

MODUL PRAKTIKUM FISIKA LANJUT



**Disusun Oleh
Dra.Imas Ratna Ermawati , M.Pd
Ir. Acep Musliman , M.Si**

**LABORATORIUM FISIKA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF DR HAMKA**

U H A M K A

KATA PENGANTAR

Buku penuntun praktikum fisika lanjut ini sebagai pegangan untuk memahami lebih jelas kebenaran teori-teori ilmu fisika yang diberikan didalam perkuliahan. Pengamatan-pengamatan yang dilakukan sedikit lebih banyak dipengaruhi oleh ketelitian praktikum yang didalamnya melakukan percobaan.

Pada pembagian pendahuluan dibahas mengenai tata tertib yang wajib ditaati oleh setiap peserta praktikum, yang dilanjutkan dengan cara pembuatan laporan serta system penilaiannya lalu dibahas pula dengan cara menggunakan alat –alat yang sering digunakan, dan terakhir mengenai teori kesalahan yang membahas cara menganalisa data dengan menggunakan teori ketidakpastian.

Dalam petunjuk setiap mata percobaan, alat – alat yang digunakan, teori singkat mengenai materi yang akan di praktekkan, jalannya percobaan dan pertanyaan – pertanyaan yang wajib dijawab yang selanjutnya di akhiri dengan arahan kesimpulan.

Besar harapan kami tidak lain, semoga buku ini dapat bermanfaat dan dapat digunakan sebagaimana mestinya, khususnya bagi para peserta praktikum fisika lanjut.

Jakarta, Februari 2016

Tim Dosen Pend Fisika
FKIP UHAMKA
Imas R.E
Acep Musliman

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
PERATURAN DAN TATA TERTIB PRAKTIKUM	iii
CONTOH COVER	iv
CARA PENULISAN LAPORAN	xv
TEORI KESALAHAN	ix
JUDUL PRAKTIKUM	
1. Tetes Milikan	1
2. Sinar X	5
3. Serapan Sinar Gamma	7
4. Spektrometer Optik	10
5. Hukum Stefan Boltzman	12
6. Penentuan e/m	15
DAFTAR PUSTAKA	
LEMBAR DATA	

PERATURAN DAN TATA TERTIB PRAKTIKUM FISIKA DASAR

1. Sepuluh menit sebelum kegiatan dimulai, praktikan sudah siap di laboratorium.
2. Tas/tempat buku dan sebagainya diletakkan ditempat yang telah disediakan.
3. Setiap alat yang akan dipergunakan harus dipinjam dari petugas laboratorium dengan mengisi dan menandatangani bon peminjaman alat.
4. Keselamatan alat-alat yang dipinjam pada butir tiga merupakan tanggung jawab peminjam/ kelompok peminjam. Jika terjadi kerusakan, kehilangan alat peminjam / kelompok peminjam harus mengganti / memperbaiki alat tersebut.
5. Setiap praktikan bertanggung jawab dan berkewajiban untuk menjaga kebersihan alat-alat dan ruang laboratorium .
6. Praktikan harus mempersiapkan diri atas keperluan untuk praktikum sebelum masuk laboratorium (misalnya teori-teori yang mendukung kegiatan yang dilakukan, lembar data, bahan yang tidak tersedia di laboratorium) .
7. Setiap kali praktikum selesai, tiap praktikan harus membuat laporan sementara berupa: hasil pengamatan, daftar alat yang digunakan lengkap dengan spesifikasinya, diagram rangkaian dsb. Laporan ini harus disahkan oleh asisten.
8. Berdasarkan laporan sementara pada butir tujuh, tiap praktikan wajib membuat laporan resmi dengan ketentuan :
 - a. Halaman pertama ditulis pada kertas yang disediakan oleh laboratorium .
 - b. Halaman berikutnya pada kertas folio bergaris atau polos.
 - c. Laporan resmi berisi:
 1. Tujuan kegiatan/praktikum.
 2. Daftar alat-alat yang digunakan lengkap dengan spesifikasinya.
 3. Teori yang mendukung kegiatan guna mencapai tujuan.
 4. Jalannya percobaan/kegiatan.
 5. Perhitungan : hasil-hasil perhitungan / pengukuran dibuat dalam bentuk tabel.
 6. Kesimpulan dan jawaban pertanyaan. Bila adagrafik maka grafik tersebut dibuat pada kertas milimeter.
 - d. Laporan resmi ini diserahkan paling lambat sebelum praktikum berikutnya.

Demikian peraturan dan tata tertib ini dikeluarkan untuk diperhatikan dan ditaati. Pelanggaran terhadap peraturan dan tata tertib ini dapat dikenakan sanksi.

Penulis

Contoh Cover

Kode laporan (LP / LL)

JUDUL PERCOBAAN

.....

Nama :

No Induk Mahasiswa :

Jurusan :

Hari / Jam :

Tgl Percobaan :

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF DR HAMKA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
LABORATORIUM FISIKA
JAKARTA
2016

CARA BUAT LAPORAN PRATIUM

Untuk setiap jenis percobaan, seorang pratikan diwajibkan untuk membuat dua macam laporan pratikum, yang terdiri dari :

- a. Laporan Pendahuluan (LP), yaitu laporan yang dibuat sebelum melakukan percobaan. Pada tahap ini juga diadakan kuis yang dilaksanakan secara lisan (interview), dengan maksud untuk mengetahui kesiapan pratikan dalam memahami jenis percobaan yang akan dilakukan.
- b. Laporan Lengkap (LL), yaitu laporan hasil percobaan yang telah dilakukannya. Pada tahap ini diharapkan pratikan dapat menganalisa hasil pengamatan atau pengukuran yang di dapat selama melakukan percobaan.

