

KONSEP DASAR FISIKA MODERN

Oleh
Dadan Rosana
Sukardiyono
Supriyadi

KAAN
MIPA UNY

1

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

2000

KATA PENGANTAR

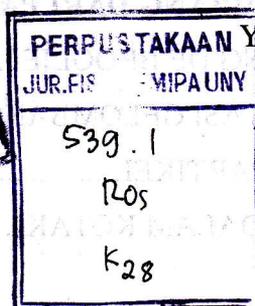
Puji syukur dipanjatkan kehadlirat Allah SWT., karena atas karunia dan rahmat-Nya kami dapat menyelesaikan penulisan buku ini.

Buku Konsep Dasar Fisika Modern ini ditulis sebagai salah satu buku Common Ground yang disponsori oleh IMSTEP JICA. Buku ini pada dasarnya terbagi atas empat bagian utama. *Pertama* mengenai pendahuluan menuju ke Fisika Modern dengan pembahasan mengenai gejala kuantum cahaya dan sifat gelombang partikel. *Kedua* mengenai penerapan sifat kuantum cahaya pada pembahasan mengenai teori atom. *Ketiga* pembahasan mengenai inti atom, dan *keempat* pembahasan mengenai penerapan sifat-sifat gelombang partikel pada zat padat. Buku ini disusun sedemikian rupa sehingga keterkaitan antar bab menjadi saling melengkapi. Namun demikian tambahan mengenai Bab Relativitas Khusus dibahas terdahulu sebagai teori penunjang bagi perkembangan pembahasan Fisika Modern pada bab-bab berikutnya.

Penyusun menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan buku ini masih banyak kekurangan-kekurangan yang merupakan keterbatasan dari kami sebagai tim penyusun. Oleh sebab itu digunakan banyak buku rujukan sebagai penunjang buku ini.

Besar harapan kami bahwa buku ini adalah merupakan buku awal yang akan terus direvisi oleh penyusun sehingga suatu saat bisa menjadi sebuah buku yang baik. Untuk itu maka diharapkan banyak sekali masukan dari pembaca dan pengguna buku ini, baik itu berupa kritik maupun saran.

Mudah-mudahan buku ini dapat bermanfaat untuk pengembangan keilmuan Fisika pada umumnya dan Fisika Modern pada khususnya.



Yogyakarta, Juni 2000

Tim Penyusun

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i	
DAFTAR ISI	ii	
BAB I	TEORI RELATIVITAS KHUSUS	1
	A. TRANSFORMASI GALILEO.....	1
	B. KEGAGALAN HIPOTESIS ETHER	4
	C. POSTULAT EINSTEIN	6
	D. DILATASI WAKTU	7
	E. PERGESERAN DOPPLER	9
	F. Pengerutan Panjang.....	11
	G. TRANSFORMASI LORENTZ.....	14
	H. DINAMIKA RELATIVISTIK.....	17
	RANGKUMAN	25
	CONTOH SOAL	29
BAB II	SIFAT PARTIKEL DARI GELOMBANG	33
	A. KUANTISASI MATERI.....	33
	1. PERCOBAAN TETES MINYAK MILIKAN.....	34
	2. PERCOBAAN TABUNG SINAR KATODA.....	35
	B. RADIASI BENDA HITAM.....	37
	C. EFEK FOTOLISTRIK	44
	D. SINAR-X DAN DIFRAKSI SINAR-X	51
	E. INTERAKSI SINAR-X DENGAN MATERI	55
	1. EFEK COMPTON	55
	2. PRODUKSI PASANGAN	60
BAB III	SIFAT GELOMBANG DARI PARTIKEL	62
	A. GELOMBANG DE BROGLIE	62
	B. REPRESENTASI GELOMBANG DE BROGLIE	63
	C. DIFRAKSI PARTIKEL	67
	D. PARTIKEL DALAM KOTAK	70

	E. PRINSIP KETIDAKPASTIAN	72
BAB IV	STRUKTUR ATOM	77
	A. MODEL ATOM THOMSON	77
	B. MODEL ATOM RUTHERFORD	78
	C. MODEL ATOM BOHR	88
	1. SPEKTRUM ATOMIK DAN TINGKAT ENERGI	88
	2. MODEL ATOM BOHR	91
	3. TRANSISI ELEKTRONIK DAN SPEKTRUM	94
	4. KOREKSI TERHADAP MODEL ATOM HIDROGEN MENURUT BOHR	95
BAB V	TINJAUAN KUANTUM ATOM HIDROGEN	98
	A. PERSAMAAN GELOMBANG MATERI SCHRODINGER .98	
	1. PENYELESAIAN KOMPONEN AZIMUTH DARI PERSAMAAN SCHRODINGER	100
	2. PENYELESAIAN KOMPONEN TANGENSIAL DARI PERSAMAAN SCHRODINGER	101
	3. PENYELESAIAN KOMPONEN RADIAL DARI PERSAMAAN SCHRODINGER	101
	B. INTERPRETASI BILANGAN-BILANGAN KUANTUM ...102	
	1. BILANGAN KUANTUM UTAMA	102
	2. BILANGAN KUANTUM ORBITAL	103
	3. BILANGAN KUANTUM MAGNETIK	105
	C. ATURAN SELEKSI	107
	D. SPIN ELEKTRON	108
	E. MOMEN MAGNET DAN EFEK ZEEMAN	112
	F. EKSKLUSI PAULI	114
	G. STRUKTUR HALUS SPEKTRUM ATOM	116
	H. STRUKTUR HIPERHALUS SPEKTRUM ATOM	118
	RANGKUMAN	120
	CONTOH SOAL	121

