

MODUL PRAKTIKUM

FISIKA DASAR SEMESTER GANJIL



Mekanika

Kalor

Bunyi

Listrik Magnet

Optik

**Laboratorium Fisika Dasar
Laboratorium Ilmu Dasar
Universitas Sumatera Utara
Medan
2022**

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa, yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga Modul Praktikum Fisika Dasar untuk mahasiswa Program Studi Eksakta Universitas Sumatera Utara ini dapat diselesaikan dengan sebaik-baiknya.

Modul praktikum ini dibuat sebagai pedoman dalam melakukan kegiatan praktikum Fisika Dasar yang merupakan kegiatan penunjang mata kuliah Fisika disetiap program studi. Penuntun ini mengalami perubahan isi dari penuntun sebelumnya dan perubahan ini dilakukan untuk tujuan mempertegas apa yang hendak dicapai mahasiswa/i melalui setiap percobaan.

Modul praktikum ini diharapkan dapat membantu mahasiswa dalam mempersiapkan dan melaksanakan praktikum di Laboratorium Fisika Dasar LIDA USU dengan lebih baik, terarah, dan terencana. Modul ini terdiri dari beberapa percobaan Mekanika, Kalor, Gelombang-Bunyi, Optik dan Listrik-Magnet. Untuk setiap jenis praktikum diberikan tujuan, teori yang relatif singkat, prosedur eksperimen, dan tugas persiapan yang harus diserahkan sebelum praktikum.

Pada penulisan laporan (jurnal) mahasiswa tidak harus mengikuti apa yang tercantum pada modul ini, tetapi bergantung pada kenyataan yang dijumpai dalam melakukan praktikum.

Tim penyusun menyadari bahwa masih banyak kekurangan yang terdapat dalam modul ini, oleh sebab itu kami tim penyusun dengan tangan terbuka selalu menerima saran-saran yang bersifat membangun dan membantu perbaikan penuntun ini untuk penerbitan selanjutnya.

Akhirnya, ucapan terima kasih kepada rekan-rekan yang telah memberikan masukan dalam penyusunan penuntun ini.

Medan, Maret 2022

Tim Penyusun

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
KETENTUAN UMUM	iii
1. MODULUS TARIKAN	1
2. Koefisien kekentalan cairan	7
3. KOEFISIEN MUAI LINEAR	15
4. INTERFEROMETER AKUSTIK	21
5. Tegangan permukaan cairan	28
6. NILAI BAHANG JENIS AIR DENGAN METODE JOULE	36
7. KEHANTARAN THERMAL METODE LESS	44
8. ELEKTROLISIS	53
9. POLARIMETER	62
10. SPEKTROMETER	69
11. JEMBATAN WHEATSTONE	77
12. KARAKTERISTIK ELEMEN LISTRIK	85

KETENTUAN UMUM

1. Mahasiswa yang akan mengikuti praktikum Fisika Dasar diwajibkan mendaftarkan diri di bagian administrasi pada waktu yang telah ditentukan.
2. Berlaku sopan dan santun dan menjunjung tinggi etika didalam laboratorium dan menghargai Kepala Laboratorium, staf ahli, laboran, asisten dan sesama pengguna laboratorium wajib menuruti segala bentuk aturan yang berlaku pada laboratorium tersebut.
3. Wajib mengikuti pengarahan yang dilaksanakan oleh Kepala Laboratorium / Staf Laboratorium / Laboran / Asisten Laboratorium, sesuai yang telah dijadwalkan.
4. Praktikan yang tidak dapat hadir karena sakit, harus dapat menunjukkan surat keterangan dari dokter dan menyampaikannya ke bagian administrasi laboratorium.
5. Wajib mengulangi praktikum pada percobaan yang gagal. (nilai D atau E, hanya diizinkan dua percobaan) pada waktu yang ditentukan oleh asisten laboratorium.

SEBELUM MELAKSANAKAN PRAKTIKUM :

1. Praktikan harus hadir 10 menit sebelum praktikum dimulai.
2. Praktikan harus memakai Jas Laboratorium dan tidak dibenarkan memakai sandal dan baju kaos oblong.(pakaian sopan)
3. Praktikan wajib membawa perlengkapan yang telah ditentukan oleh asisten laboratorium, antara lain :
 - a. Buku Penuntun Praktikum
 - b. Buku Laporan Praktikum
 - c. Kartu Absensi
 - d. Kertas Grafik
 - e. Kain Lap / Serbet
 - f. Tisu
 - g. Alat Tulis

- h. Kalkulator
- 4. Praktikan wajib menyerahkan tugas persiapan kepada asisten masing-masing.
- 5. Praktikan wajib mengikuti responsi yang dilakukan oleh asisten masing-masing.
- 6. Praktikan yang tidak dapat memenuhi persyaratan ini, tidak dapat mengikuti praktikum dan masih diberi kesempatan mengulang maksimal dua percobaan sesuai dengan jadwal yang ditentukan.

SELAMA PRAKTIKUM DI DALAM LABORATORIUM :

- 1. Pada waktu sedang berjalan praktikum, praktikan dilarang :
 - a. Merokok,
 - b. Meninggalkan percobaan tanpa seizin Asisten Mahasiswa,
 - c. Pinjam meminjam alat tulis,
 - d. Mengganggu praktikan yang lain,
 - e. Membuat keributan,
 - f. Menggunakan alat komunikasi (handphone) dan lain sebagainya yang membuat suasana menjadi tidak kondusif.
- 2. Untuk percobaan yang menggunakan sumber tegangan dari PLN, sebelum menghubungkannya ke sumber tegangan tersebut maka praktikan wajib menanyakannya kepada asisten yang bertugas, apakah rangkaian sudah disusun telah benar.
- 3. Posisi saklar AVO meter jika sedang tidak dipakai harus pada posisi off atau pada posisi tegangan AC 250 Volt.
- 4. Segala sesuatu aturan yang kurang jelas dapat menanyakan kepada asisten laboratorium yang sedang bertugas.
- 5. Kerusakan alat yang dibuat oleh praktikan merupakan tanggung jawab kelompok yang melakukannya dan kelompok tersebut wajib menggantikannya.
- 6. Setelah selesai melaksanakan praktikum, praktikan harus menulis data-data percobaan pada buku yang telah ditentukan (tidak boleh pada

sehelai kertas) dan ditanda tangani oleh asisten dan selanjutnya menyelesaikannya pada bentuk laporan/jurnal.

7. Sesudah selesai melaksanakan praktikum, praktikan wajib membersihkan seluruh alat-alat yang dipergunakan pada praktikum tersebut.

TATA CARA PENULISAN LAPORAN :

1. Pada sampul laporan tertulis jelas dan lengkap pada praktikan :

- a. Nama :
- b. NIM :
- c. Fak / Prodi :
- d. Kelompok :
- e. Nama Percobaan :
- f. Tanggal Percobaan :
- g. Asisten Mahasiswa :

2. Isi Jurnal :

- a. Judul Percobaan
- b. Tujuan Percobaan
- c. Tinjauan Pustaka (dikutip dari buku referensi)
- d. Peralatan dan Bahan yang digunakan beserta fungsinya
- e. Prosedur Percobaan
- f. Data Percobaan
- g. Analisis Data
- h. Ulasan
- i. Kesimpulan dan Saran
- j. Daftar Pustaka

3. Setelah praktikan menyelesaikan seluruh praktikumnya maka praktikan wajib mengikuti tes praktikum yang akan dijadwalkan oleh asisten laboratorium.

1. MODULUS TARIKAN

I. TUJUAN

1. Mengetahui sifat fisik keelastisan suatu bahan
2. Menghitung modulus elastisitas jenis logam yang digunakan
3. Mengetahui hubungan antara perubahan panjang kawat dengan penambahan beban dan hubungannya dengan hukum Hooke

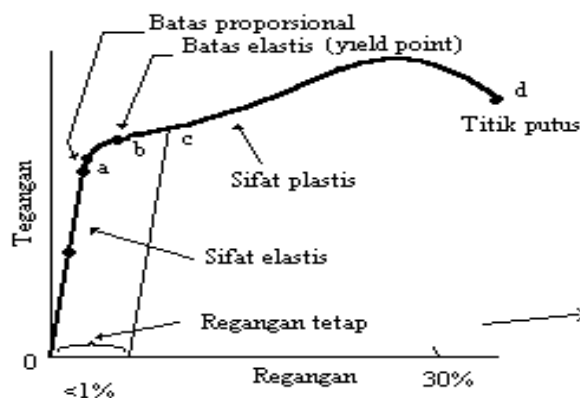
II. TEORI

Hukum Hooke menyatakan perbandingan tegangan terhadap regangan bernilai konstan jika deformasi kecil. Maksud dari deformasi kecil adalah perubahan bentuk masih elastis, sehingga bahan tersebut dapat kembali ke posisi semula, apabila gaya yang dikerjakan ditiadakan.

$$\text{Tegangan} = \sigma = \frac{F}{A} \quad (2.1)$$

$$\text{Regangan} = \varepsilon = \frac{\Delta L}{L} \quad (2.2)$$

$$\text{Modulus Young} = \gamma = \frac{\frac{F}{A}}{\frac{\Delta L}{L}} \quad (2.3)$$



Gambar 2.1 Diagram tegangan-vs-regangan

Gambar diagram diatas memperlihatkan persentase perubahan panjang (ΔL). Tegangan dan regangan $<1\%$ adalah batas proporsional sampai titik A.

Hubungan proporsional antara tegangan dan regangan dalam daerah ini disebut Hukum Hooke. Mulai A sampai B tegangan dan regangan tidak proporsional, tetapi walaupun demikian, bila beban diadukan antara titik 0 dan B, bahan akan kembali kepada panjang semula. Diantara titik 0 dan B adalah daerah elastis dimana titik B merupakan batas elastis.

Jika bahan ditambah dengan beban, regangan akan bertambah dengan cepat, tetapi apabila beban dilepaskan melalui titik B, misalkan di titik C, bahan tidak akan kembali ke panjang awalnya, melainkan akan mengikuti garis putus-putus. Penambahan beban melampaui titik C sampai titik D, menyebabkan bahan putus. Dari titik B sampai titik D, bahan bersifat plastis. Jika antara batas elastis dan titik putus terjadi deformasi plastis yang besar, bahan dikatakan kenyal. Sebaliknya jika bahan putus setelah melewati batas elastis, bahan dikatakan rapuh.

III. TUGAS PERSIAPAN

1. Apa yang kamu ketahui tentang Modulus Young (γ) !
2. Tuliskan nilai Modulus Young untuk baja, kuningan, dan aluminium dalam Satuan Internasional!
3. Jelaskan bagaimana suatu bahan dikatakan elastis!

IV. PERALATAN

4.1. Peralatan

1. Alat Modulus Young, yang terdiri dari :

- ☐ Mikrometer Sekrup

Fungsi: untuk mengukur pertambahan dan pengurangan panjang kawat yang digunakan.

- ☐ Timbangan Air (*Water Pass*)

Fungsi: untuk melihat keseimbangan antara beban tetap dan beban variabel.

2. Meteran

Fungsi: untuk mengukur panjang awal kawat sebelum pembebanan.

3. Mikrometer Sekrup

Fungsi: untuk mengukur diameter dari kawat yang digunakan.

4. Beban Tetap

Fungsi: sebagai beban untuk menyeimbangkan kawat.

5. Beban Variabel

Fungsi: sebagai beban yang besarnya divariasikan.

6. Tiang Penyangga

Fungsi: sebagai penyangga alat Modulus Young.

4.2. Bahan

1. Kawat

- Baja

- Kuningan

Fungsi: sebagai bahan yang digunakan dalam percobaan yang akan diukur pertambahan dan pengurangan panjangnya.

V. PROSEDUR PERCOBAAN

1. Ditentukan jenis bahan yang akan digunakan pada percobaan.
2. Diukur panjang kawat dengan meteran.
3. Diukur diameter kawat dengan menggunakan mikrometer sekrup.
4. Diletakkan beban tetap di alat Modulus Young yang tidak terdapat mikrometernya (sebelah kiri).
5. Diukur pertambahan panjang kawat dengan beban mula-mula 0 kg. Dilihat keseimbangan antara beban kiri dan kanan pada waterpass, apabila belum seimbang diseimbangkan dengan memutar skala pada mikrometer, kemudian dilihat skala pada mikrometer lalu dicatat hasilnya pada tabel data percobaan.
6. Ditambahkan beban sebesar 0,2 kg, dilihat keseimbangannya kemudian dibaca skala yang tertera dan dicatat hasilnya pada kolom penambahan beban.
7. Dilakukan prosedur yang sama untuk beban 0,4 kg, 0,6 kg, 0,8 kg, dan 1,0 kg dengan interval 0,2 kg, dan tentukan perubahan panjang kawat.
8. Pada saat beban 1,0 kg panjang kawat untuk penambahan dan pengurangan hasilnya sama.
9. Kemudian dilakukan pengurangan beban menjadi 0,8 kg sampai 0 kg dengan interval 0,2 kg lalu hasilnya dicatat pada kolom pengurangan beban.
10. Dicatat hasilnya pada data percobaan

VI. DATA PERCOBAAN

Jenis Bahan =

Panjang (l) = m

Diameter (d) = m

Jari-jari (r) = m

Tabel Data

Massa beban (kg)	Pertambahan panjang (m)		$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2}{2}$ (m)	$\Delta L = \bar{x}n - \bar{x}_1$ (m)
	Penambahan beban (x_1)	Pengurangan beban (x_2)		
0				
0,2				
0,4				
0,6				
0,8				
1,0				

VII. ANALISIS DATA

$$g = 9,8 \frac{m}{s^2}$$

$$l = m$$

$$A = \pi r^2$$

$$\text{Slope} =$$

1. Membuat grafik $\Delta L - \text{vs} - m$
2. Menghitung nilai Modulus Young dari bahan yang digunakan

$$\gamma_p = \frac{g \times l}{A \times \text{Slope}}$$

3. Menghitung persen deviasi

$$\% \text{ Deviasi} = \left| \frac{\gamma_t - \gamma_p}{\gamma_t} \right| \times 100\%$$

VIII. ULASAN

1. Bandingkan hasil untuk Modulus Young (γ) yang diperoleh dengan data dari referensi .
2. Tuliskan faktor-faktor yang menjadi sumber ralat dalam penentuan nilai γ .

2. KOEFISIEN KEKENTALAN CAIRAN

I. TUJUAN

1. Untuk menentukan koefisien kekentalan (η) cairan dengan menggunakan metode bola jatuh berdasarkan Hukum Stokes.
2. Untuk mengetahui faktor apa saja yang mempengaruhi nilai koefisien kekentalan (η) cairan
3. Untuk membandingkan nilai teori koefisien kekentalan cairan dari referensi dengan nilai koefisien kekentalan cairan yang di peroleh di laboratorium.

II. TEORI

Koefisien viskositas fluida disingkat η . koefisien kekentalan cairan didefenisikan sebagai perbandingan tegangan luncur F/A , dengan perubahan tegangan luncur :

$$\eta = \frac{\text{tegangan luncur}}{\text{cepat perubahan tegangan luncur}} = \frac{\frac{F}{A}}{\frac{v}{l}} \quad (2.1)$$

$$F = \eta A \frac{v}{l} \quad (2.2)$$

Satuan SI untuk η adalah Newton meter detik atau Nm s. Nilai η tergantung pada jenis cairan dan dipengaruhi suhu. Untuk cairan yang mudah mengalir mislanya minyak tanah atau air, tegangan luncur ini relatif kecil untuk cepat perubahan regangan luncur tertentu. Sehingga viskositasnya juga relatif kecil. Dalam hal ini cairan seperti molase atau gliserin diperlukan tegangan luncur yang lebih besar untuk cepat terjadinya perubahan tegangan luncur yang sama dan viskositas cairannya lebih besar pula.

Viskositas semua fluida sangat dipengaruhi oleh temperatur. Untuk fluida cair, saat temperatur naik maka viskositasnya berkurang karena pergerakan ikatan

molekul lainnya. Sedangkan untuk gas, saat temperatur tinggi maka viskositasnya akan bertambah. (Laksono, 2021).

Konsep yang dikemukakan oleh Sir Goerge Stokes (13 Agustus 1819 - 1 Februari 1903), Hukum Stokes berbunyi: “Bila sebuah bola bergerak dalam suatu fluida Yang diam terhadap bola itu akan bekerja gaya yang berlawanan arahnya dengan arah gerak bola tersebut. Benda yang jatuh memiliki kecepatan yang makin lama makin besar, tapi dalam fluida sebagai mediumnya ada gaya gesek yang makin besar bila kecepatan benda jatuh makin besar. Sampai pada satu titik akan didapat keseimbangan yang menyebabkan kecepatan benda tersebut akan tetap”.

