

**BUKU PETUNJUK PRAKTIKUM  
FISIKA UNTUK BIOLOGI**



Oleh:  
Tim Penyusun Buku Petunjuk Praktikum  
Program Studi Tadris Biologi

**PROGRAM STUDI TADRIS BIOLOGI  
FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN  
INSTITUT AGAMA ISLAM NEGERI JEMBER  
2018**

Buku Petunjuk Praktikum  
**FISIKA UNTUK BIOLOGI**

Oleh:  
Tim Penyusun Buku Petunjuk Praktikum  
Program Studi Tadris Biologi

*Dr. H. Abdullah, S.Ag., M.H.I.*  
*Khoirul Faizin, M.Ag.*  
*Suwarno, M.Pd.*  
*Drs. Sarwan, M.Pd.*  
*Hafidz, S.Ag., M.Pd.I.*  
*Imron Rosady, S.Ag., M.Pd.I.*  
*Drs. Moh. Ansori*  
*Marita Fitriana, S.E.*  
*Wiwin Maisyaroh, M.Si.*  
*Vivin Dwi Suyanti, S.Pd.*  
*Bayu Sandika, M.Si.*  
*Heni Setyawati, S.Si., M.Pd.*  
*Husni Mubarak, S.Pd., M.Si.*  
*Rosita Fitrah Dewi, S.Pd., M.Si.*  
*Ira Nurmawati, M.Pd.*  
*Rafiatul Hasanah, M.Pd.*  
*Laily Yunita Susanti, S.Pd., M.Si.*  
*Dinar Maftukh Fajar, S.Pd., M.Pfis.*



**Program Studi Tadris Biologi**  
**Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan**  
**Institut Agama Islam Negeri Jember**  
**Tahun 2018**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT, atas rahmat dan karunia-Nya sehingga Modul Praktikum Fisika Untuk Biologi ini dapat diselesaikan dengan baik. Modul Praktikum Fisika Untuk Biologi ini secara khusus digunakan untuk Program Studi Tadris Biologi di Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan (FTIK) Institut Agama Islam Negeri Jember.

Topik yang disajikan dalam Modul Praktikum Fisika Untuk Biologi ini terbagi menjadi beberapa bagian besar: pengukuran, mekanika, panas, kelistrikan, serta getaran dan gelombang. Konsep dasar pengukuran dan ketidakpastian akan dipaparkan di bagian awal. Di samping itu disajikan juga Tata Tertib di Laboratorium Terpadu agar para mahasiswa dapat bekerja dengan hati-hati, tertib, lancar, dan tidak merusak alat.

Modul Praktikum Fisika Untuk Biologi ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, kami membuka saran dan kritik untuk kesempurnaan modul maupun peralatan praktikum Fisika Untuk Biologi melalui email [labterpadu@iain-jember.ac.id](mailto:labterpadu@iain-jember.ac.id) atau disampaikan kepada laboran atau dosen yang mengampu.

Jember, Februari 2018

**Tim Penyusun**

## PEDOMAN PRAKTIKUM FISIKA DASAR

### 1. Kehadiran

- Praktikum **harus diikuti sekurang-kurangnya 80%** dari jumlah total praktikum yang diberikan, yakni minimal 4 dari 6 kali pertemuan. Jika syarat tersebut tidak dipenuhi maka praktikum dinyatakan tidak lulus, yang akan mengakibatkan ketidakkululusan pada mata kuliah Fisika Dasar.
- Ketidakhadiran karena **sakit** harus disertai surat keterangan resmi yang diserahkan ke dosen pengampu **paling lambat dua minggu** sejak ketidakhadirannya. Jika **tidak dipenuhi** maka dikenakan **SANKSI 3**.
- Keterlambatan **kurang dari dua puluh menit** dikenai **SANKSI 1**.
- Keterlambatan **lebih dari dua puluh menit** dikenai **SANKSI 2**.
- Data kehadiran akan dirujuk pada data absensi. Setiap mahasiswa diwajibkan melakukan dan mengkonfirmasi absensinya dengan benar.

### 2. Persyaratan Mengikuti Praktikum

- Berperilaku dan berpakaian sopan. Jika **tidak dipenuhi** maka sekurang-kurangnya dikenai **SANKSI 1**.
- Mengenakan **Jas Lab** dan memakai **Name Tag**. Jika tidak dipenuhi maka dikenakan **SANKSI 2** atau **SANKSI 1 plus SANKSI ADMINISTRASI**.
- Mengerjakan tugas-tugas pendahuluan jika ada.
- Menyiapkan diri dengan topik praktikum yang akan dilakukan. Mahasiswa yang kedatangan tidak siap untuk praktikum bisa tidak diizinkan mengikuti praktikum (dapat dikenai SANKSI 3).

### 3. Pelaksanaan Praktikum

- Menaati tata tertib yang berlaku di Laboratorium Terpadu.
- Mengikuti petunjuk yang diberikan oleh Asisten dan Dosen Penanggung Jawab Praktikum.
- Memelihara kebersihan dan bertanggung jawab atas keutuhan alat-alat praktikum.

### 4. Penilaian

- **Nilai praktikum** ditentukan dari nilai Tugas Awal, Tes Awal, Aktivitas, dan Laporan (atas kesepakatan bersama dosen sebelum pelaksanaan praktikum).
- **Nilai akhir praktikum (AP)** dihitung dari rata-rata nilai praktikum, yaitu dari hasil pembagian atas 4 kali praktikum, meskipun jumlah praktikum yang diikuti kurang dari 4 kali.
- **Kelulusan praktikum** ditentukan berdasarkan nilai akhir praktikum (**AP  $\geq$  50**) dan keikutsertaan praktikum ( $\geq 80\%$ ).

### 5. Sanksi Nilai

- **SANKSI 1:** Nilai Modul yang bersangkutan dikurangi 10

- **SANKSI 2:** Nilai Modul yang bersangkutan dikurangi 50%.
- **SANKSI 3:** Tidak diperkenankan mengikuti praktikum, sehingga Nilai Modul yang bersangkutan = NOL.

## 6. Sanksi Administrasi

Sanksi administrasi diberikan bagi praktikan yang selama praktikum berlangsung menimbulkan kerugian, misalnya memecahkan/ merusakkan alat, menghilangkan/ tertinggal **Name Tag** dsb. Nilai denda dan tata cara pergantian dapat dilihat pada papan pengumuman.

## 7. Praktikum Susulan dan Ulangan

- Secara umum **tidak diadakan** praktikum susulan, kecuali bagi yang berhalangan praktikum karena sakit. Praktikum susulan akan dilaksanakan setelah praktikum reguler berakhir. Persyaratan lengkap dan jadwalnya akan diatur kemudian.
- Bagi mahasiswa yang mengulang praktikum, diwajibkan mengikuti praktikum sebanyak jumlah total praktikum.

## 8. Lain-Lain

- Praktikum reguler dilaksanakan pada waktu yang dijadwalkan.
- Praktikum yang tidak dapat dilaksanakan karena bertepatan dengan hari libur, listrik PLN padam dsb., akan diberikan waktu praktikum pengganti setelah seluruh sesi praktikum reguler selesai.
- Tata tertib berperilaku sopan di dalam laboratorium meliputi di antaranya larangan makan, minum, merokok, menggunakan *handphone/smartphone* (kecuali *stopwatch*), *multimedia player*, *gadget tab* dan sejenisnya. Selama praktikum tidak diperkenankan menggunakan perangkat tersebut, seperti bertelepon, ber-SMS, dan ber-WA dengan *handphone/smartphone*.
- Tata tertib berpakaian sopan di dalam laboratorium meliputi di antaranya larangan memakai sandal dan sejenisnya.

Jember, Februari 2018

**Tim Penyusun**

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
PEDOMAN PRAKTIKUM FISIKA DASAR.....	iv
DAFTAR ISI .....	vi
KONSEP DASAR PENGUKURAN DAN KETIDAKPASTIAN .....	1
Percobaan 1: Massa Jenis Benda yang Berbentuk Teratur .....	7
Percobaan 2: Pesawat Atwood .....	10
Percobaan 3: Tetapan Gaya Pegas.....	15
Percobaan 4: Pemuaian Panjang.....	21
Percobaan 5: Hukum Ohm.....	24
Percobaan 6: Fokus Lensa Cembung dan Lensa Cekung .....	27
DAFTAR PUSTAKA.....	30
DATA PENUNJANG .....	31

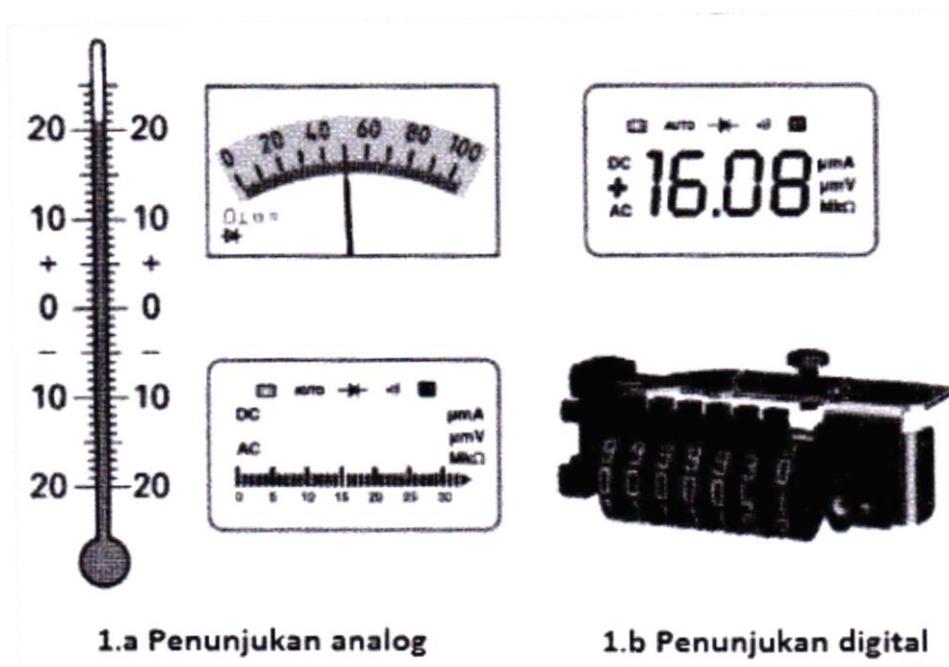
## KONSEP DASAR PENGUKURAN DAN KETIDAKPASTIAN

