

PETUNJUK PRAKTIKUM

FISIKA MODERN II



Disusun Oleh :

SUKARDIYONO, M.Si

JURUSAN PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

2002

PETUNJUK PRAKTIKUM

KATA PENGANTAR

FISIKA MODERN II

Segala syukur ke hadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya maka buku petunjuk praktikum Fisika Modern II ini dapat diselesaikan.

Sebagai penulis buku petunjuk praktikum ini adalah mahasiswa Jurusan Pendidikan Fisika FMIPA, UNY sebagai pemegang mata kuliah Fisika Modern II. Buku ini berisi tentang petunjuk dalam melaksanakan praktikum Fisika Modern II yang merupakan bentuk kegiatan untuk dilaksanakan dan untuk membuktikan kebenaran teori yang dipelajari dengan melakukan praktikum Fisika Modern II meliputi :

- Percobaan I. Medan Listrik dan Medan Magnetik
- Percobaan II. Medan Listrik dan Medan Magnetik
- Percobaan III. Medan Listrik dan Medan Magnetik
- Percobaan V. Spektroskop
- Percobaan VI. Interferensi

Pada tahap akhir dari kegiatan praktikum ini mahasiswa wajib membuat laporan hasil kegiatan praktikum. Laporan praktikum meliputi laporan sementara yang memuat data hasil pengukuran/pengamatan yang diperoleh dari kegiatan laboratorium dan laporan resmi yang memuat analisis data serta pembahasan berdasarkan data yang diperolehnya.

Disusun Oleh :

Penyusun **SUKARDIYONO, M.Si**

JURUSAN PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

2002

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke kadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga buku petunjuk praktikum Fisika Modern II ini dapat diselesaikan.

Sasaran dari buku petunjuk praktikum ini adalah mahasiswa Jurusan Pendidikan Fisika FMIPA UNY sebagai penunjang matakuliah Fisika Modern II. Buku ini berisi tentang petunjuk dalam melaksanakan praktikum Fisika Modern II yang merupakan bentuk kegiatan untuk mengaplikasikan atau untuk membuktikan kebenaran teori yang diperolehnya. Materi yang disajikan dalam praktikum Fisika Modern II meliputi :

Percobaan I. Simpangan Sinar katoda Oleh Medan Elektrostatika

Percobaan II. Efek Hall

Percobaan III. Frank-Hertz

Percobaan IV. Deret Balmer

Percobaan V. Spektroskopi Atom

Percobaan VI. Interferometer Michelson

Pada tahap akhir dari kegiatan praktikum ini mahasiswa supaya membuat laporan hasil kegiatan praktikum. Laporan praktikum meliputi laporan sementara yang memuat data hasil pengukuran/pengamatan yang diperoleh dari kegiatan laboratorium dan laporan resmi yang memuat analisa data serta pembahasan bnerdasarkan data yang diperolehnya.

Penyusunan menyadari bahwa buku petunjuk praktikum Fisika Modern II ini masih belum sempurna, untuk itu kritik dan saran sangat diharapkan demi kesempurnaan buku ini.

Yogyakarta, Nopember 2002

Penyusun

DAFTAR ISI

SIMPANGAN SINAR KATODA OLEH MEDAN ELEKTROSTATIKA

Halaman Judul	i
Kata Pengantar	ii
Daftar Isi	iii
Percobaan I. Simpangan Sinar katoda Oleh Medan Elektrostatika	1
Percobaan II. Efek Hall	11
Percobaan III. Percobaan Frank-Hertz	20
Percobaan IV. Deret Balmer	34
Percobaan V. Spektroskopi Atom	41
Percobaan VI. Interferometer Michelson	46

menunjukkan bahwa pada tekanan rendah (kira-kira $0,01 \text{ mmHg}$) 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 defleksi elektron sinar katoda oleh medan magnet dalam tabung sinar katoda.

