

**PETUNJUK PRAKTIKUM**

**FISIKA DASAR I**

**Disusun oleh:**

**KUSAIRI, S.Si**  
**dan**  
**TIM FISIKA**



**LABORATORIUM FISIKA DASAR**

**JURUSAN FISIKA**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM**

**MALANG**

**2023**

## **PERATURAN KEGIATAN PRAKTIKUM FISIKA DASAR**

### **1. PERSYARATAN MENGIKUTI PRAKTIKUM**

- Berperilaku dan berpakaian sopan. Jika tidak dipenuhi maka minimal dikenakan sanksi 1.
- Mengenakan jaz lab, jika tidak dipenuhi maka dikenakan sanksi 2 atau sanksi 1.
- Mengerjakan tugas pendahuluan (Pasword dll), jika tidak dipenuhi maka dikenakan sanksi 3
- Tas dan buku diletakkan di tempat yang telah disediakan, kecuali alat-alat tulis yang diperlukan.
- Menyiapkan diri dengan materi praktikum yang akan dilakukan. Mahasiswa yang tidak siap untuk praktikum bisa tidak diijinkan mengikuti praktikum (dapat dikenakan sanksi 3)
- Mengumpulkan laporan praktikum pertemuan sebelumnya, jika tidak dipenuhi maka dikenakan sanksi 3 dan atau 4

### **2. PELAKSANAAN PRAKTIKUM**

- Mantaati tata tertib yang berlaku di laboratorium Fisika Dasar
- Tidak diperkenankan mengganggu dan mencampuri kegiatan kelompok lain.
- Mengikuti petunjuk yang diberikan oleh asisten
- Menjaga kebersihan dan bertanggungjawab atas keutuhan alat-alat praktikum
- Setiap alat yang akan digunakan diperoleh dari petugas laboratorium dengan mengisi daftar peminjaman alat. Setelah selesai, alat-alat

dikembalikan dalam keadaan bersih dan baik.

### **3. KEHADIRAN**

- ☑ Praktikum harus diikuti sekurang-kurangnya 80% dari jumlah total praktikum yang diberikan. Jika syarat tersebut tidak terpenuhi maka praktikum dinyatakan tidak lulus.
- ☑ Ketidak-hadiran karena sakit harus disertai surat keterangan dari dokter yang diserahkan ke penanggungjawab praktikum yaitu **LABORAN** paling lambat 1 minggu setelah ketidakhadirannya. Jika tidak dipenuhi maka dikenakan sanksi 3.
- ☑ Keterlambatan kurang dari sepuluh menit dikenai sanksi 1.
- ☑ Keterlambatan lebih dari sepuluh menit dikenai sanksi 3.
- ☑ Setiap mahasiswa wajib mengisi daftar hadir
- ☑ Daftar hadir dijadikan rujukan untuk penilaian atau kelulusan praktikum

### **4. PENILAIAN**

- ☑ Nilai praktikum ditentukan dari nilai Pretes, Postes, Aktivitas, Laporan
- ☑ Nilai Akhir Laporan dihitung dari rata-rata nilai seluruh percobaan
- ☑ Kelulusan praktikum ditentukan dari besarnya nilai akhir praktikum dan ketidak ikutsertaan praktikum ( $\geq 80\%$ )

### **5. SANKSI NILAI**

- ☑ **Sanksi 1** : Nilai praktikum yang bersangkutan dikurangi 10

- ☑ **Sanksi 2** : Nilai praktikum yang bersangkutan dikurangi 50%
- ☑ **Sanksi 3** : Tidak diperkenankan mengikuti praktikum, sehingga nilai praktikum yang bersangkutan = **NOL**
- ☑ **Sanksi 4** = Nilai laporan **NOL**

## 6. SANKSI ADMINISTRASI

- ☑ Sanksi administrasi diberikan bagi praktikan yang selama kegiatan praktikum berlangsung menimbulkan kerugian, misalnya merusakkan alat. Nilai denda dan tata cara penggantian disampaikan langsung oleh Penanggungjawab praktikum.

## 7. PRAKTIKUM SUSULAN

- ☑ Praktikum susulan hanya diperuntukkan bagi yang berhalangan hadir dikarenakan **sakit**. Praktikum susulan akan dilaksanakan setelah semua praktikum selesai.

## 8. LAIN-LAIN

- ☑ Praktikum yang tidak dapat dilaksanakan karena hari libur, kegalan PLN dsb, akan diberikan praktikum pengganti. Waktu menyesuaikan antara asisten, mahasiswa dan ruang laboratorium.
- ☑ **Tata tertib berperilaku sopan didalam laboratorium antara lain** larangan makan, minum, merokok, menggunakan handpon dan sejenisnya. Selama kegiatan praktikum berlangsung tidak diperkenankan menggunakan handphone untuk bertelepon atau sms kecuali ada ijin dari asisten atau penanggungjawa praktikum

- ☑ **Tata tertib berpakaian sopan di dalam laboratorium antara lain** tidak boleh memakai sandal dan sejenisnya.

