BUKU PETUNJUK PRAKTIKUM

EKSPERIMEN FISIKA II

SEMESTER GENAP T.A. 2015/2016

Disusun Oleh:

NURUN NAYIROH, M.Si

LABORATORIUM TERMODINAMIKA
JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2016

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah senantiasa memberikan Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga penyusunan Buku Petunjuk Praktikum Eksperimen Fisika II ini dapat terselesaikan dengan baik.

Diktat ini disusun sebagai buku panduan atau pegangan Praktikum Eksperimen Fisika II di lingkungan Jurusan Fisika UIN MALIKI Malang dengan materi yang telah disesuaikan dengan materi kuliah Gelombang, Listrik Magnet, Fisika Modern, dan Termodiamika. Sebagian materi di dalam diktat ini merupakan hasil penerjemahan dari buku penuntun eksperimen dari PHYWE yang berbahasa Inggris ditambah dengan beberapa hal dari buku-buku bahan ajar kuliah.

Tujuan penyusunan adalah bahwa diktat ini dapat membantu para asisten dan mahasiswa dalam mengikuti kegiatan praktikum dengan baik dan benar sekaligus untuk menambah wawasan terhadap teori yang telah didapatkan dalam perkuliahan serta membantu menambah ketrampilan mahasiswa dalam melakukan kerja di laboratorium.

Ucapan terimakasih disampaikan kepada seluruh Laboran dan Kepala Laboratorium Fisika beserta seluruh pihak yang telah membantu penyusunan diktat ini. Akhirnya, penyusun menyadari bahwa diktat ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu penyusun mengharapkan kritik dan saran dari pembaca untuk penyempurnaan diktat berikutnya.

Kolom verifikasi

Malang, Januari 2016

Disetujui oleh:	Diverifikasi oleh:	Disusun oleh:
Kepala Lab. Termodinamika	Dosen Pengampu	PLP Ahli Pertama
Drs. Abdul Basid, M.Si	Ahmad Abtokhi, M.Pd	Nurun Nayiroh, M.Si
NIP.19650504 199003 1 003	NIP. 19761003 200312 1 004	NIP.198503122011012018

TATA TERTIB PRAKTIKUM

Setiap praktikan yang melakukan praktikum Eksperimen Fisika II di Laboratorium Jurusan Fisika, FSAINTEK, UIN MALIKI Malang diwajibkan mematuhi tata tertib berikut :

1. Praktikan harus sudah siap menjalankan praktikum lima menit sebelum acara praktikum dimulai.
2. Pada saat melakukan praktikum diharuskan memakai jas praktikum.
3. Setiap praktikan diharuskan membaca dengan teliti petunjuk praktikum yang akan dilakukan dan membuat ringkasan cara kerja praktikum (password masuk: Tujuan praktikum, landasan teori dan metodologi eksperimen) yang akan dilaksanakan pada saat itu.
4. Setiap parktikum diwajibkan membawa kartu kendali praktikum.
5. Sebelum praktikum dimulai pada setiap awal praktikum akan didakan pre-tes.
6. Laporan sementara dibuat pada saat praktikum dan pada saat praktikum akan usai dimintakan persetujuan Asisten praktikum.
7. Setiap selesai praktikum akan diadakan post-test.
8. Laporan resmi praktikum dikumpulkan pada setiap awal praktikum berikutnya.
9. Setelah usai praktikum setiap kelompok bertanggung jawab terhadap keutuhan dan kebersihan alat-alat dan fasilitas kemudian mengisi buku log penggunaan alat-alat praktikum.
10. Bagi praktikan yang berhalangan hadir diharuskan membuat surat ijin dan apabila sakit harus dilampiri surat keterangan dokter.
11. Ketentuan yang belum tercantum dalam tata tertib ini apabila perlu akan ditentukan kemudian.

PJ.Praktikum Ekaperimen Fisika II

Nurun Nayiroh, M.Si
NIP. 19850312 201101 2 018

DAFTAR ISI

Halaman

1. Sampul		1
2. Kata Pengantar		2
3. Tata Tertib		3
4. Daftar Isi		4
5. EF II-1	Efek Hall pada Semikonduktor p-Germanium	5
6. EF II-2	Medan Listrik dan Potensial pada Pelat Kapasitor	14
7. EF II-3	Interferensi Gelombang Ultrasonik dengan Cermin Lloyd	18
8. EF II-4	Kumparan pada Rangkaian AC dengan Cobra3	23
9. EF II-5	Penyerapan Elektron (β^-)	30
10. EF II-6	Muatan Elektron Spesifik-e/m	34
11. EF II-7	Konstanta Dielektrik pada Bahan yang Berbeda-beda	38
12. EF II-8	Ketergantungan Resisitor dan Dioda terhadap Temperatur	44
13. EF II-9	Indeks Bias Larutan Menggunakan Refraktometer Abbe	50
14. Sistematika Laporan		54
15. Laporan Sementara		55

EF II – 1

EFEK HALL PADA SEMIKONDUKTOR P-GERMANIUM

I. TUJUAN

Tujuan dilakukan percobaan ini adalah:

1. Untuk mengukur tegangan Hall pada temperatur ruang dan medan magnet konstan sebagai fungsi dari arus kontrol dan membuat plot pada sebuah grafik (pengukuran tanpa kompensasi untuk tegangan cacat).
2. Untuk mengukur tegangan yang melintasi sampel pada temperatur ruang dan arus kontrol konstan sebagai fungsi induksi magnet B.
3. Untuk mengukur tegangan yang melintasi sampel pada arus kontrol konstan sebagai fungsi temperatur. Jarak pita germanium dihitung dari pengukuran-pengukuran.
4. Untuk mengukur tegang Hall U_H sebagai fungsi induksi magnet B, pada temperatur ruang. Arah pembawa muatan dan konstanta Hall R_H bersama-sama dengan mobilitas Hall μ_H dan konsentrasi pembawa muatan p dihitung dari pengukuran-pengukuran.
5. Untuk mengukur tegangan Hall U_H s ebagai fungsi temperatur pada induksi magnet B konstan dan nilai-nilai yang diperoleh diplot pada sebuah grafik.

II. DASAR TEORI

Efek Hall adalah peristiwa membeloknya arus listrik dalam pelat konduktor karena adanya pengaruh medan magnet. Peristiwa ini pertama kali ditemukan oleh ilmuwan Dr. Edwin Hall pada tahun 1879.

Jika arus I mengalir melalui kepingan konduksi persegi panjang dan jika kepingan dilintasi oleh medan magnet pada sudut kanan arah arus, maka tegangan yang dihasilkan di antara dua titik superposisi pada sisi yang berlawanan dengan kepingan – disebut juga dengan tegangan Hall.

Fenomena ini timbul dari gaya Lorentz: pembawa muatan yang memberikan kenaikan arus yang mengalir melalui sampel dibelokkan oleh medan magnet B sebagai fungsi arah dan kecepatannya v:

$$\vec{F} = e(\vec{v} \times B)$$

(F = gaya yang bekerja pada pembawa muatan, e = muatan elementer).

Karena pembawa muatan negatif dan positif di dalam semikonduktor bergerak berlawanan arah, maka mereka dibelokkan pada arah yang sama.

Pada daerah konduktivitas intrinsik, kita mempunyai

$$\sigma = \sigma_0 . \exp \sigma \left(-\frac{E_g}{2\ kT} \right)$$

di mana σ = konduktivitas, E_g = energi bandgap, k = konstanta Boltzmann, T = temperatur absolut.
Jika logaritma konduktivitas diplot terhadap T^{-1}, sebuah garis lurus diperoleh dengan kemiringan:

$$b = -\frac{E_g}{2k}$$

di mana E_g dapat ditentukan.

Dari nilai-nilai terukur yang digunakan pada Gambar 5, kemiringan pada garis regresi dari

$$\ln \sigma = \ln \sigma_0 + E_g/2k \,.\, T^{-1}$$

adalah

$$b = -\, E_g/2k = -\, 4{,}18 \,.\, 10^3 \text{ K}$$

dengan standar deviasi $s_b = \pm\, 0{,}07 \,.\, 10^3$ K.

(karena pengukuran-pengukurannya dibuat dengan arus yang konstan, maka kita dapat mengatakan $\sigma \approx U^{-1}$, di mana U adalah tegangan yang melewati sampel).

Karena $k = 8{,}625 \,.\, 10^{-5}$ eV/K

maka kita peroleh $E_g = b \,.\, 2k = (0{,}72 \pm 0{,}03)$ eV.

Dengan arah arus kontrol dan medan magnet yang ditunjukkan pada Gambar 2, pembawa muatan yang memberikan kenaikan arus pada sampel dibelokkan maju di tepi depan sampel. Oleh karena itu, jika (dalam sebuah probe *n-doped*) elektron-elektron adalah pembawa muatan utama, maka tepi depan sampel akan menjadi negatif dan dengan konduksi hole pada sampel *p-doped*, menjadi positif.
Konduktivitas σ_0, mobilitas pembawa muatan μ_H, dan konsentrasi pembawa muatan p dihubungkan melalui konstanta Hall R_H:

$$R_H = \frac{U_H}{B} \cdot \frac{d}{I}, \quad \mu_H = R_H . \sigma_0$$

$$p = \frac{1}{e \,.\, R_H}$$

Gambar 6 menunjukkan sebuah hubungan yang linear antara tegangan Hall dan medan B. Dengan nila-nilai yang digunakan pada Gambar 6, garis regresi dengan rumus

$$U_H = U_0 + b \,.\, B$$

Mempunyai kemiringan b = 0,125 VT^{-1} , dengan standar deviasi s_b = ± 0,003 VT^{-1}.

Berdasarkan pada persamaan:

$$R_H = \frac{U_H}{B} . \frac{d}{I} = b . \frac{d}{I}$$

Di mana ketebalan sampel $d = 1 \,.\, 10^{-3}$ m dan I = 0,030 A,

konstanta Hall R_H ini menjadi

$R_H = 4{,}17 \,.\, 10^{-3}$ m^3/As dengan standar deviasi $s_{RH} = 0{,}08 \,.\, 10^{-3}$ m^3/As.

Konduktivitas pada temperatur ruang dihitung dari panjang sampel l, sampel pada bagian A dan hambatan sampel R_0 sebagai berikut:

$$\sigma_0 = \frac{l}{R \,.\, A}$$

Dengan nilai-nilai yang terukur l = 0,02 m, R_0 = 35,0 Ω, A = $1 \,.\, 10^{-5}$ m^2

Kita peroleh $\sigma_0 = 57{,}14\ \Omega^{-1}\ m^{-1}$.

Sekarang mobilitas Hall pada pembawa muatan dapat ditentukan dari

$$\mu_H = R_H \,.\, \sigma_0$$

Dengan menggunakan pengukuran-pengukuran yang diberikan di atas, kita peroleh:

$$\mu_H = (0{,}238 \pm 0{,}005)\ m^2/Vs.$$

Konsntrasi hole p pada sampel p-*doped* dihitung dari

$$p = \frac{1}{e \,.\, R_H}$$

Dengan menggunakan nilai muatan elementari $e = 1{,}602 \,.\, 10^{-19}$ As,

kita peroleh $p = 14{,}9 \,.\, 10^{20}$ m^{-3}.

III. METODE PERCOBAAN

A. Alat dan Bahan

• Modul efek Hall,	11801.00	1
• Papan semikonduktor, p-Ge, efek Hall	11805.01	1
• Kumparan, 600 lilitan	06514.01	1
• Inti besi, berbentuk-U, berlapis-lapis	06501.00	1
• Potongan elektroda, bidang, 30x30x48 mm, 2	06489.00	1
• Probe Hall,	13610.02	1
• Power supply 0-12 V DC/6 V, 12 V AC	13505.93	1
• Pangkalan kaki tiga-PASS-	02002.55	1
• Batang pendukung -PASS-,segi empat,l=250mm	02025.55	1
• Penjepit sudut kanan -PASS-	02040.55	1
• Kabel penghubung, l = 500 mm, merah	07361.01	3
• Kabel penghubung, l = 500 mm, biru	07361.04	2
• Kabel penghubung, l = 750 mm, hitam	07362.05	2
• Teslameter, digital	13610.93	1
• Multimeter digital	7134.00	1

Gambar 1. Pengaturan alat percobaan.

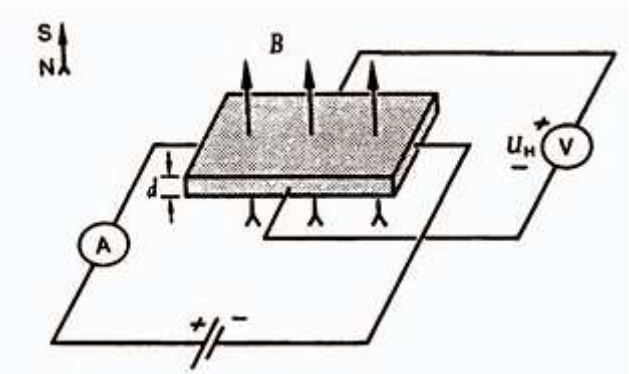
B. Langkah Percobaan

1. Aturlah alat-alat percobaan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Potongan uji pada papan harus diletakkan ke dalam modul efek Hall melalui petunjuk alur. Modul secara langsung dihubungkan dengan keluaran unit power supply 12 V~ di atas masukan AC pada samping belakang modul.

