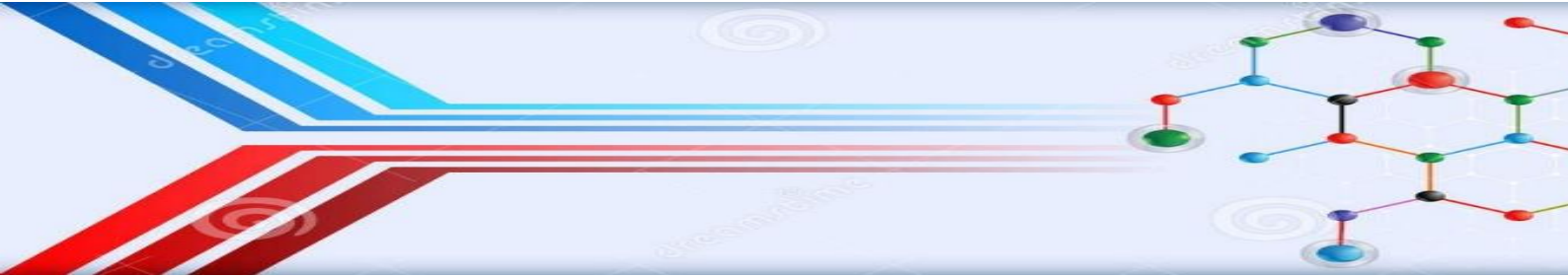
c. Keterlibatan langsung/berpengalaman

Menurut Edgar Dale, dalam penggolongan pengalaman belajar yang dituangkan dalam kerucut pengalamannya, mengemukakan bahwa belajar yang paling baik adalah belajar dari pengalaman langsung. Belajar secara langsung dalam hal ini tidak sekedar mengamati secara langsung melainkan harus menghayati, terlibat langsung dalam perbuatan, dan bertanggung jawab terhadap hasilnya. Belajar harus dilakukan siswa secara aktif, baik individual maupun kelompok dengan cara memecahkan masalah (*problem solving*).

Implikasinya

Perilaku guru sebagai implikasi prinsip keterlibatan langsung/berpengalaman diantaranya adalah:

- Merancang kegiatan pembelajaran yang lebih banyak pada pembelajaran individual dan kelompok kecil

- 
- Mementingkan eksperimen langsung oleh siswa dibandingkan dengan demonstrasi
 - Menggunakan media yang langsung digunakan oleh siswa
 - Memberikan tugas kepada siswa untuk mempraktekkan gerakan psikomotorik yang dicontohkan
 - Melibatkan siswa mencari informasi/pesan dari sumber informasi di luar kelas atau luar sekolah
 - Melibatkan siswa dalam merangkum atau menyimpulkan informasi pesan pembelajaran

d. Pengulangan

Menurut teori psikologi daya, belajar adalah melatih daya-daya yang ada pada manusia yang terdiri atas mengamati, menanggapi, mengingat, mengkhayal, merasakan, berpikir, dan sebagainya. Dengan mengadakan pengulangan maka daya-daya tersebut akan berkembang.

Implikasinya

Perilaku guru yang merupakan implikasi prinsip pengulangan di antaranya:

- Merancang pelaksanaan pengulangan
- Mengembangkan/merumuskan soal-soal latihan
- Mengembangkan petunjuk kegiatan psikomotorik yang harus diulang
- Mengembangkan alat evaluasi kegiatan pengulangan
- Membuat kegiatan pengulangan yang bervariasi

e. Tantangan

Tantangan yang dihadapi dalam bahan belajar membuat siswa bergairah untuk mengatasinya. Bahan belajar yang baru, yang banyak mengandung masalah yang perlu dipecahkan membuat siswa tertantang untuk mempelajarinya.

Implikasinya

Perilaku guru yang merupakan implikasi prinsip tantangan diantaranya adalah:



- Merancang dan mengelola kegiatan eksperimen yang memberikan kesempatan kepada siswa untuk melakukannya secara individual atau dalam kelompok kecil (3-4 orang)
- Memberikan tugas pada siswa memecahkan masalah yang membutuhkan informasi dari orang lain di luar sekolah sebagai sumber informasi
- Menugaskan kepada siswa untuk menyimpulkan isi pelajaran yang selesai disajikan
- Mengembangkan bahan pembelajaran (teks, hand out, modul, dan yang lain) yang memperhatikan kebutuhan siswa untuk mendapatkan tantangan di dalamnya, sehingga tidak harus semua pesan pembelajaran disajikan secara detail tanpa memberikan kesempatan siswa mencari dari sumber lain.
- Membimbing siswa untuk menemukan fakta, konsep, prinsip, dan generalisasi sendiri
- Guru merancang dan mengelola kegiatan diskusi untuk menyelenggarakan masalah-masalah yang disajikan dalam topik diskusi

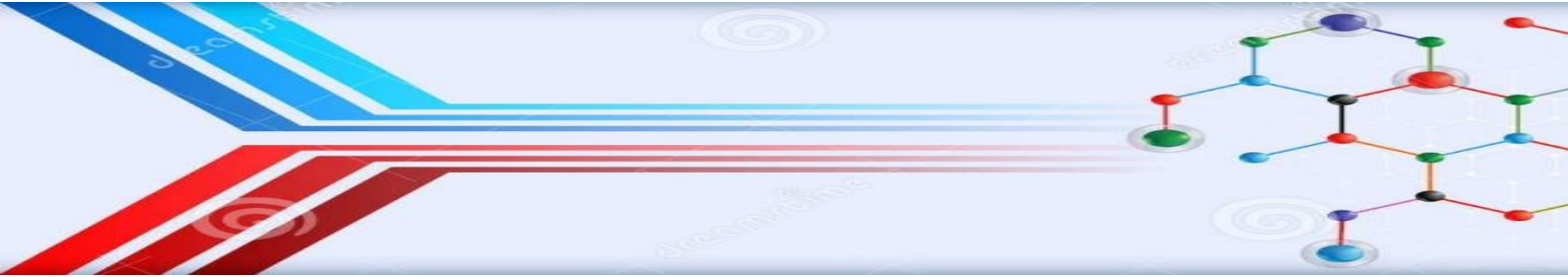
f. Balikan dan penguatan

Prinsip belajar yang berkaitan dengan balikan dan penguatan terutama ditekankan oleh teori belajar *Operant Conditioning* dari B.F. Skinner. Kalau pada teori conditioning yang diberi kondisi adalah stimulusnya, maka pada operant conditioning yang diperkuat adalah responnya. Kunci dari teori belajar ini adalah *law of effect* Thorndike.

Siswa belajar sungguh-sungguh dan mendapatkan nilai yang baik dalam ulangan. Nilai yang baik itu mendorong anak untuk belajar lebih giat lagi. Nilai yang baik dapat merupakan *Operant Conditioning* atau penguatan positif. Sebaliknya, anak yang mendapat nilai yang jelek pada waktu ulangan akan merasa takut tidak naik kelas. Hal ini juga bisa mendorong anak untuk belajar lebih giat. Inilah yang disebut penguatan negatif atau *Escape Conditioning*.

Implikasinya:

Implikasi prinsip balikan dan penguatan bagi guru, berwujud perilaku-perilaku yang diantaranya adalah:

- 
- Memberitahukan jawaban yang benar setiap kali mengajukan pertanyaan yang telah dijawab siswa secara benar ataupun salah
 - Mengoreksi pembahasan pekerjaan rumah yang diberikan kepada siswa pada waktu yang telah ditentukan
 - Memberikan catatan-catatan pada hasil kerja siswa (berupa makalah, laporan, klipping pekerjaan rumah) berdasarkan hasil koreksi guru terhadap hasil kerja pembelajaran
 - Membagikan lembar jawaban tes pelajaran yang telah dikoreksi oleh guru, disertai skor dan catatan-catatan bagi pembelajar
 - Mengumumkan atau mengkonfirmasi peringkat yang diraih setiap siswa berdasarkan skor yang dicapai dalam tes
 - Memberikan anggukan atau acungan jempol atau isyarat lain kepada siswa yang menjawab dengan benar pertanyaan yang disajikan guru.
 - Memberikan hadiah/ganjaran kepada siswa yang berhasil menyelesaikan tugas

g. Perbedaan individu

Siswa merupakan individual yang unik, artinya tidak ada dua orang siswa yang sama persis, tiap siswa memiliki perbedaan satu dengan yang lainnya. Perbedaan belajar ini berpengaruh pada cara dan hasil belajar siswa. Sistem pendidikan klasikal yang dilakukan di sekolah kita kurang memperhatikan masalah perbedaan individual, umumnya pelaksanaan pembelajaran di kelas dengan melihat siswa sebagai individu dengan kemampuan rata-rata, kebiasaan yang kurang lebih sama, demikian pula dengan pengetahuannya.

Implikasinya:

Implikasi prinsip perbedaan individual bagi guru berwujud perilaku-perilaku yang diantaranya adalah:

- Menentukan penggunaan berbagai metode yang diharapkan dapat melayani kebutuhan siswa sesuai karakteristiknya
- Merancang pemanfaatan berbagai media dalam menyajikan pesan pembelajaran



- Mengenal karakteristik setiap siswa sehingga dapat menentukan perlakuan pembelajaran yang tepat bagi siswa yang bersangkutan
- Memberikan remediasi ataupun pertanyaan kepada siswa yang membutuhkan

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas 1

Petunjuk!

- Buat kelompok yang terdiri dari 3 – 5 orang.
- Anda diminta untuk mendiskusikan 3 teori belajar
- Hasil diskusi kelompok dituliskan pada lembar kerja (LK.1) dan dipaparkan di depan kelas.