Baik laporan pendahuluan maupun laporan lengkap ditulis tangan dengan menggunakan tinta berwarna hitam pada kertas polio. Isi masing-masing laporan adalah :

- a. Laporan Pendahuluan (LP), berisi :
 - 1) Tujuan : menerangkan secara singkat dan jelas apa tujuan dari percobaan yang akan kita lakukan.
 - 2) Teori : uraian singkat dan lengkap tentang teori percobaan.
 - 3) Peralatan : alat-alat yang digunakan dalam melakukan percobaan.
 - 4) Jalannya percobaan : menjelaskan langkah-langkah yang akan di lakukan dalam melakukan percobaan.
 - 5) Tugas perndahuluan (jika ada) : pertanyaan yang wajib dijawab/dikerjakan sebelum melakukan percobaan.
- b. Laporan Lengkap (LL), berisi :
 - 1) Tujuan : menerangkan secara singkat dan jelas apa tujuan dari percobaan itu.
 - 2) Teori : uraian singkat dan lengkap tentang teori percobaan.
 - 3) Peralatan : alat-alat yang digunakan dalam melakukan percobaan.
 - 4) Jalannya percobaan : menjelaskan langkah-langkah yang dilakukan dalam melakukan percobaan.
 - 5) Data percobaan : hasil pengamatan atau pengukuran yang didapat selama melakukan percobaan.

- 6) Pengolahan data : perhitungan dengan teori kesalahan / ketidakpastian (d disesuaikan dengan pertanyaan tugas akhir), dimana hasil akhir ditulis dengan jelas dan lengkap dengan angka berarti serta satuan yang tepat.
- 7) Tugas akhir : menjawab semua pertanyaan termasuk jawaban yang berkaitan dengan hasil perhitungan pada pengolahan data (yang sifatnya hanya melaporkan saja).
- 8) Kesimpulan : pembahasan secara singkat dan jelas mengenai hasil analisisnya sesuai dengan kenyataan yang didapat dari percobaan, termasuk sumber-sumber kesalahan yang mungkin.
- 9) Daftar Pustaka : buku-buku yang digunakan sebagai referensi dalam pembuatan laporan.
- 10) Lampiran-lampiran : Gambar alat-alat, Lembar data (asli), Grafik (jika ada) Catatan : gambar grafik dikertas milimeter block.

TEORI KESALAHAN

Dalam melakukan percobaan yang di dasarkan pada sejumlah pengukuran selalu di berlakukan teori kesalahan. Hal ini di dasarkan pada suatu keyakinan bahwa setiap pengukuran selalu di hinggapi kesalahan. Ada tiga jenis pengukuran, yaitu :

- a. Kesalahan bersistem, seperti kesalahan kalibrasi, kesalahan titik nol, kesalahan komponen alat, gesekan antar bagian di dalam suatu alat, kesalahan paralak, dan kesalahan akibat perbedaan saat bekerja dan keadaan saat alat di kalibrasi.
- b. Kesalahan acak, seperti kesalahan akibat gerak Brown, fluktuasi pada tegangan listrik, landasan yang bergetar dan lain sebagainya.
- c. Kesalahan pengamat, di akibatkan karena kurang terampilnya pemakai alat terutama pada peralatan modern yang rumit pemakainya.

Sumber-sumber kesalahan tersebut wajib kita ketahui dan kita wajib untuk menghilangkannya, tetapi nyata bahwa tidak semua kesalahan dapat di hilangkan. Ini adalah suatu fakta yang harus kita terima.

1. Kesalahan Pengukuran.

Hasil dari suatu pengukuran pada umumnya di sajikan dalam bentuk $x = x_0 \pm \Delta x$. Dengannya kita dapat mengetahui kesalahan Δx pada hasil pengukuran yang kita peroleh. Hasil pengukuran yang di wakili oleh x tidak dapat di harapkan tepat sama dengan nilai benar x_0 . Tetapi selama x_0 terdapat di dalam interval $x - \Delta x$ dan $x + \Delta x$, percobaan kita sungguh mempunyai arti dan dapat di pertanggung jawabkan. Di sini Δx di sebut dengan salah mutlak.

- a. Pengukuran tunggal, yaitu pengukuran suatu besaran yang di lakukan cukup hanya satu kali saja atau beberapa kali hasilnya tetap sama, oleh karena pengukuran yang kita lakukan tidak menghasilkan nilai yang berbeda. Hasil pengukuran tunggal di sajikan dalam bentuk : $x = x_1 \pm \Delta x$

di mana : x_1 = hasil dari pengukuran tunggal

Δx = salah mutlak = $\frac{1}{2}$ skala pengukuran terkecil (spt)

- b. Pengukuran berulang, yaitu pengukuran suatu besaran yang apabila di lakukan berulang kali hasilnya berbeda-beda. Misalkan hasil epngukuran dari suatu populasi x adalah $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$, maka nilai yang terbaik mewakili data tersebut adalah nilai rata-rata, yaitu :

$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum x_i}{n}$$

dan salah mutlak Δx adalah simpangan baku nilai rata-rata, yaitu :

$$\Delta x = \sqrt{\frac{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}{n^2(n-1)}}$$

Sedangkan hasil pengukurannya di sajikan dalam bentuk :

$$x = \bar{x} \pm \Delta x$$

$$\bar{X} = \text{nilai rata - rata sampel}$$

di mana : $\Delta X = \text{simpangan baku rata-rata sampel}$

$$n = \text{jumlah populasi (data)}$$

c. Kesalahan relatif

Untuk menyatakan kesalahan pengukuran suatu besaran adalah dengan kesalahan relatifnya yaitu $\Delta x/x$ (tidak berdimensi), dan seringkali di nyatakan dalam %, yaitu dengan cara mengalikan harga $\Delta x/x$ dengan 100%. Kesalahan relatif selalu di hubungkan dengan ketelitian pengukuran, makin kecil kesalahan relatif berarti makin tinggi ketelitian pengukuran tersebut.

2. Angka Berarti

Ketelitian pengukuran dapat pula di nyatakan dengan memperhatikan banyaknya angka yang di pakai. Angka-angka ini di sebut dengan angka berarti atau angka signifikan.

