

**PETUNJUK PRAKTIKUM**  
**FISIKA ATOM**



Oleh:  
**Yusman Wiyatmo, dkk.**

**LABORATORIUM FISIKA LANJUT**  
**JURUSAN PENDIDIKAN FISIKA**  
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**  
**UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**  
**2020**

## TATA TERTIB PRAKTIKUM

Selama kegiatan praktikum mahasiswa:

1. Bekerja dengan tenang sesuai dengan prosedur dan buku manual alat.
2. Diwajibkan menggunakan pakaian yang rapi dan sopan.
3. Tidak( diperkenankan memakai kaos oblong, pakaian ketat, sandal, atau topi)
4. Dilarang makan, minum, atau merokok.
5. Diwajibkan hadir tepat waktu sesuai jadwal. Mahasiswa yang terlambat lebih dari 15 menit tidak diperkenankan mengikuti kegiatan praktikum.
6. Jumlah maksimum inhal yang diperbolehkan bagi mahasiswa yang mengulang percobaan dengan alasan sakit adalah satu (1) percobaan.
7. Mahasiswa yang inhal lebih dari satu (1) percobaan dinyatakan gugur dalam menempuh praktikum.
8. Hal-hal yang terkait dengan pelaksanaan praktikum di Laboratorium diatur tersendiri dalam tata tertib praktikum.

## DAFTAR ISI

Percobaan 1. Simpangan Sinar Katoda	4
Percobaan 2. Efek Hall	8
Percobaan 3. Frank-Hertz	13
Percobaan 4. Spektroskopi Atom	20
Percobaan 5. Efek Foto Listrik	23
Percobaan 6. Difraksi Sinar-X	27

## PERCOBAAN I

### SIMPANGAN SINAR KATODA OLEH MEDAN ELEKTROSTATIKA

#### I. Pendahuluan

Perkembangan pompa-pompa hampa dan tersedianya tegangan-tegangan yang sangat tinggi pada pertengahan abad ke-19 telah mendorong para ahli fisika untuk mengadakan penelitian tentang daya hantar listrik oleh gas. Pada keadaan biasa (tekanan gas sama dengan tekanan udara luar), gas merupakan isolator yang baik, sebab untuk menghantarkan arus listrik antara dua titik di udara yang bertekanan 1 atmosfer diperlukan tegangan listrik sekitar 30.000 volt/cm.

Penelitian tentang daya hantar listrik oleh gas dalam tabung pelucutan gas menunjukkan bahwa pada tekanan rendah (kira-kira 0,01 mmHg) tabung gelas berpijar kehijau-hijauan terutama pada daerah di sekitar anoda (daerah yang berhadapan dengan katoda). Berdasarkan serangkaian penelitian yang dilakukan oleh para ahli fisika pada tahun 1870, disimpulkan bahwa cahaya kehijau-hijauan merupakan hasil radiasi sinar yang bergerak dari katoda menuju anoda, sehingga sinar ini disebut sinar katoda. Sinar-sinar katoda ini selanjutnya diketahui sebagai partikel-partikel bermuatan negatif yang sekarang disebut elektron.

Pada tahun 1897, J.J. Thomson (1856 — 1940) dengan menggunakan tabung pelucutan gas berhasil menghitung perbandingan antara muatan dan massa ( $e/m$ ) elektron. Untuk menghormati jasanya, beliau ditetapkan sebagai penemu elektron.

#### II. Tujuan

Setelah melakukan percobaan ini diharapkan mahasiswa memiliki kemampuan untuk :

1. Menyelidiki pembelokan sinar katoda oleh medan magnet
2. Menjelaskan hal-hal yang berhubungan dengan pembelokan lintasan elektron sinar katoda oleh medan. magnet.
3. Menentukan besarnya nilai muatan per satuan massa ( $e/m$ ) elektron berdasarkan lintasan elektron sinar katoda oleh medan magnet dalam tabung sinar katoda.

#### III. Dasar Teori

Perkembangan ilmu pengetahuan fisika terutama yang menyangkut fisika atom mengalami perkembangan yang sangat pesat setelah J.J. Thomson (1856 - 1940) menemukan partikel elementer yang dinamakan elektron. Penemuan elektron ini diawali dengan penelitian tentang sinar katoda oleh William Crookes (1892 - 1919) yang diperoleh kesimpulan bahwa : (1) sinar katoda merambat menurut garis lurus, (2) dapat memendarkan sulfida seng dan barium platinasianida, (3) terdiri atas partikel-partikel bermuatan negatif, (4) dapat menghasilkan panas, (5) mampu menghitamkan plat foto, (6) dibelokkan oleh medan listrik dan medan magnet ke arah tertentu, (7) dapat menghasilkan sinar-X.

Berdasarkan sifat-sifat sinar katoda di atas, J.J. Thomson mengusulkan bahwa sinar katoda merupakan aliran elektron-elektron yang keluar dari katoda menuju anoda dengan kecepatan tinggi. Selanjutnya, Thomson berhasil merancang dan melakukan percobaan untuk menentukan perbandingan antara muatan per satuan massa ( $e/m$ ) partikel bermuatan negatif yang terdapat pada berkas sinar katoda.

Elektron yang dihasilkan oleh katoda akibat proses pemanasan dengan menggunakan filamen pemanas (proses thermo elektron) dipercepat menuju anoda oleh suatu beda potensial antara anoda dan katoda sebesar  $V$ . Jika kecepatan elektron pada saat lepas dari katoda karena proses pemanasan diabaikan, maka kelajuan elektron  $v$  pada saat melewati anoda dapat dihitung berdasarkan hukum kekekalan energi sebagai berikut :

$$\frac{1}{2}mv^2 = eV$$

atau

$$v = \sqrt{\frac{2eV}{m}} \dots\dots\dots (1)$$

dengan  $e$  = muatan elektron  
 $m$  = massa elektron

Elektron yang bergerak -dengan kecepatan  $v$  tegak lurus terhadap medan magnet homogen  $B$ , akan melakukan gerak melingkar dengan jari-jari  $R$  karena pengaruh gaya Lorentz  $\mathbf{F} = e\mathbf{v} \times \mathbf{B}$  yang berfungsi sebagai gaya sentripetal sehingga berlaku persamaan :

$$evB = \frac{mv^2}{R}$$

atau

$$eB = \frac{mv}{R} \dots\dots\dots (2)$$

Berdasarkan persamaan (1) dan (2), perbandingan muatan terhadap massa elektron dapat ditentukan dengan persamaan

$$\frac{e}{m} = \frac{2V}{r^2 B^2} \dots\dots\dots (3)$$

Medan magnet yang tertulis pada persamaan (3) dihasilkan oleh kumparan Helmholtz yang tersusun atas dua kumparan sejajar dan terletak dalam satu sumbu (coaxial) dengan jari-jari  $R$ . Jika di dalam kumparan Helmholtz tersebut dialiri arus listrik  $I$  dengan arah yang sama, maka akan dihasilkan medan magnet homogen yang

sejajar dengan sumbu kumparan tersebut. Menurut hukum Biot-Savart besarnya kuat medan magnet di antara dua kumparan tersebut adalah :

$$B = \frac{8 \mu_0 NI}{5\sqrt{5} R} \dots\dots\dots (4)$$

dengan  $\mu_0$  = permeabilitas ruang hampa

$N$  = jumlah lilitan

Dengan mengambil  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$  H/m, dan khusus untuk alat yang digunakan dalam eksperimen ini mempunyai jumlah lilitan  $N = 130$  lilitan serta  $R = 0,150$  m, sehingga diperoleh besarnya kuat medan magnet di antara dua kumparan tersebut adalah

$$B = 7,793 \times 10^{-4} I \quad (\text{Wb/m}^2) \dots\dots\dots (5)$$

Selanjutnya, substitusikan persamaan (5) ke dalam persamaan (3) maka diperoleh :

$$\frac{e}{m} = \frac{2V}{R^2(7,793 \times 10^{-4} I)^2} \dots\dots\dots (6)$$

dengan menggunakan persamaan (6) kita akan menentukan besarnya harga perbandingan muatan (e) terhadap massa (m) elektron.