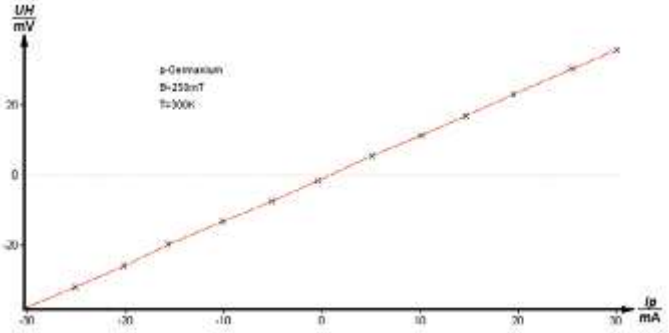
2. Masukkan pelat ke magnet dengan sangat hati-hati, sehingga tidak sampai terjadi kerusakan kristal dalam partikel, hindari pelat melengkung.
3. Ukurlah tegangan Hall dan tegangan yang melintasi sampel dengan sebuah multimeter. Oleh karena itu, gunakan stopkontak-stopkontak pada sisi depan modul. Arus dan temperatur dapat dibaca dengan mudah pada display yang terintegrasi dengan modul.
4. Ukur medan magnet harus dengan teslameter melalui probe Hall, yang mana dapat dimasukkan secara langsung ke dalam lubang alur pada modul seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 sehingga anda dapat meyakinkan bahwa fluks magnet dapat diukur secara langsung pada sampel Germanium.

Langkah pengambilan data:

1. Atur medan magnet ke nilai 250 mT dengan mengubah tegangan dan arus pada power supply. Hubungkan multimeter ke stopkontak tegangan Hall (U_H) pada sisi depan modul. Atur display pada modul ke " mode-arus". Tentukan tegangan Hall sebagai fungsi arus dari -30 mA sampai 30 mA pada step hampir 5 Am.
   Anda akan memperoleh tipe pengukuran seperti pada Gambar 3.
2. Atur arus kontrol ke 30 mA. Hubungkan multimeter ke stopkontak tegangan sampel pada sisi depan modul. Tentukan tegangan sampel sebagai fungsi induksi magnet B positif sampai 300 mT. Anda akan memperoleh tipe grafik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 2: Efek Hall pada sampel berbentuk persegi panjang. Tanda polaritas tegangan Hall yang diberikan ditunjukkan ketika pembawa terisi muatan negatif.



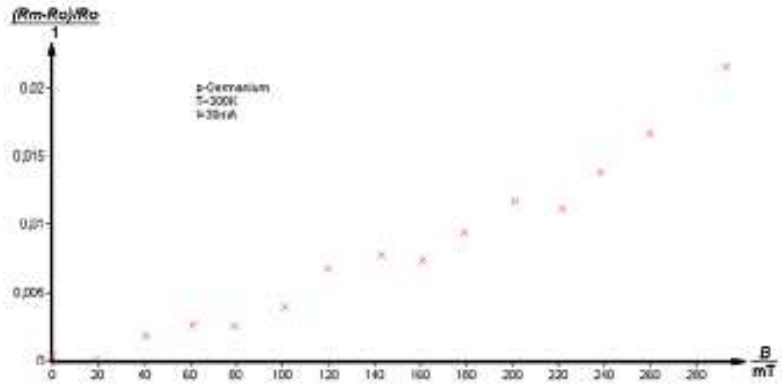
Gambar 3: Tegangan Hall sebagai fungsi arus.

3. Yakinkan bahwa display bekerja pada mode temperatur selama pengukuran.

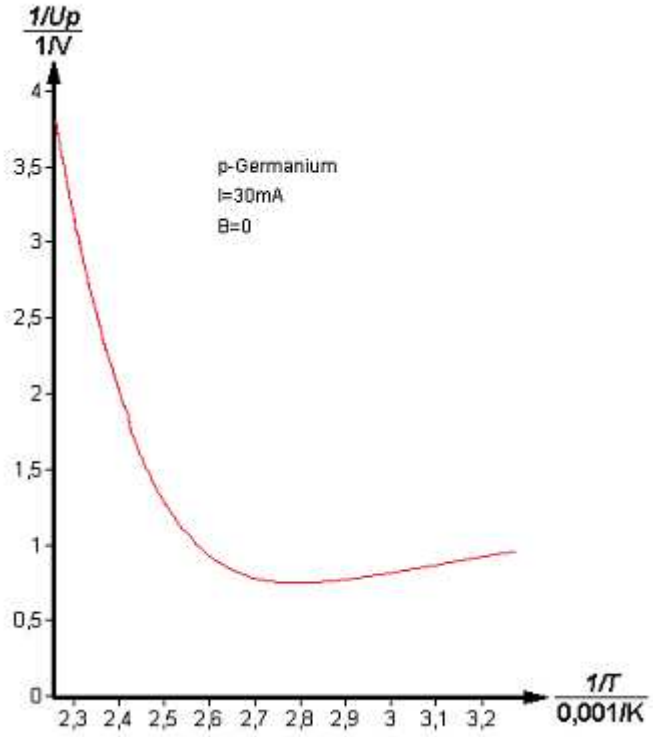
   Pada saat memulai, atur arus ke nilai 30 mA. Medan magnet akan mati. Arus tetap mendekati konstan selama pengukuran, tetapi tegangan berubah berdasarkan perubahan temperatur. Sekarang, atur display pada mode temperatur. Mulailah pengukuran dengan mengaktifkan kumparan panas dengan menekan tombol “on/off” pada sisi belakang modul.

   Tentukan perubahan tegangan yang bergantung pada perubahan temperatur untuk rentang mulai temperatur ruang sampai temperatur maksimu 170°C.

   Anda akan memperoleh sebuah tipe kurva seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.

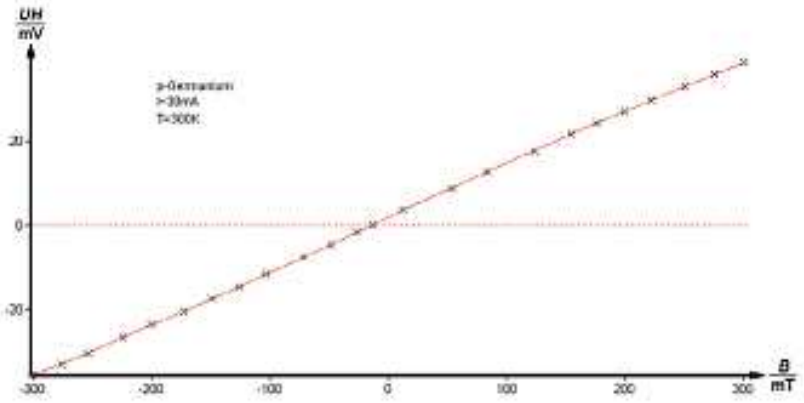


Gambar 4: Perubahan hambatan sebagai fungsi induksi magnet.

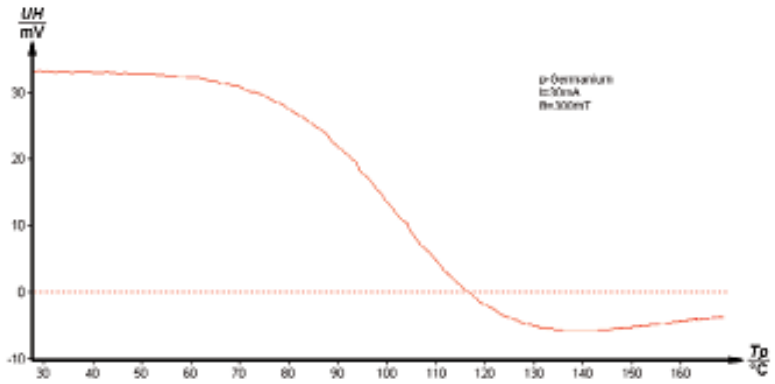


Gambar 5: Resiprok tegangan sampel yang diplot sebagai fungsi resiprok temperatur absolut. (Karena I konstan selama pengukuran, maka $U^{-1} \approx \sigma$ dan oleh karenanya grafik menjadi ekuivalen dengan plot konduktivitas terhadap resiprok temperatur.

4. Atur arus ke nilai 30 mA. Hubungkan multimeter ke stopkontak tegangan Hall (U_H) pada sisi depan modul. Tentukan tegangan Hall sebagai fungsi induksi magnet. Mulailah dengan -300 mT dengan cara mengubah polaritas arus kumparan dan meningkatkan induksi magnet pada step sekitar 20 mT. Pada titik nol, anda harus mengubah polaritas. Sebuah tipe pengukuran ditunjukkan pada Gambar 6.
5. Atur arus ke nilai 30 mA dan induksi magnet ke nilai 300 mT.
   Tentukan tegangan Hall sebagai fungsi temperatur.
   Atur display pada mode temperatur. Mulailah pengukuran dengan mengaktifkan kumparan panas dengan menekan tombol "on/off" pada sisi belakang modul.
   Anda akan memperoleh sebuah kurva seperti Gambar 7.



Gambar 6: Tegangan Hall sebagai fungsi induksi magnet.



Gambar 7: Tegangan Hall sebagai fungsi temperatur.

C. Tabel Data Percobaan

Tabel tegangan Hall (UH) sebagai fungsi arus listrik (B=250 mT)

No.	I_p (mA)	U_H (V)
1.	-30	
	-25	
dst...	dst..	
	25	
	30	

Tabel Tegangan sampel sebagai fungsi induksi magnet (Ip = 30 mA)

No.	B (mT)	U_p (V)
1.	30	
dst...	dst..	
	300	

Tabel Tegangan sampel sebagai fungsi temperatur (Ip=30 mA, B = 0)

No.	T (°C)	U_p (V)
1.	30	
	35	
dst...		
	105	

Tabel Tegangan hall sebagai fungsi induksi magnet (Ip=30 mA)

No.	B (mT)	U_H (V)
1.	-300	
	-280	
dst...	dst..	
	280	
	300	

Tabel Tegangan hall sebagai fungsi temperatur (Ip=30 mA, B=300 mT)

No.	T (°C)	U_H (V)
1.	30	
dst...	dst...	
	105	

EF II - 2
MEDAN LISTRIK DAN POTENSIAL PADA PELAT KAPASITOR

I. TUJUAN

1. Untuk mengamati hubungan antara tegangan dan kuat medan listrik, dengan jarak antar pelatnya konstan.
2. Untuk mengamati hubungan antara kuat medan listrik dan jarak antar plat, dengan tegangan konstan.
3. Untuk mengukur potensial di dalam plat kapasitor, dengan sebuah probe sebagai fungsi posisi

II. DASAR TEORI

$rot\,\vec{E} = -\vec{B}$

$Div\,\vec{D} = \rho$

Persamaan di atas adalah persamaan Maxwell untuk medan listrik *E* pada pelat kapasitor.

Untuk kasus keadaan mantap (*steady-state*) dalam muatan kosong jarak antara pelat-pelat,

$rot\,\vec{E} = 0$ (1)

$Div\,\vec{D} = 0$ (2)

Jika salah satu pelat ditempatkan pada bidang *y-z* dan pelat yang lain sejajar dengan bidang itu pada jarak d, dan jika batas gangguan karena luasan yang terbatas pada pelat-pelat diabaikan, maka persamaan (2) berikut menyatakan bahwa *E* terletak pada arah *x* dan seragam. Oleh karena medan tidak berotasi (*rot E =0*), maka dapat direpresentasikan sebagai gradien medan skalar φ:

$$\vec{E} = -grad\,\varphi = \frac{\partial\varphi}{\partial x}$$

Sedangkan *E*, karena dia seragam, maka bisa juga direpresentasikan sebagai hasil bagi dari diferensial

$$E = \frac{\varphi_1 - \varphi_0}{x_1 - \varphi_2} = \frac{U}{d} \qquad (3)$$

Dimana diferensial potensial sama dengan tegangan *U* yang diberikan dan *d* adalah jarak antar plat-plat.

III. METODE PERCOBAAN

A. Alat dan Bahan

• Plat kapasitor, 283x283 mm	06233.02	2
• Plat kapasitor dengan lubang d = 55 mm	11500.01	1
• Electric field meter	11500.10	1
• Prob Potensial	11501.00	1
• Power supply, 0...600 VDC	13672.93	1
• Resistor dengan nilai tinggi 10 Mohm	07160.00	1
• Lampu Blow, butan cartridge, x2000	46930.00	1
• Butane cartridge	47535.00	1
• Pipa karet, i.d. 6 mm	39282.00	1
• Digital multimeter	07134.00	2
• Kabel penghubung, l = 100 mm,hijau-kuning	07359.15	1
• Kabel penghubung, l = 750 mm, merah	07362.01	5
• Kabel penghubung, l = 750 mm, biru	07362.04	5
• Bangku profil optis, l = 60 cm	08283.00	1
• Kaki untuk bangku profil optis, putaran	08284.00	2
• Bantalan geser pada bangku profil optis, h=80mm	08286.02	2
• Bantalan geser pada bangku profil optis, h=30mm	08286.01	1
• Batang pendukung, baja stainless, 250 mm	02031.00	2
• Batang pendukung, persegi, l = 250 mm	02025.55	1
• Penjepit sudut kanan -PASS-	02040.55	4
• Mistar, plastik, l = 200 mm	09937.01	1
• Alas barel -PASS-	02006.55	1

Gambar 1: Susunan untuk pengukuran kuat medan listrik sebagai fungsi tegangan dan jarak antar plat.