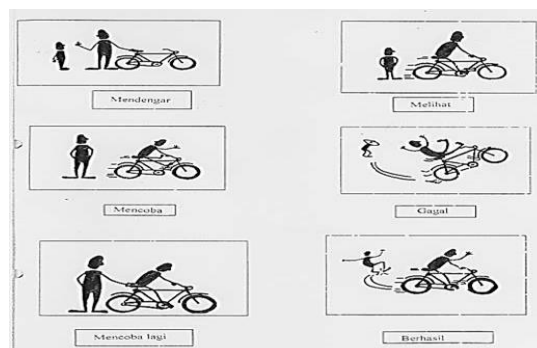
Aktivitas 2

Petunjuk!

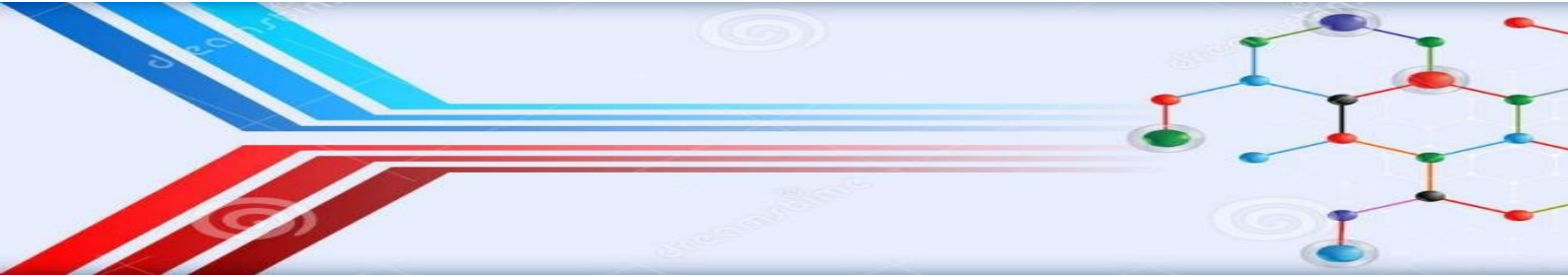
- Buat kelompok yang terdiri dari 3 – 5 orang
- Anda diminta untuk mengkaji prinsip-prinsip belajar
- Hasil kajian ditulis pada LK 2 kemudian presentasikan/paparkan hasil diskusi di depan kelas!

E. Latihan/Kasus/Tugas

Uraikan tahapan belajar pada gambar di bawah ini! Bagaimana peran guru dan peran siswa dalam tahapan belajar. Siapakah yang seharusnya aktif dalam kegiatan belajar.



Gambar 47 Tahapan Belajar



F. Rangkuman

- Belajar dan mengajar merupakan kegiatan yang saling berhubungan. Kegiatan mengajar tidak mungkin terjadi tanpa ada orang yang belajar. Oleh karena itu dalam kegiatan mengajar guru perlu memahami bagaimana proses yang terjadi pada diri orang yang belajar.
- Penjelasan tentang bagaimana proses belajar melahirkan berbagai teori belajar. Ada tiga teori belajar yang menjelaskan tentang peristiwa belajar yaitu teori belajar behaviorisme, kognitivisme, dan konstruktivisme.
- Belajar merupakan proses perubahan tingkah laku pada setiap individu yang belajar. Perubahan tersebut berupa perubahan pengetahuan, sikap, maupun keterampilan.
- Prinsip-prinsip belajar yang berlaku umum adalah: 1. Perhatian dan motivasi, 2. Keaktifan, 3. Keterlibatan langsung, 4. Pengulangan, 5. Tantangan, 6. Balikan dan penguatan, 7. Perbedaan individual.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Mohon untuk mengisi lembar umpan balik dan tindak lanjut di bawah ini berdasarkan materi pelatihan yang Anda sudah pelajari.

1. Hal-hal apa saja yang sudah saya pahami terkait dengan materi pelatihan ini?
.....
2. Apa saja yang telah saya lakukan yang ada hubungannya dengan materi kegiatan ini tetapi belum ditulis pada materi pelatihan ini?
.....
3. Manfaat apa saja yang saya peroleh dari materi pelatihan ini untuk menunjang keberhasilan tugas pokok dan fungsi sebagai guru SMK?
.....
4. Langkah-langkah apa saja yang perlu ditempuh untuk menerapkan materi pelatihan ini dalam rangka meningkatkan mutu pembelajaran pada mata pelajaran yang saya ampu?
.....



KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

Pendekatan/Model Pembelajaran

A. Tujuan

Setelah mempelajari dan menyelesaikan tugas pada kegiatan pembelajaran ini Anda mampu:

1. Merancang pendekatan pembelajaran saintifik sesuai mata pelajaran/paket keahlian yang diampu.
2. Merancang model pembelajaran penemuan
3. Merancang model pembelajaran berbasis proyek
4. Merancang model pembelajaran berbasis masalah

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Anda dinyatakan telah menguasai kompetensi pada kegiatan pembelajaran ini apabila telah menunjukkan kinerja sebagai berikut:

1. Menjelaskan konsep pendekatan saintifik
2. Merancang pembelajaran saintifik.
3. Menjelaskan konsep dasar model pembelajaran penemuan.
4. Merancang model pembelajaran penemuan.
5. Menjelaskan konsep dasar model pembelajaran berbasis proyek.
6. Merancang model pembelajaran berbasis proyek.
7. Menjelaskan konsep dasar model pembelajaran berbasis masalah.
8. Merancang model pembelajaran berbasis masalah.

C. Uraian Materi

1. Pendekatan Pembelajaran Saintifik

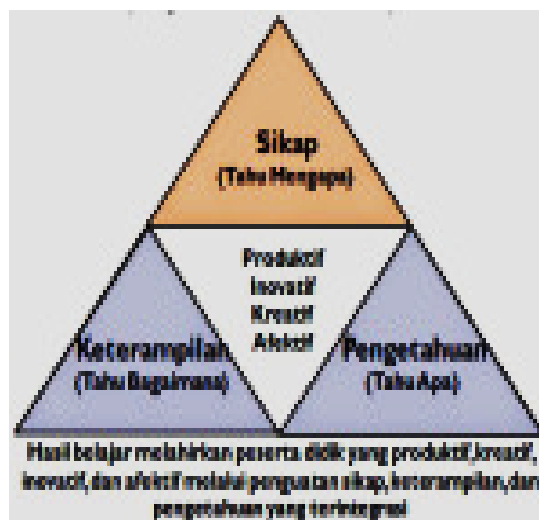
a. Konsep Dasar Pendekatan Saintifik

Pendekatan saintifik adalah proses pembelajaran yang dirancang agar peserta didik secara aktif mengonstruksikan konsep, hukum atau prinsip melalui tahapan-tahapan mengamati (untuk mengidentifikasi

atau menemukan masalah), merumuskan masalah, mengajukan atau merumuskan hipotesis, mengumpulkan data dengan berbagai teknik, menganalisis data, menarik kesimpulan dan mengomunikasikan konsep, hukum atau prinsip yang “ditemukan”.

Untuk dapat disebut ilmiah, metode pencarian (*method of inquiry*) harus berbasis pada bukti-bukti dari objek yang dapat diobservasi, empiris, dan terukur dengan prinsip-prinsip penalaran yang spesifik. Metode ilmiah pada umumnya memuat serangkaian aktivitas pengumpulan data melalui observasi atau eksperimen, mengolah informasi atau data, menganalisis, kemudian memformulasi, dan menguji hipotesis.

Dalam proses pembelajaran harus menyentuh tiga ranah, yaitu sikap, pengetahuan dan keterampilan. Pembelajaran dengan pendekatan saintifik, ranah sikap mencakup transformasi substansi atau materi ajar agar anak didik “tahu mengapa”. Ranah keterampilan mencakup substansi atau materi ajar agar anak didik “tahu bagaimana”. Sedangkan ranah pengetahuan mencakup transformasi substansi atau materi ajar anak didik “tahu apa”. Ketiga ranah tersebut dapat digambarkan sebagai berikut:

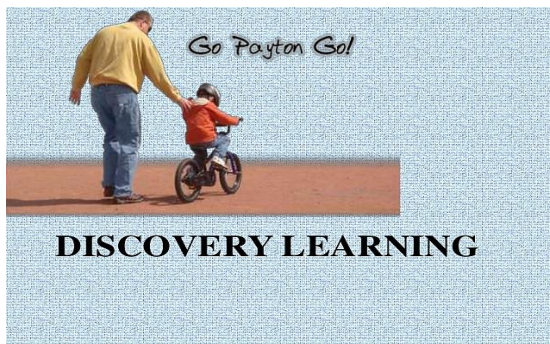


Gambar 48. Keterkaitan Sikap, Pengetahuan, Keterampilan



Jika dilihat dari beberapa teori belajar yang ada pendekatan saintifik sangat relevan dengan tiga teori belajar yaitu teori Bruner, teori Piaget, dan teori Vygotsky.

- Teori belajar Bruner disebut juga teori belajar penemuan. Ada empat



Gambar 49. Pembelajaran Penemuan

hal pokok berkaitan dengan teori belajar Bruner (dalam Carin & Sund, 1975). *Pertama*, individu hanya belajar dan mengembangkan pikirannya apabila ia menggunakan pikirannya. *Kedua*, dengan melakukan proses-proses kognitif dalam proses penemuan, siswa akan memperoleh sensasi dan kepuasan intelektual yang merupakan suatu penghargaan intrinsik. *Ketiga*, satu-

satunya cara agar seseorang dapat mempelajari teknik-teknik dalam melakukan penemuan adalah ia memiliki kesempatan untuk melakukan penemuan. *Keempat*, dengan melakukan penemuan maka akan memperkuat retensi ingatan. Empat hal di atas adalah bersesuaian dengan proses kognitif yang diperlukan dalam pembelajaran menggunakan pendekatan saintifik.