## **PENDAHULUAN**

### **1. Deskripsi Praktikum Fisika Dasar**

Di Fakultas Sains dan Teknologi UIN MALIKI Malang matakuliah Fisika Dasar adalah salah satu matakuliah TPB (Tahun Pertama Bersama) yang harus diprogram oleh mahasiswa dari semua jurusan yang ada di Fakultas Sains dan Teknologi yaitu Fisika, Matematika, Kimia dan Biologi. Matakuliah Fisika Dasar bertujuan untuk memberikan pemahaman kepada mahasiswa tentang landasan Fisika bertolak dari pengetahuan Fisika yang telah diperoleh di SMU. Topik-topik yang dibahas mencakup Mekanika, Getaran Gelombang dan Bunyi, Termodinamika, Listrik dan Kemagnetan, Optika Geometrik, serta dasar-dasar Fisika Modern.

### **2. Tujuan Praktikum Fisika Dasar**

Setelah menempuh matakuliah Praktikum Fisika Dasar, diharapkan mahasiswa dapat:

- a. Merangkai alat dengan benar
- b. Menggunakan dan membaca skala alat ukur dengan benar
- c. Menuliskan dasar teori ringkas yang mendukung percobaan
- d. Menuliskan langkah-langkah percobaan
- e. Menganalisis data beserta perhitungan ralatnya dengan benar
- f. Mendiskusikan hasil analisis data
- g. Membuat kesimpulan
- h. Menulis abstrak praktikum dengan benar

Di samping itu, mahasiswa harus bisa bekerja sama dengan kelompoknya dan melaksanakan praktikum secara tertib dan disiplin.

### **3. Pelaksanaan Praktikum Fisika Dasar**

Secara teknis, pelaksanaan kegiatan Praktikum Fisika Dasar dibagi dalam tiga tahap. Tahap pertama adalah kegiatan pralaboratorium, tahap kedua pelaksanaan praktikum, sedangkan tahap ketiga adalah pelaporan.

#### ***Tahap pralaboratorium***

Kegiatan pralaboratorium dalam praktikum Fisika Dasar dipergunakan untuk membekali mahasiswa agar siap dalam melaksanakan suatu jenis/judul praktikum tertentu. Beberapa kemampuan dasar yang perlu dimiliki mahasiswa sebelum melakukan praktikum antara lain : memahami tujuan praktikum yang akan dilakukan, memahami konsep-konsep yang terkait dalam praktikum, mampu mengidentifikasi variabel yang harus diukur dan dihitung, memahami spesifikasi dan cara menggunakan alat-alat yang akan digunakan, mampu menentukan data-data yang harus diperoleh, cara memperoleh, dan cara menganalisisnya.

#### ***Tahap Pelaksanaan Praktikum***

Pada tahap pelaksanaan praktikum, mahasiswa dilatih bertindak sebagai seorang peneliti. Oleh karena itu, mahasiswa dituntut untuk bersikap obyektif sistematis, logis dan teliti. Pada tahap ini, kegiatan yang dilakukan mahasiswa adalah melaksanakan praktikum sesuai dengan judul praktikum yang telah ditetapkan dengan materi seperti yang terdapat dalam buku panduan ini. Selanjutnya kegiatan yang dilakukan mahasiswa diamati oleh pembimbing yang mencakup aspek afektif (sikap) dan aspek psikomotor (keterampilan) kemudian diberi skor tertentu berdasarkan skala penilaian yang telah ditetapkan.

Aspek yang dievaluasi pada tahap pelaksanaan praktikum ini, meliputi:

- Kemampuan merangkai alat dengan benar.

- Kemampuan menggunakan dan membaca skala alat ukur dengan benar.
- Melaksanakan praktikum dengan tertib.
- Kerja sama antar anggota dalam kelompok.

### ***Tahap Pelaporan***

Setelah mahasiswa melaksanakan praktikum, mahasiswa mendapatkan data pengukuran. Data-data tersebut diolah dan dianalisis untuk selanjutnya dibuat laporan praktikumnya dalam format seperti contoh laporan yang terlampir pada buku panduan ini. Hasil laporan praktikum tersebut akan dievaluasi oleh pembimbing dengan memberi skor tertentu sesuai acuan yang telah ditetapkan.

Aspek-aspek penilaian laporan, meliputi:

- Kemampuan merumuskan tujuan.
- Kemampuan menulis dasar teori ringkas yang mendukung percobaan.
- Kemampuan merumuskan langkah-langkah percobaan.
- Kemampuan menganalisis data beserta perhitungan ralatnya dengan benar.
- Kemampuan mendiskusikan hasil analisis data.
- Kemampuan merumuskan kesimpulan.