Gambar 2: Susunan untuk pengukuran potensial pada plat kapasitor sebagai fungsi posisi.

B. Langkah percobaan

1. Pengaturan percobaan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.
2. Pertama kali medan listrik meter (*electric field meter*) harus dinolkan dengan tegangn 0 V. Kemudian ukurlah medan listrik dengan tegangan bervariasi pada beberapa jarak antar pelat (± 10 cm).
3. Ukurlah kuat medan listrik sebagai fungsi jarak antara dua pelat kapasitor, pada rentang kira-kira 2 - 12 cm, dengan pengaturan tak berubah, tetapi dengan tegangan konstan sebesar 200 V.
4. Pengaturan percobaan seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Antara plat-plat memiliki jarak 10 cm; tegangan yang diberikan adalah 250 V.
5. Ukurlah potensial di antara plat-plat dengan probe pengukur potensial. Untuk menghindari interferensi dari permukaan muatan, udara pada ujung probe diionisasi, menggunakan sebuah nyala api sepanjang 3-5 mm. Probe sebaiknya selalu diletakkan sejajar dengan plat-plat kapasitor.

C. Tabel Data Percobaan

d=10 cm

U (kV)	$E_{eksp.}$ (kV/m)	E_{teori} (kV/m)
7		
8		
9		
10		
11		
12		

U=200 V

d (cm)	$E_{eksp.}$ (kV/m)	E_{teori} (kV/m)
2		
3		
dst…		

EF II - 3

INTERFERENSI GELOMBANG ULTRASONIK DENGAN CERMIN LLOYD

I. Tujuan

Tujuan dilakukan percobaan ini, adalah:

1. Untuk merekam tegangan reflektor *U* pada setiap step percobaan. Alat geser digunakan untuk menggerakkan layar reflektor yang diposisikan sejajar dengan garis hubung antara *transmitter* dan *receiver* yang sejajar terhadap dirinya dengan step (0,5 – 1) mm..
2. Untuk menentukan nilai *d* pada variasi maksimum dan minimum dari grafik $U = U(d)$ dan dibandingkan dengan nilai ekspektasi secara teoritis.

II. Dasar Teori

Gambar 4 menunjukkan bagian paket parsial dari gelombang suara yang dipancarkan oleh *transmitter* yang mana berinterferensi antara yang satu dengan yang lain pada *receiver*. Bagian gelombang itu mencapai *receiver* secara langsung, dimana bagian yang kedua adalah yang pertama kali direfleksikan oleh layar logam. Berdasarkan perbedaan panjang dua bagian paket, maka akan terjadi interferensi baik konstruktif ataupun dekstruktif. Dengan jarak yang konstan antara *transmitter* dan *receiver*, perbedaan panjang Δ (dan dengan kondisi interferensi ini) adalah fungsi dari jarak *d* pada reflektor dari sumbu tengah (lihat Gambar 4).

Persamaan berikut ini adalah valid:

$$\Delta = 2(y - x) = 2\left(\sqrt{x^2 + d^2} - x\right) \qquad (1)$$

Interferensi konstruktif (maksimum) akan terjadi ketika Δ sama dengan bilangan bulat panjang gelombang pada gelombang ultrasonik:

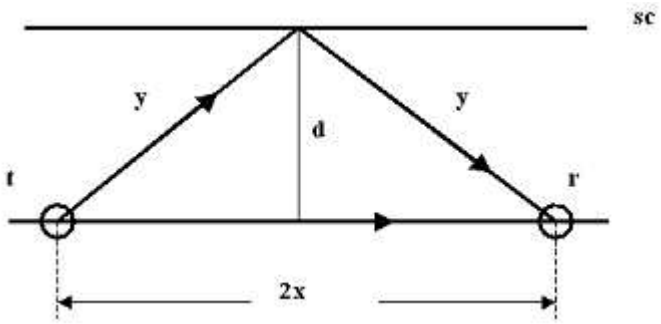
$$\Delta = n\lambda = 2\left(\sqrt{x^2 + d^2} - x\right)$$

$$\rightarrow \quad d = \left(\sqrt{\frac{n^2\lambda^2}{4} + n\lambda x}\right); \text{ n = 0, 1, 2, 3,.....} \qquad (2)$$

Interferensi destruktif akan terjadi ketika Δ sama dengan bilangan ganjil setengah panjang gelombang pada gelombang ultrasonik:

$$\Delta = \frac{2n+1}{2}\lambda = 2\left(\sqrt{x^2 + d^2} - x\right)$$

$$\rightarrow \quad d = \left(\sqrt{\left(\frac{2n+1}{4}\right)^2 \lambda^2 + \frac{2n+1}{2}\lambda x}\right); \text{ n = 0, 1, 2, 3,.....(3)}$$



Gambar 4: Diagram untuk perhitungan perbedaan panjang dua paket parsial (t = transmitter - pemancar, r = receiver - penerima, sc = screen - layar).

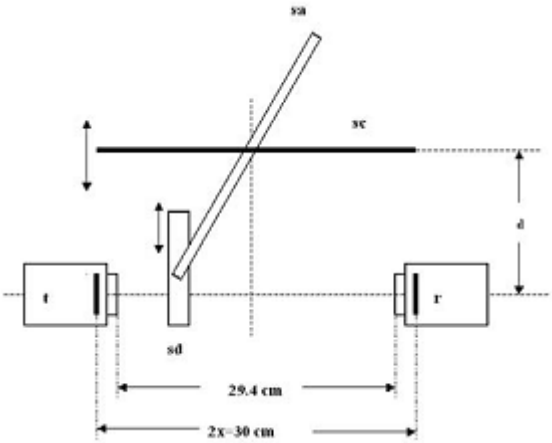
III. METODE PERCOBAAN

A. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada percobaan ini, antara lain:

- Unit ultrasonik 13900.00 1
- Power supply untuk unit ultrasonik,5 VDC 13900.99 1
- *Transmitter* ultrasonik pada batang 13901.00 1
- *Receiver* ultrasonik pada batang 13902.00 1
- Multimeter digital 07134.00 1
- Bangku optik, l = 60 cm 08283.00 1
- Pangkalan untuk bangku optik, putaran 08284.00 2
- Bantalan geser untuk bangku optik, h = 80 mm 08286.02 2
- Bantalan geser untuk bangku optik 08286.00 1
- Alat penggeser, horisontal 08713.00 1
- Lengan ayun 08256.00 1
- Layar logam, 30x30 cm 08062.00 1
- Pita pengukur, 2 m 09936.00 1
- Kabel penghubung, l = 50 cm, merah 07361.01 1
- Kabel penghubung, l = 50 cm, biru 07361.04 1

Gambar 1: Pengaturan percobaan.



Gambar 2: Diagram pengaturan percobaan (t = *transmitter*-pemancar, r = *receiver*-penerima, sd = *sliding device*-alat penggeser, sa = *swinging arm*-lengan ayun, sc = *screen*-layar).

B. Langkah Percobaan

1. Rangkailah alat percobaan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1, merujuk pada diagram pada Gambar 2 untuk penjelasan yang lebih detail.
2. Letakkan bantalan *transmitter* dan *receiver* ultrasonik pada bantalan gesernya (h = 80 mm). Atur keduanya pada ketinggian yang sama, kemudian arahkan mereka pada bangku optik sehingga sumbu tengahnya sesuai dan lurus dengan bangku optik. Gunakan lengan

ayun untuk bantalan layar reflektor pada alat penggeser (horisontal) dan yakinkan bahwa penggeser ini dikondisikan pada skala awal mula.

3. Pada saat memulai percobaan, luruskan layar reflektor sejajar dengan bangku optik dan pada jarak 2 cm dari sumbu tengah pada *transmitter* dan *receiver*. Guanakan alat penyetel ini dengan memutar lengan ayun, tahan eflektor tetap sejajar dengan bangku optik ketika ikut bergerak juga.
4. Yang terakhir gerakkan *transmitter* dan *receiver* hingga tepi depannya simetri dengan pinggir layar dan dipisahkan pada jarak 29,4 cm (lihat Gambar 2). Sebagai bagian yang bergerak pada kisi, jarak efektifknya sekarang adalah 30 cm.
5. Sambungkan *transmitter* ke stopkontak dioda TR1 pada unit ultarsonik dan operasikan unit itu pada mode kontinyu "*Con*".
6. Sambungkan *receiver* ke stopkontak BNC yang kiri (utamakan ke amplifier). Sambungkan sinyal *receiver* ke keluaran analog pada multimeter digital agar mempunyai penguatan dan pembetulan.
7. Untuk meyakinkan kesesuaian antara sinyal masukan dan sinyal keluaran analog, hindari pengoperasian amplifier pada rentang saturasi (kondisi jenuh). Jika kasus demikian ini terjadi dan dioda "*OVL*" menyala, maka kurangi amplitudo *transmitter* atau amplifikasi masukan.
8. Untuk memulai, kontrol dan hindari *overload*, gunakan alat penggeser untuk menggerakkan layar ke daerah maksimum pertama pada kurva pengukuran.
9. Sekarang untuk merekam kurva pengukuran, gunakan alat penggeser untuk menggerakkan layar menjauh dari sumbu tengah pada sistem dengan step Δd = (0,5-1) mm, untuk mengukur tegangan penerima ultrasonik U pada setiap step.
10. Hitunglah nilai-nilai d menggunakan persamaan (2) dan (3).
    Nilai-nilai berikut digunakan untuk menghitung d:
    x = 15,0 cm dan λ= 0,86 cm.
    Sebagaimana *transmitter* mengemisikan pada frekuensi f = 40 Hz, nilai frekunesi diperoleh dari c = λ . f (c = 343,4 m/s pada T = 20^0C) dimana panjang gelombang ultrasonik adalah λ = 0,858 cm = 0,86 cm. Hanya nilai-nilai d yang memiliki nilai ekstrim yang ditentukan pada percobaan ini dan tidak ada inensitas yang absolut, faktor-faktor seperti penyerapan oleh udara dan tipe gelombang (bidang atau bulat) tidak perlu dianggap di sini (diabaikan).

C. Tabel Data Percobaan

No.	d (cm)	U (Volt)
1.		
dst.		

	Puncak maksimum		Puncak minimum	
n	$d_{eks.}$ / cm	d_{teori}/cm	$d_{eks.}$ / cm	d_{teori}/cm
1.				
2.				
3.				
dst.				

EF II – 4

KUMPARAN PADA RANGKAIAN AC DENGAN COBRA3

I. TUJUAN

Tujuan dilakukan percobaan ini adalah:

1. Untuk menentukan impedensi sebuah kumparan sebagai fungsi frekuensi.
2. Untuk menentukan induktansi kumparan.
3. Untuk menentukan perubahan fase di antara terminal tegangan dan arus total, sebagai fungsi frekuensi pada rangkaian.
4. Untuk menentukan induktansi total pada kumparan yang disambungkan secara paralel dan seri.

II. DASAR TEORI

Jika sebuah kumparan induktansi *L* dan sebuah resistor hambatan R disambungkan pada sebuah rangkaian (lihat Gambar 2), jumlah tegangan yang masuk pada elemen-elemen individu adalah sama dengan tegangan terminal *U*.

$$U = IR + L \cdot \frac{dI}{dt} \qquad (1)$$

dimana *I* adalah arus.

Hambatan *R* dipilih sehingga hambatan DC pada kumparan, dengan nilai 0,2 Ω dapa diabaikan. Jika tegangan bolak-balik *U* mempunyai frekuensi $\omega = 2\pi f$ dan bentuk gelombang

$U = U_0 \cos \omega t,$

kemudian penyelesaiannya (2) adalah

$I = I_0 \cos(\omega t - \varphi)$

dengan perubahan fase φ diberikan oleh

$$\tan \varphi = \omega L / R \qquad (2)$$

dan

$$I_0 = \frac{U_0}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}} \qquad (3)$$

Ini biasanya untuk menghilangkan impedensi komplek sebagai operator Ri:

Kumparan $R_L = i\omega L$,

Hambatan Ohm $\check{R} = R$.