BAB VI	INTI ATOM	124
	A. STRUKTUR INTI	125
	B. RADIOAKTIVITAS	131
	1. MACAM-MACAM PELURUHAN RADIOAKTIV	131
	2. UMUR PARUH	133
	3. HUKUM PELURUHAN RADIOAKTIV	135
	C. REAKSI FISI DAN FUSI	136
	1. REAKSI FISI	136
	2. REAKSI FUSI	138
	D. SIKLOTRON.....	139
BAB VII	ZAT PADAT	142
	A. KRISTAL DAN AMORF	142
	B. IKATAN DALAM ZAT PADAT	143
	1. IKATAN IONIK	144
	2. IKATAN KOVALEN	145
	3. IKATAN VAN DER WALLS	147
	4. IKATAN LOGAM	147
	C. STRUKTUR KRISTAL	148
	D. SIFAT KELISTRIKAN ZAT PADAT	151
	1. HUKUM OHM	152
	2. EFEK HALL.....	154
	E. PITA ENERGI DAN SEMIKONDUKTOR	156
	Daftar Pustaka.....	159

BAB I

TEORI RELATIVITAS KHUSUS

Sebuah benda dikatakan bergerak relatif terhadap benda lain jika dalam selang waktu tertentu kedudukan relatif benda yang bersangkutan berubah terhadap benda yang lain tersebut. Sebaliknya, jika kedudukan relatif tersebut tidak berubah, benda yang bersangkutan dikatakan berada dalam keadaan diam. Keadaan diam atau Bergeraknya suatu benda merupakan konsep relatif, artinya bergantung pada keadaan relatif benda yang satu terhadap benda yang lain yang digunakan sebagai acuan. Untuk memerikan gerak suatu benda, seorang pengamat harus menentukan kerangka acuan inersial yang digunakan sebagai acuan untuk menganalisis gerakan benda tersebut.

Dalam bab ini, pembahasan masalah relativitas dibatasi pada masalah relativitas khusus yang membahas hubungan antara hasil pengamatan oleh dua pengamat yang saling bergerak relatif dengan kecepatan konstan v .

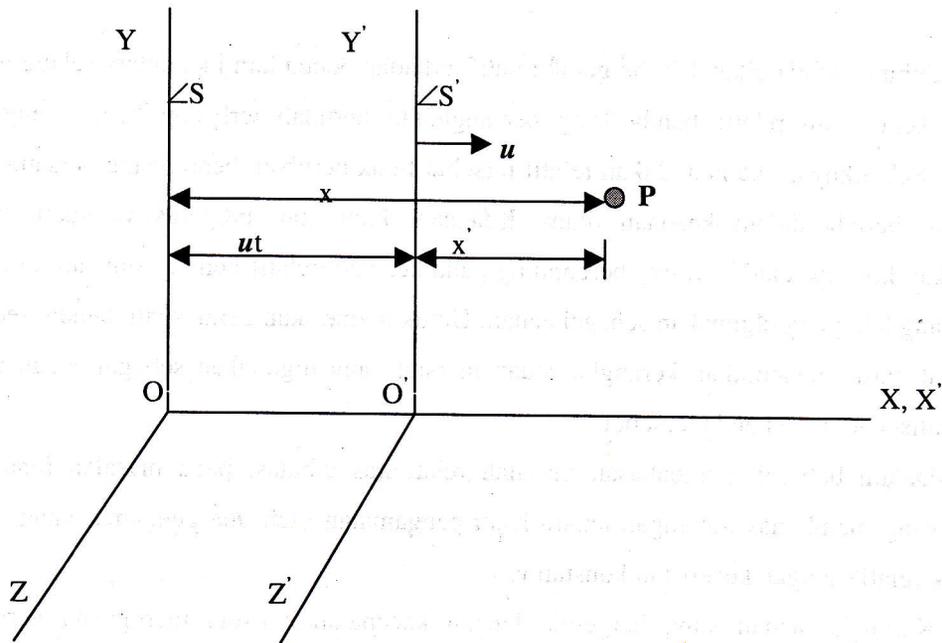
Kerangka acuan yang bergerak dengan kecepatan konstan merupakan kerangka acuan inersial. Kerangka acuan inersial yang bergerak dengan kecepatan konstan (dan tidak berotasi) terhadap kerangka acuan inersial yang lain merupakan kerangka acuan inersial juga. Kerangka acuan yang dipercepat terhadap suatu kerangka acuan inersial bukan merupakan kerangka acuan inersial.