Bila Fluida sempurna yang viskositasnya nol mengalir melewati bola, atau apabila bola bergerak dalam suatu fluida yang diam, garis-garis arusnya akan membentuk suatu pola yang simetris disekelilingi bola itu. Persamaan untuk gaya kekentalan tidak akan kita rumuskan langsung berdasarkan hukum aliran fluida kental. Besaran yang mempengaruhi gaya V adalah viskositas fluida yang berhubungan dengan radius bola itu, sehingga kecepatan V relatif terhadap fluida.

Menurut hokum stokes, sebuah bola dan ruji r yang bergerak dengan kecepatan rendah V didalam fluida (gas atau cairan) akan mengalami gaya menghadapi yang melawan geraknya akibat kekentalan fluida. Besar gaya main F_v yang diberikan oleh fluida kental dinayakan dengan persamaan :

$$F_v = k \eta v \quad (2.3)$$

Dimana koefisien k tergantung pada bentuk gometrik benda. Bila dianalisa selengkapnya, maka persamaan untuk gaya kekentalan itu adalah :

$$F_v = -6 \pi \eta r v \quad (2.4)$$

Persamaan ini adalah rumus pertama kali oleh sir George Stokes dalam tahun 1845 dan Mulus dengan hokum stokes. Dimana :

F_v = Gaya yang melawan (N)

r = Jari Jari bola (cm)

v = Kecepatan bola relatif terhadap medium (cm/s)

η = koefisien kekentalan cairan (Ncms)

tanda minus menunjukan Arah F_v berlawanan Arah dengan Arah v .

Syarat-syarat penggunaan hukum stokes :

- a. Ruangan tempat medium tidak terbatas
- b. Tidak ada turbulensi (penggelinciran) pada medium, praktisnya ini berarti kecepatan v tidak besar

Dalam bola jatuh, sebuah bola kecil yang akan dimasukkan kedalam tabung tranparansi berisi cairan. Pertama kevepatan bola rendah tapi percepatan gravitasi menyebabkan peningkatan sehingga gaya F_v semakin besar. Gaya yang dialami bola adalah gaya gravitasi F_g (arahnya ke bawah), gaya apung (arahnya ke atas) dan gaya menghadap (arahnya ke atas). Pada suatu kecepatan tertentu akan terjadi keseimbangan :

$$F_g + F_b + F_v = 0 \quad (2.5)$$

Dimana gaya bawah dianggap positif sehingga resultan gaya menjadi nol, maka kecepatan bola tidak berubah lagi melainkan tetap pada nilai maksimum atau nilai akhir yang ditulis dengan V_a . Kecepatan ini disebut kecepatan akhir yang disebut juga dengan terminal velocity. Gaya F_g dan F_b dapat ditulis dengan fungsi jari-jari bola r , rapat massa bola dan rapat massa Cairan ρ_c

$$F_g = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho_b g \quad (2.6)$$

$$F_b = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho_c g \quad (2.7)$$

Perhatikan arah kebawah diberi tanda (+) dalam semua persamaan, setelah substitusi kerumus (2.1) dan (2.2), diperoleh :

$$6 \pi \eta r v_a = \frac{4}{3} \pi r^3 (\rho_b - \rho_c) g \quad (2.8)$$

Sehingga

$$\eta = \frac{2}{9} \frac{r^2}{v_a} (\rho_b - \rho_c) g \quad (2.9)$$

Beberapa hal yang perlu dalam pengukuran kekentalan dengan metode ini adalah: **(Laksono, 2021)**.

- a. Perlu dipastikan bahwa kecepatan yang diukur benar-benar adalah kecepatan konstan (akhir)
- b. Persamaan (2.1) diatas hanya berlaku jika bola lebih kecil dari ukuran tabung (paling tidak 1/10) dari diameter tabung.
- c. Suhu harus konstan untuk jenis-jenis minyak

III. TUGAS PERSIAPAN

1. Sebuah peluru ditembakkan keatas, menurut analisa sederhana berdasarkan kecepatan gravitasi, kecepatan pada saat peluru jatuh kembali sama dengan kecepatan pada saat ditembakkan. Bagaimanakah hal ini dalam prakteknya?
2. Ada berapa macam aliran terdapat pada suatu zat yang mengalir? Sebutkan ciri-ciri khasnya.
3. Apakah akibat bila kecepatan bola-bola sangat besar relatif terhadap medium?
4. Data dibawah ini menunjukkan waktu yang dibutuhkan oleh sebuah bola untuk menempuh suatu jarak tertentu.

x(m)	t(sekon)
0,4	1,5
0,5	1,9
0,6	2,4
0,7	2,5
0,8	3,1

Dari data diatas gambarkanlah grafik jarak (x) -vs- waktu(t) dengan menghitung slope diperoleh kecepatan akhir bola yang jatuh V_a .

IV. PERALATAN DAN BAHAN

4.1. Peralatan

1. Gelas Ukur
Fungsi: Untuk mengukur volume cairan yang akan digunakan dalam percobaan viskositas.
2. Tabung Berisi Zat Cair
Fungsi: Sebagai wadah cairan yang akan diamati gejala viskositasnya.
3. Bola-bola mimis
Fungsi: Sebagai objek yang akan diamati.
4. Neraca
Fungsi: Untuk menimbang massa cairan, massa bola dan massa gelas ukur.
5. Mikrometer Sekrup
Fungsi: Untuk mengukur diameter bola mimis yang akan diamati .
6. Termometer
Fungsi: Untuk mengukur suhu cairan yang digunakan pada percobaan.
7. Stopwatch
Fungsi: Untuk menghitung lamanya bola jatuh pada jarak-jarak tertentu didalam tabung zat cair.
8. Magnet

Fungsi: Untuk mengambil bola yang jatuh dibawah permukaan tabung zat cair.

4.2. Bahan

1. Gliserin

Fungsi: Sebagai objek yang akan dicari nilai koefisien cairannya

2. Oli

Fungsi: Sebagai objek yang akan dicari nilai koefisien cairannya

3. Minyak Goreng

Fungsi: Sebagai objek yang akan dicari nilai koefisien cairannya

~~V. PROSEDUR PERCOBAAN~~

1. Disiapkan peralatan yang akan digunakan
2. Ditentukan jenis cairan yang akan digunakan
3. Diukur jari-jari bola mimis dengan menggunakan mikrometer sekrup.
4. Diukur massa bola mimis.
5. Ditimbang massa gelas ukur dengan menggunakan neraca.
6. Diisi gelas ukur sebanyak 100 ml cairan yang akan digunakan kemudian ditimbang kembali.
7. Diukur suhu ruangan dan suhu cairan yang digunakan.
8. Diletakkan kawat pada tabung untuk jarak yang akan diukur.
9. Dimasukkan bola tepat ditengah permukaancairan yang diukur (0 cm).
10. Dicatat waktu yang dibutuhkan untuk mencapai jarak yang ditentukan dengan menggunakan stopwatch.
11. Diulangi percobaan sampai beberapa kali.
12. Diambil bola dengan menggunakan magnet

VI. DATA PERCOBAAN

1. Jenis Cairan :

2. Volume Cairan :

3. A. Diameter Bola :

i. d bola 1 (d_1) :

ii. d bola 2 (d_2) :

iii. d bola 3 (d_3) :

B. Jari-jari Bola : $R = \frac{d_{rata-rata}}{2} =$

4. Massa Jenis Cairan : $\rho = \frac{m}{V} =$

5. Massa Jenis Bola : $\rho = \frac{m}{V} =$

6. Suhu Awal (T_0) :

Suhu Akhir (T_1) :

Tabel Jarak Terhadap Waktu

x (m)	t ₁ (s)	t ₂ (s)	t ₃ (s)	$\bar{t}$ (s)
0.6				
0.7				
0.8				
0.9				
1.0				

VII. ANALISIS DATA

1. Membuat grafik x(m) -vs- t(sekon), lalu hitunglah nilai kecepatan V_a dari slope grafik.
2. Menghitung nilai koefisien kekentalan cairan secara praktikum dengan menggunakan rumus: $\eta = \frac{2}{9} \frac{r^2}{v_a} (\rho_b - \rho_c) g$
3. Menghitung % deviasi

$$\% \text{deviasi} = \left| \frac{\eta_t - \eta_p}{\eta_t} \right| \times 100\%$$

VIII. ULASAN

1. Tulislah hasil anda untuk η apakah sesuai dengan range nilai yang tersedia di laboratorium?
2. Buktikan bahwa kecepatan V_a yang anda peroleh benar-benar konstan (kecepatan terminal)
3. Sebutkanlah sumber-sumber ralat dalam percobaan ini?

3. KOEFISIEN MUAI LINEAR

I. TUJUAN

1. Untuk menentukan nilai koefisien muai linear beberapa jenis logam.
2. Untuk mengetahui faktor yang memengaruhi nilai koefisien muai linear.
3. Untuk mengetahui aplikasi dari percobaan koefisien muai linear.

II. TEORI

Pemuaian panjang (linear) adalah bertambahnya ukuran panjang suatu benda karena menerima kalor. Pada pemuaian panjang, nilai lebar dan tinggi sangat kecil dibandingkan dengan nilai panjang benda tersebut sehingga lebar dan tinggi dianggap tidak ada (dapat diabaikan). Contohnya kawat dan jarum. Pemuaian panjang suatu benda dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu, panjang awal benda, koefisien muai dan besar perubahan suhu. **(Maulidiyah, 2018)**

Ketika suatu benda padat mengalami peningkatan temperatur ΔT , pertambahan panjangnya ΔL hampir sebanding dengan panjang awalnya L_0 dikalikan dengan ΔT . Yaitu

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T \quad (2.1)$$

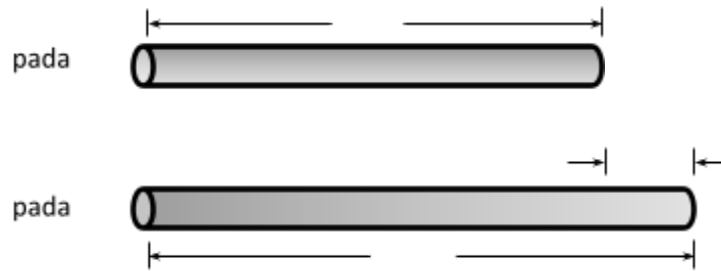
di mana konstanta perbandingan α disebut sebagai **koefisien pemuaian linear**.

Nilai α tergantung pada sifat zat dan memiliki satuan $(^{\circ}\text{C}^{-1})$ atau K^{-1} .

Dari persamaan di atas, α adalah perubahan panjang per satuan panjang awal per derajat perubahan temperatur. Sebagai contoh, jika kuningan sepanjang 1,000000 cm menjadi 1,000019 cm ketika temperatur dinaikkan 1,0°C, koefisien

pemuaian linear kuningan adalah
$$\alpha = \frac{\Delta L}{L_0 \Delta T} = \frac{0,000019}{(1,0 \text{ cm})(1,0^\circ\text{C})} = 1,9 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

(Hecht, 2017)



Gambar 2.1 Sebuah batang tipis dengan panjang L_0 pada temperatur T_0 dipanaskan sampai temperatur seragam yang baru T dan panjang L , di mana $L = L_0 + \Delta L$.

Kita menetapkan $L = L_0 + \Delta L$, Gambar. 2.1, dan menulis ulang persamaan sebagai:

$$L = L_0(1 + \alpha\Delta T), \quad (2.2)$$

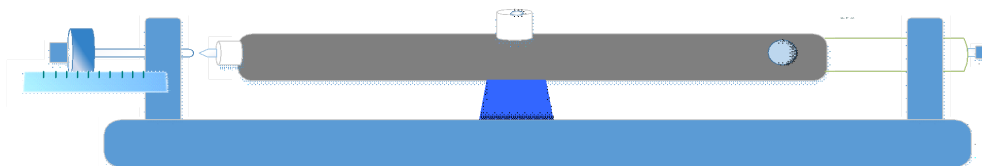
di mana L_0 adalah panjang mula-mula pada temperatur T_0 , dan L adalah panjang setelah pemanasan atau pendinginan sampai temperatur T . Jika perubahan temperatur $\Delta T = T - T_0$ bernilai negatif, maka $\Delta L = L - L_0$ juga bernilai negatif; maka panjang benda memendek ketika temperatur berkurang. (Giancoli, 2014)

Nilai α untuk berbagai bahan zat padat pada 20°C dapat dilihat di Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Koefisien Muai Linear sekitar 20°C

Material	Koefisien Muai Linear $\alpha \text{ (} ^\circ\text{C)}^{-1}$
Aluminium	25×10^{-6}

Kuningan	19×10^{-6}
Tembaga	17×10^{-6}
Emas	14×10^{-6}
Besi atau baja	12×10^{-6}
Timah	29×10^{-6}
Kaca (Pyrex)	3×10^{-6}
Kaca (biasa)	9×10^{-6}
Kuarsa	$0,4 \times 10^{-6}$
Beton dan bata	$\approx 12 \times 10^{-6}$
Marmer	$1,4 - 3,5 \times 10^{-6}$



Gambar 2.2 Alat Ukur Koefisien Muai Linear

III. TUGAS PERSIAPAN

1. Carilah nilai α untuk tembaga, besi, alumunium, dan kuningan!
2. Tuliskan aplikasi dari percobaan koefisien muai linear!
3. Buktikan bahwa perubahan luas ΔL dan perubahan volume ΔV untuk suatu isotropik diberi dengan $\Delta A = 2\alpha L_0 \Delta T$ dan $\Delta V = 3\alpha L_0 \Delta T$, di mana suhu diabaikan karena bernilai kecil. Catatan: isotropik berarti sifat-sifat materialnya sama pada semua arah!

4. Pada keping bimetal (dua jenis logam yang berbeda) yang mempunyai koefisien muai linear yang berbeda, ke arah mana keping akan bengkok jika dipanaskan?

IV. PERALATAN DAN BAHAN

4.1 Peralatan

1. Alat ukur koefisien muai linear yang dilengkapi dengan mikrometer sekrup
Fungsi: untuk mengukur pertambahan panjang suatu logam.
2. Termometer digital
Fungsi: untuk mengukur suhu kamar dan mengamati perubahan yang terjadi pada alat ukur koefisien muai linear.
3. Ketel uap listrik
Fungsi: untuk memanaskan air sehingga menghasilkan uap panas.
4. Selang tahan panas
Fungsi: untuk mengalirkan uap dari ketel uap listrik ke alat ukur koefisien muai linear.
5. Meteran
Fungsi: untuk mengukur panjang batang logam.

4.2 Bahan

1. Air
Fungsi: untuk menghasilkan uap panas.
2. Beberapa jenis logam
Fungsi: untuk menentukan nilai koefisien muai linear.

V. PROSEDUR PERCOBAAN

1. Dipanaskan ketel uap listrik yang berisi air hingga menghasilkan uap panas.
2. Diukur suhu kamar dengan menggunakan termometer digital.
3. Diukur panjang batang logam yang akan digunakan.
4. Dimasukkan batang logam ke alat ukur koefisien muai linear.
5. Diukur penunjukan mikrometer sekrup batang logam mula-mula.

6. Dihubungkan alat ukur koefisien muai linear ke ketel uap listrik dengan menggunakan selang tahan panas.
7. Diamati kenaikan suhu pada termometer yang telah dipasang pada alat ukur koefisien muai linear hingga tidak terjadi pertambahan suhu.
8. Diketatkan mikrometer sekrup pada suhu yang telah ditentukan untuk mengukur pertambahan panjang logam kemudian dilonggarkan kembali mikrometer sekrupnya dan dicatat hasilnya.
9. Dilakukan percobaan yang sama dari suhu yang tertinggi ke suhu yang terendah dengan interval 10°C dari penunjukan suhu awal oleh termometer.

VI. DATA PERCOBAAN

Jenis logam	:	
Panjang mula-mula batang logam (L_0)	:	m
Suhu kamar (T)	:	$^{\circ}\text{C}$
Suhu awal (T_i)	:	$^{\circ}\text{C}$
Pengukuran mikrometer awal (L_i)	:	mm

Suhu akhir (T_f) : °C

Pengukuran mikrometer akhir (L_f) : mm

Tabel 6.1 Perubahan Panjang terhadap Suhu

T_f (°C)	L_f (mm)

VII. ANALISIS DATA

1. Buatlah grafik ΔL -vs- ΔT .
2. Hitunglah koefisien muai linear dari besi dengan menggunakan persamaan:

$$\alpha = \frac{1}{L_0} \times \text{Slope}$$

3. Hitunglah % Deviasi dari percobaan

$$\%D = \left| \frac{\alpha_{\text{teori}} - \alpha_{\text{praktik}}}{\alpha_{\text{teori}}} \right| \times 100\%$$

VIII. ULASAN

1. Bandingkanlah hasil yang diperoleh dengan data referensi!
2. Tuliskan sumber-sumber ralat yang paling berpengaruh pada percobaan!
3. Apa pengaruh suhu pada percobaan koefisien muai linear?