Dengan sambungan paralel,

$$\hat{R}_{tot}^{-1} = \sum_i \hat{R}_i^{-1}$$

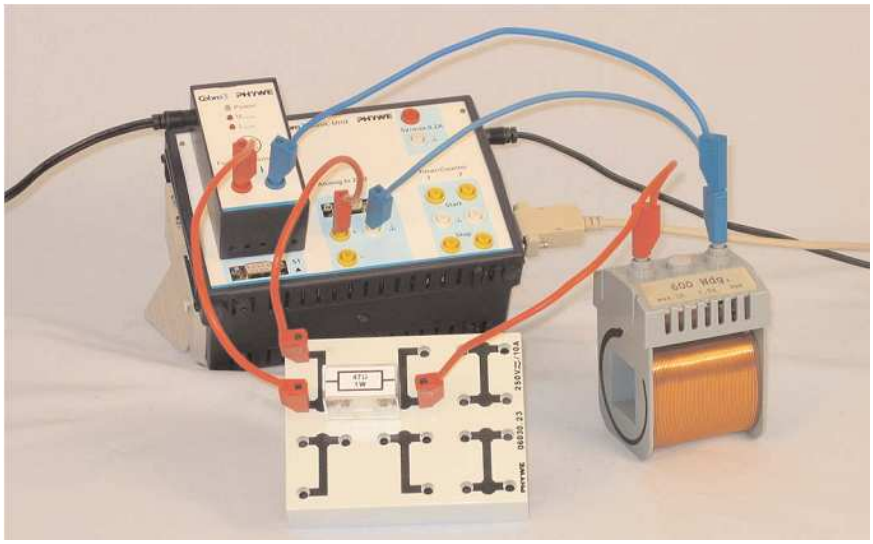
Impedensi riil pada sebuah rangkaian adalah nilai absolut $\check{R}_{tot}$ dan untuk hubungan fase, analogi ke (2) adalah rasio bagian imajiner pada bagian riil $\check{R}_{tot}$.

III. METODE PERCOBAAN

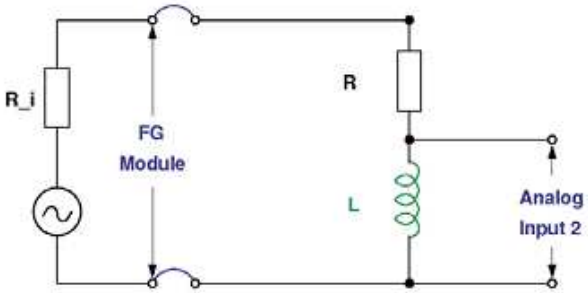
A. Alat dan bahan percobaan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam percobaan ini antara lain:

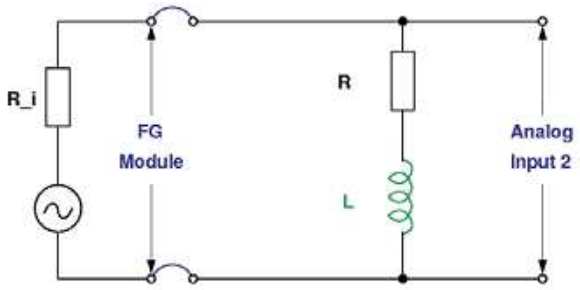
• Cobra3 Basic Unit	12150.00	1
• Power supply, 12 V	12151.99	2
• Kabel data RS 232	14602.00	1
• Software Cobra3 Universal writer	14504.61	1
• Modul Cobra3 Function generator	12111.00	1
• Kumparan, 300 lilitan	06513.01	1
• Kumparan, 600 lilitan	06514.01	1
• Resistor pada kotak steker 47 Ohm	39104.62	1
• Resistor pada kotak steker 100 Ohm	39104.63	1
• Resistor pada kotak steker 220 Ohm	39104.64	1
• Kotak penghubung	06030.23	1
• Kabel penghubung, l = 250 mm, merah	07360.01	2
• Kabel penghubung, l = 250 mm, biru	07360.04	1
• Kabel penghubung, l = 500 mm, merah	07361.01	2
• Kabel penghubung, l = 500 mm, biru	07361.04	2



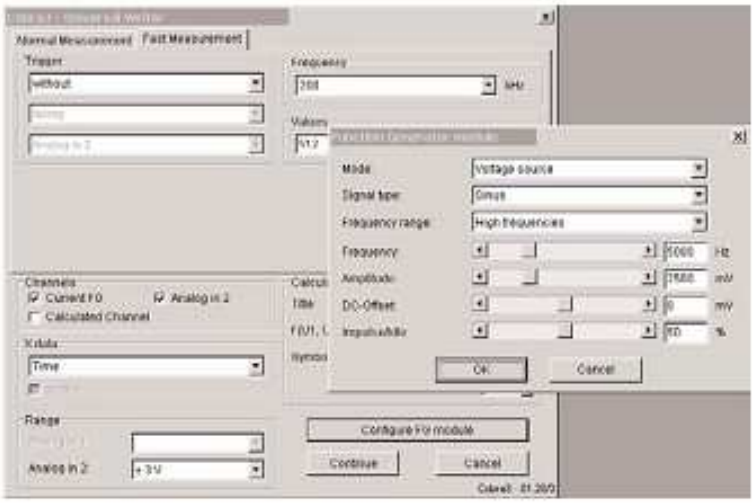
Gambar 1: Pengaturan percobaan untuk pengukuran impedensi kumparan.



Gambar 2a: Rangkaian untuk pengukuran impedensi kumparan.



Gambar 2b: Rangkaian untuk pengukuran arus total dan tegangan total.



Gambar 3: Parameter-parameter pengukuran.

B. Langkah Percobaan

1. Rangkailah alat percobaan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1, 2a dan 2b.
2. Sambungkan *Cobra3 Basic Unit* ke port komputer COM1, COM2, atau port USB (untuk port komputer USB gunakan USB ke konverter RS232 14602.10).
3. Mulailah program "*measure*" dan pilih Cobra3 "*Gauge* → *Universal Writer*".
4. Mulailah pengukuran dengan menggunakan parameter-parameter yang diberikan pada Gambar 3.

C. Langkah pengambilan dan pengolahan data percobaan

Tugas 1

Untuk menentukan impedensi sebuah kumparan sebagai fungsi frekuensi, sambungkan kumparan secara seri dengan hambatan yang nilainya sudah diketahui. Frekuensi divariasi sampai ada tegangan yang sama yang melewati kumparan sebagai lintasan hambatan (lihat Gambar 2a). Nilai hambatan dan impedensi kemudian sama dengan:

$$R = \omega L = 2\pi f L \qquad (4)$$

Anda akan memperoleh data seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.

Tugas 2

Dengan garis regresi pada nilai-nilai yang terukur dari Gambar 4 dan pernyataan linear (lihat persmaan (4))

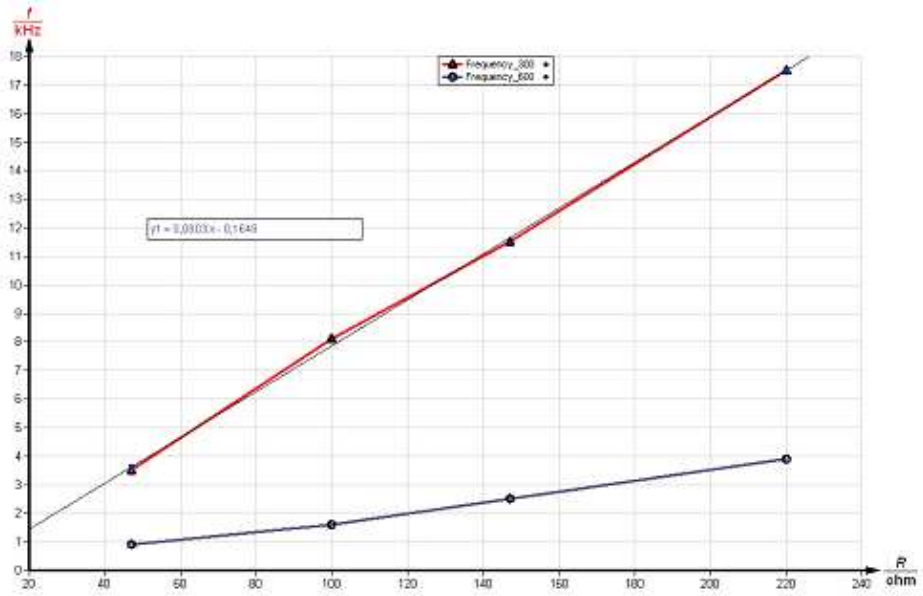
$y = a + bx$

$f = a + (1/2\ \pi L)\ R$

Kita peroleh untuk induktansi:

$L = 1/2\ \pi b$

Nilai teoritis induktansi yang digunakan adalah $L(300)$ = 2 mH, $L(600)$ = 9 mH.



Gambar 4: Frekuensi terukur untuk kumparan 300 lilitan dan 600 lilitan dan untuk resistor yang berbeda-beda ketika tegangan yang sama melewati kumparan sebagai lintasan resistor.

Tugas 3

Perubahan fase di antara tegangan total dan arus total dapat diukur dengan menggunakan sebuah rangkaian yang ditunjukkan pada Gambar 2b. Gunakan Software *Measure* "*Survey Function*" sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 5 untuk pengukuran perubahan fase. Plot perubahan fase (lihat Gambar 6) dan tangensial perubahan fase sebagai fungsi frekuensi dari *Cobra3 function generator* (Lihat Gambar7).

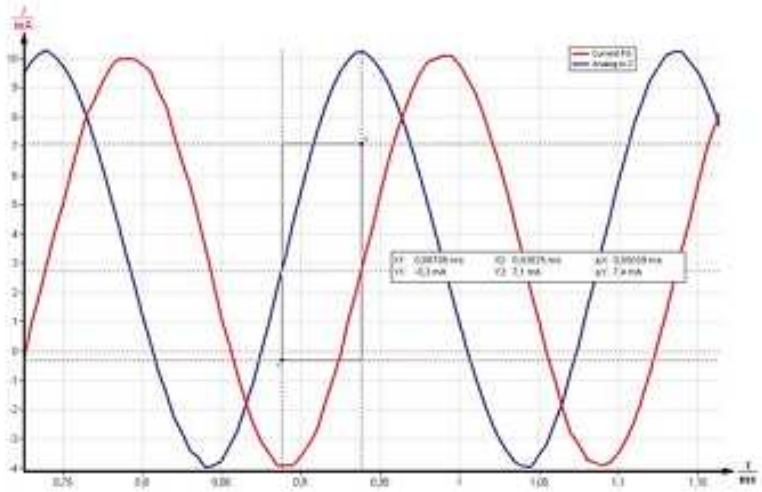
Dari garis regresi pada nilai-nilai yang terukur pada Gambar 7 dan pernyataan linear (Lihat persamaan (2))

$y = a + b\,x$

$\tan(phi) = a + (2\pi L/R)\,f$

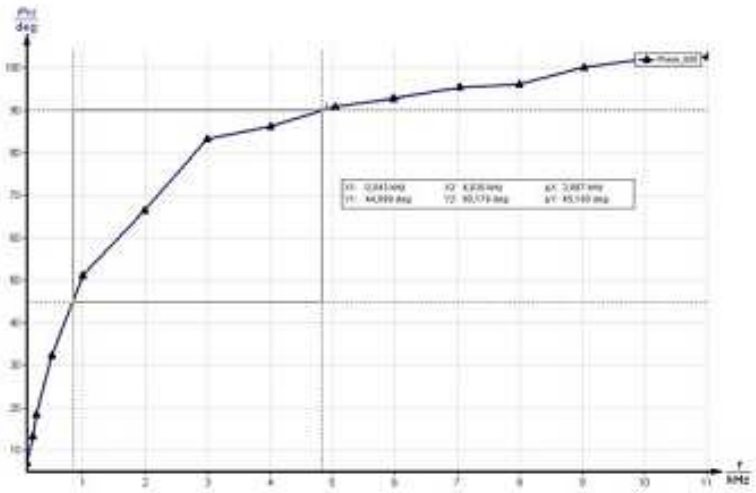
Kita peroleh untuk induktansi:

$L = bR/2\pi$

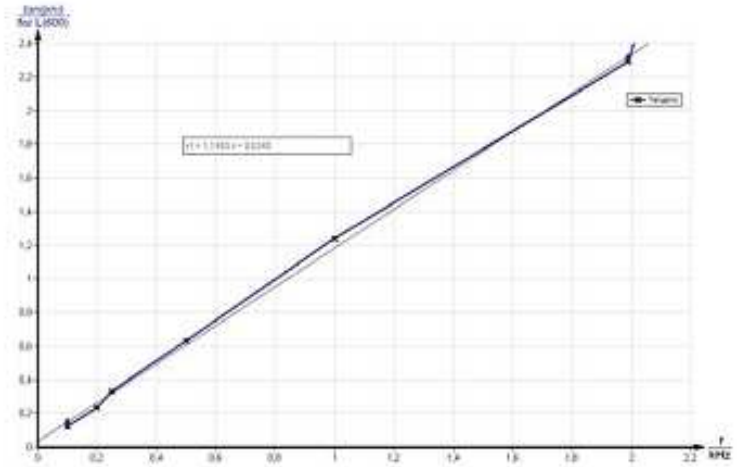


Gambar 5: pengukuran amplitudo arus dan tegangan dan perubahan fase dengan menggunakan "*Survey Function*".

Nilai teoritis induktansi yang digunakan adalah L (300) = 2 mH, L(600) = 9 mH.



Gambar 6: Perubahan fase di antara arus total dan tegangan total untuk 600 lilitan dan resistor 47 Ohm sebagai fungsi frekuensi.