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 paltinasianida, (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 $F = ev \times B$ 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 :

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

dengan μ_0 = permeabilitas ruang hampa
 N = jumlah lilitan

Dengan mengambil $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$, dan khusus untuk alat yang digunakan dalam eksperimen ini mempunyai jumlah lilitan $N = 130$ lilitan serta $R = 0,150 \text{ m}$,

sehingga diperoleh besarnya kuat medan magnet di antara dua kumparan tersebut adalah

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

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

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

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

IV. Alat

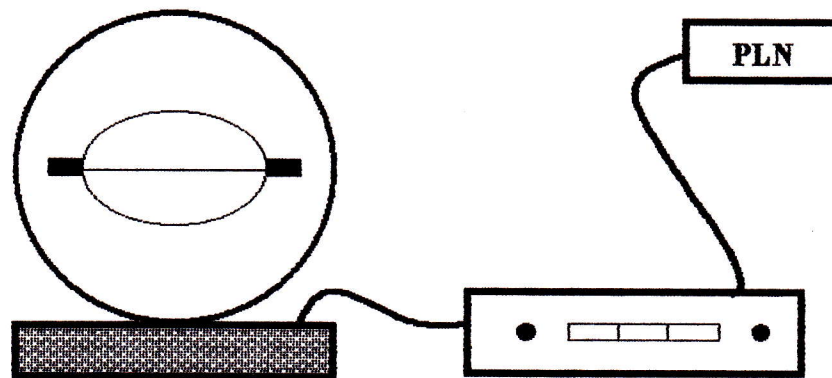
Alat yang digunakan dalam percobaan ini merupakan seperangkat peralatan "e/m Apparatus EM-2N" yang terdiri atas :

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, naikan 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, naikan arus (I) yang mengalir pada kumparan Helmholtz secara bertahap dan catat hasil pengukuran jari-jari lintasan orbit elektron (R).
8. Untuk arus (I) yang mengalir pada kumparan Helmholtz yang konstan, naikan secara bertahap tegangan pemercepat elektron (V) dan catat hasil pengukuran jari-jari lintasan orbit elektron (R).

9. Catatlah hasil pengamatan ke dalam tabel sebagai berikut :

(i). Untuk tegangan pemercepat elektron (V) yang konstan.

$V = \dots \dots \dots$ Volt

No	I (Ampere)	R (cm)
1		
2		
3		
4		
5		
.....		

(ii). Untuk arus (I) yang mengalir pada kumparan Helmholtz konstan

$I = \dots \dots \dots$ Ampere

No	V (Volt)	R (cm)
1		
2		
3		
4		
5		
.....		

10. Buatlah grafik hubungan antara arus (I) yang mengalir pada kumparan Helmholtz dengan se per jari-jari ($1/R$) lintasan elektron, untuk tegangan pemercepat elektron (V) yang konstan.

11. Buatlah grafik hubungan antara tegangan pemercepat elektron (V) dengan kuadrat jari-jari (R^2) lintasan elektron, untuk arus (I) yang mengalir pada kumparan Helmholtz konstan.

VI. Pengolahan Data

Berdasarkan persamaan (6), secara matematis hubungan antara arus (I) yang mengalir pada kumparan Helmholtz dengan se per jari-jari ($1/R$) lintasan elektron, untuk tegangan pemercepat elektron (V) yang konstan dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$I = \sqrt{\frac{m}{e} \frac{2V}{(7,793 \times 10^{-4})^2}} \frac{1}{R} \dots\dots\dots(7)$$

Persamaan ini mempunyai bentuk :

$$y = ax$$

dengan $y = I$; $a = \sqrt{\frac{m}{e} \frac{2V}{(7,793 \times 10^{-4})^2}}$; $x = \frac{1}{R}$

Sedangkan hubungan antara tegangan pemercepat elektron (V) dengan kuadrat jari-jari (R^2) lintasan elektron, untuk arus (I) yang mengalir pada kumparan Helmholtz konstan dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut :

$$V = \frac{e}{m} \frac{k I^2}{2} R^2 \dots\dots\dots(8)$$

Persamaan ini juga mempunyai bentuk :

$$y = ax$$

dengan $y = V$; $a = \frac{e}{m} \frac{k I^2}{2}$ dan $x = R^2$

Dengan demikian grafik yang diperoleh pada langkah (10) dan (11) pada langkah kerja di atas seharusnya berupa garis lurus yang melalui titik pusat koordinat (0,0), tetapi karena adanya kesalahan-kesalahan acak (*random error*) dan kemungkinan juga kesalahan-kesalahan sistematis (*systematic error*) maka

grafik yang diperoleh berupa garis lurus yang mungkin tidak tepat melalui titik pusat koordinat (0,0). Dengan demikian persamaan umum untuk garis lurus tersebut adalah :

$$y = ax + b \quad \dots\dots\dots(9)$$

Jika kita mempunyai n pasang data (x_i, y_i) , kita dapat menentukan nilai a dan b terbaik beserta ketidakpastiannya dengan menggunakan **metoda kuadrat terkecil** (*least square method*).

