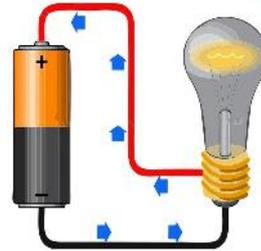
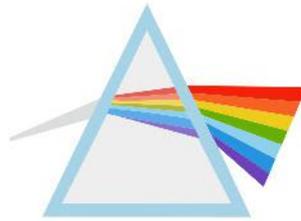
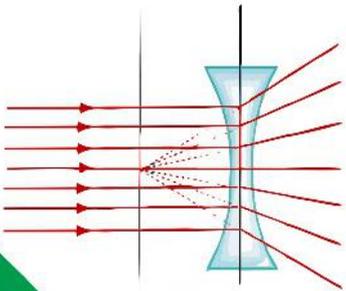


# Buku Panduan Praktikum Fisika Dasar 2

## Edisi Daring



### Disusun Oleh :

Prof. Dr. Wiyanto, M.Si.  
Prof. Dr. rer.nat. Wahyu Hardyanto, M.Si.  
Prof. Dr. Hartono, M.Pd.  
Dr. Agus Yulianto, M.Si.  
Dr. Bambang Subali, M.Pd.  
Dr. Budi Naini Mindyarto, M. App. Sc.  
Dr. Siti Wahyuni, M.Sc.  
Dr. Budi Astuti, M.Sc.  
Fianti, S.Si., M.Sc., Ph.D.  
Dr. Masturi, M.Si.  
Dr. Upik Nurbaiti, M. Si.

**BUKU MODUL DARING**  
**PRAKTIKUM FISIKA DASAR 2**

**Tim Penyusun:**

Prof. Dr. Wiyanto, M.Si.  
Prof. Dr. rer.nat. Wahyu Hardyanto, M.Si.  
Prof. Dr. Hartono, M.Pd.  
Dr. Agus Yulianto, M.Si.  
Dr. Bambang Subali, M.Pd.  
Dr. Budi Naini Mindyarto, M. App. Sc.  
Dr. Siti Wahyuni, M.Sc.  
Dr. Budi Astuti, M.Sc.  
Fianti, S.Si., M.Sc., Ph.D.  
Dr. Masturi, M.Si.  
Dr. Upik Nurbaiti, M.Si.

**JURUSAN FISIKA**  
**FMIPA UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

## **BAHAN MODUL PRAKTIKUM FISIKA DASAR 2**

Penulis : Prof. Dr. Wiyanto, M.Si., dkk.  
Editor : Dr. Suharto Linuwih, M.Si.  
Lay Out : Natalia Erna S, S.Pd.; Rodhotul Muttaqin, S. Si.  
Cover : Alvin Fachrully S, S.Si

Diterbitkan oleh:

Jurusan Fisika FMIPA UNNES, Gedung D7 Lantai 2 Kampus Sekaran Gunungpati,  
Semarang, 50229. Telp. (024) 8508034. Email: [fisika@mail.unnes.ac.id](mailto:fisika@mail.unnes.ac.id).

Hak cipta pada pada Penerbit

Penerbit : Masyarakat Sains dan Pendidikan, Semarang, Indonesia  
ISBN : 978-623-97465-0-6  
Cetakan Pertama : 2021

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku tanpa izin penulis

## KATA PENGANTAR

Segala puji kita haturkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan pertolongan-Nya sehingga penulisan modul praktikum ini bisa diselesaikan.

Buku modul **Praktikum Fisika Dasar 2 Daring** ini disusun oleh para dosen yang merupakan pakar fisika dan pendidikan fisika di Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang (FMIPA UNNES). Harapan kami buku ini dapat dipergunakan oleh para mahasiswa dalam melaksanakan kegiatan praktikum fisika dasar. Pelaksanaan praktikum, utamanya pada masa pandemi seperti ini memerlukan buku panduan yang memadai sehingga dapat digunakan sebagai panduan dan rujukan bagi mahasiswa dalam melaksanakan praktikum secara mandiri di rumah.

Demikian. Semoga buku ini bermanfaat.

Semarang, 5 Februari 2021

Penulis

## DAFTAR ISI

Kata Pengantar .....	iv
Daftar isi.....	v
Bab 1 Elektroskop.....	1
Bab 2 Rangkaian Arus Searah .....	4
Bab 3 Jembatan Wheatstone .....	14
Bab 4 Percobaan Oerted.....	20
Bab 5 Percobaan Faraday.....	23
Bab 6 Cermin .....	28
Bab 7 Indeks Bias .....	33
Bab 8 Lensa.....	42
Daftar Pustaka.....	48

<b>Listrik Statis  1</b>	<b>PROJECT PEMBUATAN ELEKTROSKOP</b>
--------------------------------------	--

#### **A. TUJUAN PERCOBAAN**

1. Mendesain alat peraga elektroskop sederhana untuk mengamati peristiwa listrik statis.
2. Merancang dan melakukan percobaan elektroskop dengan bahan-bahan yang tersedia di rumah untuk membuktikan pengaruh bahan/material terhadap perpindahan muatan.
3. Mengidentifikasi bahan/material yang mampu memindahkan muatan listrik melalui percobaan elektroskop sederhana.

#### **B. ALAT DAN BAHAN PERCOBAAN**

1. Aluminium foil, bisa dari pembungkus rokok atau sejenisnya.
2. Kawat tembaga dengan diameter kecil (dapat diambil dari kabel single core)
3. Sedotan.
4. Botol bekas minuman (aqua atau vitamin C atau sejenisnya)
5. Penggaris mika, aluminium, kaca dll
6. Serbet halus, atau kain flannel, satin atau sejenisnya. Pilih salah satu.
7. Pengukur waktu (Hp, Stopwath, atau sejenisnya)
8. Plastisin

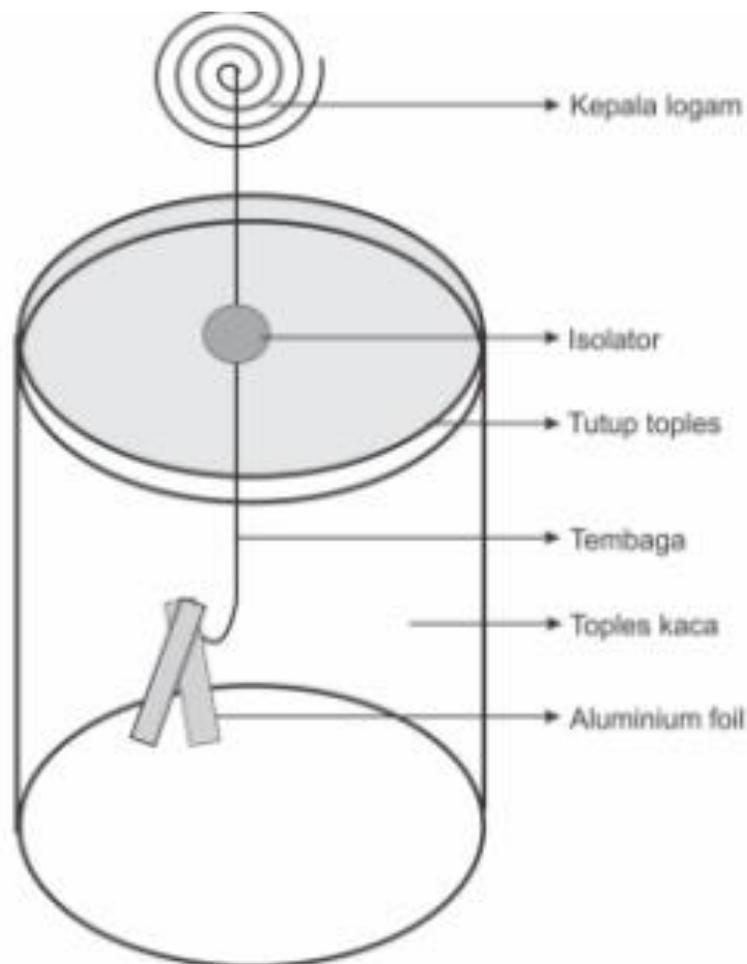
#### **D. TEORI**

Newton menemukan bahwa dua buah massa saling tarik-menarik dengan gaya yang berbanding lurus dengan perkalian dua massa dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak keduanya. Fenomena ini dikenal dengan hukum gravitasi Newton. Gaya inilah yang mengikat benda-benda di alam semesta sehingga tetap bersatu membentuk alam yang stabil. Menurut Coulomb, muatan listrik saling berinteraksi menghasilkan gaya yang menyerupai gaya yang dilakukan oleh massa. Dua buah muatan listrik saling mengerjakan gaya yang besarnya berbanding lurus dengan perkalian dua muatan dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak keduanya. Terdapat 2 muatan listrik terdapat dua jenis, yaitu muatan positif dan muatan negatif. Karenanya terdapat dua jenis gaya pada muatan listrik, yaitu gaya tarik dan gaya tolak, bergantung pada jenis muatan yang saling melakukan gaya. Benjamin Franklin menggambarkan muatan muatan yang dihasilkan bertanda positif dan negatif. Dia memilih muatan muatan yang diterima oleh batang gelas yang digosokkan ke sutera sebagai muatan positif, sehingga dapat diartikan bahwa sutera menerima muatan negatif dalam jumlah yang sama. Selanjutnya atas dasar usulan perjanjian Franklin tersebut dapat

ditetapkan bahwa plastik yang digosok dengan bulu binatang menerima muatan negatif dan bulu binatang menerima muatan positif yang sama besar. Pada saat gelas digosok dengan sutera, maka elektron berpindah dari gelas ke sutera, sehingga sutera mengalami kelebihan elektron dan batang mengalami kekurangan elektron. Berdasar usulan Franklin tersebut maka sutera bermuatan negatif yang berarti pulan elektron dikatakan membawa muatan negatif.

#### E. LANGKAH KEGIATAN

1. Lilitkan kawat tembaga beberapa lilitan pada salah satu ujungnya, sedangkan ujung lainnya buat melengkung U seperti pancing.
2. Potong sedotan 3 sd 4 cm., lubangi ujung penutup botol tersebut dan masukkan kawat melalui sedotan. Untuk menjaga agar sedotan tetap tegak, tambal dengan plastisin disekitar nya, seperti Gambar 1 berikut:



Gambar 1. Desain elektroskop sederhana

3. Gosokan mika/aluminium/batang kaca pada kain tersebut dengan rentang waktu yang bervariasi.

4. Dekatkan bahan yang digosok tersebut pada ujung kawat yang dililit, amati apa yang terjadi dengan aluminium foil dibawah (dalam tabung).
5. Ulangi percobaan dengan variasi bahan, variasi lebar daun aluminium foil dan waktu.
6. Bagaimana pengaruh lama menggosok bahan (waktu) terhadap jarak antara daun aluminium foil?
7. Bagaimana pengaruh variasi bahan yang digosok terhadap jarak antara daun aluminium foil?
8. Bagaimana pengaruh lebar potongan daun aluminium foil (percobaan 5, 6 dan 7) terhadap jarak antara daun aluminium foil?
9. Catat dalam tabel hasil pengamatan (Tabel 1.), buat analisis dari percobaan tersebut.

Tabel 1. Hasil Pengamatan.

Variabel bebas: .....

Silahkan tentukan variabel bebasnya, misalnya variasi bahan, dll.

No	Jenis bahan digosok	Bahan penggosok	Jenis Muatan	Jarak antar daun aluminium foil (lebar/sempit)
1	Mistar plastik	Kain wool		
		Rambut		
2	Mistar aluminium			
3	Batang kaca			

10. Simpulkan hasil percobaan 5, 6, 7 dan 8!
11. Buat laporan singkat dari percobaan Saudara tersebut, bagaimana upaya lain yang lebih bagus untuk merancang alat peraga elektroskop sederhana untuk mengamati peristiwa listrik statis! Bagaimana letak inovasinya dari alat yang Saudara rancang tersebut
12. Unggah hasil rancangan elektroskop Saudara di youtube dengan durasi maksimal 15 menit. Laporkan hasil unggahan tersebut dengan memberikan link pada laporan kegiatan praktikum 1.
13. Selamat mencoba.

<b>Listrik</b> <b>2</b>	<b>RANGKAIAN ARUS</b> <b>SEARAH</b>
----------------------------	--

**A. TUJUAN PERCOBAAN**

1. Memahami pengukuran tegangan / beda potensial listrik menggunakan voltmeter
2. Memahami pengukuran arus listrik menggunakan amperemeter
3. Menentukan besar hambatan jenis bahan
4. Memahami Hukum Ohm
5. Memahami Hukum Kirchoff

**B. ALAT DAN BAHAN PERCOBAAN**

1. Catu daya
2. Beberapa hambatan R
3. Amperemeter
4. Voltmeter
5. Kabel penghubung
6. Multimeter
7. Beberapa kawat penghantar

**C. LANDASAN TEORI**

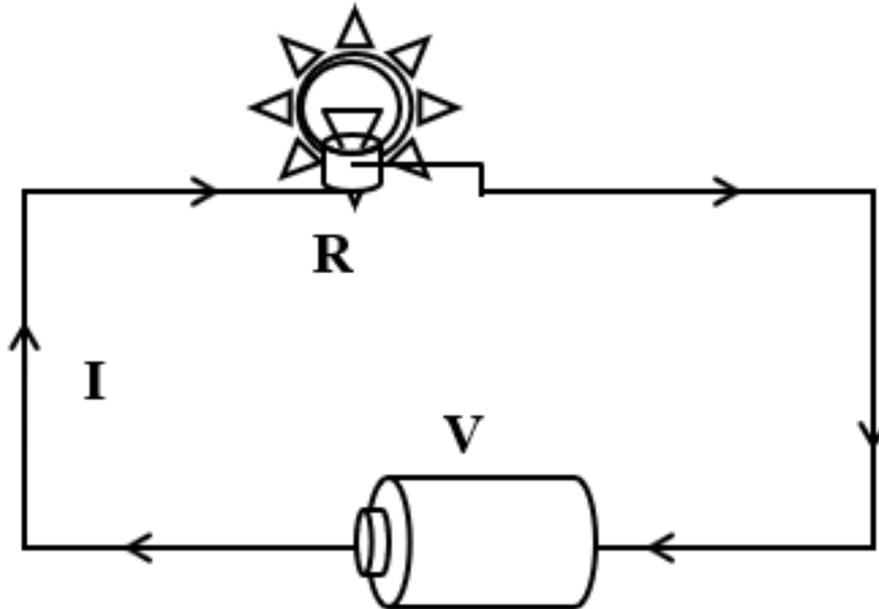
Dewasa ini listrik merupakan salah satu kebutuhan yang penting bagi manusia. Gejala kelistrikan ditimbulkan oleh aliran muatan listrik antara dua titik. Semua alat listrik yang setiap hari kita gunakan merupakan susunan komponen-komponen listrik yang membentuk jalur tertutup yang disebut rangkaian.

Bila kita berbicara tentang listrik, maka tidak akan lepas dari hambatan, kuat arus dan tegangan. Karena ketiga komponen tersebut yang paling erat hubungannya dengan listrik.

*1. Hambatan, kuat arus dan tegangan*

Beda potensial listrik antara dua titik disebut tegangan, dinyatakan dalam volt. Atau tegangan hanya muncul bila ada beda potensial antara dua titik potensial. Arus berarti aliran atau gerakan. Arus listrik berarti aliran muatan listrik. Jika sebuah benda berpotensi misalnya baterai, dihubungkan dalam sebuah rangkaian (seperti gambar di bawah ini) maka akan terjadi aliran muatan listrik di dalam rangkaian dan aliran muatan listrik itu dinamakan arus listrik, dinyatakan dalam ampere. Arus listrik hanya mengalir pada suatu rangkaian tertutup, yaitu rangkaian yang tidak berpangkal dan tidak berujung. Besaran yang menyatakan arus listrik disebut kuat arus listrik  $I$ , yang didefinisikan

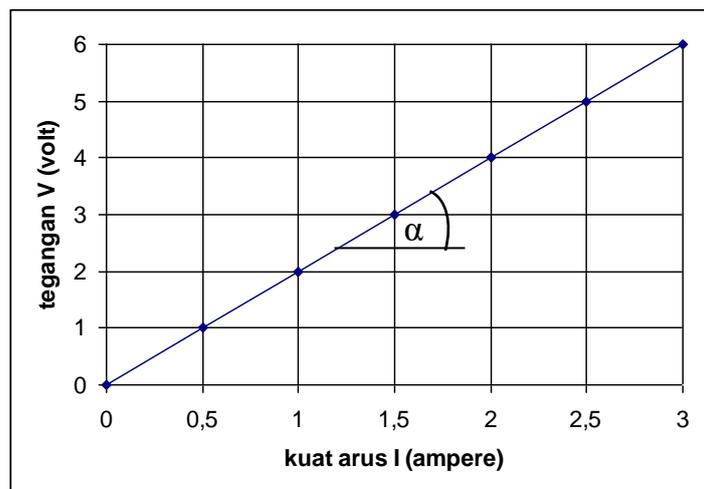
sebagai banyak muatan positif  $\Delta Q$  yang mengalir melalui penampang kawat penghantar per satuan waktu  $\Delta t$ .  $I = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{dQ}{dt}$ .