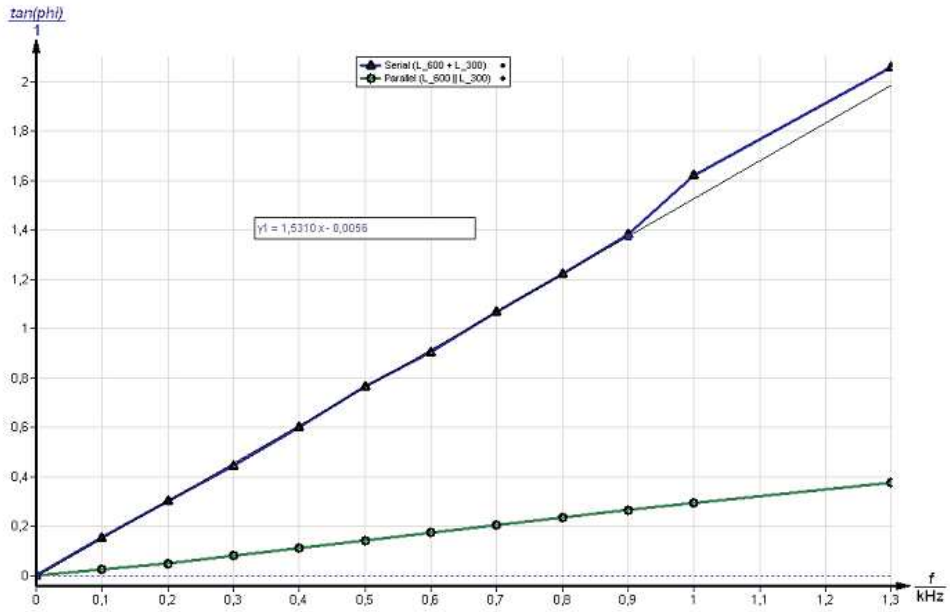


Gambar 7: Tangensial perubahan fase sebagai fungsi frekuensi untuk kumparan 600 lilitan.

Tugas 4

Ketika kumparan-kumparan disambungkan secara paralel atau seri, ketelitian harus dilakukan untuk memastikan bahwa antar bagian mereka cukup jauh, karena medan magnetnya mempengaruhi satu sama lain.

Seperti halnya tugas 3, gunakan "*Survey Function*" untuk pengukuran perubahan fase dan plot tangensial perubahan fase sebagai fungsi frekuensi (lihat Gambar 8).



Gambar 8: Perhitungan induktansi total kumparan yang disambungkan secara paralel dan seri.

Dari kemiringan garis lurus untuk kumparan yang disambungkan secara paralel dan seri (lihat Gambar 8) akan diperoleh nilai induktansi L untuk kumparan 300 lilitan dan 600 lilitan.

Nilai teoritis pada induktansi yang digunakan:

L(300 || 600) = 1,6 mH

L(300 + 600) = 11 mH.

EF II - 5
PENYERAPAN ELEKTRON (β^-)

I. TUJUAN

Tujuan dari percobaan ini adalah:

1. Untuk mengukur laju perhitungan β sebagai fungsi ketebalan penyerap (absorber) dengan menggunakan material penyerap yang berbeda-beda, misalnya aluminium (Al), gelas (GL), kertas keras/tebal (HP), dan kertas ketik (TP).
2. Untuk mengevaluasi koefisien redaman untuk empat material penyerap dan diplot sebagai fungsi densitas.

II. DASAR TEORI

Radioaktivitas adalah kemampuan inti atom yang tak-stabil untuk memancarkan radiasi menjadi inti yang stabil. Materi yang mengandung inti tak-stabil yang memancarkan radiasi, disebut zat radioaktif. Besarnya radioaktivitas suatu unsur radioaktif (radionuklida) ditentukan oleh konstanta peluruhan (λ), yang menyatakan laju peluruhan tiap detik, dan waktu paro ($t^{1}/_{2}$). Tiga jenis radiasi yang dapat diemisikan, yaitu partikel alfa, partikel beta dan sinar gama. Partikel alfa (α) merupakan inti $^{4}He_{2}$. Partikel beta (β) dapat berupa elektron (β-) atau positron (β+). Sebuah positron adalah *antipartikel* dari elektron, massanya sama seperti elektron kecuali muatannya +e. Sinar gama merupakan foton berenergi tinggi. Kemampuan daya tembus partikel-partikel tersebut berbeda beda. Partikel α tidak dapat melalui kertas, sedangkan beta dan gama mampu. Partikel β tidak dapat melalui aluminium, sedangkan gama mampu dan tidak dapat melalui timah. Radiasi akan mengionisasi atom dalam sel hidup, akibatnya akan dapat merusak sel dan menyebabkan kanker atau leukaemia. Diluar tubuh, β dan γ lebih berbahaya karena dapat menembus kulit dan masuk ke organ tubuh. Sedangkan di dalam tubuh, radiasi α lebih berbahaya karena tidak punya cukup energi untuk keluar dari tubuh dan memiliki daya ionisasi paling besar untuk merusak sel. Partikel β dan γ kurang berbahaya dibanding α karena memiliki energi yang cukup untuk keluar dari tubuh.

Redaman aliran partikel elektron (β-) oleh sebuah penyerapan material akibat hamburan dan penyerapan riil dapat diketahui dengan menggunakan tabung counter. Jumlah partikel yang masuk melalui jendela tabung counter persatuan waktu (ΔI) sebanding dengan laju perhitungan yang ditunjukkan oleh counter Geiger Muller. Jika ΔI_0 adalah jumlah partikel yang masuk tabung counter per satuan waktu pada saat tidak ada bahan penyerap, pada saat terdapat bahan penyerap dengan ketebalan d,

maka ΔI sebagai jumlah partikel yang masuk tabung counter per satuan waktu memiliki rumus sebagai berikut:

$$\Delta I = \Delta I_0 e^{-\mu d} \quad (1)$$

μ adalah koefisien redaman. Koefisien ini dapat diperoleh dari persamaan (1).

$$\mu = \frac{ln\frac{\Delta I_0}{\Delta I}}{d} \quad (2)$$

Plot ΔI versus d memungkinkan untuk mengukur koefisien redaman pada perbedaan materia-material yang digunakan.

Faktor perbandingan antara μ dan ρ adalah koefisien redaman massa μ_m.

$$\mu_m = \frac{\mu}{\rho} = 35{,}4 \pm 3{,}4 \frac{cm^2}{g} \quad (3)$$

Untuk distribusi energi dari partikel-partikel tertentu seperti sumber emisi β-, nilai μ_m adalah konstan untuk semua material penyerap. Dalam literatur yang berkaitan dengan nilai μ_m komplek ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus empiris sebagai berikut:

$$\mu_m = \frac{22\frac{cm^2}{g}}{W_m^{1,333}/MeV} W_m > 0{,}5\ MeV \quad (4)$$

Dimana W_m adalah energi maksimum partikel. Untuk elektron-elektron pada unsur Kr^{85}, nilai W_m sama dengan 0,7 meV. Dengan demikian dapat ditemukan nilai μ_m sebagai berikut:

μ_m=35,4 cm^2/g

Dengan menggunakan persamaan (3), kita dapat menulis kembali persamaan (1) dengan cara berikut:

$$\Delta I = \Delta I_0 e^{-\mu_m \cdot \rho . d}$$

Atau

$$\Delta I = \Delta I_0 e^{-\mu_m . m''} \quad (5)$$

Produk m" = r · d dalam Persamaan (3.5) adalah cakupan massa, yang bermakna "massa per satuan luas" dan jelas kuantitas yang menentukan redaman aliran partikel ketika melewati lapisan bahan dengan ketebalan *d*.

Prinsip percobaan ini adalah redaman aliran partikel elektron yang melewati lapisan material tergantung baik pada ketebalan lapisan dan cakupan massa (massa per satuan luas). Ini akan ditunjukkan bahwa fluks partikel yang terdiri dari elektron tertentu, distribusi energinya menurun

dengan "massa per satuan luas ". Sebagai sumber partikel elektronnya adalah menggunakan sampel radioaktif Sr^{90} .

III. METODE PERCOBAAN

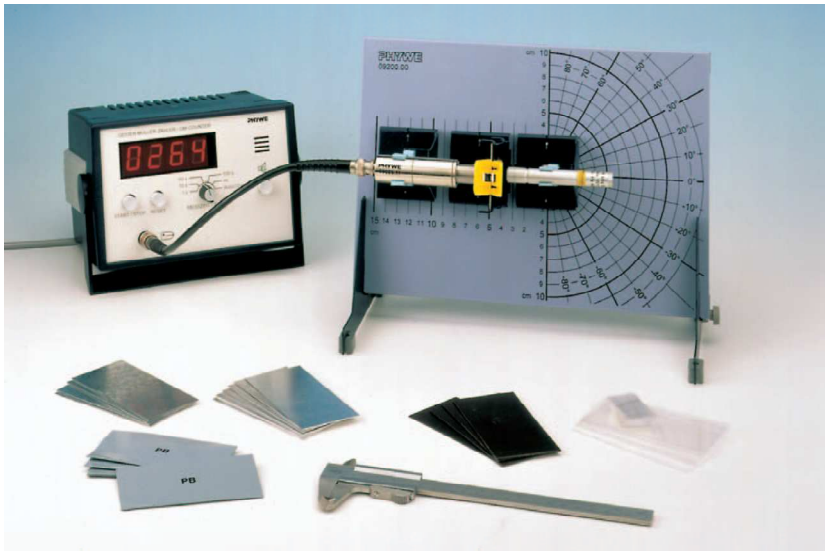
A. Alat dan Bahan

- Sumber radioaktif, Sr-90, 74 kBq 1 buah
- Counter Geiger-Muller 1 buah
- Counter tube, type A, BNC 1 buah
- Screened cable, BNC, l = 750 mm 1 buah
- Stopwatch, digital, 1/100 sec 1 buah
- Base plate untuk radioaktifitas 1 buah
- Supports for base 2 buah
- Counter tube holder on fix. magn. 1 buah
- Plate holder on fixing magnet 1 buah
- Source holder on fixing magnet 1 buah
- Vernier caliper 1 buah
- Absorption plates f. beta-rays 1 buah
- Cover glasses 22x40 mm, 50 p 1 buah

B. Langkah Percobaan

1. Rangkaian alat percobaan disusun seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.
2. Plate holder yang memiliki sekrup untuk menjepit berbagai bahan penyerap yang berbeda ditempatkan di antara tabung counter dan pemegang sumber.
3. Jarak antara ujung depan sumber SR90 dan tabung counter harus sekitar 25 mm.
4. Penutup plastik pada tabung counter harus dibuka pada saat percobaan (mengambil data).
5. Tabung counter dihubungkan ke counter Geiger-Müller dengan menggunakan kabel BNC.
6. Counter Geiger-Müller digunakan untuk menghitung jumlah dan pulsa untuk interval waktu yang berbeda. Untuk alasan statistik, interval waktu harus bervariasi antara 60 detik dan 900 detik.
7. Percobaan pertama dilakukan dengan tanpa menggunakan material penyerap. Setelah itu, sumber ditempatkan jauh dari tabung counter dan radiasi background diukur selama setidaknya 600 detik.
8. Ulangi percobaan dengan variasi jenis material (timbal, tembaga, alumunium, kertas, gelas) dan ketebalan.
9. Buatlah grafik hubungan antara ΔI untuk masing-masing jenis material versus ketebalan material (d).

10. Hitunglah nilai koefisien redaman untuk masing-masing material.



Gambar 1. Rangkaian alat percobaan penyerapan elektron

C. Tabel Data Percobaan

No.	Jenis Material	Ketebalan (d)	Counter (ΔI)	μ (mm^{-1})
1	Tanpa material		ΔI_0=	

Catatan: Gunakan persamaan (2) untuk menghitung besarnya nilai koefisien redaman (μ)

EF II – 6
MUATAN ELEKTRON SPESIFIK - e/m

I. TUJUAN PERCOBAAN

1. Mengamati arah lintasan berkas elektron yang dipengaruhi oleh medan magnet.
2. Menentukan muatan elektron spesifik (e/m_0) dari bagian sinar elektron dalam variabel kuat medan listrik dan magnet.

II. DASAR TEORI

Percobaan tabung sinar katoda pertama kali dilakukan William Crookes (1875). Hasil eksperimennya adalah ditemukannya seberkas sinar yang muncul dari arah katoda menuju ke anoda yang disebut sinar katoda. George Johnstone Stoney (1891) yang memberikan nama sinar katoda disebut "elektron". Joseph John Thomson (1897) melanjutkan eksperimen William Crookes yaitu pengaruh medan listrik dan medan magnet dalam tabung sinar katoda. Hasil percobaannya membuktikan bahwa ada partikel bermuatan negatif dalam suatu atom karena sinar tersebut dapat dibelokkan ke arah kutub positif medan listrik. Dengan percobaan inilah J.J. Thomson berhasil menentukan kecepatan dan perbandingan muatan/massa elektron (e/m_0) dari berbagai sumber.

Pada suatu percobaan sinar katoda dilewatkan melalui anoda berlubang dengan celah sempit dan dijatuhkan pada suatu layar. Dengan memasang suatu medan magnet, berkas sinar katoda akan mengalami pembelokan. Pembelokan akibat adanya medan magnet tersebut dapat diimbangi dengan pemasangan medan listrik dengan kekuatan dan arah yang sesuai sehingga berkas sinar katoda kemudian tidak mengalami penyimpangan arah. Penyimpangan suatu partikel bermuatan dalam suatu medan magnet atau medan listrik adalah sebanding dengan muatannya ($\approx$ e) dan berbanding terbalik dengan massanya ($\approx$ m). Dari besarnya kekuatan medan magnet dan medan listrik yang digunakan sehingga tidak terjadi arah gerak elektron, Thomson dapat menghitung angka banding e/m elektron yaitu $-1{,}76 \times 10^{11}$ C/kg. Penentuan muatan elektron dilakukan oleh Robert Milikan (1908) melalui percobaan tetes minyak, memberikan hasil bahwa muatan elektron adalah $-1{,}6 \times 10^{-19}$ C. Dengan demikian, dari percobaan J.J. Thomson dan R. Milikan dapat ditentukan massa elektron $m_e = 9{,}106 \times 10^{-31}$ kg.