#### IV. Alat

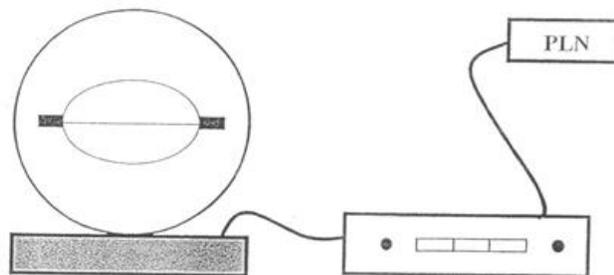
Alat yang digunakan dalam percobaan ini merupakan seperangkat peralatan " e/m Apparatus EM-2N " yang terdiri atas :

1. Tabung lucutan yang berisi gas Helium.
2. Unit Power Supply yang menyediakan tegangan pemanas (heater), tegangan pemercepat (V) pada anoda dan arus (I) yang mengalir pada kumparan Helmholtz.
3. Kumparan Helmholtz dengan spesifikasi  $N= 130$  lilitan dan  $R = 0,150$  m

#### V. Langkah Kerja

Adapun langkah-langkah percobaan atau eksperimen ini adalah sebagai berikut :

1. Susunlah alat seperti gambar berikut :



Gambar 1.1. Skema rangkaian peralatan percobaan e/m

2. Pastikan saklar unit power supply dalam keadaan OFF dan tombol pengatur tegangan anoda V dan arus I yang mengalir pada kumparan Helmholtz pada keadaan minimum.
3. Hubungkan unit power supply dengan sumber tegangan PLN. Hidupkan unit power supply dengan menekan tombol power supply pada posisi ON.
4. Ketika katoda berubah menjadi merah dan panas, naikkan tegangan power supply secara bertahap dengan cara memutar tombol pengatur tegangan searah jarum jam. Pada tegangan sekitar 90 V akan teramati lintasan gerak lurus elektron yang berwarna hijau.
5. Perbesarlah arus (I) yang mengalir pada kumparan Helmholtz dengan cara memutar tombol pengatur arus searah jarum jam.
6. Amati gejala yang terjadi pada tabung pelepas elektron. Tampak bahwa lintasan elektron mulai membelok dan lintasannya berbentuk lingkaran.
7. Untuk tegangan pemercepat elektron (V) yang konstan, naikkan arus (I) yang mengalir pada kumparan Helmholtz secara bertahap dan catat hasil pengukuran jari-jari lintasan orbit elektron (R).
8. Catatlah hasil pengamatan ke dalam tabel sebagai berikut :  
Untuk tegangan pemercepat elektron (V) yang konstan.

V= ..... Volt

No	I (Ampere)	R (cm)

#### Tugas-tugas

1. Buatlah grafik hubungan antara jari-jari lintasan elektron (R) dengan arus (I) yang mengalir pada kumparan Helmholtz.
2. Tentukan nilai (e/m) berdasarkan kedua grafik tersebut.
3. Bandingkan nilai (e/m) yang diperoleh secara grafik dengan nilai (e/m) yang diperoleh dari perhitungan.

#### Daftar Pustaka

Anonim. 2000. *E/M Apparatus EM-2N*. Japan : Shimadzu Rika Instrumens Co. Ltd.

Halliday dan Resnick. 1992. *Fisika Jilid II (terjemahan Pantur Silaban dan Erwin Sucipto)*. Jakarta : Erlangga.

Kanginan, M. 1996. *Fisika 2B*. Jakarta : Erlangga.

Wehr, M.R., [et.al](#). 1980. *Physics Of The Atom*. Manila : Addison-Wesley Publishing Company.

## PERCOBAAN II

### EFEK HALL

#### I Pendahuluan

Sebuah partikel bermuatan yang bergerak di dalam suatu medan magnet homogen akan mengalami gaya magnet, sehingga gerakan partikel bermuatan tersebut mengalami pembelokan. Besarnya gaya magnet yang dialami partikel tersebut berbanding lurus dengan  $q$  (muatan partikel),  $v$  (laju partikel),  $B$  (besarnya medan magnet), dan  $\sin \theta$ , dengan  $\theta$  adalah sudut yang dibentuk oleh arah kecepatan  $v$  dan arah medan magnet  $h$ .

Elektron yang bergerak dengan kecepatan  $v$  tegak lurus terhadap medan magnet homogen  $B$  ( $\theta = 90^\circ$ ) akan melakukan gerak melingkar dengan jari-jari  $R$  dan elektron yang bergerak dengan kecepatan  $v$  tidak tegak lurus terhadap medan magnet homogen  $B$  ( $\theta < 90^\circ$ ) akan melakukan gerak dengan lintasan berbentuk heliks karena pengaruh gaya Lorentz  $\mathbf{F} = e\mathbf{v} \times \mathbf{B}$  yang berfungsi sebagai gaya sentripetal. Berdasarkan gejala tersebut, J.J. Thomson dengan menggunakan tabung sinar katoda berhasil menentukan nilai perbandingan antara muatan listrik dengan massa muatan listrik ( $e/m$ ).

Gejala yang sama juga diamati oleh Edwin H. Hall. Beliau menemukan adanya pemisahan muatan listrik pada suatu pita semikonduktor atau konduktor akibat pengaruh medan magnet. Medan magnet ini akan menimbulkan gaya magnetik pada partikel pembawa muatan dalam pita semikonduktor atau konduktor berarus, sehingga menyebabkan terjadinya beda potensial melintang pada pita semikonduktor atau konduktor dan biasa disebut sebagai *potensial Hall*.

#### I. Tujuan

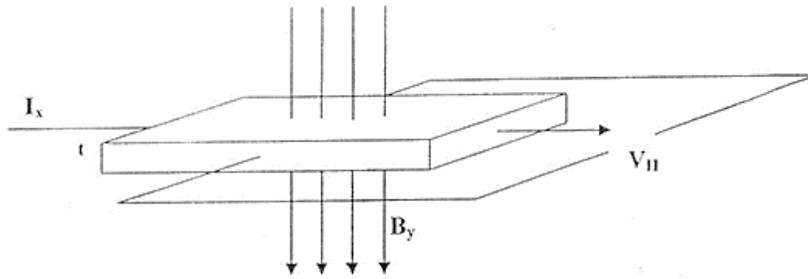
Setelah melakukan percobaan ini diharapkan mahasiswa memiliki kemampuan untuk

1. Mempelajari efek Hall atau timbulnya efek Hall dengan besaran-besaran yang bersangkutan.
2. Mengukur besaran konstanta Hall.
3. Menghitung besarnya rapat partikel bermuatan dalam suatu bahan.
4. Menghitung hambatan jenis elemen Hall.

#### II Dasar Teori

Efek Hall adalah terjadinya beda potensial yang selanjutnya disebut dengan beda potensial Hall listrik diantara permukaan (kulit) suatu bahan yang dialiri arus listrik dan diletakkan di dalam suatu medan magnet. Proses terjadinya beda potensial Hall dapat dijelaskan sebagai berikut :

Ditinjau suatu bahan tipis dengan tebal  $t$ , panjang  $p$  dan lebar  $l$  lihat (Gambar 2.1). Bila bahan tersebut diletakkan dalam suatu medan magnet  $B_y$  dan dialiri aliri arus listrik  $I_x$ , akibat pengaruh gaya Lorent, maka diantara kedua sisi pada arah sumbu  $z$  timbul suatu beda potensial yang disebut dengan beda potensial Hall ( $V_H$ ).