### A. Alat Ukur Dasar

Alat ukur adalah perangkat untuk menentukan nilai atau besaran dari suatu kuantitas atau variabel fisis. Pada umumnya alat ukur dasar terbagi menjadi dua jenis, yaitu alat ukur analog dan digital. Ada dua sistem pengukuran yaitu sistem analog dan sistem digital. Alat ukur analog memberikan hasil ukuran yang bernilai kontinyu, misalnya penunjukan suhu yang ditunjukkan oleh skala, penunjuk jarum dalam skala meter, atau penunjukkan skala elektronik (Gambar 1.a). Alat ukur digital memberikan hasil pengukuran yang bernilai diskrit. Hasil pengukuran tegangan atau arus dari meter digital merupakan sebuah nilai dengan jumlah digit tertentu yang ditunjukkan pada panel *display*-nya (Gambar 1.b).

Suatu pengukuran selalu disertai oleh ketidakpastian. Beberapa penyebab ketidakpastian tersebut antara lain adanya Nilai Skala Terkecil (NST), kesalahan kalibrasi, kesalahan titik nol, kesalahan paralaks, fluktuasi parameter pengukuran dan lingkungan yang saling mempengaruhi serta keterampilan pengamat. Dengan demikian amat sulit untuk mendapatkan nilai sebenarnya dari suatu besaran melalui pengukuran. Beberapa panduan akan disajikan dalam modul ini bagaimana cara memperoleh hasil pengukuran seteliti mungkin serta cara melaporkan ketidakpastian yang menyertainya.

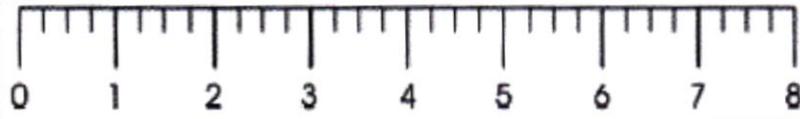
Beberapa alat ukur dasar yang akan dipelajari dalam praktikum ini adalah jangka sorong, mikrometer sekrup, neraca teknis, penggaris, busur derajat, *stopwatch*, dan beberapa alat ukur besaran listrik. Masing-masing alat ukur memiliki cara untuk mengoperasikannya dan juga cara membaca hasil yang terukur.



Gambar 1 Penunjukkan meter analog dan meter digital

### Nilai Skala Terkecil

Pada setiap alat ukur terdapat suatu nilai skala yang tidak dapat lagi dibagi-bagi, inilah yang disebut Nilai Skala Terkecil (NST). Ketelitian alat ukur bergantung pada NST ini. Pada Gambar 2 di bawah ini tampak bahwa NST = 0,25 satuan.



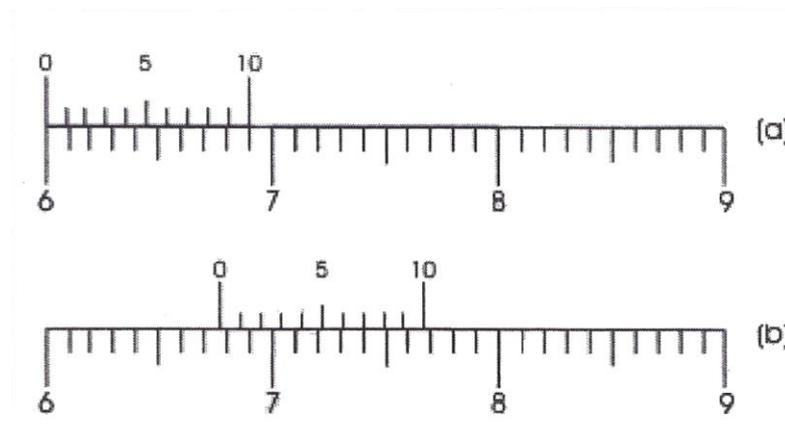
Gambar 2. Skala utama suatu alat ukur dengan NST = 0,25 satuan

### Nonius

Skala nonius akan meningkatkan ketelitian pembacaan alat ukur. Umumnya terdapat suatu pembagian sejumlah skala utama dengan sejumlah skala nonius yang akan menyebabkan garis skala titik nol dan titik maksimum skala nonius berimpit dengan skala utama. Cara membaca skalanya adalah sebagai berikut.

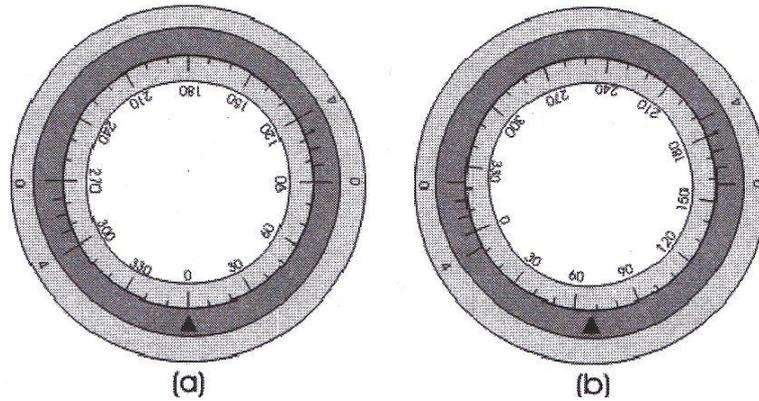
1. Baca posisi 0 dari skala nonius pada skala utama,
2. Angka decimal (di belakang koma) dicari dari skala nonius yang berimpit dengan skala utama.

Di bawah ini terlihat contoh alat ukur dengan NST utama 0,1 satuan dan 9 skala utama M menjadi 10 skala nonius N.



Gambar 3. Skala utama dan nonius dengan M=9, N=10, dan N<sub>1</sub>=7.

Pada Gambar 3, hasil pembacaan tanpa nonius adalah 6,7 satuan dengan nonius adalah  $6,7 + \frac{7}{10} \times (10 - 9) \times 0,1 = 6,77$  satuan karena skala nonius yang berimpit dengan skala utama adalah skala ke 7 atau N<sub>1</sub>=7.



Gambar 4. Skala utama berbentuk lingkaran

Kadang-kadang skala utama dan nonius dapat berbentuk lingkaran seperti dapat dijumpai pada meja putar untuk alat spektroskopi yang ditunjukkan oleh Gambar 4, NST=10°, M=3, N=4. Dalam Gambar 4b pengukuran posisi terkecil (skala kanan), dapat dilihat bahwa pembacaan tanpa nonius memberikan hasil 150°, sedangkan dengan menggunakan nonius hasilnya adalah  $150 + \frac{3}{4} \times (4 - 3) \times 10 = 157,5^\circ$ .

### B. Parameter alat ukur

Ada beberapa istilah dan definisi dalam pengukuran yang harus dipahami, di antaranya:

- Akurasi, kedekatan alat ukur membaca pada nilai yang sebenarnya dari variabel yang diukur.
- Presisi, hasil pengukuran yang dihasilkan dari proses pengukuran, atau derajat untuk membedakan satu pengukuran dengan lainnya.
- Kepekaan, rasio dari sinyal output atau tanggapan alat ukur terhadap perubahan input atau variabel yang diukur.
- Resolusi, perubahan terkecil dari nilai pengukuran yang mampu ditanggapi oleh alat ukur.
- Kesalahan, angka penyimpangan dari nilai sebenarnya variabel yang diukur.

### C. Ketidakpastian

Suatu pengukuran selalu disertai oleh ketidakpastian. Beberapa penyebab ketidakpastian tersebut antara lain adanya Nilai Skala Terkecil (NST), kesalahan kalibrasi, kesalahan titik nol, kesalahan pegas, adanya gesekan, kesalahan paralaks, fluktuasi parameter pengukuran dan lingkungan yang sangat mempengaruhi hasil pengukuran. Hal ini disebabkan karena sistem yang diukur mengalami suatu gangguan. Dengan demikian sangat sulit untuk mendapatkan nilai sebenarnya suatu besaran melalui pengukuran. Oleh sebab itu, setiap hasil pengukuran harus dilaporkan dengan ketidakpastian.

Ketidakpastian dibedakan menjadi dua, yaitu ketidakpastian mutlak dan relatif. Masing-masing ketidakpastian dapat digunakan dalam pengukuran tunggal dan berulang.

### **Ketidakpastian Mutlak**

Ketidakpastian mutlak adalah suatu nilai ketidakpastian yang disebabkan karena keterbatasan alat ukur itu sendiri. Pada pengukuran tunggal, ketidakpastian yang umumnya digunakan bernilai setengah dari NST. Untuk suatu besaran  $X$  maka ketidakpastian mutlaknya dalam pengukuran tunggal adalah:

$$\Delta x = \frac{1}{2} NST \quad (1)$$

Dengan hasil pengukurannya ditulis sebagai

$$X = x \pm \Delta x \quad (2)$$

Penulisan hasil pengukuran berulang dapat dilakukan dengan berbagai cara, di antaranya adalah menggunakan kesalahan  $\frac{1}{2}$  - rentang atau bisa juga menggunakan Standar Deviasi (Simpangan Baku).