Jika sebuah elektron bermassa m_0 dan bermuatan e dipercepat oleh sebuah beda potensial U, energi kinetiknya mencapai:

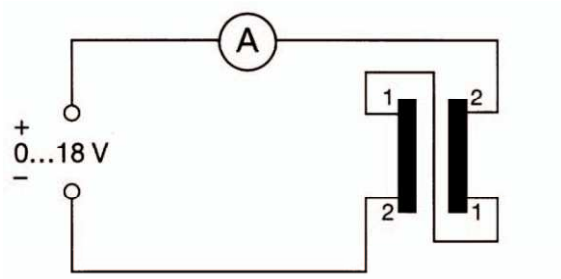
$$e.U = \tfrac{1}{2}\, m_0.v^2 \qquad (1)$$

di mana v merupakan kecepatan elektron.

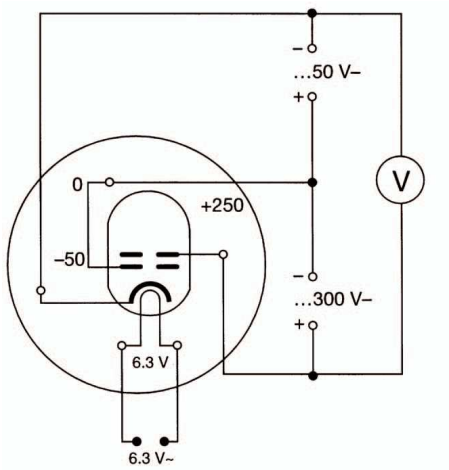
Pada sebuah medan magnet yang berkekuatan B, gaya Lorentz bekerja pada elektron dengan kecepatan v adalah

F = e.v x B (2)

Jika medan magnetnya uniform, sebagaimana pada susunan Helmhotz, elektron mengikuti jalur spiral sepanjang garis gaya magnet, yang kemudian menjadi sebuah lingkaran berjari-jari r jika v tegak lurus B.



Gambar 1. Diagram kawat untuk kumparan Helmhotz



Gambar 2. Diagram kawat untuk tabung sinar Narrow

Karena gaya sentrifugal m0.v2/r, sehingga menghasilkan persamaan yang sesuai dengan gaya Lorentz, didapatkan

$v = e/m_0 \,.\, B \,.\, r$ (3)

dimana B adalah besaran mutlak dari vektor B.

Dari persamaan (1), diperoleh hasil:

$$\frac{e}{m_0} = \frac{2U}{(B.r)^2} \qquad (4)$$

Untuk menghitung besarnya medan magnet B, persamaan pertama dan keempat yang dikemukakan oleh Maxwell digunakan pada kasus dimana keberadaan medan listrik tidak bergantung waktu.

Kita mendapatkan kuat medan magnet Bz pada sumbu z dari sebuah arus melingkar I untuk susunan simetris 2 kumparan pada jarak a antara kumparan satu dengan yang lain.

$$B_z = \mu_0 . I . R^2 \left\{ \left(R^2 + \left(z - \frac{a}{2} \right)^2 \right)^{3/2} + \left(R^2 + \left(z + \frac{a}{2} \right)^2 \right)^{3/2} \right\}$$

Dengan μ_0=1,257x10^{-6} $VsA^{-1}m^{-1}$, dan R=jari-jari kumparan.

Untuk susunan Helmhotz dua kumparan (a=R) dengan banyaknya putaran n pada pusat antar kumparan, kita mendapatkan:

$$B = \left(\frac{4}{5}\right)^{3/2} . \mu_0 . n \frac{I}{R}$$

(5)

Untuk kumparan yang digunakan dalam percobaan ini, R=0,2 m dan n = 154. Nilai literatur : e/m = 1.759×10^{-11} As/kg

III. METODE PERCOBAAN

A. Alat dan Bahan

- Narrow beam tube 1 buah
- Pair of Helmholtz coils 1 buah
- Power supply, 0...600 VDC 1 buah
- Power supply, universal 1 buah
- Digital multimeter 2 buah
- Connecting cord, l = 100 mm, red 1 buah
- Connecting cord, l = 100 mm, blue 1 buah
- Connecting cord, l = 750 mm, red 5 buah
- Connecting cord, l = 750 mm, blue 3 buah
- Connecting cord, l = 750 mm, yellow 3 buah

Gambar 3. Rangkaian alat percobaan untuk menentukan muatan elektron spesifik.

B. Langkah Percobaan

1. Rangkailah peralatan percobaan seperti pada Gambar 3 dan sambungan listrik ditunjukkan pada diagram kawat (Gambar 2).
2. Dua kumparan diputar ke depan antara satu kumparan dengan yang lain dalam susunan Helmhotz.
3. Kedua kumparan dialiri arus dengan besar yang sama, lebih baik menggunakan rangkaian paralel. Arus maksimal yang digunakan tidak boleh lebih dari 5 A.

4. Jika polaritas medan magnet benar, sebuah lintasan bercahaya melengkung akan tampak pada ruangan gelap.
5. Dengan memvariasikan medan magnet (arus diubah) dan kecepatan elektron dengan memperbesar tegangan, jari-jari orbit dapat disesuaikan bersamaan dengan jari-jari yang digambarkan oleh lintasan bercahaya.
6. Ketika berkas elektron sinudes dengan lintasan bercahaya, akan hanya ada setengah lingkaran yang teramati.
7. Lanjutkan percobaan dengan jari-jari lintasan 2, 3, 4 atau 5 cm. Kemudian hitung nilai B dan e/m untuk masing-masing jari lintasan.

C. Tabel Data Percobaan

U/V	**r =0,02 m**		**r =0,03 m**		**r =0,04 m**	
	I (A)	e/m_0 ($Askg^{-1}$)	I (A)	e/m_0 ($Askg^{-1}$)	I (A)	e/m_0 ($Askg^{-1}$)
100						
120						
140						
160						
180						
200						
220						
240						
260						
270						
280						
300						

Catatan: Gunakan persamaan (5) untuk mencari nilai medan magnet B dan persamaan (4) untuk menghitung e/m_0.

EF II – 7
KONSTANTA DIELEKTRIK
PADA BAHAN-BAHAN YANG BERBEDA

I. TUJUAN PERCOBAAN

1. Mengukur hubungan muatan Q dan tegangan U dengan menggunakan sebuah plat kapasitor.
2. Menentukan konstanta dielektrik (ε) dari hubungan yang diperoleh pada tujuan poin (a).
3. Menghitung muatan plat kapasitor sebagai fungsi invers dari jarak antar kedua plat dengan tegangan konstan.
4. Mengukur hubungan antara muatan Q dan tegangan U dengan menggunakan plat kapasitor, antara plat-plat kapasitor dengan bahan dielektrik padat yang berbeda-beda.

II. DASAR TEORI

Kapasitor adalah perangkat yang berfungsi sebagai penyimpan energi listrik. sebuah kapasitor terdiri atas dua konduktor yang dipisahkan oleh suatu isolator. Kapasitansi dari dari kapasitor bergantung pada geometri dan pada bahannya, yang dikenal dengan istilah dielektrik, yang memisahkan konduktor-konduktornya. Dielektrik adalah bahan non-konduktor, seperti karet, gelas atau kertas lilin. Ketika suatu bahan dielektrik diamsukkan di antara keping-keping kapasitor, kapasitansinya akan meningkat.

Proses elektrostatis pada ruang hampa dideskripsikan dengan integral rumus persamaan Maxwel berikut:

$$\oiint \overrightarrow{E}\,\overrightarrow{dA} = \frac{Q}{\varepsilon_0} \qquad (1)$$

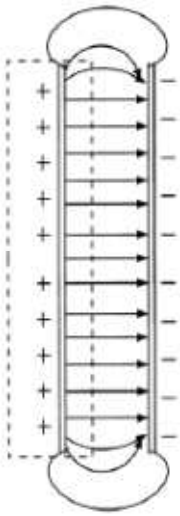
$$\oint \overrightarrow{E}\,\overrightarrow{dS} = 0 \qquad (2)$$

Dimana E adalah intensitas medan listrik, Q muatan tertutup oleh permukaaan tertutup A, ε_0 kontanta dielektrik dan s adalah lintasan tertutup.

Jika tegangan Uc diberikan antara kedua plat kapasitor, suatu medan listrik E akan terbentuk di antara kedua plat, yang didefinisikan dengan:

$$Uc = \int_1^2 \vec{E}\overrightarrow{dr}$$

Karena medan listrik, muatan elektrotatis tanda berlawanan tertarik terhadap permukaan kapasitor. Sebagai sumber tegangan yang tidak menghasilkan muatan, tetapi hanya dapat memisahkannya, nilai-nilai absolut dari muatan induksi elektrostatis yang berlawanan harus sama.



Gambar 1. Medan listrik plate kapasitor dengan jarak kecil di antara plate-plate, sebagai perbandingan untuk diameter plate. Garis putus-putus mengindikasikan volume integrasi.

Dengan asumsi garis-garis medan dari medan listrik selalu menjadi tegak lurus pada permukaan kapasitor permukaan A, karena simetri yang didapat diverifikasikan untuk eksperimen pada jarak di antara pelat kapasitor, dari prsamaan (1)

$$\frac{Q}{\varepsilon_0} = E \cdot A = U_0 \cdot A \cdot \frac{1}{d} \qquad (3)$$

Volume ditunjukan pada Gambar 1 yang hanya melapisi 1 plat kapasitor, diambil volume integrasi, sebagai permukaan dalam kapasitor dapat dipindahkan tanpa perubahan fluks, dimana bidang kapasitor homogen. Kedua aliran dan medan listrik E di luar kapasitor adalah nol, karena untuk volume senbarang yang menyertakan kedua plat kapasitas tertutup, muatan total nol. Muatan Q dari kapasitor sebanding dengan tegangan, perbandingan konstanta c disebut kapasitansi dari kapasitor.

$$Q = C\,U_c = \varepsilon_0 \frac{A}{d} \cdot U_c \qquad (4)$$

Persamaan (4) lebih jauh menunjukkan bahwa kapasitansi C dari kapasitor berbanding terbalik dengan jarak antara plat d:

$$C = \varepsilon_0 \cdot A \frac{1}{d} \qquad (5)$$

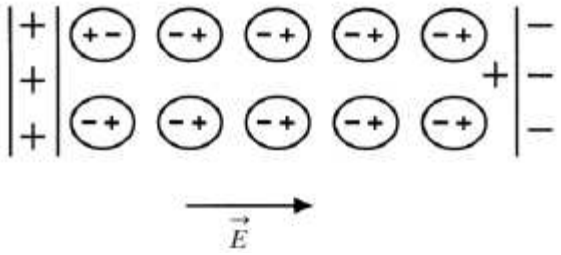
Untuk tegangan konstan, jarak terbalik antara plat dan demikian kapasitansi adalah ukuran untuk jumlah muatan kapasitas dapat diambil, (lihat

gambar 2.3). Jika invers dari U, Q dan A terukur, maka pengukuran data ini memungkinkan untuk menghitung konstanta elektrik $\mathcal{E}_o$:

$$\varepsilon_0 = \frac{d}{A} \cdot \frac{Q}{U_c} \qquad (6)$$

Persamaan (4), (5), dan (6) berlaku hanya sebagian, karena asumsi bahwa garis-garis medan sejajar. Dengan meningkatkan jarak antara pelat kapasitor, meningkatkan kapasitansi, yang pada gilarannya menghasilkan sistematis konstanta elektrik terlalu besar dari persamaan (6) .

Ada yang berubah setelah bahan isolasi (dielektrik) yaitu dimasukkan kedalam plat. Dielektrik tidak memiliki muatan bergerak yang bebas, seperti logam memilikinya, tetapi benda tersebut memiliki inti positif dan elektron negatif. Ini mungkin diatur sepanjang garis medan listrik. Dahulu molekul non polar sehingga berperilaku seperti stasioner dipo lokal. Seperti dapat dilihat pada Gambar 2, efek dari dipol tunggal membatalkan satu sama lain makroskopik dalam dielektrik. Namun, tidak ada biaya yang berlawanan berada dalam permukaan, ini sehingga memiliki muatan stasioner, disebut muatan bebas (Tim Penyusun, 2011 : 3)



Gambar 2. Generasi dari muatan bebas pada dielektrik.