Gambar 2.1. Rangkaian tertutup

### Hambatan

Pada tahun 1827, George Simon Ohm (German, 1787-1854) melakukan percobaan untuk menentukan hubungan antara kuat arus  $I$  dan tegangan  $V$  seperti Gambar 2.2.



Gambar 2. 2. Grafik hubungan  $V$  terhadap  $I$

Jika kemiringan grafik disebut hambatan  $R$ , maka hubungan antara tegangan  $V$  dan kuat arus  $I$  dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$R = \tan \alpha \quad (2.1)$$

di mana  $\alpha$  adalah sudut antara sumbu kuat arus dan garis grafik.  
atau

$$V = I R \quad (2.2)$$

Persamaan (2.2) dinyatakan oleh Simon Ohm, sehingga dinamakan hukum ohm, yang berbunyi : *tegangan  $V$  pada komponen yang memenuhi hukum ohm adalah sebanding dengan kuat arus  $I$  yang melalui komponen tersebut, jika suhu dijaga konstan.*

Persamaan (2.2) dapat pula ditulis  $R = \frac{V}{I}$ ; sehingga satuan SI untuk hambatan

adalah volt per ampere (V/A) atau ohm ( $\Omega$ ).

Pada setiap benda pasti memiliki sifat hambatan terhadap listrik. Untuk menentukan sifat hambatan pada sebuah benda, dapat digunakan persamaan :

$$R = \rho \frac{l}{A} \quad (2.3)$$

dimana :      $R$      : hambatan ( $\Omega$ )  
               $\rho$      : hambat jenis  $\left( \frac{\Omega m^2}{m} \text{ atau } \Omega m \right)$   
               $l$      : panjang benda (m)  
               $A$      : luas penampang benda ( $m^2$ )

Hambatan pada benda akan konstan jika temperatur lingkungannya relatif konstan, tapi jika terjadi perubahan pada temperatur lingkungan maka akan menyebabkan perubahan hambatan pada benda.

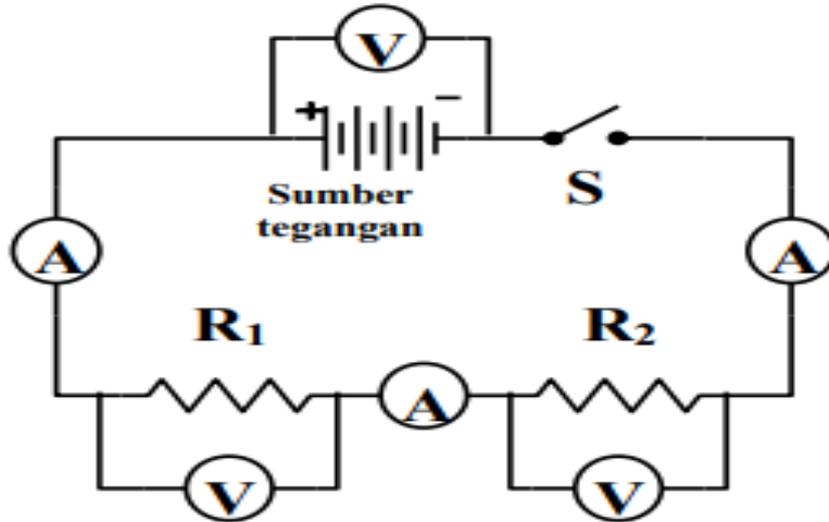
$$\Delta R = \alpha \Delta T R_0 \quad (2.4)$$

dimana :      $\Delta R$     : perubahan hambatan ( $R_1 - R_0$ )  
               $R_0$     : hambatan awal ( $\Omega$ )  
               $\alpha$      : koefisien suhu hambatan jenis  
               $\Delta T$     : perubahan temperatur ( $T_1 - T_0$ )

## 2. Hukum Kirchoff

### Rangkaian seri

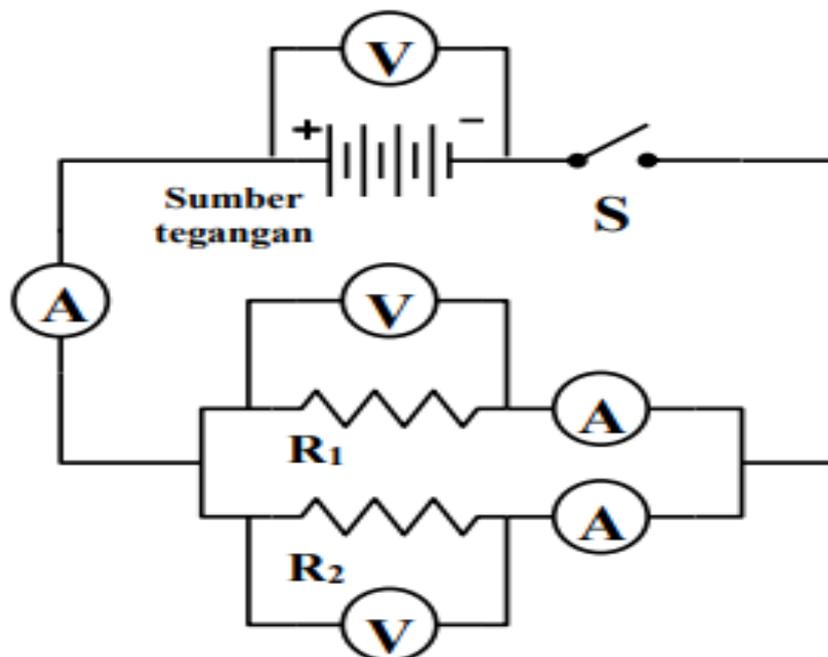
Pada rangkaian disamping, jika saklar S dihubungkan, maka besar kuat arus pada ketiga amperemeter akan sama sedangkan besar tegangan  $V_{R_1}$ ,  $V_{R_2}$  dan  $V_{R_{total}}$  akan berbeda bergantung pada nilai hambatan  $R_1$  dan  $R_2$ .



Gambar 2. 3. Rangkaian Seri

### Rangkaian paralel

Pada gambar di samping, jika saklar S dihubungkan, maka besar tegangan  $V_{R_1}$  dan  $V_{R_2}$  akan sama dan ketiga kuat arus menunjukkan hasil pengukuran yang berbeda.



Gambar 2.4. Rangkaian Paralel

## Hukum Kirchoff

Jika pada rangkaian paralel di atas dipasang sebuah amperemeter yaitu di sebelah kanan saklar S, maka hasil pengukuran kuat arus pada sebelum dan sesudah percabangan akan sama.

Hukum pertama Kirchoff menyatakan bahwa *pada setiap rangkaian tertutup, jumlah aljabar dari beda potensialnya harus sama dengan nol ( $\sum \varepsilon = 0$ ).*

Hukum kedua Kirchoff menyatakan *pada setiap titik percabangan jumlah kuat arus yang masuk melalui titik cabang tersebut sama dengan jumlah kuat arus yang keluar dari titik cabang tersebut.*

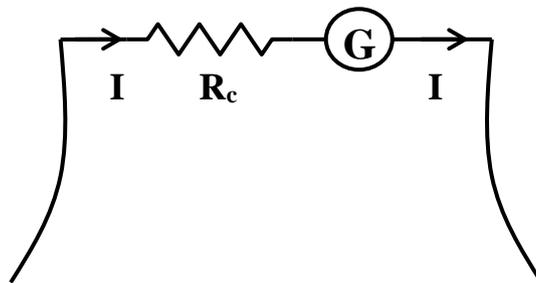
### 3. Amperemeter dan Voltmeter

Alat ukur merupakan alat yang digunakan untuk menunjukkan kuantitatif dari suatu besaran. Secara kualitatif kita bisa menentukan adanya arus dan tegangan dari suatu rangkaian listrik dengan bantuan lampu, yaitu dengan melihat gelap, redup atau terang lampu. Namun jika kita membutuhkan besar kuat arus dan tegangan maka akan dibutuhkan alat ukur.

Untuk mengukur tegangan digunakan alat bernama voltmeter. Dan untuk mengukur kuat arus digunakan amperemeter.

## Galvanometer

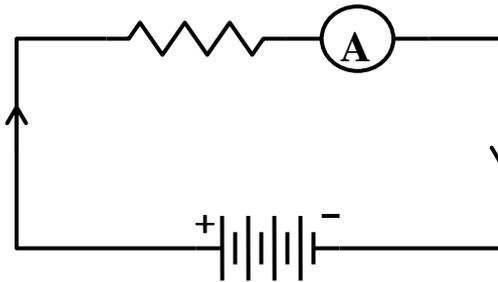
Galvanometer merupakan komponen utama dari voltmeter dan amperemeter. Galvanometer terdiri dari magnet, kumparan kawat, pegas spiral dan jarum penunjuk.



Gambar 2.5. Skema galvanometer

Kumparan dipasang dalam daerah medan magnet yang dihasilkan oleh pasangan kutub magnet U-S (utara-selatan). Jika arus mengalir di dalam kumparan maka interaksi arus kumparan dan medan magnet menyebabkan kumparan dapat berputar, yang menyebabkan jarum penunjuk bergerak menunjuk suatu garis skala tertentu.

Jika galvanometer akan digunakan sebagai alat ukur, maka ada dua hal yang perlu diperhatikan. Pertama, kuat arus galvanometer  $i_{dp}$  yang menyebabkan penyimpangan (defleksi) skala penuh. Kedua, hambatan kawat kumparan  $R_m$ . Galvanometer dengan skala dasar yang diberi angka ini disebut sebagai basicmeter.

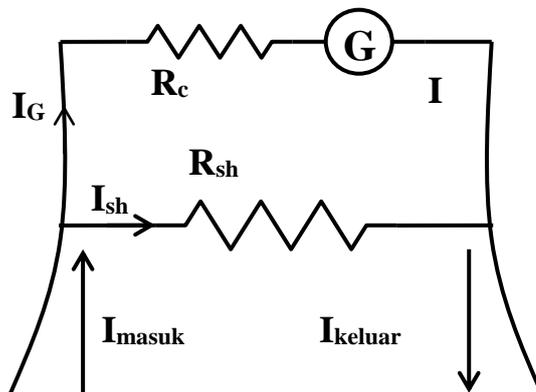


Gambar 2.6. Pengukuran dengan Amperemeter

### Amperemeter

Amperemeter adalah alat yang digunakan untuk mengukur besar kuat arus yang melalui sebuah rangkaian. Amperemeter dipasang secara langsung (seri) dalam rangkaian.

Ketika memasang amperemeter, arus masuk terhubung dengan terminal positif amperemeter dan arus keluar terhubung dengan terminal negatifnya.



Gambar 2. 7. Rangkaian Amperemeter

Amperemeter disusun dari galvanometer dan satu atau lebih hambatan yang disebut *resistor shunt* (paralel).

$$V_{sh} = V_G$$

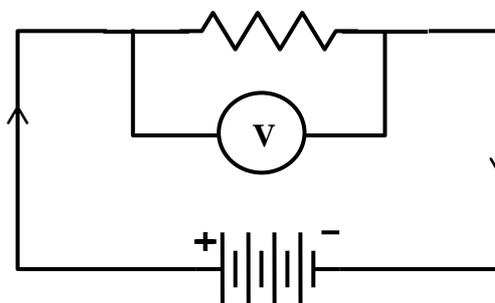
$$I_{sh} \times R_{sh} = I_G \times R_G$$

atau

$$R_{sh} = \frac{I_G \times R_G}{I_{sh}}$$

jika  $I_{sh} = I - I_G$  maka  $R_{sh} = \frac{I_G \times R_G}{I - I_G}$

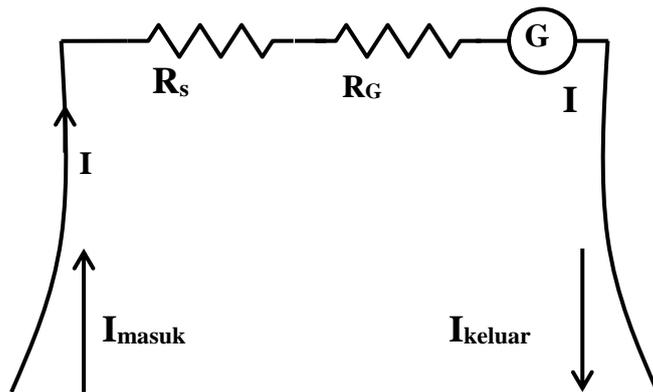
- dimana :
- $R_{sh}$  : hambatan / resistor shunt (ohm)
  - $I_{sh}$  : kuat arus shunt (ampere)
  - $R_G$  : hambatan / resistor galvanometer (ohm)
  - $I_G$  : kuat arus galvanometer (ampere)
  - $I$  : skala kuat arus maksimal amperemeter (ampere)



Gambar 2. 8. Pengukuran dengan Voltmeter

### Voltmeter

Voltmeter merupakan alat untuk mengukur secara kuantitatif beda potensial listrik atau tegangan listrik antara dua titik. Titik yang mempunyai potensial lebih positif dihubungkan dengan terminal positif, dan titik potensial galvanometer lebih negatif dihubungkan dengan terminal negatif galvanometer.



Voltmeter disusun dari galvanometer dan beberapa hambatan, yaitu resistor pengali  $R_m$ .

$$V = I_G \times (R_m + R_G)$$

jadi

$$R_m = \frac{V - I_G R_G}{I_G}$$

$$R_m = \frac{V}{I_G} - R_G$$

Gambar 2. 9. rangkaian voltmeter

di mana :  $R_m$  : multiplier pengali (ohm)

$I_G$  : kuat arus galvanometer (ampere)

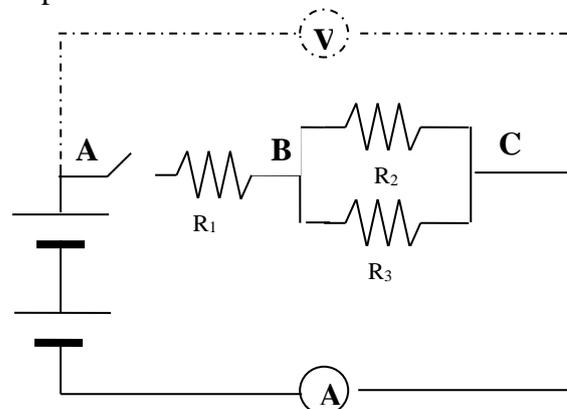
$R_G$  : hambatan dalam galvanometer (ohm)

$V$  : skala tegangan maksimal alat ukur (volt)

## D. LANGKAH-LANGKAH PERCOBAAN

### 1. Percobaan seri – paralel

- 1) Atur ammeter dengan batas maksimal 10 mA (0,010 A), susun rangkaian seperti pada Gambar 2.10!



Gambar 2. 10. Rangkaian percobaan 1 seri-paralel

- 2) Tutup saklar rangkaian dan baca arus  $I$  yang melalui rangkaian utama, catat arus tersebut!
- 3) Gunakan rumus  $R = V/I$ , untuk menghitung hambatan gabungan resistor dengan GGL yang dipakai sekitar 3 V, catat hasilnya !
- 4) Gunakan multimeter untuk mengukur tegangan gabungan resistor (tegangan antara titik A dan C)
- 5) Hitung hambatan gabungan resistor! Bandingkan kedua nilai hambatan yang diperoleh, satu asumsi tegangan AC sama dengan GGL dua buah

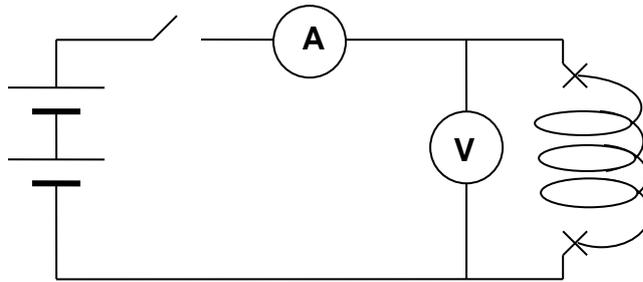
baterai dan yang lainnya menggunakan nilai  $V_{AC}$  yang terukur. Hitung persentase perbedaannya.