Gambar 2.1. Gambar elemen Hall

Besarnya tegangan Hall ( $V_H$ ) yang terjadi diantara kedua sisi pada arah sumbu  $z$  dapat dinyatakan sebagai berikut

$$V_H = \frac{R_H I_x B_y}{t} \dots\dots\dots (1)$$

dengan :

- $I_x$  : Arus Listrik
- $B_y$  : Medan Listrik
- $R_H$  : Konstanta Hall
- $t$  : Tebal Plat

Efek ini menunjukkan bahwa jika elektron atau hole positif sebagai partikel pembawa arus pada konduksi listrik dari satu bagian ke bagian yang lain akan membelok karena pengaruh medan magnet. Gaya pembelokan ini disebut gaya Lorentz. Konstanta Hall  $R_H$  pada persamaan (1) dapat dinyatakan sebagai:

$$R_H = \frac{V_H l}{I_x B_y} = \frac{1}{ne} \dots\dots\dots (2)$$

Apabila elemen Hall mempunyai ukuran panjang  $p$  lebar  $l$  dan tebal  $t$ , maka elemen Hall tersebut mempunyai hambatan jenis  $\rho$  sebesar:

$$\rho = \frac{V_x p l}{I_x t} \dots\dots\dots (3)$$

dengan  $V_x$ , merupakan penurunan tegangan elemen Hall.

Berdasarkan persamaan (2) dapat diperoleh persamaan jumlah partikel pembawa muatan  $n$  yang dihantarkan yaitu

$$n = \frac{I}{R_H e} \dots\dots\dots (4)$$

dengan  $e = 1,602 \times 10^{-19}$  C merupakan muatan listrik yang dihantarkan. Sedangkan mobilitas (derajat gerak aliran) Hall dinyatakan dengan persamaan :

$$\mu = R_H \sigma = \frac{R_H}{\rho} \dots\dots\dots (5)$$

dengan  $\sigma$  merupakan konduktivitas listrik ( $\sigma = \frac{1}{\rho}$ ).

### III. Peralatan

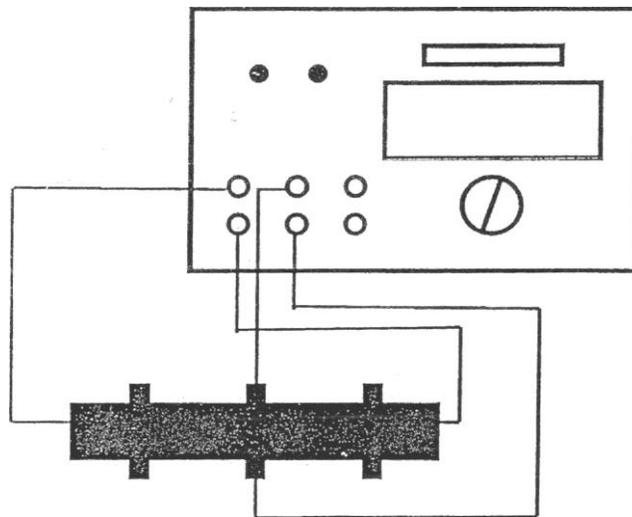
Alat yang digunakan dalam percobaan ini merupakan seperangkat peralatan " Eksperimen Efek Hall " yang terdiri atas:

1. Alat Pengukur
2. Elemen Hall type P
3. Elemen Hall type N  
Elemen Hall Semikonduktor Silikon dengan ukuran panjang: 20,0 mm,  
lebar: 4,0 mm dan tebal : 0,5 mm
4. Magnet besi dengan penyangga
5. Gauss meter
6. Kabel Penghubung

### IV. Langkah Kerja

#### 1. Menentukan besarnya beda potensial Hall ( $V_H$ )

- a. Rangkai alat pengukur dengan elemen Hall sesuai gambar berikut :

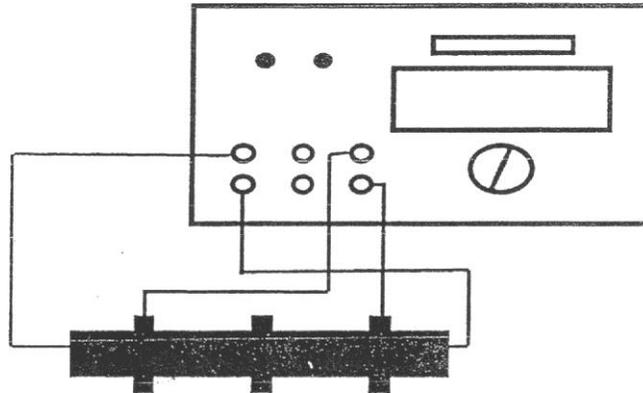


- b. Perbesarlah nilai arus listrik  $I_x$  secara bertahap dari 0,5 mA sampai 1,5 mA. Pastikan pada saat  $I_x = 0$  beda potensial Hall ( $V_H$ ) = 0 dengan cara menggesergeser tombol zero adjustment.
- c. Catatlah beda potensial Hall ( $V_H$ ) yang terjadi untuk setiap nilai arus listrik  $I_x$ .

- d. Ulangi langkah a s.d c untuk kaki elemen Hall yang lain.
- e. Ulangi langkah a s.d d untuk kuat medan magnet yang berbeda.
- f. Ulangi langkah a s.d e untuk elemen Hall yang lain.

2. Menentukan besarnya hambatan jenis elemen Hall ( $\rho$ )

- a. Rangkai alai pengukur dengan elemen Hall sesuai gambar berikut :



- b. Perbesarlah nilai arus listrik  $I_x$  secara bertahap dari 0,5 mA sampai 1,5 mA. Pastikan pada saat  $I_x = 0$  beda potensial ( $V_x$ ) = 0 dengan cara menggeser-geser tombol zero adjustment.
- c. Catatlah beda potensial ( $V_x$ ) yang terjadi untuk setiap nilai arus listrik
- d. Ulangi langkah a s.d c untuk kaki elemen Hall yang lain.
- e. Ulangi langkah a s.d d untuk kuat medan magnet yang berbeda.
- f. Ulangi langkah a s.d e untuk elemen Hall yang lain

V. Tugas-tugas

1. Buktikan persamaan (1) dan (2)
2. Buatlah hubungan antara  $V_H$  dengan  $I_x$  untuk masing-masing elemen Hall.
3. Hitung besarnya konstanta Hall ( $R_H$ ) untuk masing-masing elemen Hall.
4. Berapa banyaknya muatan yang dihantarkan untuk masing-masing elemen Hall.
5. Buatlah hubungan antara  $V_x$  dengan  $I_x$  untuk masing-masing elemen Hall.
6. Hitung besarnya hambatan jenis  $\rho$  untuk masing-masing elemen Hall.

Daftar Pustaka

- Anonim. 2000. *Hall Effect Apparatus KHE-5N*. Japan : Shimadzu Rika Instrumens Co. Ltd.
- Beiser. 1983. *Konsep Fisika Modern (terjemahan : The Houw Liong)*. Jakarta : Erlangga.
- Halliday dan Resnick. 1992. *Fisika Jilid II (terjemahan : Pantur Silaban dan Erwin Sucipto)*. Jakarta : Erlangga.

