

MODUL

# PRAKTIKUM FISIKA DASAR

---



DISUSUN OLEH:

Akhmad Syakhroni, ST., M.Eng.

LABORATORIUM MANUFAKTUR  
JURUSAN TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
2022

---

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan berkahNya sehingga Praktikum Fisika Dasar untuk Jurusan Teknik Industri ini dapat diselesaikan.

Modul Praktikum Fisika Dasar ini menjadi acuan bagi mahasiswa Jurusan Teknik Industri FTI UNISSULA dalam melaksanakan praktikum berdasarkan mata kuliah yang telah ditempuh sebelumnya, yaitu Fisika Dasar .

Pembahasan pada modul ini meliputi gerak lurus beraturan, kecepatan rata-rata dan kecepatan sesaat, gerak jatuh bebas, hukum newton kedua tentang gerak, hukum hook, gaya pada bidang miring I, usaha pada bidang miring, resultan gaya sejajar, jangka sorong, momen inersia benda, dan momen inersia batang yang termaktub dalam sebelas modul kerja.

Penyusun menyadari bahwa modul ini masih jauh dari sempurna sehingga segala bentuk masukan yang konstruktif sangat diharapkan dalam pengembangan dan perbaikan modul praktikum fisika dasar ini di masa yang akan datang.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Semarang, April 2022

Penyusun

## **DAFTAR ISI**

KATA PENGANTAR .....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
HAK, KETENTUAN DAN TATA TERTIB PRAKTIKUM.....	iv
PEDOMAN PENYUSUNAN LAPORAN PRAKTIKUM.....	vi
MODUL I GERAK LURUS BERATURAN .....	7
MODUL II KECEPATAN RATA-RATA DAN KECEPATAN SESAAT .....	12
MODUL III GERAK JATUH BEBAS .....	16
MODUL IV HUKUM KEDUA NEWTON TENTANG GERAK .....	24
MODUL V HUKUM HOOK.....	29
MODUL VI GAYA PADA BIDANG MIRING I.....	32
MODUL VII USAHA PADA BIDANG MIRING .....	35
MODUL VIII RESULTAN GAYA SEJAJAR .....	38
MODUL IX JANGKA SORONG.....	41
BAB X MOMEN INERSIA BENDA .....	44
BAB XI MOMEN INERSIA BATANG .....	54
BAB XII GERAK MENGGELINDING PADA BIDANG MIRING.....	59
BAB XIII ALAT RESONANSI BUNYI .....	66
BAB XIV ALAT DEMONSTRASI RESONANSI GETARAN .....	74
BAB XV JEMBATAN WHEATSTONE.....	89
DAFTAR PUSTAKA .....	96
LAMPIRAN.....	97
EMOTION USB DISTANCE SENSOR.....	97
PEWAKTU PENCACAH AT-01 .....	101

## **HAK, KETENTUAN DAN TATA TERTIB PRAKTIKUM**

### **HAK PRAKTIKAN :**

1. Tiap praktikan menerima Modul Praktikum dan Kartu Asistensi (selanjutnya harap ditempel pas foto terbaru ukuran 3x4).
2. Menggunakan fasilitas peralatan fisika selama melaksanakan materi praktikum sesuai jadwal dan kelompok yang telah ditentukan.
3. Menerima materi sesuai dengan modul yang telah disusun.
4. Menerima pengarahan/bimbingan/asistensi baik dalam pembuatan tugas, penyampaian materi maupun penyusunan laporan.

### **KETENTUAN PRAKTIKUM**

1. Praktikan adalah mahasiswa/i Jur. Teknik Industri FTI UNISSULA yang sedang/telah mengambil mata kuliah Fisika Dasar, serta telah memenuhi semua persyaratan yang telah ditetapkan.
2. Kelompok Praktikum telah ditentukan oleh Tim Asisten Praktikum dan diharapkan tiap anggota kelompok dapat bekerja sama dengan baik.
3. Penggunaan peralatan praktikum harus sesuai dengan petunjuk penggunaannya.
4. Peminjaman peralatan harus atas persetujuan Asisten Praktikum tersebut.
5. Kelalaian pada poin 3 dan 4 yang mengakibatkan kerusakan pada alat, akan berakibat praktikan bertanggung jawab terhadap perbaikan peralatan yang rusak tersebut.
6. Semua hasil praktikum harus diserahkan pada Asisten dan akan menjadi milik Laboratorium Manufaktur.

### **TATA TERTIB PRAKTIKUM**

1. Praktikan diwajibkan hadir tepat pada jadwalnya. Keterlambatan lebih dari 5 menit mengakibatkan tidak boleh mengikuti praktikum pada jadwal tersebut.
2. Praktikan tidak boleh keluar dari laboratorium tanpa seizin Asisten Praktikum yang bertugas.
3. Praktikan diwajibkan mempersiapkan diri sebelum mengikuti praktikum dengan membaca, memahami materi, menunjukkan tugas yang telah di asistensikan kepada Asisten Praktikum.
4. Bagi kelompok praktikum yang belum membuat tugas ataupun tugas tersebut belum diasistensikan kepada Asisten Praktikum pada saat praktikum berlangsung maka kelompok tersebut tidak diijinkan untuk mengikuti praktikum pada jadwal yang ditentukan.
5. Pada saat pelaksanaan praktikum diharapkan untuk :
  - ❖ Memakai pakaian sopan, rapi dan berkerah (bukan jaket), bagi mahasiswa/i wajib untuk berbusana muslim yang rapi.

- ❖ Memakai sepatu tertutup, tidak diperkenankan memakai sandal, jika sepatu sandal harus berkaos kaki.
  - ❖ Tidak merokok, makan, minum dan mengerjakan tugas lain yang tidak berhubungan dengan Praktikum Fisika Dasar.
  - ❖ Mengikuti kegiatan praktikum dengan baik, tertib dan menjaga kebersihan laboratorium.
6. Kartu Asistensi harus dibawa setiap kali praktikum dan kartu tersebut harus ditanda tangani oleh Asisten Praktikum (selain pada Absen Pelaksanaan Praktikum).
  7. Setiap kelompok harus melakukan asistensi minimal sebanyak 2 kali tiap modul. Semua anggota kelompok diwajibkan hadir pada saat melakukan asistensi.
  8. Praktikan dianggap gugur apabila :
    - ❖ Tidak mengikuti salah satu kegiatan praktikum yang telah dijadwalkan.
    - ❖ Tidak melakukan asistensi tiap modul.
    - ❖ Tidak mengikuti pre tes post test.
    - ❖ Tidak mengumpulkan laporan akhir sampai batas waktu yang sudah ditentukan.

Semarang, April 2022

Tim asisten

## **PEDOMAN PENYUSUNAN LAPORAN PRAKTIKUM**

1. Penyusunan laporan dapat dimulai sejak praktikan (kelompok) selesai melakukan pengarahannya.
2. Laporan **ditulis tangan** rapi menggunakan **bolpoint warna biru** pada kertas putih berukuran **A4 – 80 gram. Margin kiri – atas 4 cm, kanan – bawah 3 cm.**
3. Penomoran halaman diletakkan di bawah (**bottom – center**) dengan menggunakan **huruf romawi kecil untuk halaman awal laporan.** Untuk **laporan utama dan lampiran** penomoran halaman diletakkan pada **pojok kanan atas**, kecuali untuk setiap **awal bab**, nomor halaman berada di bagian **bawah tengah.**
4. Laporan dijilid **soft – cover** laminating, dengan warna sampul **HIJAU** menggunakan kertas asturo.
5. Lembar Pengesahan Modul dibuat dan harus disahkan oleh Asisten Praktikum setelah laporan di ACC.
6. Lembar Pengesahan Laporan Praktikum dibuat dan harus disahkan oleh Asisten Laboratorium setelah laporan tersebut dijilid.

### **SISTEMATIKA PENULISAN LAPORAN**

- ❖ Halaman Sampul Laporan
- ❖ Lembar Pengesahan Laporan
- ❖ Kata Pengantar
- ❖ Halaman Sampul Modul
- ❖ Lembar Pengesahan Modul
- ❖ Daftar Isi
- ❖ Daftar Tabel
- ❖ Daftar Gambar
- ❖ Daftar Lampiran

#### BAB I : PENDAHULUAN

- 1.1. Latar Belakang
- 1.2. Perumusan Masalah
- 1.3. Pembatasan Masalah
- 1.4. Tujuan Praktikum
- 1.5. Sistematika Penulisan

#### BAB II : LANDASAN TEORI

#### BAB III : PENGUMPULAN & PENGOLAHAN DATA

- 3.1. Pengumpulan Data
- 3.2. Pengolahan Data

#### BAB IV : ANALISA

#### BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

- ❖ Daftar Pustaka
- ❖ Lampiran
- ❖ Kartu Praktikum (tiap praktikan, asli)

## MODUL I

### GERAK LURUS BERATURAN

#### 1. 1. Tujuan Praktikum

Setelah melakukan praktikum ini anda diharapkan dapat menentukan kecepatan kereta dinamika pada gerak lurus beraturan dan dapat menjelaskan karakteristik gerak lurus beraturan berdasarkan besar besaran kinematisnya.

#### 1. 2. Teori

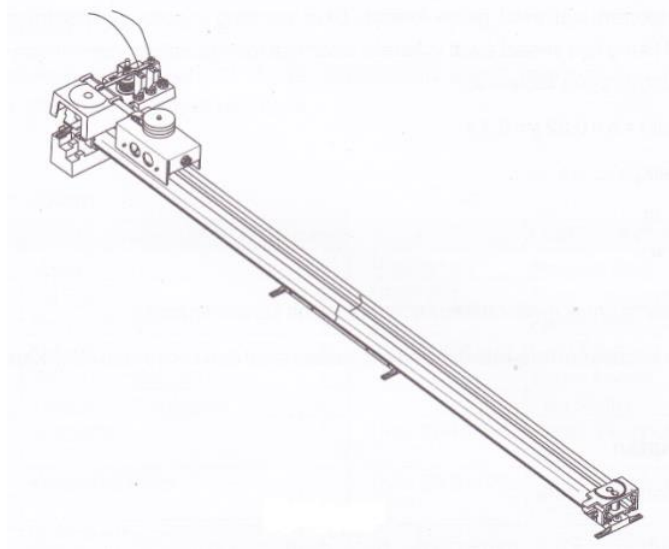
Menurut hukum pertama *Newton*

*Sebuah benda yang diam akan tetap diam dan benda yang bergerak akan lurus bergerak dengan laju dan arah tetap jika tidak ada gaya luar yang bekerja padanya.*

Secara umum pengalaman kita menunjukkan bahwa benda yang digerakkan tidak terus bergerak, tetapi menjadi berhenti setelah beberapa saat. Hal ini disebabkan oleh adanya gesekan.

Gaya gesekan timbul dan bekerja pada bidang kontak (persentuhan) dari dua benda yang gerak berlawanan arah. Agar supaya sebuah benda dapat bergerak, dibutuhkan gaya yang besarnya sama atau melebihi gaya gesekan.

Gerak lurus beraturan dapat diperoleh dengan beberapa cara. Yang pertama adalah dengan mengimbangi (mengkompensasi) gaya gesekan yang ada di antara benda dan permukaan gerak, misalnya dengan cara memiringkan landasan tempat benda bergerak. Yang kedua adalah dengan menggunakan kereta dinamika bermotor. Metode lain lagi ialah dengan menggunakan alat “air track”. Pada praktikum ini akan ditelaah gerak kereta yang gesekannya dikompensasi (diimbangi) dengan memiringkan rel kereta, dan gerak kereta yang dilengkapi motor penggerak yang memungkinkan kereta tersebut bergerak beraturan.



**Gambar 1. 1**

- a. Rangkai alat seperti pada gambar. Untuk mengimbangi gesekan yang terjadi antara kereta dinamika dan permukaan rel presisi, pasang salah satu ujung rel pada tingkat pertama pada balok bertingkat.  
Catatan : untuk mengetahui bahwa gesekan telah diimbangi oleh rel yang dimiringkan, berikan sedikit dorongan pada kereta dinamika dan kereta dinamika seharusnya bergerak beraturan sepanjang rel (pita ketik seharusnya terpasang pada kereta dinamika)
- b. Tahan kereta dinamika didekat pewaktu ketik
- c. Pada saat catu daya masih dalam keadaan mati (OFF), hubungkan pewaktu ketik ke catu daya, dan catu daya ke soket jala-jala listrik.
- d. Potong pita ketik lebih kurang sepanjang 1 m dan pasang pada pewaktu ketik. Jepit salah satu ujung pita ke penjepit yang ada pada kereta dinamika. Yakinkan bahwa pita ketik lewat dibawah kertas karbon pada kereta dinamika.

### 1. 3. Peralatan Praktikum

Tabel 1. 1. Peralatan praktikum

No.	Nama alat	Jumlah
1	Mistar kayu	1
2	Rel presisi	2
3	Penyambung rel	1
4	Kaki rel	1
5	Tumpakan berpenjepit	2
6	Balok bertingkat	1
7	Kerata dinamika	1
8	Kereta dinamika bermotor	1
9	Beban bercelah dan penggantung beban	1
10	Pita ketik	1
11	Pewaktu ketik	1
12	Catu daya	1
13	Kertas manila	1
14	Lem kertas	1
15	Pasak penumpu	1
16	Kertas grafik (mm)	1
17	Kabel penghubung 25 cm Hitam	1
18	Kabel penghubung 25 cm Merah	1

### 1. 4. Prosedur Praktikum

#### Bagian 1 : Gerak kereta dinamika dengan kompensasi gaya gesekan

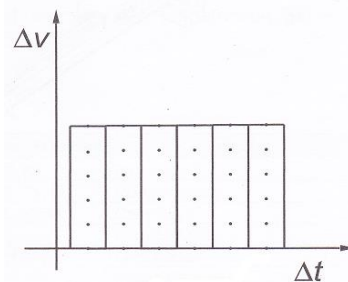
- a. Hidupkan catu daya dan dorong kereta dinamika sedemikian rupa sehingga bergerak disepanjang rel presisi.
- b. Ketika kereta dinamika mendekati atau hampir mendekati ujung rel presisi, tahan kereta dinamika menggunakan tangan (atau gunakan tumpakan berpenjepit). Perhatikan, kereta dinamika jangan sampai jatuh keluar rel presisi.

- c. Ambil pita ketik dari kereta dinamika, periksa titik ketikan yang diperoleh pada pita ketik dan coba ambil kesimpulan mengenai gerak yang dilakukan oleh kereta dinamika.....
- d. Periksa titik ketikan pada permulaan gerak kereta dinamika. Jika terdapat titik – titik yang bertindihan, abaikan titik-titik tersebut dan potong bagian tersebut.



Gambar 1. 2

- e. Gunakan 5 ketik sebagai satuan waktu. Potong pita ketik secara berurutan dimulai dari awal gerak kereta dinamika.
- f. Tempel potongan pita ketik secara berurutan dari permulaan gerak sampai akhir gerak kereta dinamika pada kertas manila untuk membuat kurva laju-waktu.



Grafik 1. 1. Kurva laju-waktu

**Bagian 2 : Gerak lurus beraturan pada kereta dinamika bermotor**

- a. Singkirkan balok bertingkat dari kaki rel presisi sehingga rel membentuk landasan yang mendatar (horizontal). Ganti kereta dinamika dengan kereta dinamika bermotor.
- b. Pindahkan kontak saklar yang ada pada kereta dinamika bermotor ke posisi  $v_1$ . Ulangi langkah praktikum a sampai f.
- c. Pindahkan kontak saklar kereta dinamika bermotor ke posisi  $v_2$  dan ulangi langkah praktikum a sampai f.
- d. Jawab pertanyaan pada bagian hasil pengamatan

Catatan : bila anda tempelkan potongan-potongan pita sedemikian sehingga sisi kiri potongan pita ketik berhimpitan dengan sisi kanan potongan pita ketik berikutnya, lebar potongan pita ketik merupakan satuan waktu, yaitu 5 –ketik

### 1. 5. Hasil Pengamatan

- a. Berdasarkan kurva laju waktu, tentukan jenis gerak yang dilakukan oleh kereta dinamika dan kereta dinamika bermotor :

Jenis gerak kereta dinamika biasa : .....

Jenis gerak kereta dinamika bermotor : .....

#### Bagian 1 : Gerak kereta dinamika dengan gaya gesekan

- b. Ukur panjang salah satu potongan pita menggunakan penggaris pada kurva laju waktu. Selanjutnya hitung kecepatan kereta dinamika menggunakan persamaan :

$$\text{Waktu } t \text{ (5-ketik)} = 5 \times 0,002 \text{ s} = 0,1 \text{ s}$$

$$\text{Jarak tempuh } s \text{ (dalam 5 ketik )} = \dots \text{ m}$$

$$v = \frac{s}{t} = \frac{\dots \text{ m}}{0,1 \text{ s}} = \dots \text{ m/s}$$

#### Bagian 2 : Gerak lurus beraturan pada kereta dinamika bermotor

- c. Ukur panjang potongan pita menggunakan penggaris. Selanjutnya hitung kecepatan kereta dinamika bermotor menggunakan persamaan :

$$\text{Waktu } t \text{ (5-ketik)} = 5 \times 0,002 \text{ s} = 0,1 \text{ s}$$

$$\text{Jarak tempuh } s \text{ (dalam 5 ketik )} = \dots \text{ m}$$

$$v_1 = \frac{s}{t} = \frac{\dots \text{ m}}{0,1 \text{ s}} = \dots \text{ m/s}$$

$$v_2 = \frac{s}{t} = \frac{\dots \text{ m}}{0,1 \text{ s}} = \dots \text{ m/s}$$

### 1. 6. Kesimpulan

Tuliskan prinsip penting yang didapatkan dari praktikum ini !

.....  
 .....

## MODUL II

### KECEPATAN RATA-RATA DAN KECEPATAN SESAAT

#### 2. 1. Tujuan Praktikum

Setelah melakukan praktikum ini anda diharapkan dapat menentukan kecepatan rata-rata dan kecepatan sesaat menggunakan pewaktu ketik, pita ketik dan jam henti.

#### 2. 2. Teori

Kecepatan sesaat sebuah benda saat  $t = t_0$  didefinisikan sebagai:

$$v(t_0) = \frac{\text{perpindahan antara waktu } t_0 \text{ dan } (t_0 + \Delta t)}{\Delta t} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

Konsep penting lain mengenai gerak sebuah benda adalah kecepatan rata-rata, kecepatan rata-rata sebuah benda dalam selang waktu  $t$  di definisikan sebagai :

$$v_{rt} = \frac{\text{perpindahan total benda dalam selang waktu } t}{\text{selang waktu total}} = \frac{s}{t}$$

Dalam praktikum ini, anda akan mencari kecepatan sesaat lereta dinamika menggunakan pewaktu ketik dan menentukan kecepatan rata-rata kereta dinamika menggunakan jam henti.

- Rangkai alat praktikum seperti terlihat pada gambar salah satu kaki rel dipasang pada tangga ke-3 balok bertingkat
- Pada saat catu daya masih dalam kondisi mati “OFF”, hubungkan pewaktu ketik ke catu daya dan catu daya ke soket jala-jala listrik.
- Potong pita ketik lebih kurang sepanjang 1 m dan pasang pada pewaktu ketik.
- Tambahkan beban 50 gram pada kereta dinamika agar kereta dinamika memiliki perubahan laju yang lebih besar.
- Tempatkan dan tahan kereta dinamika di dekat pewaktu ketik. Jepit salah satu ujung pita ketik ke kereta dinamika.

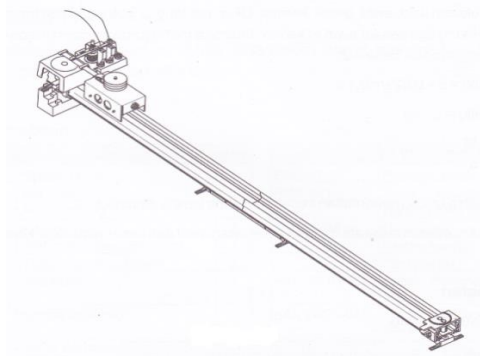
### 2.3. Peralatan Praktikum

Tabel 2. 1. Peralatan praktikum

No	Nama Alat	Jumlah
1	Mistar 50 cm	1
2	Rel presisi	2
3	Penyambung rel	1
4	Kaki rel	1
5	Beban bercelah 50 gram	2
6	Tumpakan berpenjepit	2
7	Pasak panumpi	1
8	Kereta dinamika	1
9	Balok bertingkat	1
10	Pewaktu ketik	1
11	Pita ketik	1
12	Catu daya	1
13	Kertas grafik (mm)	1
14	Kertas manila	1
15	Lem kertas	1
16	Jam henti	1
17	Kabel penghubung 25 cm Hitam	1
18	Kabel penghubung 25 cm Merah	1

### 2.4. Prosedur Praktikum

- a. Atur jarak antara tumpakan berpenjepit yang ada pada rel dan kereta dinamika sedemikian rupa sehingga jarak antara keduanya adalah 80 cm. Jarak tersebut adalah jarak perpindahan ( $s$ ) kereta dinamika.



Gambar 2. 1

- b. Hidupkan catu daya, lepaskan kereta dinamika sekaligus memulai mengukur waktu tempuh kereta dinamika menggunakan jam henti.
- c. Ketika kereta dinamika menyentuh tumpakan berpenjepit, hentikan pengukuran waktu dan baca waktu tempuh (selang waktu)  $t$  pada jam henti. Tuliskan waktu yang didapatkan pada gambar
- d. Lepaskan pita ketik dari kereta dinamika, periksa titik ketikan pada pita ketik dan beri kesimpulan mengenai jenis gerak yang dilakukan oleh kereta dinamika. Tuliskan kesimpulanmu pada tempat yang tersedia di bawah ini :  
 .....  
 .....
- e. Periksa hasil titik ketikan pada permulaan gerak kereta dinamika pada pita ketik. Amati kalau-kalau ada titik ketikan saling tindih. Jika ada, abaikan titik ketikan yang saling tumpang tindih tersebut. Ambil awal permulaan gerak pada titik pertama titik ketikan setelah titik ketikan yang saling tumpang tindih. Potong pita ketik pada titik ketikan ini (gambar)



Gambar 2. 2

- f. Hitung kecepatan rata-rata kereta dinamika menggunakan persamaan dibawah ini. Tuliskan hasil perhitungan pada tabel

$$v = \frac{\text{perpindahan kereta dinamika}}{\text{selang waktu gerak kereta dinamika}} = \frac{s}{t} \text{ m/sekon}$$

- g. Gunakan 5 detik sebagai satuan waktu ( $\Delta t$ ). Potong 5 ketik pertama pita ketik. Panjang potongan ini merupakan ukuran laju awal gerak kereta. Ukur panjang  $s$  potongan pita tersebut menggunakan penggaris. Hitung laju sesaat awal  $v_0$  kereta dinamika menggunakan persamaan di bawah ini. Catat hasil perhitungan pada Table

$$\Delta t \text{ (5-ketik)} = 5 \times 0,02 \text{ s} = 0,1 \text{ s}$$

$$\Delta s \text{ (5-ketik)} = \dots \text{ m}$$

$$v = \frac{\dots \text{ m}}{0,1 \text{ s}} = \dots \text{ m/s}$$

- h. Ulangi langkah g untuk menentukan kecepatan akhir kereta dinamika.
- i. Bandingkan kecepatan rata-rata dengan kecepatan awal dan kecepatan akhir kereta dinamika.

**2. 5. Hasil Pengamatan**

**Tabel 2. 2.** Kecepatan rata-rata

Waktu tempuh seluruhnya (t) sekon	Perpindahan seluruhnya (s) meter	Kecepatan rata-rata ( $V_{rt}$ )m/sekon

**Tabel 2. 3.** Kecepatan sesaat

	Selang waktu 5 detik ( $\Delta t$ ) sekon	Panjang 5 ketik ( $\Delta s$ ) meter	Kecepatan sesaat ( $v_i$ ) m/sekon
Awal			
Akhir			

**2. 6. Kesimpulan**

Jelaskan kesimpulan yang didapatkan dalam praktikum ini mengenai kecepatan rata-rata dan kecepatan sesaat kereta dinamika!

.....

.....

.....

.....

## MODUL III

### GERAK JATUH BEBAS

#### 3. 1. Tujuan Praktikum

Setelah melakukan praktikum ini mahasiswa diharapkan dapat menentukan percepatan gerak jatuh bebas.

Alat praktikum jatuh bebas didesain untuk membantu mahasiswa memahami gerak jatuh bebas, yaitu pengukuran waktu jatuh logam, memeriksa hubungan ketinggian dan waktu tempuh, dan mengukur percepatan gravitasi  $g$ .

Dengan menggunakan pencacah waktu (Timer counter AT-01) memungkinkan pengukuran waktu jatuh bebas sampai skala milisekon. Waktu jatuh bebas diukur menggunakan dua sensor gerbang cahaya. Pada saat bola dilepaskan, Timer Counter secara otomatis segera memulai melakukan pengukuran waktu, timer counter akan membaca waktu tempuh bola dari magnet pemegang bola ke masing-masing gerbang cahaya secara berurutan. Dan ketika bola telah menghalangi cahaya infra merah pada gerbang cahaya kedua, timer counter secara otomatis akan menghentikan pengukuran.