Sebagai contoh : 26,73 m mempunyai 4 angka berarti

8,50 gr mempunyai 3 angka berarti

0,70 cm mempunyai 2 angka berarti

Dalam menyajikan hasil pengukuran, banyaknya angka berarti yang di gunakan berkaitan dengan besarnya kesalahan relatif pengukuran tersebut. Makin kecil kesalahan relatif pengukuran, maka makin besar jumlah angka berarti yang boelh di ikut sertakan. Dalam hal ini kita dapat berpegang pada aturan praktis sebagai berikut :

- Kesalahan sekitar 10% memberi hak atas dua angka berarti
- Kesalahan 1% memberi hak atas tiga angka berarti
- Kesalahan 0,1% memberi hak atas empat angka berarti
- Kesalahan 0,01% memberi hak atas lima angka berarti

3. Perambatan Kesalahan

Banyak besaran fisis yang tidak dapat di tentukan dengan pengukuran secara langsung, tetapi merupakan fungsi dari besaran-besaran lain yang dapat di ukur langsung. Misalnya untuk mengetahui harga z harus di ukur terlebih dahulu besaran x dan y , maka di sini $z = z(x,y)$. Tentunya besarnya kesalahan Δz di pengaruhi oleh kesalahan-kesalahan Δx dan Δy , dan di katakan sebagai kesalahan akibat perambatan.

Contoh sederhana : mengetahui massa air dalam kalorimeter, mengetahui pertambahan panjang dari pemuai suatu logam, dan lain sebagainya.

a. Fungsi satu variabel

Misalkan besaran z hanya bergantung pada satu besaran lain yang mana merupakan hasil pengukuran, sebut besaran itu adalah x , sehingga dapat di tulis $z = z(x)$.

Untuk fungsi tersebut ada dua kasus, yaitu :

1. Jika besaran x merupakan hasil pengukuran tunggal, maka :

$$\Delta z = \left| \frac{dz}{dx} \right| |\Delta x|$$

2. Jika besaran x merupakan hasil pengukuran berulang, maka :

$$\Delta z = \sqrt{\left[\frac{dz}{dx} \right]^2 (\Delta x)^2}$$

b. Fungsi dua variable atau lebih.

Misalkan besaran w bergantung pada besaran lain yang lebih dari satu yang mana besaran-besaran tersebut merupakan hasil pengukuran, sebut besaran-besaran tersebut adalah x , y dan z , sehingga dapat di tulis $w = w(x, y, z)$.

Untuk fungsi tersebut dapat di bagi menjadi tiga kasus, yaitu :

1. Jika besaran x , y dan z adalah hasil pengukuran tunggal atau Δx , Δy dan Δz kesemuanya merupakan $\frac{1}{2}$ spt, maka :

$$\Delta w = \left| \frac{\partial w}{\partial x} \right| |\Delta x| + \left| \frac{\partial w}{\partial y} \right| |\Delta y| + \left| \frac{\partial w}{\partial z} \right| |\Delta z|$$

2. Jika besaran x , y dan z adalah hasil pengukuran berulang atau Δx , Δy dan Δz kesemuanya merupakan simpangan baku nilai rata-rata sample, maka :

$$\Delta w = \sqrt{\left[\frac{\partial w}{\partial x}\right]^2 (\Delta x)^2 + \left[\frac{\partial w}{\partial y}\right]^2 (\Delta y)^2 + \left[\frac{\partial w}{\partial z}\right]^2 (\Delta z)^2}$$

3. Jika besaran x, y dan z merupakan kombinasi antara hasil pengukuran tunggal dan berulang, maka kesalahan dalam bentuk ½ spt dapat di rubah menjadi simpangan baku dengan cara mengalikannya dengan 2/3, kemudian Δw di hitung dengan cara seperti nomor 2

4. Perbandingan Terhadap Literatur.

Untuk mengetahui apakah percobaan yang kita lakukan sudah benar atau belum (minimal mendekati kebenaran), perlu di lakukan perbandingan antara hasil akhir yang di peroleh dari percobaan dengan harga literturnya. Hasil perbandingan ini merupakan suatu kesalahan terhadap literatur yang biasa di nyatakan dalam %. Cara perhitungannya yaitu :

$$\text{Kesalahan terhadap literatur} = \left| \frac{x_{il} - x_{perc.}}{x_{il}} \times 100\% = \dots\% \right|$$

Makin kecil prosentase kesalahannya, maka semakin baik. Hal ini menunjukkan bahwa percobaan yang kita lakukan sudah mendekati kebenaran.

5. Pembuatan Grafik.

Selain dengan cara analitik seperti di atas, untuk membuktikan suatu rumus maupun perhitungan suatu konstanta (koefisien) dalam rumus, dapat juga di tentukan secara grafik. Dengan cara ini kita dapat pula melihat hubungan antara variabel yang satu dengan variabel lainnya. Untuk keperluan tersebut di gunakan grafik yang paling sederhana, yaitu grafik yang berbentuk linier dan memiliki persamaan :

$$y = m_1x + n_1$$

di mana : $m_1 = \text{slope (gradien)}$

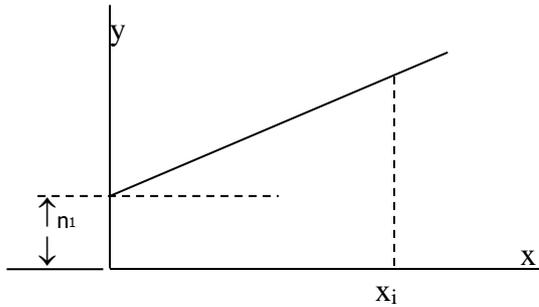
$n_1 = \text{untercept}$

Untuk mencari harga n_1 dan m_1 kita gunakan persamaan :

$$m_i = \frac{N \sum (x_i y_i) - \sum x_i \sum y_i}{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

$$n_i = \frac{N \sum x_i^2 \sum y_i - \sum x_i \sum (x_i y_i)}{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

di mana N adalah jumlah data, sedangkan grafiknya seperti yang terlihat pada gambar berikut ini.



Catatan :
Grafik di gambar pada kertas millimeter block.