4. INTERFEROMETER AKUSTIK

I. TUJUAN

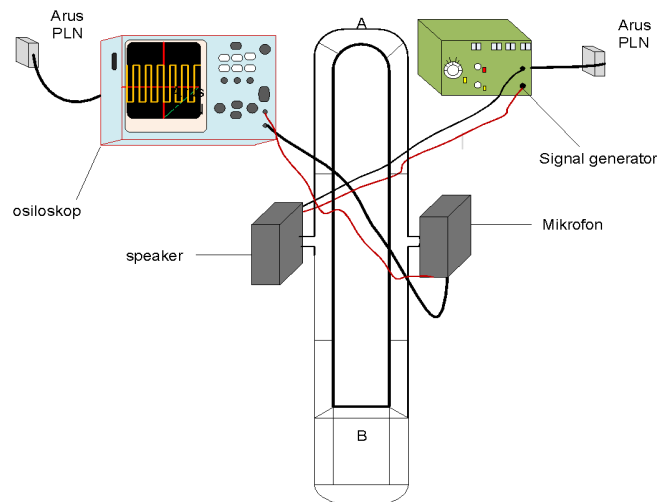
1. Untuk menyelidiki adanya peristiwa interferensi pada gelombang suara.
2. Untuk menyelidiki hubungan panjang gelombang dengan frekuensi.
3. Untuk menentukan nilai cepat rambat bunyi di udara saat praktikum dibandingkan dengan nilai cepat rambat bunyi secara referensi pada suhu kamar.

II. TEORI

Interferometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur panjang gelombang dengan ketelitian yang tinggi berdasarkan penentuan garis-garis interferensi atau pola frinji yang dihasilkan. **(Maria, 2015)**

Akustik adalah ilmu yang mempelajari hal-hal yang berkaitan dengan bunyi, berkenaan dengan indra pendengaran serta keadaan ruangan yang mempengaruhi bunyi. **(Rezita, 2019)**

Interferometer adalah alat ukur berdasarkan pada gejala interferensi. Interferensi yaitu suatu kejadian dimana dua gelombang atau lebih berjalan melalui bagian yang sama dari suatu ruangan pada waktu yang bersamaan. **(Handayani, 2014)**



Gambar 2.1 Rangkaian Interferometer Akustik

Dalam percobaan ini suara dipancarkan dari pembangkit gelombang suara (signal generator) lalu mengalir ke *loudspeaker*, setelah itu masuk ke dalam pipa yang memiliki dua jalur lintasan A dan B.

Pada jalur pipa B, posisi pipa dapat digeser untuk mendapatkan perubahan panjang lintasan B. Penerima gelombang suara adalah mikrofon yang dihubungkan dengan input osiloskop.

Fenomena interferensi antara dua gelombang di udara dapat diselidiki dengan peralatan pada gambar di atas. Didalam pipa tersebut gelombang terbagi menjadi dua, dimana salah satu melalui lintasan konstan A dan satu lagi melalui lintasan B yang dapat berubah-ubah. Misalkan frekuensi sumber adalah 1000 Hz, sedangkan kecepatan rambat bunyi di udara adalah 340 m/s, maka panjang gelombang:

$$\lambda = \frac{340}{1000} = 0,34 \text{ m} \quad (2.1)$$

Jika lintasan B digeser agar kedua gelombang menjadi sefase pada titik interferensi, maka akan terjadi peristiwa penguatan gelombang (interferensi konstruktif).

Dari keadaan tersebut lintasan B digeser keluar 7,5 cm, karena ada dua ujung pipa yang digeser maka lintasan B menjadi lebih besar 15 cm dari pada lintasan A. Maka gelombang yang melewati B akan memiliki selisih $\frac{1}{2}$ panjang gelombang dibanding dengan lintasan A. Maka interferensi yang terjadi di titik interferensi akan berlawanan fasenya antara gelombang yang melalui lintasan A dengan yang melalui lintasan A. Interferensi ini akan menyebabkan terjadinya pelemahan gelombang (interferensi destruktif).

Apabila pipa lintasan B ditarik keluar sejauh 7,5 cm lagi sehingga selisih lintasan menjadi 30 cm, maka kedua gelombang yang berinterferensi akan saling menguatkan kembali. Secara periodik penguatan gelombang akan terjadi bila selisih lintasan gelombangnya adalah : 0, λ , 2λ , 3λ , dst. Sedangkan pelemahan gelombang akan terjadi bila terdapat selisih lintasan : $\lambda/2$, $3\lambda/2$, $5\lambda/2$, dst. Pelemahan gelombang terjadi untuk selisih lintasan:

$$\Delta l = \left(\frac{2n-1}{2} \right) \cdot \lambda \quad (2.2)$$

dengan: $n = 0, 1, 2, 3, \dots$ dst.

III. TUGAS PERSIAPAN

1. Tuliskan hubungan antara:
 - a. Periode dengan frekuensi.
 - b. Kecepatan rambat gelombang dengan panjang gelombang.
2. Tuliskan sifat-sifat gelombang longitudinal dan gelombang transversal!
3. Terangkanlah interferensi gelombang longitudinal pada gelombang suara.
Apa perbedaannya dengan perpaduan antara 2 buah gelombang?
4. Apakah syarat-syarat yang diperlukan agar dua buah gelombang bunyi dapat berinterferensi?

IV. PERALATAN DAN FUNGSI

1. Osiloskop

Fungsi: sebagai alat untuk menampilkan gelombang sinusoidal dari inputannya yaitu gelombang suara melalui alat peraga.

2. Signal Generator

Fungsi: sebagai alat yang menghasilkan sinyal/gelombang sinus (ada juga gelombang segiempat, gelombang segitiga) dimana frekuensi serta amplitudonya dapat diubah-ubah.

3. Pipa bentuk huruf O

Fungsi: sebagai alat untuk memperoleh interferensi maksimum gelombang yang didapat dari signal generator.

4. Speaker

Fungsi: sebagai alat untuk mengubah gelombang listrik menjadi gelombang suara.

5. Mikrofon

Fungsi: sebagai alat yang digunakan untuk mengubah gelombang suara menjadi gelombang listrik.

6. Penggaris

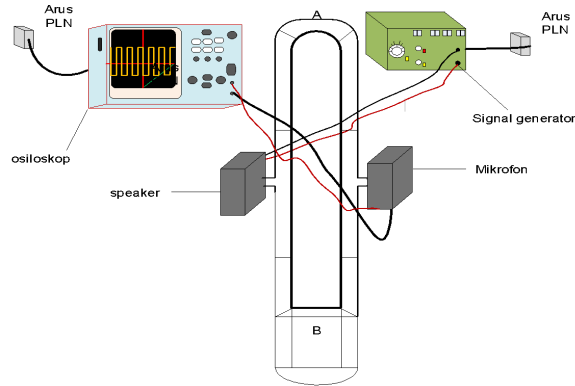
Fungsi: sebagai alat yang digunakan untuk mengukur simpangan maksimum dari gelombang yang dihasilkan melalui osiloskop dengan menggeser ujung pipa.

7. Kabel Penghubung

Fungsi: sebagai alat yang digunakan untuk menghubungkan berbagai alat elektronika.

V. PROSEDUR PERCOBAAN

1. Disusun rangkaian seperti gambar dibawah.



2. Dihidupkan signal generator dengan frekuensi yang sudah ditentukan hingga terdengar bunyi pada pipa bentuk huruf O.
3. Diatur frekuensi sebesar 500 Hz dan diamati gelombang sinusoidal yang dihasilkan oleh osiloskop.
4. Digeser ujung pipa secara perlahan-lahan untuk mendapatkan interferensi maksimum yang ditandai gelombang dengan simpangan terbesar pada osiloskop. Diukur jarak pergeseran pipa ini sebagai jarak awal (x_0).
5. Digeser kembali ujung pipa ini secara perlahan-lahan untuk mendapatkan simpangan terbesar. Diukur jarak pergeseran pipa ini sebagai jarak kedua (x_1).
6. Diteruskan langkah 5 untuk mendapatkan simpang terbesar pada jarak ketiga (x_2), jarak keempat (x_3), dan jarak kelima (x_4).
7. Ditutup kembali ujung pipa yang bergeser dan diulangi langkah 3, 4, 5, dan 6 dengan frekuensi yang lain (1000 Hz, 1500 Hz, 2000 Hz, dan 2500 Hz).

VI. DATA PERCOBAAN

NO	Frekuensi f(Hz)	$X_0(m)$	$X_1(m)$	$X_2(m)$	$X_3(m)$	$X_4(m)$
1.	1000					
2.	1500					
3.	2000					
4.	2500					

VII. ANALISIS DATA

- I. Menghitung panjang gelombang untuk setiap frekuensi yang dipergunakan dalam percobaan dari pergeseran pipa (x) dengan $\lambda = 2(X_n - X_{n-1})$

N o	Frekuensi	T(s)	$\lambda(m)$	$1/\lambda$
1	1000			
2	1500			
3	2000			
4	2500			

- II. Membuat grafik f-vs- $1/\lambda$.

- III. a. Menghitung kemiringan grafik diatas.

- b. hitunglah kecepatan perambatan gelombang suara rata-rata berdasarkan rumus

$$v = \lambda \times f \text{ untuk setiap frekuensi.}$$

- IV. Menghitung % deviasi dari hasil percobaan.

- a. Secara matematis.
b. Secara kemiringan grafik.

VIII. ULASAN

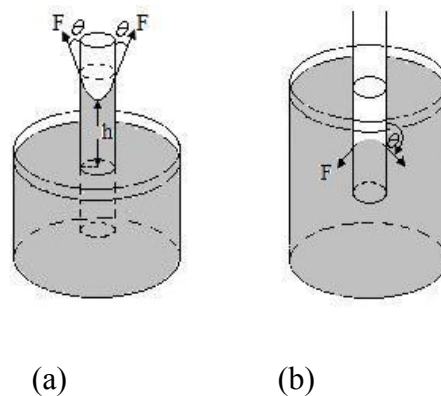
1. Bahaslah lebih lanjut bagaimana terjadinya peristiwa interferensi pada gelombang suara dalam percobaan ini.
2. Bandingkan hasil kecepatan perambatan suara yang diperoleh dari perhitungan dengan hasil dari kemiringan grafik.

5. TEGANGAN PERMUKAAN CAIRAN

I. TUJUAN

1. Menentukan nilai tegangan permukaan suatu zat cair dengan menggunakan metode pipa kapiler.
2. Mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi tegangan permukaan cairan pada metode pipa kapiler.
3. Membandingkan nilai tegangan permukaan cairan pada beberapa jenis zat cair.

II. TEORI



Gambar 5.1 Gaya tegangan permukaan pada cairan dalam pipa kapiler. Cairan (a) naik jika $\theta < 90^\circ$ atau (b) turun jika $\theta > 90^\circ$

Tegangan permukaan cairan adalah tegangan lapisan pada permukaan zat cair yang disebabkan oleh gaya tarik antar-partikel yang cenderung memperkecil luas permukaan atau mengerucutkan bentuk. Definisi tegangan permukaan adalah fenomena yang terjadi ketika permukaan cairan bersentuhan dengan fase lain seperti gas, padat dan cair. Cairan cenderung memperoleh luas permukaan sekecil mungkin. Permukaan cairan berperilaku seperti lembaran elastis yang condong ke bawah. Tegangan permukaan tidak hanya bergantung pada gaya tarik-menarik antar-partikel di dalam cairan tertentu, tetapi juga berlaku untuk gaya

tarik-menarik padatan, cairan atau gas yang bersentuhan dengannya. Definisi tegangan permukaan menjelaskan bahwa tegangan permukaan tergantung pada gaya tarik-menarik antara partikel-partikel dalam cairan yang diberikan dan juga pada gas, padat atau cairan yang bersentuhan dengannya.

(Philip, 2019)

Gaya yang bekerja ketika terjadi tegangan permukaan setara dengan kerja atau energi yang diperlukan untuk menghilangkan lapisan permukaan molekul dalam satu satuan luas. Bentuk permukaan cairan di dalam pipa kapiler bergantung pada sudut kontak (θ) cairan tersebut. Permukaan cairan akan naik jika $\theta < 90^\circ$ dan turun jika $\theta > 90^\circ$. Dalam pipa kapiler dengan jari-jari (r), panjang zat cair yang menyinggung dinding merupakan keliling lingkaran yaitu $2\pi r$; dengan demikian, besarnya gaya tegangan permukaan komponen vertikal yang bekerja sepanjang permukaan kontak adalah :

$$\gamma = \frac{F}{d} \rightarrow F = \gamma d \dots\dots\dots(1)$$

$$F = \gamma d \cos \theta \dots\dots\dots(2)$$

Dalam hal ini $d = 2\pi r$

Sehingga, gaya total yang dibutuhkan untuk menaikkan atau menurunkan zat cair setinggi h adalah :

$$F = 2\pi r \gamma \cos \theta \dots\dots\dots(3)$$

Gaya ke bawah tidak lain adalah W yaitu berat zat cair setinggi h dengan volume, $V = \pi r^2 h$, maka:

$$W = \rho g \pi r^2 h \dots\dots\dots(4)$$

Karena zat cair dalam pipa berada dalam keadaan setimbang maka:

$$mg = F \cos \theta$$

$$\rho V g = \gamma d \cos \theta$$

$$\rho \pi r^2 h g = \gamma 2\pi r \cos\theta$$

$$h = \frac{2\gamma \cos\theta}{\rho g r}$$

..... (5)

Cairan akan mencapai ketinggian maksimum, apabila komponen vertikal gaya tegangan permukaan seimbang dengan berat cairan setinggi h . **(Giancoli, 2018)**

Molekul pada permukaan mengalami tarikan ke dalam rongga cairan, karena gaya tarik-menarik di dalam rongga cairan daripada gaya tarik oleh uap molekul yang ada diatas permukaan. Akibat tarikan ini, maka permukaan cenderung mengkerut untuk mencapai luas sekecil mungkin sehingga mempunyai tegangan permukaan. Tegangan permukaan didefinisikan sebagai gaya tiap satuan panjang yang bekerja pada permukaan, atau sebagai energi per satuan luas yang diperlukan untuk memperluas permukaan tiap satu satuan luas pada suhu, tekanan dan komposisi tetap. Faktor-taktor yang mempengaruhi γ antara lain suhu, tekanan dan konsentrasi larutan. Tegangan permukaan terjadi karena permukaan zat cair cenderung untuk menegang, sehingga permukaannya tampak seperti selaput tipis. Hal ini dipengaruhi oleh adanya gaya kohesi antara molekul air. **(Mulyono, 2017)**

III. TUGAS PERSIAPAN

1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan gejala kapilaritas!
2. Tuliskan:
 - a. Satuan dan dimensi tegangan permukaan (γ) dalam SI.
 - b. γ untuk 3 cairan yang berbeda.
3. Sebatang pipa kapiler dengan diameter 6 mm dicelupkan kedalam suatu cairan. Cairan naik melalui pipa kapiler tersebut setinggi 5 cm dari permukaan cairan disekelilingnya. Sudut kontak yang dihasilkan adalah

- 30°. Berapakah besarnya tegangan permukaan cairan tersebut pada pipa kapiler?
4. Tentukan besarnya massa jenis suatu cairan jika diketahui volume cairan sebesar 600 mL dan massa cairan adalah 250 g?
 5. Jelaskan definisi kohesi dan adhesi!

IV. PERALATAN DAN FUNGSI

IV.1. Peralatan

1. Pipa Kapiler
Fungsi: Sebagai media untuk melihat kenaikan cairan.
2. Gelas Ukur
Fungsi: Untuk wadah cairan yang akan digunakan dan mengukur volume cairan.
3. Neraca Digital
Fungsi: Untuk menimbang massa dari gelas ukur dan cairan.
4. Mistar (30 cm)
Fungsi: Untuk mengukur tinggi kenaikan air pada pipa kapiler dari permukaan.
5. Tisu
Fungsi: Untuk membersihkan pipa kapiler dan gelas ukur.

IV.2. Bahan

1. Aquadest, Gliserin dan Alkohol
Fungsi: Sebagai cairan yang digunakan dalam menentukan jari-jari pipa kapiler.

V. PROSEDUR PERCOBAAN

A. Penentuan jari-jari pipa kapiler (r)

1. Dibersihkan pipa kapiler dan *beaker glass* dengan menggunakan tisu.
2. Diisi *beaker glass* dengan aquadest secukupnya.
3. Dichelupkan sebagian pipa kapiler ke dalam cairan (ditunggu sampai air tidak naik lagi).
4. Diukur tinggi cairan pada pipa kapiler dengan menggunakan mistar dan dicatat hasilnya.
5. Diulangi langkah (3) dengan memindahkan pipa kapiler pada lima posisi yang berbeda.

B. Penentuan tegangan permukaan cairan (γ) untuk beberapa jenis cairan.

1. Dibersihkan pipa kapiler dan beaker glass dengan menggunakan tissue.
2. Ditimbang beaker glass, kemudian diisi dengan cairan secukupnya.
3. Ditimbang kembali beaker glass untuk menghitung massa cairan.
4. Dichelupkan sebagian pipa kapiler ke dalam cairan (ditunggu sampai air tidak naik lagi)
5. Diukur tinggi cairan pada pipa kapiler dengan menggunakan mistar dan dicatat hasilnya.
6. Diulangi langkah (2-5) dengan menggunakan gliserin dan alkohol untuk mencari nilai tegangan permukaan cairannya (γ).