#### 3. 2. Teori

Persamaan kinetika gerak untuk gerak benda dengan percepatan tetap  $a$ , diberikan oleh:

$$x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \quad (1)$$

Sehingga untuk sebuah benda jatuh bebas dengan percepatan adalah  $g$  ( $g$  adalah percepatan gravitasi) dan kecepatan awal adalah nol ( $v_0 = 0$ ) didapatkan persamaan:

$$h = \frac{1}{2} g t^2 \quad (2)$$

$t$  adalah waktu yang diperlukan benda jatuh dari ketinggian  $h$ . Jika persamaan 2 digunakan untuk gerbang cahaya 1 dan gerbang cahaya 2 (gambar 2), maka diperoleh dua persamaan yang memberikan hubungan antara ketinggian dan waktu tempuh yang diperlukan oleh suatu benda ke masing-masing gerbang cahaya. Persamaan untuk masing-masing ketinggian diberikan oleh:

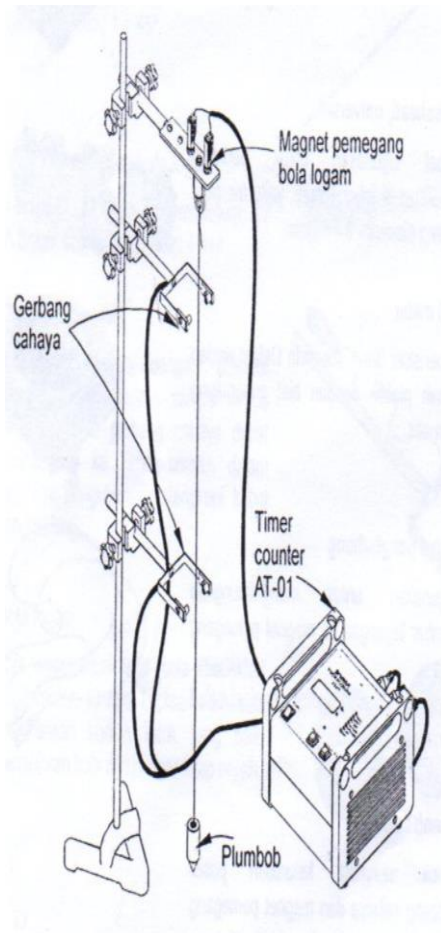
$$h_1 = \frac{1}{2}gt_1^2 \text{ untuk gerbang cahaya 1(3)}$$

$$h_2 = \frac{1}{2}gt_2^2 \text{ untuk gerbang cahaya 2(4)}$$

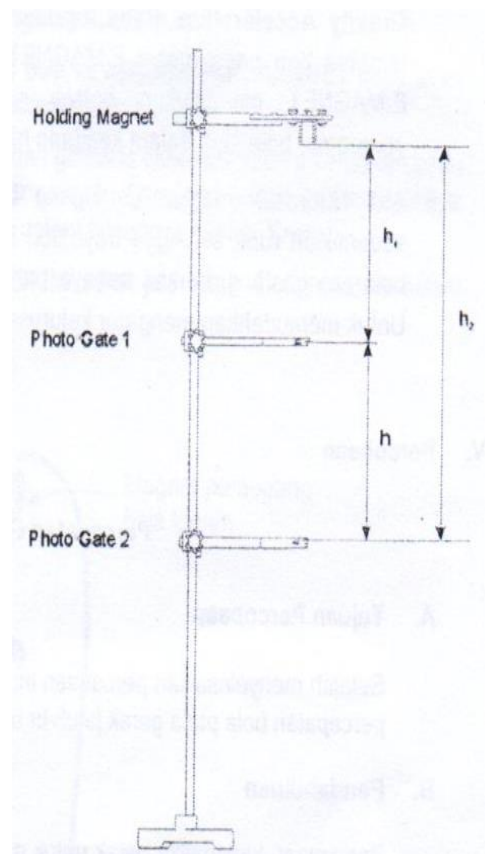
Dari persamaan 3 dan persamaan 4 dapat dilihat bahwa percepatan jatuh bebas pada masing-masing ketinggian adalah sama dengan  $g$ . Dengan mengurangkan persamaan 4 dengan persamaan 3, maka dapat diperoleh besar percepatan gravitasi  $g$ , yaitu :

$$g = \frac{2(h_2 - h_1)}{(t_2^2 - t_1^2)} \quad (5)$$

Persamaan 5 di atas akan digunakan untuk menentukan besar percepatan jatuh bebas dan memverifikasi bahwa percepatan pada gerak jatuh bebas adalah sama dengan percepatan gravitasi.



Gambar 3.1. Rangkaian percobaan



Gambar 3.2. Skema Percobaan

### 3. 3. Peralatan Praktikum

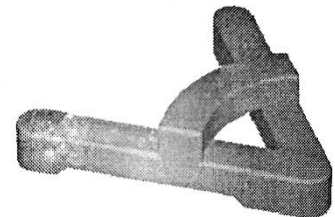
Tabel 3. 1. Peralatan praktikum

No	Nama alat	Jumlah
1	Dasar statif, A	1
2	Batang statif	1
3	Magnet pemegang bola logam	1
4	Gerbang cahaya	2
5	Bola logam	1
6	Timer counter, AT-01	1
7	Bosshed, universal	3
8	Rol meter	1
9	Kabel penghubung	1
10	Plumb bob	1

### 3. 4. Deskripsi Alat

#### a. Dasar Statif A

Besi cor bentuk-A. Dilengkapi dengan lubang dan baut untuk mengencangkan kedudukan batang statif. Ukuran  $185 \times 185 \times 185$  mm.



#### b. Batang Statif

Bahan: Stainless steel, Ukuran: dia. 10mm, Panjang batang: 100 cm, Ujung batang digerus:  $1 \times 45^\circ$ .



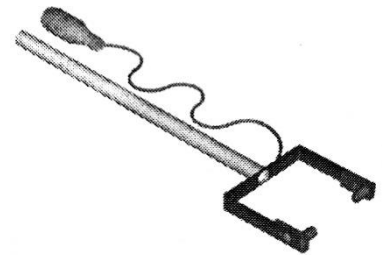
#### c. Magnet pemegang bola logam

Tegangan: 12 V dc. Arus maximum: 0,2 A Soket: dua terminal soket 4-mm.



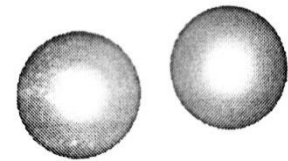
**d. Gerbang Cahaya**

LED infra merah dengan detektor transistor. Resolusi sampai 100 milisekon. Dua gerbang cahaya dapat dihubungkan ke Timer counter dalam satu kali pengukuran. Dilengkapi kabel penghubung.



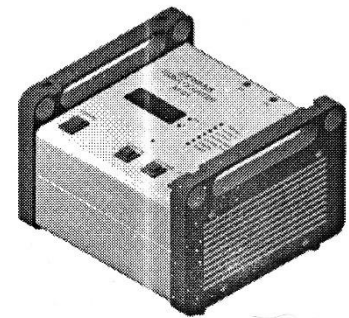
**e. Bola logam**

Bola logam steel pejal (bola konduktor) berdiameter: 19 mm. Lapisan pada bola memberikan kontak listrik yang baik. Permukaan bola dijaga agar tetap bersih.



**f. Timer counter, AT-01**

Timer counter dapat digunakan untuk berbagai pengukuran, yaitu pengukuran waktu, selang waktu, mencacah, pengukuran percepatan, dan pengukuran percepatan gravitasi.



**Catatan:**

*Baca manual alat timer counter AT-01 secara seksama disertakan pada alat ini!*

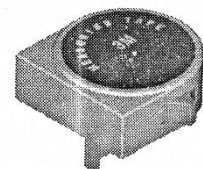
**g. Bosshead, universal**

Dapat digunakan untuk berbagai keperluan di laboratorium, yaitu menjepit batang diameter 3 – 13 mm.



**h. Rol meter**

Dimension: 3m × 16mm. In Dalam wadah rumah plastik dengan alat pengguling



otomatis.

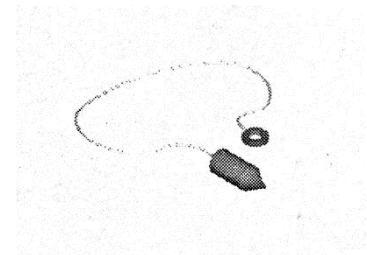
**i. Kabel penghubung**

Digunakan untuk menghubungkan sumber tegangan ke magnet pemegang bola logam. Panjang: 1.5 m. Koneksi: terminal soket 4mm dan konektor PS-2.



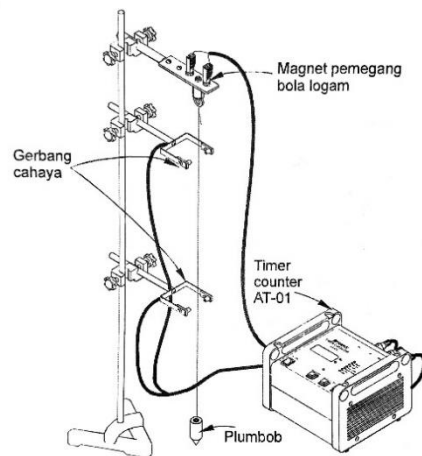
**j. Plumb Bob**

Untuk mengatur kelurusan posisi gerbang cahaya dan magnet pemegang bola dan pengatur trayektori jatuhnya bola logam.



### 3. 5. Rangkaian Alat

1. Rangkaian alat seperti terlihat pada Gambar 3.1 atau 3.3 Pasang magnet pemegang bola pada bagian atas statif, gerbang cahaya pertama di tengah batang, dan gerbang cahaya kedua pada bagian paling bawah.
2. Hubungkan magnet pemegang bola ke keluaran **P1/E.MAGNET** pada timer counter AT-01 menggunakan kabel penghubung.
3. Hubungkan gerbang cahaya 1 dan gerbang cahaya 2 secara berurutan pada terminal P1 dan P2 pada Timer counter. Atur jarak kedua gerbang cahaya sedemikian rupa sehingga jarak antara keduanya adalah 10 cm.
4. Hubungkan Timer counter AT-01 ke soket jala listrik. Timer counter dalam keadaan mati (OFF)



Gambar 3.3. Rangkaian Percobaan

5. Hubungkan timer counter AT-01. Tekan tombol pemilih fungsi pada timer counter beberapa kali sedemikian rupa sehingga timer berada pada fungsi **Gravity Acceleration**. Pada keadaan tersebut lampu LED pada fungsi tersebut dan pada fungsi E.MAGNET akan menyala. LED pada fungsi E.MAGNET menunjukkan bahwa sumber tegangan untuk magnet pemegang bola juga dalam keadaan hidup (ON).
6. Atur kelurusan magnet pemegang bola, dan kedua gerbang cahaya sedemikian rupa sehingga trayektori bola logam dari magnet pemegang bola menghalangi berkas cahaya pada masing-masing gerbang cahaya. Untuk memudahkan mengatur kelurusan, gunakan plumb bob.

### 3. 6. Prosedur Praktikum

- a. Hidupkan *timer counter* AT-01.
- b. Tekan tombol **FUNCTION** pada *timer counter* AT-01 sedemikian rupa beberapa kali sehingga pewaktu berada pada fungsi **Gravity Acceleration**. *Timer counter* berada pada fungsi **Gravity Acceleration** ditunjukkan oleh nyala merah lampu indikator LED. Pada keadaan ini *timer counter* juga akan menyalakan fungsi **E.MAGNET** yang ditunjukkan oleh nyala merah indikator LED. Dengan menghubungkan terminal **E.MAGNET** ke magnet pemegang bola logam menggunakan kabel penghubung, maka pada kumparan magnet

- pemegang akan timbul medan magnet sehingga dapat menarik benda-benda konduktor.
- c. Pasang bola logam pada magnet pemegang bola logam. Mulailah melakukan pengukuran dengan cara menekan tombol **E.MAGNET** pada *timer counter*. Setelah tombol **E.MAGNET** ditekan, maka fungsi **E.MAGNET** akan mati sehingga medan magnet pada magnet pemegang bola juga akan hilang. Bola logam akan jatuh melewati gerbang cahaya 1 dan gerbang cahaya 2 secara berurutan.
  - d. Baca hasil pengukuran waktu pada *timer counter* AT-01. Timer akan menampilkan waktu tempuh bola ke gerbang cahaya 1 dan ke gerbang cahaya 2 secara berurutan. Catat hasil pengukuran waktu ini ke dalam tabel 3.2.
  - e. Hitung percepatan gerak jatuh bebas tersebut menggunakan persamaan 3. Catat hasil perhitungan pada kolom yang sesuai pada tabel 3.2.
  - f. Ubah ketinggian jatuh bebas bola  $h$ . Atur ulang timer dengan menekan tombol **FUNCTION** 1 kali sedemikian rupa sehingga fungsi **E.MAGNET** kembali aktif (*ON*) again. Ulangi lagi langkah percobaan a s/d e untuk beberapa ketinggian yang berbeda dengan menekan tombol **E.MAGNET**.

### 3. 7. Hasil Pengamatan

Tabel 3. 2. Gerak jatuh bebas

$h_2 - h_1$ (m)	Waktu $t_1$ (s)	Waktu $t_2$ (s)	Percepatan ( $m/s^2$ )

**3. 8. Kesimpulan**

- a. Periksa data percepatan pada tabel 3.2, apakah besar percepatan jatuh bebas bola memiliki harga yang sama atau harga yang berbeda pada ketinggian jatuh yang berbeda? Jelaskan jawaban anda!

.....  
.....  
.....  
.....

- b. Berdasarkan pada hasil percobaan, benarkah dugaan prediksi teori bahwa percepatan jatuh bebas sama dengan percepatan gravitasi? Jelaskan jawaban anda!

.....  
.....  
.....  
.....

## MODUL IV

### HUKUM KEDUA NEWTON TENTANG GERAK

#### 4. 1. Tujuan Praktikum

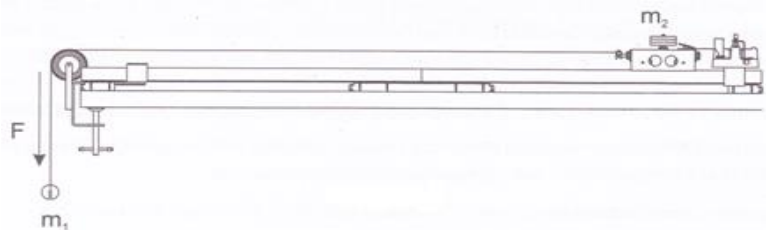
Setelah melakukan praktikum ini, praktikan diharapkan dapat memverifikasi hukum kedua newton tentang gerak.

#### 4. 2. Teori

Hukum kedua *newton* tentang gerak menyatakan bahwa percepatan  $a$  gerak sebuah benda atau *system* berbanding lurus dengan gaya  $F$  yang bekerja pada benda atau *system* itu dan berbanding terbalik dengan masa total  $m$  benda atau *system*. Hukum kedua *newton* dapat ditulis dalam bentuk persamaan matematika seperti di bawah ini.

$$F = ma \text{ atau } a = \frac{F}{m}$$

Persamaan di atas akan diverifikasi (diuji) dengan menggunakan *system* benda seperti pada gambar yang terdiri dari kereta dinamika dengan massa di atasnya, dan satu atau lebih beban  $m$ , yang di gantung pada salah satu ujung tali. Masa total *system*  $m$  adalah masa kereta dinamika, ditambah masa beban pada kereta, ditambah masa yang digantungkan pada ujung tali.



Gambar 4. 1

Gaya  $F$  dihasilkan oleh beban yang digantung  $m_1$ . Satu massa  $m_1$  mewakili (menyatakan) satu satuan gaya ( $1p$ ), dua massa ( $2m_1$ ) mewakili dua satuan gaya ( $2p$ ), tiga massa ( $3m_1$ ) mewakili tiga satuan gaya ( $3p$ ), dan seterusnya. Jika dikehendaki agar gaya dinyatakan dalam sauna baku, misanya newton, gaya tiap

beban dapat diukur dengan menggunakan dynamometer. Akan tetapi, untuk keperluan verifikasi ini, gaya tidak perlu dinyatakan dalam satuan baku.

Dalam praktikum ini akan diperiksa hubungan antara percepatan  $a$  dan gaya  $F$  pada keadaan massa total system tetap, dan memeriksa hubungan antara percepatan  $a$  dan massa system  $m$  pada keadaan gaya  $F$  yang bekerja dibuat tetap.



**Gambar 4. 2**

- a. Rangkaian alat praktikum seperti gambar tiga beban bercelah 50 gram dan satu buah beban bercelah 20 gram dipasang pada kereta dinamika dengan menggunakan sebuah pasak penumpu yang dimasukkan ke lubang yang ada di atas kereta dinamika.
- b. Adakan kompensasi terhadap gaya gesek yang ada di antara kereta dinamika dan rel dengan jalan memiringkan rel secukupnya sedemikian sehingga jika kereta diberi dorongan kecil dan sebentar saja, kereta kira-kira bergerak lurus beraturan. Untuk memiringkan rel anda dapat juga menggunakan beberapa uang logam yang ditumpuk di bawah bagian ujung yang ditinggikan. Balok bertingkat mungkin kurang cocok untuk keperluan ini.
- c. Setelah gesekan dikompensasi, gantung beban 10 gram pada ujung tali nilon. Potong tali secukupnya sedemikian rupa sehingga cukup untuk memberi gantungan pada beban dengan kereta dinamika berada didekat pewaktu ketik dan beban berada sedekat-dekatnya dengan katrol.

Catatan :

Pada awalnya kereta dinamika perlu ditahan untuk mencegah beban jatuh sebelum praktikum dimulai.

- d. Potong pita ketik dengan panjang beberapa cm lebih panjang dari tinggi meja. Pasang pita ketik pada pewaktu ketik dan jepit salah satu ujungnya pada kereta dinamika.
- e. Hubungan pewaktu ketik ke catu daya. Pastikan catu daya ada dalam keadaan OFF.

### 4.3. Peralatan Praktikum

Tabel 4.1. Peralatan praktikum

No	Nama alat	Jumlah
1	Rel presisi	1
2	Penyambung rel	1
3	Kaki rel	2
4	Pita ketik	1
5	Pasak penumpu	1
6	Beban bercelah dan penggantung	1 set
7	Puli klem meja	1
8	Pewaktu ketik	1
9	Tali nilon	1
10	Mistar pita, 3m	1
11	Balok bertingkat	1
12	Kertas manila	2
13	Catu daya	1
14	Klem meja	1
15	Kabel penghubung 25 cm hitam	1
16	Kabel penghubung 25 cm merah	1

### 4.4. Prosedur Praktikum

**Bagian 1 : Hubungan antara gaya  $F$  dan percepatan  $a$ , massa  $system$   $m$  dipertahankan tetap.**

- a. Tahan kereta dinamika pada ujung rel yang lebih tinggi, hidupkan catu daya dan lepaskan kereta dinamika. Kereta dinamika akan bergerak turun karena adanya tarikan beban.

- b. Hentikan kereta Dinamika tepat sebelum mencapai ujung rel dengan tangan atau tumpukan berpenjepit.
- c. Matikan catu daya
- d. Lepaskan pita ketik dari kereta dinamika. Periksa hasil ketikan pada pita ketik. Pastikan bahwa titik-titik di atas pita tercetak cukup jelas. Ulangi lagi praktikum jika hasil ketikan tidak tercetak dengan jelas.
- e. Dengan menggunakan 5 ketik sebagai satuan waktu, buat kurva laju waktu pada kertas manila seperti praktikum-praktikum sebelumnya. Kurva yang didapatkan seharusnya memperlihatkan gerak dipercepat beraturan. Satuan laju tentulah  $\text{cm}/(5\text{-ketik})$ .
- f. Dari kurva laju-waktu, buat grafik laju-waktu dengan menghubungkan masing-masing titik tengah ujung atas pita dengan garis lurus.
- g. Dari grafik laju-waktu, hitung percepatan  $a$  *system* berkaitan dengan gaya  $F$  yang bekerja pada *system*.  
Satuan percepatan tentulah  $[\text{cm}/(5 \text{ ketik})]/(5 \text{ ketik})$ , atau  $\text{cm}/(5 \text{ ketik})^2$
- h. Catat hasil perhitungan percepatan yang diperoleh pada tabel.
- i. Perbesar gaya yang bekerja pada system dengan menggantung beban 20 gram pada ujung tali.  
Untuk mempertahankan agar massa total system tetap, pertukarkan beban 10 gram yang digantung dengan beban 20 gram yang ada pada kereta dinamika.
- j. Ulangi langkah praktikum a sampai h dan catat hasil praktikum pada tabel.

**Bagian 2 : Hubungan antara percepatan  $a$  massa total system  $m$ , gaya  $F$  dipertahankan tetap**

- a. Lepaskan semua beban yang ada pada kereta dinamika dan gantung beban 10 gram pada ujung tali. Masa total system adalah 100 gram (masa kereta dinamika 90 gram dan beban 10 gram yang digantung)
- b. Ulangi langkah praktikum a sampai h dan catat hasil perhitungan pada tabel
- c. Tambahkan satu beban 50 gram pada kereta dinamika sedemikian rupa sehingga massa total menjadi 200 gram (massa system menjadi dua kali masa

system awal). Ulangi langkah praktikum di atas dan catat hasil perhitungan pada tabel.

#### 4. 5. Hasil Pengamatan

**Tabel 4. 2.** Hubungan antara percepatan  $a$  dan gaya  $F$ , masa total  $m$  tetap

Gaya $F$ (satuan gaya)	1 satuan (10 gram)	2 satuan (20 gram)
Percepatan $a$ [cm/(5-ketik) <sup>2</sup> ]		

**Tabel 4. 3.** Hubungan antara percepatan  $a$  massa total, gaya  $F$  tetap

Massa total sistem	100 gram	200 gram
Percepatan $a$ [cm/(5-ketik) <sup>2</sup> ]		

#### 4. 6. Kesimpulan

- a. Dari data yang didapatkan pada tabel di atas, tuliskan kesimpulan mengenai hubungan antara percepatan  $a$  dan gaya  $F$  untuk massa  $m$  yang tetap, dan hubungan antara percepatan  $a$  dan massa  $m$  dengan  $F$  tetap
- b. Jika kesalahan data hasil praktikum diperkenankan sampai 10 %, dapatkah anda mengatakan bahwa hukum kedua newton tentang gerak terbukti kebenarannya? Jelaskan jawaban anda!
- c. Sebutkan sumber-sumber kesalahan dalam praktikum ini? Jelaskan jawaban anda!

## MODUL V

### HUKUM HOOK

#### 5. 1. Tujuan Praktikum

Setelah melakukan praktikum ini mahasiswa dapat menentukan hubungan antara gaya yang bekerja pada pegas dan perpanjangan pegas.

#### 5. 2. Teori

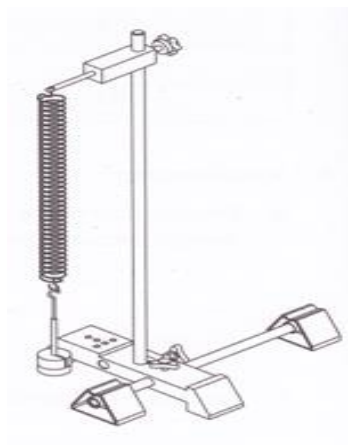
Bila sebuah benda diregangkan oleh gaya, panjang benda bertambah. Bila benda masih berada dalam keadaan elastis (batas elastisitasnya belum dilampaui), pertambahan panjang  $x$ , menurut *Hooke*, sebanding dengan besar gaya  $F$  yang meregangkan benda. Asas ini berlaku juga bagi pegas heliks, selama batas elastisitas pegas tidak terlampaui. Asas ini dapat dirumuskan dalam bentuk persamaan, yaitu:

$$F = -k \cdot Lx$$

Pada persamaan ini  $k$  disebut tetapan pegas yang diselidiki. Bila dibuat grafik antara  $F$  dan  $\Delta x$ , dan persamaan di atas benar, grafik tersebut akan berbentuk garis lurus.

Setelah semua alat praktikum disiapkan, lakukan langkah berikut ini:

- Susun alat praktikum yang telah disiapkan seperti terlihat pada gambar.
- Pasang bosshead pada ujung atas batang statif.
- Masukkan pasak pemikul ke bosshead dan gantung pegas pada pasak pemikul.



Gambar 5. 1

### 5.3. Peralatan Praktikum

Tabel 5.1. Peralatan praktikum

No	Nama Alat	Jumlah
1.	Dasar Statif	1
2.	Batang Statif, 500mm	1
3.	Batang Statif, 250mm	1
4.	<i>Bosshead, Universal</i>	1
5.	Beban bercelah dan penggantung	1 set
6.	Pasak penumpu	1
7.	Pegas helik, 25 N/m	1
8.	Mistar, 50cm	1

### 5.4. Prosedur Praktikum

Catatan: Dalam praktikum ini digunakan  $W = m \cdot g$ .  $W$  adalah berat, beban (N),  $m$  massa (kg), dan  $g$  adalah percepatan gravitasi ( $g = 10 \text{ m/detik}^2$ )

- Gantung 1 (satu) beban ( $W_0 = 0.5 \text{ N}$ ) ke ujung bawah pegas. Nilai ini adalah berat beban awal  $F_0$  untuk pegas.
- Ukur panjang awal pegas  $l_0$ . Agar tidak membingungkan, ukur panjang pegas dari suatu titik tetap teratas (misalnya tepi bawah pasak pemikul) ke suatu titik tetap terbawah (misalnya ujung bawah pegas).
- Catat  $W_0$  dan  $l_0$  pada bagian Hasil Pengamatan.
- Tambah 1 beban pada beban awal dan ukur panjang pegas / seperti langkah praktikum b. Catat berat total beban  $W$  dan  $l$  pada tabel pengamatan .
- Ulangi langkah praktikum e setiap kali dengan penambahan 1 beban dan lengkapi tabel pengamatan.

### 5.5. Hasil Pengamatan

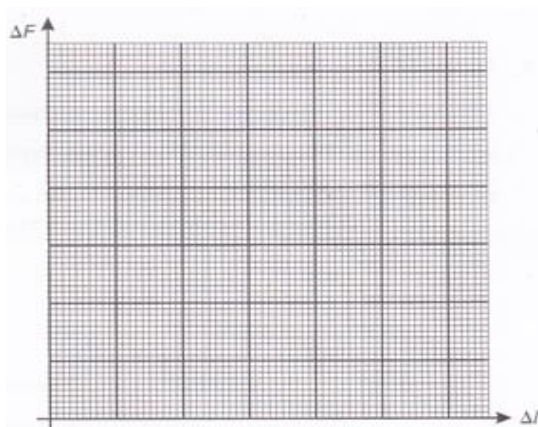
- Catat hasil pengukuran dan lengkapi tabel di bawah.

$l_0 = \dots\dots\dots \text{m}$ ;  $F_0 = W_0 \dots\dots \text{N}$ .

Tabel 5. 2. Hasil pengamatan

W(N)	$F = (W-F_0)N$	l(m)	$L = (l-l_0)m$
0.5			
1.0			
1.5			
2.0			
2.5			

- b. Buat grafik pertambahan panjang pegas dengan perubahan besar beban F dalam grafik.