PERCOBAAN 1

TETES MILLIKAN

1. Tujuan

Mengamati jejak partikel pada percobaan tetes milikan, dengan menentukan :

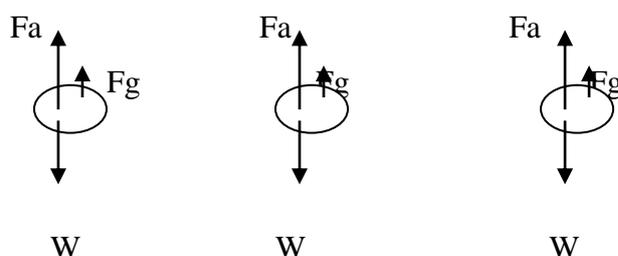
- Jari-jari tetes minyak.
- Muatan tetes minyak.
- Muatan elektron

2. Dasar Teori

Percobaan yang dilakukan oleh Robert Andrew Millikan di Universitas Chicago (1909-1913), telah memperoleh hasil analisis dari percobaannya bahwa muatan elementer electron adalah $1,6 \times 10^{-19}$ C. Hasil ini tidak diperoleh secara sederhana. Namun memerlukan pemikiran yang rumit, yang akhirnya kita dapat menyederhanakan dalam bentuk percobaan menggunakan tetes minyak Millikan.

Dasar mula yang harus dipahami adalah kecenderungan sebuah zat dalam keadaan bebas adalah membentuk luas permukaan sekecil – kecilnya dengan volume sebesar – besarnya. Hal ini menunjukkan bahwa bentuk bola akan memiliki volume maksimum dengan permukaan yang paling minimum.

Bola (tetes minyak) yang jatuh saat jatuh di dalam medium udara akan mengalami gaya apung dan gaya gesekan dengan udara, selain gaya berat. Gaya gesekan dengan udara identik dengan adanya viskositas jika kelereng jatuh dalam oli, akibatnya kecepatan tetes ini dalam udara akan mencapai kecepatan terminal yang tidak membesar lagi, untuk lebih jelasnya dapat digambarkan sebagai berikut



(a) (b) (c)

Gambar 1 : a. *Sebuah tetes minyak berada di udara dan mengalami jatuh bebas.*
 b. *Tetes minyak bergerak ke bawah karena gaya berat dan medan listrik.*
 c. *Tetes minyak bergerak ke atas karena medan listrik.*

Saat benda bergerak ke bawah W lebih besar dari F_a dan F_g , sehingga akan memiliki percepatan yang arahnya ke bawah. Jika sudah mencapai kecepatan terminal, kecepatan benda selalu tetap, berarti resultan gaya yang bekerja pada benda nol.

Secara matematis : $W = F_a + F_g$ (1)

$$v \rho_b g = v \rho_a g + 6 \Pi r \eta r v_r$$
 (2)

maka kecepatan terminalnya :

$$v_r = \frac{2r^2 g (\rho_b - \rho_a)}{g \eta}$$
 (3)

Dapat juga sebuah tetes minyak tadi diberi muatan (+) kemudian di letakkan di antara plat sejajar yang berjarak d dan beda potensial v . Jika muatan tetes minyak Q , sebuah tetes minyak yang bergerak kebawah akan mendapat gaya Coulomb dan gaya berat serta gaya yang menghambat adalah gaya gesekan dan apung.

$$W + F_q = F_a + F_g$$
 (4)

$$v \rho_b g + \frac{q v_{pot}}{d} = v \rho_a g + 6 \Pi \eta r v_r$$
 (5)

kecepatan terminalnya diperoleh :

$$v g (\rho_b - \rho_a) + \frac{q v_{pot}}{d} = 6 \Pi \eta r v_r$$
 (6)

Tetes minyak yang bergerak ke atas, gaya gesekannya berarti ke bawah searah dengan gaya berat :

$$W + F_g = F_a + F_q$$
 (7)

$$-v \rho_b g + 6 \Pi \eta r v_r = -v \rho_a g + \frac{q v_{pot}}{d}$$
 (8)

kecepatan terminalnya diperoleh :

$$-vg(\rho_b - \rho_a) + \frac{qV_{pot}}{d} = 6\Pi\eta r v_r \quad (9)$$

Jika persamaan (6) dikurangkan dengan persamaan (9) akan diperoleh jari-jari tetes minyak

$$r = \frac{3}{2} \sqrt{\frac{\eta(v_{r1} - v_{r2})}{g(\rho_b - \rho_a)}} \quad (10)$$

Jika persamaan (6) di tambah dengan persamaan (9) akan diperoleh :

$$q = \frac{3\Pi\eta dr(v_{r1} - v_{r2})}{V_{pot}} \quad (11)$$

dimana q adalah muatan tetes minyak yang terdiri dari n muatan elementer

3. Alat dan Bahan

- a. Power Supply
- b. Voltmeter
- c. Saklar Ganda
- d. Kabel penghubung
- e. Stop Watch
- f. Perangkat tetes minyak milikan

4. Prosedur Percobaan

- a. Menghubungkan power supply ke sumber tegangan PLN, memberi tegangan pelat kapasitor, memasang voltmeter untuk mengukur tegangan tersebut.
- b. Menghubungkan lampu penerang teropong ke sumber 6.3 volt AC power supply.
- c. Mengatur micrometer pada teropong untuk mengamati gerak tetes minyak (tidak terlalu terang) agar tetes minyak dapat diamati.
- d. Memasang sumber radioaktif pada tempatnya.
- e. Menyiapkan stop watch untuk mencatat waktu.
- f. Menyemprotkan minyak, mengamati gerakan minyak.
- g. Memilih dan mengamati satu tetes minyak yang jelas.
- h. Mencatat waktu untuk tetes minyak dari jari-jari ke-2 menuju jari-jari ke-3 sampai tiga data pada tegangan 320 Volt.

- i. Mengulangi langkah f dan g kemudian dilanjutkan mencatat waktu untuk tiap tetes minyak dimulai dari jari-jari ke-2 sampai jari-jari ke-3 untuk waktu turun (T_b), kemudian membalik polaritas untuk mencatat waktu naik (T_a) dari jari-jari ke-3 sampai jari-jari ke-2 sambil mengatur tegangan di 340 Volt, hingga diperoleh 3 data.
- j. Mencatat hasil pengamatan dalam bentuk tabel.

5. Tabel Data Pengamatan

Dari hasil pengumpulan data dapat disajikan dalam bentuk tabel seperti di bawah ini :

	320 volt	340 volt
No	t (sekon)	t (sekon)
1.		
2.		
3.		

6. Analisis Data

- a. Tentukan jari – jari tetes minyak (r) !
- b. Tentukan muatan tetes minyak (Q) !
- c. Tentukan muatan elektron (e) !

