

PENUNTUN PRAKTIKUM  
**FISIKA DASAR**

## KATA PENGANTAR

Praktikum Fisika Dasar bagi para mahasiswa di Institut / Fakultas untuk Jurusan Eksakta merupakan suatu kegiatan yang diwajibkan kurikulum.

Buku penuntun ini membantu mahasiswa untuk dapat melakukan praktikum di Laboratorium Fisika UNIVERSITAS MEDAN AREA (UMA), untuk beberapa percobaan Mekanika, Fluida, Kalor, Listrik dan Optik. Teori dalam penuntun ini relatif singkat, sehingga untuk lebih mengerti diharapkan para mahasiswa dapat membaca buku – buku fisika yang lain.

Dalam menulis laporan (journal) mahasiswa tidak harus mengikuti apa yang tercantum pada penuntun ini, tetapi bergantung pada kenyataan yang dijumpai dalam melakukan praktikum.

Penyusun mengharapkan buku penuntun ini dapat menjadi sumber informasi yang baik dalam melakukan beberapa percobaan.

Kami menyadari banyak kekurangan yang terdapat dalam penuntun ini, untuk ini penyusun dengan tangan terbuka selalu menerima saran – saran yang bersifat membangun dan membantu perbaikan penuntun ini untuk penerbitan selanjutnya.

Akhirnya, ucapan terima kasih kepada rekan yang telah memberi pendapat dalam penyusunan penuntun ini.

Medan, Maret 2013

Penyusun,

- Dra. Herlina Harabap, M.Si.
- Moranain Harianja, ST

DAFTAR ISI

|  |     |
|--|-----|
| Kata Pengantar .....                                     | i   |
| Daftar Isi .....   | ii  |
| Kata Tertib Praktikum Laboratorium Fisika .....          | iii |
| Sistem Pengukuran dan Alat Ukur .....                    | 1   |
| A. Sistem Pengukuran dan Peranan Praktikum .....         | 1   |
| A.1. Sistem Pengukuran .....                             | 1   |
| A.2. Peranan Praktikum .....                             | 1   |
| B. Alat-alat Ukur .....                                  | 2   |
| <b>PERCOBAAN :</b>                                       |     |
| M-1 : MODULUS PUNTIR .....                               | 10  |
| M-2 : AYUNAN FISIS .....                                 | 13  |
| M-3 : MODULUS ELASTISITAS .....                          | 15  |
| MF-1 : KOEFISIEN KEKENTALAN CAIRAN .....                 | 17  |
| K-1 : NILAI KALOR SPESIFIK AIR DENGAN METODE JOULE ..... | 20  |
| L-1 : HUKUM OHM .....                                    | 23  |
| O-1 : LENZA .....  | 27  |
| Lamp. I : CARA MEMBUAT GRAFIK .....                      | 30  |
| Lamp. II : CARA PENULISAN JURNAL .....                   | 32  |

## TATA TERTIB PRAKTIKUM FISIKA DASAR DI LABORATORIUM FISIKA DASAR UNIVERSITAS MEDAN AREA (UMA)

Seluruh mahasiswa yang akan mengikuti praktikum Fisika, wajib mendaftarkan diri di bagian Administrasi Lab. Fisika Dasar Universitas Medan Area (UMA) dengan menyerahkan 1 lembar pasphoto ukuran (2 x 3) cm.

2. Sebelum praktikum dimulai, mahasiswa wajib mengikuti :
  - pengarahannya praktikum
3. Pada pengarahannya praktikum ini mahasiswa akan menerima :
  - penuntun praktikum
  - kartu absensi praktikum
4. Bagi mahasiswa yang mendapat nilai E dan D diwajibkan mengulang dan membayar uang praktikum sesuai jumlah yang ditentukan.

### Sebelum memasuki laboratorium :

1. Praktikan harus hadir selambat – lambatanya 10 menit sebelum praktikum dimulai.
2. Setiap praktikan harus membawa :
  - buku penuntun praktikum (disampul dengan kertas jenuk dan plastik transparan sesuai warna yang telah ditentukan)
  - buku catatan praktikum (buku tulis isi 30 lembar)
  - kartu absensi yang telah diisi judul dan tanggal percobaan
  - kain lap (sesuai contoh di Laboratorium)
  - alat tulis menulis.
3. Setiap praktikan harus memakai sepatu, tidak dibenarkan mengenakan sandal dan harus memakai baju praktikum.
4. Praktikan yang berhalangan hadir karena sakit, harus mengirimkan surat keterangan dokter ke bagian Administrasi Lab. Fisika Dasar Universitas Medan Area (UMA)

### Di dalam laboratorium:

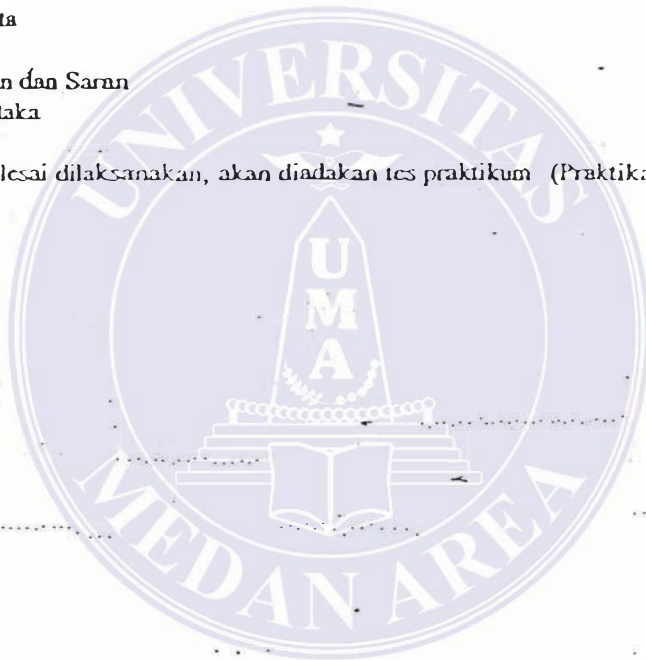
1. Sebelum memulai percobaan, praktikan harus :
  - a. Menyerahkan persiapan/tugas pendahuluan yang telah dikerjakan di rumah pada buku catatan kepada asisten masing – masing.
  - b. Mengikuti responsi.
  - c. Memeriksa peralatan bersama asisten, (apakah telah lengkap dan dalam keadaan baik).
  - d. Bagi praktikan yang tidak menyerahkan (menyelesaikan) tugas persiapan/tugas pendahuluan ataupun tidak dapat menjawab responsi, tidak dibenarkan mengikuti praktikum. Dan masih diberi kesempatan mengulang maksimal 2 (dua) percobaan sesuai dengan jadwal yang akan ditentukan.
2. Selama melakukan percobaan, praktikan tidak dibenarkan:
  - merokok
  - meninggalkan percobaan masing – masing tanpa seizin asisten
  - pinjam meminjam alat – alat tulis
  - mengganggu praktikan lainnya
  - membuat keributan
3. Setelah selesai melakukan percobaan, praktikan harus menulis data percobaan pada buku catatan praktikum dan diserahkan kepada asisten untuk ditandatangani dan selanjutnya menyelesaikan laporan praktikum.
4. Sebelum dan sesudah percobaan, praktikan harus membersihkan peralatan masing – masing.

5. Kerusakan alat yang disebabkan oleh praktikan harus diganti atas nama kelompok yang bersangkutan dan praktikan tidak dibenarkan mengikuti praktikum selanjutnya sebelum peralatan yang rusak tersebut diganti.

IV. Cara penulisan journal :

1. Pada sampul journal ditulis jelas dan lengkap data praktikan.
2. Isi journal :
  - a. Judul
  - b. Tujuan percobaan
  - c. Teori (minimal 5 halaman, tambahan teori dapat diambil dari buku lain dan ditulis pada lembar daftar pustaka)
  - d. Peralatan (diterangkan fungsi dari masing – masing alat)
  - e. Prosedur (dalam penulisan jangan menggunakan kalimat perintah)
  - f. Tabel data
  - g. Analisa data
  - h. Ulasan
  - i. Kesimpulan dan Saran
  - j. Daftar pustaka

- V. Setelah seluruh percobaan selesai dilaksanakan, akan diadakan tes praktikum (Praktikal Test) jadwal ditentukan kemudian.



## SISTEM PENGUKURAN DAN ALAT UKUR

### A.1. SISTEM PENGUKURAN

Pengukuran adalah suatu teknik untuk mengaitkan suatu bilangan pada suatu sifat fisis dengan membandingkannya dengan suatu besaran standar yang telah diterima sebagai suatu satuan.

$$\text{Besaran} = \text{bilangan} \times \text{satuan}$$

Dalam pengukuran selalu dibutuhkan suatu alat atau instrumen sebagai penentuan nilai dari suatu besaran (kuantitas) atau variabel. Sehingga instrumen itu di definisikan sebagai suatu alat yang digunakan untuk menentukan nilai atau besaran dari suatu kuantitas atau variabel.