Grafik 5. 1

- c. Dari grafik, hitung kemiringan garis yang didapatkan menggunakan persamaan  $\frac{F}{l}$  untuk mencari harga tetapan pegas k.  
 Besar tetapan pegas k adalah.....
- d. Sebutkan sumber penyebab kesalahan pada hasil praktikum!

**5. 6. Kesimpulan**

Tuliskan prinsip (asas) penting yang Anda telah dipelajari dari praktikum di atas, khususnya tentang hukum Hook

## MODUL VI

### GAYA PADA BIDANG MIRING I

#### 6. 1. Tujuan Praktikum

Menyelidiki sifat gaya-gaya mekanis pada bidang miring.

#### 6. 2. Peralatan Praktikum

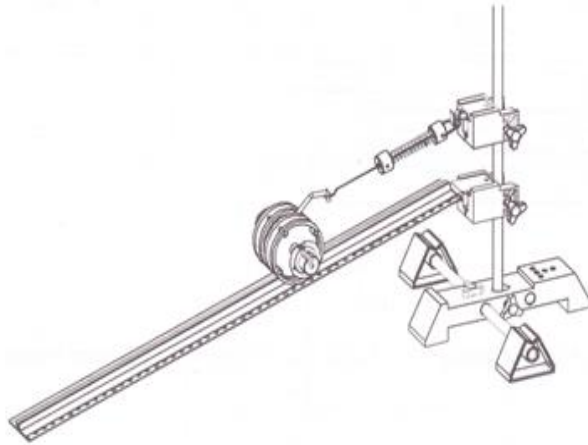
Tabel 6. 1. Peralatan praktikum

No	Alat dan Bahan	Jumlah
1.	Dasar Statif	1
2.	Kaki Statif	2
3.	Batang statif pendek	1
4.	Batang statif panjang	1
5.	Balok penahan	2
6.	Pengait beban	1
7.	Jepit penahan	2
8.	Katrol penahan ( $\varnothing$ 50mm)	2
9.	Steker perangkai	1
10.	Beban (50 gram)	2
11.	Bidang miring	1
12.	Dinamometer 1.5 N	1
13.	Dinamometer 3.0 N	1

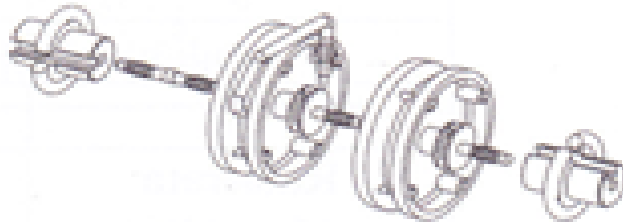
#### 6. 3. Persiapan Praktikum

Setelah seluruh alat dan bahan disiapkan sesuai daftar di atas, maka :

- a. Rakit peralatan sesuai Gambar 6.1.
- b. Pasang balok penahan pada batang statif panjang (tegak).
- c. Gabungkan dua buah katrol besar dan pasang pengait beban di antara kedua katrol tersebut serta pasang pula sebuah steker perangkai pada salah satu katrol (lihat Gambar 6.2).
- d. Rakit bidang miring pada balok penahan dengan menggunakan jepit penahan.
- e. Untuk mengatur kemiringan bidang dapat digunakan balok bertingkat (bila diperlukan). *Gambar 6. 1*



Gambar 6. 2



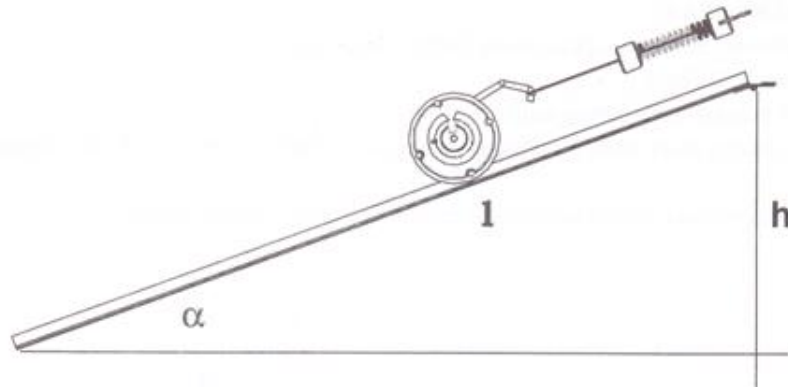
Gambar 6. 3

#### 6. 4. Prosedur Praktikum

- a. Tentukan berat gabungan katrol ( $w=mg$ ) dengan menggunakan dinamometer.
- b. Pasang dinamometer pada pengait beban dan balok penahan melalui jepit penahan bidang miring dan letakkan katrol pada bidang miring tersebut.
- c. Atur ketinggian ( $h$ ) balok penahan sesuai dengan tabel di bawah.
- d. Pada setiap ketinggian ( $h$ ) tertentu bacalah gaya ( $FR$ ) pada dinamometer dan isikan pada tabel di bawah.
- e. Pasang beban pada steker di kiri dan kanan katrol gabungan.
- f. Ulangi langkah b sampai e dan isikan hasil pengamatan ke dalam tabel.

Ket : Percepatan gravitasi =  $9.8\text{ms}^{-2}$

Panjang bidang miring ( $l$ ) = 50 cm.



Gambar 6. 4

### 6. 5. Hasil Pengamatan

- a. Isikan hasil pengamatan  $F_R$ , nilai  $\alpha$  perbandingan  $F_R$  dengan  $w$  dan sinus sudut kemiringan bidang ( $h/l$ ) pada tabel di bawah:

Tabel 6. 2. Hasil pengamatan

Tanpa tambahan beban			Dengan tambahan beban		
	Gaya berat $w = \dots$		Gaya berat $w = \dots$		
Tinggi (h)	Gaya ( $F_R$ )	$F_R/w$	Gaya ( $F_R$ )	$F_R/w$	$\sin \alpha = h/l$
10cm					
20cm					
30cm					
40cm					

- b. Bagaimanakah hubungan  $F_R/w$  dengan sinus  $\alpha$ ?

### 6. 6. Kesimpulan

## MODUL VII

### USAHA PADA BIDANG MIRING

#### 7. 1. Tujuan Praktikum

Menyelidiki gaya-gaya mekanis pada bidang miring

#### 7. 2. Peralatan Praktikum

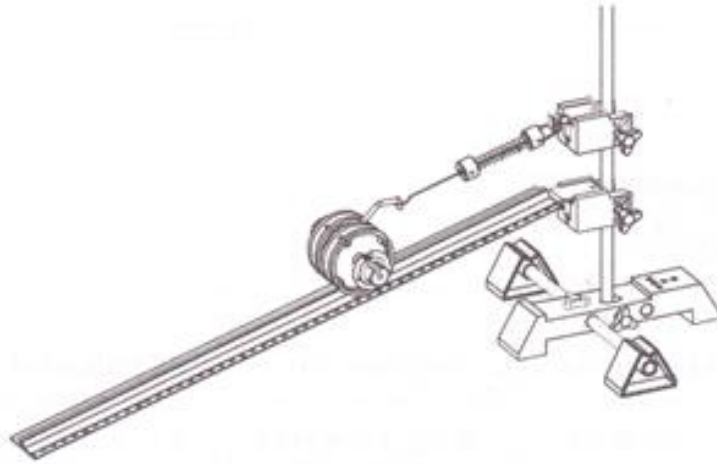
Tabel 7. 1. Peralatan praktikum

No	Alat dan Bahan	Jumlah
1.	Dasar Statif	1
2.	Kaki Statif	2
3.	Batang statif pendek	1
4.	Batang statif panjang	1
5.	Balok penahan	2
6.	Pengait beban	1
7.	Jepit penahan	2
8.	Katrol kecil ( $\varnothing$ 50mm)	2
9.	Steker perangkai	1
10.	Beban (50 gram)	2
11.	Bidang Miring	1
12.	Dinamometer 1.5 N	1
13.	Dinamometer 3.0 N	1

#### 7. 3. Persiapan Praktikum

Setelah seluruh alat dan bahan disiapkan sesuai daftar di atas, maka:

- Rakit statif sesuai Gambar 8.1.
- Pasang balok penahan pada batang statif.
- Rakit bidang miring pada balok penahan dengan menggunakan jepit penahan.
- Gabungkan dua katrol kecil dengan menggunakan steker perangkai (Gambar 8.2) dan pasangkan pengait beban di antara kedua katrol tersebut.



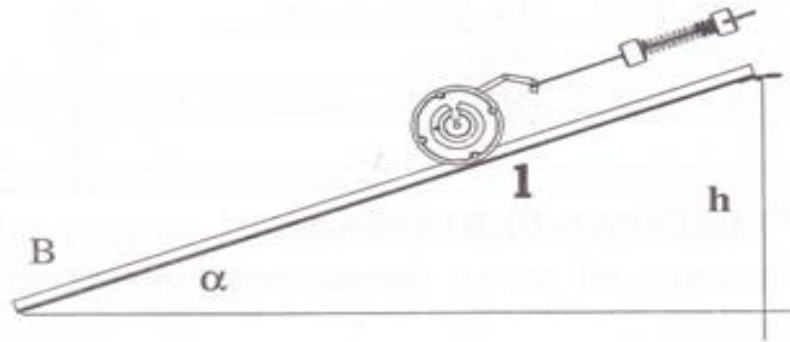
Gambar 7. 1



Gambar 7. 2

#### 7. 4. Prosedur Praktikum

- Tentukan berat kedua katrol + steker perangkai ( $w=mg$ ). Catat hasil pengamatan pada tabel.
- Kaitkan katrol pada dinamometer dan taruh di atas bidang miring.
- Atur ketinggian bidang miring ( $h=10\text{cm}$ ).
- Amati gaya yang terjadi ( $FR$ ) pada dinamometer dan catat hasilnya pada tabel.
- Lepaskan dinamometer dari katrol dan taruh katrol di atas bidang miring yang paling atas (ketinggian di atas bidang horisontal  $h = 10\text{cm}$ ) . Lepaskan katrol agar menggelincir pada bidang miring hingga sampai pada bidang horisontal (di titik B pada Gambar 8.3). Usaha yang dilakukan gaya  $FR = FR.1$  ( $1 =$  panjang bidang miring =  $50\text{cm}$ ).
- Isikan nilai usaha =  $FR.1$  pada tabel dan lengkapi pula harga  $w.h$ .



Gambar 7. 3

7. 5. Hasil Pengamatan

Tabel 7. 2. Tanpa tambahan beban

Tinggi h (m)	w (N)	w.h (joule)	$F_R$ (N)	Usaha = $F_R \cdot l$ (joule)
0.10				
0.15				
0.20				

Tabel 7. 3. Katrol dengan beban

Tinggi h (m)	w (N)	w.h (joule)	$F_R$ (N)	Usaha = $F_R \cdot l$ (joule)
0.10				
0.15				
0.20				

7. 6. Kesimpulan

## MODUL VIII

### RESULTAN GAYA SEJAJAR

#### 8. 1. Tujuan Praktikum

Menyelidiki hubungan lengan gaya terhadap posisi resultannya.

#### 8. 2. Peralatan Praktikum

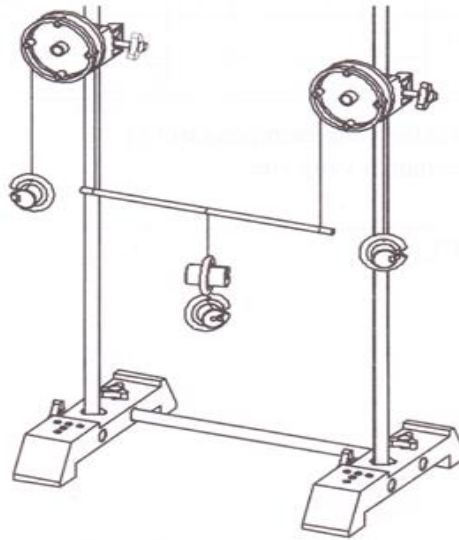
Tabel 8. 1. Peralatan Praktikum

No	Alat dan Bahan	Jumlah
1.	Dasar Statif	2
2.	Batang statif pendek	1
3.	Batang statif panjang	2
4.	Balok penahan	2
5.	Beban (50 gram)	6
6.	Katrol kecil ( $\varnothing$ 50mm)	2
7.	Benang	1
8.	Batang pensil baru	1
9.	Penggaris	1

#### 8. 3. Persiapan Praktikum

Setelah seluruh alat dan bahan di siapkan sesuai daftar di atas, maka:

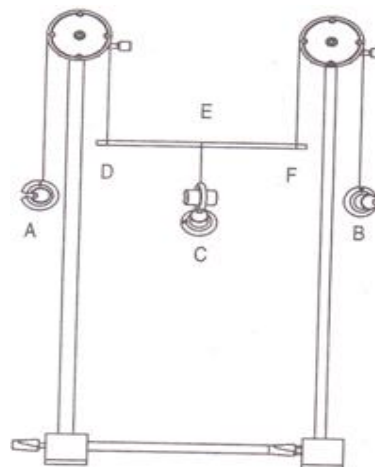
- a. Rakit statif sesuai Gambar 9.1.
- b. Rakit balok penahan pada kedua ujung batang statif, kemudian pasang katrol kecil pada masing-masing balok penahan.
- c. Ikatkan tali pada masing-masing ujung pensil, masing-masing ujung tali yang lain diikatkan pada 1 beban. Ikatkan tali ketiga secara kendur di tengah-tengah pensil, ujung lainnya diikatkan pada 2 beban.
- d. Pasang kedua benang pada katrol dan atur kedudukan kedua dasar statif dan benang ketiga agar sistem seimbang dan ketiga benang sejajar.



Gambar 8. 1

#### 8. 4. Prosedur Praktikum

- a. Catat massa beban A, B, dan C ke dalam tabel.
- b. Ukur panjang DE dan EF kemudian catat ke dalam tabel.
- c. Tambahkan 1 beban pada B dan 1 beban pada C.
- d. Ulangi langkah a sampai c dengan penambahan 1 beban.
- e. Geser ikatan tali yang di tengah pensil (yang digantungi C) ke arah tali B sehingga tercapai keadaan seimbang yang baru.
- f. Ulangi langkah a dan b.



Gambar 8. 2

### 8. 5. Hasil Pengamatan

a. Catat hasil pengamatan pada tabel di bawah dan selesaikan isian lainnya:

**Tabel 8. 2.** Hasil pengamatan

No	m <sub>A</sub>	m <sub>B</sub>	m <sub>C</sub>	$F_1 = w_A = (m_A \cdot g)$	$F_2 = w_B = (m_B \cdot g)$	$F_3 = w_C = (m_C \cdot g)$	F <sub>1</sub> +F <sub>2</sub>	DE	EF	F <sub>1</sub> (DE)	F <sub>2</sub> (EF)
1											
2											

- b. Bagaimanakah hubungan nilai F<sub>1</sub>+F<sub>2</sub> dengan F<sub>3</sub>?
- c. Apabila arah F<sub>3</sub> ke atas, apakah berlaku  $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{F}_3$  ?
- d. Bagaimanakah hubungan F<sub>1</sub> (DE) dengan F<sub>2</sub> (EF)?

### 8. 6. Kesimpulan

## MODUL IX JANGKA SORONG

### 9.1. Tujuan praktikum

Mempelajari cara menggunakan jangka sorong dan mikrometer

### 9.2. Alat dan bahan

Tabel 9.1 alat dan bahan

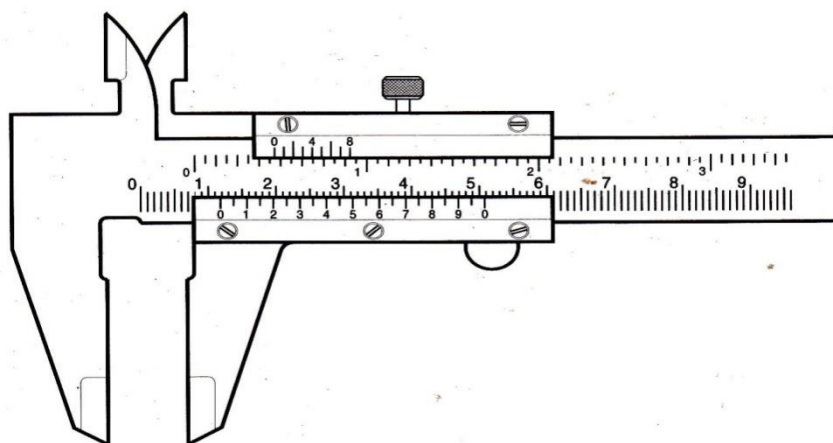
No.	Nama alat	Jumlah
1	Dasar statif	1
2	Jangka sorong	1
3	Batang statif pendek	1

### 9.3. Prosedur praktikum

Setelah seluruh alat dan bahan disiapkan sesuai daftar di atas maka :

Cara pembacaan skala pada jangka sorong

1. Lihat posisi angka nol pada skala nonius terhadap skala utama. Pada contoh dibawah angka nol dari nonius terletak antara 11 dan 12 milimeter pada skala utama gambar 9.1
2. Carilah garis skalanonius yang berimpit dengan skala utama. Pada contoh gambar 9.1, pada garis skala nonius 8 (satu skala nonius terkecil = 0,05 milimeter).
3. Untuk contoh dibawah, hasil pengamatan adalah  $11 \text{ mm} + 0,80 \text{ mm} = 11,80$  milimeter.



Gambar 9.1

#### 9.4. Langkah – langkah praktikum

Gunakan jangka sorong untuk mengukur besaran dibawah ini dan catat perolehannya pada tabel.

- a. Lebar dasar statif
- b. Diameter lubang dasar statif
- c. Kedalaman lubang dasar statif
- d. Diameter batang statif

Pada setiap pengukuran diatas, lakukan pengulangan paling sedikit 5 kali.

#### 9.5. Hasil pengamatan

- a. Isikan seluruh hasil pengamatan pada tabel berikut

Tabel 9.2 Tabel pengamatan

No percobaan	Lebar dasar statif (L)	Diameter lubang (D)	Kedalaman lubang (L)	Diameter batang (D)
1				
2				
3				
4				
5				
Rata-rata ( $L_{rt}, D_{rt}$ )				

- b. Lakukan perhitungan  $\Delta L$  atau  $\Delta D$  (kesalahan/penyimpangan pengukuran) dengan rumus  $\Delta L = L_{rt} - L$  atau  $\Delta D = D_{rt} - D$

**Tabel 9.3** Tabel perhitungan  $\Delta L$  atau  $\Delta D$

No percobaan	Lebar dasar statif ( $\Delta L$ )	Diameter lubang ( $\Delta D$ )	Kedalaman lubang ( $\Delta L$ )	Diameter batang ( $\Delta D$ )
1				
2				
3				
4				
5				
Rata-rata ( $\Delta L_{rt}, \Delta D_{rt}$ )				

- c. Hasil pengukuran  $L_{hsl} = L \pm \Delta L_{rt}$  atau  $D_{hsl} = D \pm \Delta D_{rt}$

**Tabel 9.4** Hasil pengukuran  $L_{hasil}$  dan  $D_{hasil}$

Lebar dasar statif $L_{hsl}$	Diameter lubang $D_{hsl}$	Kedalaman lubang $L_{hsl}$	Diameter batang $D_{hsl}$
$\dots \pm \dots$	$\dots \pm \dots$	$\dots \pm \dots$	$\dots \pm \dots$

## 9.6. Kesimpulan

## BAB X MOMEN INERSIA BENDA

### 10.1. TUJUAN PRAKTIKUM

1. Menentukan konstanta pegas spiral.
2. Menentukan momen inersia diri pada alat momen inersia.
3. Menentukan momen inersia tiap benda.

### 10.2. ALAT DAN BAHAN

1. Alat momen inersia 1 set
2. Gerbang cahaya (*photogate*) 1 buah
3. Neraca 1 buah
4. Jangka sorong 1 buah
5. Benang nilon 1 m
6. Perangkat beban 1 set
7. Pencacah waktu 1 buah
8. Bola pejal, silinder pejal, silinder berongga, piringan 213, piringan 714, kerucut pejal 1 buah

### 10.3. KONSEP DASAR

Gerak benda yang berputar pada sumbu rotasi tertentu dapat dihasilkan dengan memberikan sebuah gaya  $\mathbf{F}$  yang bekerja pada jarak  $\mathbf{R}$  tertentu dari sumbu putar tersebut. Jika gaya  $F$  tersebut tegak lurus terhadap  $R$ , besarnya momen gaya atau torka yang bekerja pada benda tersebut dapat dituliskan sebagai:

$$\tau = R \times F \dots\dots\dots (2.1)$$

Apabila torka tersebut bekerja pada suatu sistem benda yang putarannya ditahan oleh pegas spiral, besarnya simpangan  $\theta$  akan sebanding dengan torka tersebut, yang diberikan oleh hubungan:

$$\tau = \kappa\theta \dots\dots\dots (2.2)$$

dengan  $\kappa$  adalah konstanta pegas spiral. Dari persamaan (2.1) dan (2.2), diperoleh

$$\theta = \frac{R}{\kappa} F \dots\dots\dots (2.3)$$

Persamaan (2.3) menunjukkan bahwa simpangan sebanding dengan gaya, sehingga apabila dibuat grafik kita akan memperoleh kurva simpangan terhadap gaya yang berupa kurva linier. Sifat linieritas tersebut tentunya akan muncul sepanjang masih dalam batas elastisitas Hooke dari pegas spiral tersebut. Torka yang bekerja akan menghasilkan percepatan sudut,

$$\alpha = \frac{d^2\theta}{dt^2},$$

yang besarnya bergantung pada momen inersia benda I, yang diberikan oleh hubungan:

$$\tau = I \frac{d^2\theta}{dt^2}$$

Persamaan (2.2) sekarang dapat dituliskan kembali menjadi

atau

$$I \frac{d^2\theta}{dt^2} = -\kappa\theta$$

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{\kappa}{I}\theta = 0 \dots\dots\dots (2.4)$$

dengan I adalah momen inersia benda terhadap sumbu putar. Persamaan (2.4) ini merupakan persamaan gerak osilasi sederhana yang solusinya berupa fungsi harmonik sinus atau cosinus dengan perioda

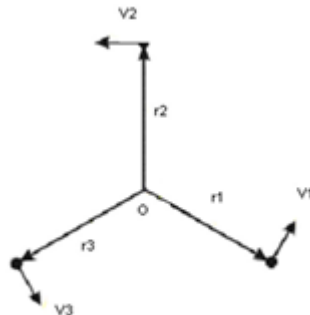
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{\kappa}} \dots\dots\dots (2.5)$$

Untuk suatu sistem N partikel yang membentuk benda tegar, momen inersianya adalah

$$I = \sum_{i=1}^N m_i r_i^2 \dots\dots\dots(2.6)$$

Gambar 2.1. mengilustrasikan sebuah sistem yang terdiri dari tiga buah partikel dengan massa  $m_1$  ,  $m_2$  dan  $m_3$  yang membentuk suatu benda tegar. Momen inersia untuk sistem tersebut adalah

$$I = \sum_{i=1}^3 m_i r_i^2 \text{ atau } I = m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2 + m_3 r_3^2$$



Gambar 2.1 Sistem benda tegar dengan tiga partikel berputar dengan sumbu di O.

Untuk suatu benda tegar dengan distribusi massa yang kontinyu, suatu elemen massa yang berjarak  $r_i$  dari sumbu putar, momen inersia benda

$$I = \sum_{i=1}^N r_i^2 \Delta m_i$$

dapat dihitung dari

Apabila  $\Delta m_i$  diambil sangat kecil, momen inersia dapat dituliskan

$$I = \int r^2 dm$$

dengan  $dm$  adalah elemen massa. Dari persamaan momen inersia di atas, kita dapat menghitung momen inersia untuk berbagai benda, seperti ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

**Tabel 2.1** Momen Inersia Benda

No	Nama Benda	Letak Sumbu	Momen Inersia
1	Silinder pejal	Pada sumbu silinder	$\frac{mR^2}{2}$
2	Silinder pejal	Pada diameter pusat	$\frac{mR^2}{4} + \frac{mI^2}{12}$
3	Silinder berongga	Pada sumbu silinder	$\frac{m}{2} (R_1^2 + R_2^2)$
4	Bola pejal	Pada diameternya	$\frac{2mR^2}{5}$
5	Kerucut pejal	Pada diameternya	$\frac{3mR^2}{10}$

Gambar 2.2. menunjukkan sistem yang digunakan dalam percobaan ini untuk mengukur momen inersia dari beberapa bentuk benda. Karena sistem tersebut juga memiliki momen inersia, maka kita harus mengetahui lebih dulu momen inersia diri. Dari persamaan (2.5), besar momen inersia diri dapat dihitung dengan mengukur perioda osilasinya, yakni:

$$I_0 = \frac{\kappa}{4\pi^2} T_0^2 \dots\dots\dots (2.7)$$

Dengan  $I_0$  adalah momen inersia diri dan  $T_0$  adalah perioda diri alat ukur momen inersia yang dipakai.

Apabila sebuah benda dipasangkan pada alat ukur momen inersia tersebut dan kemudian diosilasikan, maka perioda osilasinya adalah :

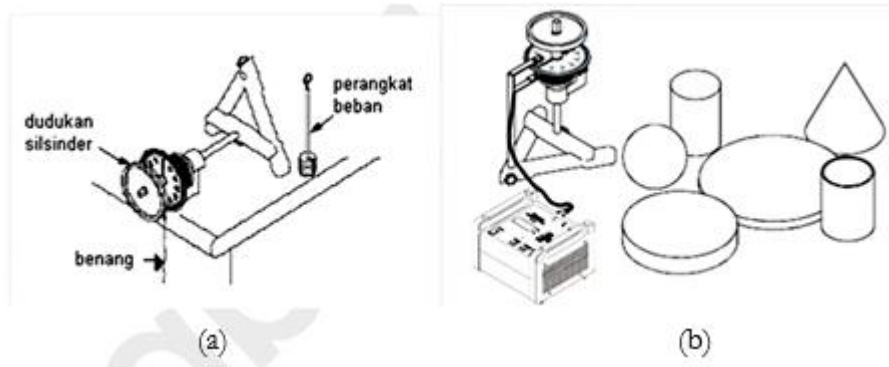
$$T^2 = \frac{4\pi}{\kappa} (I + I_0) \dots\dots\dots (2.8)$$

dengan  $T$  adalah perioda osilasi dan  $I$  adalah momen inersia benda yang sedang diukur. Dari persamaan (2.7) dan persamaan (2.8), momen inersia benda yang terpasang pada alat ukur momen inersia dapat dihitung dengan:

$$I = \left( \frac{T^2}{T_0^2} - 1 \right) I_0 \dots\dots\dots(2.9)$$

#### 10.4. Penyusunan Alat Percobaan

Pasanglah alat momen inersia pada dasar statif. Ikatkan benang nilon pada salah satu baut yang ada di tepi dudukan silinder kemudian lilitkan benang tersebut beberapa lilitan seperti pada Gambar 2.2.