Di dalam kerangka acuan inersial berlaku hukum pertama Newton yang merupakan hukum inersia, dimana benda dalam keadaan diam akan tetap diam dan benda yang bergerak akan tetap bergerak dengan kecepatan konstan dalam lintasan lurus jika tidak ada gaya luar yang bekerja pada benda-benda tersebut.

A. TRANSFORMASI GALILEO

Jika kita melakukan pengukuran dalam suatu kerangka acuan inersial yang satu dan selanjutnya ingin membandingkan dengan hasil pengukuran menurut seorang pengamat yang berada pada kerangka acuan inersial yang lain pada saat yang sama maka diperlukan *transformasi Galileo*, yang mengatakan bahwa kecepatan (relatif terhadap setiap kerangka acuan inersial) mematuhi aturan jumlah yang paling sederhana.

Selanjutnya, akan ditinjau kerangka acuan inersial S' yang bergerak dengan kecepatan konstan u terhadap kerangka acuan inersial S , seperti ditunjukkan dalam Gambar 1.1.



Gambar 1.1. Gerak relatif kerangka inersial S' dan S

Untuk menyederhanakan pembahasan tentang transformasi kecepatan ini dilakukan dengan memilih sistem koordinat kartesian dalam kedua kerangka acuan inersial sedemikian rupa sehingga gerak relatif u selalu pada arah sumbu x . Menurut pengamat dalam kerangka inersial S , kerangka inersial S' bergerak dengan laju u dalam arah sumbu x positif, atau dapat juga dikatakan bahwa kerangka inersial S bergerak dengan laju u dalam arah sumbu x negatif menurut pengamat dalam kerangka inersial S' . Pada saat $t = 0$ dan $t' = 0$, titik asal O dan titik asal O' berimpit.

Seandainya peristiwa terjadi di titik P yang mempunyai koordinat ruang dan waktu (x, y, z, t) menurut pengamat yang berada dalam kerangka acuan inersial S dan (x', y', z', t') menurut pengamat yang berada dalam kerangka acuan inersial S' . Bagaimanakah hubungan antara (x, y, z, t) dan (x', y', z', t') ?

Berdasarkan gambar 1.1., karena kerangka acuan inersial S' bergerak dengan laju u ke arah sumbu x (dan sumbu x') positif, maka pada saat t sekon jarak antara O' dan O adalah ut , sehingga hubungan antara koordinat-koordinat dalam dua kerangka acuan inersial tersebut adalah :

$$x' = x - ut \quad (1.1a)$$

$$y' = y \quad (1.1b)$$

$$z' = z \quad (1.1c)$$

$$t' = t \quad (1.1d)$$

Persamaan (1.1a s/d 1.1d) disebut **transformasi Galileo**. Transformasi balik Galileo dapat dituliskan sebagai :

$$x = x' + ut \quad (1.2a)$$

$$y = y' \quad (1.2b)$$

$$z = z' \quad (1.2c)$$

$$t = t' \quad (1.2d)$$

Selanjutnya, karena kedudukan benda merupakan fungsi dari waktu, maka transformasi untuk kecepatan dan percepatan diperoleh dengan melakukan penurunan secara berturut-turut dari koordinat kedudukan terhadap waktu (karena $t = t'$ maka operasi d/dt' identik dengan operasi d/dt), sehingga diperoleh :

$$\frac{dx'}{dt'} = \frac{dx}{dt} - u \quad \text{atau} \quad v_x' = v_x - u \quad (1.3a)$$

$$\frac{dy'}{dt'} = \frac{dy}{dt} \quad \text{atau} \quad v_y' = v_y \quad (1.3b)$$

$$\frac{dz'}{dt'} = \frac{dz}{dt} \quad \text{atau} \quad v_z' = v_z \quad (1.3c)$$

Untuk kasus yang lebih umum, berdasarkan persamaan (1.3a), (1.3b), (1.3c) dapat dibuktikan bahwa $v' = v - u$ (1.4)

Dengan melakukan penurunan terhadap waktu dari persamaan (1.3a), (1.3b), (1.3c) diperoleh:

$$\frac{dv_x'}{dt'} = \frac{dv_x}{dt} \quad \text{atau} \quad a_x' = a_x \quad (1.5a)$$

$$\frac{dv_y'}{dt'} = \frac{dv_y}{dt} \quad \text{atau} \quad a_y' = a_y \quad (1.5b)$$

$$\frac{dv_z'}{dt'} = \frac{dv_z}{dt} \quad \text{atau} \quad a_z' = a_z \quad (1.5c)$$

atau secara umum bisa dinyatakan bahwa :