Istilah yang sering digunakan di dalam pengukuran akan di definisikan sebagai berikut :

- Ketelitian (*accuracy*)** : harga terdekat dimana suatu pembacaan instrumen (alat ukur) mendekati harga sebenarnya dari variabel yang diukur.
- Ketepatan (*precision*)** : suatu ukuran kemampuan untuk mendapatkan suatu hasil pengukuran yang serupa. Dengan memberikan suatu harga tertentu bagi variabel ketepatan (presisi) merupakan ukuran tingkatan yang menunjukkan perbedaan hasil pengukuran pada pengukuran-pengukuran yang dilakukan secara berurutan.
- Sensitivitas (*sensitivity*)** : perbandingan antara sinyal keluaran atau responsif alat ukur terhadap perubahan masukan atau variabel yang diukur.
- Resolusi (*resolution*)** : perubahan terkecil dalam nilai yang diukur pada waktu alat ukur akan memberikan respon (tanggapan).
- Kesalahan (*error*)** : penyimpangan variabel yang diukur dari harga (nilai) yang sebenarnya.

Dalam bagian ini, alat ukur-alat ukur yang akan dijelaskan adalah yang sering dijumpai sehari-hari ataupun yang sering digunakan dalam melakukan eksperimen di laboratorium ilmu-ilmu dasar, seperti : alat ukur linier, (mikrometer, jangka sorong, mistar), alat ukur listrik (volt-meter, ammeter, ohmmeter), alat ukur massa (neraca), alat ukur suhu (thermometer), dan sebagainya. Sistem pengukuran yang digunakan disini adalah Sistem Internasional.

### A.2. PERANAN PRAKTIKUM

Tujuan praktikum seperti dilaksanakan dalam laboratorium-laboratorium perguruan tinggi tidak sama dengan tujuan penyelidikan pada laboratorium riset atau laboratorium industri. Tidak diharapkan bahwa mahasiswa akan menemukan suatu gejala baru atau merumuskan suatu hukum alam baru. Melainkan praktikum mempunyai dua tujuan pokok:

1. Menunjang perkuliahan, maksudnya merupakan demonstrasi gejala-gejala dan prinsip-prinsip yang diajarkan dalam kelas.
2. Mendidik mahasiswa menjadi seorang peneliti yang baik.

Untuk mencapai tujuan kedua ini, setiap orang harus mengetahui pemakaian alat-alat, dapat memahami metode pengukuran, dapat mengolah data yang diperoleh, dapat menilai baik/tidaknya hasil percobaan dan menarik kesimpulan yang cocok.

Percobaan yang dilakukan dalam praktikum mempunyai tujuan yang jelas. Secara umum yaitu:

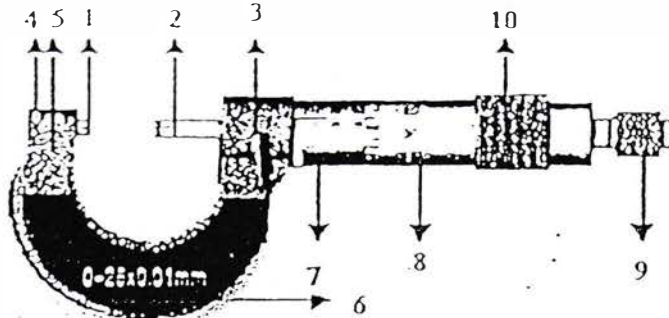
1. Mengukur/menentukan suatu besaran tertentu dengan memakai metode yang langsung, misalnya mengukur kekentalan cairan dengan metode bola jatuh.
2. Mengamati hubungan antara dua besaran, misalnya antara penguapan dengan suhu pada suatu bahan bangunan.
3. Menunjukkan bahwa dua besaran menuruti suatu hubungan teoritis. Misalnya, bahwa arus melalui suatu resistor berbanding lurus dengan tegangan (Hukum Ohm) atau menunjukkan bahwa regangan ("strain") berbanding lurus dengan tegangan ("stress") pada benda elastis (menurut Hukum Hooke).
4. Menentukan konstanta-konstanta (atau sifat-sifat) yang dapat diturunkan dari hasil percobaan, contohnya dari (3) diatas, hambatan elektrik (perbandingan tegangan dengan arus), dan modulus Young (perbandingan tegangan dengan regangan).

ALAT – ALAT UKUR

ALAT – ALAT UKUR MEKANIK

Mikrometer

Mikro meter berasal dari kata *micro* (yang berarti kecil) dan *meter* (yang berarti alat ukur). Jadi dapat dfinisikan bahwa mikrometer ialah alat ukur yang mempunyai kemampuan pengukuran yang sangat kecil.



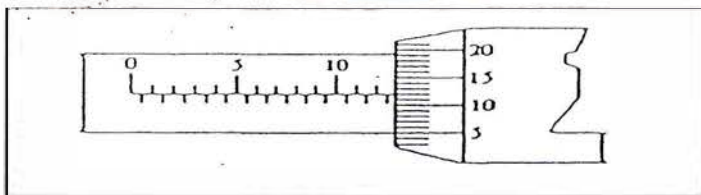
Gb.1. Mikrometer

1. Landasan (Anvil).
2. Poros (Spindle)
3. Cincin Pengunci (Locking-ring)
4. Skrup Pengikat (Banding- screw)
5. Skrup Pengatur (Adjusting-screw)
6. Rangka (Frame)
7. Sarung Diam (Barrol or sleeve)
8. Sarung Bergeser (Thimble)
9. Ratchet
10. Mur Pengatur

Keterangan gambar .1 :

Pembagian Skala :

1. Skala pada Batang : Setiap panjang 1 mm pada skala batang dibagi 2 bagian yang sama-misalnya, 1 mm : 2 bagian = 1/2 mm = 0,50 mm, merupakan skala terkecil dari skala batang.
2. Skala pada Sarung : Keliling lingkaran pada sarung terdiri dari 50 bagian skala. Kalau sarung diputar satu kali putaran atau dari 0 s/d 50 bagian, maka poros mikrometer bergerak 0,50 mm. Jika sarung diputar 1/50 putaran penuh ( dari 0 sampai 1 ) maka poros bergerak atau menunjukkan 0,50 : 50 bagian = 0,01 mm.



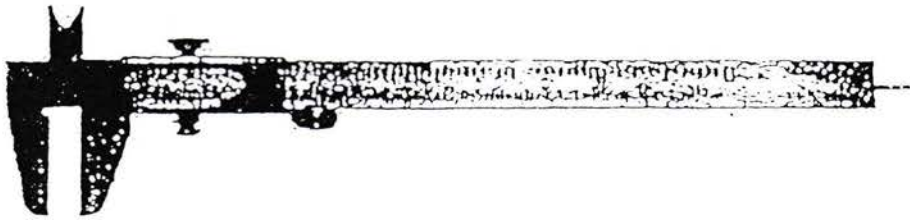
Gb. 2. Pembacaan Skala Mikrometer

Pembacaan skala :

|                   |            |           |                   |
|-------------------|------------|-----------|-------------------|
| Pada skala batang | = 12 mm    | + 0,50 mm | = 12,50 mm        |
| Pada skala sarung | = 12 mm    | x 0,01 mm | = 0,12 mm         |
| Penunjukkan Skala | = 12,50 mm | + 0,12 mm | = <u>12,62 mm</u> |

Jangka sorong (vernier Caliver)

Pada saat menggunakan jangka sorong untuk menyesuaikan ukuran, pengunci ditekan dengan ibu jari, lalu digeser-geser sesuai ukuran yang dikehendaki, kemudian pengunci dilepas lalu ukuran tersebut dibaca.

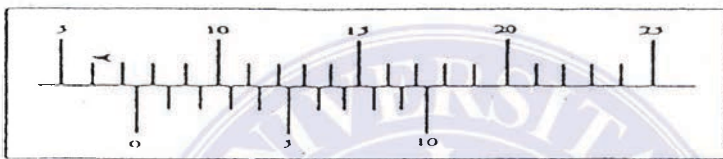


Gb. 3. Jangka Sorong

bagian Skala :

Skala pada Batang : Panjang 1 cm pada skala batang dibagi dalam 10 bagian yang sama, 1 bagian skala batang =  $1/10 \text{ cm} = 0,1 \text{ cm} = 1 \text{ mm}$ .

Skala Vernier : Panjang 9 mm pada skala batang dengan 1 bagian skala vernier =  $1 \text{ mm} - 0,9 \text{ mm} = 0,1 \text{ mm}$  ini merupakan skala terkecil jangka sorong.



Gb. 4. Pembacaan Skala Jangka Sorong

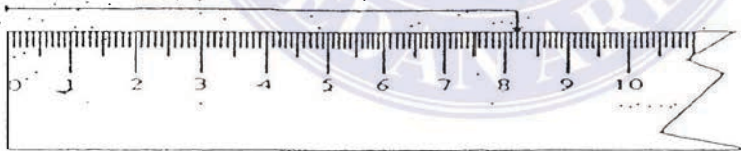
Pembacaan Skala :

|                    |   |                           |   |                    |
|--------------------|---|---------------------------|---|--------------------|
| Pada skala batang  | = | $7 \times 1,0 \text{ mm}$ | = | $7,0 \text{ mm}$   |
| Pada skala vernier | = | $6 \times 0,1 \text{ mm}$ | = | $0,6 \text{ mm}$   |
|                    |   |                           |   | $= 7,6 \text{ mm}$ |

Mistar

Pada umumnya mistar mempunyai skala yang berukuran desimal dan ukuran inci. Tetapi dalam hal ini, ukuran inci tidak dijelaskan.