**Gambar 2.2** Penyusunan alat percobaan I & II

##### 10.4.1 Percobaan I Penentuan konstanta pegas spiral

1. Timbanglah masa tiap – tiap beban !
2. Patikan jarum penunjuk simpangan pada keadaan nol!
3. Gantungkan satu buahh beban pada benang, amati simpangan yang terjadi. Catatlah sebagai  $\theta_1$  ! Bila perlu, ulangi langkah ini beberapa kali. Catat hasilnya pada Tabel 2.2 .
4. Tambahkan atau ganti 1 buah beban berikutnya dan catatlah simpangannya pada Tabel 2.2 sebagai  $\theta_2$
5. Lakukan langkah 4 untuk simpangan  $\theta_3$ ,  $\theta_4$  dan seterusnya. Catat hasilnya pada tabel 2.2 !

**Tabel 2.2** Hasil pengamatan simpangan.

<b>m (g)</b>	<b>Simpangan, <math>\theta</math> (°)</b>				
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>

#### 10.4.2 Percobaan II Penentuan momen inersia diri

1. Tegakkan kembali alat momen inersia. Buka benang yang terpasang pada dudukan silinder.
2. Pasang gerbang cahaya pada dasar statif bila belum terpasang. Atur posisinya sehingga jarum penunjuk pada alat momen inersia dapat melintasi gerbang cahaya.
3. Hubungkan gerbang cahaya dengan alat pencacah pewaktu AT-01 (Lihat Gambar 1.3).
4. Hubungkan alat pencacah pewaktu dengan tegangan 220 V AC kemudian nyalakan. Pilih fungsi CYCLE dengan menekan tombol FUNCTION. Tekan tombol CH. OVER sebanyak 5 untuk membatasi lima getaran yang akan teramati.
5. Simpangkan dudukan silinder sampai  $180^\circ$  atau lebih kemudian lepaskan sehingga terjadi gerakan bolak-balik atau isolasi.
6. Amati pencacah pewaktu. Pencacah pewaktu akan menghitung mundur jumlah getaran. Setelah 5 getaran alat tersebut secara otomatis akan menampilkan waktu untuk 5 getaran. Catat waktu tersebut pada Tabel 2.3 sebagai  $t_1$ .
7. Tekan tombol FUNCTION satu kali untuk meng-nol-kan nilai yang tampil di layar.
8. Ulangi langkah 5 s/d 7, catat waktunya sebagai  $t_2, t_3, \dots, t_5$ .
9. Hitung waktu rata-rata  $n$  getaran, kemudian hitung perioda osilasi tersebut! Catat pada Tabel 2.3 sebagai  $T_0$ .

**Tabel 2.3** Periode momen inersia diri,  $T_0$ .

Waktu $n$ getaran (s)						Periode diri, $T_0$ (s)
$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_4$	$t_5$	$t_{rata}$	

**10.4.3 Percobaan III. Penentuan momen inersia benda**

1. Timbanglah semua benda yang akan ditentukan momen inersianya! Catat hasilnya pada Tabel 1.4.
2. Ukurlah tinggi dan diameter masing-masing benda! Catat hasilnya pada Tabel 2.4.
3. Pasanglah bola pejal pada alat momen inersia!
4. Hubungkan gerbang cahaya dengan alat pencacah pewaktu AT-01.
5. Hubungkan alat pencacah pewaktu dengan tegangan 220 V AC kemudian nyalakan. Pilih fungsi **CYCLE** dengan menekan tombol **FUNCTION**. Tekan tombol **CH. OVER** sebanyak 5 kali untuk membatasi 5 getaran yang akan teramati.
6. Simpangkan bola tersebut sebesar  $180^\circ$  atau lebih, kemudian lepaskan sehingga berosilasi. Catat waktu 5 getaran yang ditunjukkan alat pencacah pewaktu pada Tabel 2.5 sebagai  $t_1$ .
7. Tekan tombol **FUNCTION** satu kali untuk meng-nol-kan nilai yang tampil di layar.
8. Ulangi langkah 6 dan 7 sebanyak 5 kali! Catat hasil tersebut pada Tabel 1.5.
9. Hitung waktu 5 getaran rata-rata, kemudian hitung periode getarannya. Catat hasilnya pada Tabel 2.5.
10. Ganti bola pejal dengan benda sesuai urutan pada Tabel 2.5. Lakukan langkah 6 s/d 9 untuk setiap benda! Catat hasil tersebut pada Tabel 2.5.

**Tabel 2.4** Dimensi dan momen inersia benda.

No.	Nama Benda	Massa (kg)	Dia luar (m)	Dia Dalam (m)	Tinggi (m)
1.	Bola Pejal				
2.	Silinder Pejal				
3.	Silinder Berongga				
4.	Piringan 213				
5.	Piringan 714				
6.	Kerucut				

**Tabel 2.5** Periode untuk setiap benda.

Nama Benda	Waktu $n$ getaran (s)						T (s)
	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_4$	$t_5$	$T_{rat}$	
Bola Pejal							
Silinder Pejal							
Silinder Berongga							
Silinder Pejal 213							
Silinder Pejal 714							
Kerucut pejal							

**10.5. LAPORAN****Percobaan I Penentuan konstanta pegas spiral**

1. Hitunglah gaya yang bekerja pada alat momen inersia akibat pemberian beban !
2. Hitung torka  $\tau$  (dari persamaan (2.1)) !
3. Buatlah tabel dan grafik simpangan  $\vartheta$  (dalam radian) terhadap torka  $\tau$
4. Tentukanlah konstanta pegas spiral,  $\kappa$  !

**Tabel 2.6** Simpangan alat momen inersia untuk setiap gaya.

m (kg)	F (N)	$\tau = FxR$ (Nm)	$\theta_{rat}$ ( $^{\circ}$ )	$\theta$ (rad)

**10.6. Penentuan Momen Inersia Diri**

5. Hitung waktu  $n$  getaran rata-rata, kemudian hitung periodanya.
6. Hitung momen inersia diri ( $I_0$ ) dari alat ukur momen inersia itu dengan menggunakan persamaan (2.7)

**10.7. Penentuan Momen Inersia Benda**

7. Hitung momen inersia benda secara teori !
8. Dengan persamaan (2.9), hitunglah momen inersia untuk masing-masing benda !
9. Bandingkan hasil No.1 dengan hasil No.2. Hitung kesalahan relatifnya !  
 Periode diri,  $T_0 = \dots\dots\dots$  s  
 Momen inersia diri,  $I_0 = \dots\dots\dots$  kg m<sup>2</sup>

**Tabel 2.7** Momen inersia benda hasil percobaan.

Nama Benda	$I_{teori} \text{ (kg m}^2\text{)}$	$T$	$I \text{ (kg m}^2\text{)}$	KSR (%)
Bola Pejal				
Silinder Pejal				
Silinder Pejal 213				
Silinder Pejal 714				
Silinder Berongga				
Kerucut Pejal				

Catatan :

Nilai  $T_0$  dan  $I_0$  diisi dari percobaan sebelumnya.

$KSR = \left| \frac{I_{teori} - I}{I_{teori}} \right| \times 100 \%$ , kesalahan relatifnya terhadap teori

Pertanyaan

1. Pada percobaan diatas, benda benda memiliki massa yang sama ( hampir sama ), bagaimana dengan momen inersianya. Sama atau berbeda? Mengapa?

.....  
 .....  
 .....

2. Apa yang anda ketahui mengenai momen inersia sebuah benda?

.....  
 .....  
 .....

Kesimpulan

Dari percobaan diatas, apa yang dapat anda simpulkan!

## BAB XI

### MOMEN INERSIA BATANG

#### 11.1 Tujuan Praktikum

Setelah melakukan percobaan ini anda diharapkan dapat menentukan momen inersia sebuah batang.

#### 11.2 Pendahuluan

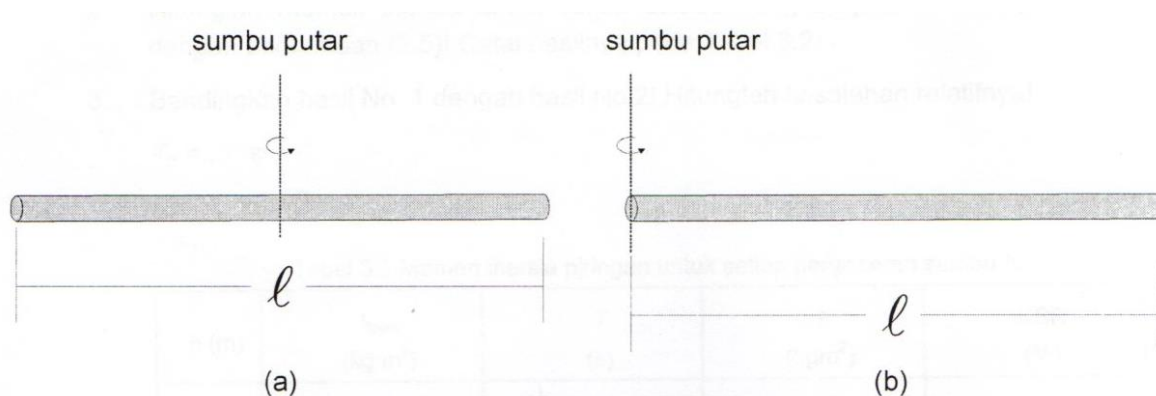
Sebuah batang “kurus” yang panjangnya  $\ell$  diputar terhadap sumbu yang melalui pusat dan tegak lurus terhadap panjangnya, gambar 4.1a.

Dari persamaan (10.3), momen inersia terhadap sumbu putar tersebut adalah

$$I = \frac{m\ell^2}{12} \dots \dots \dots (11.1)$$

Apabila batang tersebut diputar terhadap sumbu yang melalui salah satu ujung dan tegak lurus terhadap panjangnya gambar 4.1b momen inersia batang tersebut adalah:

$$I = \frac{m\ell^2}{3} \dots \dots \dots (11.2)$$



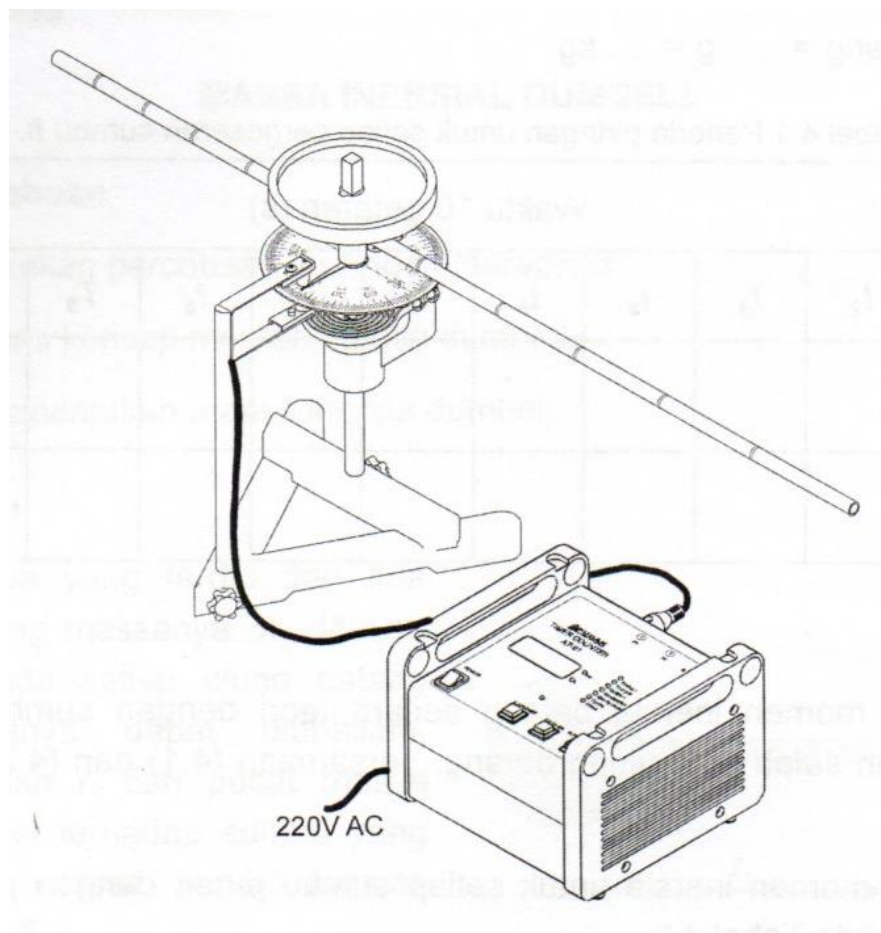
**Gambar 11.1** Sebuah batang yang diputar pada sumbunya  
 (a) Sumbu melalui titik pusat batang (b) Sumbu putar melalui salah satu ujung batang

### 11.3 Alat-alat Percobaan

Tabel 11.1 Alat-alat percobaan

Nama alat	Jumlah
Alat momen inersia	1 set
Batang aluminium 60cm	1 buah
Neraca	1 buah
Gerbang cahaya	1 buah
Pencacah waktu (Timer counter AT01)	1 buah

### 11.4 Penyusunan Alat Percobaan



Gambar 11.2

### 11.5 Prosedur Praktikum

1. Ukurlah panjang batang aluminum.
2. Timbang massa batang aluminum.
3. Pasanglah batang pada momen inersia dengan memasukkan batang tersebut pada lubang yang terdapat pada alat momen inersia (lihat gambar 11.2)!
4. Atur batang tersebut sehingga pusat massanya berada di tengah-tengah alat momen inersia! Kencangkan dengan baut yang terdapat pada alat momen inersia!
5. Hubungkan gerbang cahaya dengan alat pencacah pewaktu AT-01 (Lihat gambar 11.2).
6. Hubungkan alat pencacah pewaktu dengan tegangan 220V AC kemudian nyalakan. Pilih fungsi **CYCLE** dengan menekan tombol **FUNTION**. Tekan tombol **CH.OVER** sebanyak 10 kali untuk membatasi 10 getaran yang akan teramati.
7. Simpangkan piringan sebesar  $180^\circ$ , kemudian lepaskan sehingga berosilasi. Catat waktu yang ditunjukkan alat pencacah pewaktu pada tabel 4.1 sebagai  $t_c$ .
8. Tekan tombol **FUNTION** 1 kali untuk meng-nol-kan nilai yang tampil di layar.
9. Ulangi langkah 7 dan 8 sebanyak 10 kali!
10. Hitung waktu 10 getaran rata-rata, kemudian hitung periode getarannya. Catat hasilnya pada tabel 11.2
11. Pindahkan sumbu putar pada salah satu ujung batang.
12. Lakukan langkah 7 s/d 10.

Panjang batang = .....cm = .....m

Masa batang = .....g = .....kg

**Tabel 11.2** Periode piringan untuk setiap pergeseran sumbu h

Nama Benda	Waktu 10 getaran (s)											T (s)
	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	t <sub>3</sub>	t <sub>4</sub>	t <sub>5</sub>	t <sub>6</sub>	t <sub>7</sub>	t <sub>8</sub>	t <sub>9</sub>	t <sub>10</sub>	T <sub>rata</sub>	
Melalui pusat												
Melalui ujung												

### 11.6 Perhitungan

1. Hitunglah momen inersia batang secara teori dengan sumbu putar melalui pusat batang dan salah satu ujung batang, persamaan (11.1) dan (11.2)! Catat hasilnya pada tabel 11.3
2. Hitunglah momen inersia untuk setiap sumbu putar, dengan persamaan (2.5)! Catat hasilnya pada tabel 11.3
3. Bandingkan hasil no.1 dengan no.2! Hitunglah kesalahan relatifnya!

**Tabel 11.3** Momen inersia piringan untuk setiap pergeseran sumbu h

No	Nama Benda	$I_{teori}$ (kgm <sup>2</sup> )	T (s)	$I$ (kgm <sup>2</sup> )	KSR (%)
1	Melalui Pusat				
2	Melalui Ujung				

Catatan:

$$KSR = \left| \frac{I_{teori} - I}{I_{teori}} \right| \times 100\%, \text{ kesalahan relatif terhadap teori.}$$

### 11.7 Pertanyaan

Apa pendapat anda mengenai percobaan ini?

.....

.....

.....

### **11.8 Kesimpulan**

Dari percobaan di atas, apa yang dapat anda simpulkan?

## BAB XII

### GERAK MENGGELINDING PADA BIDANG MIRING

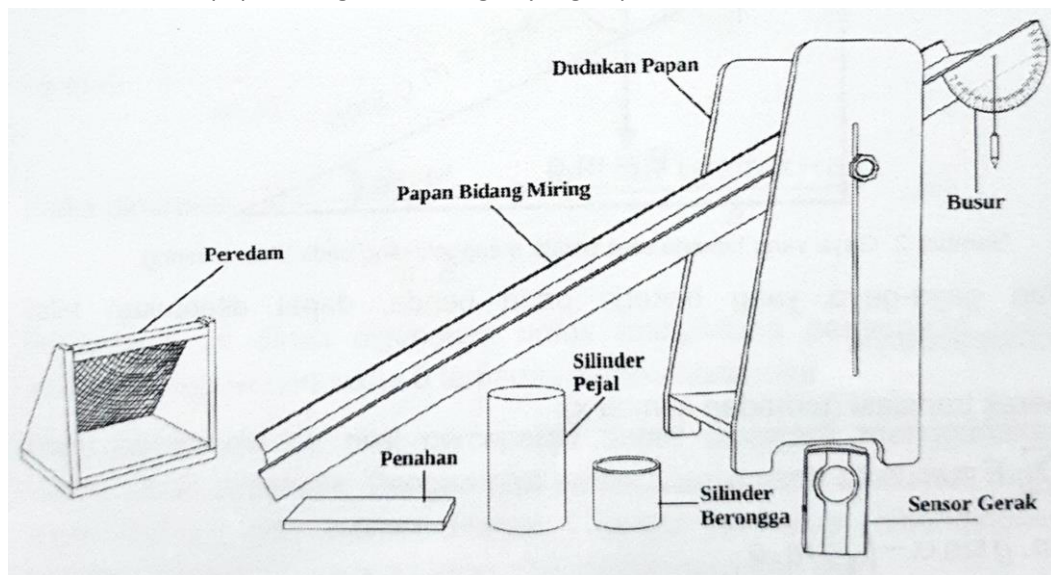
#### 12.1. Tujuan Praktikum

1. Menentukan nilai momen inersia benda melalui percobaan.

#### 12.2. Alat dan Bahan

Kode	Alat	Jumlah
GSC 400 12	Sensor gerak USB plug	1
PMM 120.01	Bidang miring 1 m	1
PMK 380.02	Silinder pejal	1
PMK 380.03	Silinder berongga	1 set

Bidang miring yang digunakan untuk percobaan ini terbuat dari kayu dengan Panjang  $\pm 1$  m. satu set alat gerak menggelinding terdiri atas silinder pejal, silinder berongga, penahan silinder, papan bidang miring, peredam, busur, serta dudukan papan dengan kemiringan yang dapat diatur.



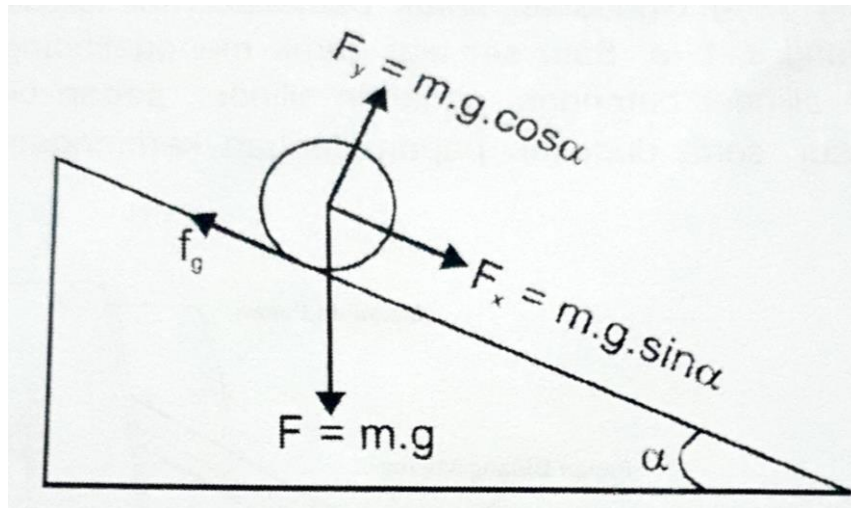
Gambar 1. Gambar komponen – komponen pada alat gerak menggelinding

#### 12.3. Pendahuluan

Benda titik yang meluncur turun di sepanjang bidang miring dengan sudut  $\theta$  terhadap sumbu horizontal, akan mengalami percepatan gravitasi sebesar  $a = g \sin \theta$ . Jika benda yang menggelinding tersebut berupa benda tegar yang dapat berotasi, maka diskripsi gerak menjadi menjadi berbeda dengan kasus benda titik. Sebuah benda bermassa  $m$  dengan jari-jari  $R$  menggelinding tanpa slip

menuruni sebuah bidang miring dengan kemiringan  $\theta$  di sepanjang arah sumbu x, perhatikan Gambar 1.

Persamaan percepatan benda a selama menuruni bidang miring diperoleh menggunakan hukum II Newton, dengan memperhitungkan gerak translasi ( $F=m \cdot a$ ) dan rotasinya ( $\tau = I \cdot \alpha$ ). Gambarkan gaya-gaya yang bekerja pada benda seperti pada Gambar 1.



Gambar 2. Gaya yang bekerja saat benda menggelinding pada bidang miring. Dari gaya-gaya yang bekerja pada benda, dapat ditentukan nilai percepatannya. Gerak translasi (terhadap sumbu x) :

$$\begin{aligned} \sum F &= m \cdot a \\ m \cdot g \sin \alpha - f_g &= m \cdot a \\ f_g &= m \cdot g \sin \alpha - m \cdot a \end{aligned} \tag{1}$$

Gerak rotasi :

$$\begin{aligned} \sum \tau &= I \cdot \alpha \\ f_g \cdot R &= I \cdot \frac{a}{R} \\ f_g &= \frac{I \cdot a}{R^2} \end{aligned} \tag{2}$$

Substitusikan persamaan (1) ke persamaan (2)

$$\begin{aligned} m \cdot g \sin \alpha - m \cdot a &= \frac{I \cdot a}{R^2} \\ m \cdot g \sin \alpha - m \cdot a &= \frac{k \cdot m \cdot R^2 \cdot a}{R^2}, \text{ nilai m dapat saling menghilangkan.} \end{aligned}$$

K adalah nilai konstanta momen inersia benda.

$$g \sin \alpha = k \cdot a + a \rightarrow g \sin \alpha = a(k + 1)$$

$$a = \frac{g \sin \alpha}{1 + k}$$



$$\text{Dengan } k = \frac{I}{m \cdot R^2}$$

$$\text{Maka diperoleh } a = \frac{g \sin \alpha}{1 + I/m.R^2} \rightarrow I = \frac{mR^2(g \sin \alpha - a)}{a} \quad (3)$$

Persamaan ini dapat digunakan untuk menghitung percepatan pada bidang miring dengan sudut  $\theta$  terhadap sumbu horizontal.

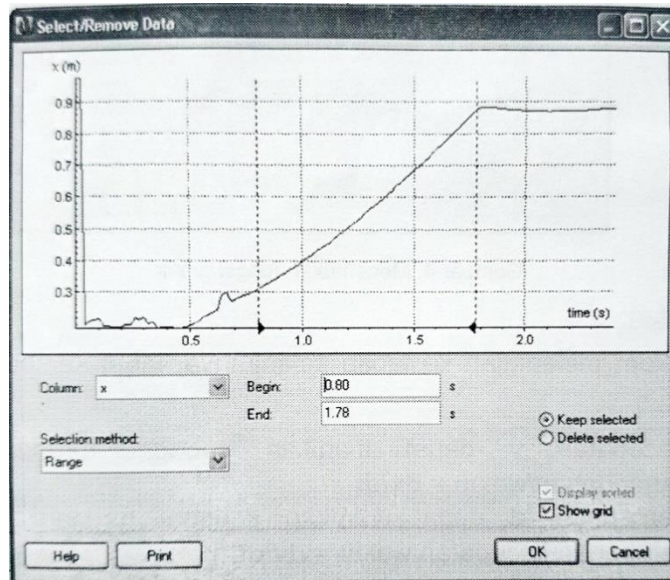
Pada percobaan ini, nilai percepatan dapat diperoleh menggunakan sensor gerak ultrasonik. Dengan nilai percobaan  $a$  yang diketahui, maka dapat dihitung nilai momen inersia  $I$  benda dan akan dibandingkan dengan nilai momen inersia  $I$  yang dihitung berdasarkan teori.