Nilai a dan b terbaik beserta ketidakpastiannya yang diberikan oleh metoda kuadrat terkecil adalah sebagai berikut :

$$a = \frac{n \sum (x_i y_i) - (\sum x_i)(\sum y_i)}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad \dots\dots\dots(10)$$

$$b = \frac{(\sum x_i^2)(\sum y_i) - (\sum x_i)(\sum x_i y_i)}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad \dots\dots\dots(11)$$

Ketidakpastian nilai a dan b diberikan oleh :

$$\sigma_a^2 = \sigma_y^2 \frac{n}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad \dots\dots\dots(12)$$

$$\sigma_b^2 = \sigma_y^2 \frac{\sum x_i^2}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad \dots\dots\dots(13)$$

dengan σ_y^2 diberikan oleh persamaan :

$$\sigma_y^2 = \frac{\sum (y_i - ax_i - b)^2}{n - 2} \quad \dots\dots\dots(14)$$

Selanjutnya, untuk kasus percobaan yang dilakukan pada :

a). tegangan pemercepat (V) konstan, diperoleh kemiringan grafik sebesar :

$$a = \sqrt{\frac{m}{e} \frac{2V}{(7,793 \times 10^{-4})^2}} \quad \text{atau}$$

$$a^2 = \frac{m}{e} \frac{2V}{(7,793 \times 10^{-4})^2} \quad \text{atau}$$

$$\frac{e}{m} = \frac{2V}{a^2 (7,793 \times 10^{-4})^2} \quad \dots\dots\dots(15)$$

Ketidakpastian dari e/m dihitung dengan menggunakan perambatan ralat sebagai berikut :

$$\sigma_{(e/m)}^2 = \left(\frac{\partial(e/m)}{\partial V} \right)^2 \sigma_V^2 + \left(\frac{\partial(e/m)}{\partial a} \right)^2 \sigma_a^2 \quad \dots\dots\dots(16)$$

b) untuk arus (I) yang mengalir pada kumparan Helmholtz konstan, diperoleh kemiringan grafik sebesar :

$$a = \frac{e}{m} \frac{k I^2}{2} \quad \text{atau}$$

$$\frac{e}{m} = \frac{2 a}{k I^2} \quad \dots\dots\dots(17)$$

Ketidakpastian dari e/m dihitung dengan menggunakan perambatan ralat sebagai berikut :

$$\sigma_{(e/m)}^2 = \left(\frac{\partial(e/m)}{\partial I} \right)^2 \sigma_I^2 + \left(\frac{\partial(e/m)}{\partial a} \right)^2 \sigma_a^2 \quad \dots\dots\dots(18)$$

Pada akhirnya diperoleh beberapa nilai e/m beserta ketidakpastiannya $\sigma_{e/m}$, sehingga perlu dicari nilai rata-rata dari e/m yang diberikan oleh persamaan sebagai berikut :

$$\left(\frac{e}{m}\right)_{\text{rata-rata}} = \frac{\sum \frac{1}{\sigma_{(e/m)_i}^2} \left(\frac{e}{m}\right)_i}{\sum \frac{1}{\sigma_{(e/m)_i}^2}} \dots\dots\dots(19)$$

dan ketidakpastian dari (e/m) rata-rata dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\frac{1}{\sigma_{(e/m) \text{ rata-rata}}^2} = \sum \frac{1}{\sigma_{(e/m)_i}^2} \dots\dots\dots(20)$$

VII. Tugas-tugas

1. Tentukan nilai (e/m) berdasarkan kedua grafik tersebut.
2. 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.

Holman, J.P. 1985. *Metoda Pengukuran Teknik (terjemahan E. Jasjfi)*. Jakarta : Erlangga

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

Purwanto, A. tt. *Pengukuran Muatan/Massa (e/m) Elektron*. Yogyakarta : tp

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

dan seterusnya

PERCOBAAN VI

INTERFEROMETER MICHELSON

I. Pendahuluan

Interferensi adalah suatu peristiwa penggabungan dua atau lebih gelombang cahaya koheren yang menghasilkan pola intensitas baru pada suatu pengamat. Interferometer adalah alat untuk menimbulkan interferensi cahaya yang berbentuk lingkaran-lingkaran konsentris/jumbai (*fringe*).