## PERCOBAAN III

### PERCOBAAN FRANK HERTZ

#### I Tujuan

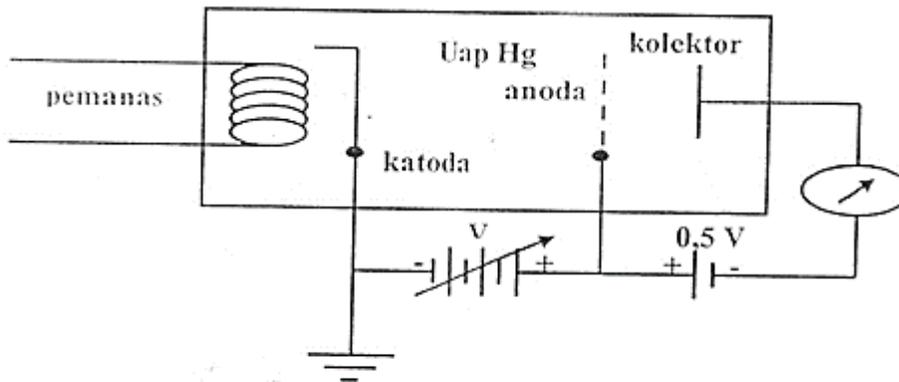
Setelah melakukan percobaan ini mahasiswa diharapkan memiliki kemampuan untuk :

- Menjelaskan teknik yang digunakan oleh Frank-Hertz untuk menyelidiki tumbukan antar atom dalam gas, serta menyatakan adanya tingkat-tingkat energi dalam atom.
- Menghitung besarnya tingkat energi eksitasi pada atom gas neon.
- Memiliki ketrampilan penggunaan alat ukur, pengolahan data untuk mengambil suatu kesimpulan.

#### II. Dasar teori

Eksperimen Frank dan Hertz (1914) selain membuktikan bahwa keadaan energi atom-atom adalah diskrit, juga menunjukkan tidak adanya perubahan tingkat-tingkat energi atom apabila atom mendapat sumbangan energi lain (berasal dari luar) yang lebih kecil dari beda tingkat energi antara satu tingkat energi ke tingkat energi berikutnya.

Frank dan Hertz menggunakan tabung berisi uap air raksa (*Hg*) yang di dalamnya terdapat anoda, katoda dan elektroda kolektor, seperti pada Gambar 3.1. sebagai berikut

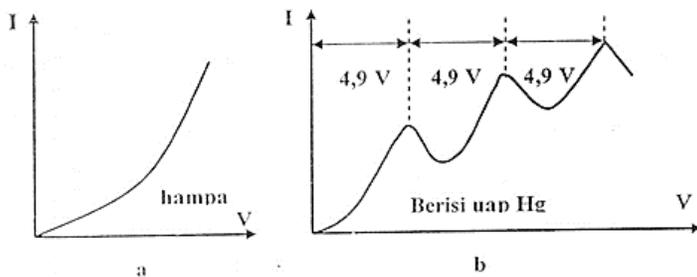


Gambar 3.1. Tabung Frank-Hertz

Bila katoda dipanaskan, elektron akan terlepas dari permukaannya. Elektron ini ditarik oleh anoda yang berpotensi positif terhadap katoda. Elektron yang menembus anoda dengan energi kecil akan ditolak oleh kolektor sehingga tidak menyebabkan arus  $I$  pada mikroamperemeter. Bila energi elektron yang menembus anoda lebih besar dari  $0,5 eV$ , elektron memiliki energi cukup untuk melawan medan listrik dari kolektor dan menyebabkan terjadinya aliran arus  $I$  pada mikroamperemeter. Jalan pikiran Frank-Hertz adalah sebagai berikut : elektron yang keluar dari katoda dipercepat oleh medan listrik antara anoda dan katoda. Energi yang dimiliki elektron saat berada pada potensial  $V$  adalah  $U = eV$ . Bila elektron dengan energi ini menumbuk atom dalam uap *Hg* dan atom *Hg* hanya dapat mengambil energi dalam jumlah tertentu saja, misalnya  $U_0$ , maka elektron yang telah menumbuk atom *Hg* akan mempunyai sisa energi sebesar  $U - U_0$ . Sisa energi ini terbawa sebagai energi kinetik elektron. Bila sisa energi ini kurang dari  $0,5 eV$ , elektron akan ditolak oleh kolektor sehingga tidak terjadi aliran arus listrik  $I$  dalam mikroamperemeter. Bila energi elektron  $U$  kurang dari harga  $U_0$ , atom tidak menambah

energi dalam dan tumbukan antara elektron dan atom bersifat elastik. Bila ini terjadi, elektron dengan mudah akan sampai di kolektor sehingga terjadi aliran arus listrik  $I$  dalam mikroamperemeter. Frank-Hertz berharap bila potensial anoda diubah, maka mula-mula arus akan naik. Pada harga potensial anoda tertentu, yaitu bila energi kinetik elektron sama dengan  $U$  maka arus akan berkurang, karena energi diserap oleh atom sehingga sisa energi elektron tidak cukup untuk mengatasi potensial kolektor. Akibatnya pada harga ini arus  $I$  akan turun, dan gejala yang diharapkan oleh Frank-Hertz betul terjadi.

Eksperimen Frank-Hertz dijalankan sebagai berikut : bila tabung dibuat hampa udara, dan bila potensial anoda diperbesar, maka arus  $I$  akan berubah seperti ditunjukkan oleh Gambar 3.2a. Sedangkan bila tabung berisi uap  $Hg$ , maka akan diperoleh arus  $I$  yang berubah seperti ditunjukkan oleh Gambar 3.2b.



Gambar 3.2. a. Perubahan arus  $I$  terhadap  $V$ , bila tabung Frank-Hertz dibuat hampa udara.  
b. Perubahan arus  $I$  terhadap  $V$ , bila tabung berisi uap  $Hg$ .

Adanya minimum kedua pada arus  $I$  bila potensial anoda  $V$  diubah adalah karena **elektron** menumbuk atom  $Hg$  dua kali. Bila ini terjadi elektron akan kehilangan energi sebesar  $2 \times 4,9 \text{ eV} = 9,8 \text{ eV}$ . Dalam eksperimen selanjutnya dengan uap  $Hg$  juga didapatkan bahwa resonansi transfer energi terjadi pada energi sebesar  $6,7 \text{ eV}$  dan  $10,4 \text{ eV}$ .

Kesimpulan yang dapat diambil dari eksperimen ini adalah bahwa energi dalam atom  $Hg$  hanya dapat berubah secara diskrit, jadi tidak akan dapat secara sinambung. Beberapa harga energi dalam yang boleh dimiliki atom disebut *tingkat energi*. Tingkat dasar menyatakan energi atom sebelum mengambil energi. Beberapa tingkat energi di atasnya menyatakan *keadaan eksitasi*. Bila atom ditumbuk oleh elektron dengan energi cukup, maka atom akan berpindah ke keadaan eksitasi. Bila energi yang diberikan kepada atom lebih dari  $10,4 \text{ eV}$ , maka atom  $Hg$  akan tereksitasi ke keadaan ionisasi, artinya elektron terpelanting keluar dari atom.

Sebagaimana eksperimen yang dilakukan oleh Frank-Hertz, dalam percobaan ini elektron-elektron dipercepat diantara sebuah filamen dan grid sebuah tabung yang berisi gas neon ( $Ne$ ) dengan sebuah potensial variabel  $V$ . Sebuah potensial balik rendah  $V_R$  ditempatkan diantara grid dan plat kolektor. Agar dapat mencapai kolektor, maka elektron-elektron harus memiliki energi kinetik yang lebih besar dari energi potensial balik  $V_R$  diantara grid dan kolektor. Begitu potensial pemercepat diperbesar, elektron-elektron memiliki energi kinetik yang semakin lama semakin besar dan semakin banyak yang mencapai kolektor, sehingga menghasilkan kenaikan arus. Pada suatu ketika, electron-elektron memperoleh energi kinetik yang sama dengan energi keadaan eksitasi

pertama atom *Ne*. Pada saat ini, elektron-elektron dapat mengeksitasi atom-atom *Ne* ke keadaan ini, sehingga mereka kehilangan energi kinetik. Dengan demikian lebih sedikit elektron yang akan memiliki cukup energi untuk mengatasi potensial balik  $V_R$ , sehingga terjadi penurunan arus kolektor.