- 6) Lakukan percobaan 1 – 5 dengan merubah-rubah posisi resistornya.

## 2. Percobaan Hambatan

- 1) Hambatan dan panjang

- a. Buat rangkaian seperti pada Gambar 2.11 berikut :

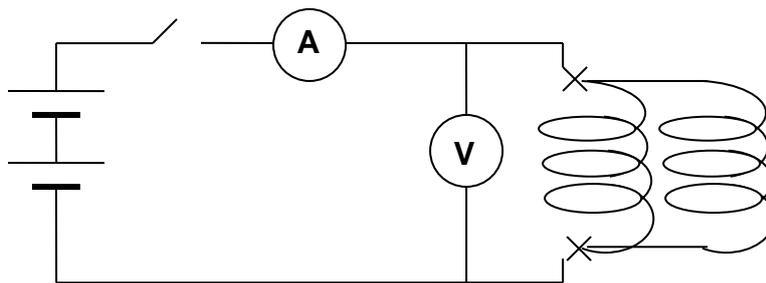


Gambar 2. 11. Rangkaian percobaan 2 hambatan dan panjang

- b. Pasang dengan kawat konstantan 100 cm, tutup saklar, baca tegangan dan arusya kemudian hitung hambatannya.  
c. Buka saklar kemudian ganti lilitan dengan kawat konstantan dengan panjang kawat konstantan bervariasi. Catat hasilnya.

- 2) Hambatan dan luas penampang

- a. Jepit 2 buah kawat konstantan masing-masing panjang 120 cm pada kotak konektor, paralel satu dengan yang lain, atur posisi kedu lilitan agar tidak saling bersentuhan seperti Gambar 2.12.



Gambar 2. 12. Rangkaian percobaan 2 hambatan dan luas penampang

- b. Cari hambatan dua buah lilitan kawat menggunakan metode yang sama seperti bagian I.  
c. Buka rangkaian kemudian jepit kawat konstantan 120 cm tiga paralel, cari hambatannya!

## E. TABEL PENGAMATAN

### 1. Rangkaian campuran (Seri-Paralel)

Nilai masing-masing resistor	I	V	R <sub>total</sub>
R <sub>1</sub> = 500 Ω R <sub>2</sub> = 100 Ω R <sub>3</sub> = 50 Ω			
R <sub>1</sub> = 100 Ω R <sub>2</sub> = 500 Ω R <sub>3</sub> = 50 Ω			
R <sub>1</sub> = 50 Ω R <sub>2</sub> = 500 Ω R <sub>3</sub> = 100 Ω			

### 2. Percobaan Hambatan

#### a. Hambatan dan Panjang

Jenis kawat: konstantan

Diameter: 0,3 mm

l	I	V	R	ρ
100 cm				
202 cm				
304 cm				
406 cm				
508 cm				
610 cm				

**b. Hambatan dan Luas Penampang**

Jenis kawat: konstantan

Diameter: 0,3 mm

Panjang kawat: 120 cm

<b>A</b>	<b>I</b>	<b>V</b>	<b>R</b>	<b><math>\rho</math></b>
A <sub>1</sub>				
A <sub>2</sub>				
A <sub>3</sub>				

**F. EVALUASI**

1. Buatlah laporan praktikum rangkaian arus searah yang isinya mencakup:
  - a. Data-data praktikum yang disajikan dalam bentuk tabel, lebih bagus bila ditulis beserta ralat / kesalahan pengukurannya.
  - b. Hasil analisis yang disajikan dalam bentuk grafik, beserta komentar / pembahasannya.
2. Jawablah pertanyaan berikut:
  - a. Jika beberapa komponen disusun seri, komponen mana yang pertama dialiri arus ketika saklar ditutup?
  - b. Dapatkah dua buah resistor digantikan dengan sebuah resistor dan memberi nilai hambatan yang ekuivalen di dalam rangkaian? Jika dapat, bagaimana hubungan hambatan resistor itu dengan hambatan yang diganti?
  - c. Apakah hasil eksperimen anda telah membuktikan bahwa aliran muatan terbagi pada rangkaian susunan paralel?
  - d. Jika beberapa resistor dengan berbagai nilai hambatan dihubungkan secara paralel, resistor mana yang akan dialiri arus lebih besar? Apakah perbandingan dua kuat arus itu sebanding atau berbanding terbalik dengan nilai hambatan? Cocokkan jawaban anda dengan perhitungan dari data anda!
  - e. Dalam rangkaian seri, hubungan apa yang anda peroleh antara tegangan antar tiap resistor tunggal dengan tegangan seluruh rangkaian ? Dukung jawaban anda dengan hasil eksperimen !
3. Berikanlah pendapat anda tentang pelaksanaan praktikum Rangkaian Arus Searah ini, unsur-unsur apa saja yang perlu dikembangkan untuk memperbaikinya?

<b>Listrik</b> <b>3</b>	<b>Jembatan Wheatstone</b>
----------------------------	--------------------------------

**A. TUJUAN PERCOBAAN**

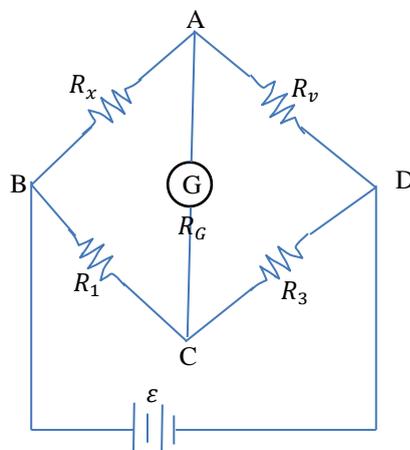
1. Menentukan nilai suatu hambatan yang tidak diketahui dengan metode jembatan.
2. Mahasiswa memahami konsep jembatan Wheatstone, berdasarkan hukum Ohm dan hukum-hukum Kirchoff.

**B. ALAT DAN BAHAN PERCOBAAN**

1. Kawat homogen
2. Mistar
3. Kabel-kabel
4. Galvanometer
5. Sumber tegangan DC
6. Resistor variabel
7. Beberapa resistor yang akan diganti hambatannya

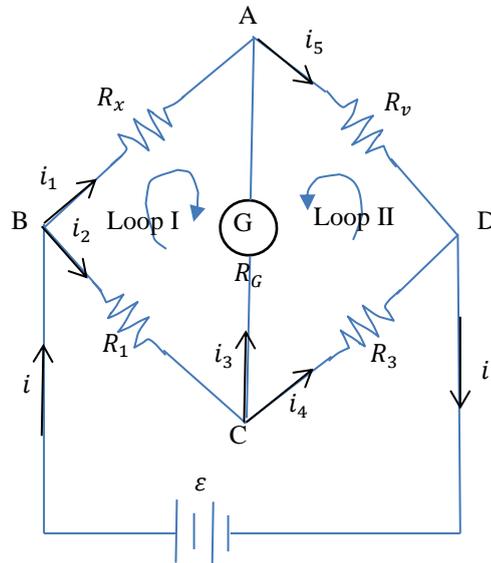
**C. LANDASAN TEORI**

Jembatan arus searah bertipe NOL dikenal dengan nama *Jembatan Wheatstone*. Rangkaian ini mempunyai empat lengan yang terdiri dari sebuah hambatan yang belum diketahui nilainya  $R_x$ , dua hambatan  $R_1$  dan  $R_3$  serta hambatan variabel  $R_V$  (Perhatikan Gambar 3.1). Sumber tegangan DC (*Direct Current*) ditempatkan diantara titik B dan D serta hambatan variabel diatur sedemikian rupa sehingga arus yang terukur melewati titik A dan C sama dengan nol ( $i_3 = 0$ ). Keadaan rangkaian yang demikian disebut sebagai *kesetimbangan jembatan Wheatstone*.



Gambar 3.1. Rangkaian Jembatan *Wheatstone*

Kesetimbangan jembatan Wheatstone ini biasanya dideteksi menggunakan galvanometer yang mempunyai sensitivitas tinggi. Penentuan kesetimbangan jembatan Wheatstone dilakukan dengan mengamati ada atau tidaknya arus yang mengalir melalui galvanometer. Jarum galvanometer akan menyimpang ke kanan atau ke kiri jika terdapat arus yang mengalir (terjadi beda potensial antara titik A dan C) dan menunjukkan skala nol jika tidak ada arus yang mengalir (beda potensial antara titik A dan C sama dengan nol).



Gambar 3.2. Analisis Rangkaian Jembatan *Wheatstone* menggunakan Hukum- hukum Kirchoff.

Hukum I Kirchoff menyatakan bahwa arus yang masuk menuju titik percabangan sama dengan arus yang keluar dari titik percabangan ( $I_{masuk} = I_{keluar}$ ), sehingga dari Gambar 3.2 arus yang masuk menuju titik B sebesar  $i$  dan bercabang menjadi  $i_1$  dan  $i_2$ , maka:

$$i = i_1 + i_2 \quad (3.1)$$

Arus  $i_2$  dari titik B menuju titik C melewati hambatan  $R_1$  dan bercabang menjadi  $i_3$  dan  $i_4$ , sehingga:

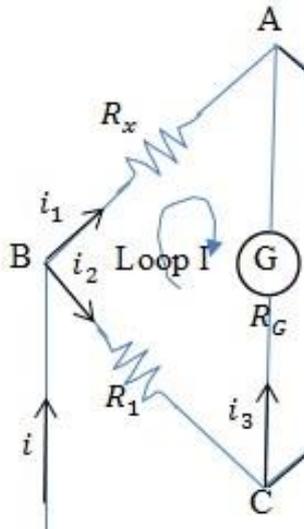
$$i_2 = i_3 + i_4 \quad (3.2)$$

Titik A merupakan pertemuan dua arus  $i_1$  dan  $i_3$  (perhatikan Gambar 3.2). Arus  $i_1$  melewati hambatan  $R_x$  dan arus  $i_3$  melewati galvanometer. Hukum I Kirchoff memberikan:

$$i_5 = i_1 + i_3 \quad (3.3)$$

Titik D merupakan pertemuan dua arus  $i_5$  dan  $i_4$ . Arus  $i_5$  melewati hambatan  $R_v$  dan arus  $i_4$  melewati hambatan  $R_3$ , sehingga:

$$i = i_4 + i_5 \quad (3.4)$$



Gambar 3. 3. Loop I (Loop BACB)

Hukum II Kirchoff menyatakan bahwa pada rangkaian tertutup jumlah aljabar beda potensial sama dengan nol ( $\sum V = 0$ ).

Pada Loop I (Loop BACB):

$$\sum \varepsilon + \sum iR = 0 \quad (3.5)$$

$$i_1 R_x - i_3 R_G - i_2 R_1 = 0 \quad (3.6)$$

Atau

$$i_1 R_x = i_2 R_1 + i_3 R_G \quad (3.7)$$

Pada Loop II (Loop DACD):

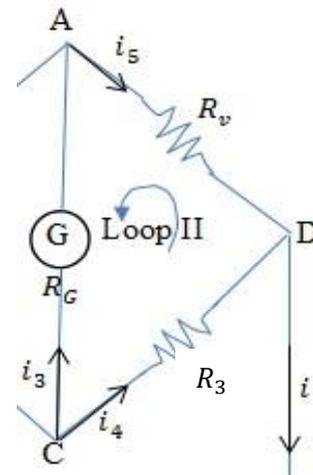
$$\sum \varepsilon + \sum iR = 0 \quad (3.8)$$

$$-i_5 R_v - i_3 R_G + i_4 R_3 = 0 \quad (3.9)$$

Atau

$$i_4 R_3 = i_5 R_v + i_3 R_G \quad (3.10)$$

dengan  $R_G$  adalah hambatan dalam galvanometer



Gambar 3. 4. Loop II (Loop DACD)

Kita telah mengetahui jika jembatan Wheatstone berada pada kondisi setimbang, arus yang mengalir melalui galvanometer adalah nol sehingga berlaku  $i_3 = 0$  dan  $V_{AC} = 0$  (Lihat Gambar 3.2), maka persamaan (3.7) dan (3.10) menjadi:

$$i_1 R_x = i_2 R_1 \quad (3.11)$$

dan

$$i_4 R_3 = i_5 R_v \quad (3.12)$$

Nilai arus  $i_3 = 0$  sehingga

$$i_1 = i_5 \quad (3.13)$$

dan

$$i_2 = i_4 \quad (3.14)$$

Persamaan (3.13) dan (3.14) kita substitusikan ke persamaan (3.11) menjadi :

$$i_5 R_x = i_4 R_1 \quad (3.15)$$

Atau

$$i_5 = \frac{i_4 R_1}{R_x} \quad (3.16)$$

Selanjutnya persamaan (3.16) kita substitusikan ke ruas kanan persamaan (3.12) sehingga diperoleh :

$$i_4 R_3 = \frac{i_4 R_1}{R_x} R_V \quad (3.17)$$

$$i_4 R_3 R_x = i_4 R_1 R_V \quad (3.18)$$

sehingga

$$R_3 R_x = R_1 R_V \quad (3.19)$$

atau

$$R_x = R_V \frac{R_1}{R_3} \quad (3.20)$$

Kita telah mengetahui secara teori bahwa ada hubungan antara resistansi kawat dengan panjang kawat, yaitu sebagai berikut :

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (3.21)$$

dengan konstanta kesebandingan  $\rho$  disebut resistivitas material penghantar. Satuan resistivitas adalah ohm meter ( $\Omega \cdot m$ ) (Tipler, 1998 : 143).

Dengan pengertian tersebut kita dapat mengganti hambatan  $R_1$  dan  $R_3$  dengan kawat identik ( $\rho$  dan  $A$  sama) yang memiliki panjang  $L_1$  dan  $L_3$ . Oleh karena itu persamaan (3.21) bisa kita substitusikan ke persamaan (3.20) sebagai berikut :

$$R_x = R_V \frac{\rho_1 \frac{L_1}{A_1}}{\rho_3 \frac{L_3}{A_3}} \quad (3.22)$$

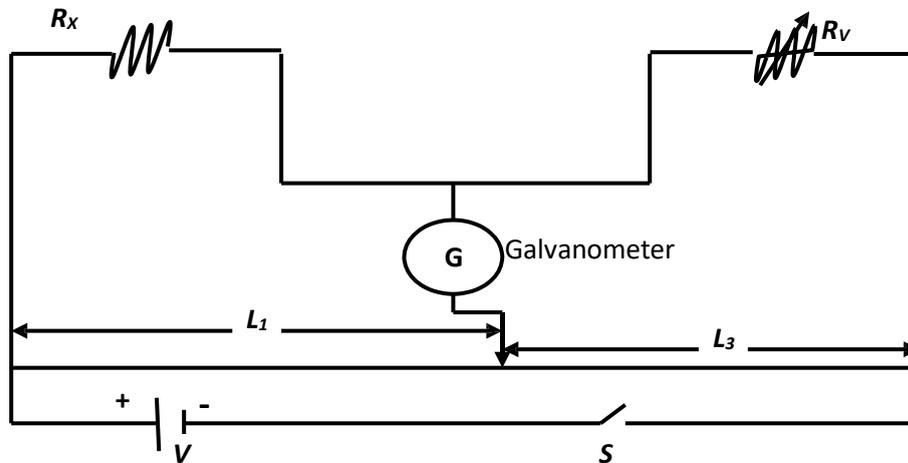
Karena jenis dan diameter kawat yang sama sehingga  $\rho_1 = \rho_3$  dan  $A_1 = A_3$

Selanjutnya dari persamaan (3.22) kita peroleh :

$$R_x = R_V \frac{L_1}{L_3} \quad (3.23)$$

#### D. LANGKAH PERCOBAAN

1. Susunlah rangkaian percobaan seperti Gambar 3.5



Gambar 3.5. Skema Percobaan Wheatstone dengan  $R_v$  hambatan yang diketahui dan  $R_x$  hambatan yang dicari

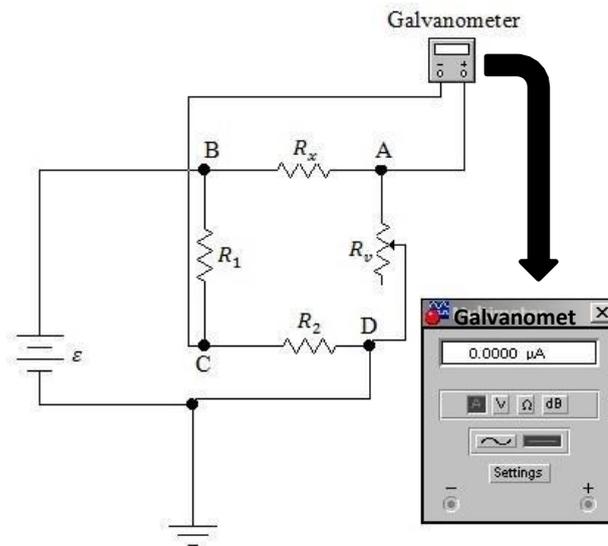
2. Lakukan percobaan dengan tujuan menentukan nilai suatu hambatan yang belum diketahui dengan metode Jembatan Wheatstone. Pastikan jembatan Wheatstone dalam kondisi setimbang. Ulangi percobaan beberapa kali dengan mengubah nilai resistor variabel.