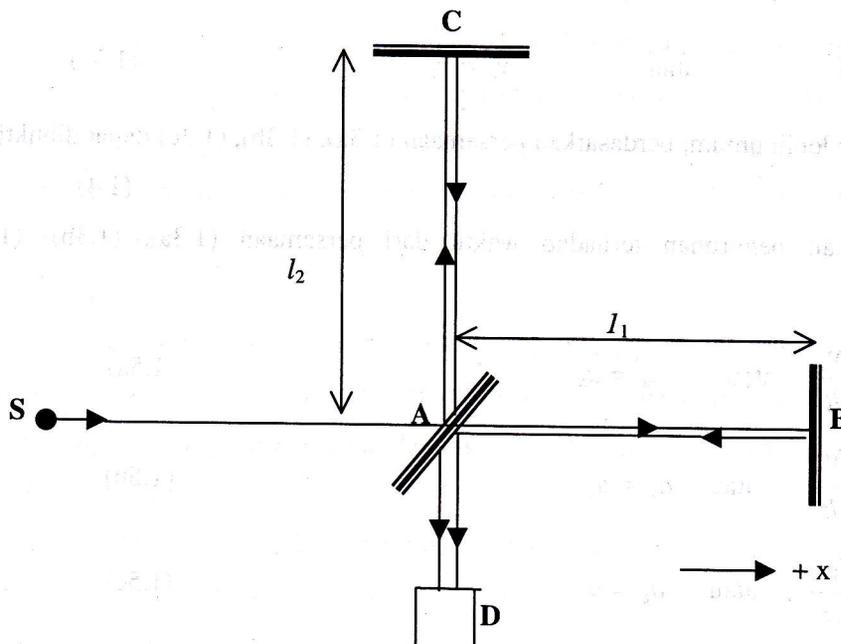
$$a' = a \quad (1.6)$$

Persamaan (1.6) menunjukkan bahwa hukum-hukum Newton tetap berlaku untuk kedua kerangka acuan yang bergerak relatif satu sama lain dengan kecepatan konstan.

B. KEGAGALAN HIPOTESIS ETHER

Sampai dengan akhir abad sembilan belas, para ilmuwan masih percaya adanya eter yang merupakan zat perantara bagi cahaya dan gelombang elektromagnetik lainnya. Oleh karena keberadaan eter belum pernah teramati, maka dipostulatkan bahwa eter merupakan zat yang tidak bermassa dan tidak tampak, tetapi mengisi seluruh ruangan dan berfungsi hanya untuk merambatkan gelombang elektromagnetik. Laju cahaya dan gelombang elektromagnetik lainnya diukur terhadap eter tsb. Dengan demikian, seorang pengamat yang bergerak dengan kecepatan u melalui eter akan mengukur kecepatan cahaya c' dan menurut transformasi Galileo $c' = c - u$. Hubungan inilah yang akan diuji secara eksperimen oleh beberapa ilmuwan.

Pada tahun 1887, Albert A. Michelson (1852 – 1931) dan Edward W. Morley (1838–1932) mencoba mengukur kecepatan aliran eter dengan menggunakan interferometer optis yang sangat peka yang dikenal dengan interferometer Michelson, bila memang eter tersebut benar-benar ada. Gambar 1.2. menunjukkan skema percobaan yang dilakukan oleh Albert A. Michelson dan Edward W. Morley.



Gambar 1.2. Skema percobaan yang dilakukan oleh Michelson-Morley

Seberkas cahaya yang dipancarkan sumber cahaya S dipisahkan menjadi dua berkas di titik A. Berkas yang satu dipantulkan oleh cermin B, sedangkan berkas yang lainnya dipantulkan di cermin C. Kedua berkas tersebut kemudian diperpadukan kembali untuk diamati interferensinya di D.

Untuk membahas percobaan ini, misalkan dalam suatu kerangka acuan S yang dipilih laju cahaya ke segala arah adalah sama yaitu c . dan bumi bergerak dengan kecepatan V ke arah x positif terhadap kerangka acuan S. Dengan demikian menurut seorang pengamat di bumi besarnya kecepatan cahaya adalah $c - V$. Waktu yang diperlukan oleh cahaya untuk menempuh jarak dari pemecah berkas (*beam splitter*) A ke cermin datar B dengan kecepatan $c - V$ dan kembali ke A dengan kecepatan $c + V$ setelah mengalami pemantulan oleh cermin datar B :

$$t_1 = \frac{l_1}{c-V} + \frac{l_1}{c+V} = \frac{2l_1c}{c^2 - V^2} \quad (1.7)$$

dengan l_1 adalah jarak AB.