Kenaikan  $V$  lebih lanjut menyebabkan arus kembali naik karena elektron-elektron mendapat tambahan energi kinetik setelah mengeksitasi sebuah atom *Ne*. Pada potensial pemercepat yang lebih tinggi, elektron-elektron akan memiliki energi yang cukup untuk mengeksitasi dua atom *Ne* sehingga terjadi penurunan kedua untuk arus  $I$ , dan seterusnya. Perbedaan tegangan diantara berbagai puncak arus tampak berhubungan dengan energi yang diperlukan untuk mengeksitasi atom *Ne* ke keadaan eksitasi pertamanya. Harga ini didapatkan dari selisih kedua lembah  $V$  dikalikan dengan muatan elektron, sehingga :

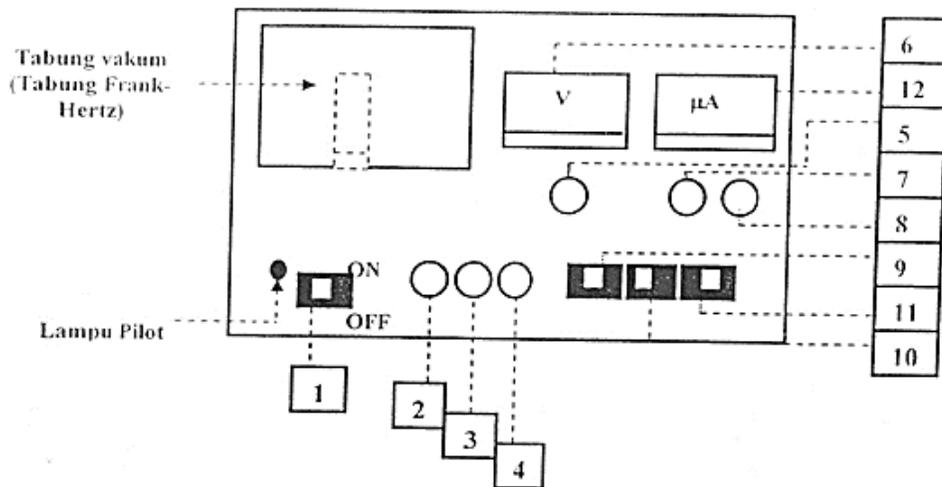
$$\Delta E = e\Delta V \dots\dots\dots(1)$$

Selanjutnya dalam eksperimen ini akan diamati mengenai tingkat energi eksitasi atom gas *Ne* yang dihasilkan oleh hubungan antara arus  $I$  dan potensial anoda  $V$ .

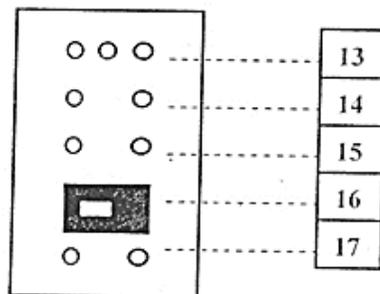
### III. Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam percobaan ini perangkat peralatan "Percobaan Frank-Hertz" dengan konstruksi alat sebagai berikut :

- (i). Panel Permukaan :



(ii). Sisi Kanan



Gambar 3.4. i. Sisi depan peralatan percobaan Frank-Hertz  
ii. Sisi kanan peralatan percobaan Frank-Hertz

Keterangan :

1. Saklar POWER
2. Tombol HEATER VOLT ADJUSMENT
3. Tombol  $G_1$ -K VOLT ADJUSMENT
4. Tombol  $G_2$ -P VOLT ADJUSMENT
5. Tombol  $G_2$ -K VOLT ADJUSMENT
6. VOLTMETER
7. Tombol ZERO ADJUSMENT
8. Tombol GAIN
9. Saklar AUTO MANU
10. Saklar EXTERNAL-INTERNAL
11. Saklar METER-OSCILLOSCOP
12. AMMETER

13. OSCILLOSCOP
14. Terminal P-G<sub>2</sub>(1)
15. Terminal G<sub>2</sub>-K(K)
16. Saklar HEATER, TERMINAL, SHORT SWITCH
17. Terminal HEATER (I)

#### IV. Langkah Kerja

Langkah kerja yang harus dilakukan untuk mengukur variabel-variabel yang diperlukan dalam eksperimen ini adalah sebagai berikut :

1. Membuka tutup "acryl" dan memasang tabung Frank-Hertz ke dalam socket.
2. Memutar semua tombol berlawanan arah dengan arah jarum jam sejauh mungkin dan mengubah posisi saklar (9), (10) dan (11) ke bawah, serta posisi saklar (16) ke SHORT. (Jika mengubah saklar (16) pada posisi OPEN, n'ienthtubungkan ammeter AC ke terminal (15)).
3. Menghubungkan kabel daya AC 220 V, selanjutnya mengubah saklar POWER (1) ke posisi "I".
4. Mengatur jarum penunjuk ammeter (12) ke posisi nol dengan cara memutar tombol ZERO ADJUSTMENT (7). Selanjutnya, memutar tombol GAIN (8) sehingga tanda pada tombol tersebut sedikit melebihi posisi tengah. (Karena diperlukan 2-3 menit agar penunjuk ammeter stabil pada posisi nol, kemudian lakukan "zero adjustment" lagi).

Keterangan :

Arus pemanas, tegangan  $G_1$  ke K, tegangan  $G_2$  ke P dan arus  $G_2$  ke P adalah "4 point in the adjusment". Tegangan  $G_1$  ke K ditentukan oleh tabung Frank-Hertz. Selanjutnya, arus  $G_2$  ke P dapat diperbesar oleh amplifier. Tombol Gain (8) untuk mengatur amplifier.

5. Memutar tombol  $G_2$ -K VOLT ADJUSTMENT (5) searah dengan arah jarum jam untuk mengatur tegangan sehingga jarum indikator pada volmeter (6) sekitar 30 V.
6. Memutar tombol HEATER VOLT ADJUSTMENT (2) searah dengan arah jarum jam sehingga tanda pada tombol tersebut sedikit melebihi pada posisi tengah. Menunggu sebentar, kemudian mengatur tombol  $G_1$ -K VOLT ADJUSTMENT (3) pada posisi tertentu dengan memutar pelan-pelan tombol sedemikian rupa sehingga jarum\_ ammeter (12) menyimpang sejauh mungkin. (Mengatur jarum penunjuk ammeter pada skala tengah. Jika memutar tombol (3) lebih jauh, jarum ammeter turun)

Keterangan :

- Jika jarum ammeter (12) menyimpang tidak teratur meskipun telah memutar tombol  $G_1$ -K VOLT ADJUSTMENT (3) berlawanan arah jarum jam sejauh mungkin, kemudian memutar tombol HEATER VOLT ADJUSTMENT (2) searah arah jarum jam sedikit saja dan mengatur arus dengan memutar pelan-pelan tombol (3) sehingga jarum ammeter menyimpang dengan baik.
- Selanjutnya, jika jarum ammeter (12) terlalu menyimpang ke kanan setelah langkah di atas, mengupayakan menurunkan arus dengan cara memutar pelan-pelan tombol (2) berlawanan arah putar jarum jam. (Mengulangi langkah-langkah di atas beberapa kali jika diperlukan). Ini berarti telah mengatur tombol HEATER VOLT ADJUSTMENT (2) dan tombol  $G_1$ -K VOLT ADJUSTMENT (3) sedemikian rupa sehingga jarum ammeter (12) disimpangkan oleh arus  $G_2$ -P hingga jarum ammeter pada posisi tengah.

Oleh karena itu, dikehendaki arus pemanas sekecil mungkin dan jarum ammeter turun (arus  $G_2$ -P turun) dari posisi paling kanan jika memutar tombol  $G_1$ -K VOLT ADJUSTMENT (3) berlawanan arah atau searah arah putar jarum jam.