#### E. TABEL PENGAMATAN

$R_v$	$L_1$	$L_3$	$R_x$
100 $\Omega$			
200 $\Omega$			
300 $\Omega$			
400 $\Omega$			
500 $\Omega$			
600 $\Omega$			

## F. EVALUASI

1. Buatlah laporan praktikum jembatan Wheatstone yang isinya mencakup:
  - a. Data-data praktikum yang disajikan dalam bentuk tabel, lebih bagus bila ditulis beserta ralat / kesalahan pengukurannya.
  - b. Hasil analisis beserta komentar/pembahasannya.
2. Jawablah pertanyaan rangkaian jembatan Wheatstone yang digunakan seorang praktikan untuk menentukan nilai suatu hambatan  $R_x$ . Dari Gambar 3.6 berikut:



Gambar 3.6. Rangkaian Jembatan *Wheatstone*

- a. Jika praktikan menggunakan hambatan variabel  $R_v$  sebesar  $1 \text{ K}\Omega$ ,  $R_1 = 2 \text{ K}\Omega$  dan  $R_2 = 4 \text{ K}\Omega$ , tentukan nilai hambatan  $R_x$  tersebut!
  - b. Turunkan persamaan yang digunakan untuk menghitung soal a) di atas dengan menyertakan hukum-hukum yang mendasarinya (Hukum Ohm dan Kirchoff)!
3. Berikanlah pendapat Anda tentang pelaksanaan praktikum jembatan Wheatstone ini, unsur-unsur apa saja yang perlu dikembangkan untuk memperbaikinya?

<b>Listrik</b> <b>4</b>	<b>Percobaan Oersted</b>
----------------------------	--------------------------

**A. TUJUAN PERCOBAAN**

1. Menentukan secara empiris tentang orientasi medan magnet di sekitar kawat lurus berarus.
2. Menentukan secara empiris tentang orientasi medan magnet di sekitar kawat melingkar berarus.
3. Mengamati orientasi medan magnet di sekitar solenoida.

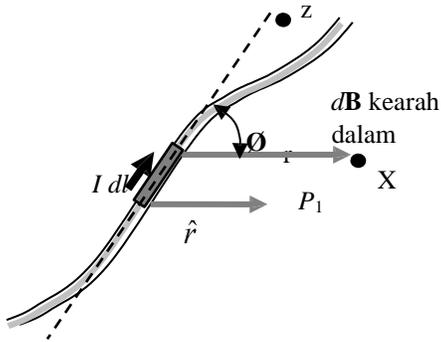
**B. ALAT DAN BAHAN PERCOBAAN**

1. Jarum kompas kecil 8 buah, bisa diganti dengan silet yang diletakkan dipermukaan air dalam gelas atau mangkok.
2. Kawat / kabel berbentuk lurus
3. Kawat / kabel berbentuk melingkar
4. Solenoida, bila susah mendapatkan, bisa membuat sendiri dari kawat tipis-kaku yang dililitkan pada sebuah tabung atau gelas sederhana
5. Sumber arus, beberapa baterai dengan voltase yang seragam

**C. LANDASAN TEORI**

Pada tahun 1819 seorang ilmuwan asal Denmark bernama Hans Christian Oersted melakukan eksperimen dan mendapatkan fakta adanya medan magnet di sekitar kawat yang dialiri arus listrik [1]. Saat kawat berarus listrik disusun lurus mendatar, kemudian dekat di atas kawat tersebut ditempatkan sebuah kompas, maka arah orientasi jarum kompas akan bergeser menyimpang dari arah semula. Hal demikian juga terjadi ketika kompas diletakkan di sisi bawah kawat berarus tersebut, jarum kompas akan menyimpang dari arah semula. Bila kemudian arus itu diputus (dimatikan) maka arah orientasi jarum kompas kembali seperti biasa, yaitu ke arah utara selatan. Selama ini diberikan secara langsung informasi verbal bahwa arah medan magnet yang disebabkan oleh suatu arus listrik mengikuti hukum/kaidah tangan kanan. Di mana arah ibu jari menyatakan arah arus listrik ( $I$ ) sedangkan arah lipatan empat jari yang lain menyatakan arah induksi magnetik ( $B$ ).

Eksperimen yang dilakukan oleh Biot dan Savart dapat dinyatakan bahwa induksi magnetik (ditunjukkan oleh Gambar 4.1) pada satu titik yang posisinya  $r$  terhadap elemen panjang kawat  $dl$  berarus  $I$ , besarnya



Gambar 4.1. Elemen arus  $I dl$  menghasilkan medan magnetik di titik  $P_1$  yang tegak lurus terhadap  $I dl$  maupun  $\hat{r}$

- Berbanding lurus dengan besarnya kuat arus listrik  $I$
- Berbanding lurus dengan besar elemen panjang kawat  $d\mathbf{l}$
- Berbanding lurus dengan sinus sudut antara  $\mathbf{r}$  dan  $d\mathbf{l}$
- Berbanding terbalik dengan kuadrat jarak titik tersebut ke elemen panjang kawat.

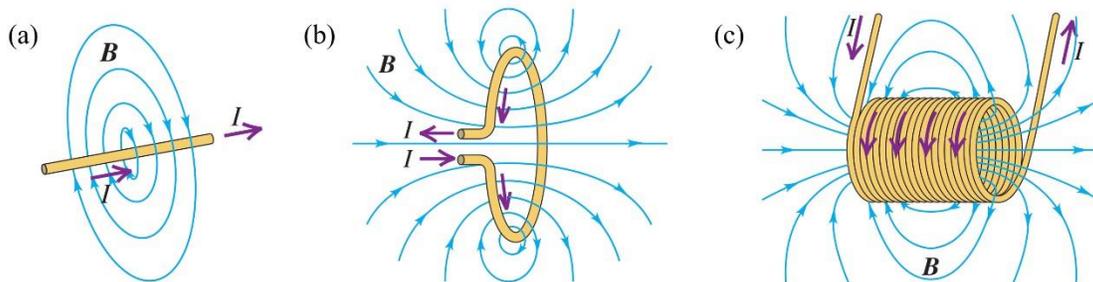
Hal tersebut dapat dituliskan dalam sebuah persamaan 4.1.

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I dl \sin \phi}{r^2} \quad (4.1)$$

Sehingga induksi magnetik oleh kawat lurus panjang (tak hingga) di suatu titik yang berjarak  $a$  dari kawat tersebut dapat dinyatakan dalam persamaan 4.2.

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi a} \quad (4.2)$$

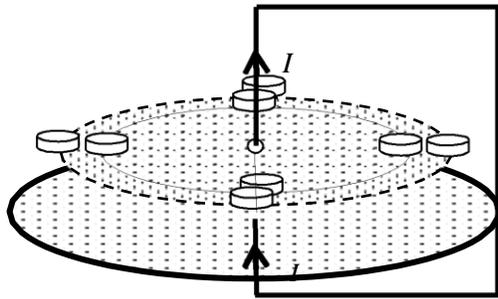
Arah orientasi medan magnet di sekitar kawat berarus sangat bervariasi bergantung pada posisi titik yang ditinjau terhadap besar dan arah arus itu sendiri. Berbagai bentuk arus pada kawat lurus berarus tersketsa di Gambar 4.2(a), kawat melingkar berarus tersketsa di Gambar 4.2(b), dan solenoida berarus tersketsa di Gambar 4.2(c) yang bergantung bentuk kawat memberikan konfigurasi medan magnet di sekitar kawat yang bervariasi [2]. Bahkan untuk konfigurasi arah arus tertentu satu sama lain dapat juga menyebabkan perpaduan medan magnet yang ditimbulkannya, sehingga secara teoritik memerlukan tinjauan secara vektor.



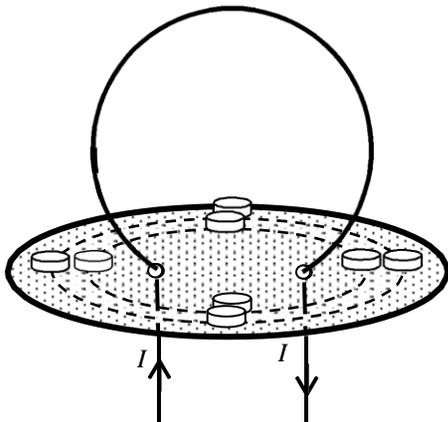
Gambar 4.2 Orientasi medan magnet di sekitar (a) kawat lurus berarus, (b) kawat melingkar berarus, (c) kawat solenoida berarus

Kita dapat menggunakan bentuk vektor dalam menggambarkan arah medan magnet seperti yang biasa dijumpai di buku-buku. Terkait dengan penggambaran arah yang menjauh atau mendekati kita, digunakan bentuk titik (•) untuk arah menuju pembaca, dan bentuk silang (x) untuk arah menjauhi pembaca.

#### D. LANGKAH-LANGKAH PERCOBAAN

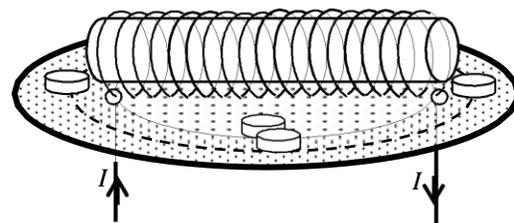


Gambar 4.3. Percobaan Oersted pada kawat lurus berarus.



Gambar 4.4. Percobaan Oersted pada kawat melingkar berarus.

1. Susunlah peralatan seperti Gambar 4.3. Hubungkan kawat lurus dengan sebuah baterai untuk menimbulkan arus listrik pada kawat vertikal.
2. Dengan menggunakan jarum kompas, amatilah orientasi medan magnet di sekitar arus tersebut (arah dan kuat/lemah medan magnet).
3. Lakukan percobaan 2 dengan beberapa variasi arus yaitu dengan menambah jumlah baterai, 2 sampai 3.
4. Lakukan percobaan 2 – 3 jika kawat melingkar (Gambar 4.4) dan solenoida (Gambar 4.5).



Gambar 4.5. Percobaan Oersted pada solenoida berarus.

#### D. EVALUASI

1. Anda sering mendengar istilah medan, misalnya medan listrik, medan magnet dan medan gravitasi. Parameter apa saja yang biasa terkait dengan istilah medan tersebut?
2. Buatlah laporan dengan menggambarkan orientasi jarum kompas di setiap titik yang anda amati serta analisis anda yang berhubungan dengan teori dan hasil pengamatanmu. Setelah itu, buatlah kesimpulan.
3. Berikan ide anda saat tidak menemui peralatan yang disebutkan di atas, peralatan apa saja yang bisa menggantikannya, lalu bagaimana prosedur Percobaan Oersted dapat dilakukan?

<b>Listrik</b> <b>5</b>	<b>Percobaan Faraday</b>
----------------------------	--------------------------

#### A. TUJUAN PERCOBAAN

1. Mengamati gejala terjadinya ggl di ujung-ujung suatu kumparan sebagai akibat dari gerakan magnet keluar masuk kumparan.
2. Mengamati gejala terjadinya ggl di ujung-ujung sebuah kumparan yang disebabkan oleh perubahan arus pada kumparan lain di sekitarnya.
3. Memahami bahwa induksi elektromagnet terjadi bila fluks magnetik yang melingkupi kumparan berubah terhadap waktu.

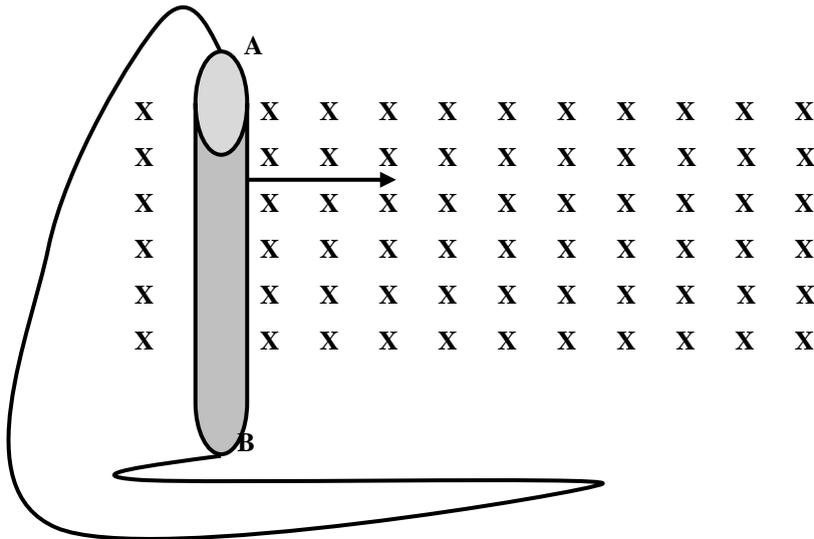
#### B. ALAT DAN BAHAN PERCOBAAN

1. Galvanometer
2. Kumparan
3. Kabel-kabel penghubung
4. Batang ferit
5. Sumber arus / tegangan
6. Saklar
7. Magnet batang
8. Multimeter

#### C. LANDASAN TEORI

Kita telah mengenal apa yang disebut elemen kering, atau batu baterai sebagai sumber ggl yang dapat dipakai secara praktis. Ggl ini dapat terjadi karena sifat-sifat kimia kelistrikan dari bahan-bahan penyusun baterai. Ggl juga dapat terjadi pada output suatu sistem, di mana pada sistem tersebut terjadi mekanisme perubahan fluks magnetik pada rentang/selang waktu tertentu. Perubahan fluks per satuan waktu itu dapat terjadi dengan berbagai keadaan dari variasi medan magnet, variasi kecepatan gerak maupun variasi lingkup yang ditinjau. Bentuk paling sederhana dari sistem perubahan fluks ini adalah pada suatu kawat yang digerakkan memotong medan magnet seperti pada Gambar 5.1.

Selama kawat bergerak maka pada ujung-ujung kawat (titik A dan B) akan terjadi beda potensial. Bila kemudian kedua ujung tersebut dihubungkan dengan kabel / hambatan maka akan terjadi arus listrik sebagai akibat dari beda potensial kedua ujung logam (titik A dan B). Kita dapat memandang sistem dinamis tersebut sebagai sistem yang menghasilkan ggl atau sering disebut sebagai ggl induksi. Ggl ini terjadi bila ada perubahan fluks magnetik tiap satuan waktu. Dapatkah Anda menunjukkan perubahan fluks magnetik yang terjadi pada sistem kawat digerakkan pada gambar tersebut ?



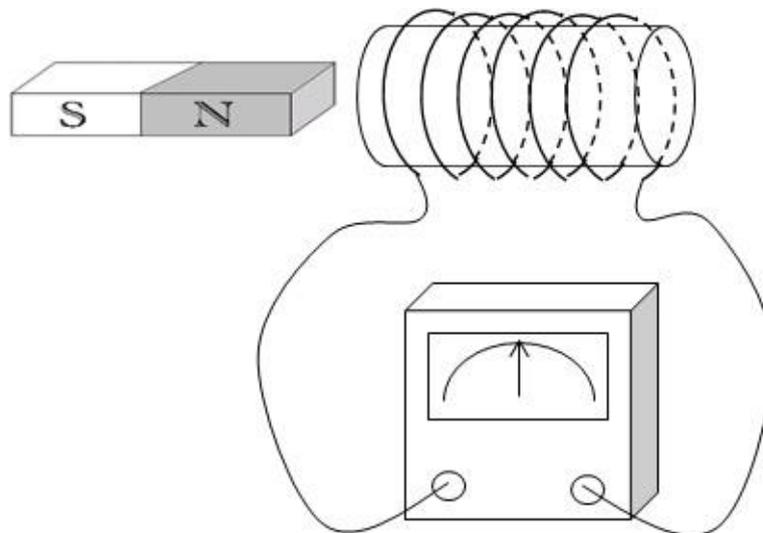
Gambar 5.1. Pengamatan perubahan fluks

Ggl induksi dapat kita ketahui besarnya namun kemana arah arus induksinya? Arah arus induksi inilah yang dapat dijelaskan melalui hukum Lenz, apabila terjadi ggl induksi pada suatu rangkaian maka arah arus induksi yang dihasilkan sedemikian sehingga menentang penyebab efeknya.