- Teori Piaget, menyatakan bahwa belajar berkaitan dengan

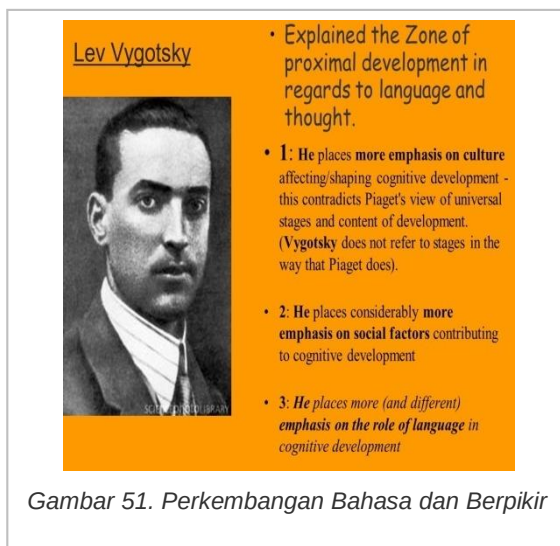


Gambar 50. Perkembangan Berpikir Anak

pembentukan dan perkembangan skema (jamak skemata). Skema adalah suatu struktur mental atau struktur kognitif yang dengannya seseorang secara intelektual beradaptasi dan mengkoordinasi lingkungan sekitarnya (Baldwin, 1967). Skema tidak pernah berhenti berubah, skemata seorang anak akan berkembang menjadi skemata orang dewasa. Proses yang menyebabkan terjadinya perubahan skemata disebut dengan adaptasi. Proses terbentuknya adaptasi ini dapat dilakukan dengan dua cara yaitu asimilasi dan akomodasi. Asimilasi merupakan proses kognitif yang dengannya

seseorang mengintegrasikan stimulus yang dapat berupa persepsi, konsep, hukum, prinsip ataupun pengalaman baru ke dalam skema yang sudah ada didalam pikirannya. Akomodasi dapat berupa pembentukan skema baru yang dapat cocok dengan ciri-ciri rangsangan yang ada atau memodifikasi skema yang telah ada sehingga cocok dengan ciri-ciri stimulus yang ada. Dalam pembelajaran diperlukan adanya penyeimbangan atau ekuilibrasi antara asimilasi dan akomodasi.

- Vygotsky, dalam teorinya menyatakan bahwa pembelajaran terjadi



apabila peserta didik bekerja atau belajar menangani tugas-tugas yang belum dipelajari namun tugas-tugas itu masih berada dalam jangkauan kemampuan atau tugas itu berada dalam *zone of proximal development* daerah terletak antara tingkat perkembangan anak saat ini yang didefinisikan sebagai kemampuan pemecahan masalah di bawah bimbingan orang dewasa atau teman sebaya yang lebih mampu. (Nur dan

Wikandari, 2000:4).

b. Prinsip-prinsip pembelajaran pendekatan saintifik

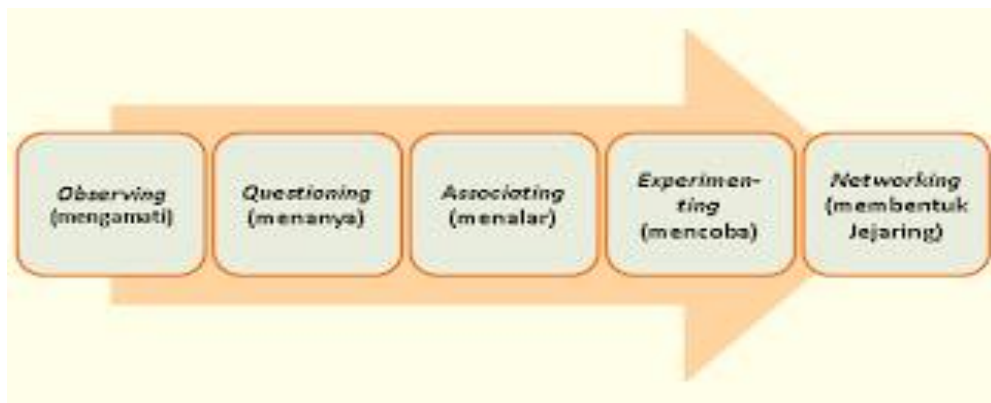
Permendikbud No.103 tahun 2014 mencantumkan beberapa prinsip pendekatan saintifik dalam kegiatan pembelajaran yaitu :

- Peserta didik difasilitasi untuk mencari tahu;
- Peserta didik belajar dari berbagai sumber belajar;
- Proses pembelajaran menggunakan pendekatan ilmiah;
- Pembelajaran berbasis kompetensi;
- Pembelajaran terpadu;
- Pembelajaran yang menekankan pada jawaban divergen yang memiliki kebenaran multi dimensi;
- Pembelajaran berbasis keterampilan aplikatif;



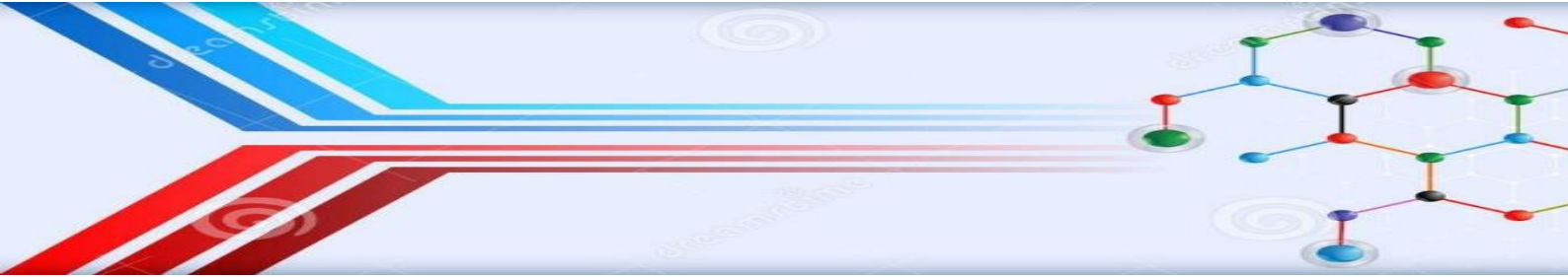
- Peningkatan keseimbangan, kesinambungan, dan keterkaitan antara *hard-skills* dan *soft-skills*;
- Pembelajaran yang mengutamakan pembudayaan dan pemberdayaan peserta didik sebagai pembelajar sepanjang hayat;
- Pembelajaran yang menerapkan nilai-nilai dengan memberi keteladanan (*ing ngarso sung tulodo*), membangun kemauan (*ing madyo mangun karso*), dan mengembangkan kreativitas peserta didik dalam proses pembelajaran (*tut wuri handayani*);
- Pembelajaran yang berlangsung di rumah, di sekolah, dan di masyarakat;
- Pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pembelajaran;
- Pengakuan atas perbedaan individual dan latar belakang budaya peserta didik; dan
- Suasana belajar menyenangkan dan menantang.

c. Langkah-langkah umum pembelajaran pendekatan saintifik



Gambar 52. Langkah-Langkah Pendekatan Saintifik

Langkah-langkah pembelajaran dengan menggunakan pendekatan saintifik harus diperhatikan oleh guru. Pertama perlu diingat bahwa tidak semua materi harus dipaksakan menggunakan pendekatan saintifik secara lengkap. Semua disesuaikan dengan materi pelajaran yang akan diajarkan. Sebelum penerapan pembelajaran saintifik, alangkah baiknya guru menyiapkan anak didik secara



psikis maupun fisik. Unsur persiapan memerankan hal yang penting untuk keberhasilan tujuan pembelajaran. Guru harus menjelaskan tujuan pembelajaran atau kompetensi dasar yang akan dicapai dan menyampaikan garis besar cakupan materi dan penjelasan tentang kegiatan yang akan dilakukan oleh anak didik. Ada lima langkah pengalaman belajar yang harus dilakukan siswa dalam pendekatan saintifik, yaitu:

- **Mengamati (observasi)**

Tahap pertama proses pembelajaran dengan menggunakan pendekatan saintifik yang dilakukan oleh peserta didik adalah mengamati. Pengamatan bisa melalui kegiatan melihat, menyimak, mendengar dan membaca. Guru memfasilitasi anak didik untuk melakukan pengamatan, melatih mereka untuk memperhatikan hal yang penting dari suatu objek. Lingkungan sekitar merupakan laboratorium nyata bagi anak didik.

- **Menanya**

Setelah peserta didik mengamati, guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk bertanya. Tahap kedua adalah menanya perlu dipahami yang bertanya disini bukanlah guru melainkan peserta didik. Guru harus benar-benar membuka kesempatan kepada semua anak didik untuk bertanya. Dalam hal ini adalah melatih keaktifan peserta didik. Selain itu juga untuk mengetahui sejauh mana pengetahuan dan rasa ingin tahu dari peserta didik.

Guru perlu membimbing peserta didik untuk dapat mengajukan pertanyaan: pertanyaan tentang hasil pengamatan objek yang konkrit sampai kepada yang abstrak berkenaan dengan fakta, konsep, prosedur, atau pun hal lain yang lebih abstrak. Pertanyaan yang bersifat faktual sampai kepada pertanyaan yang bersifat hipotetik.