7. Jika pengaturan sebagaimana yang tertulis pada point (6) telah selesai, kemudian mengatur tombol  $G_2$ -K VOLT ADJUSTMENT (5) berlawanan arah putar jarum jam sehingga tegangan  $G_2$ -K nol, dan kemudian mengatur jarum ammeter (12) pada posisi nol. Setelah "zero adjustment", dengan memutar tombol (5), mengembalikan tombol  $G_2$ -K sekitar 30 V. (Menjaga jarum ammeter agar tetap kembali pada posisi tengah).
8. Memutar pelan-pelan tombol  $G_2$ -P VOLT ADJUSTMENT (4) sehingga jarum ammeter turun ke 2/3 posisi tengah. Kemudian memutar tombol (5) berlawanan arah putar jarum jam sejauh mungkin.
9. Setelah operasi di atas, seraya pelan-pelan memutar tombol  $G_2$ -K VOLT ADJUSTMENT (5), menggambar grafik tegangan yang ditunjukkan oleh voltmeter (V) dan arus yang ditunjukkan oleh ammeter (1). Jika mengubah saklar (9) pada posisi "AUTO", selanjutnya memutar tombol  $G_2$ -K VOLT ADJUSTMENT (5) searah jarum jam sejauh mungkin. (Tegangan  $G_2$ -K secara otomatis berubah dengan kontinu)

Jika sekarang mengatur tegangan  $G_2$ -P dengan tombol (4), bagian bawah grafik menjadi dalam atau dangkal tergantung pada pengaturan yang dilakukan. Selain itu, kedalaman atau kedangkalan grafik juga ditentukan oleh pengaturan arus pemanas.

10. Memasukkan hasil pengukuran pada tabel sebagai berikut

No	V (Volt)	I (mA)

#### V. Tugas-tugas

1. Buat grafik antara tegangan pemercepat (V) dengan arus anoda (I)
2. Berdasarkan hasil yang didapat, hitunglah besarnya energi yang diperlukan untuk mengeksitasi atom Neon ke tingkat pertama ?
3. Mengapa ada lebih dari satu maksimum dari grafik di atas ?
4. Dari hasil no.1, hitunglah panjang gelombang sinar yang dipancarkan oleh atom Ne akibat dari eksitasi elektron dari tingkat pertama ke tingkat dasar?
5. Berikan interpretasi terhadap grafik yang anda peroleh dari percobaan ini.

## PERCOBAAN IV SPEKTROSKOPI ATOM

### I. Tujuan Percobaan :

Setelah melakukan percobaan ini diharapkan mahasiswa memiliki kemampuan untuk :

1. Menerangkan struktur atom berdasarkan struktur atomnya.

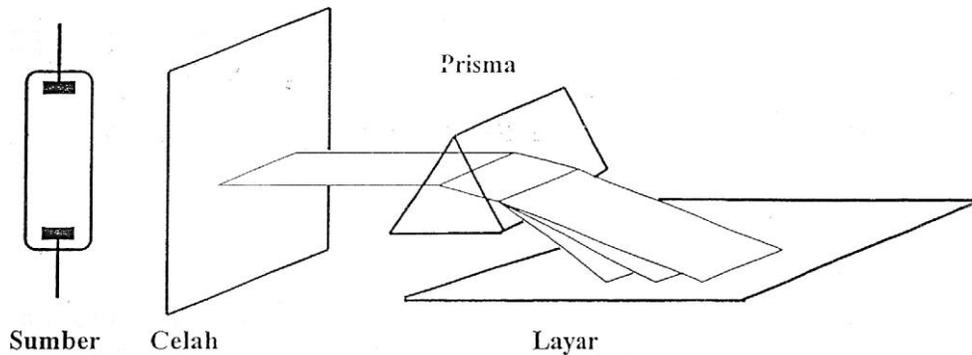
### II. Dasar Teori

Cahaya yang dipancarkan oleh suatu gas yang bersuhu tinggi atau yang dirangsang oleh beda potensial, bergantung jenis gas yang digunakan. Pengkajian mengenai cahaya yang dipancarkan oleh benda padat atau gas pada umumnya meliputi panjang gelombang dan intensitasnya.

Pengamatan menunjukkan bahwa gas bersuhu tinggi memancarkan spektrum yang ditandai oleh suatu deret garis spektral yang memiliki keteraturan tinggi. Adanya spektrum garis dalam cahaya yang dipancarkan oleh gas bersuhu tinggi menunjukkan bahwa energi elektron di dalam atom hanya boleh memiliki harga-harga tertentu, atau ada pada tingkat-tingkat energi tertentu. Bila energi elektron berubah ke tingkat yang lebih rendah, maka akan terpancarlah foton dengan kuantum sebesar perubahan energi tersebut. Proses pancaran cahaya ini pertama kali dipikirkan oleh Niels Bohr pada tahun 1913.

Tenaga elektron-elektron di dalam atom bersifat diskrit secara teratur. Tenagatenaga yang dapat dimiliki oleh elektron di dalam atom akan membentuk susunan tingkat-tingkat energi yang disebut dengan state energi.

Secara sketsa susunan alat yang digunakan untuk mengamati spektrum yang dipancarkan oleh suatu atom adalah sebagai berikut :



Gambar 4.1. Sketsa susunan alat spectrometer

Sedangkan basil pengamatan spektrum yang dipancarkan oleh gas Hidrogen, Helium dan Merkuri digambarkan sebagai berikut :



Gambar 4.1. Spektrum yang dipancarkan oleh gas Hidrogen, Helium dan Merkuri

Pada tahun 1855 J.J. Balmer berhasil menemukan rumusan empiris dengan ketepatan yang cukup teliti dalam menentukan panjang gelombang garis spektrum Hidrogen yang terletak di daerah cahaya tampak. Panjang gelombang dan frekuensi dari spektrum atom hidrogen di daerah cahaya tampak disajikan dalam Tabel 4.1 sebagai berikut :

Tabel 4.1. Panjang gelombang dan frekuensi dari spektrum atom hidrogen di daerah cahaya tampak

Garis	Panj. Glb (nm)	Frekuensi ( x 10 <sup>14</sup> Hz)
H <sub>α</sub>	656,28	4,569
H <sub>β</sub>	486,13	6,168
H <sub>γ</sub>	434,05	6,908
H <sub>δ</sub>	410,17	7,310
H <sub>∞</sub>	364,56	8,224

Secara matematis rumusan empiris yang diperoleh Balmer untuk spektrum atom Hidrogen dinyatakan sebagai

$$\frac{1}{\lambda} = R \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

dengan  $n = 3, 4, 5, \dots$   
 $\lambda$  = panjang gelombang garis spektrum  
 $R$  = konstanta Rydberg  
 $= 1,097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$

Garis H<sub>α</sub>, bersesuaian dengan  $n = 3$ , garis H<sub>β</sub> bersesuaian dengan  $n = 4$ , dan seterusnya. Batas deret bersesuaian dengan  $n = \infty$ , sehingga panjang gelombangnya sama dengan  $4/R$ . Selanjutnya diketahui bahwa ternyata spektrum atom hidrogen memiliki banyak deret yang masing-masing berada dalam daerah radiasi elektromagnet yang berbeda-beda. Dalam daerah ultra ungu terdapat deret Lyman, dan dalam daerah infra merah terdapat deret Paschen, Brackett, Pfund.