#### 12.4. Prosedur Praktikum

1. Siapkan alat percobaan. Pasang sensor gerak pada lubang diujung bidang miring menggunakan baut dan ring yang tersedia.
2. Timbang massa silinder dan ukur jari-jarinya (jari-jari dalam dan luar untuk silinder berongga).
3. Atur bidang miring pada sudut  $10^\circ$ .
4. Pasang sensor gerak di ujung bidang miring menggunakan statif sensor. Masukkan statif tepat pada lubang.
5. Arahkan sensor sehingga dapat mendeteksi gerak silinder.
6. Hubungkan sensor dengan komputer, kemudian buka aktivitas "Gerak Menggelinding.cma".
7. Letakkan silinder pejal di garis batas, kemudian tahan posisinya menggunakan penahan.
8. Klik tombol **start**  pada program coach, kemudian angkat penahan agar silinder menggelinding pada bidang miring. Pastikan silinder menggelinding dalam satu arah (lurus).
9. Saat silinder mencapai ujung bidang, klik tombol **stop**  pada program coach. Simpan aktivitas dan beri nama *file* yang sesuai.
10. Lakukan pengolahan data grafik sesuai dengan petunjuk di bagian **Pengolahan Data pada Program Coach**.
11. Catat nilai percepatan  $a$  yang diperoleh dari grafik. Masukkan dalam tabel di bagian **E. Pembahasan**.
12. Ulangi prosedur percobaan 1 – 10 serta pengolahan data grafik untuk sudut kemiringan  $14^\circ$ ,  $18^\circ$ ,  $22^\circ$ ,  $26^\circ$  dan  $30^\circ$ . Catat hasil percepatan  $a$  yang diperoleh pada tabel pengolahan data.
13. Lakukan percobaan yang sama untuk silinder berongga.

#### Pengolahan Data pada Program Coach

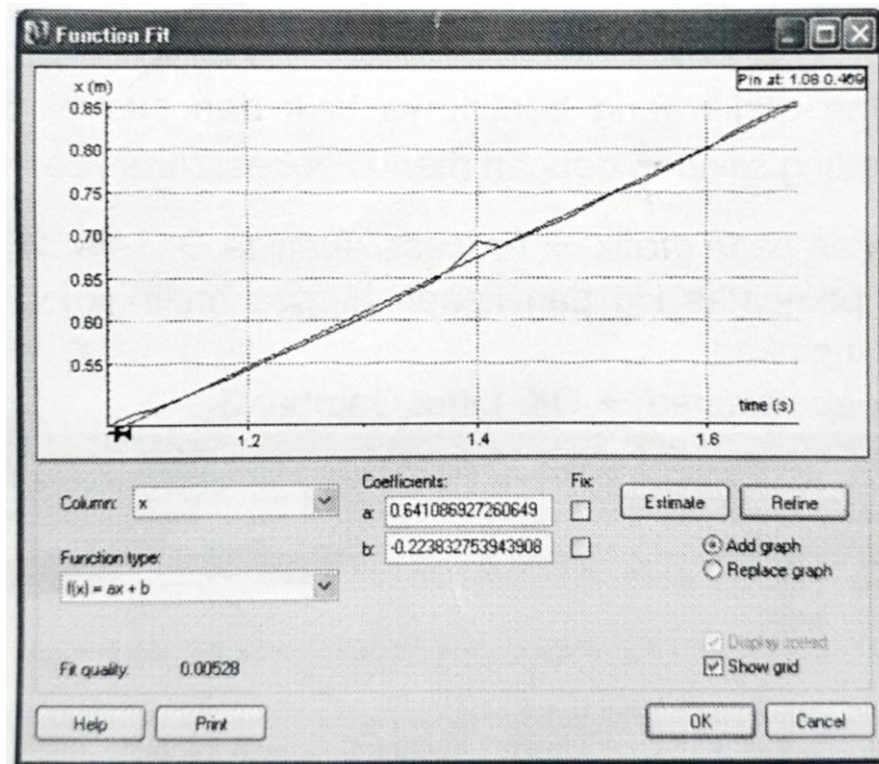
1. Pilih bagian grafik yang bentuknya baik dan sesuai dengan gerak menggelinding silinder, dengan menu **Process/Analyze**.
  - Klik kanan pada grafik  $\rightarrow$  **Process/Analyze**  $\rightarrow$  **Select/Remove Data**.
  - Geser pembatas kiri dan kanan hingga melingkupi bagian grafik yang diinginkan.
  - Pilih **keep select**  $\rightarrow$  **OK**. Lihat Gambar 3.



Gambar 3. Cara memilih bagian grafik

2. Pengolahan data hasil pengukuran menggunakan *function Fit*.

- Pada tahap ini, grafik hasil pengukuran akan dicocokkan dengan fungsi tertentu. Secara umum diketahui bahwa benda yang bergerak dengan percepatan tertentu memiliki fungsi grafik jarak  $x$  terhadap waktu  $t$ :  $f(x) = ax^2 + bx + c$ .
- Klik kanan pada grafik → *Process/Analyze* → *Function Fit*.
- Pada kolom *Function type*, pilih fungsi  $f(x) = ax^2 + bx + c$ .
- Klik *Estimate* → *Refine* → *Replace graph* → *OK*. Lihat gambar 4.



Gambar 4. Menentukan fungsi grafik

Catatan :

Sebelum melangkah ke tahap selanjutnya, ingat kembali pengertian berikut :

- Kecepatan  $v$  dapat diartikan sebagai turunan posisi = perpindahan/waktu =  $dx/dt$ .
- Percepatan  $a$  dapat diartikan sebagai turunan kecepatan = perubahan kecepatan/waktu =  $dv/dt$ .

3. Buatlah grafik kecepatan  $v$  terhadap waktu  $t$  dari grafik jarak  $x$  terhadap waktu  $t$  yang sudah ada.

- Klik kanan pada grafik  $x-t \rightarrow$  *Process/Analyze*  $\rightarrow$  *Derivative*.
- Pada jendela perintah, isi kolom berikut :  
*Column* : Jarak  
*Order* : First Derivative  
*Method* : Differences  
*Quantity* : Kecepatan
- Kemudian klik *start*  $\rightarrow$  *new diagram*  $\rightarrow$  *OK*.
- Klik panel di bagian bawah grafik jarak terhadap waktu untuk menempatkan grafik kecepatan terhadap waktu.

4. Dari grafik kecepatan terhadap waktu yang diperoleh, turunkan grafik tersebut untuk membuat grafik percepatan **a** terhadap waktu **t**.
  - Klik kanan pada grafik v-t → *Process/Analyze* → *Derivative*.
  - Pada jendela perintah, isi kolom berikut :
    - *Column* : Kecepatan
    - *Order* : *First Derivative*
    - *Method* : *Differences* atau *smooth*
    - *Quantity* : Percepatan
  - Kemudian klik *start* → *New Program* → OK.
  - Klik panel di bagian bawah grafik kecepatan terhadap waktu untuk menempatkan grafik percepatan terhadap waktu.
  - Akan diperoleh grafik a-t berupa garis lurus. Klik kanan pada grafik tersebut kemudian pilih opsi *scan* untuk melihat nilai percepatan setiap saat.
5. Catat nilai percepatan **a** yang diperoleh, kemudian lakukan Langkah 11 di bagian **D. Prosedur Percobaan**.

### 12.5. Pembahasan

1. Catat nilai percepatan yang diperoleh oleh masing-masing silinder di tiap sudut, hitung momen inersia berdasarkan **persamaan (3)** kemudian hitung rata-ratanya.
2. Hitung nilai momen inersia silinder pejal dan silinder berongga berdasarkan teori, kemudian hitung persentase galatnya.

#### Tabel data

##### Silinder pejal

Massa, m = ..... kg

Jari-jari, R = .....m

Momen inersia teori,  $I = \frac{1}{2}m.R^2 = \dots\dots\dots$  kg/m<sup>2</sup>

Sudut	a(m/s <sup>2</sup> )	I percobaan (kg/m <sup>2</sup> )	Galat (%)
10 <sup>0</sup>			
14 <sup>0</sup>			
18 <sup>0</sup>			
22 <sup>0</sup>			
26 <sup>0</sup>			
30 <sup>0</sup>			
Rata-rata			

##### Silinder Berongga

Massa, m = .....kg

Jari-jari luar, R<sub>luar</sub> = .....m

Jari-jari dalam,  $R_{dalam}$  = .....m

Momen inersia teori,  $I = \frac{1}{2}m(R_{luar}^2 + R_{dalam}^2) = \dots \dots \dots kg/m^2$

Sudut	a(m/s <sup>2</sup> )	I percobaan (kg/m <sup>2</sup> )	Galat (%)
10 <sup>0</sup>			
14 <sup>0</sup>			
18 <sup>0</sup>			
22 <sup>0</sup>			
26 <sup>0</sup>			
30 <sup>0</sup>			
Rata-rata			

Pertanyaan :

1. Bandingkan nilai momen inersia yang diperoleh dari percobaan dengan teori yang ada. Jelaskan mengapa terdapat perbedaan nilai ?
2. Bagaimanakah cara menentukan energi total untuk benda yang menggelinding di bidang miring ?

## BAB XIII

### ALAT RESONANSI BUNYI

#### 13.1. Pendahuluan

Alat resonansi Bunyi terdiri atas sebuah tabung gelas yang terhubung dengan sebuah tandon air. Ketika digunakan, tandon telah terisi air. Jika tandon air diturunkan maka jumlah air dalam tabung akan berkurang, dan kolom udara dalam tabung bertambah. Sebaliknya, jika tandon air dinaikkan maka jumlah air dalam tabung akan bertambah. Sebagai sumber getaran disediakan garpu tala dan sumber getaran elektronik (opsional).

Ketika garpu tala digetarkan dan diletakkan di atas tabung resonansi, maka udara dalam tabung dapat beresonansi sesuai frekuensi garpu tala. Resonansi hanya dapat terjadi untuk panjang kolom udara dalam tabung tertentu.

#### 13.2. Cara Menggunakan Alat

1. Pastikan tabung kaca resonansi telah terisi dengan air.

*Catatan: Jika tandon diangkat hingga melebihi tinggi tabung maka seluruh air akan berada pada selang dan tabung resonansi.*

2. Angkat tandon air hingga tabung resonansi terisi penuh dengan air.
3. Pukul garpu tala ke meja atau pukul garpu tala menggunakan palu garpu tala. Letakkan garpu tala yang sedang bergetar di atas tabung resonansi pada jarak kira-kira 5 cm.
4. Turunkan tandon air secara perlahan hingga terdengar bunyi yang cukup keras dari dalam tabung.

*Catatan: jika getaran garpu tala mulai lemah, hentikan mengubah panjang kolom udara. Pukul kembali garpu tala hingga bergetar cukup kuat, lalu lanjutkan mengubah panjang kolom udara.*

5. Naik-turunkan tandon air secara perlahan untuk mengetahui panjang kolom udara dalam tabung yang menyebabkan resonansi secara lebih presisi.

*Catatan: Jika tandon diangkat hingga melebihi tinggi tabung maka seluruh air akan berada pada selang dan tabung resonansi.*

6. Catat panjang kolom udara dalam tabung.

*Panjang tersebut (L) sama dengan seperempat panjang gelombang ( $\frac{1}{4}\lambda$ )*

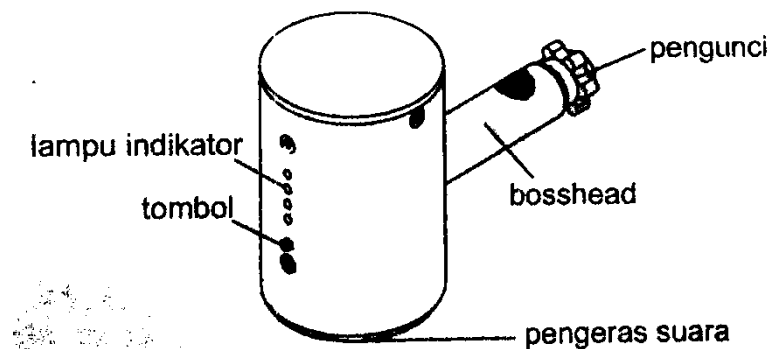
### 13.3. Perawatan dan Penyimpanan

1. Simpan alat jauh dari zat kimia yang dapat menyebabkan korosi.
2. Simpan alat ditempat kering dan tidak lembab.
3. Setelah digunakan pastikan air sudah dikeluarkan dari tabung.  
Lepas selang dari tabung dan tandon.
4. Simpan garpu tala dekat dengan tabung resonansi.

### 13.4. Garpu tala Elektronik

Garpu tala elektronik adalah komponen kit khusus yang dibuat oleh Pudah untuk mempermudah melakukan percobaan. Garpu tala elektronik berbentuk silinder yang dapat dipasang pada tiang pendukung dan digunakan sebagai sumber bunyi frekuensi tetap.

Berikut adalah bagian-bagian garputala elektronik:



Gambar 1. Garpu tala elektronik.

Ikuti langkah berikut untuk menggunakan garpu tala elektronik menggantikan garpu tala konvensional.

1. Pasang garpu tala elektronik pada batang pendukung sehingga posisi bagian pengeras suara pada jarak 3-5 cm diatas bibir tabung.

2. Tekan tombol satu kali untuk menyalakan, maka muncul bunyi dengan frekuensi 426,6 Hz.
3. Untuk mengubah frekuensi bunyi, tekan tombol satu kali.
4. Untuk mematikan tekan tombol agak lama.

### **PRAKTIKUM RESONANSI BUNYI**

#### **A. Diskripsi**

1. Memahami, menerapkan, dan menjelaskan pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif dalam ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.
2. Mendeskripsikan gejala dan ciri-ciri gelombang bunyi dan cahaya.

#### **B. Tujuan Praktikum**

Setelah melakukan percobaan ini mahasiswa diharapkan dapat menentukan panjang kolom resonansi pada bejana tertutup dan menentukan cepat rambat bunyi di udara menggunakan alat resonansi.

#### **C. Alat dan Bahan**

NO. KATALOG	NAMA ALAT/BAHAN	JML		NO. KATALOG	NAMA ALAT/BAHAN	JML
FGE 26	Alat resonansi	1 set		FGE 22.01	Palu garpu tala	1
FGE 21	Garpu tala	1 set		PWV 170	Garpu tala Elektronik*	1

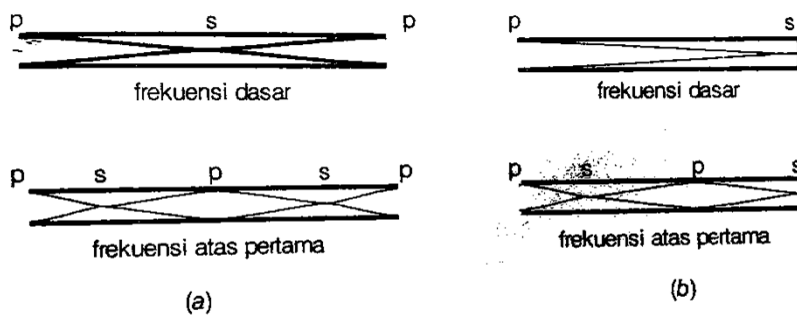
\*) Jika dibutuhkan atau jika dirasa lebih mudah digunakan.

#### **D. Pendahuluan**

Alat ini dapat digunakan untuk menentukan panjang gelombang dan cepat rambat bunyi di udara dengan metode resonansi.

Setiap kolom udara memiliki frekuensi alamiahnya, yang berupa frekuensi dasar dan frekuensi atasnya, sama seperti tali atau dawai.

Pada Gambar 2 digambarkan secara skematik gelombang berdiri transversal pada frekuensi dasar dan frekuensi atas pertama yang dapat terjadi pada kolom udara di dalam tabung terbuka dan tabung tertutup.

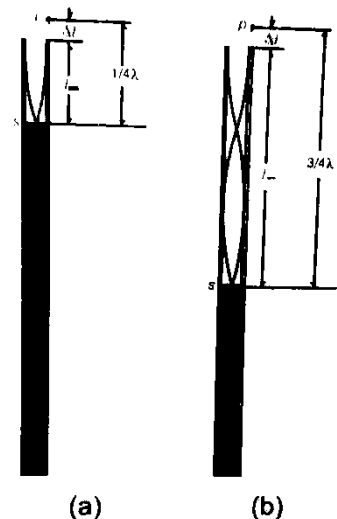


Gambar 2  
Gelombang berdiri pada tabung terbuka (a) dan pada tabung tertutup (b).

Tabung resonansi yang digunakan dalam percobaan ini adalah tabung resonansi tertutup. Mula-mula atur agar ketinggian air dalam tabung hanya berjarak beberapa cm dari bibir tabung. Dengan frekuensi tertentu, misalnya  $f$ , dibangkitkan gelombang berdiri yang bentuknya terdiri atas satu simpul dan satu perut, seperti pada (Gambar 2) dengan mengubah panjang kolom udara. Perhatikan gambar. Perut  $p$  berada sedikit diatas ujung atas tabung. Misalkan jarak dari  $p$  ke ujung atas tabung adalah  $\Delta l$ . Karena letak  $p$  tidak kita ketahui,  $\Delta l$  tidak dapat diukur dan tidak kita ketahui juga. Jarak dari permukaan air ke ujung atas tabung dapat diukur dan diketahui. Umpamakan jarak  $l_0$ . Oleh karena itu, pada keadaan ini :

$$l_0 + \Delta = \frac{1}{4} \lambda$$

Dengan frekuensi yang sama ( $f$ ) dibangkitkan gelombang sedemikian sehingga terbentuk dua perut dan dua simpul seperti pada Gambar 2b.



Gambar 3. Rangkaian percobaan.

Ini hanya mungkin jika panjang kolom udara diperbesar sampai panjang tertentu, misalkan  $l_1$ .  $f$  sekarang menjadi frekuensi atas pertama untuk panjang kolom udara yang baru. Pada keadaan ini:

$$l_0 + \Delta = \frac{3}{4} \lambda \quad (2)$$

$l_1$  dapat diukur. Bila persamaan (2) dikurangi dengan persamaan (1) akan diperoleh:

$$l_0 + \Delta = \frac{1}{2} \lambda$$

Atau:

$$\lambda = 2(l_1 - l_0)$$

Jadi dengan mengukur  $l_1$  dan  $l_0$  panjang  $\lambda$  dapat dihitung menggunakan persamaan (4). dengan menggunakan persamaan

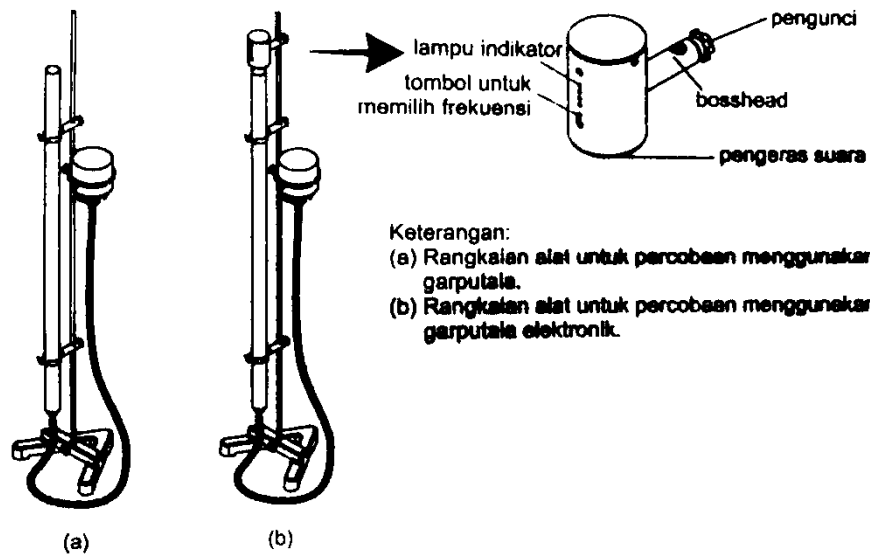
$$v = f \times \lambda \quad (5)$$

Cepat rambat bunyi  $v$  dapat ditentukan, sebab  $f$  diketahui, yaitu frekuensi garpu tala.

Berikut adalah percobaan menggunakan Tabung Resonansi untuk menentukan cepat rambat bunyi di udara.

### **E. Persiapan Praktikum**

Kemungkinan besar alat resonansi sudah dipasang seperti pada Gambar 3 diatas. Jika belum, lakukan prosedur berikut ini:



Gambar 1. Rangkaian percobaan.

*Catatan: Perhatikan baik-baik petunjuk percobaan di bawah.*

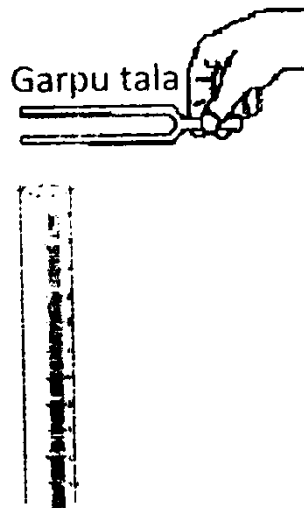
1. Pasang alat seperti Gambar 3.
2. Tuangkan air secukupnya, kira-kira seperti yang ditunjukkan dalam gambar.
3. Baik sekali jika garpu tala dijepit pada statif, dekat-dekat di atas ujung atas tabung. Gunakan salah satu garpu tala, misalnya yang frekuensi 514 Hz.

*Catatan: Jika tidak dapat dijepit, garpu tala dipegang dengan tangan.*

#### F. Langkah-Langkah Praktikum

Sebaiknya anda bekerja berdua, seorang mengatur panjang kolom udara, yang lain membunyikan garpu tala.

1. Atur ketinggian tandon air agar panjang kolom udara agak pendek, di sekitar 5 cm.
2. Bunyikan garpu tala dengan memukulnya menggunakan palu garpu tala.
3. Cepat-cepat dekatkan garpu tala keujung atas tabung, disebelah atas kolom udara.
4. Sebaiknya garpu tala diposisikan dengan kaki-kakinya tersusun vertikal atau horizontal (tidak miring).



5. Atur ketinggian tandon sehingga bunyi garpu tala pada kolom udara terdengar menguat. Selama pengaturan panjang kolom udara, mungkin sekali garpu tala sudah berhenti bergetar. Jika demikian, pukul lagi garpu tala tersebut.
6. Atur panjang kolom udara secara cermat untuk mendapatkan resonansi yang paling baik (paling keras).
7. Ukur panjang kolom udara ketika resonansi ( $l_0$ ). catat hasilnya pada tabel di bawah.
8. Baca frekuensi garpu tala seperti yang ditulis di suatu tempat pada cabang garpu tala. Namakan frekuensi ini  $f$ .
9. Dengan cara serupa dengan yang diatas, cari panjang kolom udara berikutnya yang menyebabkan terjadinya resonansi dengan garpu tala.
10. Ukur panjang kolom udara berikutnya yang baru. Namakan kolom udara ini ( $l_1$ ).
11. Lengkapi isian pada tabel 1, hitung cepat rambat gelombang (bunyi) di udara.
12. Lakukan langkah-langkah seperti di atas untuk menentukan cepat rambat gelombang bunyi di udara dengan menggunakan garpu tala yang lain.
13. Cantumkan hasil-hasilnya pada Tabel 1 di bawah.

**G. Hasil Pengamatan**

**Tabel 1 Hasil Pengamatan**

No.	Frekuensi f(Hz)	$l_0$ (m)	$l_1$ (m)	$l_1 - l_0$ (m)	$\lambda = 2(l_1 - l_0)$ (m)	$\lambda = f \lambda$ (m/s)
1.	.....	.....	.....	.....	.....	.....
2.	.....	.....	.....	.....	.....	.....
3.	.....	.....	.....	.....	.....	.....
						.....
$\Sigma v$						.....
$\tilde{V} = \frac{\Sigma v}{3}$						.....

**H. Analisis dan Diskusi**

Berdasarkan tabel hasil pengamatan, cepat rambat bunyi rata-rata di udara adalah.....

## BAB XIV

### ALAT DEMONSTRASI RESONANSI GETARAN

#### 14.1. Pendahuluan

Resonansi merupakan fenomena ikut bergetarnya suatu benda karena adanya benda lain yang bergetar dengan frekuensi tersebut. Dengan alat demonstrasi resonansi getaran ini, akan diperlihatkan peristiwa resonansi getaran yang dipengaruhi oleh bentuk benda yang digetarkan. Satu set alat demonstrasi resonansi getaran dapat digunakan untuk percobaan resonansi pada plat Chladni serta resonansi pada *loop* dan bilah.

Plat Chladni digunakan untuk mengamati pengaruh geometri benda pada pola resonansi getaran mekanik benda dua dimensi (2-D). Ada dua macam plat Chladni, plat persegi dan lingkaran. Alat ini digunakan dengan cara menggetarkan titik pusat plat dengan pembangkit getaran dan menaburkan garam halus di permukaan plat. Garam halus akan bergetar menjauhi perut dan berkumpul di titik simpul. Pola-pola yang terbentuk adalah pola-pola gelombang berdiri yang berkaitan dengan satu frekuensi harmonik plat Chladni.

*Loop* dan Bilah digunakan untuk mendemonstrasikan peristiwa resonansi dan terbentuknya gelombang berdiri. Pada frekuensi tertentu akan terbentuk perut dan simpul. Pada *loop*, dan bilah akan beresonansi sesuai penjangnya.

#### 14.2. Alat-alat

Satu set alat demonstrasi resonansi getaran terdiri dari:

No. Katalog	Nama Alat/Bahan	Jumlah
PWV 150	Plat Chladni Persegi	1 buah
	Plat Chladni Lingkaran	1 buah
	Baut Penahan Segi Enam	1 buah
PWV 150 01	Plat Chladni Segitiga	1 buah
PWV 151	<i>Loop</i>	1 buah
	Bilah (dengan poros yang berbeda)	3 buah
FAL 25	Pembangkit Frekuensi Audio	1 buah
FAL 29	Pembangkit Getaran	1 buah
KAL 99/10-050	Kabel Penghubung DC 50 cm, hitam	1 buah
KAL 99/20-050	Kabel Penghubung DC 50 cm, merah	1 buah

**14.3. Perawatan dan Penyimpanan**

1. Simpan alat jauh dari zat kimia yang menyebabkan korosi seperti garam dan asam.
2. Simpan alat ditempat yang kering dan tidak lembab.
3. Simpan dalam keadaan kering dan bersih.
4. Dapat dibersihkan dengan kain lap katun.

**14.4. Percobaan dengan Plat Chladni**

Percobaan dengan plat Chladni bertujuan untuk mengamati pengaruh geometri benda pada pola resonansi getaran mekanik benda dua dimensi (2-D).

**14.5. Percobaan dengan *Loop* dan Bilah**

Percobaan dengan *loop* bertujuan untuk mengamati pola perut dan simpul pada gelombang berdiri yang terbentuk pada *loop*/pelat melingkar.