#### D. LANGKAH-LANGKAH PERCOBAAN

##### > GGL di ujung-ujung kumparan

1. Hubungkan ujung-ujung kumparan dengan galvanometer seperti Gambar 5.2.

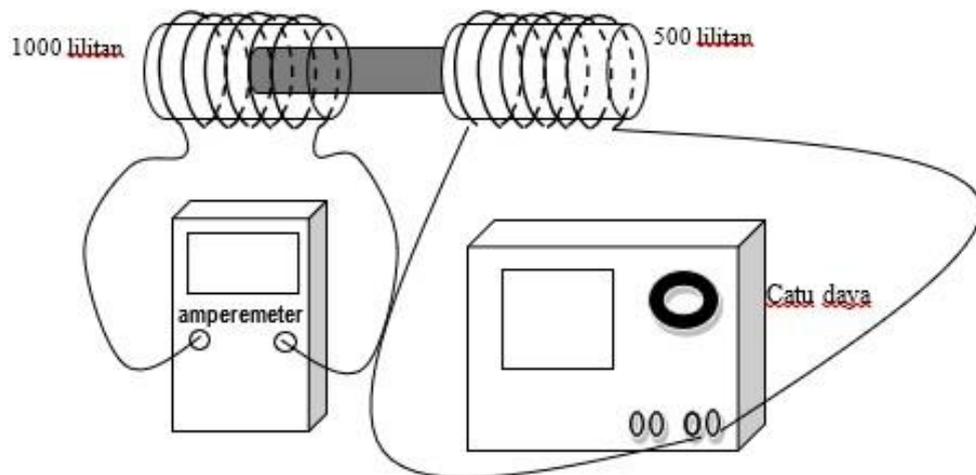


Gambar 5.2. Rangkaian percobaan 1

2. Gerakkan magnet batang keluar masuk kumparan
3. Lakukan kegiatan di atas dengan variasi jumlah lilitan kumparan, dan cepat lambatnya gerakan magnet batang.
4. Amati pula jika magnet batang dimasukkan dalam kumparan kemudian digerakkan terus maju sehingga keluar dari kumparan dari sisi yang lain.
5. Tentukan arah gerakan jarum galvanometer, dengan memperhitungkan kutub utara magnet atau kutub selatan magnet yang akan dimasukkan terlebih dahulu dalam kumparan, perhitungkan pula jumlah lilitan kumparan dan ujung-ujung kumparan yang terhubung dengan galvanometer. (Analisa sesuai kaidah yang dikemukakan pada hukum Lenz)
6. Amati dan tentukan pula arah lilitan dari kumparan sesuai arah gerak jarum galvanometer !

➤ **Induksi Elektromagnetik**

1. Rangkailah percobaan seperti pada gambar 5.3. Pilih keluaran catu daya 2 V AC
2. Atur batas ukur amperemeter menjadi 200 mA AC
3. Nyalakan catu daya
4. Amati amperemeter, adakah arus yang mengalir pada kumparan 1000 lilitan, bila ada catat arus tersebut.
5. Matikan catu daya, masukkan batang ferit ke dalam kumparan-kumparan tersebut.



Gambar 5.3. Rangkaian percobaan 2

6. Ulangi langkah 3 dan 4, bila arus melebihi batas ukur, pindahkan selector ke batas ukur lebih besar.
7. Ulangi langkah 1 sampai 6 dengan variasi lilitan.

### E. TABEL PENGAMATAN

➤ **GGL di ujung-ujung kumparan**

NO.	Jumlah lilitan solenoida	Arah ujung magnet yang dimasukkan ke solenoida	Kecepatan memasukkan ujung magnet	Arah simpangan jarum galvanometer
1	150	Utara	Cepat	
2	150	Utara	Lambat	
3	150	Selatan	Cepat	
4	150	Selatan	Lambat	
5	500	Utara	Cepat	
6	500	Utara	Lambat	
7	500	Selatan	Cepat	
8	500	Selatan	Lambat	
9	1000	Utara	Cepat	
10	1000	Utara	Lambat	
11	1000	Selatan	Cepat	
12	1000	Selatan	Lambat	

➤ **Induksi Elektromagnetik**

$$V = 2 \text{ V AC}$$

No.	Jumlah lilitan solenoida 1 (N <sub>p</sub> )	Jumlah lilitan solenoida 2 (N <sub>s</sub> )	I <sub>p</sub> (A)	I <sub>s</sub> (A)	V <sub>p</sub> (V)	V <sub>s</sub> (V)
1	150	500				
2	150	1000				
3	500	1000				
4	500	150				
5	1000	150				
6	1000	500				

## **F. EVALUASI**

1. Buatlah laporan praktikum Percobaan Faraday yang isinya mencakup:
  - a. Data-data praktikum yang disajikan dalam bentuk tabel, lebih bagus bila ditulis beserta ralat / kesalahan pengukurannya.
  - b. Hasil analisis yang disajikan dalam bentuk grafik, beserta komentar /
  - c. pembahasannya.
2. Jawablah pertanyaan berikut:
  - a. Kondisi yang bagaimana yang diperlukan agar arus terinduksi di dalam sebuah kumparan?
  - b. Apa pengaruh batang ferit terhadap arus di dalam kumparan?
3. Berikanlah pendapat anda tentang pelaksanaan praktikum Percobaan Faraday ini, unsur- unsur apa saja yang perlu dikembangkan untuk memperbaikinya?

<p><b>Optika</b></p> <p><b>6</b></p>	<h1>Cermin</h1>
--------------------------------------	-----------------

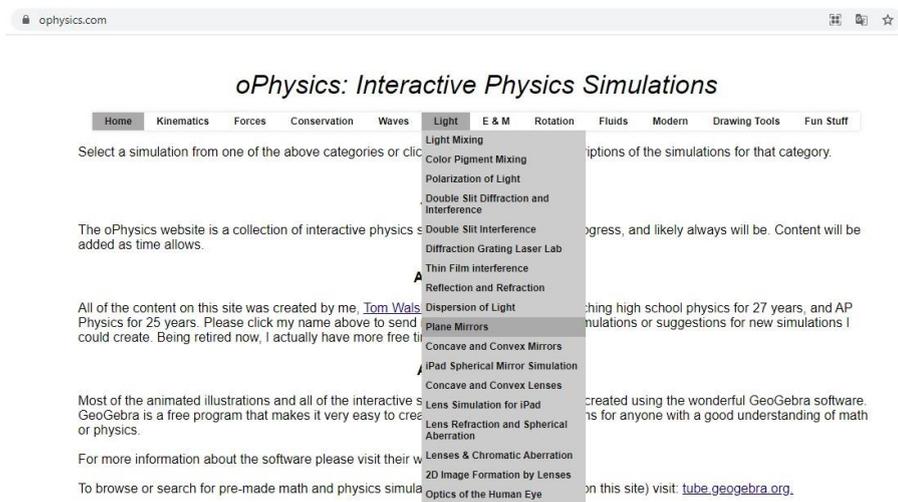
**A. TUJUAN PERCOBAAN**

1. Menentukan pembentukan bayangan pada cermin datar.
2. Menentukan pembentukan bayangan pada cermin cekung.
3. Menentukan pembentukan bayangan pada cermin cembung.

**B. LANGKAH PERCOBAAN**

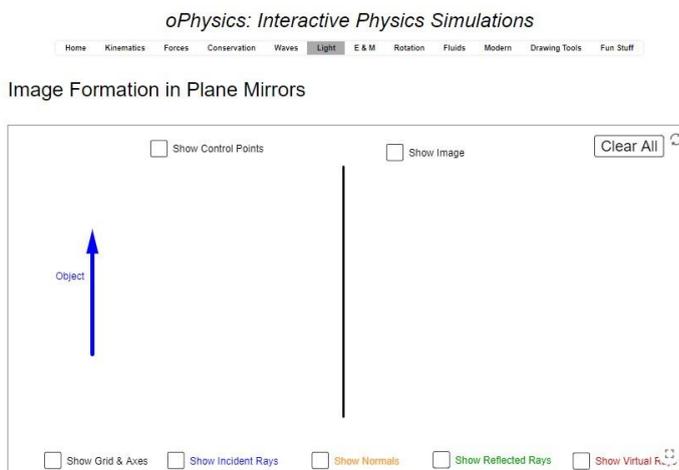
**1. Pembentukan Bayangan pada Cermin Datar**

- a. Buka laman <https://ophysics.com> pada browser, kemudian sorot *Tab Menu Light* dan pilih **Plane Mirrors**, seperti Gambar 6.1.



Gambar 6. 1. Tampilan pilihan menu simulasi cermin datar (*Plane Mirrors*) pada laman <https://ophysics.com>

- b. Berikutnya muncul tampilan seperti Gambar 6.2.



Gambar 6.2. Tampilan simulasi pembentukan bayangan pada cermin datar

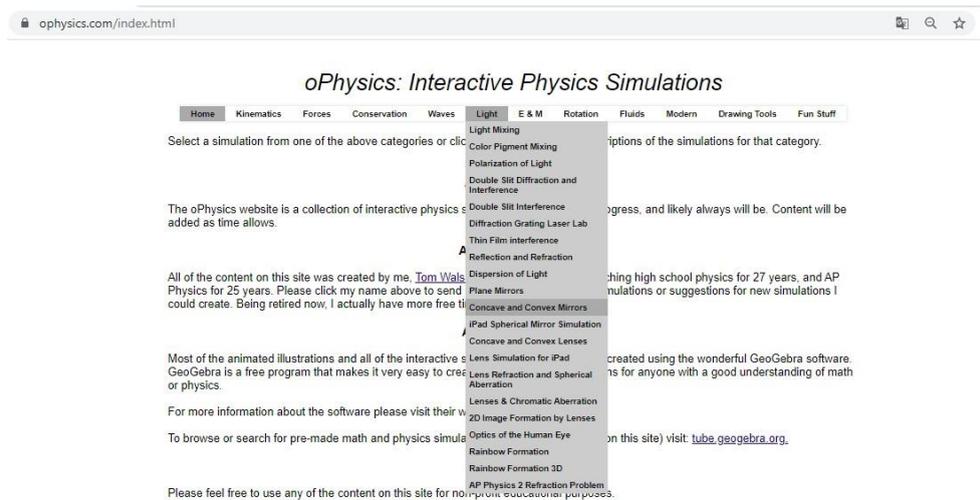
- c. Centang kotak **Show Grid & Axes** untuk memunculkan garis sumbu koordinat beserta skalanya, kemudian letak cermin (garis vertikal warna hitam) dan benda (anak panah warna biru bertuliskan Object) dapat dipindah sesuai dengan kebutuhan.
- d. Centang kotak **Show Control Points** agar dapat menyesuaikan ukuran panjang/pendek cermin dan Object sesuai kebutuhan, dengan jalan menarik titik pada salah satu ujung secara bergantian. Perhatikan bahwa tinggi benda tidak lebih dari 2 kali tinggi cermin.
- e. Setelah setting cermin dan benda siap, centang kotak **Show Incident Rays** untuk mulai menampilkan jalannya sinar datang (warna biru).
- f. Centang kotak **Show Normals** untuk menampilkan garis normal di setiap titik datang pada permukaan cermin (garis putus-putus warna oranye)
- g. Centang kotak **Show Reflected Rays** untuk memperlihatkan jalannya sinar pantul (warna hijau)
- h. Centang kotak **Virtual Rays** untuk menampilkan jalannya perpanjangan sinar pantul (garis putus-putus warna merah)
- i. Centang kotak **Show Image** untuk menampilkan bayangan yang terbentuk
- j. Klik kotak **Clear All** untuk memulai simulasi kembali dari awal
- k. Variasikan tinggi dan letak benda, catat data dalam Tabel 6.1, kemudian analisis sifat bayangan yang terbentuk.

**Tabel 6.1.** Data Pengamatan Simulasi Pembentukan Bayangan pada Cermin Datar

No	Tinggi Benda	Jarak Benda	Tinggi Bayangan	Jarak Bayangan	Sifat Bayangan

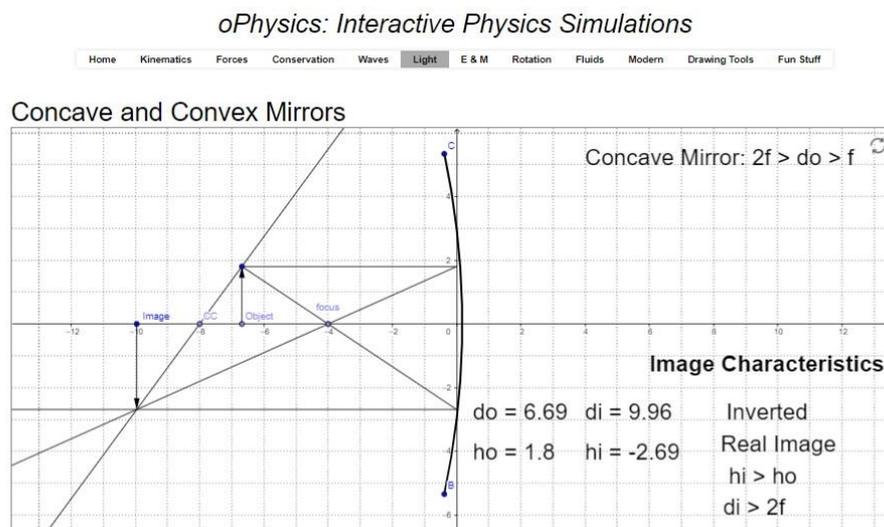
## 2. Pembentukan Bayangan pada Cermin Cekung

- a. Buka aplikasi <https://ophysics.com/> pada browser, kemudian klik Tab Menu Light dan pilih Concave and Convex Mirrors, seperti tampak pada Gambar 6.3.



Gambar 6.3. Tampilan pilihan menu simulasi cermin datar (*Plane Mirrors*) pada laman <https://ophysics.com>

b. Berikutnya muncul tampilan seperti tampak pada Gambar 6.4.



Gambar 6.4. Tampilan simulasi pembentukan bayangan pada cermin cekung

Keterangan:

CC : *Center of Curvature* atau Pusat Kelengkungan

Focus : Titik fokus

Object : Benda

Image : Bayangan

$do$  (*distance of object*) : jarak benda

$ho$  (*height of object*) : tinggi benda

$di$  (*distance of image*) : jarak bayangan

$hi$  (*height of image*) : tinggi bayangan

**Catatan: semua jarak diukur dalam satuan panjang tertentu yang sama**

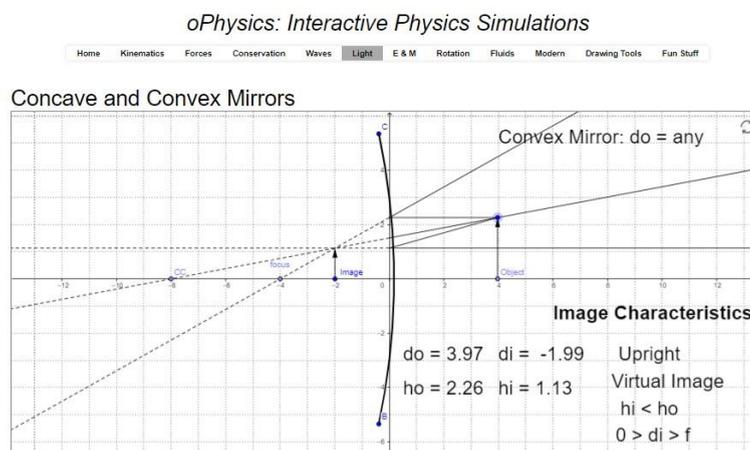
- c. Tentukan jarak fokus tertentu sesuai yang diinginkan dengan menggeser titik fokus, variasikan jarak benda dengan menggeser titik ujung panah, catat semua data dalam Tabel 6.2.

**Tabel 6.2.** Data Pengamatan Simulasi Pembentukan Bayangan pada Cermin Cekung

Jarak Fokus ( $f$ )	Tinggi Benda ( $h_o$ )	Jarak Benda ( $d_o$ )	Jarak Bayangan ( $d_i$ )	Tinggi Bayangan ( $h_i$ )	Sifat Bayangan
$f = \dots\dots$	$h_{o1} = \dots$	....	....	....	....
		....	....	....	....
		....	....	....	....
	$h_{o2} = \dots$	....	....	....	....
		....	....	....	....
		....	....	....	....
	$h_{o3} = \dots$	....	....	....	....
		....	....	....	....
		....	....	....	....