Muatan bebas pada gilirannya melemahkan medan listrik Ē pada muatan yang nyata, yang sama pada plat kapasitor didalam dielektrik. Medan listrik yang melemah Ē didalam dielektrik dinyatakan dalam bentuk dimensi, konstanta dielektrik khusus material $\mathcal{E}$ ($\mathcal{E}$=1 divakum):

$$\bar{E} = \frac{\bar{E}o}{\mathcal{E}} \qquad (7)$$

dimana Ēo adalah medsan listrik yang dihasilkan hanya dengan muatan sebenarnya Q. Dengan demikian, sebaliknya dihasilkan oleh muatan bebas harus:

$$\bar{E}f = \bar{E}o - \bar{E} = {}^{\mathcal{E}-1}/_{\mathcal{E}.\bar{E}o} \qquad (8)$$

Dengan mengabaikan muatan di dalam volume dielektrik makroskopik, hanya muatan permukaan bebas (± Q) menghasilkan medan yang berlawanan:

$$\vec{E}_1 = \frac{Q_1}{A\,\varepsilon_0} = \frac{Q_1 \cdot 1}{\varepsilon_0 V} = \varepsilon_0 \frac{p}{V} \qquad (9)$$

dimana P adalah momen dipol total muatan permukaan. Dalam kasus umum dari sebuah persamaan, dielektrik homogen, persamaan (9) menjadi:

$$\vec{E}_1 = \frac{1}{\varepsilon_0} = \frac{d\vec{p}}{dV} = \frac{1}{\varepsilon_0}\vec{P} \qquad (10)$$

dimana Ṕ - momen dipol total per satuan volume disebut polarisasi listrik. Jika tambahan medan Ď (perubahan dielektrik) didefinisikan:

$$\check{D} = \varepsilon o\ \bar{E} + \acute{P} = \varepsilon.\ \varepsilon o\ \bar{E} \qquad (11)$$

Jika muatan sebenarnya Q tetap padakapasitor, sementara dielektrik dimasukkan antara plat, sesuai dengan definisi (3), tegangan Uc antara plat berkurang dibandingkan dengan tegangan UVac dalam vakum (pendekatan yang baik) di udara. Oleh konstanta dielektrik:

$$Uc = \frac{Uvac}{\varepsilon} \qquad (12)$$

Demikian pula, salah satu diperoleh dari definisi kapasitansi (4):

$$C = \varepsilon.\ Cvac \qquad (13)$$

Bentuk umum dari persamaan (4) adalah sebagai berikut:

$$Q = \varepsilon.\ \varepsilon o\ \frac{A}{d}\ \ Ur \qquad (14)$$

Jika muatan diperoleh dengan (pers.4) dan tanpa plastik (pers.14) dibagi satu sama lain:

$$\frac{Q\ plastic}{\text{Q valcum}} = \varepsilon \qquad (15)$$

Nilai numerik yang diperoleh adalah konstanta dielektrik plastic. Untuk piring kaca, nilai ε = 9,1 diperoleh sama. Dalam rangka untuk mempertimbangkan penjelasan yang mempengaruhi muatan bebas, persamaan maxwell umumnya lengakap oleh konstanta oleh dielektrik ε yang mengisi volume yang sesuai:

$$\oiint\ \varepsilon.\ \varepsilon o\ \bar{E}\ d\bar{A} = \oiint\ \check{D}\ d\bar{A} = Q \qquad (16)$$

Jadi persamaan (14) menjadi persamaan (4).

III. METODE PERCOBAAN

A. Alat Percobaan

- Plate capasitor d=260 mm 1 buah
- Plastic plate 283x283 m 1 buah
- Glass plate f.current conductors 1 buah
- High value resistor 10 Mohm 1 buah
- Universal measuring amplifler 1 buah
- High voltage supply unit 0-10 kv 1 buah
- Capasitor /case 1/ 0.22 uF 1 buah
- Voltmeter, 0.3-300 VOC / 10-300 VAC 1 buah
- Connecting cord ℓ = 100 mm green – yellow 1 buah
- Connecting cord ℓ = 500 mm red 1 buah
- Connecting cord ℓ = 500 mm blue 1 buah
- Sceereened cable BNC, ℓ = 750 mm 1 buah
- Adapter BNC socket 4 mm plug 1 buah
- Connector T type BNC 1 buah
- Adapter BNC plug / socket 4 mm 1 buah

B. Langkah percobaan

Adapun langkah-langkah percobaan adalah sebagai berikut:

1. Susunlah rangkaian percobaan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3, dan diagram hubungan kawat pada Gambar 4.
2. Hubungkan plat kapasitor untuk penghubung atas power supply dengan tengangan tinggi melebihi 10 Mohm yang melindungi resistor.
3. Groundkan kedua penghubung pertengahan dari power supply dengan tinggi dan plat kapasitor pada kapasitor 220 nF.
4. Lakukan pengukuran dengan benar pada tengangan tertentu dengan menghubungkan toggle switch pada unit.
5. ukurlah muatan induksi elektrostatis pada plat konduktor melebihi tengangan pada kapasitor 220 nF.
6. Aturlah pengukuran amplifier untuk resistansi dengan masukan yang benar, untuk faktor amplikasi 1 dan untuk waktu konstan 0.
7. Tentukan permukaan plat kapasitor untuk memulainya dengan mengasumsikannya pada jari-jari. Percobaan ini menghasilkan keluaran dalam dua bagian.
   a. Pada bagian pertama, jarak antara plat dan plat kapasitor divariasikan pada tegangan konstan, dan muatan pada plat

kapasitor diukur. Hubungan linier antara muatan dan plat kapasitor (tegangan) kemudian ditentukan.

b. Pada bagian kedua, pengaruh muatan induksi elektrostatis dari tegangan dengan dan tanpa plastic plate diuji pada ruang antara plat, dengan jarak yang sama antara plat. Rasio antara muatan induksi elektrostatis digunakan untuk menentukan konstanta dielektrik εo dari plastik. Konstanta dielektrik dari glass plate ditentukan dengan langkah yang sama.

C. Tabel Data Percobaan

Pada pengukuran konstanta elektrik

A=0,0531 m^2, Uc=1,5 10^3 V, C=0,22.10^{-6}F

U (V)				
d (cm)				
1/d (cm^{-1})				
Q (nAs)				
ε_0 (pAs/Vm)				

A=0,0531 m^2, d=1,5 cm, C=0,22.10^{-6}F

Uc (V)				
U (V)				
Q (nAs)				
ε_0 (pAs/Vm)				

Pada pengukuran konstanta dielektrik (plastik)

A=0,0531 m^2, d=0,98 cm, C=0,22.10^{-6}F

Uc (V)				
U (V)				
Q (nAs)				
ε_0 (pAs/Vm)				

EF II - 8

KETERGANTUNGAN RESISTOR DAN DIODA TERHADAP TEMPERATUR

I. TUJUAN PERCOBAAN

Tujuan dari percobaan ini adalah:

1. Mengukur resistansi pada komponen listrik yang berbeda yang bergantung pada temperatur.
2. Mengukur tegangan konduksi pada dioda semikonduktor yang bergantung pada temperatur.
3. Mengukur tegangan dalam efek zener dan avalans yang bergantung pada temperatur.

II. DASAR TEORI

Pada rentang temperatur terbatas, perubahan resistensi pada komponen listrik dapat diasumsikan menjadi linear. Dalam hal ini, rumus umum untuk ketergantungan resistansi terhadap temperatur adalah valid.

$$R(T) = R_{30} + R_{10} \cdot \alpha \cdot (T - 20°C)$$

Dimana R(T) = resistansi pada temperatur T

R_{20} = resistansi pada temperatur 20˚C

α = koefisien temperatur

T = temperatur pada waktu pengukuran

Dengan menyusun kembali dan mensubstitusi nilai-nilai yang terukur koefisien temperatur dapat ditentukan dengan menggunakan rumus.

1. Pada kawat tembaga bagian elektron bebas dalam uap elektron, yang mana berkontribusi untuk transportasi muatan, menjadi lebih pendek dengan meningkatnya temperatur. Perubahan resistansi dapat terlihat secara jelas: resistansi meningkat. Hasilnya adalah koefisien temperatur bernilai positif.

   $$\alpha_{Cu} = 5.3 \,.\, 10^{-3}/K$$

   Resistansi kawat CuNi mendekati konstan diatas range yang terukur. Hal ini sesuai dengan aturan Mathies, yang mana menyatakan bahwa $R_{tot} = R_{20} + R(T)$. Perubahan resistansi terhadap temperatur sangat kecil pada range temperatur yang terukur. Akibatnya, resistansi mutlak (R_{20}) adalah dominan. Eksperimen ini memberikan koefisien temperatur bernilai negatif yaitu

   $$\alpha_{CuNi} = -1.4 \,.\, 10^{-4}/K$$

   Pada resistor lapisan karbon, resistansi mutlak sangat tinggi pada awalnya. Perubahan terhadap temperatur, seperti halnya dengan CuNi, kecil dan secara praktis tidak berpengaruh. Hasil koefisien temperaturnya negatif

   $$\alpha_{C} = -2.3 \,.\, 10^{-3}/K$$

Resistor lapisan logam juga memiliki resistansi mutlak yang relatif tinggi pada temtemperatur 20˚C. Dan perubahan pada range temperatur yang terukur lebih rendah daripada karbon. Oleh karena itu, koefisien temperaturnya mendekati nol.

$$\alpha_{metal} = \rightarrow 0$$

Dua resistor NTC dan PTC mengandung alloy. Berdasarkan pada komposisinya, perubahan resistansinya besar dapat terealisasikan pada range temperatur yang kecil. Kurva yang tercatat pada eksperimen ini tidak bisa lagi dianggap linear. Mereka hanya berfungsi untuk menggambarkan perilaku resistor NTC dan PTC.

Nilai-nilai literatur:

$\alpha_{Cu} = 4.3 \,.\, 10^{-3}/K$

$\alpha_{CuNi} = -3.0 \,.\, 10^{-3}/K$

$\alpha_{C} = -2.4 \,.\, 10^{-4}/K$

$\alpha_{metal} = \pm\, 0....50 \,.\, 10^{-6}/K$

$\alpha_{NTC} = -6.15\% \,/K$

$\alpha_{PTC} = 20\% \,/K$

Nilai untuk PTC ini berlaku di wilayah curam dari garis karakteristik.

2. Pada semikonduktor jumlah pembawa muatan dan densitas pembawa muatan meningkat dengan meningkatnya temperatur (penghasil pembawa muatan, bentuk pasangan elektron-hole). Dari hukum

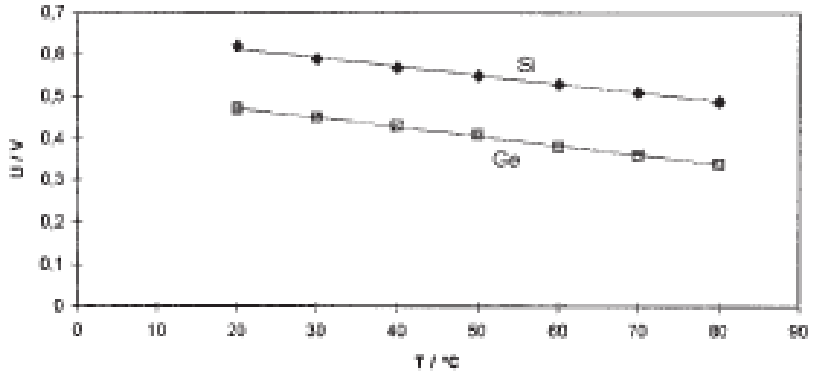
$$\sigma = e \,.\, n \,.\, \mu$$

Dimana σ = konduktivitas intrinsik

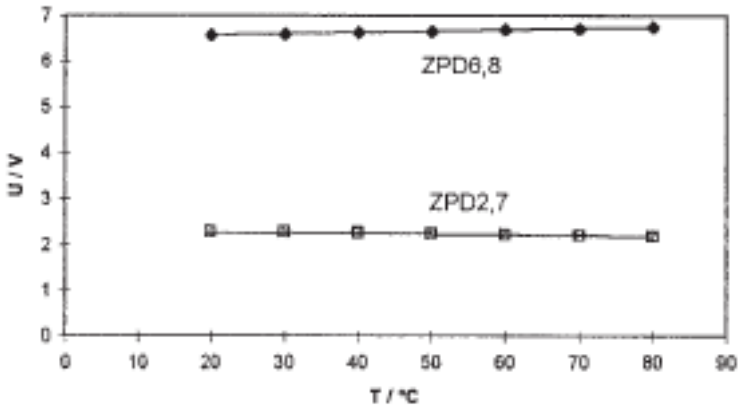
e = muatan elementer

n = densitas pembawa muatan

μ = mobilitas



Gambar 1. Diagram resistansi



Gambar 2. Diagram untuk semikonduktor Si dan Ge

Kita dapat melihat konduktivitas intrinsik dari semikonduktor demikian meningkat. mobilitas memang menurun dengan meningkatnya temperatur, tetapi peningkatan densitas pembawa muatan mengkompensasi efek ini. Penurunan yang pasti pada resistansi dapat teramati, hal ini memungkinkan kita untuk menyimpulkan bahwa ada koefisien temperatur yang negatif. Melalui perhitungan dengan rumus tersebut di atas untuk ketergantungan temperatur, disusun kembali untuk tegangan Up, berikut ini nilai-nilai yang diperoleh.