Percobaan dengan bilah bertujuan untuk mengamati resonansi pada berbagai panjang bilah. Pada percobaan ini panjang bilah yang berbeda akan beresonansi dengan sumber getaran pada frekuensi yang berbeda.

## PERCOBAAN RESONANSI PADA PLAT CHLADNI

### POLA RESONANSI PADA BIDANG 2 DIMENSI

#### A. Alat dan Bahan

Alat dan bahan berikut digunakan dalam percobaan.

No. Katalog	Nama Alat/Bahan	Jumlah
PWV 150	Plat Chladni	1 set
PWV 150 01	Plat Chladni Segitiga	1
FAL 25	Pembangkit Frekuensi Audio	1
FAL 29	Pembangkit Getaran	1
KAL 99/20-050	Kabel Penghubung Merah	1
KAL 99/10-050	Kabel Penghubung Hitam	1
	Garam/pasir halus	Secukupnya

Untuk menunjang percobaan yang baik, dapat juga dipersiapkan alat berikut:

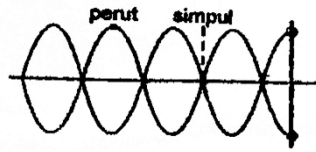
- Pemanas listrik
- Mangkuk keramik
- Sendok keramik
- Penutup telinga

#### B. Pendahuluan

Peristiwa resonansi pada plat Chladni sangat menarik. Seruk garam yang ditaburkan di atas plat dapat membentuk pola tertentu. Agar lebih memahami pola-pola yang terbentuk pada plat Chladni, sebaiknya memahami terlebih dahulu mengenai peristiwa terbentuknya gelombang berdiri (stasioner) pada dawai.

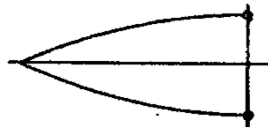
Ketika sebuah dawai diregangkan dan digetarkan pada salah satu ujungnya, gelombang berdiri akan terbentuk pada dawai tersebut. Gelombang berdiri dihasilkan dari perpaduan dua buah gelombang dengan frekuensi dan amplitudo yang sama namun berlawanan arah.

Ada dua jenis gelombang berdiri pada dawai. Yang pertama adalah gelombang berdiri yang dihasilkan oleh dawai jika ujung lainnya dalam keadaan terikat. Gelombang berdiri yang kedua dihasilkan jika ujung lain dawai dalam keadaan bebas. Gelombang berdiri menghasilkan pola seperti perut dan simpul pada dawai yang dapat diamati dengan mata

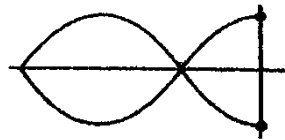


Gambar 1. Perut dan Simpul gelombang berdiri

Jumlah perut dan simpul bergantung pada frekuensi alamiah dawai dan frekuensi sumber getar.



Gambar 2. Pola yang terbentuk dengan satu perut dan satu simpul.



Gambar 3. Pola yang terbentuk dengan dua perut dan dua simpul

Pola seperti di atas juga dihasilkan pada benda 2 dimensi dan dapat diamati menggunakan plat Chladni.

### C. Persiapan

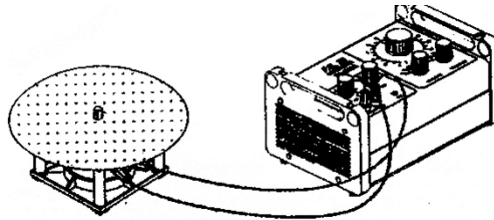
1. Siapkan alat-alat sesuai daftardi atas. Susun alat seperti pada gambar 4 di bawah.
2. Hubungkan pembangkit frekuensi audio dengan sumber listrik AC. Pastikan saklar dalam keadaan mati.
3. Atur level pada angka 2 atau 3 dengan pengali pada posisi 100 x20 mVp-p.
4. Atur bentuk gelombang menggunakan gelombang sinusoidal.
5. Atur frekuensi pada tingkat terendah dan tombol "freq range" pada "x1".
6. Hubungkan pembangkit getaran (FAL. 29) dengan pembangkit Frekuensi audio menggunakan kabel penghubung.
7. Pasang plat Chladni pada pembangkit getaran. Gunakan platChladni dengan bentuk melingkar terlebih dahulu.
8. Pastikan plat Chladni terpasang dengan baik.

### D. Persiapan Khusus

1. Penutup telinga dapat digunakan agar telinga menjadi lebih nyaman selama melakukan percobaan.
2. Percobaan akan maksimal jika menggunakan serbuk garam yang kering. Namun, garam mudah menyerap air sehingga cepat basah. Agar garam tetap

kering, selama percobaan berlangsung sebaiknya butiran garam dipanaskan di atas pemanas listrik menggunakan mangkuk keramik, sambil digerus menggunakan sendok keramik.

### E. Langkah-langkah Percobaan



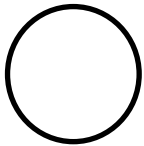
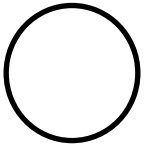
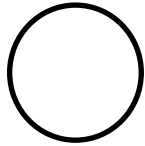
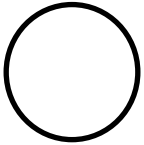
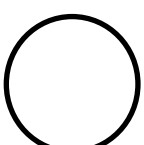
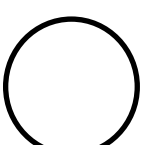
Gambar 4. Rangkaian percobaan.

1. Nyalakan generator frekuensi audio, dengan tekan tombol *power* hingga lampu menyala.
2. Taburkan serbuk garam kering di permukaan plat Chladni.
3. Catatan: Jika selama percobaan serbuk garam berkurang, tambahkan garam secukupnya ke atas permukaan plat.
4. Naikkan frekuensi getaran pembangkit getaran secara perlahan dengan memutar tuas ke kanan.
5. Catatan: Jika putaran tuas sudah maksimal, frekuensi dapat ditingkatkan dengan menggeser tuas “*Freq Range*” ke tingkat yang lebih tinggi:
  - Turunkan frekuensi hingga titik terendah.
  - Geser tuas “*freq range*” ke pengali yang lebih besar.
  - Putar kembali tuas secara perlahan searah jarum jam.
6. Serbuk garam akan membentuk pola tertentu pada frekuensi tertentu, cari dan pertahankan nilai frekuensi tersebut.
7. Catatan: Anda disarankan untuk mendokumentasikan pola garam di atas plat.
8. Catat nilai frekuensi (perkiraan) dan gambarkan pola yang terbentuk pada table hasil pengamatan.
9. Catatan: Jika menggunakan pelat melingkar, pola yang terbentuk biasanya berupa lingkaran dengan diameter yang bervariasi.
10. Setelah melakukan percobaan di atas, lakukan percobaan menggunakan plat Chladni berbentuk persegi dan segitiga.

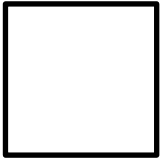
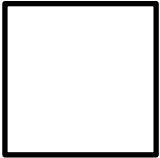
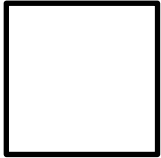
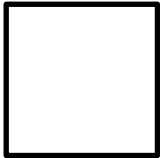
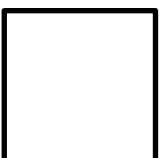
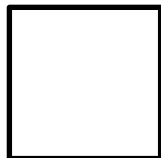
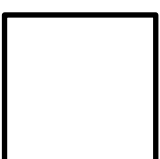
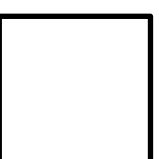
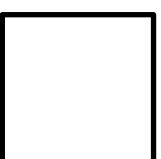
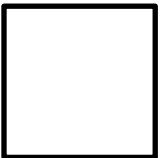
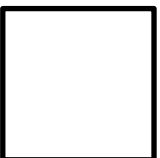
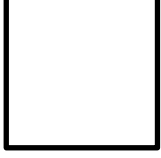
### F. Hasil Pengamatan

Tuliskan pada frekuensi berapakah pola pada plat Chladni terbentuk, dan gambarkan pola yang terbentuk!

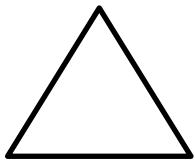
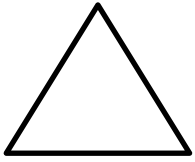
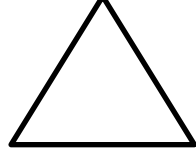
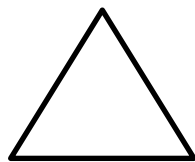
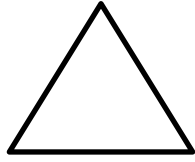
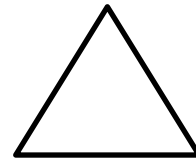
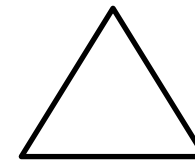
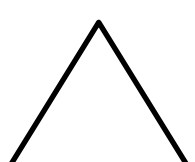

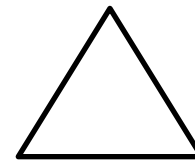
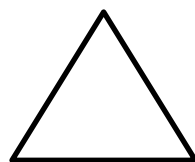
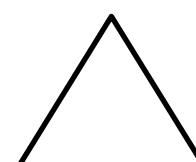
Bentuk plat Chladni: lingkaran

Frekuensi:.....Hz	Frekuensi:.....Hz	Frekuensi:.....Hz
		
Frekuensi:.....Hz	Frekuensi:.....Hz	Frekuensi:.....Hz
		

Bentuk plat Chladni: persegi

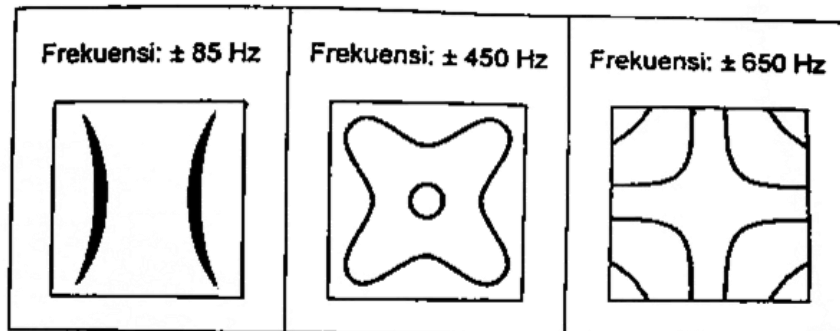
Frekuensi:.....Hz	Frekuensi:.....Hz	Frekuensi:.....Hz
		
Frekuensi:.....Hz	Frekuensi:.....Hz	Frekuensi:.....Hz
		
Frekuensi:.....Hz	Frekuensi:.....Hz	Frekuensi:.....Hz
		
Frekuensi:.....Hz	Frekuensi:.....Hz	Frekuensi:.....Hz
		

Bentuk plat Chladni: segitiga

Frekuensi:.....Hz	Frekuensi:.....Hz	Frekuensi:.....Hz
		
Frekuensi:.....Hz	Frekuensi:.....Hz	Frekuensi:.....Hz
		
Frekuensi:.....Hz	Frekuensi:.....Hz	Frekuensi:.....Hz
		
Frekuensi:.....Hz	Frekuensi:.....Hz	Frekuensi:.....Hz
		

**G. Referensi**

Sebagai referensi, berikut adalah 3 contoh pola yang terbentuk pada plat Chladni berbentuk persegi buatan Pudak Scientific.



Pola yang terbentuk dapat sangat banyak. Ukuran dan bahan plat yang berbeda dapat menghasilkan pola yang sama, namun pada frekuensi yang berbeda.

**PERCOBAAN RESONANSI PADA LOOP  
GELOMBANG BERDIRI PADA LOOP/PLAT MELINGKAR**

**A. Alat dan Bahan**

Alat dan bahan berikut digunakan dalam percobaan

No. Katalog	Nama Alat/Bahan	Jumlah
PWV	Loop	1
FAL 25	Pembangkit Frekuensi Audio	1
FAL 29	Pembangkit Getaran	1

No. Katalog	Nama Alat/Bahan	Jumlah
KAL 99/20-050	Kabel Penghubung Merah	1
KAL 99/10-050	Kabel Penghubung Hitam	1

**B. Pendahuluan**

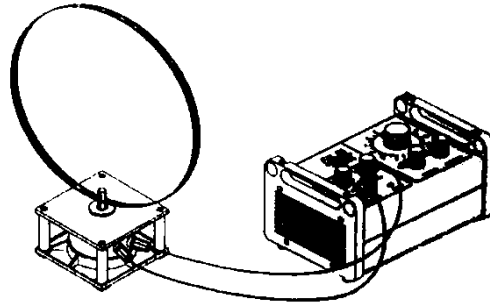
Tahun 1913, Bohr merumuskan model planet atom yang terkenal. Pada model ini, elektron mengorbit di sekitar inti sesuai tingkat energi yang dimilikinya. Elektron dapat berpindah dari orbitnya ke orbit yang lebih jauh dari inti atom sambil menyerap energi dan sebaliknya, sampai melepaskan energi. Model ini memecahkan misteri atom spektrum. Namun, fakta bahwa elektron dapat menempati tingkat energi tertentu membuat Bohr dan peneliti lainnya kebingungan. Elektron dianggap sebagai partikel yang mengorbit di sekitar inti (jarak orbit dari inti bergantung pada kecepatan partikel). Tapi penelitian lebih lanjut tidak menunjukkan demikian. Persoalan ini disebut persoalan tingkat energi diskrit. Misteri tingkat energi diskrit dapat dipahami dengan tidak menganggap elektron sebagai partikel, tetapi sebagai gelombang materi. Gagasan gelombang materi ini dimunculkan oleh Louis de Broglie pada tahun 1924.

Louis de Broglie mengungkapkan bahwa gelombang terdapat pada semua partikel. Panjang gelombang dari gelombang materi berbanding terbalik dengan momentum partikel. Pada model planet atom Bohr, terdapat orbit yang merupakan letak gelombang materi memperkuat dirinya secara konstruktif. Dengan demikian, dianggap bahwa masa dan muatan elektron seolah-olah membenteng menjadi gelombang berdiri yang mengelilingi inti atom. Panjang gelombang materi harus pas sama dengan keliling lingkaran orbit sebanyak satu panjang gelombang elektron, orbit kedua memiliki keliling lingkaran orbit sebanyak dua panjang gelombang elektron, dan seterusnya. Masing-masing elektron di masing-masing orbitnya memiliki panjang gelombang dan kecepatan yang unik. *Loop* akan memunculkan gelombang berdiri pada frekuensi diskrit (frekuensi tertentu) sesuai panjang gelombang yang unik.

### C. Persiapan

1. Siapkan alat-alat sesuai daftar diatas. Susun alat seperti pada Gambar 1 dibawah ini
2. Hubungkan pembangkit frekuensi audio dengan sumber listrik AC. Pastikan saklar dalam keadaan mati.
3. Atur level pada angka 5 atau 6 dengan pengali pada posisi  $100 \times 20 \text{ mVp-p}$ .
4. Atur bentuk gelombang menggunakan gelombang sinusoidal.
5. Atur frekuensi pada tingkat terendah dan tombol "*Freq Range*" pada "x1".
6. Hubungkan pembangkit getaran (FAL 29) dengan pembangkit frekuensi audio menggunakan kabel penghubung.
7. Pasang *loop* pada pembangkit getaran.
8. Pastikan *loop* terpasang dengan baik.

#### D. Langkah-langkah Percobaan



Gambar 5. Rangkaian percobaan

1. Nyalakan pembangkit frekuensi audio, tekan tombol power hingga lampu menyala.
2. Naikkan frekuensi getaran secara perlahan dengan memutar tuas searah jarum jam.

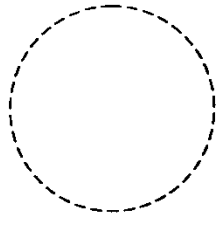
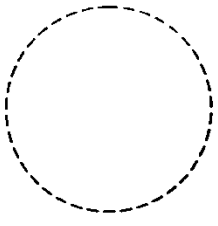
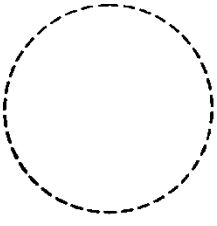
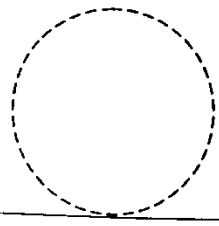
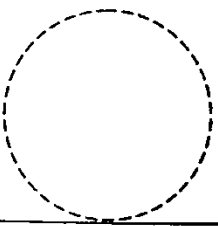
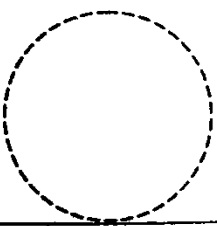
Catatan : Jika putaran tuas sudah maksimum, frekuensi dapat ditingkatkan dengan menggeser tuas “*Freq Range*” ke tingkat yang lebih tinggi :

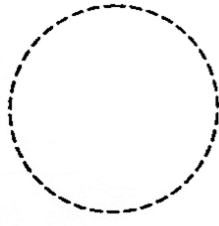
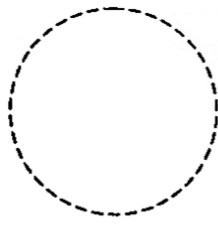
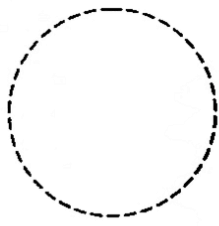
- Turunkan frekuensi hingga titik terendah
  - Geser tuas “*Freq Range*” ke pengali yang lebih besar
  - Putar kembali tuas secara perlahan searah jarum jam.
3. Perut dan simpul akan muncul pada *loop* di frekuensi tertentu. Carilah dan pertahankan nilai frekuensi tersebut.  
Catatan : Anda disarankan untuk mendokumentasikan pola perut dan simpul pada *loop*.
  4. Catat nilai frekuensi (perkiraan) dan gambarkan pola yang terbentuk pada tabel hasil pengamatan!
  5. Carilah pola simpul dan perut pada frekuensi lainnya yang lebih tinggi.

#### E. Hasil Pengamatan

Tuliskan pada frekuensi berapakah terbentuk gelombang berdiri dengan simpul dan perut, serta gambarkan pola yang terbentuk!




Pola simpul dan perut

Frekuensi: ..... Hz	Frekuensi: ..... Hz	Frekuensi: ..... Hz
		
Frekuensi: ..... Hz	Frekuensi: ..... Hz	Frekuensi: ..... Hz
		

Frekuensi: ..... Hz	Frekuensi: ..... Hz	Frekuensi: ..... Hz
		

**F. Referensi**

Sebagai referensi, berikut adalah 3 contoh pola yan terbentuk pada *loop* buatan Pudak Scientific.

Frekuensi: ± 11 Hz	Frekuensi: ± 46 Hz	Frekuensi: ± 85 Hz
		

Pola yang terbentuk dapat sangat banyak. Diameter dan bahan plat yang berbeda dapat menghasilkan pola yang sama namun pada frekuensi yang berbeda.

### PERCOBAAN RESONANSI PADA BILAH RESONANSI GELOMBANG BERDIRI PADA BILAH

#### A. Alat dan Bahan

Alat dan bahan berikut digunakan dalam percobaan

No. Katalog	Nama Alat/Bahan	Jumlah
PWV 151	Loop	1
FAL 25	Pembangkit Frekuensi Audio	1
FAL 29	Pembangkit Getaran	1

No. Katalog	Nama Alat/Bahan	Jumlah
KAL 99/20-050	Kabel Penghubung Merah	1
KAL 99/10-050	Kabel Penghubung Hitam	1

#### B. Pendahuluan

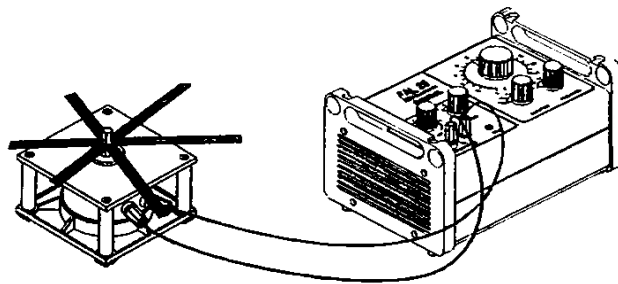
Bilah desain untuk menunjukkan hubungan antara frekuensi getaran dan panjang gelombang pada lengan kantilever. Terdapat 6 lengan dengan massa jenis yang sama, namun berbeda panjang.

#### C. Persiapan

1. Siapkan alat-alat sesuai daftar diatas. Susun alat seperti pada Gambar 1 dibawah ini.
2. Hubungkan pembangkit frekuensi audio dengan sumber listrik AC. Pastikan saklar dalam keadaan mati.
3. Atur level pada angka 5 atau 6 dengan pengali pada posisi  $100 \times 20$  mVp-p.

4. Atur bentuk gelombang menggunakan gelombang sinusoidal.
5. Atur frekuensi pada tingkat terendah dan tombol “*Freq Range*” pada “x1”.
6. Hubungkan pembangkit getaran (FAL 29) dengan pembangkit frekuensi audio menggunakan kabel penghubung.
7. Pasang bilah pada pembangkit getaran.
8. Pastikan bilah terpasang dengan baik.

#### D. Langkah-langkah Percobaan



**Gambar 1. Rangkaian percobaan**

1. Ukur panjang ke-enam bilah, mulai dari yang paling pendek.
2. Naikkan pembangkit frekuensi audio tekan tombol power hingga lampu menyala
3. Naikkan frekuensi getaran secara perlahan dengan memutar tuas searah jarum jam.

Catatan : Jika putaran tuas sudah maksimum, frekuensi dapat ditingkatkan dengan menggeser tuas “*Freq Range*” ke tingkat yang lebih tinggi :

- Turunkan frekuensi hingga titik terendah
  - Geser tuas “*Freq Range*” ke pengali yang lebih besar
  - Putar kembali tuas secara perlahan searah jarum jam.
4. Pada frekuensi tertentu bilah akan beresonansi dan bergetar. Carilah dan pertahankan nilai frekuensi tersebut.
  5. Catat nilai frekuensi resonansi tersebut (perkiraan)!

6. Carilah frekuensi lainnya yang lebih tinggi saat bilah beresonansi.

**E. Hasil Pengamatan**

Catat panjang bilah, dan tuliskan frekuensi sumber getar ketika bilah tersebut beresonansi!

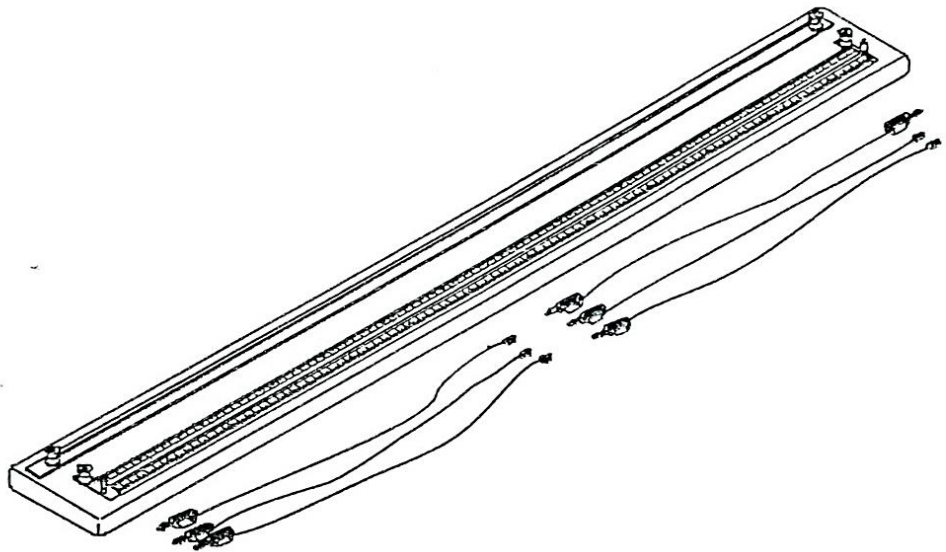
No	Panjang bilah	Frekuensi saat beresonansi			
		F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>	F <sub>4</sub>
1	..... mm	± ... Hz	± ... Hz	± ... Hz	± ... Hz
2	..... mm	± ... Hz	± ... Hz	± ... Hz	± ... Hz
3	..... mm	± ... Hz	± ... Hz	± ... Hz	± ... Hz
4	..... mm	± ... Hz	± ... Hz	± ... Hz	± ... Hz
5	..... mm	± ... Hz	± ... Hz	± ... Hz	± ... Hz
6	..... mm	± ... Hz	± ... Hz	± ... Hz	± ... Hz

## BAB XV

### JEMBATAN WHEATSTONE

#### 15.1. Pendahuluan

Jembatan Wheatstone ini terbuat dari kawat konstantan yang terpasang pada papan kayu dilengkapi skala 0-1000mm. Semua terminalnya terbentuk terminal sekrup 4mm yang terbuat dari kuningan. Penghubung antar terminal terbuat dari plat kuningan yang dipernekel dengan ukuran 100 cm x 2 cm.