7. Pelaporan

Apa yang dapat anda simpulkan dari hasil percobaan, pengambilan data dan analisis data yang telah anda lakukan.

PERCOBAAN II

SINAR-X

1. Tujuan

- a. Mempelajari proses terjadinya sinar X
- b. Menentukan energi karakteristik sinar x (E_{k_α} , E_{k_β})

2. Permasalahan

- a. Bagaimana proses terjadinya sinar X itu ?
- b. Apa dan bagaimana spektrum sinar X itu ?

3. Dasar Teori

Di dalam tabung penghasil sinar X, katode dipanaskan oleh suatu filamen pemanas sehingga elektron-elektron pada katode mempunyai cukup energi untuk terlepas. Selanjutnya elektron-elektron ini dipercepat menuju anode karena adanya beda potensial antara anode dan katode. Elektron-elektron berkecepatan tinggi ini menumbuk anode yang terbuat dari atom berat sehingga elektron-elektron tersebut mengalami perlambatan. Dalam proses ini elektron-elektron melepaskan energinya dalam bentuk gelombang elektromagnetik kontinu yang disebut *sinar X* *Bremstrahlung*. Karena atom-atom anode termasuk atom berat maka panjang gelombang elektromagnetik yang dihasilkan termasuk dalam daerah sinar X. Energi sinar X ini bersifat diskret yang besarnya tergantung pada tingkat-tingkat energi

dimana elektron-elektron atom mengalami transisi. Sinar-sinar X yang dipancarkan pada proses diatas disebut *sinar X karakteristik*.

4. Alat dan Bahan

- a. Difraktometer
- b. Kristal Litium Fluorida (LiF)

5. Prosedur Percobaan

- a. Nyalakan alat pada tabung sinar X dan digital counter.
- b. Posisikan tombol posisi time pada posisi rate.
- c. Atur waktu dengan menekan tombol null zero lalu Tekan tombol display, digit/gate, pilih 10 sekon kemudian tekan tombol display.
- d. Tekan tombol display/volt untuk mengatur tegangan yaitu pada 450 V, tekan display/volt untuk mengembalikan ke posisi awal.
- e. Cari background, dengan cara posisikan voltase pada 0 KV, lalu Posisikan sudut pada 0° kemudiantekan tombol start, stop dan null zero.
- f. Cari intensitas dengan cara menaikkan sudut detector dari $10^\circ - 50^\circ$ dengan selang 1° , V pada 20 KV.
- g. Setelah selesai tekan alat pada tombol stop, null, voltase dinolkan.
- h. Ulangi langkah c – f sampai 3 kali.

6. Data Pengamatan

Background 1 :

No.	2θ	Intensitas
1	10°	
s/d	50°	
.		

41.		
-----	--	--

Background 2 dan selanjutnya sampai background ke-4.

7. Pelaporan

Apa yang dapat anda simpulkan dari hasil percobaan, pengambilan data dan analisis data yang telah anda lakukan.

PERCOBAAN III

SERAPAN SINAR GAMMA

1. Tujuan

- a. Menentukan koefisien serapan sinar gamma pada Isotop ^{137}Cs .
- b. Menentukan tebal paroh bahan pada Isotop ^{137}Cs .

2. Dasar Teori

Jika sinar gamma yang semula berintensitas I_0 setelah melewati bahan setebal x ; intensitasnya tinggal I maka $I = I_0 e^{-\mu x}$ (1)

μ adalah koefisien serapan linier sinar gamma pada energi tertentu, dan pada bahan, Jika diperoleh data I , berapakah/bagaimanakah ralat yang menyertai I tersebut ?

- a. Bagaimanakah bentuk grafik ($\ln \frac{I}{I_0} = -\mu x$) terhadap x ?
- b. Dengan kata lain jika grafik tersebut digambar di kertas semilog akan diperoleh garis lurus dengan sudut kemiringan θ dimana $\text{tg } \theta = \mu$.
- c. Apakah yang disebut tebal paroh dari bahan ?

3. Alat-alat

- a. Detektor Geiger Muller
- b. Digital Counter Analyzer
- c. Isotop ^{137}Cs yang masih aktif
- d. Pencatat waktu secara digital
- e. Step penahan Geiger muller
- f. Bahan penyerap (3 buah)

4. Prosedur Percobaan

- a. Tanpa bahan dan sumber, tekan tombol Geiger Muller START/STOP (START), biarkan mencacah selama 10 detik, ulangi sebanyak 10 kali. *Disebut apakah cacah yang teramati ini? Mengapa pengukuran ini harus dilakukan ? Apakah ada gunanya/hubungannya dengan pengukuran selanjutnya ?*

- b. Jika ingin mengulangi pencacahan tekan tombol RESET, kemudian START, tunggu selama waktu yang dikehendaki, lalu STOP.
- c. Letakkan sumber radiasi ^{137}Cs pada rak di bawah detektor Geiger Muller tanpa bahan penyerap atau terhalangi benda apapun. Lakukan pencacahan selama 10 detik sebanyak 10 kali. *Besaran apa yang anda peroleh ?*
- d. Letakkan bahan penyerap yang sudah diketahui ketebalannya (d) di antara sumber radiasi ^{137}Cs dan detektor Geiger Muller, lakukan pencacahan selama 10 detik sebanyak 5 kali. *Besaran apa yang anda peroleh ?*
- e. Singkirkan bahan penyerap, ulangi langkah c. Mengapa demikian ?
- f. Mengulangi langkah d untuk bahan penyerap yang sama dengan ketebalan yang berbeda (tebal bahan sudah diketahui).

5. Tabel Data Pengamatan

Data hasil percobaan dapat disajikan dalam tabel berikut :

- a. I latar (Intensitas tanpa bahan penyerap dan sumber radiasi) selama 10 sekon

I_{O1}	I_{O2}	I_{O3}	I_{O4}	I_{O5}	I_{O6}	I_{O7}	I_{O8}	I_{O9}	I_{O10}
...