Dalam perjalanannya dari A ke cermin datar C dan kembali ke A dengan setelah mengalami pemantulan oleh cermin datar C, karena kecepatan cahaya c tegak lurus V , maka sehingga kecepatan menurut pengamat yang ada di bumi adalah :

$$c' = \sqrt{c^2 - V^2} \quad (1.8)$$

Waktu yang diperlukan oleh cahaya untuk menempuh jarak dari pemecah berkas (*beam splitter*) A ke cermin datar C dan kembali ke A (dengan kecepatan c) setelah mengalami pemantulan oleh cermin datar C :

$$t_2 = \frac{2l_2}{\sqrt{c^2 - V^2}} \quad (1.9)$$

Perbedaan waktu tempuhnya adalah

$$\Delta t = t_1 - t_2 = \frac{2l_1c}{c^2 - V^2} - \frac{2l_2}{\sqrt{c^2 - V^2}} \quad (1.10)$$

Peralatan tersebut kemudian diputar sebesar 90° , sehingga peranan l_1 dan l_2 , serta t_1 dan t_2 saling dipertukarkan (menjadi t_1' dan t_2'). Dengan demikian perbedaan waktu tempuhnya :

$$\Delta t' = t_1' - t_2' = \frac{2l_1}{\sqrt{c^2 - V^2}} - \frac{2l_2c}{c^2 - V^2} \quad (1.11)$$

Dengan pemutaran alat sebesar 90° diharapkan terjadi pergeseran pola interferensi yang teramati oleh detektor D sebesar :

$$\delta = c \frac{(\Delta t - \Delta t')}{\lambda} = 2 \frac{(l_1 + l_2)}{\lambda} \left[\frac{1}{\sqrt{1 - V^2/c^2}} - \frac{1}{1 - V^2/c^2} \right]$$

untuk V yang jauh lebih dari c diperoleh :

$$\delta \approx \frac{(l_1 + l_2)}{\lambda} \left[\frac{V^2}{c^2} \right] \quad (1.12)$$

Michelson dan Morley melakukan percobaan dengan menggunakan ukuran $(l_1 + l_2) = 22 \text{ m}$ $\lambda = 5,9 \times 10^{-7} \text{ m}$, sedangkan laju V sesuai dengan laju gerak bumi mengitari matahari yaitu sekitar 30 km/s . Untuk nilai-nilai tersebut diharapkan nilai $\delta \approx 0,37$ yang cukup signifikan. Berdasarkan hasil pengamatan ternyata tidak terjadi pergeseran pola interferensi. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kecepatan cahaya tetap besarnya tidak tergantung pada kerangka pengamatannya. Hasil ini juga menunjukkan bahwa *eter* yang berfungsi untuk merambatkan cahaya dan gelombang elektromagnetik lainnya tidak ada. Sebab seandainya ia ada maka harus mempunyai kecepatan relatif V terhadap matahari dan bintang lainnya sebesar 30 km/s sehingga pergeseran pola interferensi akan teramati pada detektor D.

C. POSTULAT EINSTEIN

Menurut transformasi Galileo yang menyatakan bahwa kecepatan (termasuk kecepatan cahaya) yang teramati oleh pengamat yang berada pada dua kerangka acuan yang berbeda yang saling bergerak relatif satu sama lain tergantung pada kecepatan relatif kerangka acuan tersebut.

Sedangkan percobaan Michelson-Morley yang dilakukan pada tahun 1887 telah membuktikan bahwa kecepatan cahaya tidak dipengaruhi oleh kecepatan kerangka acuan.

Untuk mengatasi permasalahan yang muncul dalam percobaan Michelson-Morley, Einstein pada tahun 1905 mengajukan dua postulat sebagai berikut :

1. Asas relativitas : hukum-hukum fisika mempunyai bentuk yang sama di dalam setiap kerangka acuan inersial.
2. Ketidakubahan laju cahaya : laju cahaya mempunyai nilai yang sama di semua kerangka inersial, tidak bergantung dari gerak sumber maupun pengamatnya

Postulat tersebut yang kemudian dikenal dengan Teori Relativitas Khusus. Teori relativitas khusus ini cocok dengan eksperimen dan belum pernah ditemukan keberatan secara eksperimen terhadap teori ini.

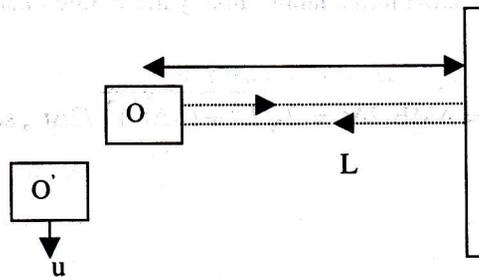
D. DILATASI WAKTU

Postulat pertama dari Einstein pada prinsipnya menegaskan bahwa tidak ada satupun percobaan yang mampu mengukur kecepatan secara mutlak, tetapi yang dapat diukur hanyalah kecepatan relatif dari dua kerangka acuan inersial.