Skala desimal, dimana setiap panjang 1 cm dibagi dalam 10 bagian yang sama. Dimana jarak 2 strip yang panjang = 1 cm, dan 2 strip yang pendek =  $0,1 \text{ cm} = 1 \text{ mm}$ . Jadi skala terkecil dari mistar ini ialah  $0,1 \text{ cm} = 1 \text{ mm}$ .  
 Beberapa jenis mistar, yaitu mistar biasa, mistar baja, mistar lipat, mistar kait, mistar pita atau mistar gulung.

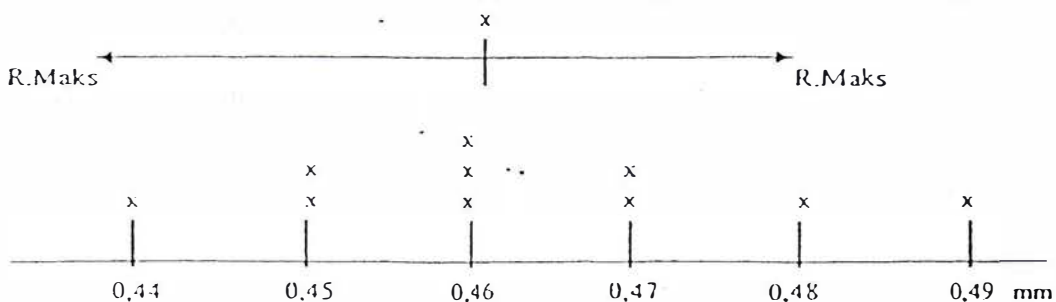


Gb.5. Mistar

bagian skala mistar diatas:

|               |   |                  |
|---------------|---|------------------|
| Strip panjang | = | $8,0 \text{ mm}$ |
| Strip pendek  | = | $0,3 \text{ mm}$ |
|               |   | $8,3 \text{ mm}$ |

Misalnya ada 10 orang mahasiswa melakukan pengukuran suatu kawat yang sama dengan menggunakan mistar, adapun hasil yang diperoleh adalah sbb:  
 $0,46 \text{ mm}; 0,44 \text{ mm}; 0,46 \text{ mm}; 0,47 \text{ mm}; 0,45 \text{ mm}; 0,48 \text{ mm}; 0,46 \text{ mm}; 0,45 \text{ mm}$





Gambar taksiran ralat maksimum dari distribusi hasil ukur data di atas

Berapakah nilai yang sebaiknya ditulis untuk diameter kawat tersebut dan berapakah ralatnya ?

Nilai yang paling baik dari data di atas adalah nilai pukul rata semua hasil ukur yang dapat dipercaya.

Secara matematis nilai pukul rata diberi dengan rumus :

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad \text{dimana } X_i \text{ adalah hasil ke- } i \text{ dari jumlah } n \text{ hasil ukur.}$$

Dari contoh di atas diperoleh  $\bar{X} = 0,463 \text{ mm}$ . Jadi ralat maksimum dapat ditafsirkan bahwa :

$$\begin{aligned} \text{RALAT MAKSIMUM} &= 1/2 \text{ RANGE KEBANYAKAN HASIL UKUR} \\ &= 1/2 (0,48 - 0,45) \text{ mm} = 0,015 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jawaban pertanyaan di atas secara lengkap untuk diameter dari kawat tersebut adalah :

$$\bar{x} = (0,463 \pm 0,015) \text{ mm}$$

Jika misalnya hasil pengukuran memberikan hasil yang sama maka dalam hal ini :

$$\text{RALAT MAKSIMUM} = 1/2 \text{ BATAS BACA}$$

Batas baca artinya pembagian skala terkecil. Batas baca mistar 1 mm, sehingga ralat maksimum adalah 0,5 mm.

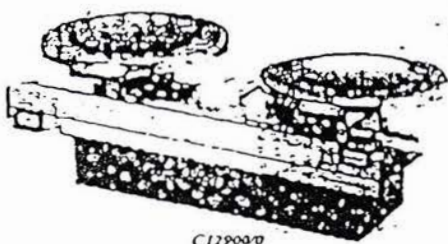
#### 3.1.4. Neraca

Di dalam fisika pengertian massa dan berat harus dibedakan. Massa suatu benda adalah kuantitas zat yang dikandungnya dimana besarnya bersifat tetap dan tidak bergantung pada letaknya. Sementara itu berat adalah termasuk gaya, dimana sifatnya akan dapat berubah tergantung pada letaknya.

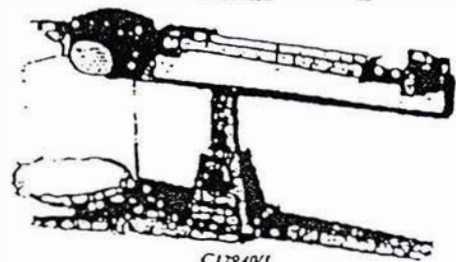
Oleh karena berat benda berbanding lurus dengan massa benda, maka massa sebuah benda dapat diukur dengan membandingkan antara gaya gravitasi bumi yang bekerja pada benda dengan gaya gravitasi bumi yang bekerja pada massa referensi atau massa standard.

Untuk pengukuran ini di pergunakan neraca dengan anak timbangan yang berfungsi sebagai massa standard. Bagian penunjuk pada lengan neraca merupakan detektor nol yang menunjukkan kesamaan antara massa-massa pada kedua bagian lengan neraca. Dengan demikian metode pengukuran yang dipakai pada neraca adalah metode nol.

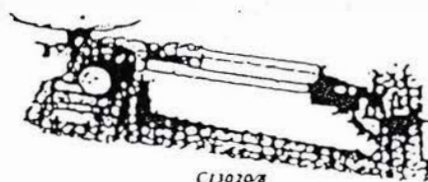
Dalam metode nol ini, besaran massa yang diukur ditunjukkan oleh besaran standard yang telah diketahui.



C129000



C12940/1



C13020/2

## 1.5. Stopwatch

Stopwatch merupakan salah satu dari alat (instrumen) pengukuran linear, sama halnya dengan mistar baja

Pembacaan stopwatch dapat dibagi menjadi dua macam yakni :

- Sistem Analog
- Sistem digital

Stopwatch mempunyai berbagai macam ketelitian. Pada sistem analog, sekali satu putaran ( $360^\circ$ ) ada yang 60 detik dan ada yang 30 detik. Maka ralat yang berhubungan dengan penentuan posisi pada skala, bergantung pada besar kecilnya pembagian-skala. Dalam hal ini :

$$\text{Ralat Maksimum} = \frac{1}{2} \text{ batas baca}$$

Dimana batas baca, artinya pembagian skala terkecil ralat baca pada stopwatch 60 detik adalah 1 detik, sehingga ralat maksimum adalah 0,5 detik.

Cantoh : Waktu yang terukur saat sebuah bola mencapai tanah dari ketinggian tertentu dengan menggunakan stopwatch 60 detik diperoleh 12,5 detik. Karena pembagian skala terkecil adalah 1 detik, maka desimal terakhir merupakan taksiran dan tidak dapat diandalkan. Ketidakpastian dalam pengukuran dengan memakai stopwatch 60 detik, kira-kira 0,5 detik sehingga nilai seharusnya ditulis  $12,5 \pm 0,5$  detik. Artinya waktu yang sebenarnya pasti diantara 12,0 detik dan 13,0 detik.

Andaikata waktu yang diukur pada soal di atas, menggunakan stopwatch 30 detik atau stopwatch sistem digital yang mempunyai batas baca 0,01 detik, maka ketelitiannya jauh lebih bagus daripada stopwatch 60 detik. Jelas kita lebih percaya hasil stopwatch 30 detik atau stopwatch sistem digital daripada stopwatch 60 detik.



Gb. 7. stopwatch

## 1.6. Thermometer

Thermometer : suatu alat yang digunakan sebagai indikator (penunjuk) keseimbangan termal antara alat ini dengan alat lainnya.

Suhu : ukuran derajat panas/dingin relatif suatu benda.

Kalor : suatu bentuk energi.

Kalor berpindah dari suhu yang tinggi ke suhu yang lebih rendah.

Suhu atau temperatur dapat di ukur memakai termometer. Di Indonesia di pakai skala suhu Celcius dan

Rehvin.

Celcius mempergunakan suhu es yang melebur sebagai titik nol., pada tekanan udara 76 cm raksa ( $-101,4$  mmHg). Titik baku yang kedua ialah suhu air yang mendidih. Pada tekanan udara setinggi 76 cm air raksa titik suhu ini ditetapkan sebagai titik  $100^\circ\text{C}$ . Antara kedua titik ini dibuat pembagian skala yang linear.