Untuk mendapatkan sifat koheren tersebut, gelombang penyusunnya harus berasal dari satu sumber cahaya yang koheren. Berkas cahaya dari sumber cahaya dibagi dua bagian dan setelah itu masing-masing berkas menjalani lintasan optis berbeda, kemudian kedua berkas bergabung kembali. Pembagian tersebut dapat berupa pembagian muka gelombang sumber cahaya.

Interferometer Michelson merupakan jenis interferometer pembagi amplitudo (intensitas). Karena terdiri dari dua lengan, interferometer ini disebut juga interferometer dua lengan. Interferensi terjadi setelah gelombang cahaya melintasi masing-masing lengan yang saling tegak lurus.

Intensitas hasil interferensi merupakan fungsi perbedaan fasa yang ditimbulkan oleh perbedaan lintasan optik pada kedua lengannya. Intensitas tersebut dapat juga dinyatakan sebagai fungsi dari perbedaan waktu antara gelombang cahaya penyusunnya yang sampai pada pengamat.

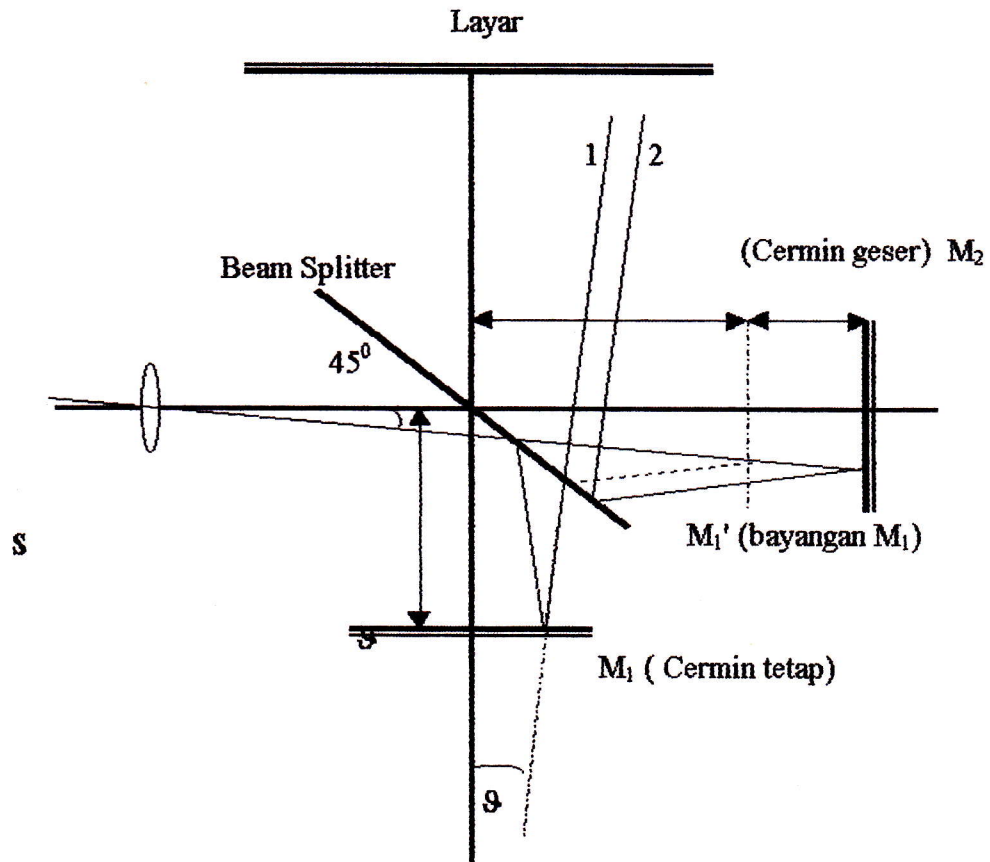
II. Tujuan

Setelah melakukan percobaan ini diharapkan mahasiswa memiliki kemampuan untuk :

1. Meneliti kebenaran rumus interferensi.
2. Menentukan panjang gelombang cahaya yang belum diketahui.
2. Mengamati pola-pola interferensi akibat adanya medium yang berbeda pada salah satu lintasan yang dilalui berkas sinar laser pada interferometer.