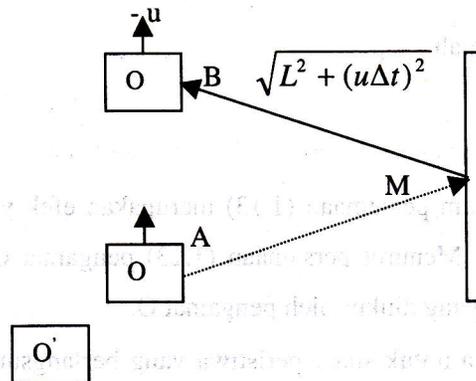
Sedangkan postulat kedua menegaskan kebenaran dari percobaan Michelson-Morley yang menyatakan bahwa laju cahaya adalah sama bagi semua pengamat, meskipun mereka dalam keadaan saling bergerak relatif. Hal ini bertentangan dengan perkiraan menurut transformasi Galileo.

Selanjutnya, kita akan membahas beberapa akibat dari postulat yang diusulkan oleh Einstein di atas dan membahas transformasi matematika yang taat asas dengan ketidakubahan laju cahaya.

Suatu kerangka acuan S' yang bergerak dengan kecepatan konstan u terhadap kerangka acuan S , seperti ditunjukkan dalam Gambar 1.3.



Gambar 1.3a. Pengamat O mengirimkan dan menerima seberkas cahaya yang dipantulkan oleh sebuah cermin. Pengamat O' sedang bergerak dengan laju u



Gambar 1.3b. Menurut pengamat O berkas cahaya dikirimkan oleh pengamat O di titik A dan diterima kembali di titik B.

dan seterusnya

BAB VII

ZAT PADAT

Pemahaman mengenai zat padat sangat penting mengingat kehidupan manusia begitu banyak bergantung dari keberadaan dan kemanfaatan zat padat itu. Mulai dari tempat hidup, sarana hidup yang sederhana sampai piranti yang modern yang rumit, semuanya terdiri dari zat padat. Dalam zaman teknologi sekarang ini peranan ilmu mengenai zat padat menjadi semakin penting karena fungsinya yang sangat besar dalam peralatan berteknologi tinggi saat ini. Untuk itu sangat diperlukan pemahaman mengenai sifat-sifat zat padat seperti, kekuatan, kekerasan, kelistrikan, sifat termal, sifat listrik, dan lain-lain, yang ditentukan oleh struktur internal zat padat tersebut.

Pemahaman mengenai sifat-sifat zat padat erat kaitannya dengan pemahaman mengenai struktur zat padat tersebut sehingga tidak lepas dari pemahaman mengenai bagaimana cara-cara atom berikatan dengan atom sekitarnya dalam kristal, molekul, atau struktur mikro lainnya. Sifat suatu zat padat sangat ditentukan oleh ikatan antar atom, baik dengan atom lain, molekul atau struktur mikro lainnya. Semakin kuat ikatan yang terjadi misalnya, maka energi yang diperlukan untuk memisahkan antar atom itu (misal pada peristiwa peleburan) menjadi semakin tinggi. Sedangkan mobilitas elektron dalam zat padat menentukan daya hantar listrik dari zat padat tersebut.

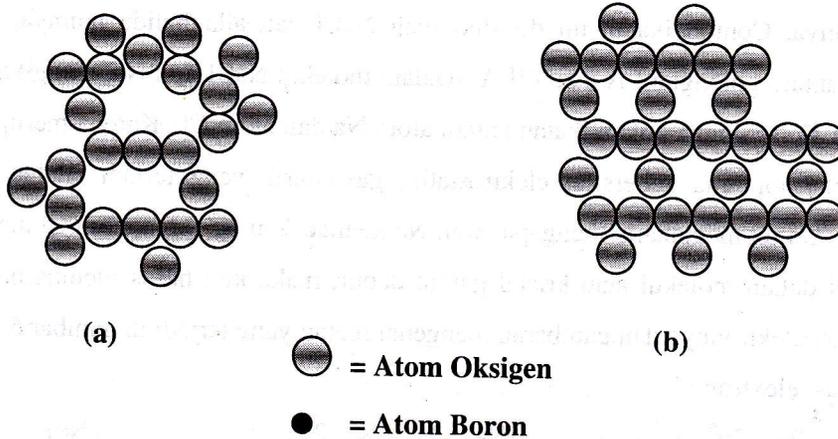
A. KRISTAL DAN AMORF

Dilihat dari strukturnya maka zat padat dibagi dalam dua katagori utama yaitu kristal (*crystalline*) dan amorf (*amorphous*). Pada dasarnya kebanyakan zat padat berbentuk kristal, dalam hal ini keberadaan atom, ion, atau molekul-molekul dalam zat pada tersebut memiliki kedudukan yang teratur membentuk suatu pola tertentu dalam tiga dimensi. Pola yang teratur ini terulang terus dalam rentang yang panjang.

Selain kristal dikenal juga zat padat Amorf. Pada amorf atom-atom, ion-ion, atau molekul-molekulnya tidak memiliki pola yang teratur, tidak ada pola tertentu yang terulang secara jelas seperti pada kristal. Hal ini didapati pada beberapa zat padat seperti kaca, kebanyakan plastik, dan beberapa logam.