Kevin mempergunakan kenyataan bahwa koefisien tekanan pada volume yang konstan bagi semua gas sama besar dengan koefisien muai pada tekanan konstan, yaitu :  $\frac{1}{273} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

Untuk tekanan pada  $t \text{ } ^\circ\text{C}$  berlaku persamaan :

$$P_t = P_0 \left( 1 + \frac{1}{273} t \right)$$

Tekanan gas pada temperatur  $-273$  akan sama dengan nol. Titik ini oleh kevin disebut titik nol absolut ( $0 \text{ } ^\circ\text{K}$ ).

0 Kelvin =  $-273 \text{ } ^\circ\text{Celsius}$   
 273 Kelvin =  $0 \text{ } ^\circ\text{Celsius}$

Pengukuran yang seksama menunjukkan bahwa titik lebur es yang sama dengan titik beku air adalah  $273,15 \text{ K}$ . Juga ternyata bahwa titik tripel air itu terletak  $0,01 \text{ K}$ . Ini berarti titik nol Kelvin terletak pada  $273,15 \text{ } ^\circ\text{C}$ .

Termometer yang banyak digunakan di laboratorium adalah termometer dari zat cair. Salah satu contohnya adalah termometer air raksa yang mempunyai beberapa kelebihan, yaitu :

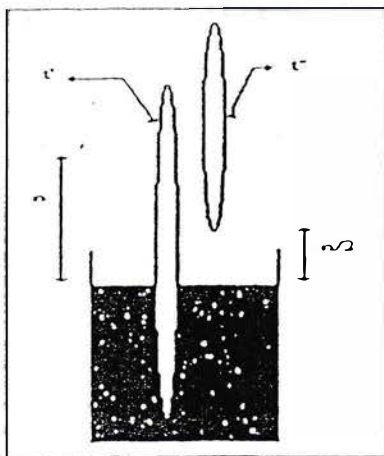
1. Air Raksa memuai dengan teratur
2. Tidak melekat pada dinding gelas
3. Panas jenis air raksa kecil (Menyerap sedikit kalor untuk penyesuaian suhu)
4. Titik didih air raksa tinggi ( $357 \text{ } ^\circ\text{C}$  dan titik bekunya  $-39 \text{ } ^\circ\text{C}$ )

Termometer dari zat cair lain ialah Termometer mercury, nitrogen argon, dsb.

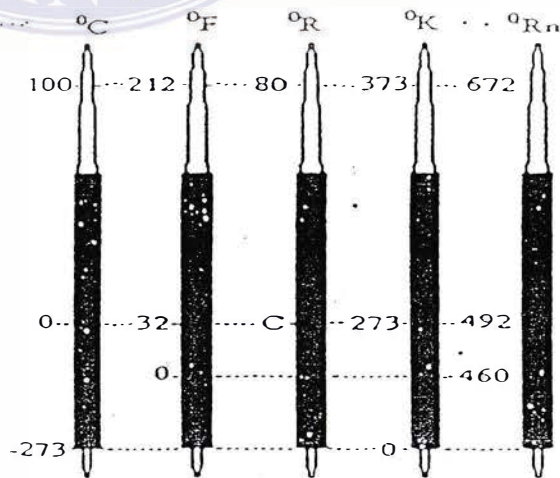
Koreksi suhu terhadap termometer zat cair

Apabila suhu di sekitar termometer tidak sama, maka terhadap suhu yang terbaca pada termometer harus dilakukan koreksi. Bukankah sebagian kolom air raksa memiliki suhu yang lain dari suhu air raksa dalam wadah terduga, sehingga akan terjadi penyimpangan pada penentuan raksa. Salah ukur dapat dikoreksi sbb :

Koreksi : suhu yang terbaca ( $T'$ ) harus dikoreksi akibat sebagian kolom raksa ( $n$ ) memiliki suhu yang tidak sama ( $T''$ ). Koreksinya dilakukan dengan mempergunakan termometer pembantu yang ditempatkan ditengah-tengah kolom raksa yang tidak terbenam dan hasil koreksinya yang harus ditambahkan ialah  $nK(T'' - T')$  dan dalam ruas ini bilangan  $k$  adalah koefisien pemuaian semu dari pada raksa dalam gelas. (harga  $k = 0,00016$ ). Dan temperatur sebenarnya menjadi :  
 $T = T' + n(T'' - T') \times 0,00016$ .



Gb.8. Rakitan untuk koreksi suhu



Gb.9. Beberapa skala termometer

hubungan beberapa skala termometer :

$$^{\circ}\text{C} = 5/9 (\text{F}-32)$$

$$^{\circ}\text{R} = 4/5 \times \text{C}$$

$$^{\circ}\text{F} = 9/5 \times \text{C} + 32$$

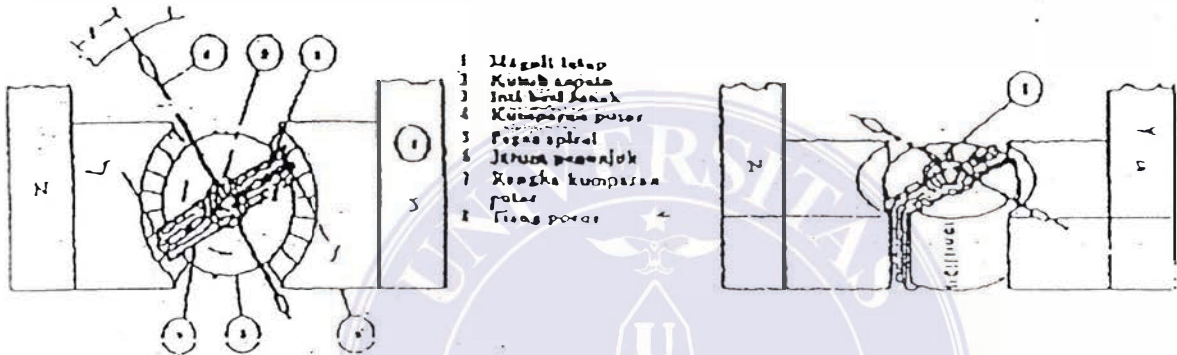
$$^{\circ}\text{Rn} = \text{F} + 460$$

$$\text{K} = \text{C} + 273,15$$

## 2. ALAT – ALAT UKUR LISTRIK

Prinsip dasar dari alat ukur listrik adalah meter kumparan putar.

Yang dimaksud dengan alat ukur kumparan putar adalah alat ukur yang bekerja atas dasar prinsip dari suatu kumparan listrik, yang di tempatkan pada medan magnet yang berasal dari magnet permanen. Alat ukur kumparan putar adalah alat ukur yang dapat dipakai untuk arus AC atau arus DC.



Gb.10. Prinsip kerja alat ukur jenis kumparan putar

### 2.1. Voltmeter dan Ammeter

Walaupun kumparan putar pada dasarnya adalah untuk mengukur arus, namun ia dapat juga diubah menjadi Voltmeter dengan jalan memasang tahanan depan:



Gb.11. Ampermeter



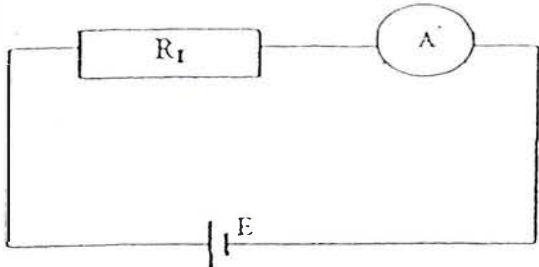
Gb. B12. Voltmeter

Ammeter dan Voltmeter mempunyai hambatan dalam sebesar  $r$ . Adanya hambatan dalam ini akan mengurangi ketelitian pengukuran dimana terdapat arus yang hilang ketika melewati kumparan putar.

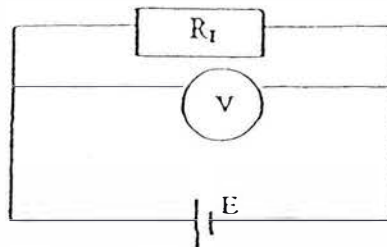
Ammeter dan Voltmeter mempunyai ralat sistematis sehingga ketelitiannya terbatas, umumnya pabrik alat ukur ini menyatakan ketelitiannya dalam suatu daftar spesifikasi, ketelitian ini dinyatakan sebagai persentase. Ralat maksimum =  $\pm$  ketelitian  $\times$  skala defleksi penuh. ("Full Scale Deflection = FSD). Contoh ralat maksimum 2%  $\times$  10 volt = 2 volt.

1. Pada ammeter, sebaiknya mempunyai hambatan dalam sekecil mungkin.
2. Pada voltmeter, sebaiknya mempunyai hambatan dalam sebesar mungkin.