- b. Sumber Radiasi

Intensitas	Tanpa Bahan Penyerap	Dengan Bahan Penyerap		
		$d_1 = \dots$	$d_1 = \dots$	$d_3 = \dots$
I_1				
s/d				
I_5				

6. Analisis Data

Analisislah data tabel di atas, kemudian jawablah pertanyaan di bawah ini :

- a. Apakah gunanya cacah latar di ukur ?
Berapakah aktivitas isotop ^{137}Cs yang anda ukur ?
Bagaimana jika dibandingkan dengan yang tertulis pada isotop ? Mengapa ?
- b. Dengan membuat plot dari persamaan (2) temukan koefisien serapan berbagai bahan yang tersedia ? Bagaimana ralatnya ? Ada besaran koefisien serapan massa (μ_a) dari bahan, apakah itu ? Dapatkah ditentukan dengan percobaan ini ?
- c. Tentukan tebal paroh dari bahan tersebut !

7. Pelaporan

Apa yang dapat anda simpulkan dari hasil percobaan, pengambilan data dan analisis data yang telah anda lakukan.

PERCOBAAN IV

SPEKTROMETER OPTIK

Tujuan

- mempelajari dasar kerja spektrometer.
- menentukan panjang gelombang garis-garis spektral dari spektrum.

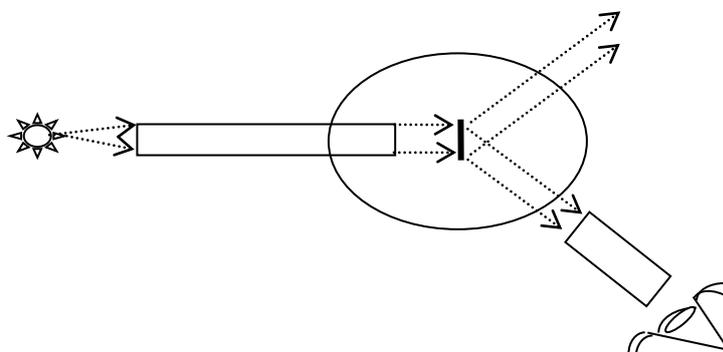
Teori Dasar

Spektrometer kisi adalah alat untuk melihat spektrum dari suatu sumber cahaya, baik berupa sumber cahaya kontinyu (dari filamen bola lampu) maupun sumber cahaya diskrit (dari lecutan suatu gas dengan menggunakan tegangan tinggi), dengan perantara suatu kisi. Kisi digunakan untuk menghasilkan difraksi yang menimbulkan pola interferensi sehingga pola gelap (minima) dan terang (maxima) dapat diamati melalui teropong. Sebuah kisi untuk difraksi dapat terdiri dari 100 garis/mm atau 300 garis/mm, di mana garis di sini dimaksudkan adalah celah.

Untuk kondisi maxima (pola terang) dapat menggunakan rumus

$$d \sin \theta = n\lambda$$

di mana d = jarak antara dua celah (antara pusat-pusat dua celah) dan λ = panjang gelombang sumber cahaya. $n = 0, 1, 2, \dots$ (orde difraksi). Spektrometer kisi sederhana dapat dilihat pada gambar di bawah ini



Gambar Skema spektrometer

Alat Dan Bahan

- a. spektrometer.
- b. lampu mercury, neon, bolam.
- c. Senter
- d. Kisi difraksi

Prosedur Percobaan

Menentukan panjang gelombang warna sinar tampak.

- 1) Sebelum anda mengamati posisi teleskop untuk berbagai macam warna spektrum, anda harus mengatur posisi kisi sehingga antara kolimator kisi dan teleskop berada segaris. Sehingga didapatkan sudut acuan.
- 2) Catat jenis/ukuran kisi yang digunakan dan sudut acuannya.
- 3) Sambil mengamati dari belakang okuler teleskop, putarlah teleskop pada satu arah (misal ke kanan), maka anda akan melihat warna spektrum bergeser pada satu arah. (Kelompok warna – warna spektrum yang pertama dinamakan orde $n = 1$). Amati salah satu warna spektrum tersebut (yang anda anggap paling terang). Kunciilah teleskop pada posisi tersebut, hitung besar sudutnya. Buka kembali pengunci teleskop
- 4) Ulangi langkah 3) untuk warna-warna selanjutnya.
- 5) Ulangi langkah 3) dan 4) untuk orde $n = 2,3,4,5$ (jika memungkinkan)
- 6) Gantilah kisi dengan jenis/ukuran yang berlainan.
- 7) Ulangi langkah 3) , 4), dan 5) untuk mengetahui spektrum pada kisi tersebut.
- 8) Dari data-data tersebut buatlah grafik untuk menentukan besarnya λ tiap-tiap warna, pada masing–masing kisi dan analisislah kesesuaian dengan teori.

Gambarkan spektrum atom hidrogen, kemudian anda bandingkan antara kisi satu dengan yang lain maupun teori.

Tabel Data

Pengukuran Sudut Prisma A

Pembacaan Skala Untuk Masing-Masing Bayangan :

A. Tanpa prisma

Arah Pembacaan	Pembacaan
Kanan	
Kiri	

B. Dengan prisma

Arah Pembacaan	Pembacaan
Kanan	
Kiri	

Perhitungan 2A : 20

Sudut Prisma A : 10

2. Pengukuran Sudut Deviasi Minimum

1. Pengukuran Sudut Prisma A

Pembacaan Skala Untuk Masing-Masing Bayangan :

A. Tanpa prisma

Arah Pembacaan	Pembacaan
Kanan	
Kiri	

B. Dengan prisma

Arah Pembacaan	Pembacaan
Kanan	322
Kiri	143

Perhitungan 2A : 20

Sudut Prisma A : 10

Analisis Data

1. Buktikan bahwa sudut antara dua posisi teleskop untuk bayangan celah yang dipantulkan adalah $2A$
2. Berapa kecepatan cahaya kuning berdasarkan hasil percobaan tersebut?
3. Barapakah jangkauan (batas) indeks bias dari prisma yang anda gunakan untuk panjang gelombang cahaya tampak (dari merah sampai ungu)?