Kedadaan energi elektron dinyatakan dengan sekumpulan bilangan-bilangan kuantum  $n$ ,  $l$ ,  $m_l$  dan  $m_s$  dalam hal ini :

- $n$  : bilangan kuantum utama
- $l$  : bilangan kuantum orbital
- $m_l$  : bilangan kuantum magnetik orbital
- $m_s$  : bilangan kuantum magnetik spin

Elektron-elektron yang menempati keadaan energi tertentu mempunyai energi yang konstan. Elektron-elektron ini disebut dalam keadaan stasioner. Elektron dalam atom mempunyai kecenderungan untuk mengisi keadaan energi yang lebih rendah dengan melepaskan kelebihan energinya dalam bentuk radiasi elektromagnetik. Elektron dalam atom dapat menerima energi dari luar untuk menempati keadaan energi yang lebih tinggi dan mengosongkan keadaan energi stasioner. Perpindahan elektron dari suatu keadaan energi ke keadaan energi yang lain harus memenuhi syarat :

$$\Delta l = \pm 1$$
$$\Delta m_l = 0, \pm 1$$

yang dikenal dengan kaidah seleksi. Sedangkan radiasi elektromagnetik yang dipancarkan memenuhi syarat frekuensi Bohr-Einstein :

$$f = \frac{E_1 - E_2}{h} \text{ atau } \lambda = \frac{hc}{E_1 - E_2}$$

dengan :

- $f$  : frekuensi radiasi elektromagnetik
- $\lambda$  : panjang gelombang radiasi elektromagnetik
- $h$  : konstanta Planck
- $c$  : cepat rambat cahaya di udara
- $E_1$  : keadaan energi awal
- $E_2$  : keadaan energi akhir

Jika radiasi dapat di ukur, maka kita dapat menghitung harga  $E_1 - E_2$ . Jika selisih antara dua keadaan energi diperoleh, maka diperoleh gambaran adanya keadaan-keadaan energi elektron dalam atom. Sebagian besar emisi atom terletak di daerah cahaya (sinar tampak) sehingga pengukuran panjang gelombang secara optik dapat dilakukan dengan mudah. Tetapi untuk alat ukur yang daya pisahnya kurang baik tidak bisa membedakan dua panjang gelombang yang berdekatan.

### III. Peralatan yang digunakan

1. Spektrometer optik.
2. Lampu senter.
3. Tabung lampu hydrogen, argon, neon

### IV. Langkah Kerja Percobaan

1. Pasang tabung lampu yang diinginkan dan nyalakan lampu tersebut!
2. Amati spektrumnya dengan menggunakan spektrometer!
3. Dengan bantuan cahaya lampu senter, baca skala panjang gelombang untuk setiap spektrum!
4. Hitung harga  $E_1 - E_2$  untuk masing-masing sumber dan bandingkan dengan perhitungan secara teori. Tentukan pula konstanta Rydberg (R) hasil percobaan!

## PERCOBAAN V EFEK FOTO LISTRIK

### I. Pendahuluan

Efek fotolistrik adalah gejala lepasnya elektron dari permukaan suatu benda (pada umumnya logam) karena benda atau logam tersebut disinari oleh cahaya (foton). Energi elektron sangat bergantung pada besar energi foton yang diserap. Sedangkan jumlah elektron yang terlepas bergantung pada nilai intensitas cahaya yang diterima. Hertz, dalam eksperimennya menemukan bahwa (*light*) kilatan cahaya pada celah transmiter terjadi jika cahaya ultraungu diarahkan pada salah satu bola logamnya. Ahli fisika lain melanjutkan percobaan tersebut, dan mereka menemukan bahwa penyebab terjadinya *light* adalah terpancarnya elektron pada frekuensi yang cukup tinggi. Gejala tersebut dikenal dengan efek fotolistrik.

### II. Tujuan

Setelah melakukan percobaan ini diharapkan mahasiswa kemampuan untuk :

1. Menyelidiki gejala efek fotolistrik
2. Menjelaskan pengaruh frekuensi cahaya dan intensitas cahaya terhadap elektron yang terpancar pada peristiwa efek fotolistrik
3. Memahami dan menjelaskan karakteristik dari *phototube* yang digunakan.

### III. Dasar Teori

Efek fotolistrik ditemukan pada abad 19, dan telah dipelajari secara sistematis serta detail oleh Lenard, dengan hasil sebagai berikut :

1. Jika cahaya dengan frekuensi tertentu dapat mengeluarkan elektron dari permukaan logam, arus yang dihasilkan berbanding lurus terhadap intensitas cahaya
2. Panjang gelombang maksimum yang dapat menghasilkan elektron photo berbeda untuk tiap permukaan logam dan elektron photo tidak dapat dihasilkan pada seluruh panjang gelombang berapapun intensitasnya.
3. Cahaya yang panjang gelombangnya lebih pendek dari harga batas (limit) ini dapat menghasilkan elektron-elektron photo waktu dari mulai titik cahaya menyentuh permukaan logam dari mulai mengalirnya arus photo listrik, sangat pendek sekali.
4. Energi kinetik elektron-elektron yang dihasilkan sebanding dengan frekuensi cahaya yang menghasilkan elektron-elektron tersebut dan tidak ada hubungannya dengan intensitas cahaya.
5. Fenomena tersebut pada saat itu sangat sulit dijelaskan dengan menggunakan teori gelombang cahaya.

Gejala efek fotolistrik dapat diterangkan sebagai berikut : gelombang cahaya membawa energi, dan sebagian energi yang diserap logam dapat terkonsentrasi pada elektron tertentu dan muncul sebagai energi kinetik. Salah satu sifat yang menimbulkan pertanyaan pengamat adalah distribusi elektron yang dipancarkan (fotoelektron), ternyata bergantung pada intensitas cahaya. Berkas cahaya yang kuat menghasilkan fotoelektron lebih besar daripada berkas cahaya yang lemah untuk frekuensi sama, akan tetapi energi elektron rata-ratanya sama. Dalam batas ketelitian eksperimen, tidak terdapat keterlambatan waktu antara datangnya cahaya pada permukaan logam dan terpancarnya elektron.

Secara kuantum energi kuantum cahaya pada efek fotolistrik dipergunakan sebagai energi untuk membebaskan elektron dari permukaan logam dan sisanya dipergunakan sebagai energi kinetik elektron, yang dirumuskan secara matematis :

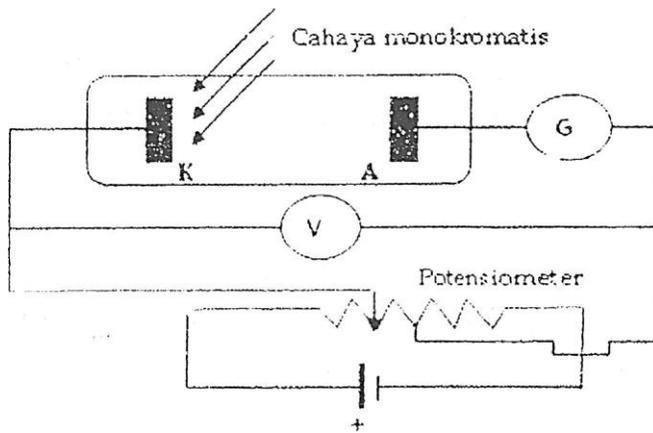
$$h\nu = K_{max} + h\nu_0$$

dengan :  $h\nu$  = energi kuantum cahaya

$K_{max}$  = energi kinetik maksimum elektron

$h\nu_0$  = fungsi kerja, energi minimum yang diperlukan untuk melepaskan sebuah elektron yang disinari.

Skema efek fotolistrik dapat dilihat pada Gambar 5 berikut :



Gambar 5. Skema efek fotolistrik

#### IV. Alat

Alat yang digunakan dalam percobaan ini adalah seperangkat peralatan percobaan efek fotolistrik (*Photoelectric effect experiment device PC-BNB*, yang terdiri dari transmitter, *phototube*, dan receiver. (Instruction manual penggunaan alat terlampir).

## V. Langkah Kerja

Adapun langkah-langkah percobaan ini adalah sebagai berikut:

1. Meletakkan *phototube* di depan transmiter (pada bagian sumber cahaya) pada jarak tertentu (intensitas cahaya tetap)
2. Menghubungkan phototube dengan receiver
3. Menyalakan transmiter dan receiver
4. Mengatur tegangan (pada receiver) pada nilai tertentu (dimulai dari 0 Volt), lalu mengukur arus dengan ammeter (output pada receiver).
5. Melakukan variasi tegangan pada nilai 0 Volt sampai dengan 80 Volt, mengukur arus pada setiap tegangan
6. Mengulangi langkah 1-5 untuk jarak phototube-transmitter yang berbeda (intensitas berbeda).