Sebagai contoh, susunan pemakaian ammeter dan voltmeter dalam pengukuran



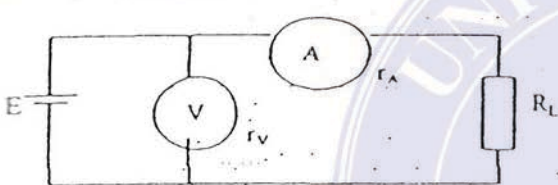
Gb. 13. Untuk mengukur kuat arus antara ujung-ujung AB. Ammeter di hubungkan seri dengan hambatan  $R_1$



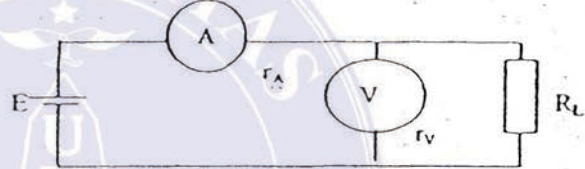
Gb. 14. Untuk mengukur tegangan antara ujung-ujung AB. Volt meter di hubungkan paralel dengan  $R_1$

### 2.1.1. Kekeliruan Metode Pengukuran

Kekeliruan pada pengukuran yang dihasilkan metode pengukuran dapat menimbulkan keliru ukur. Sebagai contoh adalah pengukuran arus dan tegangan secara bersamaan :



Gb. 15. Pengukuran untuk  $R_L$  besar



Gb. 16. Pengukuran untuk  $R_L$  kecil

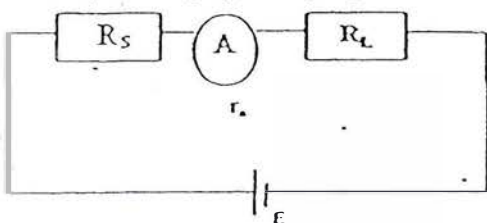
Dari gambar (a) dan (b), dikemukakan dimana arus dan tegangan diukur secara bersamaan. Tujuan cara ini adalah guna menghindari sumber yang terbebani oleh beban yang berlainan, yang akan mengakibatkan keliru ukur. Karena bila pengukuran arus dan tegangan dilakukan secara bergantian maka sumber akan mendapatkan beban yang berlainan. Karena tahanan dalam Voltmeter dan Ammeter dapat mempengaruhi hasil ukur.

Dari gambar (b),  $r_V$  harus jauh lebih besar dari tahanan  $R_L$  yang akan diukur, sehingga arus yang melalui voltmeter V dapat diabaikan. Pada gambar (a), sesuai untuk pengukuran tahanan tinggi dimana beda potensial pada ammeter dapat diabaikan, tetapi tidak sesuai untuk tahanan rendah. Jadi  $r_A$  harus jauh lebih kecil dari tahanan  $R_L$ .

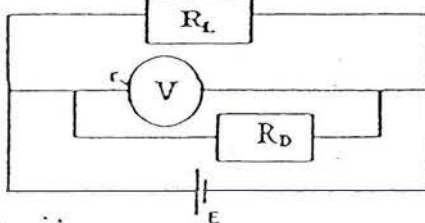
### 2.1.2. Memperbesar Jangkauan Pengukuran

Jangkauan pengukuran dari voltmeter dan ammeter dapat diperbesar. Misalnya sebuah ammeter yang hanya memiliki skala maksimum 10 mA tetapi akan digunakan untuk mengukur kuat arus 20 mA, hal ini dapat dilakukan dengan memasang tahanan samping sebagai penyetara pengukuran.

Memperbesar jangkauan pengukuran ammeter dan voltmeter dapat dilakukan sebagai berikut :



Gb. 17. Hambatan samping  $R_S$  Pasang seri dengan Ammeter



Gb. 18. Hambatan depan  $R_D$  dipasang paralel dengan Voltmeter

Pada ammeter diperlukan besar tahanan disamping untuk memperbesar jangkauan pengukuran arus yang dihitng melalui hubungan :

$$R_e = \frac{TA}{(n-1)}$$

Dimana :  
 TA = hambatan dalam ammeter  
 R<sub>e</sub> = hambatan samping  
 n = kelipatan kuat arus yang akan diukur

Untuk voltmeter, besar hambatan depan adalah :

$$R_D = (n-1) r_v$$

r<sub>v</sub> = hambatan dalam voltmeter  
 R<sub>D</sub> = hambatan depan  
 n = kelipatan tegangan yang akan diukur



M - 1. MODULUS PUNTIR

TUJUAN

Menentukan Modulus Puntir (Modulus Lunar) beberapa jenis logam.

TEORI

Sifat kekuatan suatu zat mencakup sifat tarikan dan mampatan dalam satu dimensi, sifat volum (penekanan, 3 dimensi) dan juga penggeseran ("Shear"). Gambar M.1.1. menunjukkan dua gaya F yang berlawanan pada sebelah atas dan bawah suatu benda, yang mengakibatkan pergeseran, yang diukur dengan sudut  $\theta$  (dalam radian).

Dalam batas kenyal,  $\theta$  berbanding lurus dengan F, dan rumusnya (untuk  $\theta$  kecil) adalah :

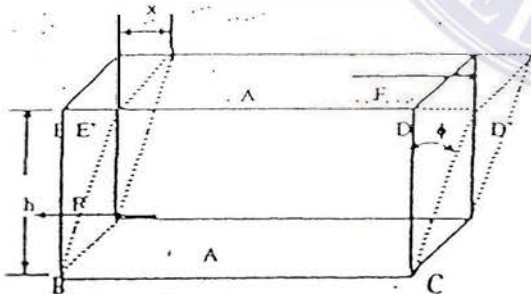
$$\theta = \frac{F/A}{S} \quad \text{..... (1)}$$

di mana A = luas penampang. Konstanta S dikenal sebagai modulus geser atau modulus puntir, dan definisinya diperoleh dari (1).

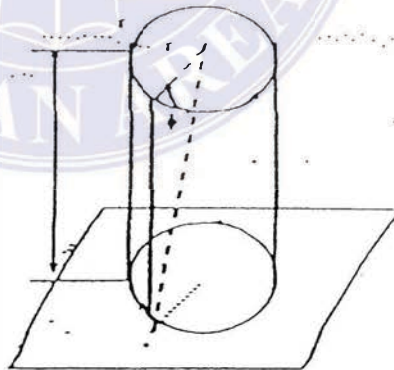
$$S = \frac{\text{tegangannya}}{\text{regangan}} = \frac{F/A}{x/h} = \frac{F/A}{\theta} \quad \text{..... (2)}$$

Suatu aplikasi penting adalah penggeseran pada benda berbentuk silindris, karena sering digunakan dalam mesin (contoh : poros roda dll.) Jika suatu silinder padat dijepit pada satu ujung, dan ujung lain diputar dengan torka  $\tau$ , seperti ditunjukkan pada gambar M.1.2. Maka sudut putaran pada ujung kedua bergantung pada modulus geser (puntir) S, panjang L dan jari - jari R.

$$\theta = \frac{2L\tau}{\pi SR^4} \quad (\theta \text{ dalam radian}) \quad \text{..... (3)}$$



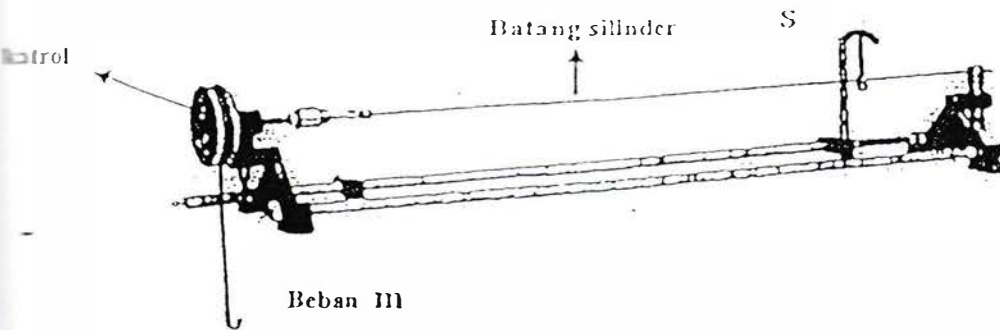
Gbr.M-1.1. Pergeseran Pada Bidang



Gbr.M-1.2. Pergeseran pada silinder

Dalam percobaan ini sudut puntir ( $\theta$ ) di sepanjang suatu batang logam yang panjang (lihat gambar M.1.3).

Satu ujung batang dijepit keras-keras ujung lainnya bebas berputar dan padanya dipasang keras - keras roda. Pada ujung tali yang dililit pada roda tersebut digantung beban sehingga torka  $\tau$  yang dikerjakan pada ujung batang dapat diketahui dengan tepat.



Gbr. M.1.3 Peralatan modulus puntir

**TUGAS PERSIAPAN (Harus diserahkan sebelum praktikum)**

Catatan : sudut  $\theta$  dalam teori dan persiapan dalam satuan radian.