VI. DATA PERCOBAAN

1. Penentuan Jari-Jari Pipa Kapiler (r)

Jenis cairan : Aquadest

Massa bejana : gr

Volume cairan : mL

Massa bejana + Massa cairan : gr

Massa cairan : gr

Tinggi permukaan cairan, $h(cm)$	Posisi					$\bar{h}(cm)$
	1	2	3	4	5	

2. Penentuan tegangan permukaan cairan (γ) untuk beberapa jenis cairan

a. Jenis cairan : Alkohol 96%

Massa bejana : gr

Volume cairan : mL

Massa bejana + Massa cairan : gr

Massa cairan : g

Tinggi permukaan cairan, $h(cm)$	Posisi					$\bar{h}(cm)$
	1	2	3	4	5	

b. Jenis cairan : Gliserin

Massa bejana : gr

Volume cairan : mL
 Massa bejana+Massa cairan : gr
 Massa cairan : gr

Tinggi permukaan cairan, $h(cm)$	Posisi					$\bar{h} (cm)$
	1	2	3	4	5	

VII. ANALISIS DATA

- Menentukan massa jenis cairan(ρ_c)

$$\rho_c = \frac{m_c}{V_c}$$

- Alkohol 96%
- Gliserin

- Menentukan jari-jari pipa kapiler (r)

$$r = \frac{2\gamma}{\rho g \bar{h}} ; \gamma_{aquadest} = 76 \times 10^{-3} \text{ N/m}$$

$$\rho_{aquadest} = 10^3 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

- Menghitung nilai tegangan permukaan cairan (γ_c)

$$\gamma = \frac{\rho g \bar{h} r}{2}$$

- Alkohol 96%
- Gliserin

- Menghitung % Deviasi

$$\%D = \left| \frac{\gamma_t - \gamma_p}{\gamma_t} \right| \times 100\% ; \gamma_{alkohol} = 22,3 \times 10^{-3} \text{ N/m}$$

$$\gamma_{gliserin} = 63,1 \times 10^{-3} \text{ N/m}$$

VIII. ULASAN

1. Variabel apa sajakah yang memengaruhi besarnya tegangan permukaan cairan dalam percobaan ini?
2. Variabel apa sajakah yang memengaruhi tinggi (kenaikan) dari permukaan cairan pada pipa kapiler?
3. Bandingkanlah nilai tegangan permukaan yang anda peroleh dengan referensi yang ada!

6. NILAI BAHANG JENIS AIR DENGAN METODE JOULE

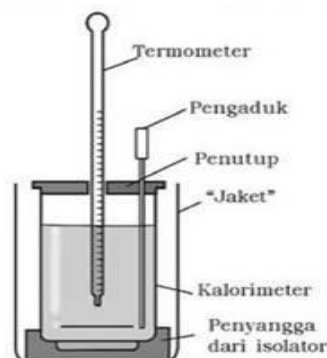
I. TUJUAN

1. Menentukan nilai bahang jenis air dengan metode joule secara praktik.
2. Membuktikan kesetaraan nilai bahang dengan energi listrik.
3. Untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi nilai bahang jenis air.

II. TEORI

Kalor didefinisikan sebagai energi panas yang dimiliki oleh suatu zat. Secara umum untuk mendeteksi adanya kalor yang dimiliki oleh suatu benda yaitu dengan mengukur suhu benda tersebut. Jika suhunya tinggi maka kalor yang dikandung oleh benda sangat besar, begitu juga sebaliknya jika suhunya rendah maka kalor yang dikandung sedikit. Besar kecilnya kalor yang dibutuhkan suatu benda (zat) bergantung pada 3 faktor:

1. Massa zat
2. Jenis zat (kalor jenis)
3. Perubahan suhu



Gambar 2.1 Peralatan metode Joule

Sehingga secara matematis dapat dirumuskan :

$$Q = m.c.(T_2 - T_1) \quad (2.1)$$

Dengan :

Q : kalor yang dibutuhkan (J)

m : massa benda (kg)

c : kalor jenis (J/kgC)

($T_2 - T_1$) : perubahan suhu (C)

Kalor dapat dibagi menjadi 2 jenis yaitu,

1. kalor yang digunakan untuk menaikkan suhu.
2. kalor yang digunakan untuk mengubah wujud (kalor laten), persamaan yang digunakan dalam kalor laten ada dua macam

$$Q = m.U \text{ dan } Q = m.L.$$

Dengan U adalah kalor uap (J/kg) dan L adalah kalor lebur (J/kg).

Dalam pembahasan kalor ada dua konsep yang hampir sama tetapi berbeda yaitu kapasitas kalor (H) dan kalor jenis (c). Kapasitas kalor adalah banyaknya kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu benda sebesar 1 derajat celcius.

$$H = Q/(T_2 - T_1) \quad (2.2)$$

Kalor jenis adalah banyaknya kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu 1 kg zat sebesar 1 derajat celcius. Alat yang digunakan untuk menentukan besar kalor jenis adalah [kalorimeter](#).

$$c = Q/m. (T_2 - T_1) \quad (2.3)$$

Kalorimeter adalah alat untuk mengukur kalor jenis suatu zat. Salah satu bentuk kalori meter adalah kalorimeter campuran. Kalorimeter ini terdiri dari sebuah bejana logam yang kalor jenisnya diketahui. Bejana ini biasanya ditempatkan didalam bejana lain yang agak lebih besar kedua bejana dipisahkan oleh bahan penyekat misalkan gabus atau wol. Kegunaan bejana luar adalah sebagai isolator agar penukaran kalor dengan sekitar kalori meter dapat dikurangi. Pertukaran energi kalor merupakan dasar teknik yang dikenal

dengan nama **kalorimetri**, yang merupakan pengukuran kuantitatif dari pertukaran kalor. Untuk melakukan pengukuran kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu suatu zat digunakan **kalorimeter**. Pada teknik yang dikenal sebagai “metode campuran”, satu sampel zat dipanaskan sampai temperatur tinggi yang diukur dengan akurat dan dengan cepat ditempatkan pada air dingin kalorimeter. Kalor yang hilang pada sampel tersebut akan diterima oleh air dan kalorimeter. Dengan mengukur suhu akhir campuran tersebut maka, dapat dihitung kalor jenis zat tersebut.

Zat yang ditentukan kalor jenisnya dipanaskan sampai suhu tertentu. Dengan cepat zat itu dimasukkan kedalam kalori meter yang berisi air dengan suhu dan massanya sudah diketahui. Kalori meter diaduk sampai suhunya tidak berubah lagi. Dengan menggunakan hukum kekekalan energi, kalor jenis yang dimasukkan dapat dihitung.

Dalam sebuah kawat hambatan yang dialiri listrik terjadi pemanasan akibat energi listrik menjadi energi panas. Karena daya yang ditimbulkan oleh arus DC (I) melalui tegangan (V) sama dengan I dikali V , maka dalam waktu t , energi panas yang dihasilkan adalah

$$E = V.I.t \quad (2.4)$$

Dalam metode Joule, kawat hambatan tersebut terletak di dalam air (cairan lain) di dalam sebuah bejana khusus yang disebut kalorimeter. Menurut teori kalor dasar, energi E yang diperlukan untuk menaikkan suhu suatu benda bermassa m melalui suhu ΔT adalah

$$E = m.c.\Delta T \quad (2.5)$$

Dimana c disebut nilai bahang benda tersebut. Bila diterapkan pada kalorimeter yang berisi air maka persamaannya menjadi

$$E = (m_A.c_A + m_K.c_K) \Delta T \quad (2.6)$$

Dengan :

m_A = massa air (kg)

c_A = kalorjenis air ($\text{Jkg}^{-1}\text{C}^{0-1}$) atau ($\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$)

m_K = massakalorimeter (kg)

c_k = kalor jenis bahan kalorimeter ($\text{J kg}^{-1} \text{C}^{0-1}$) atau ($\text{J kg}^{-1} \text{K}^{-1}$)

ΔT = perubahan suhu (C^0 atau K^{-1})

Bila disamakan energi listrik, maka diperoleh

$$V.I.t = (m_A.c_A + m_K.c_K) \Delta T \quad (2.7)$$

Nilai c_A dapat ditentukan dalam eksperimen dimana c_k diketahui dan semua besaran lain diukur. Menurut asas Black apabila ada dua benda yang suhunya berbeda kemudian disatukan atau dicampur maka akan terjadi aliran kalor dari benda yang bersuhu tinggi menuju benda yang bersuhu rendah. Aliran ini akan berhenti sampai terjadi keseimbangan termal (suhu kedua benda sama). Secara matematis dapat dirumuskan :

$$Q \text{ lepas} = Q \text{ terima} \quad (2.8)$$

Yang melepas kalor adalah benda yang suhunya tinggi dan yang menerima kalor adalah benda yang bersuhu rendah. Bila persamaan tersebut dijabarkan maka akan diperoleh :

$$m_1.c_1.(T_1 - T_a) = m_2.c_2.(T_a - T_2) \quad (2.9)$$

Catatan yang harus selalu diingat jika menggunakan Asas Black adalah pada benda yang bersuhu tinggi digunakan $(T_1 - T_a)$ dan untuk benda yang bersuhu rendah digunakan $(T_a - T_2)$. Dan rumus kalor yang digunakan tidak selalu yang ada diatas bergantung pada soal yang dikerjakan.

III. TUGAS PERSIAPAN

1. Definisikan nilai bahang jenis (c), berikan satuannya dalam SI.
2. Jelaskan bagaimana daya listrik dalam kawat hambatan berubah menjadi panas.
3. Buatlah bentuk kurva pada percobaan metode joule dengan grafik suhu-vs- waktu, bandingkanlah dengan rumus:

$$V.I.t = (m_a c_a + m_k c_k) \Delta T$$

4. Tuliskanlah Azas Black dan syarat apakah yang harus dipenuhi.

IV. PERALATAN

4.1. Peralatan

1. Power Supply Digital
Fungsi: sebagai sumber tegangan listrik.
2. Kabel penghubung
Fungsi: untuk menghubungkan antar peralatan listrik.
3. Termometer digital
Fungsi: untuk menghitung perubahan suhu air es yang digunakan dalam percobaan serta mengamati kenaikan suhu yang terjadi.
4. Tabung Kalorimeter dan pengaduk (bahan Kalorimeter adalah Alumunium)
Fungsi: sebagai tempat cairan dan untuk mengaduk cairan.
5. Stopwatch
Fungsi : untuk menghitung lamanya proses perubahan suhu air es dengan variasi waktu tertentu.
6. Neraca digital
Fungsi: untuk menghitung massa tabung kalorimeter serta pengaduk dan cairan.
7. Resistor Variabel (Tahanan Geser)
Fungsi: untuk memvariasikan arus dan tegangan dalam rangkaian percobaan.
8. Gelas ukur (100 ml)
Fungsi: untuk mengukur volume air es.

4.2 Bahan

1. Air Es

Fungsi: untuk mendapatkan suhu yang ideal (dibawah suhu kamar).

V. PROSEDUR PERCOBAAN

1. Persiapkan peralatan yang akan digunakan.
2. Ditimbang massa tabung kalorimeter pada neraca digital.
3. Masukkan air es ke dalam gelas ukur sebanyak 100 ml.
4. Kemudian tuangkan air es ke dalam tabung kalorimeter dan ditimbang massa totalnya.
5. Diukur suhu awal air tersebut. (sebaiknya suhu air yang digunakan dibawah 15 °C).
6. Sambungkan rangkaian alat kalorimeter dengan Power Supply menggunakan kabel penghubung.
7. Nyalakan Power Supply bersamaan dengan stopwatch.
8. Aduk air es yang ada di dalam tabung kalorimeter dengan pengaduk.
9. Dicatat perubahan suhu dengan interval waktu 1 menit sampai 20 menit.

VI. DATA PERCOBAAN

Nilai Bahang Jenis Air	=	4200	J/Kg ⁰ C
Nilai Bahang Jenis Aluminium	=	900	J/Kg ⁰ C
Massa tabung kalorimeter	=		Kg
Massa air	=		Kg
Massa Tabung Kalorimeter			
+ Massa Air	=		Kg
SuhuAwal	=		°C
Arus	=		A
Tegangan	=		volt

NO	Waktu (t)	Suhu (°C)
1.		
2.		
3.		
4.		

5.		
----	--	--

VII. ANALISIS DATA

1. Membuat grafik t -vs- T dan cari slope $\Delta t/\Delta T$.
2. Menghitung nilai bahang jenis air secara praktik.

$$E = \frac{V.I.slope - m_k c_k \Delta T}{m_a}$$

3. Menghitung persen deviasi nilai bahang jenis air.

$$\%D = \left| \frac{c_t - c_p}{c_t} \right| \times 100 \%$$

VIII. ULASAN

1. Bandingkanlah hasil anda dengan nilai bahang jenis air (c_a) pada referensi.
2. Sebutkanlah sumber-sumber ralat yang terjadi dalam percobaan.
3. Mengapa didalam percobaan dipakai air dingin dan suhu dinaikkan.

7.KEHANTARAN THERMAL METODE LESS

I. TUJUAN

1. Untuk membandingkan nilai kehantaran termal antara teori dengan hasil percobaan.
2. Untuk menentukan nilai kehantaran termal suatu bahan menurut Metode Less berdasarkan bahan yang bukan penghantar panas yang baik (isolator).
3. Untuk mengetahui apa saja faktor yang mempengaruhi nilai kehantaran thermal.

II. TEORI

Perpindahan panas atau sering disebut *heat transfer* merupakan bukti dari hukum termodinamika pertama tentang energi yang tidak dapat diciptakan maupun dihilangkan. Kalor atau panas merupakan suatu bentuk energi dengan memiliki empat cara pemindahan panasnya :

1. Konduksi

Konduksi merupakan pemindahan panas yang dihasilkan dari kontak langsung antara permukaan-permukaan benda. Konduksi hanya terjadi dengan menyentuh atau menghubungkan permukaan-permukaan yang mengandung panas. Setiap benda mempunyai konduktivitas termal (kemampuan mengalirkan panas) tertentu yang akan mempengaruhi panas yang dihantarkan dari sisi yang panas ke sisi yang lebih dingin, semakin tinggi nilai konduktivitas termal suatu benda semakin cepat pula mengalirkan panas yang diterima dari satu sisi ke sisi yang lain.

2. Konveksi

Pemindahan panas konveksi adalah proses perpindahan panas yang terjadi berdasarkan hubungan temperatur antara permukaan benda padat dengan fluida yang bergerak melintasi permukaan tersebut, dalam hal ini fluidanya adalah udara di dalam ruangan. Perpindahan panas konveksi dapat diklasifikasikan berdasarkan aliran fluida, yaitu konveksi alami dan konveksi paksa. Konveksi alami terjadi ketika aliran fluida bergerak akibat *bouyancy force* atau efek gaya apung, sedangkan konveksi paksa terjadi karena aliran fluida digerakkan oleh daya eksternal seperti kipas, pompa, atau angin. **(Tatilehu, 2021)**

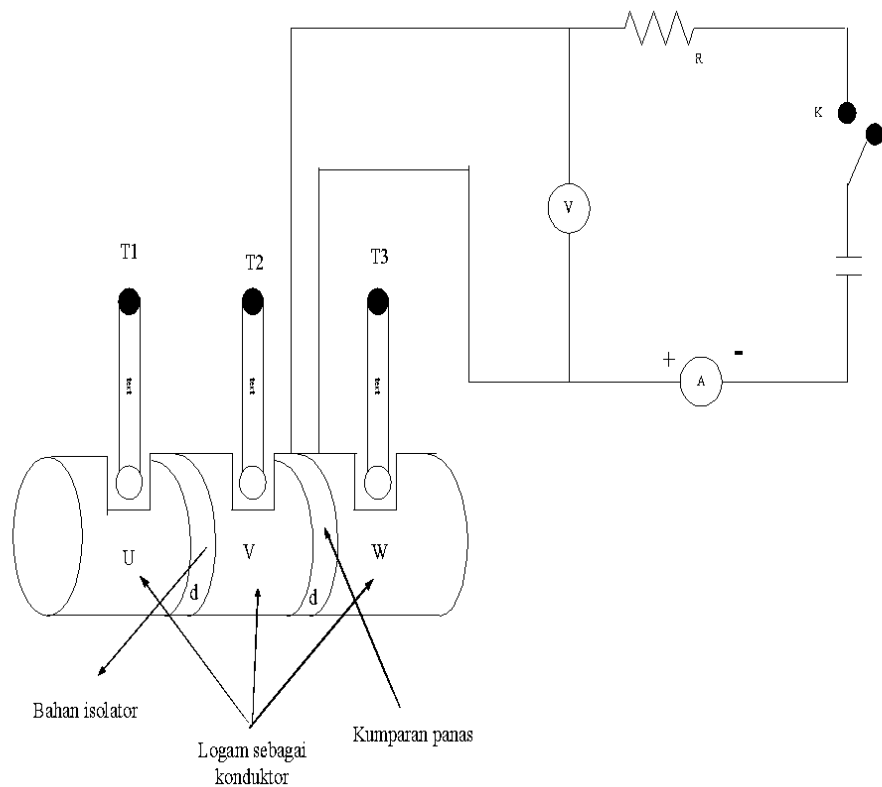
3. Evaporasi (penguapan)

Dalam pemindahan panas yang didasarkan pada evaporasi, sumber panas hanya dapat kehilangan panas, misalnya panas yang dihasilkan oleh tubuh manusia, kelembaban dipermukaan kulit menguap ketika udara melintasi tubuh.