- **Mengumpulkan Informasi**

Kegiatan “mengumpulkan informasi” merupakan tindak lanjut dari bertanya. Kegiatan ini dilakukan dengan menggali dan mengumpulkan informasi dari berbagai sumber melalui



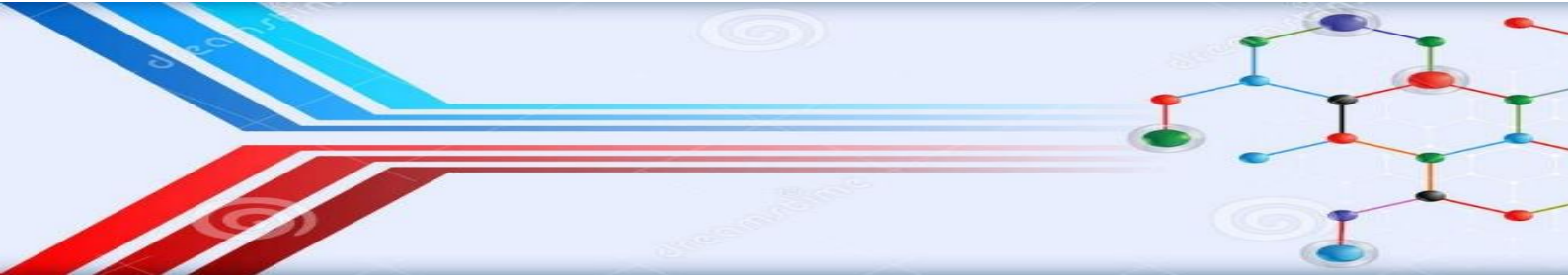
berbagai cara. Untuk itu peserta didik dapat membaca buku yang lebih banyak, memperhatikan fenomena atau objek yang lebih teliti, atau bahkan melakukan eksperimen. Dari kegiatan tersebut terkumpul sejumlah informasi. Dalam Permendikbud Nomor 81a Tahun 2013, aktivitas mengumpulkan informasi dilakukan melalui eksperimen, membaca sumber lain selain buku teks, mengamati objek/ kejadian/, aktivitas wawancara dengan nara sumber dan sebagainya.

- **Mengasosiasikan/ Mengolah Informasi/Menalar**

Kegiatan “mengasosiasi/ mengolah informasi/ menalar” dalam kegiatan pembelajaran sebagaimana disampaikan dalam Permendikbud Nomor 81a Tahun 2013, adalah memproses informasi yang sudah dikumpulkan baik terbatas dari hasil kegiatan mengumpulkan/eksperimen maupun hasil dari kegiatan mengamati dan kegiatan mengumpulkan informasi. Pengolahan informasi yang dikumpulkan dari yang bersifat menambah keluasan dan kedalaman sampai kepada pengolahan informasi yang bersifat mencari solusi dari berbagai sumber yang memiliki pendapat yang berbeda sampai kepada yang bertentangan. Kegiatan ini dilakukan untuk menemukan keterkaitan satu informasi dengan informasi lainnya, menemukan pola dari keterkaitan informasi tersebut.

- **Mengomunikasikan**

Pada pendekatan *scientific* guru diharapkan memberi kesempatan kepada peserta didik untuk mengomunikasikan apa yang telah mereka pelajari. Kegiatan ini dapat dilakukan melalui menuliskan atau menceritakan apa yang ditemukan dalam kegiatan mencari informasi, mengasosiasikan dan menemukan pola. Hasil tersebut disampaikan di kelas dan dinilai oleh guru sebagai hasil belajar peserta didik atau kelompok peserta didik tersebut. Kegiatan “mengomunikasikan” dalam kegiatan pembelajaran sebagaimana disampaikan dalam Permendikbud Nomor 81a Tahun 2013, adalah menyampaikan



hasil pengamatan, kesimpulan berdasarkan hasil analisis secara lisan, tertulis, atau media lainnya.

d. Rancangan Penerapan Pendekatan Saintifik Dalam Pembelajaran.

Kegiatan pembelajaran meliputi tiga kegiatan pokok, yaitu *kegiatan pendahuluan*, *kegiatan inti*, dan *kegiatan penutup*.

Kegiatan Pendahuluan

Pada kegiatan pendahuluan, disarankan guru menunjukkan fenomena atau kejadian “aneh” atau “ganjil” (discrepant event) yang dapat menggugah timbulnya pertanyaan pada diri siswa.

Contoh kegiatan pendahuluan:

Guru mengingatkan kembali tentang konsep-konsep yang telah dipelajari oleh siswa yang berhubungan dengan materi baru yang akan dibelajarkan. Sebagai contoh dalam mapel IPA, guru menanyakan konsep tentang larutan dan komponennya sebelum pembelajaran materi asam-basa.

Kegiatan Inti

Kegiatan inti dalam metode saintifik ditujukan untuk terkonstruksinya konsep, hukum atau prinsip oleh peserta didik dengan bantuan dari guru melalui langkah-langkah kegiatan yang diberikan di muka.

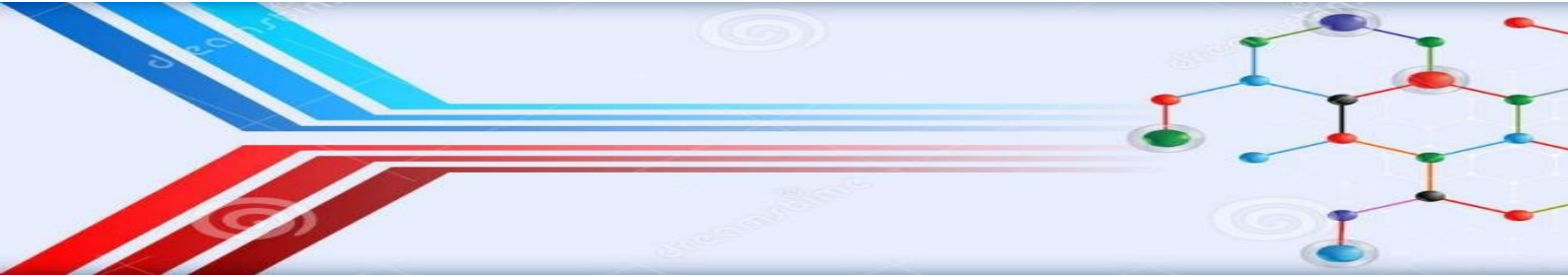
Contoh Kegiatan Inti:

- **Mengamati:**
Dalam mapel IPA, guru meminta siswa untuk mengamati suatu fenomenon. Sebagai contoh dalam mapel IPA guru meminta siswa untuk mengamati sifat larutan yang diperoleh dari ekstrak buah belimbing atau tomat. Fenomena yang diberikan dapat juga dalam bentuk video.
- **Menanya:**
Dalam mapel IPA, siswa mengajukan pertanyaan tentang suatu fenomenon. Sebagai contoh siswa mempertanyakan “Mengapa



larutan ekstrak buah belimbing atau tomat memiliki rasa manis dan asin”.

- Menalar untuk mengajukan hipotesis:
Sebagai contoh, dalam mapel IPA siswa mengajukan pendapat bahwa rasa manis dan masam pada larutan ekstrak buah belimbing atau tomat disebabkan oleh adanya zat yang memiliki rasa manis dan zat yang memiliki rasa asam. Pendapat siswa ini merupakan suatu hipotesis.
- Mengumpulkan data:
Dalam mapel IPA, siswa mengumpulkan data atau guru memberikan data tentang komponen-komponen yang terdapat dalam larutan ekstrak buah belimbing atau buah tomat.
- Menganalisis data:
Siswa menganalisis data yang diberikan oleh guru. Analisis data dalam IPS, misalnya siswa diajak untuk membaca buku siswa halaman 2-6 tentang konsep ruang, waktu, konektivitas, dan interaksi sosial. Konsep-konsep ini dihubungkan dengan informasi atau data awal, pertanyaan dan hipotesis, serta data yang terkumpul.
- Menarik kesimpulan
Dalam mapel IPA, siswa menarik kesimpulan berdasar hasil analisis yang mereka lakukan. Sebagai contoh siswa menyimpulkan bahwa rasa manis pada larutan ekstrak buah belimbing atau buah tomat disebabkan oleh adanya gula, sedangkan rasa masam disebabkan oleh adanya asam. Contoh bentuk kesimpulan yang ditarik dalam IPS misalnya hujan di Bogor menyebabkan banjir di Jakarta menunjukkan adanya keterkaitan antarruang dan waktu.
- Mengomunikasikan:
Pada langkah ini, siswa dapat menyampaikan hasil kerjanya secara lisan maupun tertulis, misalnya melalui presentasi kelompok, diskusi, dan tanya jawab.



Kegiatan Penutup

Kegiatan penutup ditujukan untuk dua hal pokok. *Pertama*, validasi terhadap konsep, hukum atau prinsip yang telah dikonstruksi oleh siswa. *Kedua*, pengayaan materi pelajaran yang dikuasai siswa.

Contoh Kegiatan Penutup:

- Dalam mapel IPA maupun mapel lain, guru dapat meminta siswa untuk meningkatkan pemahamannya tentang konsep, prinsip atau teori yang telah dipelajari dari buku-buku pelajaran yang relevan atau sumber informasi lainnya. Contoh dalam mapel IPA di atas juga dapat digunakan dalam mapel IPS.

2. Model Pembelajaran Penemuan

a. Konsep Dasar

Perancang pembelajaran penemuan (*discovery learning*) adalah Jerome Bruner. Bruner berpendapat bahwa “*Discovery Learning can be defined as the learning that takes place when the student is not presented with subject matter in the final form, but rather is required to organize it him self*” (Lefancois dalam Emetembun, 1986:103).

Dari pendapat tersebut dapat dikatakan bahwa pembelajaran penemuan (*discovery learning*) adalah proses pembelajaran yang terjadi bila pelajar tidak disajikan dengan pelajaran dalam bentuk finalnya, tetapi diharapkan mengorganisasi sendiri.