1. Hitunglah sudut putaran  $\theta$  jika sebuah baut yang panjangnya 20cm, diameter 0,8cm, terbuat dari baja dengan modulus puntir  $S = 8 \times 10^{10} \text{ Nm}^2$ , diketatkan dengan memakai kunci pas yang panjangnya 15 cm, dan gaya yang dikerjakan di ujung kunci adalah 400N.
2. Tuliskanlah rumus untuk torka pada batang jari - jari  $r$ , jika beban massa  $M$  digantung pada tali dari roda yang jari - jarinya  $R$  seperti pada Gambar M.1.3

**PERALATAN**

1. Mikrometer sekrup / jangka sorong
2. Batang - batang yang diselidiki (berbentuk silinder)
3. Penyekat (penjepit) batang T
4. Roda pemutar, katrol dan tali P
5. Dua jarum penunjuk dengan pembagian skala sudut  $S$

**PROSEDUR**

1. Pasanglah satu batang yang diberi asisten. Keraskan semua skrup kuat - kuat.
2. Periksa kebebasan gerak puntiran ujung batang yang beroda. Dan apakah momen sudah akan diteruskan ke seluruh batang.
3. Hitunglah  $R$  dan  $r$  beberapa kali. Tulislah semua data langsung dalam bentuk tabel.
4. Pasanglah petunjuk  $D$  dan ukurlah  $L$ . Jika penunjukannya  $\theta$  tepat nol, maka selanjutnya langsung menunjukkan sudut puntir pada posisi tersebut. Akan tetapi jika  $\theta$  semula tidak tepat nol, analisa di bawah masih benar. Tuliskanlah penunjukan semula, dalam tabel data untuk  $M = 0$ .
5. Berilah beban, dan catatlah penunjukan  $\theta$ , tambakanlah beban satu persatu dan ukur  $\theta$ , untuk setiap beban, sampai beban maksimum yang diberitahu asisten.
6. Kurangilah beban satu-persatu dan amatilah  $\theta$
7. Untuk menyelidiki efek panjang  $L$ , geserlah penunjuk arah ( $D$ ), supaya jarak  $L$ , lebih kecil. Ulangi pengamatan seperti di atas.
8. Lakukanlah pengukuran yang sama pada batang - batang logam yang lain.

**DATA**

Tuliskanlah data seperti contoh berikut, untuk setiap jenis logam.

- Jari-jari Roda,  $R$  = .....m
- Jenis Logam = .....
- Diameter logam = .....m
- Jari-jari,  $r$  logam = ..... m
- Panjang,  $L$  = .....m



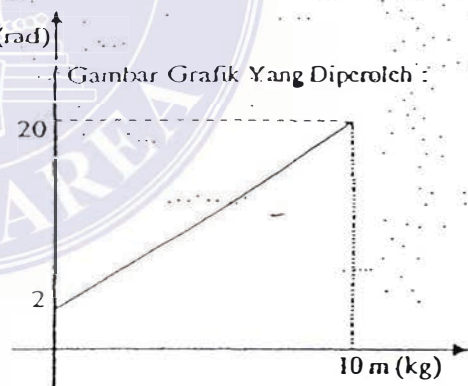
| NO. | Massa beban, $m$ (kg) | Penambahan Beban $\theta$ (radian) | Pengurangan Beban $\theta$ (radian) |
|-----|-----------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| 1   | 0                     |                                    |                                     |
| 2   |                       |                                    |                                     |
| 3   |                       |                                    |                                     |
| 4   |                       |                                    |                                     |
| 5   |                       |                                    |                                     |

VII. ANALISA

1. Untuk setiap jenis logam, buatlah grafik yang menunjukkan  $\theta$  terhadap  $m$  untuk penambahan beban dan pengurangan beban. Seandainya nilai awal  $\theta$  yang anda peroleh langsung digambarkan, tetapi kurva yang diperoleh tidak dibuat melalui titik asal. Kurva nilai  $L$  dibuat grafik yang sama, tetapi ditandai / dibedakan dengan nilai  $L$  nya masing-masing.
2. Tentukanlah kemiringan grafik  $\theta$  terhadap  $m$ . Ukurlah perbandingan  $\theta$ , seharusnya besaran ini hampir sama untuk kedua nilai  $L$ , yang berbeda pada jenis batang sama. Ambillah nilai kemiringan pukul rata untuk setiap jenis batang.
3. Hitung nilai modulus puntir untuk setiap jenis batang dengan memakai hasil pukul rata dari no.2 di atas. (Usul jangan lupa mengubah sudut ke radian,  $1^\circ = 0,0174$  radian)

VIII. ULASAN

1. Bandingkanlah hasil data anda ( untuk  $S$  ) dengan data dari buku / tabel.
2. Jika seandainya diperoleh grafik seperti disamping berapakah nilai  $\theta$  dalam radian /  $m$  dalam kg yang seharusnya untuk perhitungan selanjutnya? Jelaskanlah!
3. Sebutkanlah sumber-sumber ralat dalam Percobaan anda, alat mana yang paling berpengaruh



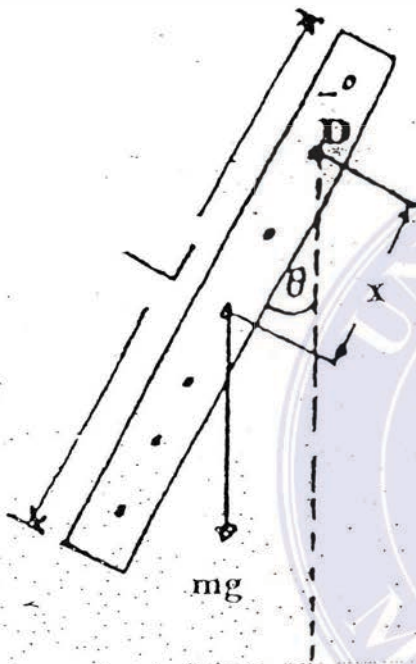
M-2 AYUNAN FISIS

I. TUJUAN

Menyelidiki efek posisi poros pada momen inersia dan menentukan percepatan gravitasi

II. TEORI

Jika sebatang massa  $m$  digantung pada titik  $D$  pada jarak  $x$  dari pusat massanya dan ditarik kesamping dengan sudut  $\theta$ , maka momen pemulihannya  $\tau$  ialah momen kaks gravitasi disekitar titik  $D$ , yaitu  $\tau = mgx \sin \theta \approx mgx \theta$  asal  $\theta$  kecil ( $\theta \leq 7^\circ$  dan  $\theta$  dalam radian). Bila hal ini diselesaikan diperoleh gerak harmonis yang penyelesaiannya mempunyai perioda.



$$\tau = 2x \sqrt{\frac{I}{mgx}} \quad (1)$$

Dimana  $I$  = momen kelembaman batang terhadap sumbu melalui batang

Sedangkan menurut teori moment kelembaman Untuk benda yang berputar sekitar sumbu pada jarak  $x$  dari pusat massa :

$$I = I_0 + mx^2 \quad (2)$$

Dimana :  $I_0$  = moment kelembaman melalui pusat massa. Asal lebar batang jauh lebih kecil daripada panjang. Rumus untuk  $I_0$  ialah :

$$I_0 = \frac{mL^2}{12} \quad (3)$$

Gbr. M-1. Ayunan Fisis

gabungkan persamaan (1), (2) dan (3) diperoleh :

$$\tau^2 = \frac{4\pi^2}{g} \left[ \frac{L^2}{12x} + x \right] \quad (4)$$

TUGAS PERSIAPAN (Harus diserahkan sebelum praktikum)

1. Buktikanlah persamaan (3)
2. Sebutkan cara lain untuk menentukan nilai percepatan gravitasi  $g$ .
3. Buatlah skets  $T^2 - vs - x$  (dari  $x = 0$  s/d  $L/2$ ) menurut pers. (4)
4. Tentukanlah nilai  $x$  yang menghasilkan periode minimum

PERALATAN

- Tiang ayunan dengan paku gantungan.
- Ayunan Fisis ( batang ayunan ).
- Stopwatch.
- Caunter.
- Mistar.

## V. PROSEDUR

1. Letakkan batang ayunan pada tiang gantungannya, dengan jarak  $x$  maksimum.
2. Dengan mengambil sudut kecil ( $\theta < 7^\circ$ ). Lepaskanlah batang sehingga bergerak secara harmonis dalam satu bidang.
3. Tentukanlah periode  $T$  dengan mengamati waktu  $n$  kali berayun (minimal  $n=20$ ), ulangilah pengamatan sedikit-sedikitnya dua kali.
4. Ulangilah percobaan diatas untuk  $x$  yang berbeda-beda.
5. Ukurlah panjang  $L$ .

## VI. DATA

Susunlah data dalam bentuk tabel yang rapi.

Panjang  $L = \dots\dots\dots$  ( m )

| Jarak<br>$x$ (m) | Jumlah osilasi<br>$n$ | Waktu (detik) untuk $n$ kali |     |     | Periode<br>$T$ (s) |
|------------------|-----------------------|------------------------------|-----|-----|--------------------|
|                  |                       | (a)                          | (b) | (c) |                    |
|                  |                       |                              |     |     |                    |

## VII. ANALISA

1. Ukurlah periode  $T$  untuk setiap jarak.
2. Buatlah tabel yang berisi  $x$ ,  $T$ ,  $T^2$  dan  $x + (L^2/12x)$ , lalu buatlah:
  - (a) Grafik  $T^2$  -vs-  $x$  dan juga  
Tentukanlah posisi  $x$  yang memberi periode minimum.
  - (b)  $T^2$  -vs-  $[x + L^2/12x]$
3. Tentukanlah kemiringan grafik (2.b). Tulislah rumus untuk kemiringan grafik tersebut menurut pers. (4). Hitunglah  $g$  berdasarkan rumus dan nilai kemiringan tersebut.