### **Kesalahan $\frac{1}{2}$ - Rentang**

Pada pengukuran berulang, ketidakpastian dituliskan tidak lagi seperti pada pengukuran tunggal. Kesalahan  $\frac{1}{2}$  - rentang merupakan salah satu cara untuk menyatakan ketidakpastian pada pengukuran berulang. Cara untuk melakukannya adalah sebagai berikut:

- a) Kumpulkan sejumlah hasil pengukuran variabel  $x$ , misalnya  $n$  buah, yaitu  $x_1, x_2, \dots, x_n$
- b) Cari nilai rata-ratanya yaitu  $\bar{x}$

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad (3)$$

- c) Tentukan  $x_{\max}$  dan  $x_{\min}$  dari kesimpulan data  $x$  tersebut dan ketidakpastiannya dapat dituliskan

$$\Delta x = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{2} \quad (4)$$

- d) Penulisan hasilnya sebagai

$$x = \bar{x} \pm \Delta x \quad (5)$$

Untuk jelasnya, sebuah contoh dari hasil pengukuran (dalam mm) suatu besaran  $x$  yang dilakukan empat kali yaitu 153,2 ; 153,6 ; 152,8 ; 153,0. Rata-ratanya adalah

$$\begin{aligned} \bar{x} &= \frac{153,2 + 153,6 + 152,8 + 153,0}{4} \\ &= 153,2 \text{ mm} \end{aligned}$$

Nilai terbesar dalam hasil pengukuran tersebut adalah 153,6 mm dan nilai terkecilnya adalah 152,8 mm. Maka rentang pengukurannya adalah

$$(153,6 - 152,8) = 0,8 \text{ mm}$$

Sehingga ketidakpastian pengukuran adalah

$$\Delta x = \frac{0,8}{2} = 0,4 \text{ mm}$$

Maka hasil pengukuran yang dilaporkan adalah

$$x = (153,2 \pm 0,4) \text{ mm}$$

### Standar Deviasi (Simpangan Baku)

Bila dalam pengamatan dilakukan  $n$  kali pengukuran dari besaran  $x$  dan terkumpul data  $x_1, x_2, \dots, x_n$  maka nilai rata-rata dari besaran ini adalah

$$\bar{x} = \frac{1}{n}(x_1 + x_2 + \dots + x_n) = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_j \quad (6)$$

Besar simpangan nilai rata-rata tersebut terhadap nilai sebenarnya ( $x_0$ , yang tidak mungkin kita ketahui *nilai sebenarnya*) dinyatakan oleh **standar deviasi**, yaitu

$$s_x = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (x_j - \bar{x})^2}{(n-1)}} = \sqrt{\frac{n \sum_{j=1}^n x_j - (\sum_{j=1}^n x_j)^2}{n(n-1)}} \quad (7)$$

Standar deviasi yang diberikan oleh Persamaan (7) di atas menyatakan bahwa nilai benar dari besaran  $x$  terletak dalam selang  $(\bar{x} - s_x)$  sampai  $(\bar{x} + s_x)$ . Jadi penulisan hasil pengukuran adalah  $x = \bar{x} \pm s_x$ .

### Ketidakpastian (KTP) Relatif

Ketidakpastian relatif adalah ukuran ketidakpastian yang diperoleh dari perbandingan antara ketidakpastian mutlak dengan hasil pengukurannya, yaitu:

$$\text{KTP relatif} = \frac{\Delta x}{x} \quad (8)$$

Apabila menggunakan KTP relatif maka hasil pengukuran dilaporkan sebagai

$$X = x \pm (\text{KTP relatif} \times 100\%) \quad (9)$$

### D. Ketidakpastian pada Fungsi Variabel (Perambatan Ketidakpastian)

Jika suatu variabel merupakan fungsi dari variabel lain yang disertai oleh ketidakpastian, maka variabel ini akan disertai pula oleh ketidakpastian. Hal ini disebut sebagai perambatan ketidakpastian. Misalkan dari suatu pengukuran diperoleh  $(a \pm \Delta a)$  dan  $(b \pm \Delta b)$ . Ketidakpastian suatu variabel yang merupakan hasil operasi dari kedua variabel tersebut dapat dihitung dengan rumusan seperti dalam Tabel 1.

Tabel 1. Contoh perambatan ketidakpastian

Variabel	Operasi	Hasil	Ketidakpastian
$a \pm \Delta a$ $b \pm \Delta b$	Penjumlahan	$p = a + b$	$\Delta p = \Delta a + \Delta b$
	Pengurangan	$q = a - b$	$\Delta q = \Delta a + \Delta b$
	Perkalian	$r = a \times b$	$\frac{\Delta r}{r} = \frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta b}{b}$
	Pembagian	$s = \frac{a}{b}$	$\frac{\Delta s}{s} = \frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta b}{b}$
	Pangkat	$t = a^n$	$\frac{\Delta t}{t} = n \frac{\Delta a}{a}$

### Angka Berarti (Significant Figures)

Angka berarti (AB) menunjukkan jumlah digit angka yang akan dilaporkan pada hasil akhir pengukuran. AB berkaitan dengan KTP relatif (dalam %). Semakin kecil KTP relatif maka semakin tinggi mutu pengukuran atau semakin tinggi ketelitian hasil pengukuran yang dilakukan. Aturan praktis yang menghubungkan antara KTP relatif dan AB adalah sebagai berikut.

$$AB = 1 - \log(\text{KTP relatif}) \quad (10)$$

Sebagai contoh suatu hasil pengukuran dan cara menyajikannya untuk beberapa AB dapat dilihat dalam Tabel 2.

Tabel 2. Contoh Penggunaan AB

Nilai yang terukur	KTP relative (%)	AB	Hasil Penulisan
$1,202 \times 10^3$	0,1	4	$(1,202 \pm 0,001) \times 10^3$
	1	3	$(1,20 \pm 0,01) \times 10^3$
	10	2	$(1,2 \pm 0,1) \times 10^3$

## Percobaan 1: Massa Jenis Benda yang Berbentuk Teratur

### A. Tujuan

1. Terampil menggunakan neraca O-Haus, jangka sorong, dan mikrometer sekrup.
2. Menentukan massa jenis benda yang berbentuk teratur (balok dan silinder).

### B. Teori

Massa jenis atau kerapatan (*density*) adalah perbandingan antara massa benda dengan volumenya. Nilai massa jenis akan berbeda untuk benda yang jenisnya berbeda. Penentuan massa jenis dapat digunakan untuk mengetahui jenis benda dengan cara membandingkan massa jenis hasil perhitungan dengan referensi. Nilai massa jenis suatu benda dapat menjelaskan mengapa benda tersebut dapat terapung, melayang atau tenggelam jika dicelupkan dalam suatu zat cair. Massa jenis dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1)$$

Keterangan :

$\rho$  = Massa jenis (kg/m<sup>3</sup>) atau (g/cm<sup>3</sup>)

$m$  = massa (kg atau gram)

$V$  = volume (m<sup>3</sup> atau cm<sup>3</sup>)

Sebelum melakukan percobaan, temukan referensi nilai massa jenis dari beberapa benda, kemudian bandingkan dengan hasil percobaan.

### C. Alat dan Bahan

1. Neraca O-Haus
2. Jangka sorong
3. Mikrometer sekrup
4. Balok/kubus bahan
5. Silinder bahan

### D. Langkah percobaan

1. Ukur massa benda menggunakan neraca O-Haus sebanyak 3 kali. Sebelumnya catat ketelitian neraca O-Haus.
2. Untuk balok dan silinder, berturut-turut akan dijelaskan sebagai berikut.
  - a. Ukur panjang sisi-sisi balok menggunakan jangka sorong sebanyak 3 kali. Sebelumnya catat ketelitian jangka sorong.
  - b. Ukur panjang silinder menggunakan jangka sorong sebanyak 3 kali. Ukur diameter silinder menggunakan mikrometer sekrup sebanyak 3 kali. Sebelumnya catat ketelitian mikrometer sekrup.
3. Masukkan hasil pengukuran pada tabel.
4. Ulangi langkah 1-3 pada jenis balok dan silinder dengan bahan yang berbeda.

5. Hitung massa jenis masing-masing benda dengan Persamaan (1) (dengan memperhatikan perhitungan ketidakpastian).

### E. Data

Ketelitian neraca O-Haus :

Ketelitian jangka sorong :

Ketelitian mikrometer sekrup :

#### Data Pengukuran Balok

Balok	$m$	Sisi 1	Sisi 2	Sisi 3	$V$	$\rho$
1						
2						
3						
4						
5						
6						

### Data Pengukuran Silinder

Silinder	$m$	$d$	$V$	$\rho$
1				
2				
3				
4				
5				
6				

Pertanyaan:

1. Apakah hasil percobaan sesuai dengan massa jenis pada referensi? Jelaskan!
2. Jelaskan peran perbedaan alat ukur dalam menentukan nilai massa jenis!
3. Adakah variabel (selain pada Persamaan (1)) yang mempengaruhi perubahan massa jenis? Jelaskan!