III. Dasar Teori

Interferometer adalah alat untuk mengukur panjang gelombang berdasarkan interferensi cahaya yang berbentuk lingkaran-lingkaran konsentris / jumbai (*fringe*). Diagram interferometer Michelson beserta komponen penyusun yang pokok digambarkan sebagai berikut :

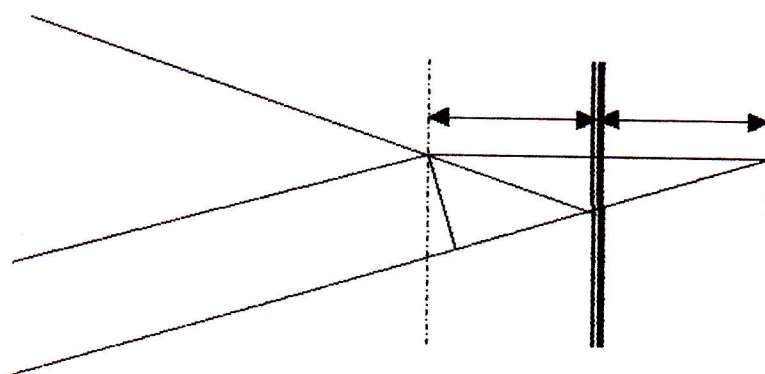


Gambar 6.1. Diagram interferometer Michelson

Terjadinya peristiwa pembentukan pola interferensi dijelaskan sebagai berikut : Sinar laser yang dipancarkan dari titik sumber S mengenai pembagi berkas (*beam splitter*). Sinar tersebut terbagi dua berkas sinar. Sinar yang satu diteruskan melalui beam splitter, dipantulkan oleh cermin geser M₂ ke arah datangnya sinar, selanjutnya dipantulkan oleh *beam splitter* menuju layar. Sinar yang lain dipantulkan oleh *beam splitter*, selanjutnya dipantulkan oleh cermin tetap M₁, dan diteruskan oleh *beam splitter* menuju layar. Untuk memudahkan pengukuran beda

lintasan sinar (1) dan (2), dianggap bayangan nyata dari cermin tetap M_1 berada di belakang *beam splitter*, yaitu M_1' sehingga lintasan sinar (1) sama dengan lintasan sinar (2). Atau ketika jarak antara titik O dengan cermin geser M_2 sama dengan jarak antara titik O dengan cermin tetap M_1 yaitu sebesar d dianggap bahwa lintasan sinar (1) dan sinar (2) adalah sama.

Selanjutnya, apabila cermin geser M_2 digeser sejauh d dari posisi semula, maka beda lintasan sinar (1) dan (2), sebesar : (Perhatikan Gambar 6.3)



Gambar 6.3. Perbesaran sebagian lintasan sinar (1)

$$\text{Beda panjang lintasan berkas} = AB + BC = A'B + BC = 2d \cos \theta \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{oleh karena lingkaran terang terjadi jika} \quad 2d \cos \theta = n\lambda \dots\dots\dots(2)$$

$$\text{dan lingkaran gelap terjadi jika} \quad 2d \cos \theta = (n + 1/2)\lambda \dots\dots\dots(3)$$

dengan n adalah bilangan bulat positif.

Dengan menganggap jarak d adalah tetap, selisih panjang lintasan bervariasi dengan θ , dengan demikian dihasilkan lingkaran konsentris gelap-terang (frinji).

Catatan :

Lingkaran-lingkaran konsentris gelap-terang (frinji) dihasilkan hanya ketika M_2 dan M_1 secara pasti saling tegak lurus satu sama lain.

Berkenaan dengan lingkaran-lingkaran terang yang mempunyai persamaan :

$$2d \cos \theta = n\lambda$$

yang dalam hal ini besarnya $n\lambda$ adalah konstan, sehingga nilai $\cos \theta$ akan berkurang jika nilai d diperbesar. Untuk nilai $\cos \theta$ menurun, nilai θ harus meningkat. Hal ini menunjukkan bahwa jari-jari lingkaran-lingkaran terang akan bertambah ketika jarak d diperbesar. Sebaliknya, ketika jarak d diperkecil maka jari-jari-lingkaran-lingkaran terang akan berkurang.