4. Radiasi

Radiasi adalah proses perpindahan panas melalui gelombang elektromagnet atau energi (foton) yang dapat dibawa sampai jarak yang sangat jauh tanpa memerlukan interaksi dengan medium. Misalnya tubuh manusia akan mendapatkan panas pancaran dari setiap permukaan dari suhu yang lebih tinggi dan ia akan kehilangan panas atau memancarkan panas kepada setiap objek atau permukaan yang lebih sejuk dari tubuh manusia. Panas pancaran yang diperoleh atau hilang tidak dipengaruhi oleh gerakan udara juga tidak oleh suhu udara antara

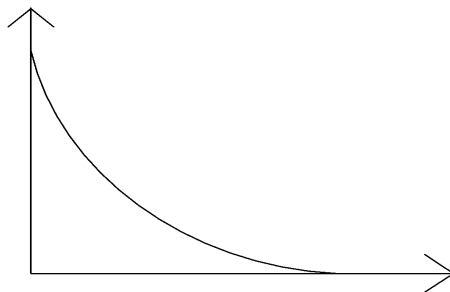
permukaan-permukaan atau objek-objek yang memancar, sehingga radiasi dapat terjadi diruang hampa. Perpindahan panas radiasi suatu benda dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu temperatur permukaan yang mengemisi dan menerima radiasi, emisivitas permukaan yang teradiasi, refleksi, absorpsi dan transmisi, serta faktor pandang (*view's factor*) antara permukaan yang mengemisi dan yang menerima radiasi. **(Wahyono, 2019)**



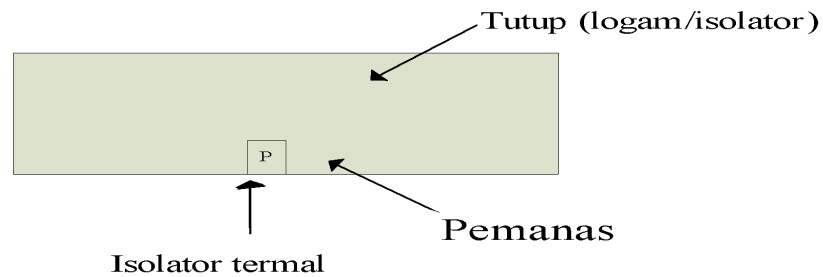
Gambar 7.1 Rangkaian percobaan kehantaran thermal dengan metode less

III. TUGAS PERSIAPAN

1. Tuliskan satuan kehantaran thermal (k) dalam SI dan carilah nilai k untuk: Cu, Al, Fe dan dua bahan isolator pilihan anda.
2. Sebuah batang logam dipindahkan pada satu ujung dan suhu diamati di sepanjang batang dimana hasilnya seperti gambar dibawah. Bandingkanlah besar aliran panas pada titik A dengan titik B. Jelaskanlah mengapa demikian?



3. Dua kumparan pemanas listrik yang identik P diberi daya yang sama. Kedua-duanya terletak diatas isolator thermal yang baik, satu ditutup dengan penghantar thermal yang baik dan satu lagi ditutup dengan isolator thermal seperti pada gambar dibawah (ukuran penutup adalah sama). Bandingkanlah suhu kedua pemanas tersebut



IV. PERALATAN

1. Alat Less, terdiri dari 3 keping logam yang identik, 1 keping kayu dan alat pemanas berupa filamen.
Fungsi: Sebagai media dalam percobaan
2. Power Supply Digital
Fungsi: Sebagai sumber tegangan arus listrik
3. Termometer 3 buah
Fungsi: Untuk mengukur suhu dari keping logam
4. Termometer Digital
Fungsi: Untuk mengukur suhu kamar
5. Keping penghantar buruk: Kayu
Fungsi: Sebagai bahan penghantar buruk yang digunakan dalam percobaan
6. Keping penghantar baik: Logam (Tembaga)
Fungsi: Sebagai bahan penghantar baik yang digunakan dalam percobaan
7. Amperemeter
Fungsi: Untuk mengukur arus listrik dari rangkaian alat Less
8. Voltmeter

- Fungsi: Untuk mengukur tegangan listrik dari rangkaian alat Less
9. Jangka Sorong
Fungsi: Untuk mengukur ketebalan dan diameter dari keeping logam dan keping kayu
 10. Tahanan Geser
Fungsi: Untuk memvariasikan besarnya tegangan dan arus listrik
 11. Kabel dan Penjepit Buaya
Fungsi: Untuk menghubungkan komponen listrik
 12. Stopwatch
Fungsi: Untuk menghitung waktu yang dibutuhkan dalam percobaan

V. PROSEDUR PERCOBAAN

1. Diukur diameter dan tebal bahan penghantar yang baik (logam) menggunakan jangka sorong.
2. Diukur diameter dan tebal bahan penghantar yang buruk (kayu) menggunakan jangka sorong.
3. Diukur suhu kamar menggunakan termometer digital.
4. Dirangkai peralatan dengan benar.
5. Diukur dan dicatat suhu awal logam U,V,W ($T_1^\circ, T_2^\circ, T_3^\circ$).
6. Dihidupkan Power Supply dengan tegangan 6 Volt.
7. Digeser tahanan geser (semakin full semakin baik).
8. Dicatat pengukuran Voltmeter dan Amperemeter.
9. Dihidupkan stopwatch dan diatur waktu selama 5 menit lalu dicatat pembacaan suhu T_1, T_2, T_3 pada termometer.
10. Dilakukan prosedur yang sama untuk waktu 10 menit, 15 menit, 20 menit dan 25 menit dengan interval 5 menit dan dicatat suhu T_1, T_2, T_3 pada termometer.
11. Dikembalikan tahanan geser kembali pada posisi semula.

12. Dimatikan Power Supply dan dikembalikan peralatan seperti semula.

VI. DATA PERCOBAAN

1. Jenis Penghantar Baik : Logam.

$$d = \dots \text{ cm} = \dots \text{ m}$$

$$r = \dots \text{ cm} = \dots \text{ m}$$

$$x = \dots \text{ cm} = \dots \text{ m}$$

2. Jenis Penghantar Buruk : Kayu.

$$d' = \dots \text{ cm} = \dots \text{ m}$$

$$r' = \dots \text{ cm} = \dots \text{ m}$$

$$x' = \dots \text{ cm} = \dots \text{ m}$$

$$3. I = \dots \text{ A}$$

$$V = \dots \text{ V}$$

$$4. \text{SuhuKamar} = \dots \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$5. T_1^0 = \dots \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_2^0 = \dots \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_3^0 = \dots \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Tabel 6.1 Data Percobaan Perubahan Suhu Terhadap Waktu

t (s)	$T_1(^{\circ}\text{C})$	$T_2(^{\circ}\text{C})$	$T_3(^{\circ}\text{C})$
300			
600			
900			
1200			
1500			
$T_{\text{Rata-rata}}$			

VII. ANALISIS DATA

1. Menghitung luas penampang keping penghantar baik (Logam)

$$A = \pi r^2$$

2. Menghitung luas permukaan silindris keping penghantar baik (Logam)

$$S = 2\pi r x$$

3. Menghitung luas penampang keping penghantar buruk (Kayu)

$$A' = \pi r'^2$$

4. Menghitung luas permukaan silindris keping penghantar buruk (Kayu)

$$S' = 2\pi r' x'$$

5. Menghitung suhu isolator rata-rata

$$T' = \frac{T_1 + T_2}{2}$$

6. Menghitung konstanta banding (e)

$$e = \frac{V.I}{(S(T_2 - T_a) + (A + S)(T_1 + T_3 - 2T_a))}$$

7. Menghitung kehantaran thermal yang tidak baik (Kp)

$$Kp = e \frac{\{S(T' - T_a) + (A + S)(T_1 - T_a)\}}{A(T_2 - T_1)} x'$$

8. Menghitung persen deviasi

$$\%D = \frac{|K_t - k_p|}{K_t} \times 100 \%$$

VIII. ULASAN

1. Bandingkanlah hasil nilai kehantaran thermal secara praktik dengan hasil nilai secara teori.
2. Tulis dan jelaskan faktor yang mempengaruhi nilai kehantaran thermal.

8. ELEKTROLISIS

I. TUJUAN

1. Untuk membandingkan massa atom Cu secara teori (referensi) dengan praktek di laboratorium.
2. Untuk mengetahui aplikasi dari percobaan.
3. Untuk menganalisis apakah larutan H_2SO_4 yang bersifat elektrolit atau non-elektrolit.

II. TEORI

Michael Faraday mengamati bahwa air murni hampir merupakan isolator yang sempurna, sedang larutan sesuatu bahan adalah konduktor. Jika 2 buah elektroda dimasukkan kedalam bejana berisi air, yang satu justru dihubungkan dengan ujung positif dan yang lainnya dihubungkan dengan ujung negatif suatu sumber arus searah maka tidak ada terdapat arus. Tetapi jika kedalam air dimasukkan larutan atau garam, misalnya H_2SO_4 maka terlihat adanya arus mengalir. Arus mengalir dalam sel elektrokimia, menghasilkan reaksi non spontan (adanya arus aliran elektron eksternal yang dihasilkan oleh suatu pembangkit listrik). Sekurang-kurangnya sebesar potensial-lebih sel, yaitu jumlah potensial pada kedua elektroda pada penurunan Ohm ($I \times R$) yang disebabkan oleh arus yang melewati elektrolit. Potensial tambahan yang diperlukan untuk mencapai laju reaksi yang dapat terdeteksi, mungkin harus besar jika rapat arus pertukaran pada elektrodanya kecil. **(Musbach, 1996)**

Hukum – hukum Faraday tentang elektrolisis :

1. Massa zat yang dilepas dari atau diendapkan pada elektroda berbanding lurus dengan jumlah muatan (yakni jumlah coulomb) yang melalui elektrolit.

2. Massa zat yang dilepas dari atau diendapkan pada elektroda oleh sejumlah muatan yang sama berbanding dengan berat ekuivalen.

$$\frac{mj}{M} = \frac{it}{F} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dengan : I = arus yang mengalir (ampere)

t = waktu (sekon)

m = massa yang menempel pada katoda (gram)

M = berat atom unsur

F = tetapan Faraday (96500 Coulomb/gram atom)

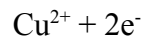
j = valensi

atau dengan persamaan,

$$W1 : W2 = e_1 : e_2$$

$$\frac{W1}{W2} = \frac{e1}{e2} \dots\dots\dots(2.2)$$

Berat ekuivalen unsur ialah berat atomnya dibagi valensinya, maka berat ekuivalen tembaga (berat atom 63,54) ialah 63,54/2 dalam elektrolisis larutan yang mengandung Cu^{2+} , karena reaksi yang terjadi pada katoda (elektroda negatif) adalah

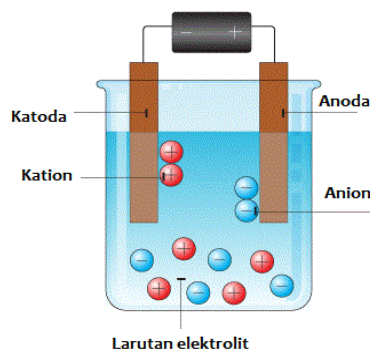


(Syafana, 2004)

Cara kerja elektolisis yaitu :

Dengan menggunakan daftar potensial elektroda standart dapat diketahui apakah suatu reaksi redoks dapat berlangsung atau tidak, yaitu bila potensial reaksi redoksnya positif, maka reaksi redoks tersebut dapat berlangsung .Sebaliknya jika potensial redoksnya negatif, reaksi redoks tidak berlangsung.

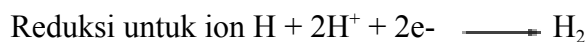
Reaksi yang terjadi pada proses elektrolisis dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu reaksi yang terjadi pada katoda dan pada anoda.



Gambar 6.1 Reaksi Elektrolisis

a. Reaksi pada katoda

Ion – ion yang bergerak menuju katoda adalah ion – ion positif dan pada katoda terjadi reaksi reduksi. Sel elektrokimia, katoda terjadi reaksi reduksi dan pada anoda terjadi oksidasi.



b. Reaksi pada anoda

Merupakan reaksi oksidasi ion – ion yang bergerak ke anoda adalah ion – ion negatif (anion) reaksi yang terjadi dipengaruhi oleh jenis-jenis elektroda yang dipakai dan jenis anion.

Jika anoda terdiri dari platina, maka anoda ini tidak mengalami perubahan melainkan ion negatif yang dioksidasi.

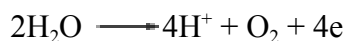
Ion OH⁻ akan dioksidasi menjadi H₂O dan O₂



Ion sisa asam akan dioksidasi menjadi molekulnya. Misalnya: Cl⁻ dan 2 Br⁻



Ion sisa asam yang mengandung oksigen. Misalnya : SO₄²⁻, PO₄³⁻, NO₃⁻, tidak mengalami oksidasi maka yang mengalami oksidasi adalah air.



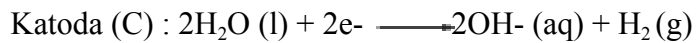
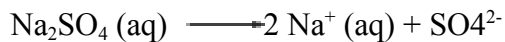
Bila elektroda reaktif logam ini akan melepas elektron dan memasuki larutan sebagai ion positif. Prinsip ini digunakan dalam proses penyepuhan dan pemurnian logam.

(Chang, 2005)

Kegunaan Sel Elektrolisis :

1. Pembuatan Gas di Laboratorium

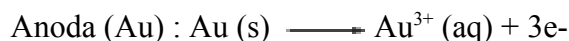
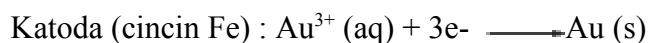
Reaksinya :



Karena pada katoda dan anoda yang bereaksi adalah air, semakin lama air akan semakin berkurang sehingga perlu ditambahkan. Perlu diingat bahwa walaupun yang bereaksi air, tidak berarti Na_2SO_4 tidak diperlukan. Elektrolit ini berguna sebagai penghantar arus listrik.

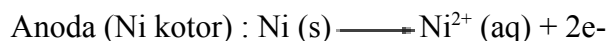
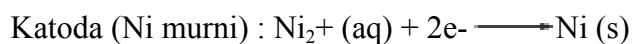
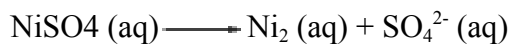
2. Proses penyepuhan logam

Reaksinya :



Proses yang terjadi yaitu oksidasi logam emas (anoda) menjadi Au^{3+} (aq) kation ini akan bergerak ke katoda menggantikan kation Au^{3+} yang direduksi katoda. Kation Au^{3+} di katoda direduksi membentuk endapan logam emas yang melapisi logam atau cincin besi.

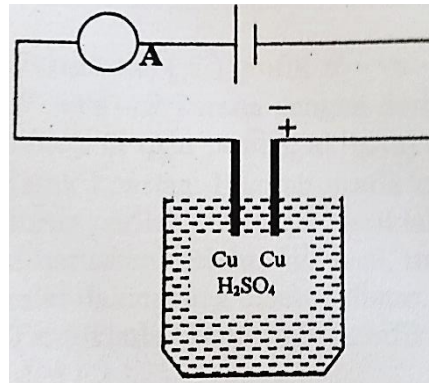
3. Proses Pemurnian Logam Kotor



Logam nikel yang kotor pada anoda di oksidasi menjadi ion Ni^{2+} . Kemudian ion Ni^{2+} pada katoda direduksi membentuk logam Ni dan bergabung dengan katoda yang merupakan logam murni. Kation Ni^{2+} di anoda bergerak ke daerah katoda menggantikan kation yang direduksi. Untuk mendapatkan logam nikel murni (di katoda) harus ada penyaringan sehingga kotoran (tanah, pasir dan lain – lain) hanya berada di anoda dan tidak berpindah ke katoda sehingga daerah di katoda merupakan daerah yang bersih. (Day, 1999)

III. TUGAS PERSIAPAN

1. Coba terangkan timbulnya arus listrik dalam larutan tembaga sulfat (CuSO_4).



2. Mengapa pada elektroda negatif menempel ion-ion Cu^{2+} .
3. Sebutkan larutan-larutan yang dapat dan tidak dapat menghantar arus listrik, berikan contohnya.
4. Jika sebuah accu (baterai basah) dengan tegangan 12 volt yang hambatan dalamnya 0,5 ohm, dipasang suatu lampu yang hambatannya 6 ohm, berapakah arus yang mengalir ?