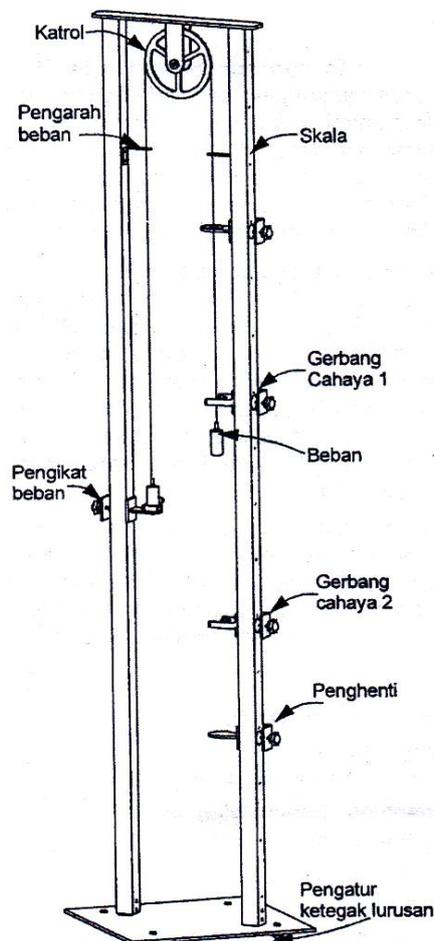
## Percobaan 2: Pesawat Atwood

### A. Tujuan

1. Mempelajari Hukum-Hukum Newton tentang gerak.
2. Menentukan percepatan benda.
3. Memprediksi nilai percepatan gravitasi.
4. Menentukan nilai momen inersia katrol.

### B. Teori

Pesawat Atwood terdiri dari dua buah massa  $M_1$  dan  $M_2$  yang digantungkan pada ujung-ujung seutas tali yang dilewatkan melalui katrol atau sistem katrol. Tali penghubung katrol cukup ringan sehingga dapat diabaikan. Alat ini digunakan untuk mempelajari gerak sebuah benda, di antaranya menguji hukum-hukum gerak Newton dan mengukur besar percepatan gravitasi  $g$ . Perhatikan gambar berikut.



Gambar 1. Rakitan Pesawat Atwood\*

\* gambar mungkin tidak sama dengan alat yang ada di laboratorium

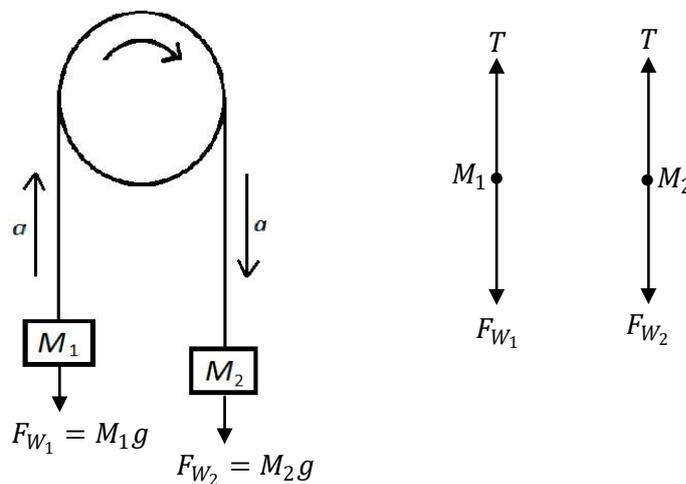
Pada pesawat ini dapat diamati dua jenis gerak, yaitu gerak linier/lurus dan gerak rotasi. Gerak linier yang diamati adalah Gerak Lurus Beraturan (GLB) dan Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB). Gerak rotasi yang diamati adalah putaran katrol melalui

porosnya. Untuk gerak rotasi katrol, momen inersia katrol perlu diperhitungkan. Akan tetapi, dalam hal massa benda-benda yang tergantung pada tali jauh lebih besar daripada massa katrol, momen inersia katrol ( $I$ ) dapat diabaikan. Dalam hal demikian, persamaan gerak sistem menjadi lebih sederhana.

Dalam hal momen inersia katrol ( $I$ ) tidak dapat diabaikan, momen inersia katrol harus masuk dalam “massa ekuivalen” katrol. Bila  $R$  jari-jari katrol, massa ekuivalen ( $m_k$ ) katrol sama dengan  $\frac{I}{R^2}$  sehingga pada gerak sistem ini akan berlaku gerak yang ekuivalen dengan persamaan gerak linier.

## Hukum Newton II

Perhatikan gambar berikut.



Gambar 2. Gaya-gaya yang bekerja pada  $M_1$  dan  $M_2$

Kita analisis sistem dengan mengabaikan gesekan, massa tali, dan momen inersia katrol. Besaran yang ada adalah massa beban  $M_1$  dan massa beban  $M_2$  dengan beban tambahan  $m$ . Massa  $M_1$  bergerak naik dan  $M_2 + m$  bergerak turun. Dengan menggunakan hukum Newton II, gerak pada beban  $M_1$  dituliskan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \sum F &= M_1 a \\ T - M_1 g &= M_1 a \end{aligned} \quad (1)$$

Dan gerak pada beban  $M_2$

$$\begin{aligned} \sum F &= M_2 a \\ (M_2 + m)g - T &= M_2 a \end{aligned} \quad (2)$$

Jika Persamaan (1) dan (2) dijumlahkan untuk mengeliminasi tegangan tali  $T$ , didapatkan

$$\begin{aligned} [(M_2 + m) - M_1]g &= (M_1 + M_2 + m)a \\ g &= \frac{(M_1 + M_2 + m)a}{[(M_2 + m) - M_1]} \end{aligned} \quad (3)$$

Jika massa  $M_1$  sama dengan massa  $M_2$ , misalkan  $M$ , maka Persamaan (3) menjadi

$$g = \frac{(2M + m)a}{m} \quad (4)$$

Karena persamaan gravitasi adalah tetap, maka  $a$  juga harus tetap. Persamaan GLBB  $s = \frac{1}{2}at^2$  memberikan dasar hubungan antara jarak tempuh  $s$ , percepatan  $a$ , dan waktu  $t$ . Pada percobaan dengan membuat kurva antara  $s$  dan  $t^2$  dapat digunakan untuk menentukan besar percepatan gerak  $a$ , selanjutnya harga percepatan gravitasi dapat diprediksi dengan menggunakan Persamaan (4).

Jika massa katrol dan momen inersia  $I$  tidak diabaikan dalam percobaan, maka dalam menentukan harga  $g$ , Persamaan (4) menjadi

$$g = \frac{\left(2M + m + \frac{I}{R^2}\right)a}{m} \quad (5)$$

Jika  $g$  telah ditemukan, yakni sebesar  $9,8 \text{ m/s}^2$ , momen inersia katrol  $I$  dapat dihitung dengan rumus

$$I = \left[\frac{mg}{a} - (2M + m)\right]R^2 \quad (6)$$

### C. Alat dan Bahan

1. 1 set pesawat Atwood
2. Beban  $M_1$  dan  $M_2$  yang massanya sama yaitu sebesar  $M$ ,  $M = \dots$
3. Beban tambahan  $m$  pada  $M_2$ ,  $m = \dots$
4. Stopwatch
5. Neraca O-Haus
6. Aplikasi pengolah data, misal Microsoft Excel.

### D. Langkah percobaan

1. Rangkai beban  $M_1$  dan  $M_2$  sebagaimana Gambar 1.
2. Pasangkan  $M_1$  pada pemegang beban berpegas, selidiki apakah tiang sejajar dengan tali. Jika tidak aturlah sampai sejajar.
3. Tambahkan beban tambahan  $m$  pada  $M_2$ .
4. Atur penahan beban berlubang di bawah beban  $M_2 + m$  dengan jarak  $s$ .
5. Tekan pegas pada pemegang beban, maka  $M_1$  akan terlepas dari pemegang beban dan bergerak ke atas, sedangkan  $M_2 + m$  akan bergerak ke bawah. Jika pesawat bekerja dengan baik maka kedua beban akan bergerak dipercepat, dan ketika  $M_2 + m$  melalui penahan beban berlubang maka beban  $m$  akan tersangkut di penahan beban, dan sistem akan bergerak lurus beraturan. Jika hal ini tidak terjadi, perbaiki letak penahan beban.
6. Catat selang waktu  $t$  sejak  $M_1$  dilepaskan hingga beban  $M_2 + m$  sampai pada penahan beban berlubang.
7. Ubah-ubah  $s$  sehingga diperoleh selang waktu  $t$  yang berbeda.
8. Lakukan langkah 1-7 dengan nilai massa beban tambahan  $m$  yang berbeda.

Sebelum melakukan percobaan, cari tahu dulu peran dan fungsi momen inersia dalam dunia mekanika.

### E. Data

#### Menentukan percepatan $a$

Percepatan  $a$  diperoleh dengan persamaan

$$s = \frac{1}{2}at^2$$

Dari persamaan di atas, diperoleh persamaan garis lurus  $\frac{1}{t^2}$  sebagai fungsi  $\frac{1}{2s}$  dengan gradien  $a$  sebagai berikut.

$$\frac{1}{t^2} = a \frac{1}{2s}$$

Data:

$$M =$$

$$m =$$

No	s	t	$\frac{1}{t^2}$	$\frac{1}{2s}$
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Buat persamaan regresi dari garis  $\frac{1}{t^2} = a \frac{1}{2s}$  menggunakan Ms. Excel sehingga diperoleh nilai  $a$ . Buat tabel yang sama untuk nilai  $m$  yang berbeda.

#### Memprediksi nilai $g$

Gunakan Persamaan (4)

#### Menentukan nilai $I$

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

$$R =$$

Gunakan Persamaan (6)

Pertanyaan:

1. Dari hasil percobaan bagaimana pengaruh  $m$  terhadap besarnya percepatan?
2. Beri alasan tentang fenomena yang terjadi pada Langkah Percobaan 5!
3. Bagaimana hasil percepatan gravitasi yang diperoleh melalui percobaan ini? Adakah perbedaan dengan referensi? Jelaskan!
4. Adakah cara lain menentukan momen inersia? Bandingkan dengan hasil percobaan ini!