Discovery dilakukan melalui observasi, klasifikasi, pengukuran, prediksi, penentuan. Proses tersebut disebut *cognitive process* sedangkan *discovery* itu sendiri adalah *the mental process of assimilating concepts and principles in the mind* (Robert B. Sund dalam Malik, 2001:219).

b. Langkah-langkah Operasional Implementasi dalam Proses Pembelajaran

Menurut Syah (2004:244) dalam mengaplikasikan strategi *discovery learning* di kelas, ada beberapa prosedur yang harus dilaksanakan dalam kegiatan belajar mengajar secara umum sebagai berikut:



1) **Stimulation (stimulasi/pemberian rangsangan)**

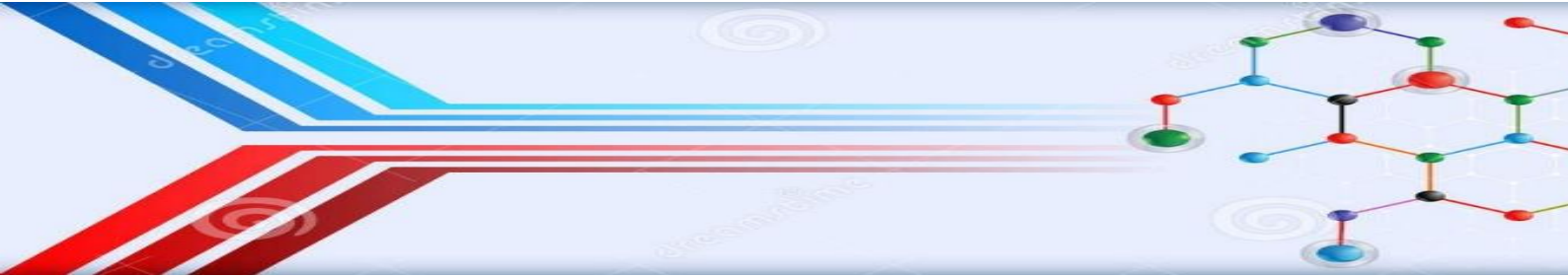
Pertama-tama pada tahap ini pelajar dihadapkan pada sesuatu yang menimbulkan kebingungannya, kemudian dilanjutkan untuk tidak memberi generalisasi, agar timbul keinginan untuk menyelidiki sendiri. Disamping itu guru dapat memulai kegiatan PBM dengan mengajukan pertanyaan, anjuran membaca buku, dan aktivitas belajar lainnya yang mengarah pada persiapan pemecahan masalah. Stimulasi pada tahap ini berfungsi untuk menyediakan kondisi interaksi belajar yang dapat mengembangkan dan membantu peserta didik dalam mengeksplorasi bahan.

2) **Problem statement (pernyataan/ identifikasi masalah)**

Setelah dilakukan *stimulation* langkah selanjutnya adalah guru memberi kesempatan kepada peserta didik untuk mengidentifikasi sebanyak mungkin agenda-agenda masalah yang relevan dengan bahan pelajaran, kemudian salah satunya dipilih dan dirumuskan dalam bentuk hipotesis (jawaban sementara atas pertanyaan masalah) (Syah 2004:244). Memberikan kesempatan peserta didik untuk mengidentifikasi dan menganalisa permasalahan yang mereka hadapi, merupakan teknik yang berguna dalam membangun peserta didik agar mereka terbiasa untuk menemukan suatu masalah.

3) **Data collection (pengumpulan data).**

Ketika eksplorasi berlangsung guru juga memberi kesempatan kepada para peserta didik untuk mengumpulkan informasi sebanyak-banyaknya yang relevan untuk membuktikan benar atau tidaknya hipotesis (Syah, 2004:244). Pada tahap ini berfungsi untuk menjawab pertanyaan atau membuktikan benar tidaknya hipotesis, dengan demikian anak didik diberi kesempatan untuk mengumpulkan (*collection*) berbagai informasi yang relevan, membaca literatur, mengamati objek, wawancara dengan nara sumber, melakukan uji coba sendiri dan sebagainya. Konsekuensi dari tahap ini adalah peserta didik belajar secara aktif untuk menemukan sesuatu yang berhubungan dengan permasalahan yang dihadapi, dengan demikian secara tidak disengaja peserta



didik menghubungkan masalah dengan pengetahuan yang telah dimiliki.

4) **Data processing (pengolahan data)**

Menurut Syah (2004:244) pengolahan data merupakan kegiatan mengolah data dan informasi yang telah diperoleh para peserta didik baik melalui wawancara, observasi, dan sebagainya, lalu ditafsirkan, dan semuanya diolah, diacak, diklasifikasikan, ditabulasi, bahkan bila perlu dihitung dengan cara tertentu serta ditafsirkan pada tingkat kepercayaan tertentu (Djamarah, 2002:22). Data processing disebut juga dengan pengkodean coding/kategorisasi yang berfungsi sebagai pembentukan konsep dan generalisasi. Dari generalisasi tersebut peserta didik akan mendapatkan pengetahuan baru tentang alternatif jawaban/ penyelesaian yang perlu mendapat pembuktian secara logis

5) **Verification (pembuktian)**

Pada tahap ini peserta didik melakukan pemeriksaan secara cermat untuk membuktikan benar atau tidaknya hipotesis yang ditetapkan tadi dengan temuan alternatif, dihubungkan dengan hasil data *processing* (Syah, 2004:244). Berdasarkan hasil pengolahan dan tafsiran, atau informasi yang ada, pernyataan atau hipotesis yang telah dirumuskan terdahulu itu kemudian dicek, apakah terjawab atau tidak, apakah terbukti atau tidak.

6) **Generalization (menarik kesimpulan/generalisasi)**

Tahap generalisasi/menarik kesimpulan adalah proses menarik sebuah kesimpulan yang dapat dijadikan prinsip umum dan berlaku untuk semua kejadian atau masalah yang sama, dengan memperhatikan hasil verifikasi (Syah, 2004:244). Berdasarkan hasil verifikasi maka dirumuskan prinsip-prinsip yang mendasari generalisasi. Setelah menarik kesimpulan peserta didik harus memperhatikan proses generalisasi yang menekankan pentingnya penguasaan pelajaran atas makna dan kaidah atau prinsip-prinsip yang luas yang mendasari pengalaman seseorang, serta pentingnya proses pengaturan dan generalisasi dari pengalaman-pengalaman itu.



3. Pembelajaran Berbasis Proyek

a. Pengertian

Pembelajaran berbasis proyek (*PBP*) merupakan strategi pembelajaran yang menggunakan proyek/kegiatan sebagai sarana pembelajaran untuk mencapai kompetensi sikap, pengetahuan dan keterampilan. Penekanan pembelajaran terletak pada aktivitas peserta didik untuk memecahkan masalah dengan menerapkan keterampilan meneliti, menganalisis, membuat, sampai dengan mempresentasikan produk pembelajaran berdasarkan pengalaman nyata. Strategi ini memperkenankan peserta didik untuk bekerja secara mandiri maupun berkelompok dalam mengkonstruksikan produk otentik yang bersumber dari masalah nyata dalam kehidupan sehari-hari.

b. Prinsip-prinsip pembelajaran berbasis proyek (PBP)

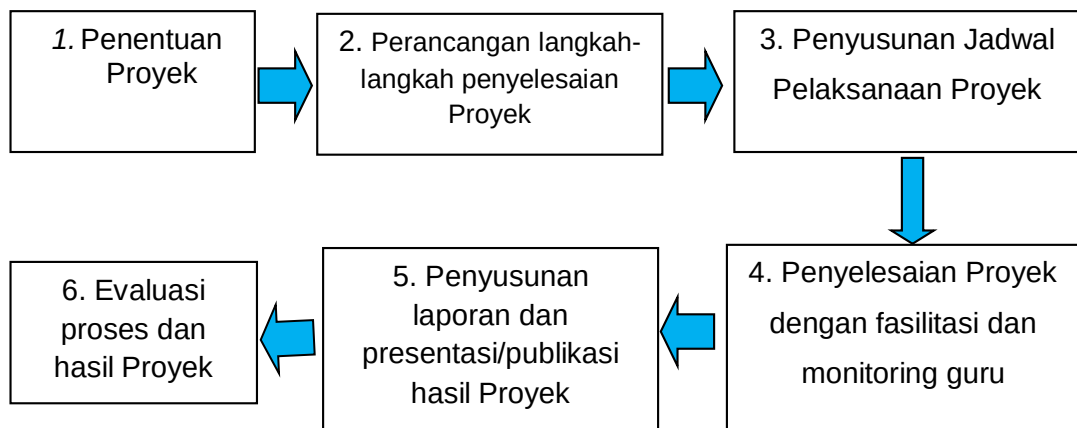
Sebagaimana telah diuraikan di atas bahwa sarana pembelajaran untuk mencapai kompetensi dalam PBP menggunakan tugas proyek sebagai strategi pembelajaran. Para peserta didik bekerja secara nyata, memecahkan persoalan di dunia nyata yang dapat menghasilkan solusi berupa produk atau hasil karya secara nyata atau realistis. Prinsip yang mendasari pembelajaran berbasis proyek adalah:

- a. Pembelajaran berpusat pada peserta didik yang melibatkan tugas-tugas pada kehidupan nyata untuk memperkaya pembelajaran.
- b. Tugas proyek menekankan pada kegiatan penelitian berdasarkan suatu tema atau topik yang telah ditentukan dalam pembelajaran.
- c. Penyelidikan atau eksperimen dilakukan secara otentik dan menghasilkan produk nyata yang telah dianalisis dan dikembangkan berdasarkan tema/topik yang disusun dalam bentuk produk (laporan atau hasil karya). Produk, laporan atau hasil karya tersebut selanjutnya dikomunikasikan untuk mendapat tanggapan dan umpan balik untuk perbaikan proyek berikutnya.

c. Langkah-langkah pembelajaran berbasis proyek

Dalam PBP, peserta didik diberikan tugas dengan mengembangkan tema/topik dalam pembelajaran dengan melakukan kegiatan proyek yang realistis. Di samping itu, penerapan pembelajaran berbasis proyek ini

mendorong tumbuhnya kreativitas, kemandirian, tanggung jawab, kepercayaan diri, serta berpikir kritis dan analitis pada peserta didik. Secara umum, langkah-langkah Pembelajaran berbasis proyek (PBP) dapat dijelaskan sebagai berikut.