PERCOBAAN V

HUKUM STEFFAN – BOLTZMANN

1. Tujuan :

Membuktikan hukum Stefan – Boltzmann tentang radiasi benda

2. Alat-alat :

- a. Bangku penyangga.
- b. Sumber radiasi (lampu Wolfram, 25 W AC 220 V)
- c. Sumber listrik 220 V – AC
- d. Pengatur tegangan (dimmer)
- e. Box Hambatan Geser ($\pm 2 \text{ K}\Omega$)
- f. Voltmeter – AC
- g. Amperemeter – AC
- h. Termopile bersungkup
- i. Milivoltmeter DC
- j. Kabel-kabel penghubung

3. Dasar Teori

- a. Bagaimana bunyi hukum Stefan Boltzmann tentang radiasi sebuah benda ?
Bagaimana rumusnya?
- b. Berapakah besarnya konstanta Steffan Boltzmann ? Satuannya ?
- c. Bila kemampuan menyerap dan memancarkan radiasi sama besar, disebut apakah benda tersebut ?
- d. Energi radiasi benda per satuan luas per satuan waktu (rapat fluks energi) dari benda sebanding dengan pangkat empat dari suhu mutlak benda ($\Phi \sim T^4$). Jadi problem utama untuk membuktikan hukum Stefan Boltzmann tentang radiasi adalah *menentukan suhu benda yang meradiasi serta mengukur rapat fluks energi radiasi benda tersebut.*

4. Tata cara

a. Untuk menentukan suhu benda yang meradiasi dapat digunakan hubungan antara hambatan listrik dari benda dengan suhunya, yaitu

yaitu $R_t = R_o (1 + \alpha t) \dots\dots\dots(1 a)$

atau $t = \frac{1}{\alpha} \left(\frac{R_t}{R_o} - 1 \right) \dots\dots\dots (1 b)$

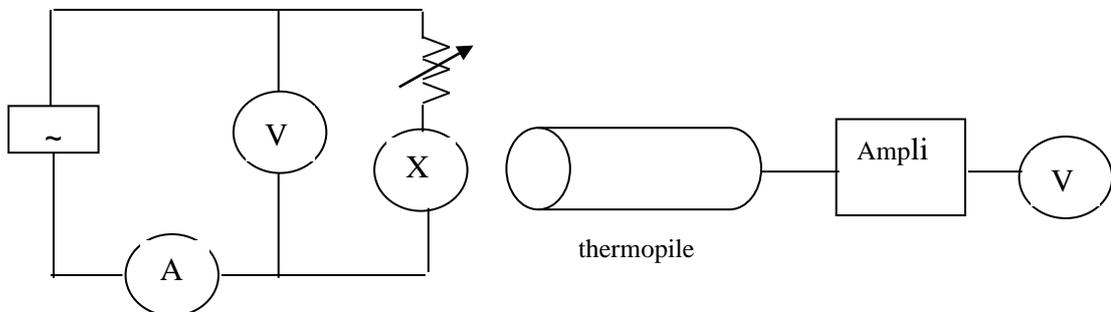
atau $T = 273 + \frac{1}{\alpha} \cdot \left(\frac{R_t}{R_o} - 1 \right) \dots\dots\dots (1 c)$

dengan

- t = suhu benda dalam derajat Celsius
- T = suhu benda dalam Kelvin
- R_t = hambatan dari benda yang meradiasi pada suhu t
- R_o = hambatan Wolfram pada 0°C
- α = Koefisien resistansi dari wolfram = $4,8 \cdot 10^{-3}/\text{K}$

- Ukurlah besar hambatan wolfram pada suhu kamar ($t = \pm 25^\circ \text{C}$). Dapat dilakukan dengan mengatur agar lampu radiasi yang telah dialiri arus tidak memijar. (*Pertanyaan : mengapa demikian ?*)

Rangkailah alat seperti gambar 1. Pasang hambatan geser, aturlah dengan regulator tegangan/dimmer.



Gambar 1. Rangkaian alat percobaan

- Tentukan $R(t)$ untuk mendapatkan harga hambatan listrik dari filamen pada suhu 0°C (R_0). *Data apa saja yang Anda perlukan?*
- b. Hukum Steffan- Boltzmann menyatakan energi radiasi persatuan luas per satuan waktu dari lampu ($L(T)$) sebanding dengan T^4 . $L(T)$ dari lampu menyebar ke segala arah; dan pada jarak tertentu ditangkap oleh termopile. Maka fluks energi Φ yang diterima termopile sebanding dengan $L(T)$ atau,

$$\phi \propto L(T) \dots\dots\dots (2)$$

Fluks energi tersebut oleh termopile diubah menjadi tegangan listrik V_t ; maka diperoleh

$$V_t \propto T^4 \dots\dots\dots (3)$$

Persamaan (3) berlaku jika suhu termopile 0°K . Pada temperatur kamar, termopile juga mengeluarkan radiasi, sehingga :

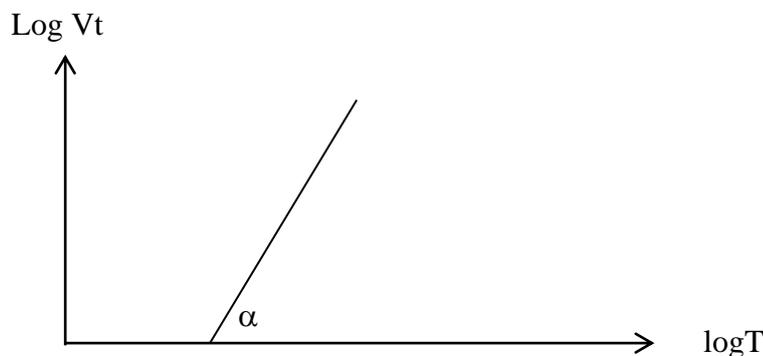
$$V_t = (T^4 - T_r^4) \dots\dots\dots(4)$$

Jika Persamaan (4) diambil log-nya, diperoleh

$\text{Log } V_t = 4 \log T + \text{Konstanta}$

..... (5)

Perkirakan dan gambarlah grafik yang diperoleh dari Persamaan (5). Apakah Anda yakin menjadi Gambar 2 berikut ?



Gambar 2. Grafik dari pers (5)

Artinya untuk membuktikan hukum Steffan–Boltzmann; kita harus dapat membuat grafik seperti Gambar 2; dan menemukan kemiringannya (slope) = 4.

a. *Bagaimana membuat grafik Gambar 2 ?*

Data yang diperlukan tentu saja tegangan termopile dan suhu filamen.