### Percobaan 3: Tetapan Gaya Pegas

#### A. Tujuan

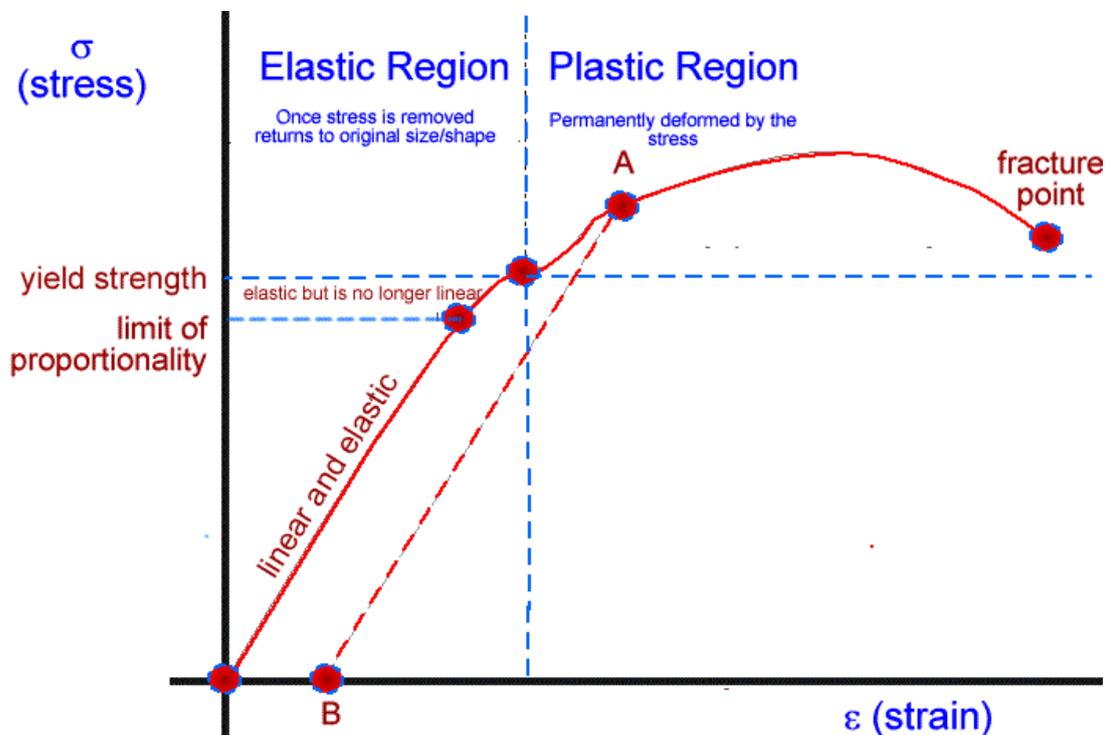
1. Memahami peran dan fungsi tetapan gaya suatu pegas.
2. Menentukan tetapan gaya pegas melalui grafik.
3. Menentukan tetapan gaya pegas yang dirangkai secara seri dan paralel

#### B. Teori

Pemberian gaya pada suatu benda akan berpengaruh pada terjadinya perubahan gerak dan bentuk benda. Berdasarkan sifat kelenturan / elastisitasnya dikenal dua macam benda, yaitu :

1. **Benda plastis** : benda yang bila dikenai gaya akan berubah bentuknya, akan tetapi perubahan bentuk tersebut tetap walaupun gayanya telah ditiadakan. Contoh benda semacam ini antara lain : tanah liat, plastisin.
2. **Benda elastis** : benda yang bila dikenai gaya akan berubah bentuknya, tetapi bila gayanya ditiadakan benda tersebut akan kembali seperti semula. Contoh : karet, pegas.

Sifat plastisitas / elastisitas suatu benda digambarkan dalam grafik Stress - Strain berikut ini.



Gambar 1: Stress (tegangan) vs Strain (regangan) pada suatu benda

Sumber: <https://hooke'slawblogpatrickbadger.wordpress.com/>

Pada gambar tersebut dikenal istilah Stress (tegangan) dan Strain (regangan).

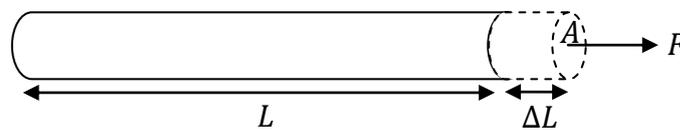
1. **Stress** atau tegangan adalah perbandingan antara gaya-gaya dan luas penampang. Stress merupakan gaya  $F$  persatuan luas  $A$ .

$$\text{stress} = \frac{F}{A} \quad (1)$$

2. **Strain** atau regangan didefinisikan sebagai perbandingan antara perubahan panjang  $\Delta L$  dengan panjang mula-mula  $L$  sebelum gaya bekerja.

$$\text{strain} = \frac{\Delta L}{L} \quad (2)$$

Perhatikan gambar berikut.



Gambar 2. Logam panjang yang ditarik dengan gaya  $F$

**Modulus kelentingan** adalah perbandingan antara stress dengan strain yang ditimbulkannya. Berdasarkan eksperimen, bila batas kelentingan bahan tidak dilampaui akan diperoleh perbandingan (modulus kelentingan) yang konstan dan merupakan sifat khas atau karakteristik dari suatu bahan. Dapat dikatakan bahwa stress berbanding langsung dengan strain atau stress merupakan fungsi linier dari strain. Perbandingan ini disebut Modulus Kelentingan linier atau Modulus Young ( $Y$ ) suatu bahan.

$$Y = \frac{\text{stress}}{\text{strain}} = \frac{F/A}{L/\Delta L} \quad (3)$$

Satuan dari modulus Young biasa dinyatakan dalam  $N/m^2$  atau  $dyne/cm^2$  atau  $lb/in^2$ .

Modulus kelentingan merupakan besaran yang melukiskan sifat-sifat kelentingan suatu bahan tertentu, tetapi tidak menunjukkan secara langsung pengaruh gaya terhadap perubahan bentuk yang dialami oleh suatu batang, kabel atau pegas (per) yang dibuat dari bahan tertentu. Dari Persamaan (3) akan diperoleh :

$$F = \frac{YA}{L} \Delta L \quad (4)$$

$\frac{YA}{L}$  dinyatakan sebagai konstanta tunggal  $k$  dan renggangan  $\Delta L$  dinyatakan dengan  $x$ , maka

$$F = kx \quad (5)$$

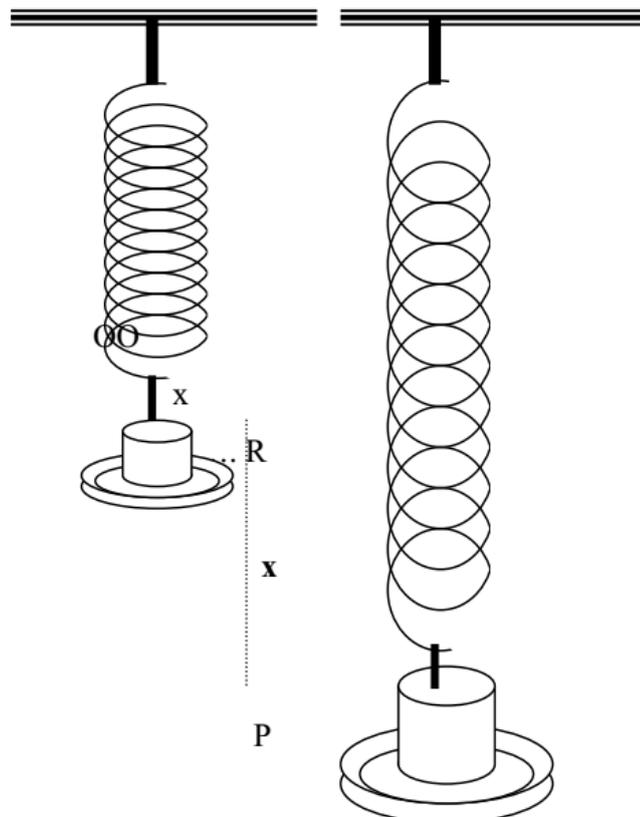
Persamaan (5) ini menyatakan bahwa bertambah panjangnya sebuah benda yang terenggang berbanding lurus dengan besar gaya yang menariknya. Pernyataan ini merupakan **Hukum Hooke**.

Apabila pegas (per) yang berbentuk sulur diregang, perubahan bentuk kawat pegas tersebut merupakan gabungan antara tarikan, lenturan dan puntiran, tetapi pertambahan panjang pegas secara keseluruhan berbanding lurus dengan gaya yang menariknya. Artinya Persamaan (5) tetap berlaku dengan konstanta perbandingan **k** bukan merupakan fungsi dari modulus kelentingan. Konstanta **k** disebut dengan **konstanta gaya pegas** atau koefisien kekakuan pegas. Satuan **k** adalah newton/meter ; dyne/cm ; lb/ft .

Hukum Hooke menyatakan besarnya gaya yang mengakibatkan perubahan bentuk (panjang) pegas sebanding dengan perubahan panjang yang terjadi, asalkan batas kelentingannya tidak terlampaui. **Gaya pemulihan** merupakan gaya yang akan mengembalikan pegas (benda) ke bentuk semula, ditentukan oleh :

$$F = - k x \tag{6}$$

dalam hal ini tanda minus ( - ) menyatakan bahwa arah gaya dengan arah simpangan **x** berlawanan arah **F**.