IV. PERALATAN DAN BAHAN

4.1. Peralatan

1. Power Supply
Fungsi : sebagai sumber tegangan listrik.
2. Gelas ukur 500 ml
Fungsi : sebagai wadah larutan H_2SO_4 dan Aquadest serta mengukur volume.
3. Stopwatch
Fungsi : untuk menghitung lamanya proses elektrolisis yang berlangsung.
4. Neraca digital
Fungsi : untuk menimbang massa elektroda (lempeng tembaga) sebelum dan sesudah proses elektrolisis.
5. Kompor listrik

Fungsi : untuk mengeringkan elektroda (lempengan tembaga) yang telah dielektrolisis.

6. Resistor variabel (tahanan geser)

Fungsi : untuk memvariasikan tegangan ataupun arus yang diperlukan dalam percobaan.

7. Kabel penghubung

Fungsi : untuk menghubungkan seluruh alat elektronik dalam percobaan.

8. Penjepit tabung

Fungsi : untuk menjepit lempengan tembaga saat dikeringkan.

9. Penyangga

Fungsi : sebagai tempat menempelnya elektroda (lempengan tembaga) Cu.

10. Kertas pasir

Fungsi : untuk membersihkan elektroda (lempengan tembaga) yang masih menempel massa atom unsur Cu-nya

4.2.Bahan

1. Elektroda (lempengan tembaga)

Fungsi : sebagai bahan yang akan diuji massa atom unsur Cu.

2. Larutan

- H_2SO_4

V. PROSEDUR PERCOBAAN

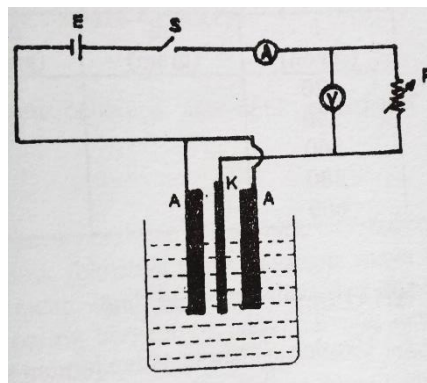
I. Konsentrasi (C)

1. Dibersihkan 3 elektroda (lempengan tembaga) dengan menggunakan kertas pasir dan dicuci hingga tidak ada lagi endapan yang menempel di plat tembaga.

2. Disusun rangkaian elektrolisis secara seri elektroda anoda diletakkan di sisi kanan dan kiri dan elektroda katoda diletakkan ditengah penyangga.
3. Diisi bejana dengan air 500 ml kemudian ditutup saklar, dilihat dan dicatat arus dan tegangan yang mengalir.
4. Diganti air dengan H_2SO_4 yang konsentrasinya 20 % (400 ml H_2O + 100 ml H_2SO_4), dilihat dan dicatat arus dan tegangan yang mengalir.
5. Diulangi prosedur 4 dengan konsentrasi H_2SO_4 40% (300 ml H_2O + 200 ml H_2SO_4), 60% (200 ml H_2O + 300 ml H_2SO_4), 80% (100 ml H_2O + 400 ml H_2SO_4) dan 100% (0 ml H_2O + 500 ml H_2SO_4).

II. Massa Atom Unsur Cu

1. Dibersihkan kembali 7 elektroda dengan menggunakan kertas pasir dan dicuci hingga tidak ada lagi endapan yang menempel di elektroda.
2. Diberikan tanda 1-5 elektroda.
3. Ditimbang massa elektroda (lempengan tembaga) (m_1) dengan menggunakan neraca digital.
4. Disusun rangkaian elektrolisis secara seri elektroda anoda diletakkan di sisi kanan dan kiri dan elektroda katoda diletakkan ditengah penyangga.



5. Dicelupkan katoda dalam bejana yang berisi 500 ml H_2SO_4 ditutup saklar dan ditunggu selama 120 sekon.

6. Diangkat dengan penjepit tabung, dikeringkan dengan kompor listrik lalu ditimbang elektroda dengan neraca digital sebagai massa akhir (m_2).
7. Diulangi langkah kerja 4-6 dengan variasi waktu 240 s, 360 s, 480 s dan 600 s.

VI. DATA PERCOBAAN

Tabel 5.1 Air

Bahan	V (v)	I (A)	R (Ω)	1/R (Ω^{-1})
H ₂ O 500 ml				

Tabel 5.2 Konsentrasi (C) H₂SO₄

C (%)	V (v)	I (A)	R (Ω)	1/R (Ω^{-1})
20 (400 ml H ₂ O + 100 ml H ₂ SO ₄)				
40 (300 ml H ₂ O + 200 ml H ₂ SO ₄)				
60 (200 ml H ₂ O + 300 ml H ₂ SO ₄)				
80 (100 ml H ₂ O + 400 ml H ₂ SO ₄)				
100 (0 ml H ₂ O + 500 ml H ₂ SO ₄)				

Tabel 5.3 Massa Atom Unsur Cu

$$I = A$$

t (s)	m_1 (gr)	m_2 (gr)	Δm (gr)	Q (C)

VII. ANALISIS DATA

1. Membuat grafik Δm Vs Q
2. Menghitung massa unsur atom Cu secara praktek dengan rumus

$$Mr(p) = F n \text{ slope}$$

Dengan : F = tetapan Faraday (96.500 Coulomb/gram atom)

n = bil. Oksidasi

3. Menghitung % Deviasi Ar Cu

$$\% D = \left[\frac{Ar(t) - Ar(p)}{Ar(t)} \right] \times 100 \%$$

$$Ar(t) = 63,5$$

VIII. ULASAN

1. Jelaskan mengapa massa katoda setelah dielektrolisis lebih besar daripada massa katoda sebelum dielektrolisis ?
2. Mengapa ada gelembung pada elektroda saat percobaan ?

9.POLARIMETER

I. TUJUAN

1. Menyelidiki sifat keaktifan optik larutan glukosa (dextiose) dan menentukan sudut putar jenisnya.
2. Menentukan konsentrasi larutan gula dengan metode polarimeter berdasarkan sudut putar jenis yang telah diketahui.
3. Mengetahui aplikasi percobaan.

II. TEORI

Ketika gelombang merambat maka titik-titik pada medium mengalami penyimpangan. Untuk gelombang transversal, arah penyimpangan titik-titik tersebut tegak lurus arah rambat gelombang. Jika selama gelombang merambat

arah penyimpangan selalu sama, misalnya selalu berarah dari atas ke bawah, maka kita akan katakan gelombang tersebut mengalami polarisasi linier. Sebaliknya jika selama gelombang merambat, arah penyimpangan titik-titik pada medium selalu berubah-ubah secara acak maka kita akan katakan gelombang tersebut tidak terpolarisasi. **(Abdullah, 2017)**

Bila arah transmisi polarisator sejajar dengan arah transmisi analisator, maka sinar yang mempunyai arah getar yang sama dengan arah polarisator akan diteruskan seluruhnya. Tetapi apabila arah transmisi polarisator tegak lurus terhadap arah analisator, maka tak ada sinar yang diteruskan. Apabila arahnya membentuk suatu sudut, maka yang diteruskan hanya sebagian. Sinar terpolarisasi linear yang melalui suatu larutan optis aktif akan mengalami pemutaran bidang polarisasi.

Polarimeter ialah alat untuk mengukur besarnya pemutaran (rotasi) bidang polarisasi larutan zat optik aktif. Beberapa senyawa organik seperti alkaloid, antibiotika, gula dan komponen minyak atsiri mempunyai sifat memutar bidang polarisasi sinar terpolarisasi yang melewati senyawa yang memutar bidang polarisasi ke arah kanan (searah dengan perputaran jarum jam) dinamakan pemutar kanan, sedangkan senyawa yang memutar kiri disebut pemutar kiri. Biasanya di depan nama senyawa tersebut diberi tanda dengan tanda + atau d (dextrorotatory) untuk pemutar kanan dan L (Levorotatory) untuk pemutar kiri. Suatu senyawa yang dapat sekaligus menjadi pemutar kanan dan kiri dinamakan zat rasemi.

Cahaya dari lampu sumber, terpolarisasi setelah melewati prisma Nicol pertama yang disebut polarisator. Cahaya terpolarisasi kemudian melewati senyawa optis aktif yang akan memutar bidang cahaya terpolarisasi dengan arah tertentu. Prisma Nicol kedua yang disebut analisator akan membuat cahaya dapat melalui celah secara maksimum. **(Halliday, 2019)**

Rotasi optis yang diamati/diukur dari suatu larutan bergantung kepada jumlah senyawa dalam tabung sampel, panjang jalan/larutan yang dilalui cahaya, temperatur pengukuran, dan panjang gelombang cahaya yang digunakan. Untuk mengukur rotasi optik, diperlukan suatu besaran yang disebut rotasi spesifik yang diartikan suatu rotasi optik yang terjadi bila cahaya terpolarisasi melewati larutan

dengan konsentrasi 1 gram per mililiter sepanjang 1 desimeter. Rotasi spesifik dapat dihitung dengan menggunakan persamaan

Rumus ke-1:

$$\theta = [\alpha]_{\lambda}^t LC$$

dengan:

L = panjang lintasan(dm)

C = konsentrasi zat aktif($\frac{gr}{ml}$)

$[\alpha]_{\lambda}^t$ = sudut putar jenis larutan optik aktif untuk sinar λ natrium pada

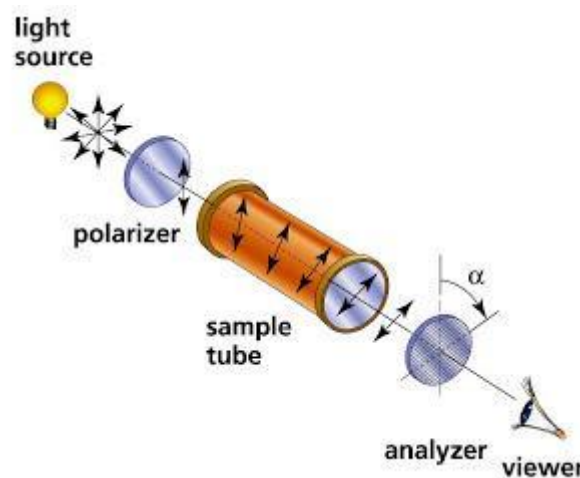
temperatur t ($^{\circ} \frac{mL}{dm.gr}$)

Dalam percobaan akan dipakai cahaya natrium, D ($\lambda = 589,3 \text{ nm}$) sehingga ditulis sebagai: $[\alpha]_D^t$. Untuk larutan gula, sudut putar jenis pada temperatur $20^{\circ}C$, yaitu: $[\alpha]_{\lambda}^{20} = 66,52^{\circ}dm^{-1}(\frac{gr}{mL})$.

Hubungan sudut putar jenis pada temperatur t dengan $[\alpha]_{\lambda}^t$ dapat dinyatakan sebagai:

Rumus ke-2:

$$[\alpha]_{\lambda}^t = [\alpha]_{\lambda}^{20} \{1 - 0,000184(t - 20)\}$$



Gambar 2.1. Prinsip kerja Polarimeter

Dari Gambar 2.1 dijelaskan apabila cahaya melalui polarisator maka bidang getar polarisator akan diserap atau dipadamkan sehingga cahaya yang dapat melalui polarisator adalah cahaya yang mempunyai bidang getar polarimeter. Sebaliknya cahaya yang melalui analisator maka bidang polarisator akan dipadamkan dan yang tinggal hanyalah cahaya yang mempunyai bidang getar analisator.

III. TUGAS PERSIAPAN

4. Jelaskan cara penentuan konsentrasi larutan suatu senyawa optis aktif secara optik dengan polarimeter!
5. Jelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya sudut putar yang melalui larutan optis aktif!
6. Seberkas cahaya alamiah dilewatkan pada dua keping kaca polaroid yang arah polarisasi satu sama lain membentuk sudut 60° . Jika intensitas cahaya alamiahnya 100 W cm^{-2} , tentukanlah intensitas cahaya yang telah melewati cahaya polaroid itu.

IV. PERALATAN DAN FUNGSI

1. Polarimeter
Fungsi: menentukan besar konsentrasi larutan uji.
2. Beaker glass
Fungsi: mengukur volume air.
3. Neraca digital
Fungsi: mengukur massa suatu zat (glukosa).
4. Termometer digital
Fungsi: untuk mengukur suhu larutan uji.
5. Corong
Fungsi: untuk mempermudah memasukkan sampel/larutan kedalam tabung.
6. Spatula
Fungsi: untuk mengaduk larutan larutan uji.
7. Lampu Na
Fungsi: sebagai sumber cahaya.
8. Kertas saring
Fungsi: untuk menyaring larutan uji.
9. Tabung polarimeter
Fungsi: sebagai wadah larutan uji.
10. Aquadest
Fungsi: sebagai sampel larutan uji.
11. Larutan glukosa dengan kadar tertentu
Fungsi: sebagai sampel larutan uji.

V. PROSEDUR PERCOBAAN

1. Dikalibrasi tabung polarimeter dengan menggunakan aquadest sampai membentuk sudut nol (0°).
2. Diukur massa glukosa dengan neraca digital hingga menunjukkan massa 5 gram, 10 gram, dst... (minimal 5 data)
3. Dilarutkan glukosa kedalam masing-masing 100ml air/aquadest.
4. Disaring larutan glukosa dengan menggunakan kertas saring.
5. Diukur suhu masing-masing larutan dengan termometer digital.
6. Dituang larutan masing-masing kedalam tabung polarimeter berukuran 20cm.
7. Dilihat sudut masing-masing larutan dalam polarimeter.

VI. DATA PERCOBAAN

Tabel data

Bahan =

Panjang tabung sampel (L) = 20 cm

Konsentrasi (gr/ml)	Sudut (θ)	Suhu T ($^{\circ}\text{C}$)
0,05		
0,10		
0,15		
0,20		
0,25		

VII. ANALISIS DATA

1. Menghitung sudut putar jenis dan kemiringan grafik

Kemiringan grafik :

$$\theta = \frac{1}{L} \times \text{Slope}$$

2. Menentukan konsentrasi larutan gula

-Untuk larutan 0,05 gr/ml

$$[\alpha]_{28,8}^0 = [\alpha]_{20}^0 \{1 - 0,000184(t-20)\}$$

$$C_p = \frac{\theta}{[\alpha]_{t,L}^0}$$

$$-\% \text{ Deviasi} = \left| \frac{C_t - C_p}{C_p} \right| \times 100\%$$

VIII. ULASAN

1. Jelaskan arah pemutaran pada senyawa organik yang diamati dalam percobaan. Sebutkan pula tipe apa yang dimiliki senyawa tersebut(di kanan atau di kiri).
2. Apakah hasil yang anda dapatkan dari percobaan sesuai dengan teori yakni θ dan C , Jelaskan!
3. Apakah efek suhu penting dalam penentuan kadar gula? Jelaskan!

10. SPEKTROMETER

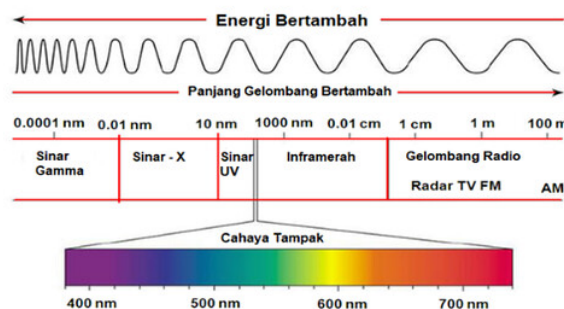
I. TUJUAN

1. Untuk mengetahui prinsip kerja dari percobaan spektrometer.
2. Untuk mengetahui nilai indeks bias masing-masing spektrum bahan prisma.
3. Untuk mengetahui aplikasi dari percobaan spektrometer.

II. TEORI

Sinar adalah istilah untuk sesuatu yang membuat terang secara langsung, tidak dapat dilihat dengan kasat mata tetapi bisa dilihat dengan bantuan media seperti kamera. Cahaya merupakan salah satu bentuk energi yang dipancarkan oleh benda atau sumber cahaya dalam bentuk gelombang elektromagnetik yang kasat mata dengan panjang gelombang sekitar 380-750 nm. (Aini, N., 2017).

Cahaya dan sinar tidaklah sama, hal ini diakibatkan panjang gelombang mereka yang berbeda pula. Panjang gelombang merupakan jarak yang dibutuhkan untuk bisa melewati satu gunung dan satu lembah.



Gambar 2.1 Perbedaan sinar dan cahaya karena adanya perbedaan panjang gelombang.