### 3. Pembentukan Bayangan pada Cermin Cembung

- a. Gunakan setting awal seperti simulasi pada cermin cekung, tapi pindahkan benda (Object) pada sisi kanan cermin, seperti Gambar 6.5.



Gambar 6.5. Tampilan simulasi pembentukan bayangan pada cermin cembung

Keterangan:

CC : *Center of Curvature* atau Pusat Kelengkungan

Focus : Titik fokus

Object : Benda

Image : Bayangan

$d_o$  (*distance of object*) : jarak benda

$h_o$  (*height of object*) : tinggi benda

$d_i$  (*distance of image*) : jarak bayangan  
 $h_i$  (*height of image*) : tinggi bayangan

**Catatan:** semua dalam satuan panjang tertentu yang sama

- b. Tentukan jarak fokus tertentu sesuai yang diinginkan dengan menggeser titik fokus, variasikan jarak benda dengan menggeser titik ujung panah, catat semua data dalam Tabel 6.3.

**Tabel 6.3.** Data Pengamatan Simulasi Pembentukan Bayangan pada Cermin Cembung

Jarak Fokus ( $f$ )	Tinggi Benda ( $h_o$ )	Jarak Benda ( $d_o$ )	Jarak Bayangan ( $d_i$ )	Tinggi Bayangan ( $h_i$ )	Sifat Bayangan
$f = \dots\dots$	$h_{o1} = \dots$	....	....	....	....
		....	....	....	....
		....	....	....	....
	$h_{o2} = \dots$	....	....	....	....
		....	....	....	....
		....	....	....	....
	$h_{o3} = \dots$	....	....	....	....
		....	....	....	....
		....	....	....	....

### C. EVALUASI

1. Susun laporan praktikum cermin secara virtual ini dengan cakupan:
  - a) Data-data praktikum yang disajikan dalam bentuk Tabel 1 sampai dengan Tabel 6.3 di atas
  - b) Hasil analisis melalui pembuktian kesesuaian data pada Tabel 6.2 dan Tabel 6.3 dengan rumusan

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i}$$

dengan  $f$  adalah jarak fokus,  $d_o$  jarak benda, dan  $d_i$  jarak bayangan, beserta komentar/pembahasannya.

2. Pilih salah satu data pada Tabel 6.1, kemudian lukis pembentukan bayangan pada cermin datar tersebut secara manual pada laporan.
3. Pilih salah satu data pada Tabel 6.2, kemudian lukis pembentukan bayangan pada cermin cekung tersebut secara manual pada laporan.
4. Pilih salah satu data pada Tabel 6.3, kemudian lukis pembentukan bayangan pada cermin cembung tersebut secara manual pada laporan.
5. Berikanlah pendapat Anda tentang pelaksanaan praktikum cermin secara virtual ini! Unsur-unsur apa saja yang perlu dikembangkan untuk memperbaikinya?

Optik  
**7**

# INDEKS BIAS

## A. TUJUAN PERCOBAAN

1. Menentukan nilai indeks bias kaca plan paralel
2. Menentukan nilai pergeseran pada kaca plan parallel
3. Menentukan nilai indeks bias bahan pembuat prisma
4. Menentukan sudut deviasi minimum pada prisma

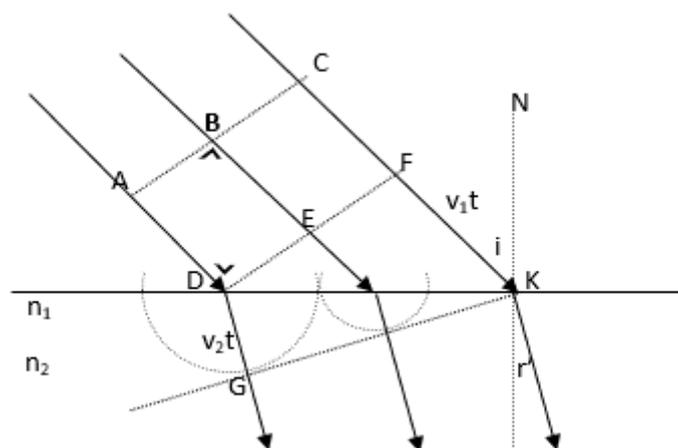
## B. ALAT DAN BAHAN PERCOBAAN

1. Kaca plan paralel
2. Prisma
3. Laser
4. Mistar
5. Busur derajat
6. Beberapa lembar kertas HVS

## C. LANDASAN TEORI

### Pembiasan Gelombang Cahaya

Jika seberkas gelombang cahaya datang pada perbatasan dua medium yang berbeda, misal dari udara ke kaca atau dari udara ke air, maka kecepatan cahaya akan mengalami perubahan sehingga panjang gelombangnya juga berubah. Perubahan panjang gelombang ini akan menyebabkan perubahan arah rambat gelombang. Perhatikan Gambar 7.1



Gambar 7.1. Pembiasan gelombang

Apabila cepat rambat gelombang cahaya di udara  $v_1$  dan di dalam air  $v_2$ , sedangkan waktu yang diperlukan titik F pada front gelombang DEF untuk mencapai titik K adalah  $t$ , maka  $FK = v_1 t$ . Pada waktu yang sama front gelombang yang ditimbulkan oleh titik D pada front gelombang yang sama telah mencapai titik G, sehingga  $DG = v_2 t$ . Pada Gambar 7.1 sudut datang  $i = \angle FDK$  dan sudut bias  $r' = \angle DKG$ , sehingga pada pembiasan gelombang cahaya berlaku hubungan antara sudut datang  $i$  dan sudut bias  $r'$  sebagai berikut :

$$\frac{\sin i}{\sin r'} = \frac{FK/DK}{DG/DK} = \frac{FK}{DG} = \frac{FK}{v_2 t} = \frac{v_1 t}{v_2 t} = \frac{v_1}{v_2} \quad (7.1)$$

Indeks bias medium didefinisikan sebagai

$$n = \frac{c}{v} \quad (7.2)$$

dengan  $c$  adalah cepat rambat cahaya dalam vakum, dan  $v$  adalah cepat rambat cahaya dalam medium tersebut, maka persamaan (7.1) dapat ditulis

$$\frac{\sin i}{\sin r'} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{c/v_2}{c/v_1} = \frac{n_2}{n_1} \quad (7.3)$$

$\frac{n_2}{n_1}$  disebut sebagai indeks bias relatif medium 2 terhadap medium 1

Persamaan (7.4) dapat juga ditulis sebagai

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r' \quad (7.4)$$

Dengan  $n_1$  adalah indeks bias mutlak medium pertama, dan  $n_2$  adalah indeks bias mutlak medium kedua.  $n_{\text{udara}} (0^\circ\text{C}, 76 \text{ cm Hg}) = 1,000292$ .

Rapat optis medium transparan (bening) merupakan ukuran dari indeks biasnya, artinya jika indeks bias tinggi, maka rapat optis juga tinggi dan sebaliknya. Tabel 7.1 menunjukkan indeks bias beberapa bahan terhadap vakum untuk panjang gelombang (cahaya natrium) 589 nm.

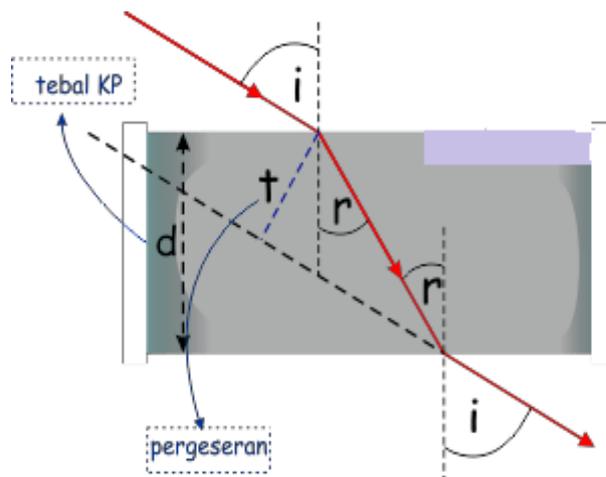
Tabel 7.1. Beberapa indeks bias untuk  $\lambda = 589 \text{ nm}$

Medium	Indeks bias
Air	1,44
Etil alcohol	1,46
Karbon bisulfida	1,64
Udara	1,0004
Natrium khlorida	1,54
Kaca	1,54

### Pembiasan oleh kaca Plan Paralel

Kaca plan paralel adalah benda yang terbuat dari kaca berbentuk kubus dengan 6 sisi yang rata dengan sisi yang berhadapan sejajar. Peristiwa yang terjadi ketika seberkas sinar melewati sebuah kaca plan paralel adalah sinar tersebut akan mengalami pergeseran. Cahaya atau berkas sinar akan mengalami 2 kali pembiasan oleh dua medium yang berbeda kerapatannya. Pembiasan pertama terjadi ketika berkas cahaya dari udara menuju kaca dan pembiasan kedua terjadi saat berkas cahaya meninggalkan kaca menuju udara.

Ilustrasi pembiasan cahaya pada kaca plan paralel dapat dilihat pada gambar 7.2 di bawah ini :



Gambar 7.2 Pembiasan oleh kaca plan paralel

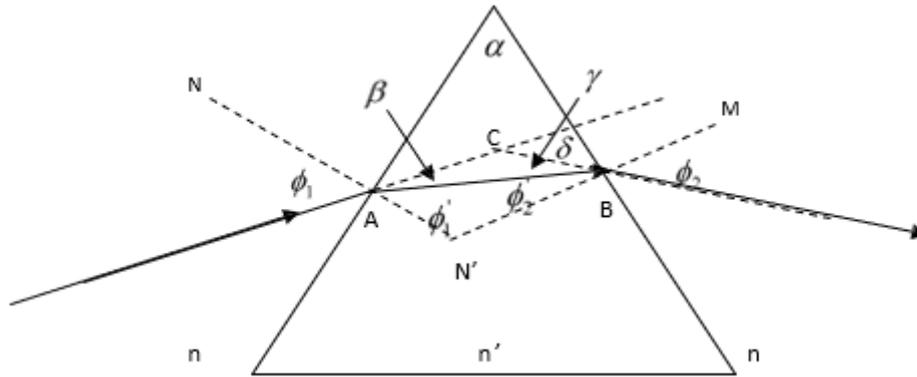
Terlihat bahwa berkas cahaya yang masuk dengan berkas cahaya yang keluar dari kaca plan paralel adalah sejajar. Berkas cahaya hanya mengalami pergeseran sebesar  $t$  (besaran panjang). Jika berkas cahaya datang dengan sudut  $i$  maka rumus pergeseran adalah:

$$t = \frac{d \sin(i-r)}{\cos r} \quad (7.5)$$

Dengan ketebalan kaca plan paralel adalah  $d$ .

### Pembiasan oleh Prisma

Dalam suatu prisma, dua permukaan mengapit satu sudut yang sama, sehingga deviasi yang diakibatkan oleh permukaan pertama tidak dihilangkan oleh permukaan kedua, tetapi justru diperbesar. Pada Gambar 7.3 kita perhatikan jalannya cahaya monokromatis yang melalui sebuah prisma.



Gambar 7.3. Pembiasan pada prisma

Cahaya datang pada permukaan pertama, dan keluar dari prisma dari permukaan kedua. Pembiasan pada permukaan pertama, berlaku

$$n \sin \phi_1 = n' \sin \phi_1' \quad (7.6)$$

$$\frac{\sin \phi_1}{\sin \phi_1'} = \frac{n'}{n} \quad (7.7)$$

Pembiasan pada permukaan kedua berlaku

$$n' \sin \phi_2' = n \sin \phi_2 \quad (7.8)$$

$$\frac{\sin \phi_2}{\sin \phi_2'} = \frac{n'}{n} \quad (7.9)$$

Sudut deviasi  $\delta$ , adalah sudut yang dibentuk oleh sinar datang dan sinar yang dibiaskan oleh prisma. Kita akan menentukan besarnya sudut deviasi tersebut dengan memperhatikan geometri jalannya sinar monokromatik pada Gambar 7.3. Perhatikan  $\Delta ABC$ :

$$\beta = \phi_1 - \phi_1' \quad (7.10)$$

$$\gamma = \phi_2 - \phi_2' \quad (7.11)$$

$$\delta = \beta + \gamma \quad (7.12)$$

$\alpha$  adalah sudut pembias prisma yang besarnya

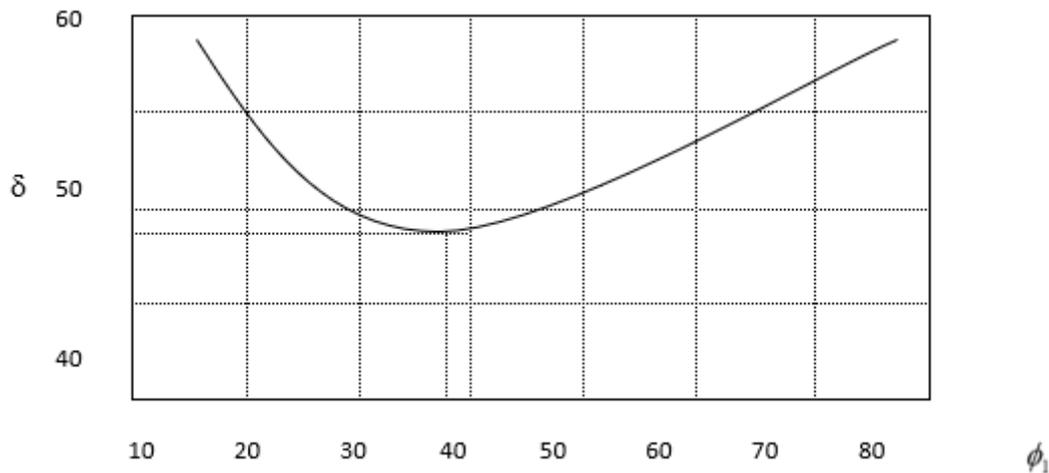
$$\alpha = \phi_1' + \phi_2' \quad (7.13)$$

Dengan mengalihkan persamaan (7.10), (7.11) dan (7.13) ke persamaan (7.12), maka akan kita dapatkan besarnya sudut deviasi sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \delta &= (\phi_1 - \phi_1') + (\phi_2 - \phi_2') \\ \delta &= \phi_1 + \phi_2 - (\phi_1' + \phi_2') \\ \delta &= \phi_1 + \phi_2 - \alpha \end{aligned} \quad (7.14)$$

### Deviasi minimum

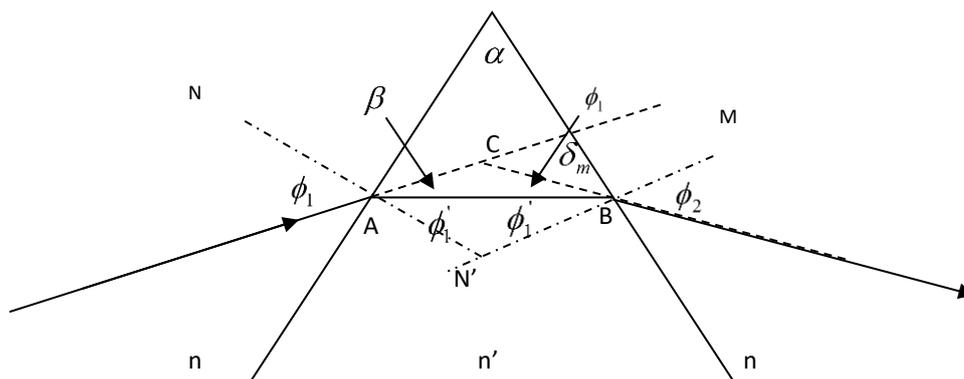
Besarnya sudut deviasi yang terjadi ternyata bervariasi, jika sudut datang diperbesar, maka besarnya sudut deviasi akan berkurang, akhirnya akan mencapai minimum, kemudian membesar lagi. Jika digambarkan dalam grafik antara sudut datang dengan sudut deviasi, adalah seperti Gambar 7.4.