*Gambar 53 Langkah-Langkah Pembelajaran Berbasis Proyek
Diadaptasi dari Keser & Karagoca (2010)*

4. Model pembelajaran berbasis masalah

a. Pengertian

Pembelajaran berbasis masalah adalah suatu kegiatan pembelajaran yang berpusat pada masalah. Istilah berpusat berarti menjadi tema, unit, atau isi sebagai focus utama belajar (Mustaji, dalam h.35). Menurut Resnick dan Gleser dalam Gredler (1991), masalah dapat diartikan sebagai suatu keadaan dimana seseorang melakukan tugasnya yang tidak diketahui sebelumnya. Masalah pada umumnya timbul karena adanya kesenjangan antara kondisi nyata dengan kondisi yang seharusnya.

Sebagai model pembelajaran, pembelajaran berbasis masalah dapat diartikan sebagai suatu kegiatan pembelajaran yang menggunakan masalah sebagai langkah awal dalam mengumpulkan dan mengintegrasikan pengetahuan baru.

b. Prinsip Dasar

Adapun prinsip-prinsip yang mendasari penggunaan model pembelajaran berbasis masalah antara lain:

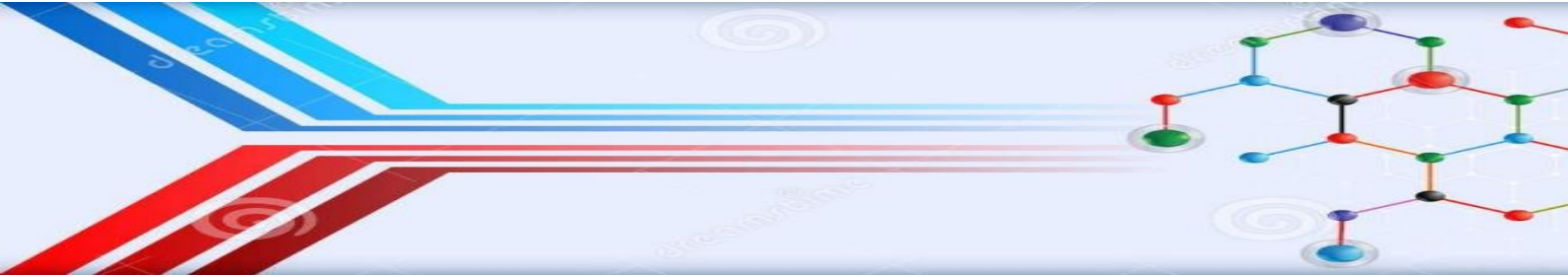


- a. Pembelajaran berangkat dari adanya masalah (soal, pertanyaan, dsb) yang perlu diselesaikan.
- b. Masalah yang dihadapi akan merangsang siswa untuk mencari solusinya; siswa mencari/membentuk pengetahuan baru untuk menyelesaikan masalah.

c. Langkah-langkah

Pembelajaran Berbasis Masalah diawali dengan aktivitas, proses tersebut dilakukan dalam tahapan-tahapan atau sintaks pembelajaran yang disajikan pada Tabel berikut.

Tahap	Aktivitas Guru dan Peserta didik
Tahap 1 Mengorientasikan peserta didik terhadap masalah	Guru menjelaskan tujuan pembelajaran dan sarana atau logistik yang dibutuhkan. Guru memotivasi peserta didik untuk terlibat dalam aktivitas pemecahan masalah nyata yang dipilih atau ditentukan
Tahap 2 Mengorganisasi peserta didik untuk belajar	Guru membantu peserta didik mendefinisikan dan mengorganisasi tugas belajar yang berhubungan dengan masalah yang sudah diorientasikan pada tahap sebelumnya.
Tahap 3 Membimbing penyelidikan individual maupun kelompok	Guru mendorong peserta didik untuk mengumpulkan informasi yang sesuai dan melaksanakan eksperimen untuk mendapatkan kejelasan yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah.
Tahap 4 Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	Guru membantu peserta didik untuk berbagi tugas dan merencanakan atau menyiapkan karya yang sesuai sebagai hasil pemecahan masalah dalam bentuk laporan, video, atau model.
Tahap 5 Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	Guru membantu peserta didik untuk melakukan refleksi atau evaluasi terhadap proses pemecahan masalah yang dilakukan



D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas 1

Petunjuk!

- Buat kelompok yang terdiri dari 3 – 5 orang
- Anda diminta untuk mengkaji konsep dasar pendekatan saintifik, model pembelajaran penemuan, proyek, dan pembelajaran berbasis masalah.
- Diskusikan penerapan prinsip-prinsip tersebut dalam proses belajar mengajar.
- Hasil diskusi ditulis pada lembar kerja 3 (LK 3) kemudian dipresentasikan di depan kelas.

Aktivitas 2

Petunjuk!

- Secara berkelompok, diskusikan permasalahan yang paling penting untuk segera ditemukan solusinya dalam menerapkan pendekatan saintifik, model pembelajaran penemuan, proyek, berbasis masalah
- Hasil diskusi kelompok ditulis pada LK 4.

Aktivitas 3

Petunjuk!

- Buat kelompok yang terdiri dari 3 – 5 orang
- Anda diminta untuk melaksanakan pembelajaran sesuai dengan pendekatan/model yang dipilih (saintifik, model pembelajaran penemuan, Proyek, dan berbasis masalah)
- Laporkan hasil pelaksanaan pembelajaran yang dituangkan dalam LK 5.

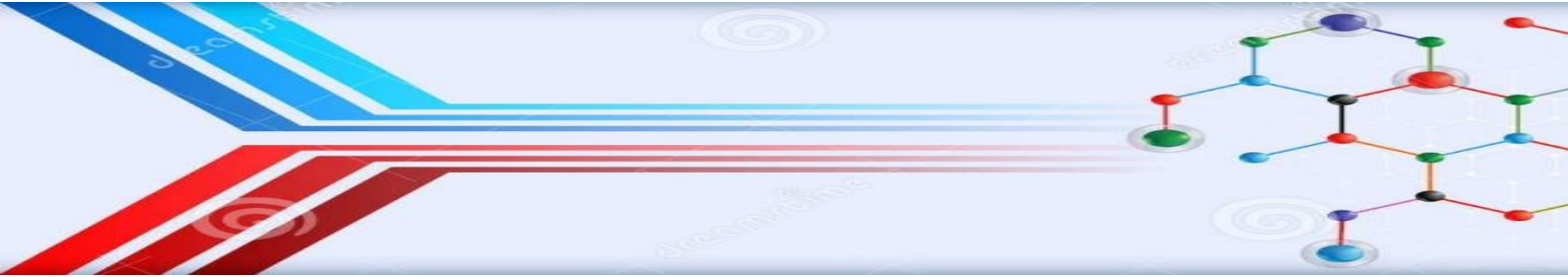
G. Latihan/Kasus/Tugas

Pilihlah jawaban yang paling tepat dengan memberi tanda silang (X) pada salah satu huruf: a, b, c, atau d yang mewakili jawaban yang paling tepat pada lembar jawaban yang telah disediakan.

- Pembelajaran yang menekankan pada pendekatan keilmuan, dan berdasarkan data fakta serta kajian empirik, merupakan pembelajaran yang menerapkan
 - Pendekatan Saintifik



- b. Strategi *Discovery Learning*
 - c. Strategi *Project Based Learning*
 - d. Strategi *Problem Based Learning*
2. Pembelajaran yang menekankan pada pemecahan masalah yang tidak terstruktur (*ill-structured*) dan bersifat terbuka dalam menyelesaikan masalah untuk meningkatkan berpikir kritis, merupakan strategi pembelajaran....
 - a. Saintifik
 - b. *Problem Based Learning*
 - c. *Project Based Learning*
 - d. *Discovery Learning*
3. Pada saat guru bertanya, pada saat itu pula dia membimbing atau memandu peserta didiknya belajar dengan baik. Ketika guru menjawab pertanyaan peserta didiknya, ketika itu pula dia mendorong asuhannya itu untuk menjadi penyimak dan pembelajar yang baik.
Pernyataan tersebut merupakan salah satu kegiatan pendekatan saintifik, yaitu pada langkah....
 - a. mengamati
 - b. menanya
 - c. mengasosiasi
 - d. mengumpulkan informasi
4. Peserta didik mempraktekkan gerakan bayang-bayang tubuh manusia pada saat kena sinar matahari. Kegiatan tersebut merupakan salah satu langkah dalam penerapan pendekatan saintifik....
 - a. mengamati
 - b. mengasosiasi
 - c. mengkomunikasikan
 - d. mengumpulkan informasi
5. Proses menarik sebuah kesimpulan yang dapat dijadikan prinsip umum dan berlaku untuk semua kejadian atau masalah yang sama, dengan memperhatikan hasil verifikasi, merupakan....
 - a. Spesifikasi
 - b. Generalisasi
 - c. Optimalisasi

- 
- d. Standarisasi
 5. Keuntungan Pembelajaran Berbasis Proyek adalah....
 - a. Ada kemungkinan peserta didik yang kurang aktif dalam kerja kelompok
 - b. Peserta didik yang memiliki kelemahan dalam percobaan dan pengumpulan informasi akan mengalami kesulitan
 - c. Ketika topik yang diberikan kepada masing-masing kelompok berbeda, dikhawatirkan peserta didik tidak bisa memahami topik secara keseluruhan
 - d. Meningkatkan motivasi belajar peserta didik untuk belajar, mendorong kemampuan mereka untuk melakukan pekerjaan penting, dan mereka perlu untuk dihargai
 6. Pembelajaran Berbasis Masalah (PBM) sangat diperlukan dalam pembelajaran dewasa ini karena
 - a. PBM berbeda dengan pembelajaran konvensional yang menjadikan masalah nyata sebagai penerapan konsep-konsep ilmiah
 - b. peserta didik perlu mendapatkan konsep-konsep faktual dalam menyelesaikan masalah sehingga dapat menemukan strategi pemecahan masalah baru
 - c. PBM menjadikan masalah nyata sebagai pemicu bagi proses belajar siswa untuk mengidentifikasi informasi dan strategi yang relevan menyelesaikan masalah
 - d. peserta didik dapat memperoleh atau membangun pengetahuan tertentu dan sekaligus mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan keterampilan menyelesaikan masalah

E. Rangkuman

- Pembelajaran dengan penerapan pendekatan saintifik adalah proses pembelajaran yang dirancang sedemikian rupa agar peserta didik secara aktif mengonstruksi konsep, hukum atau prinsip melalui tahapan-tahapan mengamati (untuk mengidentifikasi atau menemukan masalah), merumuskan masalah, mengajukan atau merumuskan hipotesis, mengumpulkan data dengan berbagai teknik, menganalisis data, menarik



kesimpulan dan mengomunikasikan konsep, hukum atau prinsip yang ditemukan.