Dispersi cahaya adalah penguraian cahaya polikromatik (cahaya putih) menjadi cahaya monokromatik (merah, jingga, kuning, hijau, biru, ungu) lewat

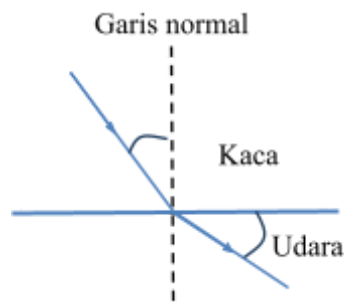
pembiasan atau pembelokan. Suatu cahaya putih terdiri atas beberapa spektrum warna yang terbagi berdasarkan panjang gelombang masing-masing. Saat suatu sinar cahaya melewati suatu medium yang transparan maka akan mengalami pembiasan akibat perbedaan indeks bias medium yang dilewatinya. Cahaya putih yang dapat terurai menjadi cahaya yang berwarna-warni disebut cahaya polikromatik sedangkan cahaya tunggal yang tidak bisa diuraikan lagi disebut cahaya monokromatik. Peristiwa dispersi juga terjadi apabila seberkas cahaya putih dilewatkan pada suatu prisma sehingga membentuk spektrum cahaya. Spektrum ini dapat diamati melalui spektrometer **(Sears, Zemansky, 2019)**.

Terdapat beberapa sifat cahaya di antaranya pembiasan cahaya (dispersi) melalui prisma. Prisma adalah zat bening yang dibatasi oleh dua bidang datar. Apabila seberkas cahaya datang pada salah satu bidang prisma yang kemudian disebut sebagai bidang pembias I, berkas sinar akan dibiaskan mendekati garis normal. Sampai pada bidang pembias II, berkas sinar akan dibiaskan menjauhi garis normal. Pada bidang pembias I, sinar dibiaskan mendekati garis normal sebab sinar datang dari zat optik yang kurang rapat ke zat optik lebih rapat, yaitu dari udara ke kaca. Sebaliknya pada bidang pembias II, sinar dibiaskan menjauhi garis normal sebab sinar datang dari zat optik rapat ke zat optik kurang rapat, yaitu dari kaca ke udara. Akibatnya, seberkas sinar yang melewati sebuah prisma akan mengalami pembelokkan arah **(Kunlestiowati, 2016)**.

Sudut yang dibentuk antara arah sinar datang dengan arah sinar yang meninggalkan prisma disebut sudut deviasi diberi lambang D . Besarnya sudut deviasi sinar bergantung pada sudut datangnya cahaya ke prisma. Apabila sudut datangnya sinar diperkecil, maka sudut deviasinya pun akan semakin kecil. Sudut deviasi akan mencapai minimum (D_m) jika sudut datang cahaya ke prisma sama dengan sudut bias cahaya meninggalkan prisma atau pada saat itu berkas cahaya yang masuk ke prisma akan memotong prisma itu menjadi segitiga sama kaki, sehingga berlaku $i_1 = r_2 = i$ (dengan i = sudut datang), dan $i_2 = r_1 = r$ (dengan r = sudut bias). **(Beiser, 2018)**.

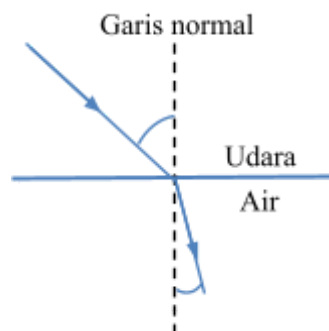
Hukum refraksi menyatakan bahwa seberkas sinar yang terefraksi terletak di dalam bidang datang dan memiliki sudut bias θ_2 yang berhubungan dengan sudut datang θ_1 . Semakin rapat medium yang ditembus cahaya, maka cahaya akan semakin mendekati garis normal. Sudut bias tergantung pada kecepatan cahaya ($c = 3 \times 10^8$ m/s) pada dua medium dan pada sudut datang. Hubungan analitis antara θ_1 dan θ_2 telah didapatkan melalui eksperimen pada tahun 1621 yang dilakukan oleh Willeboard Snellius dan dikenal sebagai Hukum Snellius. Bunyi Hukum Pembiasan Cahaya (**Hukum Snellius**) yaitu:

1. Sinar datang, garis normal, dan sinar bias terletak pada satu bidang datar.
2. Jika sinar datang dari medium lebih rapat menuju medium yang kurang rapat, maka sinar akan dibiaskan menjauhi garis normal.



Gambar 2.2 Sinar dibiaskan menjauhi garis normal.

Jika sinar datang dari medium kurang rapat menuju medium yang lebih rapat, maka sinar akan dibiaskan mendekati garis normal.



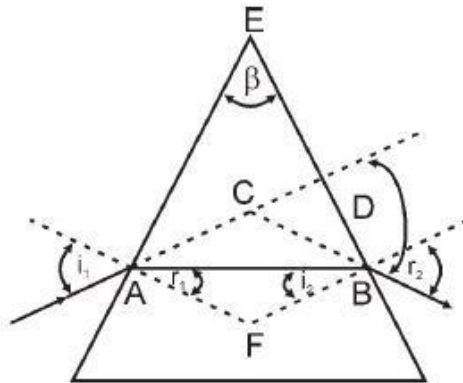
Gambar 2.3 Sinar dibiaskan mendekati garis normal.

3. Perbandingan sinus sudut datang (i) dengan sinus sudut bias (r) merupakan suatu bilangan tetap. Bilangan tetap inilah yang sebenarnya menunjukkan indeks bias.

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \text{konstan} = n \quad (2.1)$$

Jadi, perumusan matematis hukum Snellius:

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_1}{n_2} \quad (2.2)$$



Gambar 2.4 Pembiasan cahaya pada prisma

III. TUGAS PERSIAPAN

1. Sebutkan sifat-sifat cahaya!
2. Sebutkan hukum Snellius proses pembiasan dan gambarkan!
3. Jelaskan pengertian dispersi beserta proses terjadinya dispersi!
4. Menurut Anda mengapa pada percobaan ini kita memakai prisma sebagai pendispersi cahaya?

IV. PERALATAN DAN BAHAN

IV.1 Peralatan dan fungsinya

1. Spektrometer
 - a. Kolimator

Fungsi: Untuk mensejajarkan berkas sinar yang keluar dari celah.
 - b. Teleskop

Fungsi: Untuk melihat spektrum cahaya yang dihasilkan prisma dan untuk menunjukkan besar sudut yang dihasilkan dari pembiasan prisma.

c. Meja Prisma

Fungsi: Untuk sebagai tempat meletakkan prisma.

d. Prisma

Fungsi: Untuk sebagai pendispersi cahaya.

e. Meja Skala

Fungsi: Untuk melihat sudut yang terbentuk.

f. Sekrup

Fungsi: Untuk mengatur posisi peralatan sehingga dapat diperoleh penguraian cahaya yang efektif.

2. Tabung Lampu

Fungsi: Untuk memfokuskan cahaya lampu agar tidak menyebar.

3. Lampu Na

Fungsi: Sebagai sumber cahaya yang akan didispersikan oleh prisma.

4. Lup

Fungsi: Untuk mempermudah pembacaan skala dengan memperbesar.

5. Induktor Ruhmkorff

Fungsi: Sebagai sumber tegangan.

6. Statif

Fungsi: Sebagai penyangga lampu Na.

V. PROSEDUR PERCOBAAN

1. Dipersiapkan peralatan yang akan digunakan.
2. Dihidupkan induktor rumkorf dan lampu Na.
3. Disejajarkan teropong dengan kolimator agar cahaya sejajar dengan bidang kartesian yaitu cahaya yang berhimpit dengan sumbu y .
4. Dihitung skalanya sebagai θ_{standar} .

5. Diletakkan prisma di meja prisma dengan posisi sisi kasar menyentuh meja prisma dan sisi segitiga dari prisma menghadap ke kolimator.
6. Digeser teropong ke arah kiri sampai terlihat cahaya terang berwarna kuning berhimpit dengan sumbu y .
7. Dihitung skalanya dan dicatat hasilnya sebagai θ_{kiri} .
8. Digeser kembali teropong ke arah kanan sampai terlihat cahaya terang yang berwarna kuning berhimpit dengan sumbu y .
9. Dihitung skalanya dan dicatat hasilnya sebagai θ_{kanan} .
10. Untuk mencari spektrum warna seperti pelangi bisa dengan menggeserkan teropong ke arah kanan dan kiri tetapi di salah satu arahnya.
11. Sebelum dicari spektrum warnanya dibuat ujung prisma sisi yang berbentuk segitiga dan sisi halus dari prisma kiri dan kanan menghadap teropong. Agar memudahkan praktikan dalam mencari spektrum warna yang terjadi.
12. Setelah ditentukan arahnya maka untuk mencari spektrum warna merah, kuning, hijau dan biru teropong digeser dengan satu arah saja (misal ke arah kiri) digeser perlahan-lahan teropong ke arah kiri sampai mendapatkan spektrum warna dan dihitung skalanya.
13. Setelah percobaan selesai matikan induktor Ruhmkorff.
14. Simpan lup dan prisma ke lemari penyimpanan.

VI. DATA PERCOBAAN

$$\theta_{\text{standar}} = \dots^\circ$$

$$\theta_{\text{kiri}} = \dots^\circ$$

$$\theta_{\text{kanan}} = \dots^\circ$$

Spektrum	θ_{warna}	λ (nm)	$D_m = \theta_w - \theta_s $

VII. ANALISIS DATA

1. Menghitung ΔP secara praktik

$$\Delta P = \left| \frac{\text{Puncak kiri} - \text{Puncak kanan}}{2} \right|$$

2. Menghitung persen deviasi ($\%D$) secara praktik

$$\%D = \left| \frac{\Delta T - \Delta P}{\Delta T} \right| \times 100\%, \quad \text{di mana } \Delta T = 60^\circ$$

3. Menghitung indeks bias prisma secara praktik

$$n_{\text{warna}} = \left| \frac{\sin \sin \left(\frac{1}{2} (\Delta P + D_m) \right)}{\sin \sin \left(\frac{1}{2} \Delta P \right)} \right|$$

VIII. ULASAN

1. Faktor apa yang mempengaruhi terjadinya ralat pada percobaan!
2. Berapa nilai persen deviasi ($\%D$) secara praktek yang kalian dapat dan jelaskan nilai tersebut termaksud baik atau tidak!
3. Membuat perbandingan indeks bias pada spektrum warna secara teori dan praktik!

11. JEMBATAN WHEATSTONE

~~I.~~ TUJUAN

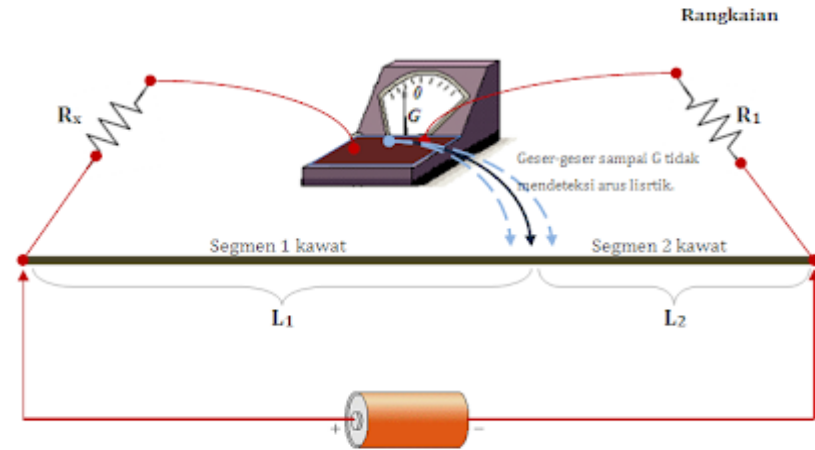
1. Untuk menentukan besarnya hambatan listrik dengan menggunakan metode Jembatan Wheatstone
2. Untuk mengetahui prinsip kerja dari rangkaian Jembatan Wheatstone
3. Untuk membandingkan besar hambatan yang belum diketahui dengan yang sudah diketahui

II. TEORI

Jembatan Wheatstone adalah alat ukur yang ditemukan oleh Samuel Hunter Christie pada 1833 lalu berkembang dan dipopulerkan oleh Sir Charles Wheatstone sekitar tahun 1843-an. Umumnya Jembatan Wheatstone dipergunakan untuk memperoleh ketelitian dalam melaksanakan pengukuran terhadap suatu tahanan yang nilainya relatif kecil sekali. Rangkaian ini dibentuk oleh empat buah tahanan (R) yang merupakan segiempat A-B-C-D dan rangkaian ini dihubungkan dengan sumber tegangan. (Setiyo, 2017).

Jembatan Wheatstone adalah alat ukur yang digunakan untuk mengukur suatu yang tidak diketahui hambatan listriknya dengan menyeimbangkan rangkaian jembatan. Satu kaki yang menjadi komponen pada rangkaian tersebut diketahui kerjanya mirip dengan potensiometer. Jembatan Wheatstone adalah suatu yang digunakan untuk menentukan nilai hambatan listrik yang presisi/tepat dan melakukan perbandingan antara besar hambatan yang telah diketahui dengan besar hambatan yang belum diketahui yang tentunya dalam keadaan seimbang (Setiyo, 2017). Jembatan Wheatstone adalah alat yang paling umum digunakan untuk pengukuran tahanan yang teliti dalam daerah 1 sampai 100.000 Ω . Jembatan Wheatstone terdiri dari tahanan R_1 , R_2 , R_3 dimana tahanan tersebut merupakan tahanan yang diketahui nilainya dengan teliti dan dapat diatur (Ari, 2014). Jembatan wheatstone merupakan sebuah metode yang digunakan untuk mengukur hambatan yang belum diketahui (Susilawaty, 2014).

Pada prakteknya, untuk mengukur resistansi suatu resistor yang tidak diketahui, kita mengganti dua buah resistor dengan sebuah kawat. Rangkaianya menjadi seperti berikut :



Gambar 2.1. Rangkaian jembatan wheatstone dan bagian-bagiannya

Ingat kembali bahwa

Rumus ke-1

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (2.1)$$

Pada kawat, kita menggeser-geser kabel penghubung dari galvanometer sampai galvanometer tidak mendeteksi adanya arus yang mengalir pada galvanometer tersebut. Maka rumus

Rumus ke-2

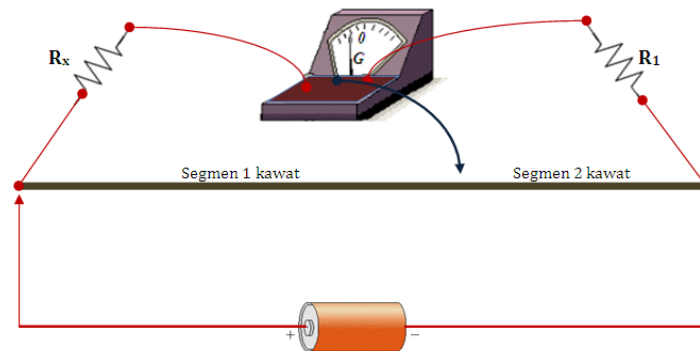
$$R_x = \frac{R_2 R_3}{R_1} \quad (2.2)$$

Dapat diganti menjadi bentuk di bawah ini

Rumus ke-3

$$R_x = \frac{L_2}{L_1} R_1 \quad (2.3)$$

Dengan asumsi bahwa kawat yang digunakan ini berbahan dengan ρ dan luas penampang A yang seragam di sepanjang kawat. Nah, untuk mengukur resistansi suatu resistor atau bahan resistif lainnya kita dapat menggunakan rangkaian di bawah ini



Gambar 2.2 Rangkaian Jembatan Wheatstone

Dengan menggeser-geser kabel penghubung dari galvanometer di kawat sampai galvanometer tidak mendeteksi arus listrik, catat panjang kawat L_1 dan L_2 , kemudian gunakan rumus (2.3) untuk mengetahui besarnya resistansi R_x .