Selain itu ada juga zat yang bisa memiliki dua keadaan itu misalnya Boron trioksida (B_2O_3). Hal ini bisa dipandang sebagai cairan kelewat dingin, karena proses

pembekuan yang terjadi dengan sangat cepat. Pada kristal B_2O_3 pola keteraturan terjadi dalam rentang yang panjang sedangkan amorfus terjadi dalam rentang yang pendek. Perhatikan gambar di bawah ini.



Gambar 7.1. Penggambaran 2 dimensi dari B_2O_3 . (a) Amorfus, hanya teratur pada jangkauan pendek (b) Kristal, memiliki keteraturan dalam jangkauan yang panjang.

B. IKATAN DALAM ZAT PADAT

Wujud zat padat memiliki ciri bentuk dan volume yang sukar berubah. Dari berbagai eksperimen diperoleh bahwa zat padat memiliki susunan serta jarak atom yang simetris. Ini berarti atom-atom penyusunnya berada dalam keadaan kesetimbangan atau ada pada kedudukan dengan tingkat energi terendah. Semua atom terdiri dari partikel elementer seperti elektron, proton, neutron serta partikel lainnya. Yang menjadi pertanyaan adalah apa yang menyebabkan atom-atom itu bisa bersatu bersama ?

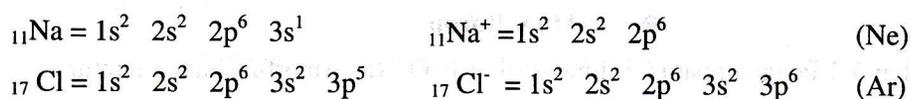
Untuk memahaminya maka kita perlu mempelajari mengenai berbagai ikatan yang terjadi pada zat padat dimana hal ini sangat terkait dengan struktur molekulernya. Setiap molekul dari zat tertentu memiliki struktur dan komposisi atom tertentu yang sangat khas. Bila salah satu atom hilang dari molekul itu atau ada atom lain yang terikat maka akan dihasilkan jenis molekul lain dengan sifat yang berbeda dengan molekul semula.

Suatu molekul terjadi karena interaksi yang terjadi antara sekelompok atom tertentu sedemikian sehingga energi sistem bersama lebih kecil dari energi atom-atom penyusunnya dalam keadaan terpisah. Sebaliknya bila interaksi ini menyebabkan total

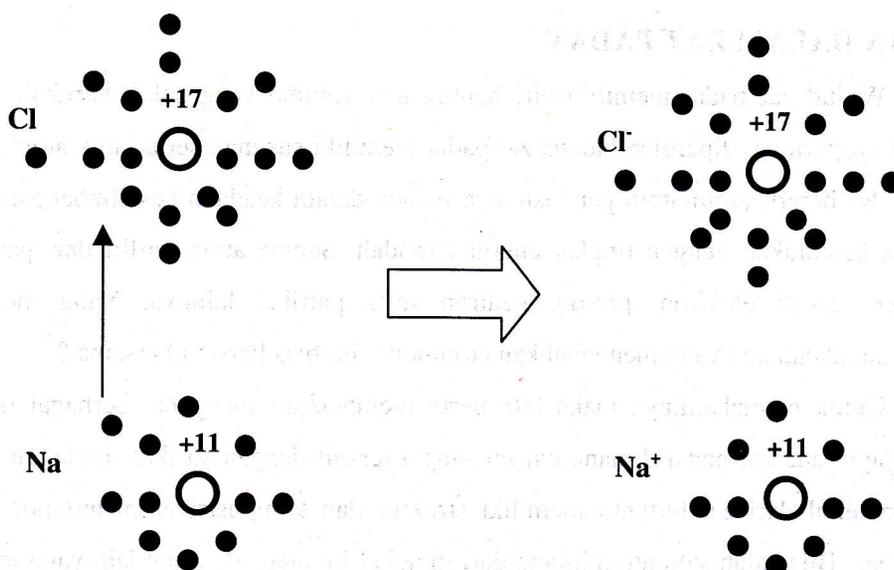
1. Ikatan Ionik

Satu atau lebih elektron dari salah satu atom mungkin beralih ke atom lain sehingga terjadilah ion positif dan ion negatif yang saling tarik menarik satu dengan yang lainnya. Contoh ikatan ini dimiliki oleh NaCl dan alkali halida lainnya, yaitu senyawa antara golongan I A dan VII A. Dalam molekul NaCl, ion Na^+ mengikat diri pada ion Cl^- , sehingga bukan ikatan antara atom Na dan atom Cl. Karena merupakan ikatan antar ion, maka bersifat elektrostatis, gaya tarik yang terjadi adalah gaya Coulomb. Untuk memahami mengapa atom Na menjadi ion Na^+ dan atom Cl menjadi ion Cl^- di dalam molekul atau kristal garam dapur, maka kita harus memperhatikan konfigurasi elektronnya dan gambaran mengenai ikatan yang terjadi di gambar 6.2.