Gambar 7.4. Grafik sudut deviasi yang dihasilkan oleh prisma dengan sudut pembias  $60^\circ$  dan indeks bias = 1,50, diperoleh deviasi minimum  $\delta_m = 47,2^\circ$

Sudut deviasi mencapai minimum, jika cahaya memotong prisma secara simetri seperti dilukiskan pada Gambar 7.5, sehingga dalam hal ini berlaku

$$\phi_1 = \phi_2, \quad \phi_1' = \phi_2' \quad \text{dan} \quad \beta = \gamma \quad (7.15)$$



Gambar 7.5. Geometri cahaya yang melewati prisma dan membentuk deviasi minimum

Dalam  $\Delta ABC$ , tampak bahwa

$$\text{Pelurus } \delta_m = 180^\circ - \delta_m = 180^\circ - (\beta + \gamma) \quad (7.16)$$

Dalam  $\Delta ABN'$ , tampak bahwa

$$\text{Pelurus } \alpha = 180^\circ - \alpha = 180^\circ - (\phi_1' + \phi_2') \quad (7.17)$$

Sehingga

$$\alpha = 2\phi_1', \quad \phi_1' = \frac{1}{2}\alpha$$

$$\delta_m = 2\beta, \quad \beta = \frac{1}{2}\delta_m$$

$$\phi_1 = (\phi_1' + \beta), \text{ atau } \phi_1 = \frac{1}{2}(\alpha + \delta_m) \quad (7.18)$$

Menurut hukum Snellius, pembiasan pada permukaan pertama berlaku persamaan

$$\frac{\sin \phi_1}{\sin \phi_1'} = \frac{n'}{n}$$

Sehingga

$$\frac{n'}{n} = \frac{\sin \frac{1}{2}(\alpha + \delta_m)}{\sin \frac{1}{2}\alpha} \quad (7.19)$$

Dengan  $\alpha$  = sudut pembias prisma

$\delta_m$  = sudut deviasi minimum

Untuk prisma dengan sudut pembias kecil (prisma tipis), persamaan (7.20) dapat dituliskan sebagai:

$$\frac{n'}{n} = \frac{(\alpha + \delta_m)}{\alpha} \quad (7.20)$$

Dan untuk prisma tipis di udara ( $n_{\text{udara}} = 1$ )

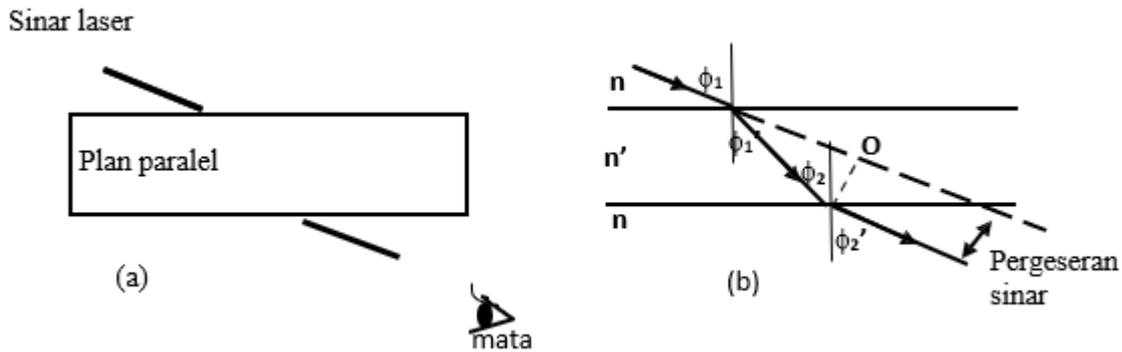
$$\delta_m = (n' - 1)\alpha \quad (7.21)$$

Dengan  $n'$  indeks bias prisma

## D. LANGKAH PERCOBAAN

### 1. Indeks bias kaca plan paralel

- Siapkan selembar kertas HVS yang masih kosong dan bersih, letakkan di atas meja. Letakkan kaca plan paralel di atas meja tersebut. Kemudian buat gambar pada kertas HVS seperti yang ditunjukkan Gambar 7.6. Diawali menggambar segi empat dengan cara menggaris tepi kaca plan paralel.
- Buatlah garis normal tegak lurus terhadap kaca plan paralel.
- Ukur sudut datang yang diinginkan terhadap garis normal kemudian nyalakan laser mengenai kaca plan paralel (sesuai sudut datang yang telah diukur)
- Dari sisi yang berseberangan lihatlah arah datangnya sinar laser tersebut, dan tandai.
- Ukur sudut sudut bias dengan menggunakan busur pengukur sudut. Ukur pula jarak pergeseran pada kaca plan paralel. Catat hasil pengukuran Anda pada tabel 7.1.

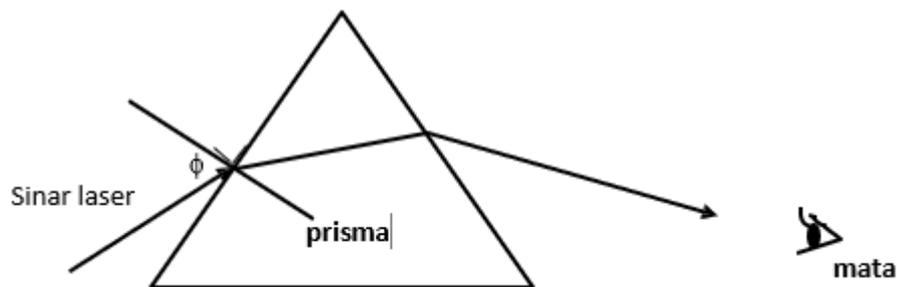


Gambar 7.6 kema susunan percobaan pntuan indeks bias kaca plan paralel

- Arah sinar laser sebagai representasi benda dan bayangan
- Analisis jalannya sinar dan besarnya sudut datang dan sudut bias serta pergeseran

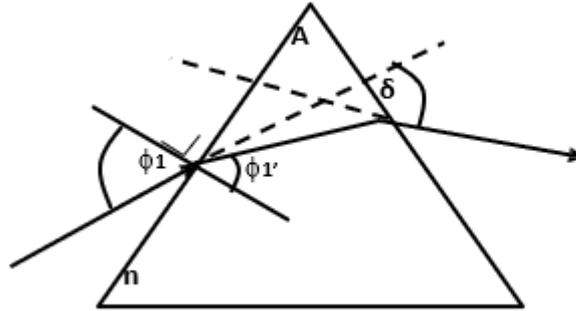
## 2. Indeks bias Prisma

- Siapkan selembar kertas HVS yang masih kosong dan bersih, letakkan di atas meja. Letakkan prisma di atas kertas tersebut. Gambar segitiga dengan cara menggaris tepi prisma seperti pada Gambar 7.7.



Gambar 7.7 Skema susunan alat percobaan penentuan indeks bias

- Buatlah garis normal tegak lurus terhadap prisma.
- Ukur sudut datang yang diinginkan terhadap garis normal kemudian nyalakan laser mengenai prisma (sesuai sudut datang yang telah diukur)
- Dari sisi yang berseberangan lihatlah arah datangnya sinar laser tersebut, dan tandai.
- Ukur sudut bias ( $\phi_1'$ ) dengan menggunakan busur pengukur sudut. Ukur pula sudut deviasinya ( $\delta$ ) dengan menambahkan gambar seperti Gambar 7.8. Catat hasil pengukuran Anda pada tabel 7.2.
- Lakukan kegiatan a/s/d e untuk beberapa sudut datang yang berbeda yaitu: sudut datang  $30^\circ$ ,  $35^\circ$ ,  $40^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $50^\circ$  dan  $55^\circ$
- Buatlah grafik hubungan antara sudut datang ( $\phi_1$ ) terhadap sudut deviasi ( $\delta$ ) untuk mengetahui sudut deviasi minimumnya.
- Dari hasil percobaan tersebut, berapakah besarnya sudut deviasi minimum?
- Dengan persamaan (7.19), hitunglah nilai indeks bias bahan prisma!



Gambar 7.8 Analisis jalannya sinar dan sudut deviasi prisma,  $\phi_1$  adalah sudut datang yang mengenai permukaan prisma,  $\phi_1'$  adalah sudut bias,  $\delta$  adalah sudut deviasi prisma

## E. TABEL PENGAMATAN

### 1. Indeks bias plan paralel

Tabel 7.1. Data pengamatan percobaan plan paralel

$\theta_1$ (sdt datang)	$\theta_1'$ (sdt bias)	t (pergeseran)
30 °		
35 °		
40 °		
45 °		
50 °		
55 °		

### 2. Indeks bias prisma

Tabel 7.2. Data pengamatan percobaan prisma

$\theta_1$ (sdt datang)	$\theta_1'$ (sdt bias)	$\delta$ (sudut deviasi)
30 °		
35 °		
40 °		
45 °		
50 °		
55 °		

## **F. EVALUASI**

1. Buatlah laporan praktikum indeks bias yang isinya mencakup:
  - a. Data-data praktikum yang disajikan dalam bentuk tabel, lebih bagus bila ditulis beserta ralat / kesalahan pengukurannya.
  - b. Hasil analisis yang disajikan dalam bentuk grafik, beserta komentar / pembahasannya.
2. Jawablah pertanyaan berikut:
  - a. Jelaskan konsep tentang pembiasan gelombang? Berikan contoh adanya pembiasan gelombang dalam kehidupan sehari-hari!
  - b. Jelaskan apa yang anda ketahui tentang konsep indeks bias secara detail (sertakan persamaan-persamaan yang digunakan serta makna fisisnya)!
  - c. Jelaskan apa yang dinamakan sudut deviasi? Bilamana akan terjadi deviasi minimum?
3. Berikanlah pendapat anda tentang pelaksanaan praktikum indeks bias ini, unsur-unsur apa saja yang perlu dikembangkan untuk memperbaikinya?

<b>Optik</b>  <b>8</b>	<h1 style="margin: 0;">LENSA</h1>
------------------------------	-----------------------------------

**A. TUJUAN PERCOBAAN**

1. Menentukan jarak fokus lensa cembung.
2. Menentukan jarak fokus lensa cekung.

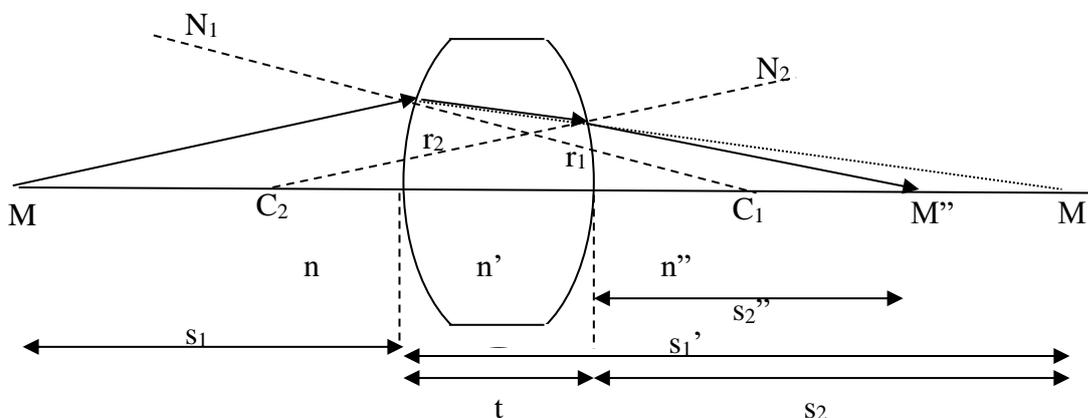
**B. ALAT DAN BAHAN PERCOBAAN**

1. Lensa cembung, bisa juga menggunakan lensa kacamata positif 3 dioptri (+3) atau lebih
2. Lensa cekung, bisa juga menggunakan kacamata negatif 3 dioptri (-3) atau lebih
3. Mistar
4. Sumber cahaya (lilin)
5. Layar (penangkap bayangan)

**C. LANDASAN TEORI**

Lensa adalah benda transparan (bening) yang dibatasi dengan dua permukaan lengkung. Suatu lensa dengan ketebalan yang dianggap kecil bila dibandingkan dengan jarak-jarak yang berhubungan dengan sifat-sifat lensa (contoh: jari-jari kelengkungan, jarak fokus 1 dan jarak fokus 2, jarak benda, dan jarak bayangan), maka lensa tersebut dinamakan lensa tipis. Ketebalan lensa tipis dapat diabaikan.

Gambar 8.1 menunjukkan sebuah lensa yang dibatasi dua permukaan lengkung dengan jari-jari lengkung pertama  $r_1$  dan jari-jari lengkung kedua  $r_2$ , indeks bias bahan lensa  $n'$ . Medium di sebelah kiri lensa berindeks bias  $n$  dan di sebelah kanan lensa  $n''$ . Bayangan yang dibentuk oleh lensa, terjadi oleh pembiasan masing-masing permukaan lengkung.



Gambar 8.1. Geometri terjadinya bayangan pada lensa

Cahaya yang berasal dari titik sumber M dibiaskan oleh permukaan lengkung pertama dan bayangan berada di M', sehingga berlaku persamaan

$$\frac{n}{s_1} + \frac{n'}{s_1'} = \frac{n'-n}{r_1} \quad (8.1)$$

Oleh permukaan lengkung kedua, bayangan M' dianggap sebagai benda, sehingga jarak benda dari permukaan kedua adalah  $s_2 = -(s_1' - t)$ ,  $t$  adalah ketebalan lensa, yang dalam pembahasan lensa tipis  $t$  dianggap berharga nol, maka  $s_2 = -s_1'$ .

Pembiasan oleh permukaan lengkung kedua berlaku persamaan

$$\frac{n'}{s_2} + \frac{n''}{s_2''} = \frac{n''-n'}{r_2} \quad (8.2)$$

$$\text{atau} \quad \frac{n'}{-s_1'} + \frac{n''}{s_2''} = \frac{n''-n'}{r_2} \quad (8.3)$$

Pembiasan oleh dua permukaan lengkung berlaku

$$\frac{n}{s_1} + \frac{n'}{s_1'} + \frac{n'}{-s_1'} + \frac{n''}{s_2''} = \frac{n'-n}{r_1} + \frac{n''-n'}{r_2}$$

$$\text{Atau} \quad \frac{n}{s_1} + \frac{n''}{s_2''} = \frac{n'-n}{r_1} + \frac{n''-n'}{r_2} \quad (8.4)$$

Dimana  $r_1$  dan  $r_2$  masing adalah jari-jari lengkung pertama dan kedua.

Jika jarak benda  $s_1$  dinyatakan dengan  $s$ , dan jarak bayangan akhir  $s_2''$  dinyatakan dengan  $s'$ , maka persamaan (8.4) dapat dituliskan

$$\frac{n}{s} + \frac{n''}{s'} = \frac{n'-n}{r_1} + \frac{n''-n'}{r_2} \quad (8.5)$$

Jika medium di sekitar lensa adalah sama sehingga  $n = n''$ , maka persamaan (8.5) dapat dituliskan

$$\frac{n}{s} + \frac{n}{s'} = \frac{n'-n}{r_1} + \frac{n-n'}{r_2}, \text{ atau } \frac{n}{s} + \frac{n}{s'} = (n'-n) \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \quad (8.6)$$

Jika medium lensa adalah udara, maka  $n = 1$ , maka persamaan (8.6) dapat dinyatakan dengan

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = (n'-1) \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \quad (8.7)$$

Jika benda terletak di tak hingga, maka bayangan akan terletak di titik fokus atau jarak bayangan adalah  $f$ , dan persamaan (8.7) dapat ditulis

$$\frac{1}{f} = (n'-1) \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \quad (8.8)$$

Jika ruas kanan persamaan (8.7) digantikan dengan ruas kiri persamaan (8.8), maka persamaan (8.7) dapat dituliskan sebagai

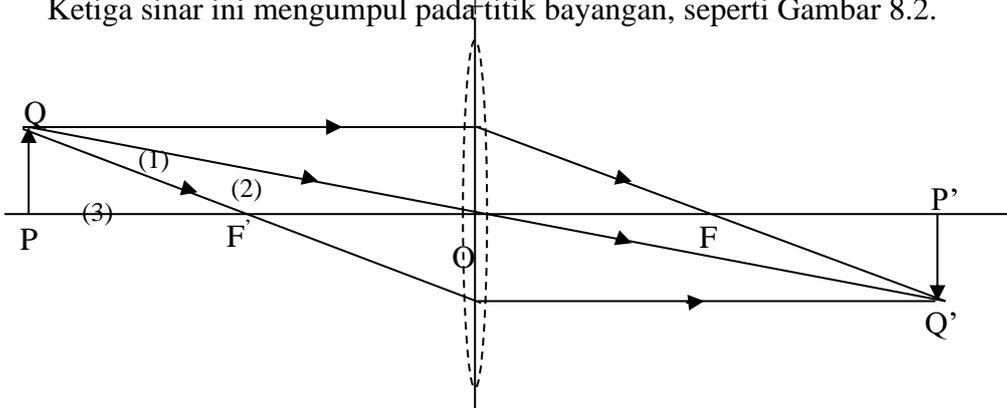
$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f} \quad (8.9)$$

### Diagram-diagram Sinar untuk Lensa

Untuk menentukan letak bayangan yang dibentuk oleh lensa dengan metode grafik, kita gunakan tiga sinar utama. Untuk penyederhanan, karena lensa tipis maka dapat kita anggap bahwa sinar berbelok pada bidang yang melalui pusat lensa. Untuk lensa positif, sinar-sinar utamanya adalah sebagai berikut.