Gambar 3. Pegas Tunggal

Gambar 3 melukiskan sebuah benda bermassa **m** yang digantungkan pada pegas, titik kesetimbangan di **R**, setelah diberi beban kedua (yang lebih besar) pegas bertambah

panjang sejauh **RP**, atau sejauh **x** posisi kesetimbangannya. Resultan gaya yang bekerja pada benda tersebut (pada **R**) hanya gaya lenting pemulihan  $F = -kx$ . Berdasarkan hukum Newton :  $F = mg$ , maka :

$$-kx = mg \quad (7)$$

Dalam percobaan untuk menentukan  $k$ , biasanya manipulasi yang dilakukan adalah mengubah/menambah nilai  $m$  sehingga mendapatkan respon berupa perubahan  $x$ , sehingga  $\frac{1}{k}$  adalah konstanta perubahan  $x$  terhadap  $m$ . Dengan mengabaikan tanda (-) Persamaan (7) dapat ditulis sebagai berikut.

$$x = \frac{1}{k}mg \quad (8)$$

Dalam kehidupan sehari-hari banyak dijumpai peralatan dengan menggunakan pegas, misalnya : neraca, *shock-breaker* (baik untuk sepeda motor maupun mobil), tempat tidur (*spring bed*), dan masih banyak lagi. Pada setiap peralatan fungsi / peranan pegas berbeda-beda, akan tetapi hampir semua peralatan terkait dengan sifat elastisitas pegas tersebut. Respon pegas terhadap gaya ditunjukkan dengan adanya perubahan panjang pegas tersebut.

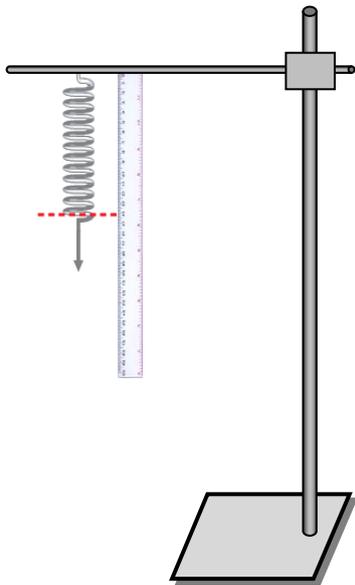
Dalam eksperimen kali ini Anda akan mengetahui karakteristik respon pegas terhadap gaya dengan cara menentukan konstanta gaya pegas tunggal, kombinasi seri, dan kombinasi paralel. Sebelumnya, temukan perumusan konstanta gaya pegas untuk kombinasi seri dan paralel.

### C. Alat dan Bahan

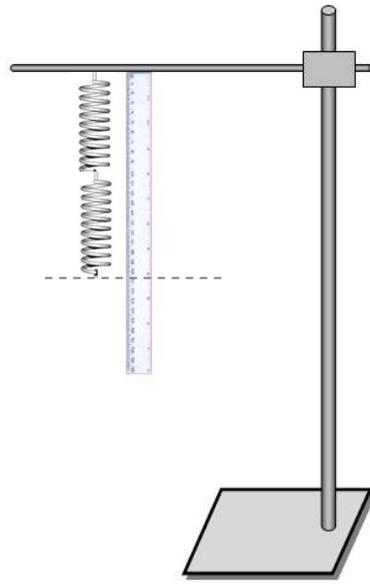
1. Pegas 2 buah
2. Timbangan
3. Beban bergantung
4. Statif dan klem
5. Penggaris

### D. Langkah Percobaan

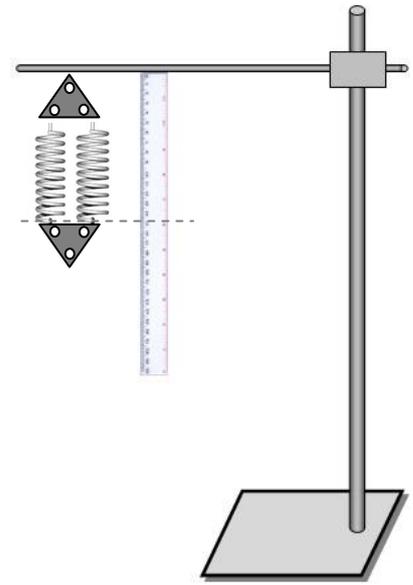
1. Rangkai pegas sebagaimana Gambar 1.



Gambar 1



Gambar 2



Gambar 3

2. Ukur dan catat panjang pegas mula-mula.
3. Gantungkan beban (yang sudah diukur massanya) pada pegas secara bertahap mulai dari yang paling kecil hingga yang paling besar (jangan melewati batas elastisitas). Catat panjang pegas pada setiap massa beban yang digantung. Masukkan dalam tabel.
4. Buat grafik pertambahan panjang ( $x$ ) terhadap beban yang ditambahkan ( $mg$ ).
5. Tentukan konstanta pegas dari grafik tersebut.
6. Lakukan langkah 2 sampai dengan 5 pada pegas kedua.
7. Lakukan langkah 2 sampai dengan 5 pada kombinasi pegas sebagaimana Gambar 2.
8. Lakukan langkah 2 sampai dengan 5 pada kombinasi pegas sebagaimana Gambar 3.
9. Buat analisis dari hasil percobaan Gambar 1, Gambar 2, dan Gambar 3.

### E. Data

Gambar 1

No	$m$	$mg$	$L$	$x$

**Gambar 2**

No	$m$	$mg$	$L$	$x$

**Gambar 3**

No	$m$	$mg$	$L$	$x$

Pertanyaan:

1. Bagaimana bentuk grafik  $x - mg$ ? Jelaskan!
2. Jelaskan mana yang lebih 'elastis', pegas yang disusun secara seri atau paralel?

## Percobaan 4: Pemuai Panjang

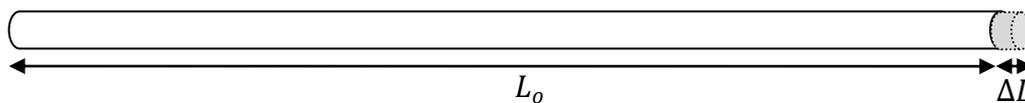
### A. Tujuan

1. Mendemonstrasikan pemuai panjang pada zat padat
2. Mengukur/memprediksi koefisien muai panjang beberapa logam.

### B. Teori

Termometer raksa atau alkohol merupakan salah satu alat yang memanfaatkan pengaruh suhu terhadap perubahan zat, yaitu semakin naik suhunya, semakin besar volume zat cair tersebut. Fenomena ini, yang disebut sebagai **pemuai termal**, memiliki peran penting dalam beragam aplikasi teknik, seperti pemasangan dinding beton, besi jembatan, rel kereta api, kaca jendela, dan sebagainya. Tentu saja pemuai termal tersebut berlaku untuk zat cair, padat, dan gas.

Pemuai termal sebenarnya adalah konsekuensi dari merenggangnya jarak rata-rata antar atom yang menyusun suatu benda. Apabila benda tersebut diberikan kenaikan suhu, maka atom-atom penyusun benda tersebut akan bergetar, bergerak lebih cepat, saling menjauh, sehingga volumenya membesar.



Gambar 1. Pemuai dimensi panjang

Jika pemuai termal perubahannya sangat kecil relatif terhadap dimensi benda awal, perubahan pada semua dimensinya, untuk pendekatan yang paling baik, tergantung pada pangkat satu dari perubahan suhunya. Misal suatu benda memiliki panjang  $L_0$ , kemudian panjangnya bertambah sejauh  $\Delta L$  dalam kenaikan suhu  $\Delta T$ , maka rasio perubahan panjang dengan panjang mula-mula terhadap perubahan suhu didefinisikan sebagai **koefisien muai panjang**  $\alpha$  yang diformulasikan sebagai berikut.

$$\alpha = \frac{\Delta L / L_0}{\Delta T} \quad (1)$$

Eksperimen menunjukkan bahwa  $\alpha$  nilainya konstan untuk perubahan suhu yang relatif kecil. Biasanya persamaan di atas ditulis sebagai berikut.

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T \quad (2)$$

$$L = L_0 + \alpha L_0 \Delta T \quad (3)$$

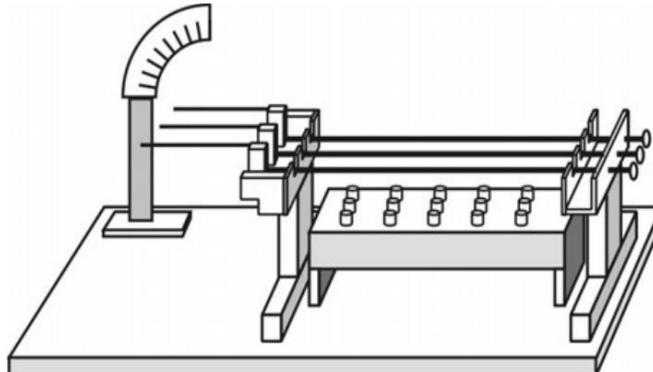
di mana  $L$  adalah panjang akhir suatu benda.

Percobaan ini bertujuan menunjukkan fenomena pemuai termal pada beberapa logam sekaligus memprediksi nilai koefisien muai panjang  $\alpha$ .

### C. Alat dan Bahan

1. Satu set alat musschenbroek/alat muai panjang
2. Termometer infrared
3. Stopwatch
4. Busur derajat
5. Kapas, spiritus, dan korek api
6. Mistar/penggaris

### D. Langkah Percobaan



Gambar 2. Musschenbroek\*

\*gambar mungkin tidak sama dengan alat yang ada di laboratorium

1. Persiapkan alat dan bahan dalam keadaan bersih dan kering. Pasang busur derajat bila belum terpasang.
2. Ukur panjang awal dari masing-masing logam ( $L_0$ ) yang ingin dipanaskan dan letakkan pada alat Musschenbroek.
3. Tuangkan spiritus pada tempatnya.
4. Nyalakan spiritus pada rangkaian Musschenbroek selama kurang lebih 10 menit.
5. Amati perubahan yang terjadi pada tiap menit, lihat pertambahan panjang dan sudut pada busur derajat lalu kemudian catat.
6. Buat hasil pengamatan pada tabel.
7. Buat kesimpulan.