## VIII. ULAHAN

1. Sesuaikanlah bentuk hasil yang anda peroleh untuk  $T$  sebagai fungsi  $x$  (grafik 2a).
2. Bandingkanlah nilai yang diperoleh untuk  $g$  dengan nilai yang sebenarnya dilokasi ini.
3. Jika terjadi perbedaan, menurut anda apa yang menjadi penyebabnya, jelaskan.
4. Sebutkan sumber-sumber ralat pada percobaan ini.

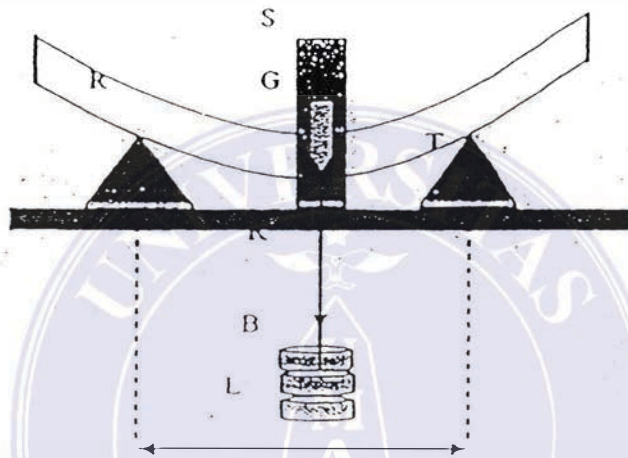
M-3. MODULUS ELASTISITAS (LENTURAN)

I. TUJUAN :

Menentukan Modulus elastisitas ( $Y$ ) dari beberapa zat padat dengan pelenturan.

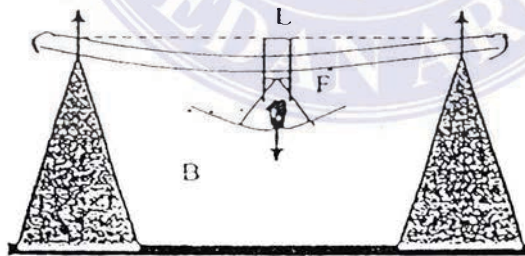
II. TEORI :

Batang R diletakkan diatas tumpuan T dan kait K dipasang ditengah-tengah. Pada K diberi beban B yang diubah-ubah besarnya. Pada K terdapat garis rambut G, dibelakang G ditempatkan skala S dengan cermin disampingnya.



Gambar. M.2. Alat Modulus Elastisitas

Bila B ditambah/dikurangi, maka G akan turun/naik, kedudukan G dapat dibaca pada skala S, untuk mengurangi kesalahan paralaks, maka pembacaan harus diusahakan supaya berimpit dengan bayangannya pada cermin.



Gambar. M.3. Alat Modulus Lentur

Pelenturan  $F$  (pada penambahan beban):

$$F = \frac{B.L^3}{48E.I} = \frac{B.L^3}{4Eb.h^3} \quad (1)$$

dimana:

- E = Modulus elastisitas
- b = Lebar batang
- h = Tebal batang
- L = Panjang dari tumpuan satu ketumpuan lain.
- I = Momen inersia linier batang terhadap garis netral
- B = Beban

II. TUGAS PERSIAPAN

1. Tuliskan nilai-nilai modulus elastisitas dari beberapa jenis bahan.
2. Sebutkan beberapa contoh aplikasi dari elastisitas ?
3. Sebuah kawat panjang terbuat dari baja panjangnya  $6 \times 10^3 \text{ cm}$  mempunyai luas penampang  $2 \times 10^{-6} \text{ cm}^2$ . Hitunglah pertambahan panjang kawat tersebut ?

IV. PERALATAN

1. Jangka sorong
2. Mistar Gulung
3. Beban-beban
4. Batang kayu dengan berbagai penampang

PROSEDUR EKSPERIMEN :

1. Ukurlah panjang ( l ) dari beberapa batang yang diberikan oleh asisten.
2. Ukurlah lebar ( b ) dan tebal ( h ) batang dengan jangka sorong.
3. Letakkan batang di atas tumpuan. Letakkan K dengan kaitnya kira-kira ditengah batang.
4. Letakkan S dibelakang garis rambut G.
5. Bacalah kedudukan garis rambut pada keadaan ini.
6. Tambahkan beban tiap kali satu beban, dan tiap penambahan baca kedudukan G
7. Kurangkan beban tiap kali satu beban, dan tiap kali pengurangan 1 s/d 7 untuk batang yang lain dan tanyakan pada asisten batang-batang mana saja.

DATA :

Panjang batang l = ..... m

Lebar batang b = ..... m

Tebal batang h = ..... m

| Beban, B (kg) | Kedudukan G      |                   |           |
|---------------|------------------|-------------------|-----------|
|               | Penambahan beban | Pengurangan beban | Rata-rata |
|               |                  |                   |           |

ANALISA DATA

1. Hitunglah modulus elastisitas untuk tiap batang.
2. Berilah pembahasan percobaan ini (sumber ketidak telitian).

ULASAN

1. Perlukah mengatur panjang batang ?Jelaskan
2. Dalam melakukan eksperimen, mengapa dilakukan penambahan dan pengurangan beban ?

KESIMPULAN DAN SARAN

MF- 1. KOEFISIEN KEKENTALAN CAIRAN

TUJUAN

Menentukan koefisien kekentalan (coefficient of viscosity) cairan, dengan mempergunakan metode bola jatuh berdasarkan hukum Stokes.

TEORI

Jika ada gerak antara fluida (cairan atau gas) dengan benda lain, selalu terjadi kakas yang melawan gerak tersebut yang disebut gaya kekentalan. Bila sebuah benda berbentuk bola, bergerak dengan kecepatan rendah didalam suatu medium (cairan atau gas) yang tepat sifat-sifatnya, maka besar gaya kekentalan adalah :

$$F_v = -6\pi \eta r v \dots\dots\dots (1)$$

- Dimana :
- $F_v$  = gaya yang melawan gerakan
  - $\eta$  = koefisien kekentalan
  - $r$  = jari - jari bola
  - $v$  = kecepatan bola relatif terhadap medium

Tanda minus menunjukkan arah  $F_v$  berlawanan dengan arah  $v$ . Rumus ini dikenal sebagai hukum stokes. Adapun syarat-syarat pemakaian hukum stokes tersebut diatas :

- a). Ruangan tempat medium tak terbatas (ukurannya cukup besar)
- b). Tidak ada turbulensi (penggelinciran) pada medium. Praktisnya ini berarti kecepatan  $v$  tidak besar.

Satuan SI untuk  $\eta$  adalah Newton meter<sup>2</sup> atau N.m<sup>2</sup>. Nilai  $\eta$  bergantung pada jenis cairan dan terpengaruh suhu. Dalam metode bola jatuh, sebuah bola kecil dijatuhkan dalam tabung yang tinggi berisi cairan. Mula-mula kecepatannya rendah tetapi percepatan gravitasi menyebabkan kecepatan bertambah sehingga kakas  $F_v$  bertambah besar. Kakas yang dialami bola adalah gaya gravitasi  $F_g$  ( kebawah ), kakas apung  $F_b$  ( keatas ) dan gaya gesekan  $F_v$  ( keatas ) dan pada suatu nilai kecepatan tertentu, akan terjadi keseimbangan :

$$F_g + F_b + F_v = 0 \dots\dots\dots (2)$$

Dimana gaya kebawah dianggap positif sehingga gaya resultan menjadi nol. Maka kecepatan bola tidak berubah lagi melainkan pada nilai maksimum atau nilai akhir yang dinotasikan sebagai  $v_o$ . Kecepatan ini juga disebut kecepatan akhir (terminal velocity).

Gaya  $F_b$  dan  $F_g$  dapat ditulis sebagai fungsi raji bola  $R$ , rapat bola  $\rho_o$  dan rapat cairan  $\rho_c$  :

$$F_g = \frac{4\pi}{3} R^3 \rho_o g \dots\dots\dots (3)$$

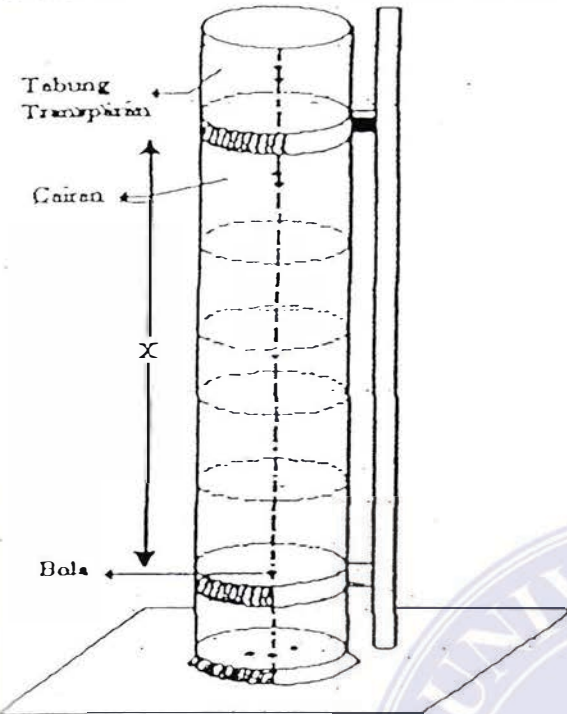
$$F_b = \frac{4\pi}{3} R^3 \rho_c g \dots\dots\dots (4)$$

Perhatikan arah kebawah diberi tanda tambah dalam semua persamaan setelah Substitusi kedalam pers. ( 1 ) dan ( 2 ) diperoleh :

$$6\pi \eta R v_o = \frac{4\pi}{3} R^3 (\rho_o - \rho_c) g$$

$$\eta = \frac{2}{9} \frac{R^2}{v_o} (\rho_o - \rho_c) g \dots\dots\dots (5)$$

Semua besaran dalam ruas kanan pers. (5) dapat diukur, sehingga dapat dihitung menurut pers (5) perbandingan  $R^2/v_o$ , seharusnya konstan dan percobaan juga dapat membuktikan benar tidaknya hal ini.



Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pengukuran kekentalan dengan metode ini.

- Perlu diperhatikan bahwa kecepatan yang diukur benar-benar adalah kecepatan konstan (akhir).
- Rumus (1) di atas hanya berlaku jika bola jauh lebih kecil dari ukuran tabung (paling tidak 1/10 dari diameter tabung)
- Suhu harus konstan, khususnya untuk jenis-jenis minyak.

MF-1. Viskosimeter metode bola jatuh

**TUGAS PERSIAPAN (Harus diserahkan sebelum praktikum)**

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

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

Dari data disamping, gambarkanlah grafik :

Jarak (x)-vs- waktu (t) dengan menghitung slope diperoleh kecepatan akhir bola yang jatuh ( $v_e$ )

**PERALATAN**

- Tabung berisi zat cair.
- Bola - bola kecil padat.
- Mikrometer skrup, jangka sorong, mistar, termometer, stopwatch.
- Magnet (untuk mengambil bola-bola dari dasar tabung).
- Kawat yang melingkar pada tabung.
- Areometer (untuk mengukur rapat zat cair).
- Timbangan torsi dengan anak timbangan.
- Gelas ukur.

**PROSEDUR EKSPERIMEN** ( dalam penulisan jangan menggunakan kalimat perintah )

1. Ukurlah diameter tiap-tiap bola, masing-masing pengukuran dilakukan beberapa kali (dengan menggunakan mikrometer skrup).
2. Timbanglah tiap-tiap bola dengan neraca torsi.
3. Catatlah temperatur cairan sebelum dan sesudah tiap percobaan.
4. Ukurlah rapat cairan itu dengan areometer. Jika tidak ada rapat cairan diperoleh dengan cara sbb : Timbanglah gelas ukur, catat massa gelas kosong, lalu masukkan cairan dan catat volumenya, kemudian timbang kembali gelas ukur + cairan, lalu catat massanya. Rapat cairan  $\rho_c = m_c / V_c$ .
5. Tempatkanlah satu kawat pada jarak  $\pm 20$  cm dibawah permukaan cairan dan kawat kedua pada jarak  $d = 100$  cm dibawahnya.
6. Ambillah satu bola dengan pinset atay sendok, jangan dipegang, supaya suhu tidak naik, lepaskan bola perlahan dari jarak 1 cm diatas permukaan cairan, dipertengahan tabung, Ukurlah waktu jatuh  $t$  dari kawat atas ke kawat bawah. Ulangilah minimal 2 kali lagi. Bola dapat diangkat dengan magnet. Tentukanlah hasil untuk  $t$  langsung dari tabel dibawah ini.
7. Ubahlah jarak  $d$  menjadi 0,9 ; 0,8 ; 0,7 ; ... 0,4 meter dan ukurlah waktu  $t$  untuk setiap jarak  $d$  seperti pada point (6) diatas.
8. Ulangilah prosedur diatas (6 & 7) untuk 2 buah bola lain yang berbeda diameternya.

**TABEL DATA**

Isilah data berikut untuk setiap percobaan :

Jenis cairan : .....

Bola I diameter =  $2 R_1 =$  ..... mm, jari-jari  $R_1 =$  ..... mm  
 Massa bola  $m =$  ..... kg  
 Rapat cairan  $\rho_c =$  .....  $kg \cdot m^{-3}$   
 Suhu semula  $T_1 =$  ..... Suhu akhir  $T_2 =$  .....

| Jarak $x$ (m) | $t_1$ (s) | $t_2$ (s) | $t_3$ (s) | $t_{rata-rata}$ (s) |
|---------------|-----------|-----------|-----------|---------------------|
|               |           |           |           |                     |
|               |           |           |           |                     |
|               |           |           |           |                     |

**ANALISA**

1. Buatlah grafik  $x - vs - \bar{t}$  untuk setiap bola.
2. Hitunglah kecepatan akhir  $v_t$  dan perbandingan  $R^2 / v_t$  untuk setiap bola.
3. Hitunglah rapat (massa jenis) bola  $\rho_0$  dan  $\eta$  berdasarkan pers.(5) dengan memakai nilai pukuk rata  $R^2 / v_t$  dari ketiga bola.

**ULASAN**

1. Tuliskanlah hasil anda untuk  $\eta$ : Apakah sesuai dengan range nilai yang tersedia di laboratorium ?
2. Buktikan bahwa kecepatan  $v_t$  yang anda peroleh benar-benar konstan (kecepatan terminal).
3. Apakah hasil  $R^2 / v_t$  untuk ketiga bola saling mendekati ?
4. Sebutkanlah sumber-sumber ralat dalam penentuan ini.



K - 1. NILAI KALOR SPESIFIK AIR DENGAN METODE JOULE

I. TUJUAN

- Menentukan nilai bahang (panas) jenis air dengan metode joule.
- Membuktikan kesetaraan bahang dengan energi listrik.

II. TEORI

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

$$E = V \cdot I \cdot t \dots\dots\dots (1)$$

Dalam metode joule, kawat hambatan tersebut terletak di dalam air (atau cairan lain) di dalam sebuah bejana khusus yang disebut kalorimeter. Menurut teori kalor dasar, energi E yang diperlukan untuk memanaskan suatu benda bermassa m melalui suhu  $\Delta T$  adalah :

$$E = m \cdot c \cdot \Delta T \dots\dots\dots (2)$$

Dimana c disebut nilai bahang benda tersebut.

Bila diterapkan pada kalorimeter massa  $m_1$  dan nilai bahang  $c_1$  yang berisi air bermassa  $m_2$  dengan nilai bahang  $c_2$ , maka pers. (2) menjadi

$$E = (m_1 c_1 + m_2 c_2) \Delta T \dots\dots\dots (3)$$

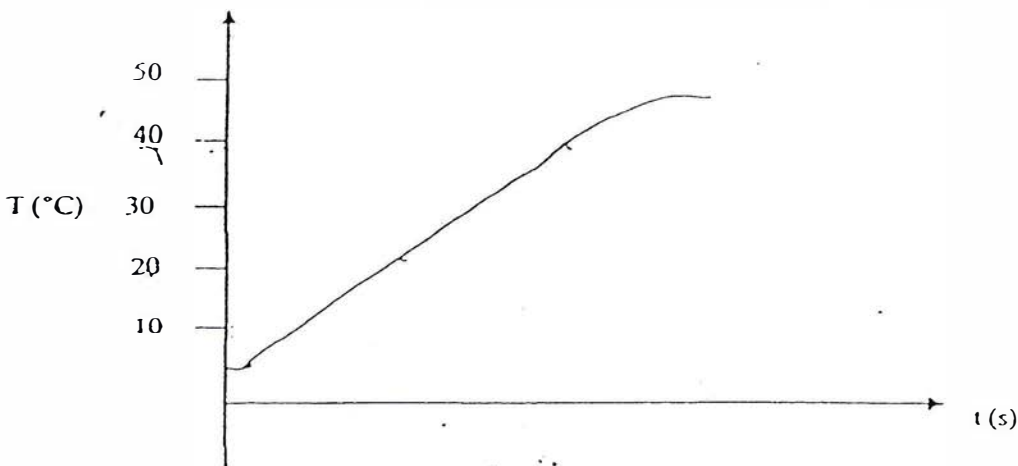
Bila disamakan energi listrik (pers (1)) dengan pers (3) maka diperoleh :

$$V \cdot I \cdot t = (m_1 c_1 + m_2 c_2) \Delta T \dots\dots\dots (4)$$

Nilai  $c_2$  dapat ditentukan dalam eksperimen dimana  $c_1$  diketahui dan semua besaran lain diukur.

III. TUGAS PERSIAPAN (Harus diserahkan sebelum praktikum).

1. Definisikan nilai kalor spesifik (c), berikan satuannya dalam SI.
2. Jelaskan bagaimana daya listrik dalam kawat hambatan berubah menjadi panas.
3. Dalam percobaan dengan metode joule, grafik suhu - vs - waktu diperoleh seperti dibawah. Terangkan bentuk kurva ini, bandingkan dengan rumus (4).



Gbr.K-1. T-vs-t, dalam metode joule, suhu kamar = 28 °C