Konfigurasi elektron :



Gambar ikatan yang terjadi adalah :

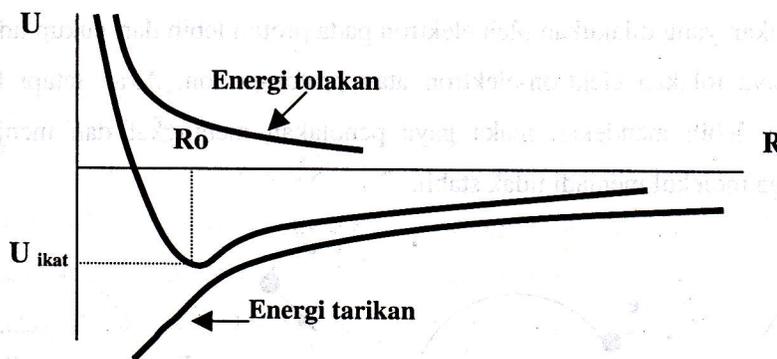


Gambar 7.2. Ikatan ionik pada NaCl yang terjadi melalui perpindahan elektron dari atom natrium ke atom klor, sehingga menghasilkan ion yang saling tarik menarik.

Setiap atom cenderung memiliki konfigurasi elektron atom gas mulia, yakni kulit dan sub kulit penuh. Dengan demikian konfigurasi itu sangat stabil. Maka atom

${}_{11}\text{Na}$ yang memiliki satu elektron diluar kulit L ($n = 2$) yang penuh ($3s^1$), dengan mudah akan melepaskan elektron itu seandainya ada atom lain yang menerimanya. Atom Na menjadi ion Na^+ dengan konfigurasi gas mulia (atom Ne). Sebaliknya elektron yang dilepas itu segera ditangkap atom ${}_{17}\text{Cl}$ melengkapi konfigurasi elektronnya sehingga sama dengan konfigurasi gas mulia (Ar). Kedua ion sekarang memiliki kulit (sub kulit) yang penuh sehingga distribusi muatannya berbentuk sferis hingga dapat digambarkan sebagai bola pejal.

Dalam ikatan ionik terjadi serah terima elektron dari satu atom ke atom lainnya. Kedua ion berlainan jenis ini saling tarik menarik sehingga saling mendekati. Meskipun demikian tidak akan sampai distribusi muatannya tumpang tindih, karena pada jarak tertentu akan timbul gaya tolak, sehingga akhirnya timbul jarak keseimbangan R_0 , dimana gaya tarik dan gaya tolak seimbang. Gaya tolak berasal dari asas larangan Pauli dimana awan elektron kedua ion tidak boleh tumpang tindih, sebab akan ada tingkatan elektron yang dapat dihuni oleh lebih dari satu elektron.



Gambar 7.3. Sketsa energi tarikan dan tolakan pada ikatan ionik

2. Ikatan Kovalen

Ikatan kovalen atau ikatan homopolar terjadi karena dua atom atau lebih saling memberikan elektron yang membentuk elektron bersama (*sharing electron*). Dalam peredarannya elektron yang dimiliki bersama itu menggunakan waktunya lebih banyak untuk berada diantara atom-atom itu daripada berada ditempat lain. Keberadaan elektron bersama inilah yang menyebabkan gaya tarikan antara elektron dengan atom induknya. Ikatan kovalen didapati antara lain pada molekul H_2 , Cl_2 , pada kristal Ge, Si, Sn dan intan. Sebagai contoh akan dibicarakan molekul Cl_2 . Gas Cl_2 terdiri dari molekulmolekul Cl_2 . Dalam molekul Cl_2 masing-masing atom ${}_{17}\text{Cl}$ berusaha melengkapi sub kulit 3 p-nya. Karena tidak ada atom yang menyerahkan

dan seterusnya

DAFTAR PUSTAKA

- Arthur Beiser, 1983, *Konsep Fisika Modern* (Terjemahan : The Houw Liong), Erlangga, Jakarta
- Kennet Krane, 1992, *Fisika Modern* (Terjemahan : Hans J. Wospakrik), UI Press, Jakarta
- Kusminarto, 1993, *Pokok-Pokok Fisika Modern*, Dirjendikti Depdikbud, Jakarta.
- Roy, R.R, and Nigam, B.P. 1979. *Nuclear Physics* (Theory and Eksperiment). Wiley Eastern Limited. New Delhi.
- Supangkat, H. 1987. *Catatan Kuliah Fisika Modern*. ITB. Bandung
- Wehr. M.R. et. Al, 1980, *Physics of The Atom*, Addition-Wesley, Manila.
- Sumardi, Y. 1987. *Modul Fisika Inti*. Modul Universitas Terbuka. Jakarta