### Tugas-tugas

1. Gambarlah grafik antara tegangan dengan arus untuk masing-masing jarak (intensitas)!
2. Jelaskan apa yang bisa disimpulkan dari grafik tersebut!
3. Jelaskan karakteristik phototube yang anda gunakan dalam percobaan.

### Daftar Pustaka

Yusman Wiyatmo. 1999. Diktat Kuliah Fisika Modern. Jurusan Fisika FMIPA UNY

Parlindungan Sinaga dkk. 2001. Petunjuk Praktikum Laboratorium Fisika Lanjut. Jurusan Pendidikan Fisika FMIPA UPI

Instruction Manual of Photoelectric Effect Experiment Device PC-BN

## PERCOBAAN VI DIFRAKSI SINAR-X

### A. Tujuan

Setelah melakukan percobaan diharapkan mahasiswa dapat :

1. Menentukan spektrum sinar-X
2. Menentukan jarak antar bidang Bragg ( $d$ )

### B. Dasar Teori

Spektroskopi difraksi sinar-X (X-ray diffraction/XRD) merupakan salah satu metoda karakterisasi material yang paling tua dan paling sering digunakan hingga sekarang. Teknik ini digunakan untuk mengidentifikasi fasa kristalin dalam material dengan cara menentukan parameter struktur kisi serta untuk mendapatkan ukuran partikel. Difraksi sinar-X terjadi pada hamburan elastis foton-foton sinar-X oleh atom dalam sebuah kisi periodik. Hamburan monokromatis sinar-X dalam fasa tersebut memberikan interferensi yang konstruktif. Dasar dari penggunaan difraksi sinar-X untuk mempelajari kisi kristal adalah berdasarkan persamaan Bragg:

$$n \lambda = 2 d \sin \theta ; n = 1,2,\dots$$

dengan  $\lambda$  adalah panjang gelombang sinar-X yang digunakan,  $d$  adalah jarak antara dua bidang kisi,  $\theta$  adalah sudut antara sinar datang dengan bidang normal, dan  $n$  adalah bilangan bulat yang disebut sebagai orde pembiasan.

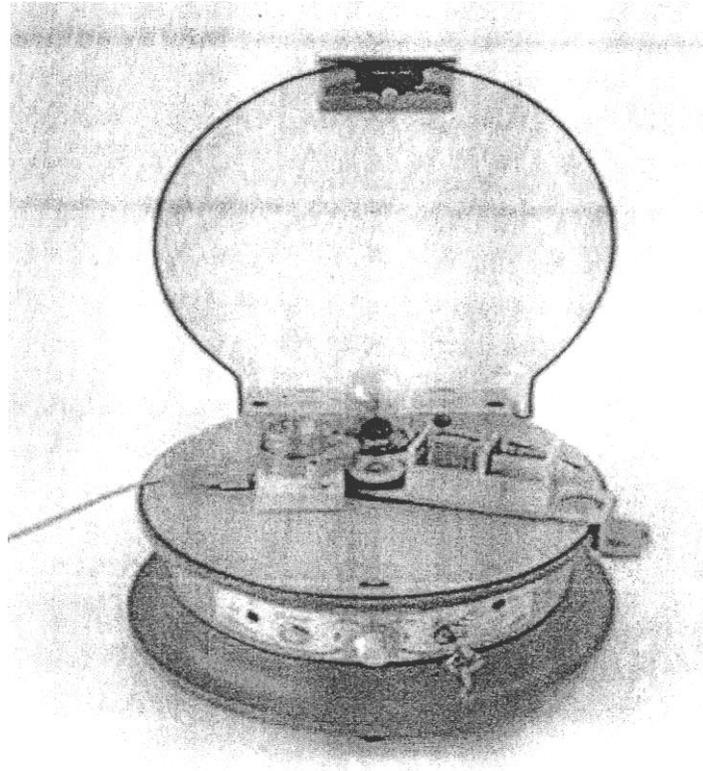
Berdasarkan persamaan Bragg, jika seberkas sinar-X di jatuhkan pada sampel kristal, maka bidang kristal itu akan membiaskan sinar-X yang memiliki panjang gelombang sama dengan jarak antar kisi dalam kristal tersebut. Sinar yang dibiaskan akan ditangkap oleh detektor kemudian diterjemahkan sebagai sebuah puncak difraksi. Makin banyak bidang kristal yang terdapat dalam sampel, makin kuat intensitas pembiasan yang dihasilkannya. Tiap puncak yang muncul pada pola XRD mewakili satu bidang kristal yang memiliki orientasi tertentu dalam sumbu tiga dimensi. Puncak-puncak yang didapatkan dari data pengukuran ini kemudian dicocokkan dengan standar difraksi sinar-X untuk hampir semua jenis material. Standar ini disebut JCPDS.

Keuntungan utama penggunaan sinar-X dalam karakterisasi material adalah kemampuan penetrasinya, sebab sinar-X memiliki energi sangat tinggi akibat panjang gelombangnya yang pendek. Sinar-X adalah gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang 0,5-2,0 mikron. Sinar ini dihasilkan dari penembakan logam dengan elektron berenergi tinggi. Elektron itu mengalami perlambatan saat masuk ke dalam logam dan menyebabkan elektron pada kulit atom logam tersebut terpental membentuk kekosongan. Elektron dengan energi yang lebih tinggi masuk ke tempat kosong dengan memancarkan kelebihan energinya sebagai fotor sinar-X. Metode difraksi sinar X digunakan untuk mengetahui struktur dari lapisan tipis yang terbentuk. Sampel diletakkan pada sampel holder difraktometer sinar X. Proses difraksi sinar X dimulai

dengan menyalakan difraktometer sehingga diperoleh hasil difraksi berupa difraktogram yang menyatakan hubungan antara sudut difraksi  $2\theta$  dengan intensitas sinar X yang dipantulkan. Untuk difraktometer sinar X, sinar X terpancar dari tabung sinar X. Sinar X didifraksikan dari sampel yang konvergen yang diterima slit dalam posisi simetris dengan respon ke fokus sinar X. Sinar X ini ditangkap oleh detektor sintilator dan diubah menjadi sinyal listrik. Sinyal tersebut, setelah dieliminasi komponen noisenya, dihitung sebagai analisa pulsa tinggi. Teknik difraksi sinar x juga digunakan untuk menentukan ukuran kristal, regangan kisi, komposisi kimia dan keadaan lain yang memiliki orde yang sama.

### C. Alat dan Bahan.

1. Tabung sinar-X dengan target (anoda) Cu
2. Detektor G-M
3. Counter
4. Kristal pemantul dan penjepit Kristal



Gambar 6 : Alat Difraksi sinar-X

D. Langkah Kerja

1. Atur time switch sesuai dengan waktu yang diperlukan.
2. Atur pengatur cacah pada  $N/10$  s
3. Setelah semua siap, mulailah percobaan dari sudut  $2\theta = 13^\circ$  (misalnya), hitunglah banyaknya cacah !
4. Lakukan pengukuran cacah untuk setiap kenaikan  $1^\circ$  sampai pada sudut  $2\theta = 100^\circ$ , atau sampai pada jumlah data yang dianggap cukup untuk menggambarkan spectrum sinar-X.
5. Catatlah data pengamatan pada tabel sbb:

Tabel Data Percobaan

No	Sudut $2\theta$	$N/10$ s
1	$13^\circ$	
2	$14^\circ$	
...	...	
...	$100^\circ$	

6. Gambarlah grafik hubungan antara  $2\theta$  terhadap  $N/10$ s
7. Hitunglah jarak antar bidang Bragg.

Catatan : panjang gelombang  $K_a$  dan masing-masing  $0,154 \times 10^{-9}$  m dan  $0,138 \times 10^{-9}$ m