### E. Data

No.	Nama Bahan/ Objek	Waktu (menit)	Panjang benda setelah dipanaskan ( $L$ )	Derajat akhir ( $^{\circ}$ )	Suhu Akhir ( $^{\circ}\text{C}$ )
1.		0 1 2 ... 10			

No.	Nama Bahan/ Objek	Waktu (menit)	Panjang benda setelah dipanaskan ( <i>L</i> )	Derajat akhir (°)	Suhu Akhir (°C)
2.		0 1 2 ... 10			
3.		0 1 2 ... 10			

Pertanyaan:

1. Bandingkan hasil percobaan dengan data koefisien muai panjang dari beberapa bahan! Jelaskan!
2. Percobaan ini memiliki beberapa kelemahan. Salah satunya adalah kesulitan mengukur suhu logam yang sedang dipanaskan. Bagaimana cara mengantisipasi kelemahan ini? Jelaskan pula kelemahan yang lain jika ada.

## Percobaan 5: Hukum Ohm

### A. Tujuan

1. Terampil menggunakan alat ukur listrik.
2. Menunjukkan hubungan antara beda potensial dengan kuat arus pada sebuah hambatan.
3. Menghitung besarnya hambatan berdasarkan grafik hubungan antara beda potensial dengan kuat arus
4. Menunjukkan hubungan antara hambatan dengan kuat arus pada sebuah hambatan.

### B. Teori

Apabila pada ujung-ujung suatu penghantar diberi beda potensial, maka pada penghantar mengalir arus listrik dari potensial tinggi ke potensial rendah. Menurut George Simon Ohm, bahwa kuat arus listrik yang mengalir dalam suatu penghantar sebanding dengan beda potensial antara ujung-ujung penghantar tersebut, asalkan sifat penghantar tetap (minimal suhu tidak berubah, tidak mencair dan sebagainya). Persamaannya adalah:

$$V = IR \quad (1)$$

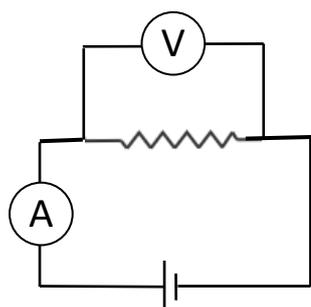
Keterangan:

$V$  = beda potensial

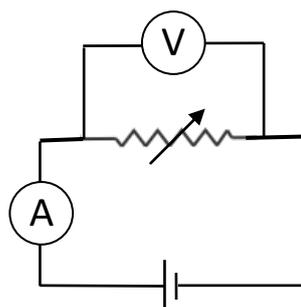
$I$  = arus yang terukur oleh amperemeter

$R$  = hambatan resistor

Percobaan ini akan menunjukkan hubungan antara beda potensial  $V$ , arus  $I$ , dan hambatan  $R$  pada suatu rangkaian.



Gambar 1



Gambar 2

### C. Alat dan Bahan

1. Sumber tegangan DC/baterai
2. Amperemeter
3. Voltmeter
4. Ohmeter / multimeter
5. Resistor Variabel/Rheostat/Potensiometer

6. 1 set resistor / lampu
7. Saklar (opsional)
8. Kabel secukupnya

### E. Langkah percobaan

1. Susunlah rangkaian seperti pada Gambar 1 dengan menggunakan resistor/lampu pijar. Ukur/catat nilai resistornya.
2. Gunakan sumber tegangan DC yang paling kecil. Ukur dan catat beda potensial dan arus.
3. Perbesar sumber tegangan DC minimal 5 kali perubahan. Ukur dan catat setiap perubahan beda potensial dan arus.
4. Masukkan nilai beda potensial dan arus pada tabel.
5. Buat grafik  $V - I$  dari tabel tersebut dan tentukan nilai hambatan tersebut dari grafik. Bandingkan nilai hambatan dari hasil grafik dengan nilai yang tertulis pada resistor (atau yang terukur menggunakan ohmmeter).
6. Susunlah rangkaian seperti pada Gambar 2. Ukur dan posisikan resistor variabel pada nilai yang paling kecil.
7. Ukur dan catat nilai beda potensial dan arus.
8. Perbesar nilai hambatan pada resistor variable minimal 10 kali perubahan. Ukur dan catat setiap perubahan beda potensial dan arus.
9. Masukkan nilai hambatan, beda potensial, dan arus pada tabel.
10. Buat grafik  $R - V$  dan  $R - I$  dari tabel tersebut. Buat analisis grafik tersebut.

### D. Data

**Gambar 1**

No	$V$	$I$

**Gambar 2**

No	$R$	$I$	$V$

No	$R$	$I$	$V$

Pertanyaan:

1. Pada percobaan Gambar 1, bagaimana nilai  $R$  hasil percobaan dengan nilai  $R$  yang terukur pada Ohmmeter? Jelaskan!
2. Bila Anda menggunakan lampu pada percobaan Gambar 1, apakah nilai  $R$  berubah terhadap waktu? Jelaskan!
3. Jelaskan makna grafik  $R - V$  dan  $R - I$  pada percobaan Gambar 2!

## Percobaan 6: Fokus Lensa Cembung dan Lensa Cekung

### A. Tujuan

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

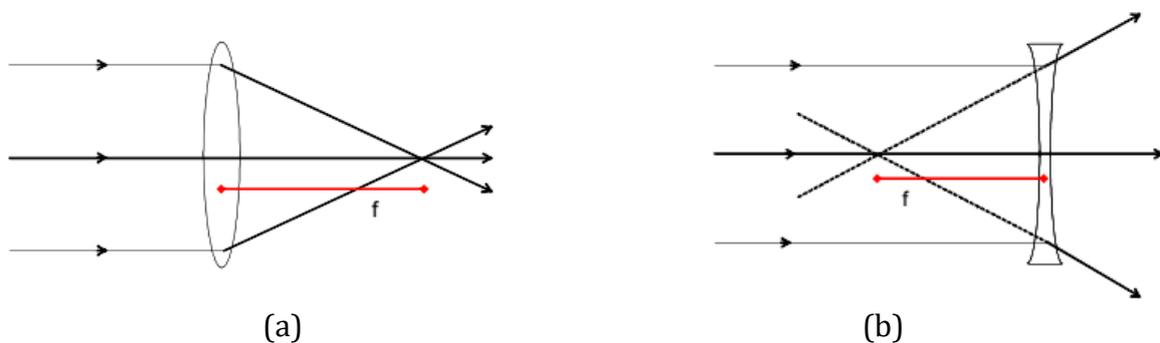
### B. Teori

Lensa adalah benda bening yang dibatasi oleh dua permukaan dengan salah satu atau kedua permukaan itu merupakan permukaan lengkung. Ada dua jenis lensa, yaitu lensa cembung (positif) dan lensa cekung (negatif). Ciri lensa cembung adalah bagian tengahnya lebih tebal dibandingkan dengan bagian pinggir. Untuk lensa cekung berlaku sebaliknya. Jarak fokus lensa  $f$  dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan

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

dengan  $s$  dan  $s'$  berturut-turut menunjukkan jarak benda dan jarak bayangan. Konversi tanda untuk  $s$  dan  $s'$  adalah sebagai berikut.

- a. Tempat sinar datang disebut bagian depan permukaan, dan tempat sinar bias disebut bagian belakang permukaan.
- b. Jarak benda diberi tanda positif jika benda berada di depan permukaan.
- c. Jarak bayangan diberi tanda positif jika bayangan berada di belakang permukaan.



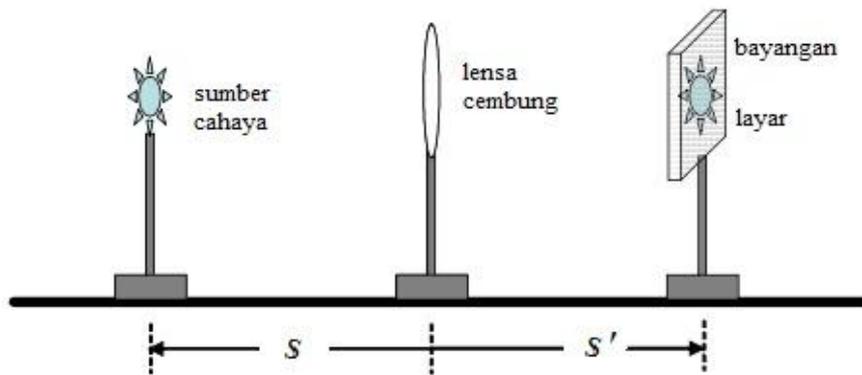
Gambar 1. Berkas sinar pada (a) Lensa Cembung dan (b) Lensa Cekung  
Penentuan fokus lensa cekung tidak dapat dilakukan dengan mudah sebagaimana lensa cembung, tetapi dapat diperoleh melalui percobaan penentuan fokus lensa cembung. Perhatikan langkah percobaan yang akan dilakukan.

### C. Alat dan Bahan

1. Sumber cahaya
2. Meja optik
3. Lensa cembung
4. Lensa cekung
5. Layar
6. Mistar/Penggaris

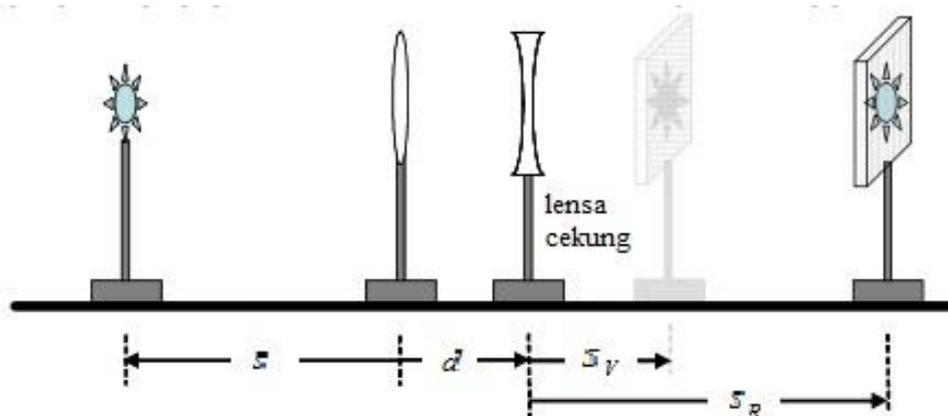
#### D. Langkah Percobaan

1. Posisikan sumber cahaya, lensa cembung, dan layar sebagaimana gambar berikut.



Gambar 2.