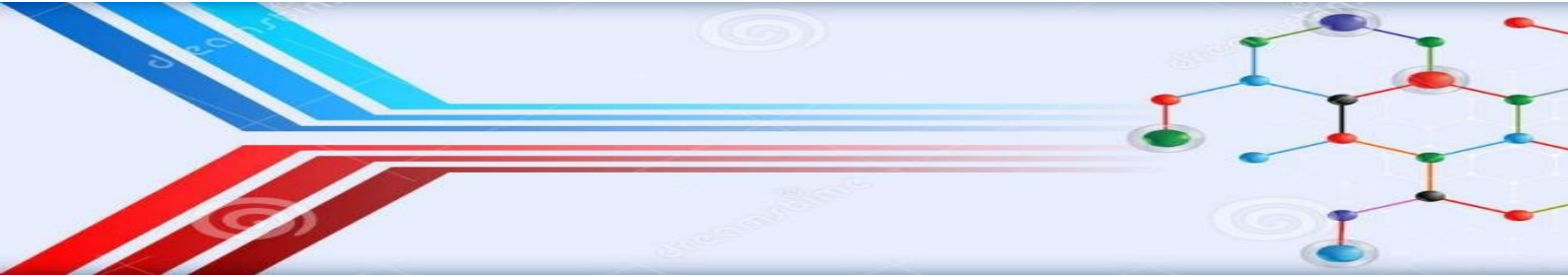
- Kegiatan pembelajaran meliputi tiga kegiatan pokok, yaitu *kegiatan pendahuluan*, *kegiatan inti*, dan *kegiatan penutup*. Kegiatan pendahuluan bertujuan untuk menciptakan suasana awal pembelajaran yang efektif yang memungkinkan siswa dapat mengikuti proses pembelajaran dengan baik. Kegiatan inti merupakan kegiatan utama dalam proses pembelajaran atau dalam proses penguasaan pengalaman belajar (*learning experience*) siswa. Kegiatan penutup ditujukan untuk dua hal pokok. *Pertama*, validasi terhadap konsep, hukum atau prinsip yang telah dikonstruksi oleh siswa. *Kedua*, pengayaan materi pelajaran yang dikuasai siswa
- *Discovery* terjadi bila individu terlibat, terutama dalam penggunaan proses mentalnya untuk menemukan beberapa konsep atau prinsip yang sebelumnya tidak diketahui. *Discovery* dilakukan melalui observasi, klasifikasi, pengukuran, prediksi, penentuan dan *inferi*.
- Pembelajaran berbasis proyek merupakan salah satu strategi pembelajaran yang berpusat pada siswa. Dalam pembelajaran berbasis proyek, peserta didik diberi kesempatan yang seluas-luasnya mengelola proses pembelajarannya mulai dari mengidentifikasi masalah, pemecahan masalah, pengambilan keputusan, sampai kepada menghasilkan produk atau hasil karya lain untuk memecahkan masalah yang dihadapi.
- Pembelajaran berbasis masalah (PBM) adalah suatu strategi pembelajaran yang menggunakan masalah dunia nyata sebagai suatu konteks bagi Peserta didik untuk belajar tentang cara berfikir kritis dan ketrampilan pemecahan masalah, serta untuk memperoleh pengetahuan dan konsep yang esensial dari materi pelajaran.

F. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Mohon untuk mengisi lembar umpan balik dan tindak lanjut di bawah ini berdasarkan materi pelatihan yang Anda sudah pelajari.

1. Hal-hal apa saja yang sudah saya pahami terkait dengan materi pelatihan ini ?

.....



2. Apa saja yang telah saya lakukan yang ada hubungannya dengan materi kegiatan ini tetapi belum ditulis pada materi pelatihan ini?
.....
3. Manfaat apa saja yang saya peroleh dari materi pelatihan ini untuk menunjang keberhasilan tugas pokok dan fungsi sebagai guru SMK?
.....
4. Langkah-langkah apa saja yang perlu ditempuh untuk menerapkan materi pelatihan ini dalam rangka meningkatkan mutu pembelajaran pada mata pelajaran yang saya ampu?
.....

Kunci Jawaban Latihan/Kasus/Tugas

KB 1

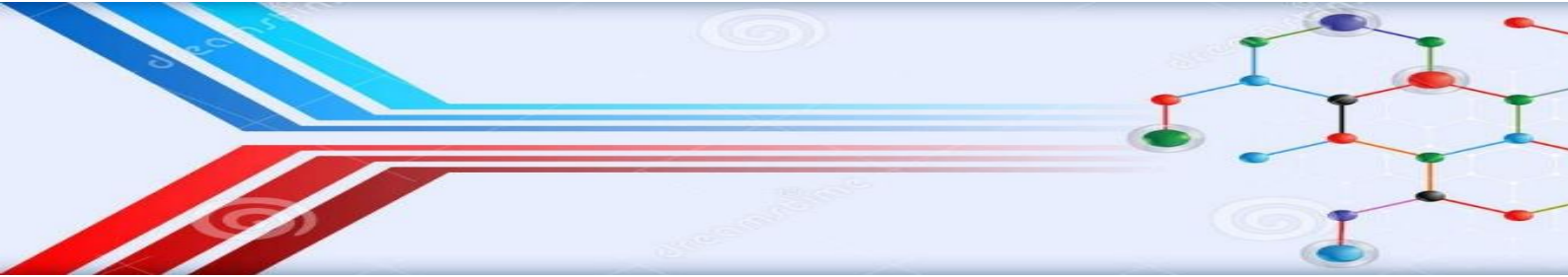
Peran guru di kelas semestinya serupa dengan orang dewasa yang ada dalam gambar. Peran mereka harus berubah dari aktif ke lebih pasif. Di awal pelajaran, guru harus menjelaskan dan mencontohkan keterampilan yang akan dipelajari oleh para siswa. Mereka memberikan pengetahuan mengenai keterampilan tersebut dan bagaimana menerapkannya. Seiring berlanjutnya pelajaran, guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk aktif dalam melatih keterampilannya sendiri. Guru mengawasi para siswa bekerja dan memberikan *feedback*. Guru perlu menerima bahwa berbuat kesalahan adalah hal yang lumrah dan merupakan bagian penting dari proses belajar. Peran siswa dalam kelas seharusnya sama dengan anak yang ada dalam gambar yang sedang belajar mengendarai sepeda. Mulanya, siswa cenderung pasif. Mereka mendengarkan dan mengamati guru. Ketika pelajaran berlanjut, siswa lah yang seharusnya menjadi aktif. Mereka mengambil kesempatan untuk berlatih dan menerapkan pengetahuan yang mereka terima di awal pelajaran.

KB 2. 1. A, 2.D, 3.C, 4.C, 5B, 6 D,7.



Evaluasi

1. Mengapa penting bagi guru untuk memahami apa dan bagaimana belajar itu berlangsung?
2. Jelaskan perbedaan yang mendasar dari ketiga (3) teori belajar (Behaviorisme, Kognitivisme, Konstruktivisme).
3. Jelaskan 3 prinsip belajar yang bersifat umum serta implikasinya bagi tindakan guru dalam mengajar?
4. Apa esensi pendekatan saintifik dalam pembelajaran?
5. Apakah yang dimaksud soft skill dan hard skill?
6. Jelaskan lima (5) langkah kegiatan yang harus dialami siswa ketika guru menerapkan pendekatan saintifik?
7. Apakah karakteristik model pembelajaran penemuan?
8. Jelaskan 6 langkah prosedur aplikasi pendekatan pembelajaran penemuan?
9. Apa yang menjadi penekanan pembelajaran dengan menggunakan pembelajaran berbasis proyek?
10. Jelaskan enam (6) langkah pembelajaran berbasis proyek?
11. Jelaskan dua (2) prinsip dasar penerapan pembelajaran berbasis masalah?
12. Jelaskan lima (5) tahapan penerapan pembelajaran berbasis masalah?



Penutup

Modul Teori belajar dan Penerapan Pendekatan Pembelajaran membahas kompetensi inti pedagogik kedua, yaitu membahas berbagai teori belajar dan prinsip-prinsip pembelajaran, pendekatan pembelajaran saintifik, berbagai model pembelajaran yaitu ; model pembelajaran penemuan, model pembelajaran berbasis proyek, model pembelajaran berbasis masalah. Materi-materi tersebut dijelaskan lebih rinci dalam lima (5) kegiatan belajar.