Gambar 1

#### 15.2. Spesifikasi

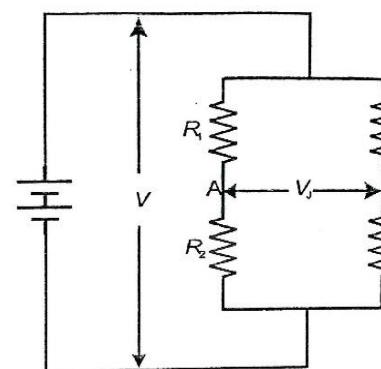
Kode	Nama Alat	Spesifikasi
PED 120	Set Jembatan Wheastone (1)	Jenis kawat yang digunakan adalah kawat konstanta $\varnothing$ 1 mm x 1000 mm. Alas terbuat dari kayu berukuran 1080x125x20mm. Dilengkapi penggaris berskala cm-mm dan sekrup terminal 4 mm.
	Kabel Penghubung Steker Tumpuk (5)	Panjang 500 mm dengan ujung steker dan ring skun 12-10

	Kabel Penghubung Steker Penunjuk (1)	Panjang 200 mm dengan ujung penunjuk dan ring skun 12-10.
	Kotak Resistor (2)	Terdiri dari dua nilai: $10\Omega$ dan $200\Omega$ .
GSE 100	Catu Daya 3 A, 12 V (1)	Menghasilkan tegangan DC teregulasi dan tegangan AC. Arus maksimum 3 A. Tegangan keluaran 0 – 3 – 6 – 9 – 12 V.
FLS 38	Kotak Hambatan (1 set)	Terdiri dari 3 buah kotak hambatan: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kotak Hambatan 0 - <math>10\Omega</math>, 5 W.</li> <li>• Kotak Hambatan 0 - <math>100\Omega</math>, 5 W.</li> <li>• Kotak Hambatan 0 - <math>1000\Omega</math>, 5 W.</li> </ul>
KAL 30	Galvanometer (1)	Mengukur arus listrik DC yang sangat kecil, dengan skala dalam rentang $-50 \mu\text{A}$ . Dilengkapi pengamanan beban berlebih.
KALL 99/10-050	Kabel Penghubung Hitam (1)	Panjang 500 mm, warna hitam.
KAL 99/20-050	Kabel Penghubung Merah (1)	Panjang 500 mm, warna merah.

### 15.3. Penjelasan

Jembatan Wheatstone adalah suatu rangkaian yang terdiri dari dua pembagi tegangan. Pembagi pertama tersusun atas  $R_1$  dan  $R_2$  dan pembagi kedua tersusun atas  $R_3$  dan  $R_4$ .

Perhatikan Gambar 2. Tegangan jembatan,  $V_{BA}$  adalah selisih potensial pembagi tegangan kedua dikurangi pembagi tegangan pertama,  $V_B - V_A$ .



Gambar 2

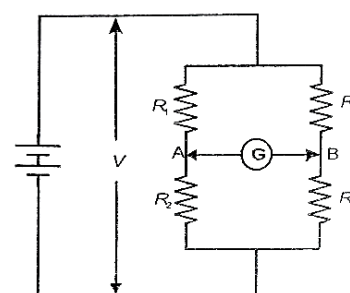
$$V_B = \left(\frac{R_4}{R_3+R_4}\right)V - \left(\frac{R_2}{R_1+R_2}\right)V \dots\dots\dots (1)$$

Pada saat  $V_A$  dan  $V_B$  potensialnya sama,  $V_{BA}$  akan sama dengan nol, artinya apabila titik A dan B dihubungkan dengan suatu pengantar, tidak akan ada aliran arus, dan berlaku hubungan:

$$R_1R_3 = R_1R_4 \dots\dots\dots (2)$$

Dari persamaan (2) di atas, jika salah satu resistor tidak diketahui nilainya, misal  $R_4$ , dengan menempatkan sebuah galvanometer dan mengatur nilai  $R_1$  dan  $R_2$  sedemikian rupa sehingga jarum galvanometer menunjuk di nol,  $R_4$  dapat dihitung:

$$R_4 = \frac{R_2}{R_1} R_3 \dots\dots\dots (3)$$



Gambar 3

Pada percobaan ini, akan digunakan prinsip jembatan Wheatstone untuk menentukan nilai suatu resistor yang belum diketahui nilainya.

### Percobaan dengan jembatan Wheatstone

#### A. Tujuan Percobaan

Setelah melakukan percobaan ini siswa diharapkan dapat mengetahui prinsip jembatan Wheatstone dan menggunakannya untuk menentukan nilai hambatan.

#### B. Alat Percobaan

No	Kode	Nama Alat	Jml
1	SET 912	Set Jembatan Wheatstone dan Pelengkap	1 set
2		Kawat Nikelin*	1 m
3		Kawat Tembaga*	1 m

\*Tidak termasuk di dalam set.

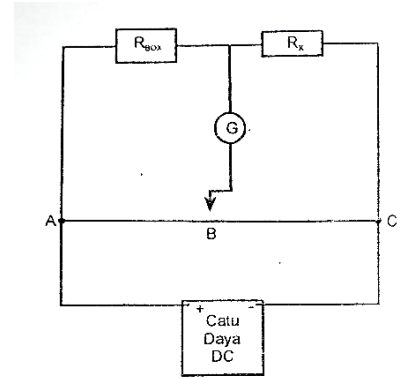
**Informasi Tambahan**

Pada percobaan ini,  $R_1 = R_{AB}$  yang sebanding dengan panjang AB,  $R_2$  sama dengan RBC sebanding dengan panjang BC,  $R_3 = R_{BOX}$  dan  $R_4 = R_X$  atau  $R_{kawat}$

Serupa dengan persamaan (0.3)

$$R_X = \frac{BC}{AB} R_{BOX} \dots\dots\dots (4)$$

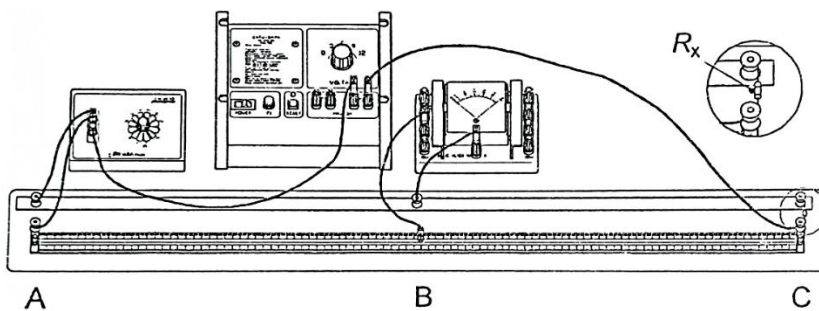
Dengan  $R_X$  hambatan yang dicari, AB adalah panjang kawat dari terminal jembatan Wheatstone A ke B (posisi steker penunjuk), BC adalah panjang kawat dari B ke terminal jembatan Wheatstone C dan  $R_{BOX}$  adalah nilai kotak hambatan.



Gambar.4  
Skema rangkaian percobaan I

**C. Persiapan Percobaan**

1. Susun rangkaian seperti pada Gambar 4. Pasang resistor  $R_X$  di antara dua terminal sekrup. Pastikan resistor  $R_X$  terjepit dengan baik.
2. Perhatikan jarum galvano-meter, jarum tersebut harus tepat menunjuk di angka nol. Jik tidak, atur tombol peg-nol yang ada di bawahnya, menggunakan obeng negative sedemikian sehingga jarum tepat menunjuk di angka nol.
3. Pastikan catu daya dalam keadaan mati.
4. Pilih tegangan keluaran catu daya 3V DC.
5. Periksa Kembali rangkaian yang telah Anda buat.



Gambar 5  
Rangkaian jembatan Wheatstone, menentukan hambatan  $R_X$ .

## D. Langkah – langkah Percobaan

### Menentukan Nilai Hambatan Resistor

1. Nyalakan catu daya.
2. Tempelkan ujung steker penunjuk diatas kawat jembatan Wheatstone, kira-kira di tengah-tengahnya.

**Perhatian !** Jangan menempelkan ujung steker penunjuk pada kawat terlalu lama, bila jarum galvanometer melebihi batas ukur. Pilih posisi kira-kira jarum mendekati nol, setelah itu geser-geser ujung steker penunjuk.

3. Perhatikan jarum penunjuk pada galvanometer. Apakah jarum tersebut tepat menunjuk angka nol? Jika tidak, geser steker penunjuk, ke kiri atau ke kanan, sehingga jarum tepat menunjuk angka nol.
4. Perhatikan dengan teliti posisi steker penunjuk.

Jika letaknya terlalu jauh dari tengah, atur tombol kotak hambatan, kemudian geser kembali steker penunjuk sehingga jarum galvanometer menunjuk angka nol.

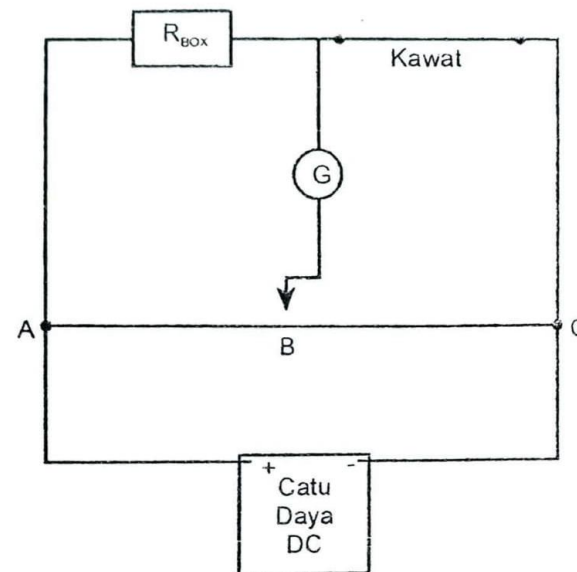
5. Catat jarak AB dan BC (perhatikan Gambar. 5) pada Tabel 1.

Catatan: agar pengukuran lebih akurat, usahakan perbedaan AB dan BC tidak terlalu jauh.

6. Matikan catu daya.
7. Ganti resistor  $R_x$  dengan yang lain.
8. Lakukan langkah a sampai e.
9. Matikan catu daya.

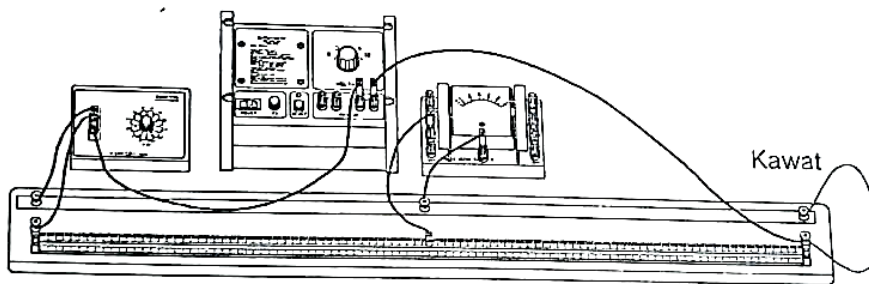
### Menentukan Nilai Hambatan Kawat

1. Cabut  $R_x$ , pasang kawat konstanta di antara kedua terminal sekrup. Pastikan ujung-ujung kawat terjepit dengan baik oleh kedua terminal sekrup. (lihat Gambar 6 dan 7).
2. Gunakan kotak hambatan 0 – 10  $\Omega$ .



Gambar.6  
Rangkaian percobaan II

3. Lakukan langkah a sampai e pada bagian I. Catat hasilnya pada Tabel 2.
4. Matikan catu daya, ganti kawat konstanta dengan kawat nikelin.
5. Lakukan langkah k.
6. Matikan catu daya ganti kawat nikelin dengan kawat tembaga.
7. Lakukan langkah k.
8. Matikan catu daya.



Gambar.7

Rangkaian jembatan wheatstone, menentukan hambatan kawat.

**E. Pengamatan**  
**Menentukan Nilai Hambatan Resistor**

Tabel 1

	$R_{Box} (\Omega)$	AB (cm)	BC (cm)	$R_x (\Omega)$
$R_{x1}$				
$R_{x2}$				

**Menentukan Nilai Hambatan Kawat**

Tabel 2

Kawat	$R_{Box} (\Omega)$	AB (cm)	BC (cm)	$R_{kawat} (\Omega)$
Konstantan				
Nikelin				
Tembaga				

9. Hitunglah nilai  $R_x$  dan kawat dengan persamaan (0.4). Isikan hasilnya pada tabel yang sesuai.

10. Dapatkah Anda menjelaskan, pada persamaan (0.4) tertulis panjang AB dan BC bukan hambatan RAB dan RBC!  
Bandingkan dengan persamaan (0.3)!

#### **IV. Perawatan**

1. Setelah percobaan selesai, simpan kembali jembatan Wheatstone pada lemari atau di atas meja, tutup dengan plastik atau kain penutup agar terlindung dari debu. Lepas kabel-kabelnya, masukkan ke dalam wadah atau kotak khusus dan simpan dekat dengan jembatan Wheatstone-nya.
2. Jangan menggunakan kabel-kabel lain atau menggunakan kabel dari jembatan Wheatstone yang lain.
3. Jangan melepas mur-mur dari terminal sekrup.

## **DAFTAR PUSTAKA**

Scientific, P. (2010). *KIT MEKANIKA PMS 500*. Bandung: Pundak Scientific.

Scientific, P. (1998). *MEKANIKA*. Bandung: Puduk Scientific.

Scientific, P. (2016). *ALAT MOMEN INERSIA PMK 380*. Bandung: Pundak Scientific.

## LAMPIRAN

### EMOTION USB DISTANCE SENSOR

Description D010



Figure 1. The Emotion

**Short description**

The emotion is an ultrasonic motion detector that connects directly to a computer through a USB-port. No additional interface or adapter is needed. The emotion measures continuously the distance between the interface and an object. While it is operating, a slight clicking sound will be heard. The emotion has mounting threads on the bottom and both sides of the unit which can be used to mount the emotion to a stand. The minimum of the range of the emotion is 0.20 meter. The maximum of the range is 6 to 10 m, depending on the size, shape, orientation and surface of the object that is detected. Note that maximum detection distance of 10 m can only be reached under good conditions, i.e. for a large, flat surface that is perpendicular to the emotion.

**Suggested experiments**

The emotion can be used for studying a variety of motions including :

- ✧ Students walking toward and away from the emotion;
- ✧ Objects in simple harmonic motion, such as a weight hanging from a spring ;
- ✧ Pendulum motions ;
- ✧ Carts rolling on a table or (air) track ;
- ✧ Falling objects.

**How the emotion work**

The emotion emits short burst of ultrasonic sound waves from the transducer. These waves fill a cone shaped area about  $18^\circ$  off the axis of the centerline of the beam. The emotion "listens" for the reflected ultrasonic waves returning to it.

By timing how long it takes for the ultrasonic waves to make the trip from the emotion to an object and back, the distance to the object can be determined (based on the speed of ultrasonic in air).

Note that the emotion will report the distance to the closest object that produces a sufficiently strong echo. Object such as chairs and tables in the cone of ultrasound can be picked up by the emotion.

For accurate measurements the object should have a flat front perpendicular to the line between the emotion and the object.

**Tips on getting good results with the emotion**

- Check for a stationary object may be (chair, table, etc.) in the cone of the ultrasound. This object may be detected when you are trying to study an object further away, it may not take a very large object to cause problems. If you have trouble with a stationary object causing unwanted echoes, try placing a cloth over it. This minimizes the sound reflection.
- Also note the cone of ultrasound extends downward from the center line. This can cause problems if you are using the emotion on a horizontal surface. In these case, aim the emotion slightly upward or place it somewhat higher above the surface.
- Note that the sampling frequency is limited by the speed of sound in air (about 340 m/s): if e.g. a distance of 10 m is measured (such a large distance can only be measured for large, flat objects), the sound signal takes about 59 ms to travel from emotion to object and back to the emotion. This means that if a sample frequency of more than 17 Hz is used, a new sound pulse is emitted before the previous one is received, leading to erratic readings.
- If there is another source of ultrasonic waves in the same frequency range (like motors, fans, air track blowers, the sound made by air exiting the holes of an air track, and even students making loud noises), this can cause erroneous reading.
- If the room in which the emotion is being used has a lot of hard, sound reflecting surfaces, you can get weird effects caused by the ultrasound bouncing around the room. Standing waves can be set up between the emotion and a sound reflector. Try placing a cloth horizontally just in front of and below the emotion. This sometimes helps eliminate ultrasound that is “skipping” into the emotion.
- If you are studying people moving, have them hold large, flat object (e.g. a large book) as a reflector. If you have an irregular reflecting surface, sometimes the waves will be reflected back to the transducer, and sometimes not. The result will seem erratic.

### **Computer and software requirements**

To use emotion you need coach 6 lite or coach 6 version 6.3 or higher. The computer must have a free USB port, at least 256 MB of RAM and must run Windows 2000, XP or Vista.

### **Connecting Emotion to the computer**

To connect emotion to your computer simply plug its USB-plug into a free USB-port of the computer. After emotion is detected, Coach 6 lite automatically starts and the emotion project is opened. Automatic detection of emotion can be switched off by right clicking the Coach 6 icon in the taskbar and selecting stop.

### **Using the Emotion in Coach 6**

When you work with Coach 6 Lite, you can start the program by automatic interface recognition. When you work with Coach 6, you have to open Coach via the windows

Start menu or by double-clicking a coach Activity file (\*.cma) or a Coach result file (\*.cmr).

Extensive information on working with Coach 6 Lite and Coach can be found in the *Guide to Coach Lite* and *Guide to Coach* manuals, and in the online Coach Help System.

The emotion is activated automatically when opening Coach Activities designed for the Emotion. The sensor icon is placed on the screen panel automatically and the distance values measured by the Emotion are displayed on the icon.

The Emotion projects consists of exemplary measured activities designed for the Emotion.

### Calibration

The Emotion is calibrated by the driver of the interface, so applying another calibration is not necessary. However, the speed of sound in air is dependent on the temperature and humidity of the air. So, for very precise measurements, the Emotion can be re-calibrated at the time of measurement by applying an additional calibration in Coach. See the *Guide to Coach* or on-line Coach Help System for information about calibrating a sensor.

### Technical data

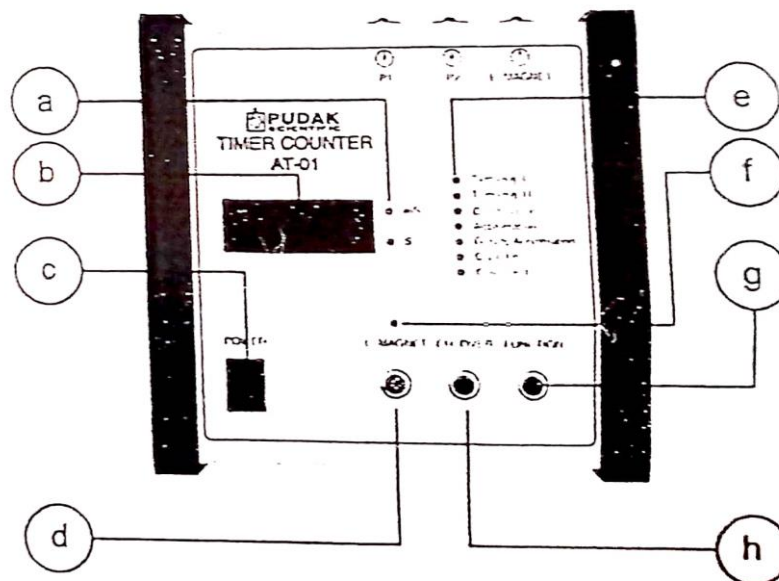
Range min.	0.2 m
Range max.	6 - 10 m (depending on object size, orientation, and surface )
Maximum measurement frequency	100 Hz
Resolution	1 mm
Typical accuracy	± 1.5 mm
Ultrasound frequency	49.4 kHz 15 cycles / pulse
Aperture = (top angle)/2	Approx. 18° with respect to the central axis
Power supply	5V supplied by USB (no adapter needed)
Speed of ultrasound in air used to calculate distance	340 m/s
Dimensions (h x w x d)	115 x 65 x 34 mm <sup>3</sup>
Connection	USB plug

**PEWAKTU PENCACAH AT-01**

**I. SPESIFIKASI**

Tampilan layar	: 4 digit LED
Frekuensi dasar	: 1MHz +/- 50 Hz
Rentang waktu	: 0 - 999.9 detik
Rentang hitungan	: 0 - 9999
Masukan Gerbang cahaya	: 2 buah
Keluaran elektromagnetik	: 1 buah
Tegangan kerja	: 220V +/- 10% AC

**PANEL ATAS**



Gambar 1

a. Indikator satuan pengukuran

Indikator satuan pengukuran dalam milidetik dan detik.

b. Layar LED

Untuk menampilkan hasil pengukuran

c. Tombol Catudaya

Tombol untuk menyalakan/mematikan Pewaktu pencacah.

d. Tombol E.MAGNET

Tombol untuk menon-aktifkan medan magnet.

e. Indikator fungsi

f. Indikator elektromagnet

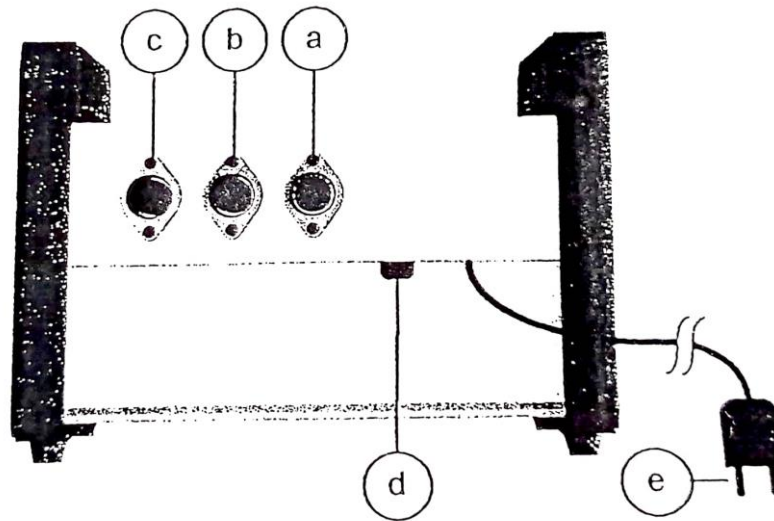
g. Tombol FUNCTION

- Tombol untuk memilih fungsi pewaktu pencacah
- Tombol untuk melakukan pengukuran baru jika sebelumnya telah terjadi pengukuran.

h. Tombol CH.OVER

- Pada fungsi TIMING I dan TIMING II tombol ini untuk menampilkan data waktu hasil pengukuran yang telah dilakukan sebelumnya.
- Tombol untuk menentukan jumlah perioda pada fungsi CYCLES

## PANEL BELAKANG



Gambar 2

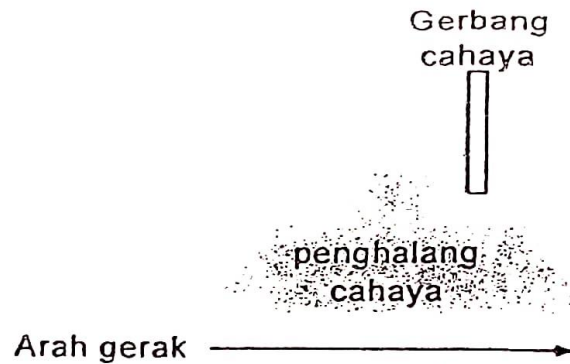
- a. Soket gerbang cahaya P1
- b. Soket gerbang cahaya P2
- c. Soket elektromagnetik
- d. Sikring pengaman
- e. Kabel catudaya

## II. PENDAHULUAN

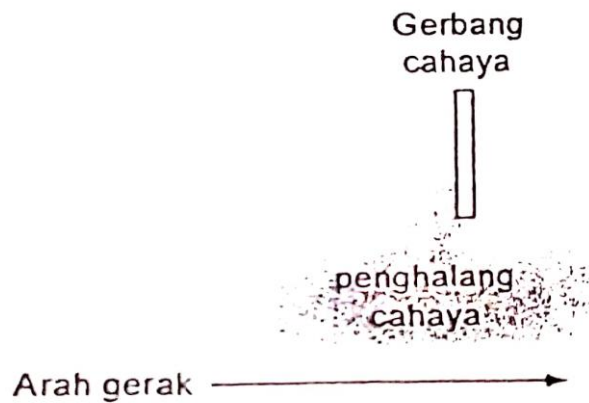
Pewaktu pencacah adalah suatu alat yang dirancang khusus untuk digunakan dengan peralatan Landasan udara, namun dapat pula digunakan pada percobaan-percobaan pada kereta dengan roda dan percobaan bandul. Alat ini memiliki dua fungsi utama yaitu sebagai pewaktu (*timer*) dan sebagai pencacah (*counter*).

Pewaktu Pencacah dilengkapi dengan dua buah gerbang cahaya sebagai pengindera. Gerbang cahaya berfungsi untuk mengindera transisi terang ke gelap (lihat gambar 2) dan gelap ke terang (lihat gambar 3) pada saat benda melewati dan meninggalkan celah gerbang cahaya. Transisi tersebut

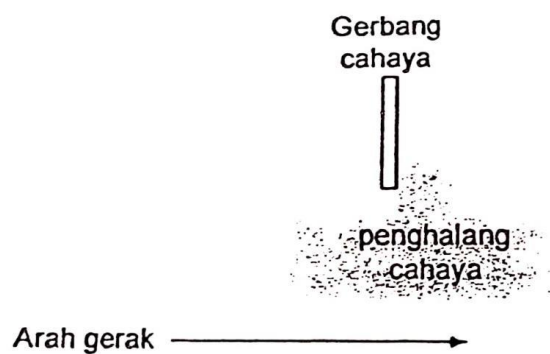
digunakan oleh Pewaktu Pencacah sebagai dasar pengukuran. Terang didefinisikan sebagai gerbang cahaya tidak terhalang dan gelap didefinisikan sebagai gerbang cahaya terhalang.