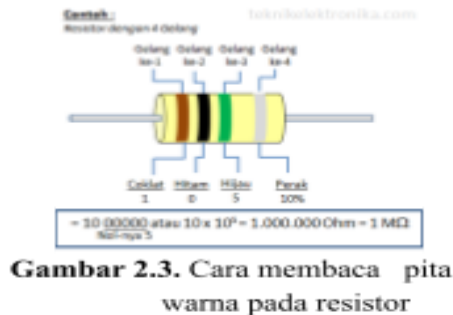
Cara menghitung nilai Resistor berdasarkan Kode Warna

Nilai Resistor yang berbentuk Axial adalah diwakili oleh warna-warna yang terdapat di tubuh (*body*) resistor itu sendiri dalam bentuk gelang. Umumnya terdapat 4 gelang di tubuh resistor, tetapi ada juga yang 5 gelang. Gelang warna emas dan perak biasanya terletak agak jauh dari gelang warna lainnya sebagai tanda gelang terakhir. Gelang terakhirnya ini juga merupakan nilai toleransi pada nilai resistor yang bersangkutan. Tabel di bawah ini adalah warna-warna yang terdapat di tubuh resistor :

Tabel 2.1. Nilai warna pita resistor

Warna	Pita pertama	Pita kedua	Pita ketiga (pengali)	Pita keempat (toleransi)	Pita kelima (koefisien suhu)
Hitam	0	0	$\times 10^0$		
Cokelat	1	1	$\times 10^1$	$\pm 1\%$ (F)	100 ppm
Merah	2	2	$\times 10^2$	$\pm 2\%$ (G)	50 ppm
Oranye	3	3	$\times 10^3$		15 ppm
Kuning	4	4	$\times 10^4$		25 ppm
Hijau	5	5	$\times 10^5$	$\pm 0.5\%$ (D)	
Biru	6	6	$\times 10^6$	$\pm 0.25\%$ (C)	
Ungu	7	7	$\times 10^7$	$\pm 0.1\%$ (B)	
Abu-abu	8	8	$\times 10^8$	$\pm 0.05\%$ (A)	
Putih	9	9	$\times 10^9$		
Emas			$\times 10^{-1}$	$\pm 5\%$ (J)	
Perak			$\times 10^{-2}$	$\pm 10\%$ (K)	
Kosong				$\pm 20\%$ (M)	

Perhitungan untuk resistor dengan 4 gelang warna :



Masukkan angka langsung dari kode warna gelang ke-1 (pertama)
Masukkan angka langsung dari kode warna gelang ke-2 (kedua)
Masukkan Jumlah nol dari kode warna gelang ke-3 atau pangkatkan angka tersebut dengan 10 (10n)

Gelang ke-4 merupakan toleransi dari nilai Resistor tersebut

III. TUGAS PERSIAPAN

1. Jelaskan hubungan Hukum Kirchoff dengan Jembatan Wheatstone !
2. Dalam jembatan Wheatstone dua pengukuran terhadap R_x menghasilkan :

(a) $L_1=40$ cm, $L_2= 60$ cm dan

(b) $L_1=40,2$ cm, $L_2= 59$ cm.

jika $R_B = 10\Omega$, tentukanlah kedua hasilnya untuk R_x , dan hitunglah selisih sebagai persentase.
3. Tuliskan hambatan R sebagai fungsi ke hambatan panjang L dan luas penampang A .
4. Tuliskan berapa nilai resistor yang memiliki cincin warna sebagai berikut:

✓ Cincin pertama = Coklat
✓ Cincin kedua = Hitam
✓ Cincin ketiga = Emas
✓ Cincin keempat atau toleransi = Emas
5. Tuliskan bunyi Hukum ohm dan rumusnya, beserta cara menghitung nilai Resistor yang disusun seri dan paralel.

IV. PERALATAN DAN FUNGSI

1. Power Supply Digital

Fungsi :sebagai sumber tegangan listrik yang mengubah arus bersifat AC menjadi DC.

2. Galvanometer

Fungsi: sebagai detektor nol, terutama digunakan untuk mengukur atau mendeteksi arus lemah.

3. Kabel Penghubung

Fungsi : untuk menghubungkan peralatan listrik.

4. Resistor (R_X)

Fungsi:sebagai hambatan yang akan ditentukan nilai hambatannya.

5. Resistor (R_B)

Fungsi:sebagai hambatan standar atau yang sudah diketahui nilainya, yaitu (1 Ω , 2 Ω , 3 Ω , 4 Ω , 5 Ω).

6. Kawat

Fungsi : sebagai media stabilitas arus listrik.

7. Meteran

Fungsi:untuk mengukur panjang lintasan yang terjadi.

8. Mikrometer Sekrup

Fungsi:untuk mengukur diameter kawat.

9. Protoboard

Fungsi :untuk merangkai resistor R_X dan R_B secara sementara.

V. PROSEDUR PERCOBAAN

1. Dirangkai seluruh peralatan dan dirangkai resistor secara seri pada protoboard.
2. Diukur diameter kawat dengan menggunakan mikrometer sekrup.
3. Ditentukan hambatan R_B (1Ω , 2Ω , 3Ω , 4Ω , 5Ω) dan juga tentukan nilai hambatan R_x .
4. Dihidupkan Power Supply dengan tegangan sebesar 2 V.
5. Dihubungkan $R_B = 1\Omega$ yang tersusun dengan R_x .
6. Diletakkan kontak geser kira-kira ditengah panjang kawat L, lalu kemudian digeser ke kiri atau ke kanan dan diusahakan agar pada galvanometer menunjukkan pada angka nol.
7. Dicatat posisi kontak geser atau panjang lintasan pada tabel data percobaan.
8. Dimatikan Power Supply dan diubah R_B untuk 2Ω , 3Ω , 4Ω , 5Ω dengan interval 1Ω .
9. Diulangi langkah ke-3 sampai ke-8 untuk setiap hambatan R_B .
10. Dimatikan Power Supply dan disusun kembali peralatan seperti semula.

VI. DATA PERCOBAAN

Diameter kawat :

$$A = \frac{1}{4}\pi d^2$$

:

Panjang kawat : cm

Tabel Data

$R_B (\Omega)$	Penentuan R_X	
	l_1 (cm)	l_2 (cm)
1 Ω		
$R_{rata-rata}$		

$R_B (\Omega)$	Penentuan R_X	
	l_1 (cm)	l_2 (cm)
2 Ω		
$R_{rata-rata}$		

$R_B (\Omega)$	Penentuan R_X	
	l_1 (cm)	l_2 (cm)
3 Ω		
$R_{rata-rata}$		

VII. ANALISIS DATA

1. Menghitung nilai hambatan secara praktik (R_x)

$$R_x = \frac{l_2}{l_1} R_B$$

2. Menghitung persen deviasi dari hasil pengukuran masing-masing hambatan praktik (R_x).

$$\% \text{ Deviasi} = \left| \frac{R_b - R_x}{R_b} \right| \times 100\%$$

3. Menghitung hambatan kawat

$$\rho_{\text{besi}} = 0,97 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$$

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

VIII. ULASAN

1. Jelaskan prinsip kerja jembatan wheatstone!
2. Tuliskan beberapa faktor yang mempengaruhi besar kecilnya nilai hambatan listrik yang diperoleh secara praktikum!
3. Jelaskan penerapan percobaan jembatan wheatstone dalam kehidupan sehari-hari!

12. KARAKTERISTIK ELEMEN LISTRIK

I. TUJUAN

1. Untuk menyelidiki karakteristik dari beberapa elemen listrik seperti lampu pijar, resistor, dan lain-lain.
2. Untuk menyelidiki beberapa elemen listrik yang memenuhi dan tidak memenuhi Hukum Ohm.
3. Untuk menyelidiki perbedaan antara rangkaian paralel dengan seri.

II. TEORI

Hukum Ohm adalah suatu pernyataan bahwa besar arus listrik yang mengalir melalui sebuah penghantar selalu berbanding lurus dengan beda potensial yang diterapkan kepadanya. Sebuah benda penghantar dikatakan mematuhi hukum Ohm apabila nilai resistansinya tidak bergantung terhadap besar dan polaritas beda potensial yang dikenakan kepadanya. Walaupun pernyataan ini tidak selalu berlaku untuk semua jenis penghantar, namun istilah "hukum" tetap digunakan dengan alasan sejarah. (Silvati, 2017).

Secara matematis hukum Ohm diekspresikan dengan persamaan:

$$V = IR \quad (2.1)$$

dimana :

- I adalah arus listrik yang mengalir pada suatu penghantar dalam satuan ampere.
- V adalah tegangan listrik yang terdapat pada kedua ujung penghantar dalam satuan volt.
- R adalah nilai hambatan listrik (resistansi) yang terdapat pada suatu penghantar dalam satuan ohm.

Hukum ini dicetuskan oleh George Simon Ohm, seorang fisikawan dari Jerman pada tahun 1825 dan dipublikasikan pada sebuah paper yang berjudul *The Galvanic Circuit Investigated Mathematically* pada tahun 1827.

Sebuah benda penghantar (konduktor) dikatakan mematuhi hukum Ohm apabila nilai resistansinya tidak bergantung terhadap besar dan polaritas beda potensial yang diberikan kepada konduktor tersebut. Walaupun pernyataan ini tidak selalu berlaku untuk semua jenis penghantar, namun istilah “hukum” tetap digunakan dengan alasan sejarah. Berlakunya hukum Ohm sangat terbatas pada kondisi-kondisi tertentu, bahkan hukum ini tidak berlaku jika suhu konduktor tersebut berubah. Untuk material – material atau piranti elektronika tertentu seperti diode dan transistor, hubungan I dan V tidak linier.

Fungsi utama hukum Ohm adalah digunakan untuk mengetahui hubungan tegangan dan kuat arus serta dapat digunakan untuk menentukan suatu hambatan beban listrik tanpa menggunakan Ohmmeter. Kesimpulan akhir hukum Ohm adalah semakin besar sumber tegangan maka semakin besar arus yang dihasilkan. Kemudian konsep yang sering salah adalah hambatan listrik dipengaruhi oleh besar tegangan dan arus listrik. Konsep ini salah, besar kecilnya hambatan listrik tidak dipengaruhi oleh besar tegangan dan arus listrik tetapi dipengaruhi oleh panjang penampang, luas penampang dan jenis bahan.

Resistivas merupakan sifat dari medium. Zat dengan sifat konduktifitas yang baik memiliki resistivas yang sangat kecil, sedangkan zat yang bersifat isolator sebaliknya. Resistansi (juga resistivas) suatu bahan akan meningkat dengan naiknya temperatur, dalam hal ini yang terjadi adalah kenaikan temperatur membuat elektron bergerak lebih aktif dan lebih banyak tumbukan yang terjadi sehingga arus listrik menjadi terhambat. **(Akhpriliano, 2017).**

Resistansi juga merupakan fungsi dari temperatur (dipengaruhi oleh temperatur) dengan rumusan sebagai berikut:

$$R = R_0 + \alpha \cdot R_0(T - T_0) \quad (2.2)$$

Dengan:

- R = resistansi pada temperature T
- R_0 = resistansi pada temperatur kamar(T_0)
- α = koefisien temperature resistansi

III. TUGAS PERSIAPAN

1. Jelaskan bunyi Hukum Ohm beserta buat rangkaiannya !
2. Buatlah grafik $V - I$ untuk elemen yang tahannanya bertambah besar jika suhu semakin tinggi !
3. Tuliskan fungsi resistor dan dioda !
4. Apakah perbedaan komponen pasif dan komponen aktif, berikan contohnya?

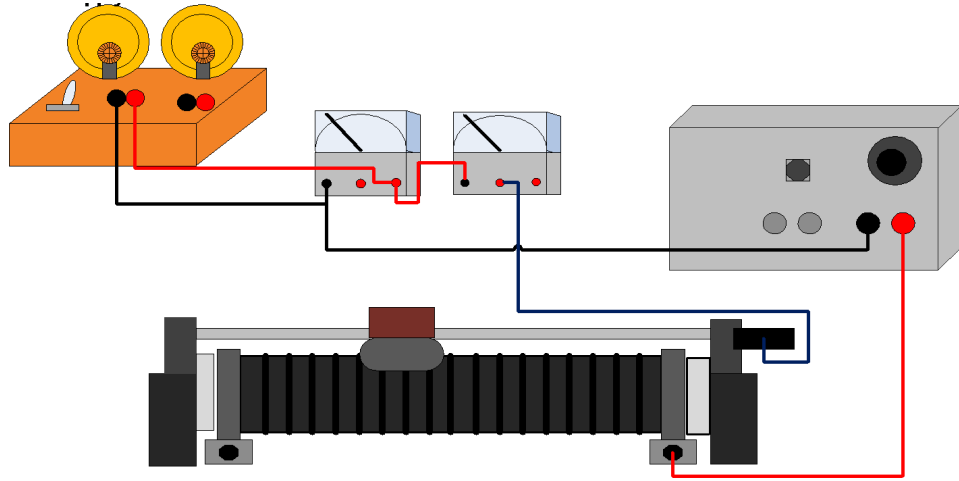
IV. PERALATAN

1. Power Supply DC 12 V
Fungsi: sebagai sumber tegangan listrik.
2. Ammeter
Fungsi: untuk mengukur kuat arus listrik yang melewati rangkaian
3. Voltmeter
Fungsi :untuk mengukur tegangan listrik yang mengalir dalam rangkaian.
4. Kabel Penghubung
Fungsi: sebagai alat yang digunakan untuk menghubungkan berbagai alat elektronika
5. Resistor Variabel
Fungsi: untuk memvariasikan nilai arus dan tegangan yang melewati rangakian percobaan
6. Elemen-elemen Listrik
Fungsi: sebagai bahan yang akan diselidiki karakteristik , yaitu :
 - Lampu Pijar 12 V; 8 W
 - Resistor 47 Ω

V. PROSEDUR PERCOBAAN

Untuk Lampu Pijar

1. Dirangkai Peralatan seperti gambar 1.

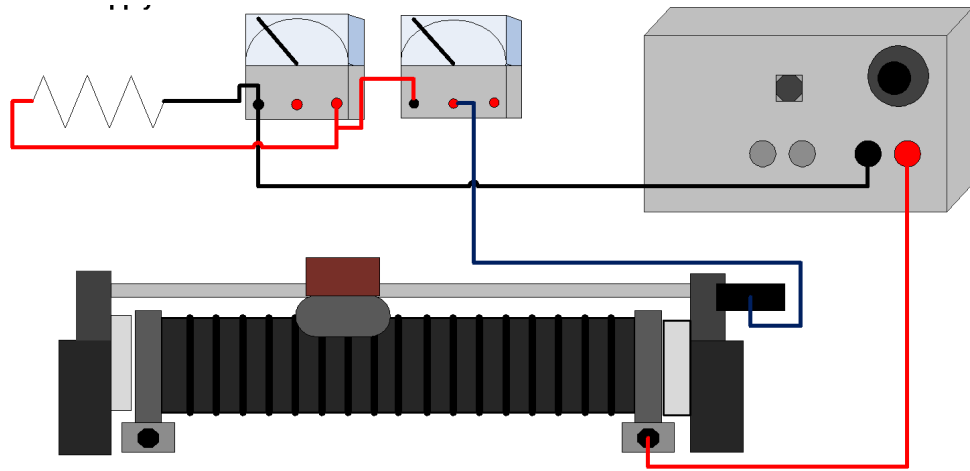


Gambar 5.1 Rangkaian percobaan menggunakan lampu pijar

2. Dihidupkan power supply dengan tegangan 12 V dan di-ON-kan kan saklar untuk lampu pijar.
3. Digeser Resistor Variabel untuk memvariasikan nilai hambatan sehingga jarum volmeter menunjukkan 1 V.
4. Dicatat kuat arus listrik yang ditunjukkan jarum pada Ammeter.
5. Diulangi prosedur percobaan no 3 dan 4 untuk tegangan listrik 2 V, 3 V, ..., 10 V.
6. Di-OFF-kan saklar lalu dimatikan power supply.

Untuk Resistor

1. Dirangkai Peralatan seperti gambar 2.



Gambar 5.2 Rangkaian percobaan menggunakan resistor

2. Dihidupkan Power Supply
3. Digeser Resistor Variabel untuk memvariasikan nilai hambatan sehingga jarum volmeter menunjukkan 1 V.
4. Dicatat kuat arus listrik yang ditunjukkan jarum pada Ammeter.
5. Diulangi prosedur percobaan no 3 dan 4 untuk tegangan listrik 2 V, 3 V, ..., 10 V.
6. Dimatikan power supply.

VI. DATA PERCOBAAN

a. Lampu Pijar (12 volt; 8 watt)

V (volt)	I (ampere)
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	

Tabel 6.1 Data percobaan dengan menggunakan lampu pijar

b. Resistor ($47\ \Omega$)

V (volt)	I (ampere)
1	
2	
3	

4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	

Tabel 6.2 Data percobaan dengan menggunakan resistor

VII. ANALISIS DATA

a. Lampu Pijar (12 V; 8 W)

1. Membuat Grafik V– vs – I
- terlampir.
2. Menghitung hambatan teori (R_t)

$$R_t = \frac{V^2}{P}$$

3. Menghitung % Deviasi

$$\% \text{ Deviasi} = \left| \frac{R_t - R_p}{R_t} \right| \times 100\%$$

b. Resistor (47 Ω)

1. Membuat Grafik V– vs – I
- terlampir.
2. Menghitung % Deviasi

$$\% \text{ Deviasi} = \left| \frac{R_t - R_p}{R_t} \right| \times 100\%$$

VIII. ULASAN

1. Dari percobaan yang dilakukan elemen manakah yang memenuhi hukum Ohm. Jelaskan alasan anda
2. Terangkan bentuk kurva V-I untuk lampu pijar yang anda peroleh.
3. Buatlah sketsa gelombang arus dan tegangan AC yang melewati dioda jika diberi tegangan AC.