Untuk itu hambatan geser berfungsi sebagai pengatur tegangan yang masuk ke lampu. Rangkaianannya masih seperti Gambar 1

b. *Tentukan suhu filamen pada berbagai macam kondisi pemancaran lampu.*

c. *Data apa saja yang diperlukan untuk menentukan suhu filamen?*

d. *Bagaimana menentukan harga slopenya ?*

e. *Bagaimana ralatnya?*

f. *Apakah dengan percobaan ini hukum Steffan Boltzmann telah terbukti ?*

g. *Dapatkah dengan percobaan ini menentukan tetapan Steffan- Boltzmann? Data apalagi yang diperlukan ?*

PERCOBAAN VI

PENENTUAN e/m

1. Tujuan

- Mempelajari lintasan gerak elektron akibat pengaruh medan listrik atau magnet.
- Menghitung nilai e/m dari elektron

2. Teori Dasar

Tabung Thomson adalah tabung sinar katoda yang memancarkan berkas elektron dari elektroda katoda. Elektroda katoda mula-mula dipanaskan, sehingga katoda mengalami emisi termionik. Elektron yang lepas dari katoda akan bergerak menuju anoda karena ada beda potensial yang tinggi V . Kecepatan akhir elektron yang

mencapai anoda yaitu $eV = \frac{1}{2}mv^2$ (1)

Setelah lepas dari anoda elektron masuk medan magnet secara tegak lurus dan mengalami gaya sebesar $F_m = Bev$

Dalam medan magnet, elektron akan bergerak dalam lintasan berbentuk lingkaran dan akan mengalami gaya sentripetal sebesar $F_{sp} = \frac{mv^2}{r}$

Gaya sentripetal ini besarnya sama dengan gaya magnetik

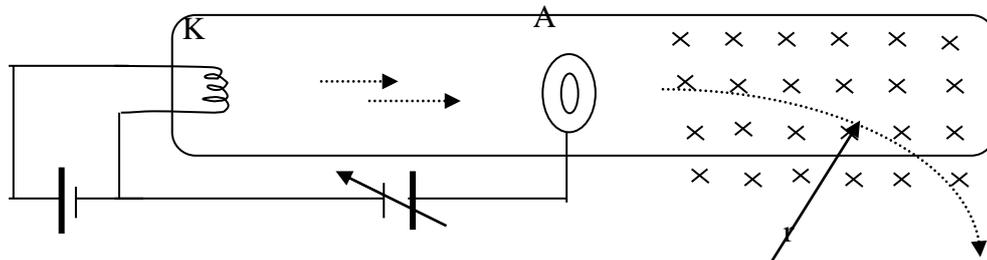
$$Bev = \frac{mv^2}{r} \text{ jika persamaan (1) disubstitusikan, maka didapat } \frac{e}{m} = \frac{2V}{(Br)^2}$$

medan magnet B diperoleh dari kumparan Helmholtz dengan karakteristik

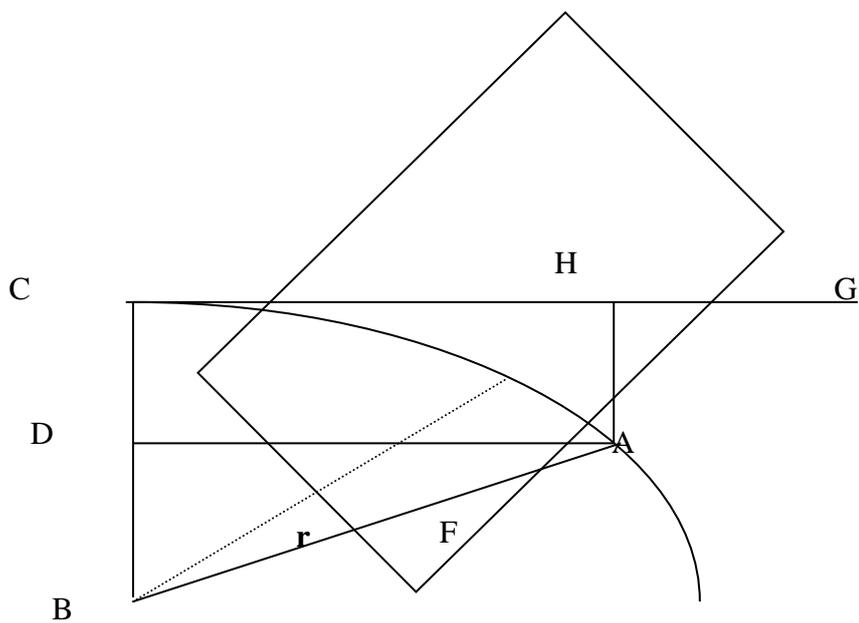
$$B = kI = 4,17 \cdot 10^{-3} I$$

Sedangkan jejari elektron r diperoleh dari gambar 8 di bawah ini

$$r = \sqrt{2 \left(\frac{64 \cdot 10^{-4}}{AG} + \frac{AG}{2} - 8 \cdot 10^{-2} \right)}$$



Gambar Tabung Thomson



Gambar Lintasan Elektron

3. Alat dan Bahan

- seperangkat tabung Thomson
- sumber tegangan tinggi 3 kV s/d 6 kV
- sumber arus yang dapat bervariasi 0 s/d 2 A
- sumber tegangan yang dapat bervariasi 0 V s/d 400 V
- Ampermeter

4. Prosedur Percobaan

- Pasanglah kabel-kabel sesuai dengan rangkaian percobaan e/m (gambar 8)
- sumber tegangan tinggi dipasang sebesar 3 kV, akan terlihat sinar warna biru
- pasang sumber arus mulai dari 0,1A s/d 1,0A dengan step 0,1A ini dilihat dari Ampermeter yang dipasang seri pada kabel kumparan Helmholtz.
- Tentukan panjang AG pada skala dalam tabung, setiap pengukuran arus.

DAFTAR PUSTAKA

1. Sutrisno, 1983, Seri Fisika Dasar, Fisika Modern, ITB, Bandung.
2. Arthur Breiser, 1990, Konsep Fisika Modern, Erlangga, Jakarta.
3. Kenneth Krane, 1992, Fisika Modern, UI, Jakarta.