Misalkan kita meningkatkan jarak d secara perlahan untuk memperoleh lingkaran terang yang memenuhi persamaan (1) sebagai berikut :

$$2d \cos \theta = n\lambda$$

jika kita terus meningkatkan nilai d secara perlahan (sedikit demi sedikit) sampai lingkaran terang tersebut berubah menjadi lingkaran gelap, maka kondisi ini memenuhi persamaan sebagai berikut :

$$2(d + d_0) \cos \theta = (n + 1/2)\lambda \dots\dots\dots(4)$$

ketika jarak d diperbesar lagi, sehingga terjadi lingkaran terang lagi, maka kondisi ini memenuhi persamaan :

$$2(d + d_1) \cos \theta = (n + 1)\lambda \dots\dots\dots(5)$$

Selanjutnya persamaan (5) dikurangi dengan persamaan (1) sehingga diperoleh $2d_1 \cos \theta = \lambda$. Dengan demikian, apabila kita memperbesar jarak d sebesar d_m relatif terhadap posisi yang memberikan garis terang, maka garis terang yang terjadi pada kondisi ini memenuhi persamaan :

$$2(d + d_m) \cos \theta = (n + m)\lambda \dots\dots\dots(6)$$

atau

$$2d_m = m\lambda \dots\dots\dots(7)$$

sehingga

$$\lambda = 2d_m/m \dots\dots\dots(8)$$

IV. Peralatan

Alat yang digunakan dalam percobaan ini merupakan seperangkat peralatan "Percobaan Interferometer Michelson" yang terdiri dari :

1. Sumber laser
2. Peralatan Interferometer Michelson yang sudah kompak
3. Lensa positif
4. Layar yang dilengkapi kertas grafik
5. Mistar / meteran

V. Langkah Kerja

Adapun langkah-langkah percobaan dalam Percobaan Interferometer Michelson ini adalah sebagai berikut :

1. Susunlah peralatan seperti yang tergambar pada diagram Interferometer Michelson.
2. Atur cermin-cermin pantul supaya saling tegak lurus satu sama lain dengan cara mengatur berkas sinar laser yang datang dan yang terpantul tepat berimpit dan sejajar.
3. Aturilah cermin-cermin pantul tersebut supaya pada layar terlihat pola (spot) yang berbentuk lingkaran.
4. Pada layar harus terbentuk dua buah spot sinar laser yang berbentuk lingkaran.
5. Dengan memutar mikrometer yang ada pada salah satu cermin pantul, dekatkan kedua pola sinar laser yang berbentuk lingkaran tersebut saling berimpit.
6. Setelah keduanya berimpit, secara hati-hati putar mikrometer sekrup sehingga pada layar tampak pola-pola lingkaran yang konsentris.
7. Untuk percobaan yang bertujuan meneliti kebenaran rumus interferensi, salah satu cermin pantul digeser-geser dengan bantuan mikrometer sekrup.
8. Amati jumlah pola-pola interferensi dan diameter pola-pola interferensi untuk setiap perubahan jarak. Catat semua data-data dalam bentuk tabel.

9. Berdasarkan data yang diperoleh, hitunglah panjang gelombang sumber laser yang digunakan.
10. Untuk percobaan yang bertujuan mengamati pengaruh medium terhadap panjang gelombang sinar, maka tempatkan medium dengan indeks bias yang berbeda-beda diantara bean splitter dengan cermin geser.
11. Amati pola-pola interferensi yang terjadi akibat pengaruh medium tersebut. Perkirakan berapa indeks bias medium yang disisipkan tadi.

VI. Analisa data

Untuk menganalisa data dalam percobaan ini digunakan teknik analisa data secara kuantitatif. Panjang gelombang (λ) sinar laser yang digunakan dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (8), yaitu :

$$\lambda = 2d_m/m \quad \text{dengan } m \text{ adalah suatu konstanta}$$

dan untuk mencari ketidakpastian dari λ digunakan perambatan ralat sebagai berikut :

$$\Delta\lambda = \sqrt{\left| \frac{\partial\lambda}{\partial d_m} \right|^2 \Delta d_m^2} \dots\dots\dots(9)$$

VII. Daftar Pustaka

Anonim. 2000. *Instruction Manual Interferometer Michelson D20-1275*. Japan.
 Beiser. 1983. *Konsep Fisika Modern (terjemahan : The Houw Liong)*. Jakarta : Erlangga.