Teori belajar dan prinsip-prinsip pembelajaran perlu dipahami oleh setiap guru mengingat mengajar tidak akan terlepas dari orang yang belajar. Hasil belajar siswa akan meningkat apabila guru memahami prinsip-prinsip belajar dan menerapkan implikasi dari prinsip-prinsip tersebut pada proses belajar mengajar.

Pendekatan saintifik merupakan kerangka ilmiah pembelajaran yang diusung oleh Kurikulum 2013. Langkah-langkah pada pendekatan saintifik merupakan bentuk adaptasi dari langkah-langkah ilmiah pada sains. Langkah-langkah pembelajaran saintifik adalah mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, mengolah informasi, dan mengomunikasikan. Langkah-langkah pembelajaran berpendekatan saintifik harus dapat dipadukan secara sinkron dengan langkah-langkah kerja (*syntax*) model pembelajaran.

Semoga modul ini bermanfaat bagi guru, terutama untuk meningkatkan kompetensi pedagogik di dalam melaksanakan pembelajaran yang mendidik.



Daftar Pustaka

- Barrows, H.S. 1996. "Problem-based learning in medicine and beyond: A brief overview" Dalam *Bringing problem-based learning to higher education: Theory and Practice* (hal 3-12). San Francisco: Jossey-Bass.
- Carin, A.A. & Sund, R.B. 1975. *Teaching Science trough Discovery*, 3rd Ed. Columbus: Charles E. Merrill Publishing Company.
- Carin, A.A. 1993. *Teaching Science through Discovery*. (7th. ed.) New York: Maxwell Macmillan International.
- Delisle, R. (1997). *How to Use Problem_Based Learning In the Classroom*. Alexandria, Virginia USA: ASCD.
- Nur, M. 1998. *Teori-teori Perkembangan*. Surabaya: Institut Keguruan dan Ilmu Pendidikan.
- Nur, M. & Wikandari, P.R. 2000. *Pengajaran Berpusat Kepada Siswa Dan Pendekatan Konstruktivis Dalam Pengajaran*. Surabaya : Universitas Negeri Surabaya University Press.
- Nur, M. 2011. *Pembelajaran Berdasarkan Masalah*. Surabaya: PSMS Unesa.
- Nur, M. & Wikandari, P.R. 2000. *Pengajaran Berpusat Kepada Siswa Dan Pendekatan Konstruktivis Dalam Pengajaran*. Surabaya : Universitas Negeri Surabaya University Press.
- Nur, M. 1998. *Teori-teori Perkembangan*. Surabaya: Institut Keguruan dan Ilmu Pendidikan.
- Sutherland, P. 1992. *Cognitive Development Today: Piaget and his Critics*. London: Paul Chapman Publishing Ltd.

Glosarium

Teori Belajar	Teori pada dasarnya merupakan konseptualisasi atau penjelasan logis dan empiris tentang suatu fenomena. Teori belajar pada dasarnya merupakan konseptualisasi atau penjelasan logis tentang fenomena peristiwa belajar dalam kehidupan manusia.
Pembelajaran	Pembelajaran adalah proses interaksi peserta didik dengan pendidik dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar.
Pendekatan Pembelajaran	Pendekatan Pembelajaran merupakan titik tolak atau sudut pandang kita terhadap proses pembelajaran, yang merujuk pada pandangan tentang terjadinya suatu proses yang sifatnya masih sangat umum. Dilihat dari pendekatan, terdapat dua jenis pendekatan, yaitu: (1) pendekatan pembelajaran yang berorientasi atau berpusat pada peserta didik (<i>student centered approach</i>) dan (2) pendekatan pembelajaran yang berorientasi atau berpusat pada pendidik (<i>teacher centered approach</i>).
Strategi Pembelajaran	Strategi Pembelajaran merupakan kegiatan terencana dengan mempertimbangkan dan memanfaatkan berbagai sumber daya (termasuk kondisi peserta didik, waktu, media dan sumber belajar lainnya) untuk mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan sebelumnya. Prinsip umum pemilihan dan penggunaan strategi pembelajaran adalah bahwa tidak semua strategil



	pembelajaran cocok digunakan untuk mencapai semua tujuan dan semua keadaan. Ada empat prinsip utama penggunaan strategi pembelajaran, yakni; (1) berorientasi pada tujuan, (2) aktivitas, (3) individualitas, dan (4) integritas.
Metode pembelajaran	Metode pembelajaran ialah cara yang dipergunakan guru dalam mengadakan hubungan dengan siswa pada saat berlangsungnya pengajaran”.
Teknik pembelajaran	Teknik pembelajaran dapat diartikan sebagai cara yang dilakukan seseorang dalam mengimplementasikan suatu metode secara spesifik. Misalkan, penggunaan metode ceramah pada kelas dengan jumlah peserta didik yang relatif banyak membutuhkan teknik tersendiri, yang tentunya secara teknis akan berbeda dengan penggunaan metode ceramah pada kelas yang jumlah peserta didiknya terbatas.
Model Pembelajaran	Model pembelajaran pada dasarnya merupakan bentuk pembelajaran yang tergambar dari awal sampai akhir yang disajikan secara khas oleh guru. Dengan kata lain, model pembelajaran merupakan bungkus atau bingkai dari penerapan suatu pendekatan, metode, dan teknik pembelajaran.

LAMPIRAN- LAMPIRAN

Lembar Kerja 1

Petunjuk!

- Buat kelompok yang terdiri dari 3 – 5 orang.
- Anda diminta untuk mendiskusikan 3 teori belajar
- Hasil diskusi kelompok dituliskan pada lembar kerja (LK.1) dan dipaparkan di depan kelas.

NO	TEORI	DESKRIPSI
1.	Behaviorisme	..... ..... .....
2.	Kognitivisme	..... ..... .....
3.	Konstruktivisme	..... ..... .....



Lembar Kerja 2

Petunjuk!

- Buat kelompok yang terdiri dari 3 – 5 orang
- Anda diminta untuk mengkaji prinsip-prinsip belajar dan bagaimana implikasinya terhadap peran yang harus dilakukan guru
- Hasil kajian ditulis pada LK 2 kemudian presentasikan/paparkan hasil diskusi di depan kelas!

NO	Prinsip Belajar	Peran guru
1.	Perhatian & Motivasi	..... ..... .....
2.	Keaktifan	..... ..... .....
3.	Keterlibatan langsung	..... ..... .....
4.	Pengulangan	..... ..... .....
5.	Perbedaan individu	..... ..... .....

Lembar Kerja 3

Petunjuk!

- Buat kelompok yang terdiri dari 3 – 5 orang
- Anda diminta untuk mengkaji konsep dasar pendekatan saintifik, model pembelajaran penemuan, proyek, dan pembelajaran berbasis masalah.
- Diskusikan penerapan prinsip-prinsip tersebut dalam proses belajar mengajar.
- Hasil diskusi ditulis pada lembar jawaban 3 (LK 3) kemudian dipresentasikan di depan kelas.

NO	Pendekatan/Model Pembelajaran	DESKRIPSI
1.	Saintifik	..... ..... .....
2.	Penemuan	..... ..... .....
3.	Proyek	..... ..... .....
4.	Berbasis Masalah	..... .....



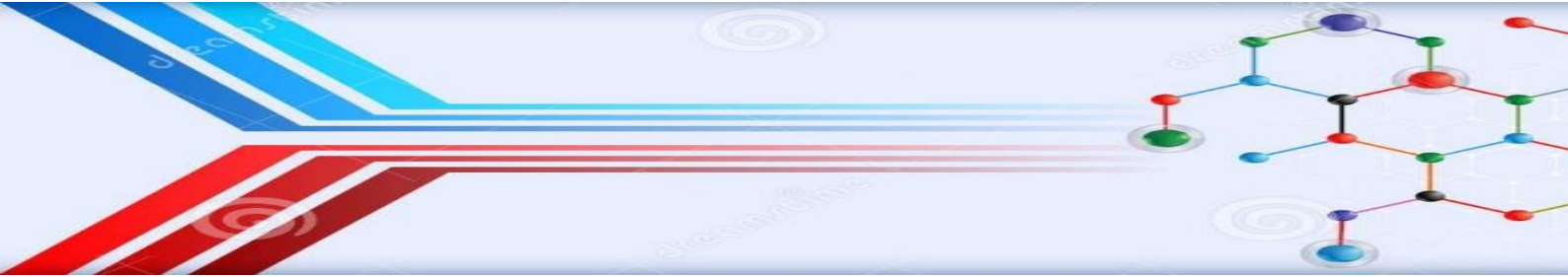
Lembar Kerja 4

PERMASALAHAN PENERAPAN PENDEKATAN/MODEL PEMBELAJARAN

Petunjuk

1. Secara berkelompok, tuliskan contoh keberhasilan Saudara dalam menerapkan pendekatan saintifik, model pembelajaran penemuan, proyek, berbasis masalah.

2. Secara berkelompok, tuliskan contoh kesulitan yang dialami Saudara dalam menerapkan pendekatan saintifik, model pembelajaran penemuan, proyek, berbasis masalah.

- 
3. Secara berkelompok, pilihlah permasalahan yang paling penting untuk segera ditemukan solusinya dalam menerapkan pendekatan saintifik, model pembelajaran penemuan, proyek, berbasis masalah

NO.	PERMASALAHAN	SOLUSI HASIL DISKUSI
		

Lembar Kerja 5

Petunjuk!

- Buat kelompok yang terdiri dari 3 – 5 orang
- Anda diminta untuk melaksanakan pembelajaran sesuai dengan pendekatan/model yang dipilih (saintifik, model pembelajaran penemuan, Proyek, dan berbasis masalah)

Laporkan hasil pelaksanaan pembelajaran yang dituangkan dalam LK 5.



DIREKTORAT JENDERAL
GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2016