Gambar 1. Posisi awal penghalang cahaya dan gerbang cahaya



Gambar 2. Transisi terang ke gelap



Gambar 3. Transisi gelap ke terang

Untuk selanjutnya transisi terang ke gelap disebut sebagai pulsa naik dan transisi gelap ke terang disebut sebagai pulsa turun. Pewaktu pada dasarnya adalah mengukur selang waktu antara dua kejadian, misalnya selang waktu antara saat pulsa naik dan pulsa naik berikutnya, atau antara pulsa naik dan pulsa turun berikutnya. Pulsa yang dapat diindra oleh pewaktu adalah pulsa dalam bentuk tegangan listrik. Bila pulsa dikaitkan dengan benda bergerak dan jarak tempuh ( $\Delta s$ ) benda pada selang waktu itu ( $\Delta t$ ) diketahui (diberikan). laju (kecepatan) rata-rata pada jarak tempuh itu dapat dihitung :

$$\bar{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

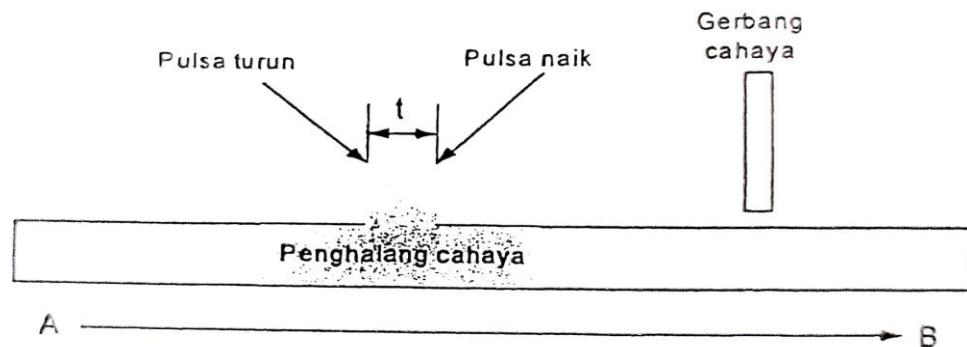
bahkan laju sesaat “pada suatu selang waktu kecil” dapat didekati

(diaproksimasi) dengan membuat jarak tempuh cukup kecil sehingga selang waktunya juga relatif sangat kecil. Akan tetapi, “saat” (*the instant*) ketika laju sesaat itu terjadi tidak tertentu, yang diketahui hanyalah “saat” itu ada di dalam selang waktu yang diukur oleh pewaktu. Bila laju sesaat pada dua kejadian diketahui dan bila gerak itu diyakini sebagai gerak berubah beraturan, percepatan gerak dapat dicari melalui persamaan :  $a = \frac{v_2 - v_1}{\Delta t}$

### III. DASAR PENGUKURAN

#### TIMING I

Fungsi TIMING I adalah untuk mengukur selang waktu selama gerbang cahaya terhalang oleh penghalang cahaya. Perhatikan gambar dibawah ini :

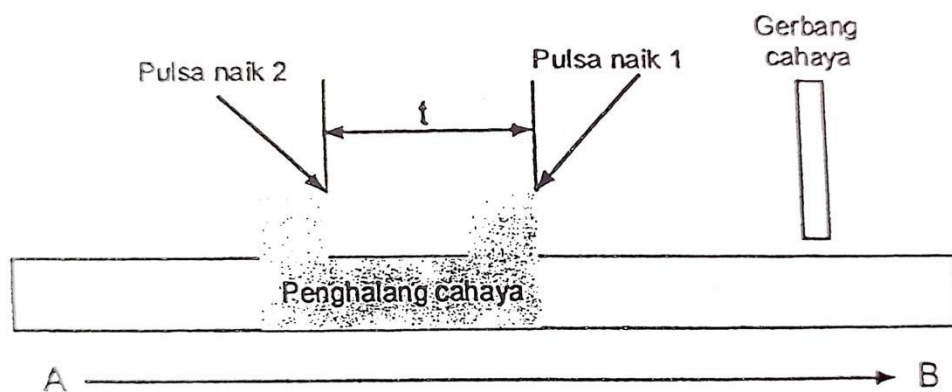


Gambar 1

Pada saat penghalang cahaya bergerak dari A ke arah B, gerbang cahaya pertama kali akan mengindera pulsa naik, bersamaan dengan itu pewaktu mulai menghitung waktu, kemudian setelah beberapa saat gerbang cahaya akan mengindera pulsa turun, bersamaan dengan itu pewaktu berhenti menghitung waktu. Hasil pengukuran tersebut ditampilkan dilayar.

## TIMING II

Fungsi TIMING II adalah untuk mengukur selang waktu saat gerbang cahaya mengindera pulsa naik pertama dengan pulsa naik kedua. Perhatikan gambar dibawah ini :



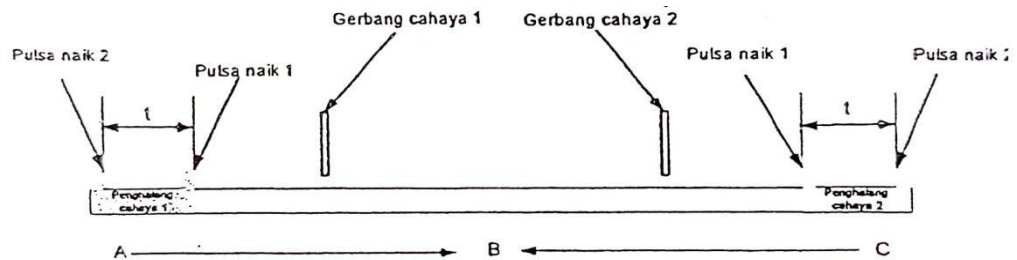
Gambar 2

Pada saat penghalang cahaya bergerak dari A ke arah B, pertama kali gerbang cahaya akan mengindera pulsa naik 1, bersamaan dengan itu pewaktu mulai menghitung waktu. Setelah beberapa saat gerbang cahaya mengindera pulsa naik ke 2 bersamaan itu pula pewaktu berhenti menghitung waktu. Hasil pengukuran tersebut ditampilkan dilayar.

## TUMBUKAN (COLLISION)

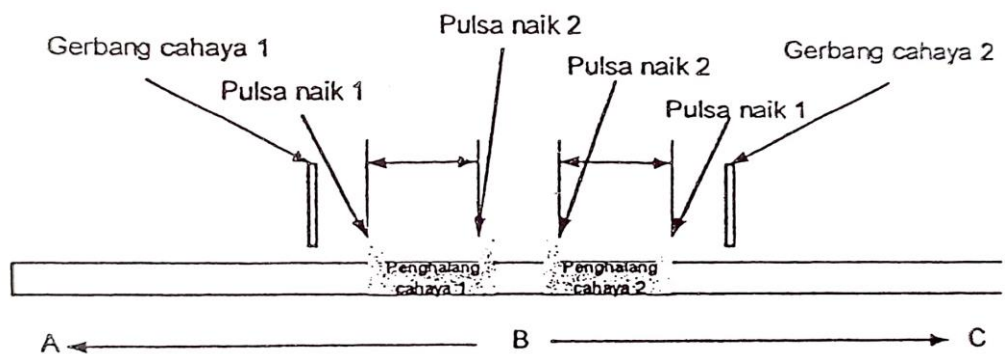
Fungsi COLLISION digunakan untuk percobaan tumbukan. Penghalang cahaya yang digunakan harus mempunyai 2 jari. Pada fungsi ini pewaktu akan mengukur rentang waktu saat gerbang cahaya mengindera pulsa naik

pertama dengan pulsa naik kedua, sebelum dan sesudah tumbukan. Perhatikan gambar dibawah ini :



Gambar 3

Pada saat penghalang cahaya 1 bergerak dari A ke arah B gerbang cahaya 1 akan mengindera pulsa naik 1, bersamaan dengan itu pewaktu mulai menghitung waktu untuk penghalang cahaya 1. setelah beberapa saat gerbang cahaya 1 akan mengindera pulsa naik ke dua. Bersamaan dengan itu, pewaktu akan menghentikan dan mencatat hasil rentang waktu untuk penghalang cahaya 1. Hal yang sama terjadi pula pada penghalang cahaya 2. Saat penghalang cahaya 2 bergerak dari C ke arah B gerbang cahaya 2 mengindera pulsa naik 1, bersamaan dengan itu pewaktu mulai menghitung waktu untuk penghalang cahaya 2, pewaktu akan berhenti mengukur setelah gerbang cahaya 2 mengindera pulsa naik 2. Hasil pengukuran disimpan dengan nama P1.1 untuk penghalang cahaya 1 dan P2.1 untuk penghalang cahaya 2.

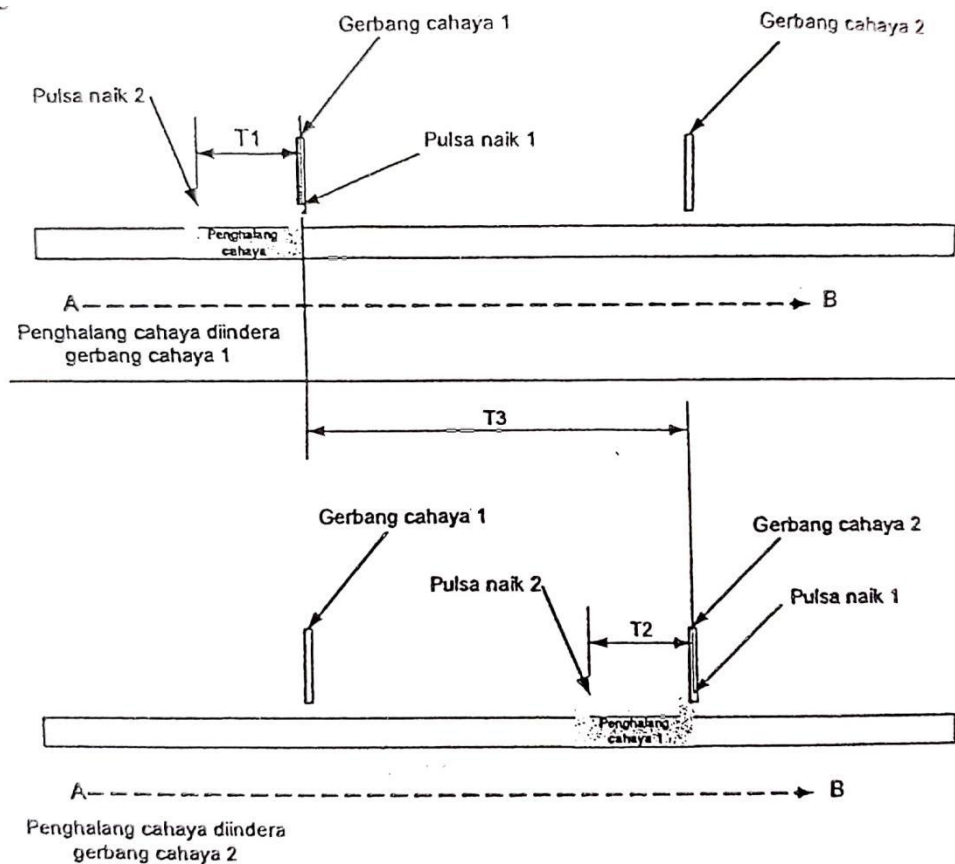


Gambar 4

Setelah terjadi tumbukan (anggap terjadi tumbukan lenting sempurna, pada kenyataannya ada beberapa kemungkinan yang terjadi bergantung pada masa dan laju masing-masing kereta sebelum tumbukan) pada umumnya penghalang cahaya 1 akan bergerak dari B ke arah A dan penghalang cahaya 2 akan bergerak dari B ke arah C. Maka Gerbang cahaya 1 dan gerbang cahaya 2 akan kembali mengindera pulsa naik pertama dan kedua, dan kembali pewaktu pencacah melakukan pengukuran waktu bagi penghalang cahaya 1 maupun 2. Hasil pengukuran waktu tersebut disimpan dengan nama P1.2 untuk penghalang cahaya 1 dan P2.2 untuk penghalang cahaya 2.

### **ACCELERATION**

Fungsi ACCELERATION digunakan dalam percobaan untuk menentukan percepatan kereta yang bergerak. Penghalang cahaya yang digunakan harus memiliki 2 jari. Pewaktu akan mengukur rentang waktu antara pulsa naik 1 dengan pulsa naik 2 pada gerbang cahaya 1 (T1) dan gerbang cahaya 2 (T2), juga akan mengukur rentang waktu saat pulsa naik 1 diindera oleh gerbang cahaya 1 dengan pulsa naik 1 diindera oleh gerbang cahaya 2 (T3). Perhatikan gambar berikut ini :



Gambar 5

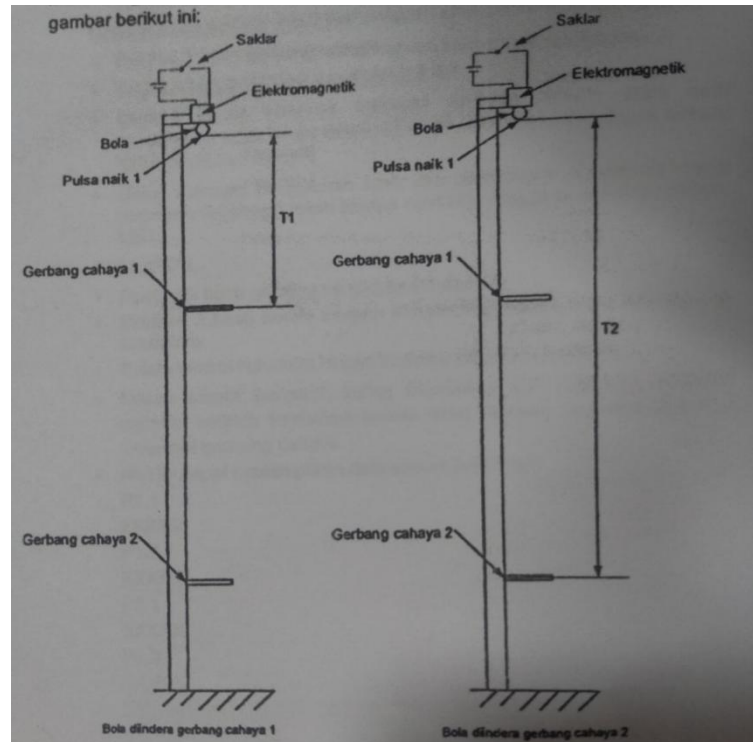
Saat penghalang cahaya bergerak dari A ke arah B gerbang cahaya 1 mengindera pulsa naik pertama. Pengukuran rentang waktu penghalang cahaya di gerbang cahaya 1 dimulai, bersamaan dengan itu pengukuran rentang waktu antara pulsa naik pertama pada gerbang cahaya 1 dengan pulsa naik pertama pada gerbang 2 dimulai pula.

Selanjutnya saat gerbang cahaya 1 mengindera pulsa naik kedua, pewaktu pencacah akan menghentikan dan mencatat pengukuran waktu pada gerbang cahaya 1. Saat penghalang cahaya mendekati gerbang cahaya 2 dan kemudian gerbang cahaya 2 mengindera pulsa naik 1, maka pengukuran entang waktu antara pulsa naik 1 pada gerbang cahaya 1 dengan pulsa naik 1 pada gerbang cahaya 2 dihentikan dan dicatat, bersamaan itu pula pengukuran rentang waktu antara pulsa naiki 1 dengan pulsa naik 2 di gerbang cahaya 2

dimulai. Kemudian setelah gerbang cahaya 2 mengindera pulsa naik 2, pengukuran rentang waktu antara pulsa naik 2 \, pengukuran rentang waktu antara pulsa naik pertama dengan pulsa naik kedua pada gerbang cahaya 2 dihentikan dan dicatat. Hasil pengukuran ditampilkan di layar.

### GRAVITY ACCELERATION

Fungsi gravity acceleration digunakan untuk menentukan percepatan gaya gravitasi pada suatu benda. Penghalang cahaya sekaligus benda menggunakan bola. Pewaktu akan mengukur rentang waktu saat bola mulai bergerak dengan pulsa naik 1 pada gerbang cahaya 1 serta mengukur rentang waktu antara bola mulai bergerak dengan pulsa naik 1 pada gerbang cahaya. Perhatikan gambar berikut ini :



Gambar 6

Pada saat daya untuk elektromagnet diputus (saklar dibuka) pengukuran selang waktu dimulai dan benda (bola) mulai bergerak. Sesaat kemudiab bola melewati gerbang cahaya 1 mengindra pulsa naik 1. bersamaad dengan itu pengukuran selang waktu antara bola mulai bergerak dengan pulsa naik 1 pada gerbang cahaya 1 dihentikan dan dicatat. Setelah beberapa saat bola melewati gerbang cahaya 2, dan digerbang cahaya 2 mengindra pulsa naik 1 , bersamaaan dengan itu pengukuran rentang waktu antara benda mulai bergerak dengan pulsa naik 1 pada pada gerbang cahaya 2 dihentikan dan dicatat. Dengan mengetahui jearak antara bola dengan gerbang cahaya 1 maupun antara bola dengan gerbang cahaya 2 serta waktu tempuhnya, maka g dapat dihitung melalui persamaan berikut ini :

$$h_1 = \frac{1}{2}gt_1^2 \qquad h_2 = \frac{1}{2}gt_2^2$$

$h_1$  adalah jarak antara bola dengan gerbang cahaya 1

$h_2$  adalah jarak antara bola dengan gerbang cahaya 2.

Maka g adalah

$$g = \frac{2(h_2 - h_1)}{t_2^2 - t_1^2}$$

$h_2 - h_1$  adalah jarak antara gerbang cahaya 1 dengan gerbang cahaya 2.

Untuk melakukan percobaan ini diperlukan peralatan penunjang lain yang tidak terdapat pada pewaktu pencacah. Peralatan tersebut dapat dibeli secara terpisah.

### **CYCLES**

Fungsi CYCLES digunakan untuk mengukur waktu yang ditempuh suatu benda satu periode penuh.

## COUNT

Fungsi COUNT digunakan untuk menghitung berapa kali benda melewati gerbang cahaya.

## IV. CARA PENGOPERASIAN

Sebelum dinyalakan pasang terlebih dahulu gerbang cahaya pada pewaktu pencacah.

Nyalakan waktu pencacah dengan menekan tombol catudaya. Berikut ini diberikan petunjuk singkat cara menggunakan fungsi-fungsi pada pewaktu pencacah.

### 1. TIMING 1

- Pastikan indikator timing 1 menyala.
- Siapkan kereta dengan penghalang cahaya 1 jari. Biarkan penghalang cahaya melewati gerbang cahaya, waktu hasil pengukuran akan tampil di layar LED. 20 data hasil pengukuran terbaru tersimpan dalam memori.
- Jika ingin melihat data yang disimpan tekan tombol CH OVER
- Untuk memulai pengukuran baru dan menghapus pengukurann yang disimpan di memori tekan tombol FUNCTION hingga tampil 0 ms dilayar LED.

### 2. TIMING II

Untuk penghalang cahaya 1 jari

- Pasang 2 buah gerbang cahay.
- Siapkan kereta dengan penghalang 1 jari.
- Tekan tombol FUNCTION hingga indikator TIMING II menyala.
- Biarkan kereta bergerak melewati gerbang cahaya 1 dan 2. data hasil pengukuran akan tampil dilayar LED. 20 data hasil pengukuran terbaru

disimpan dalam memori. Jika ingin melihat data yang disimpan tekan tombol CH.OVER.

Untuk penghalang cahaya 2 jari.

- Pasang 1 buah gerbang cahaya.
- Siapkan kereta dengan penghalang 2 jari.
- Biarkan kereta bergerak melewati gerbang cahaya. Data hasil pengukuran akan tampil dilayar LED. 20 data hasil pengukuran terbaru disimpan dalam memori.
- Untuk memulai pengukuran baru dan menghapus pengukurann yang disimpan di memori tekan tombol FUNCTION hingga tampil 0 ms dilayar LED.

### 3. COLLISION

- Pasang 2 gerbang cahaya ke P1 dan P2.
- Siapkan 2 buah kereta dengan penghalang cahaya 2 jari dan gelang tumbukan.
- Tekan tombol FUNCTION hingga indikatoe COLLISION menyala.
- Kedua kereta bergerak saling mendekati dan melewati gerbang cahaya, setelah tumbukan kereta akan berbalik arah dan kembali melewati gerbang cahaya.
- Alat ini dapat menampilkan secara berurutan :

P1.1

XXXXX

P1.2

XXXXX

P2.1

XXXXX

P2.2

XXXXX

- Bila kereta melewati P1 3kali, alat akan menampilkan P1.3 menggantikan P2.2.
- Bila kereta melewati P2 sebanyak 3 kali, alat akan menampilkan P2.3 menggantikan P1.2.

#### 4. ACCELERATION

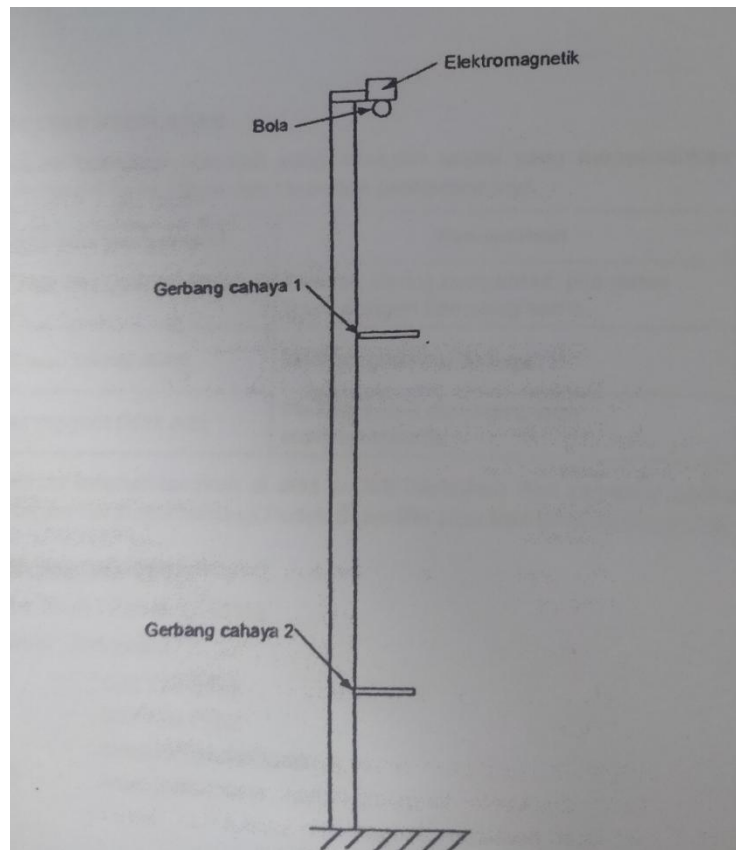
- Siapkan kereta dengan penghalang cahaya dua jari.
- Pasang 2 buah gerbang cahaya
- Tekan tombol function hingga indikator ACCELERATION menyala.
- Setelah semua siap, biarkan kereta bergerak melewati gerbang cahaya.
- Setelah gerbang cahaya 1 dan 2 terlewati, dilayar akan ditampilkan hasil pengukuran secara berurutan sebagai berikut:
  - 1 Pengukuran waktu di gerbang cahaya 1.
  - 2 Pengukuran waktu di gerbang cahaya 2.
- 1-2 Selang waktu gerbang cahaya 1 dengan gerbang cahaya 2.
- Untuk memulai pengukuran baru dan menghapus pengukurann yang disimpan di memori tekan tombol FUNCTION hingga tampil 0 ms dilayar LED.

#### 5. GRAVITY ACCELERATION

Untuk menentukan  $g$  pada percobaan gravity acceleration gunakan persamaan pada seksi III dasar pengukuran gravity acceleration pada petunjuk ini.

Siapkan benda (bola).

- Pasang kumparan magnet pada terminal elektromagnetik.
- Tekan tombol FUNCTION hingga indikator GRAVITY ACCELERATION menyala.
- Dekatkan benda (bola) dengan kumparan magnet hingga benda (bola) menempel dan tidak jatuh.



Gambar 7

- Tekan tombol E.Magnet sehingga benda(bola) mulai jatuh.
- Biarkan benda (bola) melewati gerbang cahaya 1 dan gerbang cahaya 2. setelah benda (bola) melewati gerbang cahaya 2, dilayar akan ditampilkan berturut-turut 1 untuk data waktu hasil pengukuran dan posisi awal ke gerbang cahaya 1, dan 2 untuk data waktu hasil pengukuran dari posisi awal ke gerbang cahaya 2.
- Untuk memulai pengukuran baru tekan tombol FUNCTION.

## 6. CYCLES

Fungsi CYCLES digunakan untuk mengukur 1 hingga maksimum 20 perioda harmonik.

- Pasang 1 gerbang cahaya.

- Siapkan kereta dengan penghalang cahaya 1 jari.
- Pasang pegas di ujung-ujung kereta.
- Tekan tombol FUNCTION hingga indikator CYCLES menyala.
- Tekan tombol CH.OVER untuk menentukan jumlah perioda yang akan diukur.
- Ayunkan kereta hingga bergerak bolak-balik melewati gerbang cahaya.
- Secara otomatis jumlah perioda yang ditunjukkan di layar berkurang satu bila kereta telah melewati gerbang cahaya satu perioda. Setelah perioda menjadi 0 di layar akan tampil waktu total perioda pertama hingga akhir.
- Untuk melihat waktu yang diukur untuk per perioda nya tekan tombol CH.OVER.
- Untuk melakukan pengukuran baru tekan tombol FUNCTION.

#### 7. COUNT

- Pasang 1 buah gerbang cahaya.
- Siapkan kereta dengan penghalang 1 jari.
- Tekan tombol FUNCTION hingga indikator COUNT menyala.
- Gerakan kereta hingga melewati gerbang cahaya.
- Secara otomatis tampil di layar akan bertambah 1 setiap kali kereta melewati gerbang cahaya.
- Jika ingin kembali melakukan perhitungan dari nol tekan tombol FUNCTION.

#### V. PERAWATAN

Untuk menghindari terjadinya kerusakan pada sewaktu pencacah, perhatikan hal-hal berikut di bawah ini :

1. Jangan menyimpan ditempat lembab/basah.
2. Hindari alat kontak langsung dengan sinar matahari.
3. Bersihkan peralatan dengan kain lembut dan hindari penggunaan bahan-bahan kimia pada saat membersihkan.

4. Jika tidak digunakan lepaskan kabel catu daya dari sumber tegangan jala-jala.

## VI. DAFTAR PERALATAN

Pewaktu Pencacah	: 1 buah
Gerbang Cahaya	: 2 buah
Buku Petunjuk Penggunaan	: 1 buah

## VII. PELACAKAN KESALAHAN

Berikut ini beberapa masalah yang mungkin terjadi yang menyebabkan alat tidak berfungsi semestinya dan cara-cara pemecahannya.

Masalah yang timbul	Pemecahan
Alat yang tidak menyala sama sekali	Periksa sikring pengaman, jika putus ganti dengan tipe yang sama.
Tidak mau menghitung	Periksa gerbang cahaya
Medan magnet tidak ada	Periksa kabel dan kumparan elektromagnetik.

Jika semua langkah-langkah di atas sudah dilakukan dan pewaktu pecacah masih belum berfungsi hubungi Puduk Scientific atau teknisi berpengalaman.