2. Ubah-ubah ukuran  $s$  dengan menggeser sumber cahaya (posisi lensa cembung tetap). Temukan posisi  $s'$  dimana bayangan terlihat jelas pada layar. Catat nilai  $s$  dan  $s'$  pada tabel.
3. Lakukan langkah 2 dengan menggunakan ukuran  $s$  yang berbeda minimal sebanyak 5 kali.
4. Temukan fokus lensa cembung dengan Persamaan (1).



Gambar 3.

5. Pilih salah satu posisi  $s$  dan  $s'$  yang sudah diperoleh pada langkah 1 dan 2, tempatkan lensa cekung pada jarak  $d$  dari lensa cembung ke layar sebagaimana Gambar 3. Bayangan nyata yang baru akan terbentuk lebih jauh daripada posisi layar semula.
6. Geser posisi layar dan lensa cekung untuk membuat bayangan yang jelas. Catat nilai  $d$  dan jarak bayangan yang baru yaitu  $s_R$ .
7. Tentukan jarak benda (maya) bagi lensa cekung  $s_V$  yang dihitung dari  $s_V = d - s'$ . Harga  $s_V$  adalah negatif (-).
8. Temukan fokus lensa cekung dengan Persamaan (1) dengan mengubah  $s$  menjadi  $s_V$  dan  $s'$  menjadi  $s_R$ .
9. Lakukan langkah 5-8 pada posisi  $s$  dan  $s'$  yang lain.

## E. Data

Gambar 2

No	$s$	$s'$

Gambar 2

No	$s$	$s'$	$d$	$s_R$	$s_V = d - s'$

Pertanyaan:

1. Pada percobaan Gambar 2, bagaimana bayangan yang terbentuk bila benda diletakkan di titik fokus?
2. Jelaskan seberapa akurat data yang Anda peroleh pada percobaan Gambar 1 dan Gambar 2 dalam menentukan fokus lensa cembung dan lensa cekung! Adakah cara lain untuk menguji ketepatannya?
3. Jelaskan kegunaan lensa cekung dalam kehidupan sehari-hari!

## DAFTAR PUSTAKA

- Maryanto, Al. 2006. *Petunjuk Praktikum Fisika Dasar I*. UNY-Yogyakarta (Tidak diterbitkan).
- Ruwanto, B., dkk. 2011. *Petunjuk Praktikum Pengantar Listrik, Magnet, Dan Optika*. UNY-Yogyakarta (Tidak diterbitkan).
- Serway, R. A. & Jewett, J. W. 2004. *Physic for Scientists and Engineers, Six Edition*. California: Thomson Brook/Cole.
- Tim. 2013. *Modul Praktikum Fisika Dasar 1*. Bandung: Penerbit ITB.

# CIRI-CIRI BAHAN

Bahan	Kerapatan* / $10^3 \text{ kg m}^{-3}$	Modulus Young / $10^{10} \text{ N m}^{-2}$	Kapasitas panas jenis* / $\text{J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$	Panas laten peleburan / $10^4 \text{ J kg}^{-1}$	Muai panjang / $10^{-4} \text{ K}^{-1}$	Konduktivitas termal / $\text{W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$	Hambat Jenis* / $10^7 \text{ pm}$
Air	1,00	-	4,200	33,4	33,4	0,2	-
Air raksa	13,6	-	139	1,2	12	9	95,9
Aluminium	2,70	7,0	908	40,0	25	242	2,67
Antimon	6,62	7,8	210	16,5	11	19	44
Arsen	5,73	-	335	-	6,0	-	33,3
Baja (ringan)	7,80	22,0	450	-	12	46	15 (pendekatan)
Besi cor	7,60	11,0	460	21,0	12	71	10,3
Besi tempa	7,85	21,0	460	21,0	12	71	10,3
Bismut	9,78	3,2	112	5,5	14	9	117
Emas	19,3	8,0	128	6,7	14	300	2,20
Galium	5,93	-	377	-	19	34	17,4
Germanium	5,40	-	324	-	5,7	59	$4,6 \times 10^7$
Iridium	22,4	-	135	-	6,5	59	5,2
Kadmium	8,65	5,0	230	5,5	30	96	-
Kobalt	8,70	-	435	24,0	12	93	6,4
Konstantan	8,90	-	420	-	16	23	49
Kuningan	8,6 (pendekatan)	9,0	389	-	19	109	8 (pendekatan)
Magnesium	1,74	4,1	1,030	30,0	26	154	4,24
Molibdenium	10,1	-	301	-	5,0	142	5,7
Nikel	8,80	21,0	455	29,0	13	59	6,94
Paladium	12,2	-	247	15,0	12	74	10,7
Perak	10,5	7,7	234	10,5	19	414	1,63
Platina	21,5	17,0	135	11,5	9,0	71	10,5
Selenium	4,79	-	324	35,0	26	0,24	$10^{17}$ (pendekatan)
Seng	7,10	8,0	387	10,5	11	111	5,92
Silikon (Amorf)	2,35	11,3	706	-	2,5	175	$10^{10}$ (pendekatan)
Tantalum	16,6	19,0	757	-	6,5	56	13,4
Telurium	6,2	-	201	-	17	50	$1,6 \times 10^5$
Tembaga	8,89	11,0	385	20,0	16	383	1,72
Timah	7,3	5,3	225	5,8	23	63	11,4
Tiimal	11,3	1,6	127	2,5	19	36	20,6
Tungsten	19,3	39,0	142	-	4,3	185	5,5

\*Kerapatan, kapasitas panas jenis dan hambatan jenis bergantung pada suhu. Nilai-nilai yang diambil di sini adalah nilai-nilai pada suhu ruang, yaitu 18-22°C

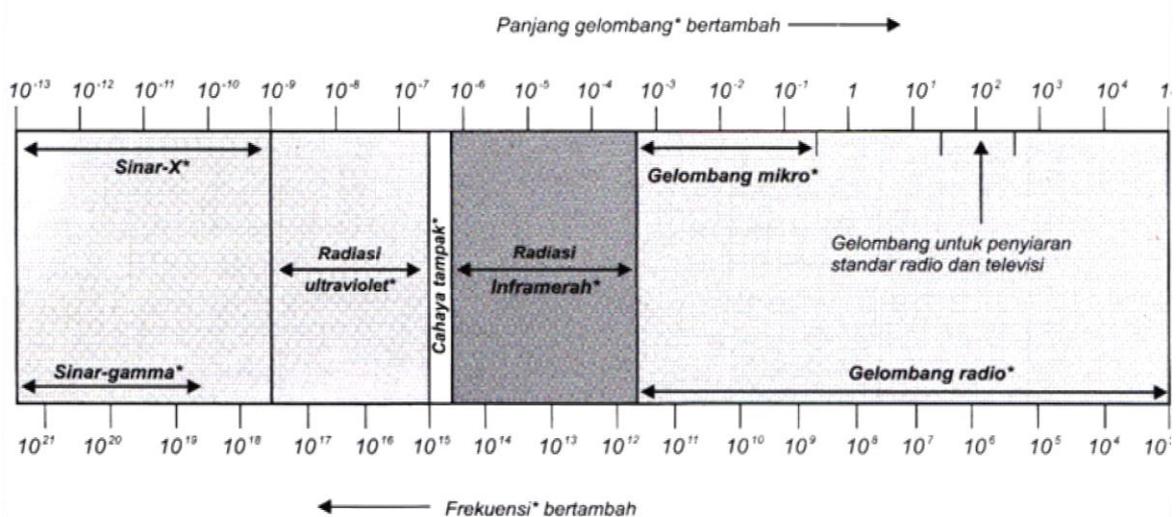
## Tetapan yang berguna

Besaran	Simbol	Nilai
Kelajuan cahaya dalam ruang hampa	c	$2,988 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
Muatan elektron	e	$1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$
Massa elektron	$m_e$	$9,109 \times 10^{-31} \text{ kg}$
Massa proton	$m_p$	$1,673 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Massa neutron	$m_n$	$1,675 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Bilangan Avogadro	$N_A$	$6,023 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Konstanta Faraday	F	$9,65 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$
Konstanta gravitasi	G	$6,670 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$
Konstanta gas	R	$8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

## Nilai-nilai besaran yang biasa digunakan

Besaran	Nilai
Percepatan gravitasi g (kuat medan gravitasi)	$9,81 \text{ m s}^{-2}$
Kerapatan air	$1,00 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$
Kerapatan air raksa	$13,6 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$
Titik es (suhu standar)	273 K
Titik uap	373 K
Tekanan atmosfer standar	$1,01 \times 10^5 \text{ Pa}$
Lama hari di Bumi	$8,64 \times 10^4 \text{ s}$

## Spektrum elektromagnetik\*



\* Spektrum elektromagnetik, 44; Frekuensi, 35; Sinar gamma, 44; Radiasi Inframerah, 45; Gelombang mikro, Gelombang radio, 45; Radiasi ultraviolet, 44; Cahaya tampak, 45; Panjang gelombang, 34; Sinar-X, 44.