$\alpha_{Si} = -3.4 \cdot 10^{-3}/K$

$\alpha_{Ge} = -4.6 \cdot 10^{-3}/K$

3. Pada tegangan rendah, sekitar 3 V, gangguan Zener terjadi pada dioda Z. Sebagai hasil dari medan listrik yang kuat, pasangan elektron-hole secara spontan dihasilakan dalam shell elektron inner pada zona lapisan penghalang. Di bawah pengaruh medan pembawa muatan, mereka menyeberangi lapisan penghalang. Temperatur yang tinggi meningkatkan energi pada ikatan pembawa muatan. Akibatnya, efek Zener dapat terjadi pada tegangan yang lebih rendah. Pada efek avalanche (longsoran), pembawa muatan dipercepat oleh medan listrik hingga ke tingkat yang besar dimana mereka pada akhirnya melepaskan pembawa muatan yang lain bertabrakan dengan atom-atom yang lain, yang pada akhirnya akan dipercepat. Semakin tinggi temperatur maka akan semakin pendek jalur bebasnya, sehingga tegangan menjadi meningkat dengan kenaikan temperatur untuk terus melepaskan pembawa muatan. Dari perhitungan, diperoleh hasil nilai-nilai sebagai berikut:

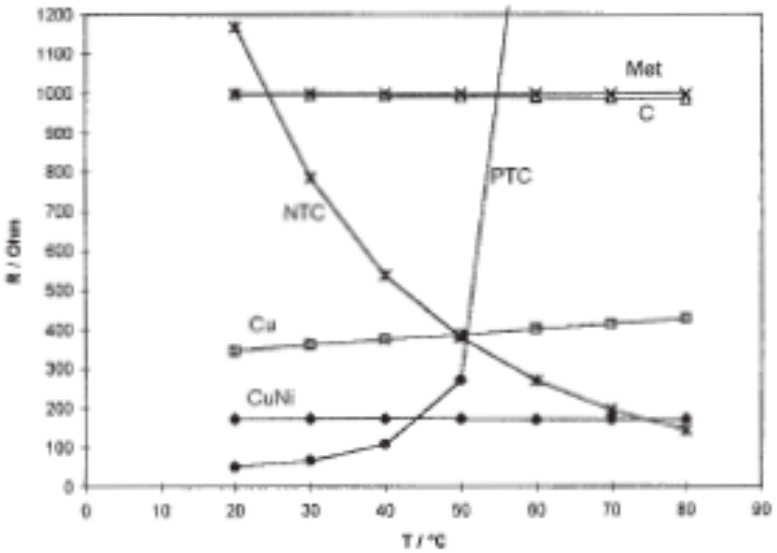
$\alpha_{ZPD2.7} = -7.3 \cdot 10^{-4}/K$

$\alpha_{ZPD2.8} = -4.6 \cdot 10^{-3}/K$

Nilai-nilai literatur:

$\alpha_{ZPD2.7} = -9....-4 \cdot 10^{-4}/K$

$\alpha_{ZPD6.8} = +2....+7 \cdot 10^{-3}/K$



Gambar 3. Diagram resistansi

III. METODE PERCOBAAN

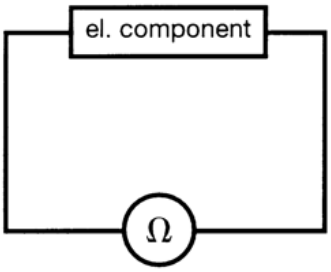
A. Alat dan Bahan

- Immersion probe untuk menentukan temperatur Tc 1 buah
- Immersion thermostat TC 1 buah
- Wadah untuk thermostat, Makrolon 1 buah
- Satu set asesoris untuk TC 1 buah
- Multimeter digital 1 buah
- Power supply 0-12 V DC/6 V, 12 V AC 1 buah
- Resistor carbon PEK 1 W 5% 4.7 kΩ 1 buah
- Kotak penghubung 1 buah
- Kabel penghubung, l = 500 mm, biru 1 buah
- Kabel penghubung, l = 750 mm, merah 2 buah
- Kabel penghubung, l = 750 mm, biru 2 buah

Gambar 4 Rangkaian alat percobaan.

B. Langkah Percobaan

1. Rangkailah alat percobaan seperti pada Gambar 4.
2. Letakkan rangkaian immersion probe yang terbungkus oleh plastik kedap air ke dalam wadah air. Nilai resistansi dari PTC, NTC, lapisan tipis (film) logam dan resistor film karbon, dan juga resistor kabel Cu dan CuNi, dapat diukur secara langsung dengan multimeter digital (diagram rangkaian, Gambar 5). Untuk melakukan langkah ini, sambungkan multimeter ke colokan ground, yang mana telah tersambungkan ke semua komponen, dan colokan ditempatkan di bawah tanda yang sesui dengan komponen masing-masing. Catat nilai resistansi yang berbeda dan plot sebagai fungsi temperatur.

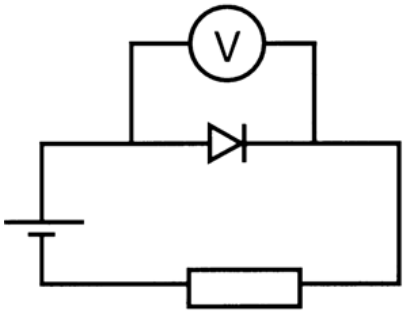


Gambar 5. Diagram rangkaian

3. Untuk mengukur tegangan dioda semikonduktor, hubungkan dioda tersebut pada tegangan 10 V. Hubungkan resistor 4.7 Ω dengan komponen secara seri. Atur tegangan 10 V pada power supply universal, dan sesuaikan pembatas arus ke nilai maksimumnya. Ukur

tegangan paralel untuk komponen. Catat tegangan konduksi sesuai dengan temperatur tegangan masing-masing.

4. Ukurlah juga tegangan blok pada efek Zener dan efek avalanche (longsoran) dengan susunan rangkaian seperti yang diilustrasikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram rangkaian untuk mengukur tegangan blok pada efek Zener dan efek avalanche

C. Tabel Data Percobaan

No.	T (K)	R (Ohm)					
		PTC	NTC	Metal	C	Cu	CuNi

No.	T (K)	V (volt)			
		$Z_{(2,7)}$	$Z_{(6,8)}$	Si	Ge

EF II – 9

INDEKS BIAS LARUTAN MENGGUNAKAN REFRAKTOMETER ABBE

I. TUJUAN PERCOBAAN

Tujuan dilakukan percobaan ini adalah

1. Untuk menentukan indeks bias suatu larutan gula dengan variasi konsentrasi (sampel standar).
2. Dapat menggunakan refraktometer dengan baik dan benar.
3. Mengetahui konsentrasi gula pada minuman-minuman *soft drink* dengan metode refraktometer.

II. DASAR TEORI

Refraktometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur kadar/ konsentrasi bahan terlarut. Misalnya gula, garam, protein, dsb. Prinsip kerja dari refraktometer sesuai dengan namanya adalah memanfaatkan refraksi cahaya.

Indeks bias adalah perbandingan kecepatan cahaya dalam udara dengan kecepatan cahaya dalam zat tersebut. Indeks bias berfungsi untuk identifikasi zat kemurnian, suhu pengukuran dilakukan pada suhu 20°C dan suhu tersebut harus benar-benar diatur dan dipertahankan karena sangat mempengaruhi indeks bias. Harga indeks bias dinyatakan dalam farmakope Indonesia edisi empat dinyatakan garis (D) cahaya natrium pada panjang gelombang 589,0 nm dan 589,6 nm. Umumnya alat dirancang untuk digunakan dengan cahaya putih. Alat yang digunakan untuk mengukur indeks bias adalah refraktometer ABBE. Untuk mencapai kestabilan, alat harus dikalibrasi dengan menggunakan plat glass standart.

Refraktometer Abbe adalah refraktometer untuk mengukur indeks bias cairan, padatan dalam cairan atau serbuk dengan indeks bias dari 1,300 sampai 1,700 dan persentase padatan 0 sampai 95%, alat untuk menentukan indeks bias minyak, lemak, gelas optis, larutan gula, dan sebagainnya, indeks bias antara 1,300 dan 1,700 dapat dibaca langsung dengan ketelitian sampai 0,001 dan dapat diperkirakan sampai 0,0002 dari gelas skala di dalam.

Pengukurannya didasarkan atas prinsip bahwa cahaya yang masuk melalui prisma-cahaya hanya bisa melewati bidang batas antara cairan dan prisma kerja dengan suatu sudut yang terletak dalam batas-batas tertentu yang ditentukan oleh sudut batas antara cairan dan alas.

Rumus : $\mathbf{n = c/v}$

Di mana: n : indeks bias
c : kecepatan cahaya di udara

v : kecepatan cahaya dalam zat

Gambar 1. Alat Refraktometer Abbe.

III. METODE PERCOBAAN

A. Alat dan Bahan

Alat yang dibutuhkan pada praktikum ini adalah:

- Refraktometer Abbe 1 buah
- *Beaker glass* 50 ml 10 buah
- *Beaker glass* 100 ml 1 buah
- Gelas ukur 50 ml 1 buah
- Neraca digital 1 buah
- Spatula 1 buah
- Pengaduk kaca 1 buah
- Sendok tanduk 1 buah
- Botol semprot 1 buah
- Pipet tetes 10 buah

Sedangkan bahan yang digunakan adalah:

- Gula pasir 10 gram
- Minuman *soft drink* dengan berbagai merk (buavita, kacang hijau UHT, teh gelas, freso, teh botol sosro, dan ale-ale).
- Aquades
- Tissue
- Kertas label

B. Langkah Kerja

a. Preparasi Sampel Standar

Pembuatan larutan gula dengan kosentrasi masing-masing 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9% dan 10%.

- Timbang gula pasir 0,1 g untuk pembuatan larutan rin dengan konsentrasi 1%; 0,2 g : 2%; 0,3 g : 3%; 0,4 g : 4%; 0,5 g : 5%; 0,6 g : 6%; 0,7 g : 7%; 0,8 g : 8%; 0,9 g : 9%; dan 1 g untuk 10%.
- Masukkan 10 ml air aquades ke dalam beaker glass 100 ml.
- Larutkan gula pasir yang sudah ditimbang ke dalam 10 ml aquades.
- Aduk selama ± 1 menit sampai benar-benar gula terlarut sempurna (homogen).
- Masukkan larutan ke dalam beaker glass 50 ml dan diberi label.

b. Pengujian Sampel dengan Refraktometer Abbe

- Sebelum dilakukan uji, lakukan kalibrasi dahulu alat refraktometer dengan menggunakan cairan aquades.
- Sampel standar larutan gula dengan konsentrasi tertentu masing-masing diteteskan sebanyak 2-3 tetes pada prisma/tempat sampel alat refraktometer.
- Penutup kaca prisma ditutup dengan perlahan dan rapat. Pastikan sampel tersebar merata di atas permukaan prisma.
- Biarkan cahaya melewati larutan dan melalui prisma agar cahaya pada layar dalam alat tersebut terbagi menjadi dua.
- Geser tanda batas tersebut dengan memutar knop pengatur, sehingga memotong titik perpotongan dua garis diagonal yang saling berpotongan terlihat pada layar.
- Mengamati dan membaca skala indeks bias yang ditunjukkan oleh jarum layar skala melalui mikroskop.
- Layar hasil dua warna yang telah diatur sedemikian sehingga memberikan dua warna yang mempunyai warna yang jelas dan tegas.
- Diamati nilai indeks bias dan Brix-nya (%) kemudian dicatat dalam sebuah tabel.
- Data hasil pengamatan dibuat kurva hubungan antara indeks bias dan konsentrasi larutan sebagai kurva standar kadar gula.
- Lakukan langkah yang sama seperti di atas untuk mengamati indeks bias pada sampel minuman *soft drink* (buavita, kacang hijau UHT, teh gelas, freso, fresh tea, teh botol sosro, dan ale-ale).

- Untuk menentukan konsentrasi gula yang terkandung dalam sampel minuman, nilai indeks bias yang terukur dibandingkan dengan kurva standar larutan gula yang telah dibuat.

C. Tabel Data Percobaan

Tabel data sampel standar

No.	Konsentrasi larutan gula	Indeks Bias	Temperatur (°C)
1.	1%		
2.	2%		
3.	3%		
4.	4%		
5.	5%		
6.	6%		
7.	7%		
8.	8%		
9.	9%		
10.	10%		

Tabel data sampel minuman

No.	Jenis Minuman	Indeks Bias	Temperatur (°C)	Konsentrasi gula
1.	Buavita			
2.	Kacang hijau UHT			
3.	Teh botol sosro			
4.	Freso			
5.	Teh gelas			
6.	Ale-ale			
7.	Fresh tea			

Sistematika Laporan Praktikum

JUDUL PRAKTIKUM

BAB I PENDAHULUAN

BAB II DASAR TEORI

BAB III METODOLOGI

1.1 Alat dan Bahan
1.2 Gambar Percobaan
1.3 Langkah Percobaan

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

1.1 Data Hasil Percobaan
1.2 Perhitungan
1.3 Pembahasan

BAB V PENUTUP

1.1 Kesimpulan
1.2 Saran

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

Format lampiran laporan sementara

LAPORAN SEMENTARA
PRKTIKUM EKSPERIMEN FISIKA II
Judul percobaan:……

Berisi Tabel data hasil percobaan dan kesimpulan data sementara

Asisten Praktikum

( )