- (1) Sinar datang sejajar sumbu utama akan dibiaskan melalui titik fokus lengkung pertama (F).
- (2) Sinar datang menuju pusat lensa (O) akan diteruskan (lurus).
- (3) Sinar datang melalui titik fokus lengkung kedua (F') akan dibiaskan sejajar dengan sumbu utama.

Ketiga sinar ini mengumpul pada titik bayangan, seperti Gambar 8.2.

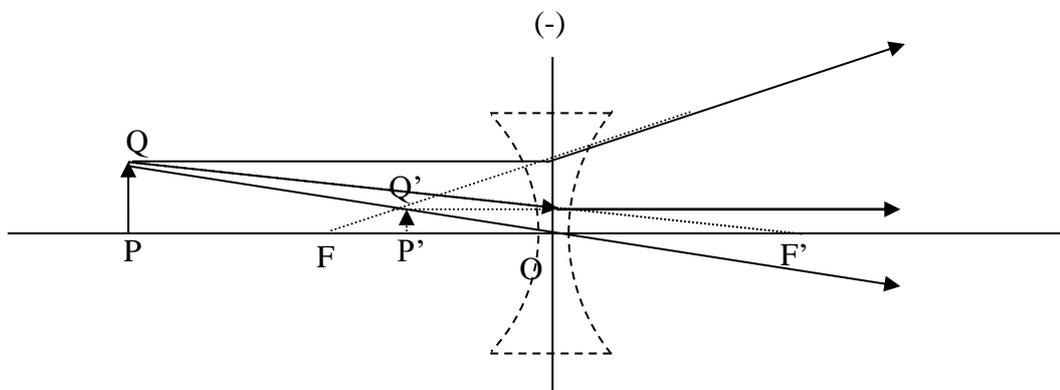


Gambar 8.2. Sinar-sinar utama untuk lensa positif

Untuk lensa negatif (divergen), sinar-sinar utamanya adalah sebagai berikut.

- (1) Sinar datang sejajar sumbu utama akan dibiaskan seolah-olah berasal dari titik fokus lengkung pertama (F).
- (2) Sinar datang menuju pusat lensa (O) akan diteruskan (lurus).
- (3) Sinar datang menuju titik fokus lengkung kedua (F') akan dibiaskan sejajar dengan sumbu utama.

Perpotongan perpanjangan ketiga sinar ini membentuk bayangan maya, seperti ditunjukkan pada Gambar 8.3.

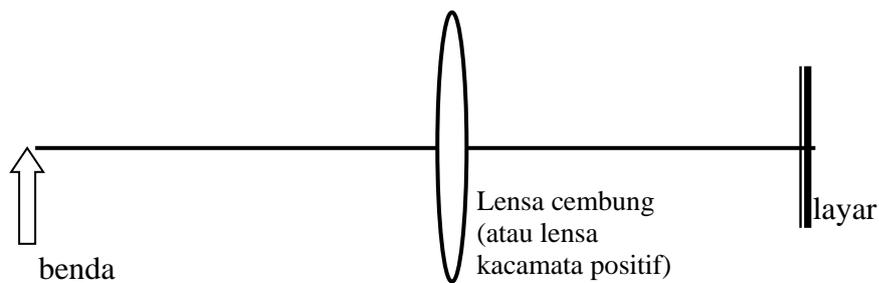


Gambar 8.3. Sinar-sinar utama untuk lensa negatif

## D. LANGKAH PERCOBAAN

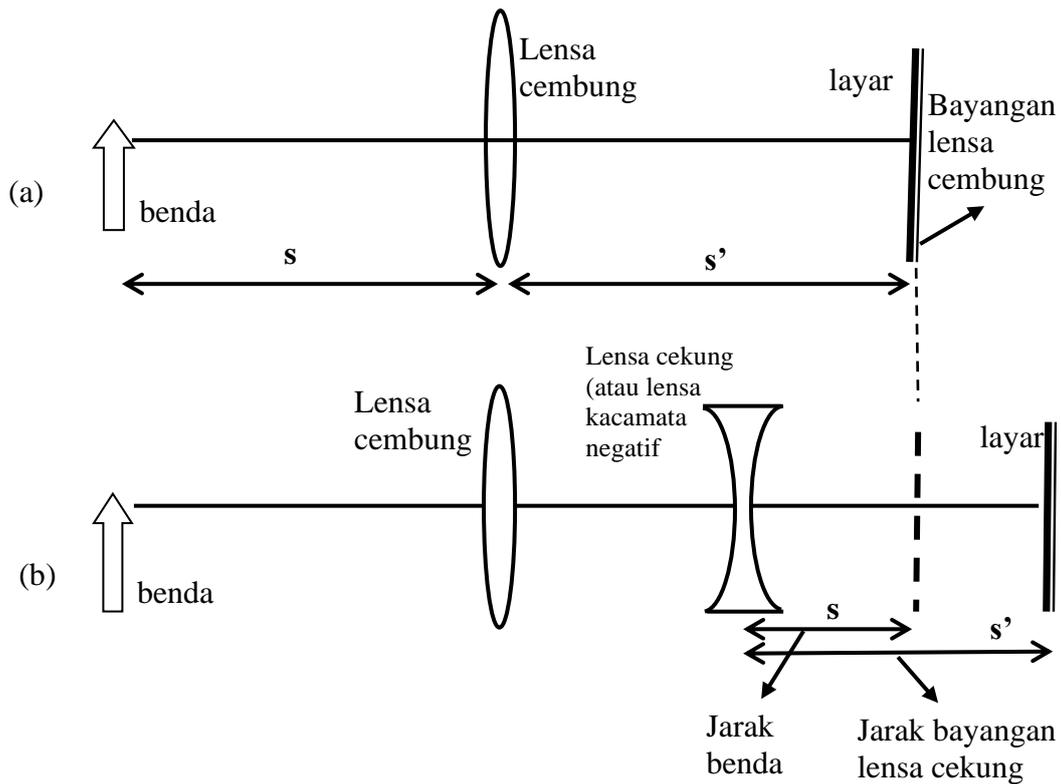
### 1. Menentukan jarak fokus lensa cembung dan mengetahui sifat-sifat bayangannya

- Pasanglah lensa cembung pada bangku optik. Jika tidak ada bisa digunakan lensa kacamata positif. Hadapkan lensa tersebut ke lilin yang menyala (sebagai benda).
- Pasanglah layar penangkap bayangan di belakang lensa cembung, geserlah layar mendekat/menjauh dari lensa sehingga diperoleh bentuk bayangan yang paling jelas dan tajam.



Gambar 8.4 skema susunan alat percobaan penentuan fokus lensa

- Ukurlah jarak benda dari lensa ( $s$ ) dan jarak bayangan dari lensa ( $s'$ ). Ulangilah percobaan beberapa kali dengan mengubah jarak benda.
  - Catat semua data percobaan dalam bentuk tabel! Tabel memuat antara lain data jarak benda, jarak bayangan, dan sifat bayangan.
- ### 2. Menentukan jarak fokus lensa cekung dan mengetahui sifat-sifat bayangannya
- Hadapkan lensa cembung di depan lilin yang menyala (sebagai benda). Tangkaplah bayangan dengan layar, geser mendekat/menjauh sehingga diperoleh bayangan yang paling jelas/tajam. Tandai dan ukurlah jarak benda dari lensa ( $s_1$ ) dan jarak bayangan dari lensa ( $s_1'$ ). (Lensa cembung bisa digunakan lensa kacamata positif).
  - Jadikan bayangan benda oleh lensa pada langkah (a) sebagai benda maya untuk lensa cekung dengan cara meletakkan lensa cekung di belakang lensa cembung dekat dengan layar (lensa cekung diletakkan di antara lensa cembung dan layar), sehingga bayangan pada layar oleh lensa cembung menjadi kabur.
  - Geserlah layar (ke depan atau ke belakang) sehingga diperoleh kembali bayangan yang paling jelas. Bayangan yang terakhir ini adalah bayangan benda maya oleh lensa cekung.



Gambar 8.5 skema susunan alat percobaan penentuan jarak fokus lensa

- e. Ukurlah jarak benda maya dari lensa cekung ( $s_2$ ) dan jarak bayangan terakhir dari lensa cekung ( $s_2'$ ). Ulangilah percobaan beberapa kali dengan mengubah jarak benda maya ke lensa cekung.
- f. Catat semua data percobaan dalam bentuk tabel! Tabel memuat antara lain data jarak benda, jarak bayangan, dan sifat bayangan.

## E. PENYUSUNAN LAPORAN

Susunlah laporan percobaan yang berisi paling tidak jawaban atas pertanyaan-pertanyaan berikut ini.

Percobaan lensa cembung

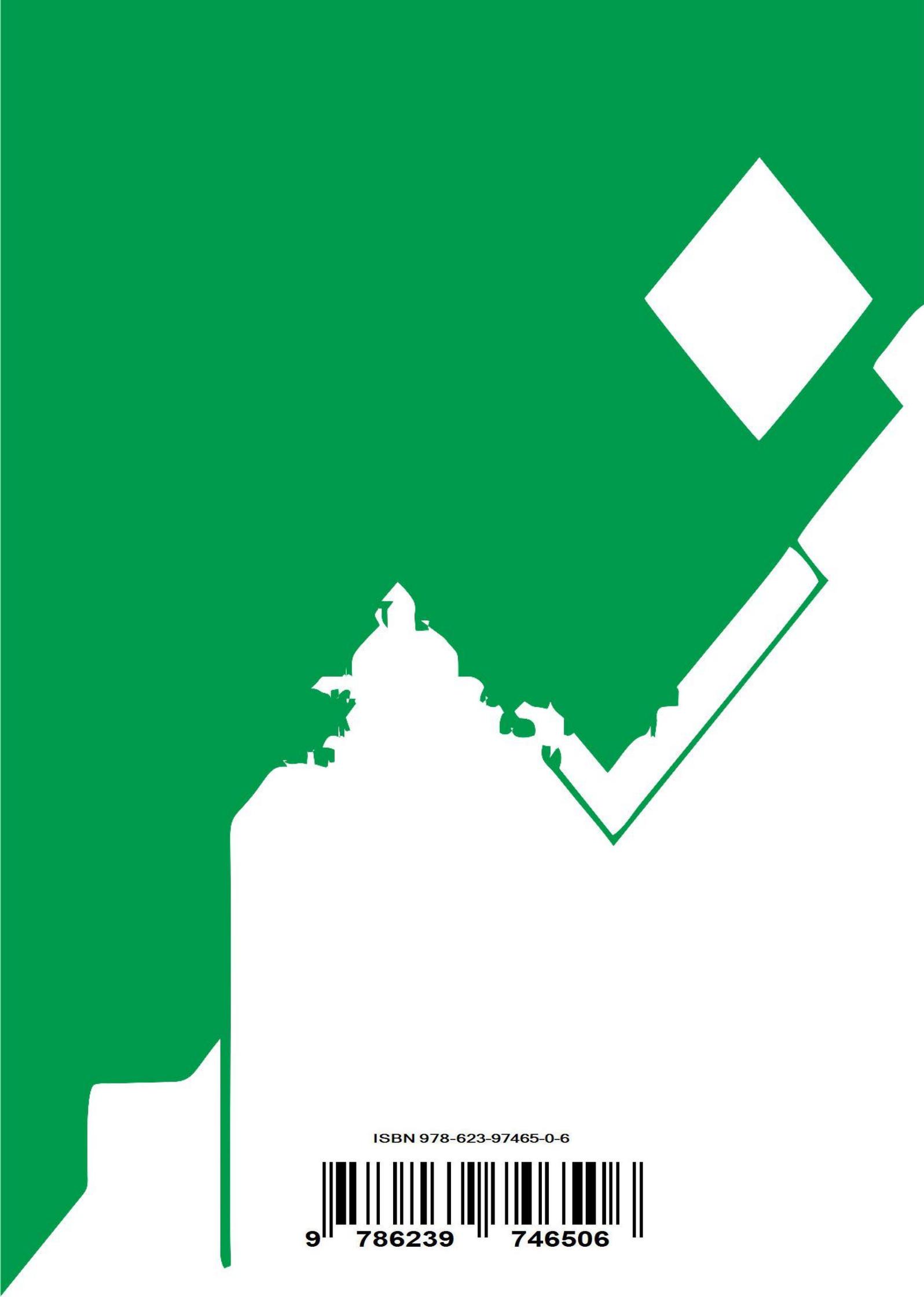
1. Berdasarkan tabel data percobaan, hitung jarak fokus lensa cembung!
2. Hitung taksiran ketidakpastian dari hasil percobaan Saudara ( $\Delta x$ )!
3. Tuliskan jarak fokus lensa hasil percobaan Saudara dalam bentuk  $(x \pm \Delta x)$ !
4. Berdasarkan data dan hasil percobaan, gambarkan pembentukan bayangan pada percobaan lensa cembung menggunakan dua sinar utama dengan skala ukuran yang proporsional sesuai data!
5. Berdasarkan gambar yang Saudara buat, bagaimana sifat bayangan yang terjadi?
6. Jika ada ketidaksesuaian hasil percobaan dengan teori, bahaslah kemungkinan-kemungkinan penyebabnya!
7. Jika Saudara mempunyai kesempatan untuk mengulang percobaan ini, apa saja yang akan Saudara lakukan sebagai upaya perbaikan?

Percobaan lensa cekung

1. Berdasarkan tabel data percobaan, hitung jarak fokus lensa cekung.
2. Hitung taksiran ketidakpastian dari hasil percobaan Saudara ( $\Delta x$ )!
3. Tuliskan jarak fokus lensa hasil percobaan Saudara dalam bentuk  $(x \pm \Delta x)$ !
4. Berdasarkan data dan hasil percobaan, gambarkan pembentukan bayangan pada percobaan lensa cekung menggunakan dua sinar utama dengan skala ukuran yang proporsional sesuai data!
5. Berdasarkan gambar yang Saudara buat, bagaimana sifat bayangan yang terjadi?
6. Apakah perbedaan antara bayangan nyata dan bayangan maya?
7. Apakah fungsi lensa cembung pada percobaan lensa cekung?
8. Jika ada ketidaksesuaian hasil percobaan dengan teori, bahaslah kemungkinan-kemungkinan penyebabnya!
9. Jika Saudara mempunyai kesempatan untuk mengulang percobaan ini, apa saja yang akan Saudara lakukan sebagai upaya perbaikan?

## DAFTAR PUSTAKA

1. Bambang Purwadi,dkk. 2002. **Panduan Fisika Dasar di Universitas Gadjah Mada.** Yogyakarta : Laboratorium Fisika Dasar.
2. David Halliday, Robert Resnick, dan Jearl Walker. 2011. **Fundamentals of Physics 9<sup>th</sup> ed.** USA: John Wiley & Sons.
3. Giancoli DC. 2005. **Physics: Principles with applications 6<sup>th</sup> ed.** NJ: Pearson Education, Inc.
4. Halliday & Resnick, 1978, **Fisika**, Edisi ketiga, jilid 1 (Terjemahan Pantur Silaban Ph.D), hal 46, Erlangga, Jakarta.
5. Hikam M, dkk. 2000. **Buku Pedoman Praktikum Fisika Dasar.** Depok : Laboratorium Fisika Dasar FMIPA Universitas Indonesia.
6. Nelkon M. & Parker P., 1975, **Advanced Level Physics** , pp 174 - 176, Thrid Edition, Heinemann Educational Books, London.
7. Paul A. Tipler dan Gene Mosca. 2004. **Physics for Scientist and Engineers 5<sup>th</sup> ed.** USA: W. H. Freeman and Company.
8. Raymond A. Serway dan John W. Jewett, Jr. 2014. **Physics for Scientist and Engineers with Modern Physics 9<sup>th</sup> ed.** USA: Brooks/Cole.
9. Rosyid MF, Firmansyah E, Probowo YD. 2015. **Fisika Dasar: Mekanika.** Yogyakarta: Penerbit Periuk.
10. Young HD and Freedman RA, 2012, *University Physics with modern physics 13th ed.* Pearson Education, Inc., San Francisco, CA 94111.



ISBN 978-623-97465-0-6