## **4. Penilaian Praktikum Fisika Dasar**

Penilaian praktikum Fisika Dasar, dilakukan dalam tiga tahap yaitu tahap pralaboratorium, tahap pelaksanaan, dan tahap pelaporan. Penilaian tahap pralaboratorium dilakukan secara kelompok. Dari penilaian ini akan diputuskan suatu kelompok diizinkan atau belum diizinkan melakukan praktikum. Kelompok yang belum diizinkan praktikum harus meningkatkan persiapannya, sehingga diperoleh izin praktikum.

Penilaian tahap pelaksanaan dan tahap pelaporan



dilakukan secara individu dengan skor dari 0-100 untuk masing-masing aspek penilaian. Konversi skor tersebut sebagai berikut

0-49	: E : Sangat Kurang
50-59	: D : Kurang
60 -69	: C : Cukup
70-84	: B : Baik
85-100	: A : Sangat baik

## KETIDAKPASTIAN DALAM PENGUKURAN

### I. Apa Yang Dimaksud Dengan Ketidakpastian (*Uncertainty*) Pengukuran Dalam Suatu Eksperimen Dan Kesalahan (*Error*)

Semua pengukuran besaran fisika sudah tentu mengandung ketidakpastian. Seberapa tepat, seberapa akurat dan seberapa jauh hasil suatu pengukuran eksperimen akan dapat dipercaya, maka hal itu sangat ditentukan oleh seberapa akurat kita dapat menaksir atau memperkirakan harga ketidakpastian pengukuran tersebut. Misal, harga sebuah tahanan (*resistor*) yang diukur dengan menggunakan alat multimeter digital yang akurat adalah sebesar  $20.03 \pm 0.01$  Ohm. Angka tersebut mempunyai arti bahwa hasil pengukuran harga tahanan yang benar diharapkan terletak diantara 20.02 Ohm hingga 20.04 Ohm. Rentang angka dimana harga yang diharapkan tersebut terletak disebut sebagai ketidakpastian (*uncertainty*) suatu pengukuran. Angka tersebut sekaligus juga menyatakan keakuratan atau ketepatan (*accuracy*) data hasil pengukuran kita. Semakin sempit rentang angka, maka semakin tepat dan akuratlah data hasil pengukuran kita, demikian juga sebaliknya.

Kita juga sering mengatakan bahwa selisih antara harga yang benar (*the true value*) dari suatu besaran dengan harga terukurnya (*the measured value*) dianggap sebagai 'kesalahan' atau error dari pengukuran yang telah dilakukan. Sebenarnya, perbedaan tersebut lebih tepat bila disebut sebagai 'deviasi' atau simpangan (*deviation*) dari pengukuran, sedangkan kata 'error' dipergunakan untuk menyatakan maksud bila kita telah melakukan suatu kesalahan pada umumnya.

Dalam banyak pengukuran, harga yang benar dari

suatu besaran seringkali tidak diketahui atau bahkan mungkin tidak dapat diketahui. Sebagai contoh, untuk mengukur suatu besaran fisis tertentu yang sama, dua kelompok mahasiswa menggunakan alat dan metode eksperimen yang sama serta tingkat ketelitian kerja yang dapat dikatakan sama pula, namun ternyata mereka memperoleh hasil pengukuran yang agak berbeda satu dengan lainnya, *misal*  $(5.00 \pm 0.02)$  dan  $(5.02 \pm 0.02)$ . Masing-masing kelompok mengklaim bahwa 'error' yang telah mereka peroleh lebih kecil dibanding error milik kelompok lain. Untuk contoh kasus ini, yang sesungguhnya terjadi adalah kedua kelompok mahasiswa tersebut telah bekerja dengan benar, yaitu mengikuti langkah atau prosedur eksperimen secara benar, tingkat ketepatan dan ketelitian pengukuran yang dipergunakan juga sudah benar, sehingga hasil yang mereka peroleh juga benar, meski (secara tidak sengaja) mereka memperoleh harga yang sedikit berbeda satu sama lain dan itu tidak berarti bahwa kedua kelompok telah melakukan kesalahan atau error.

## **II. Mengapa Ketidakpastian/Ralat Hasil Pengukuran Dalam Eksperimen Dianggap Penting?**

Untuk menerangkannya, sekarang kita pergunakan lagi contoh hasil pengukuran terhadap harga tahanan tersebut di atas. Bila tahanan tersebut dipanaskan hingga mencapai suhu  $100^{\circ}\text{C}$ , ternyata harga tahanan terukur menjadi  $20.04 \Omega$ . Apa maksudnya ini? Apabila kedua harga tersebut di atas (sebelum dan sesudah dipanaskan, yaitu  $20.03 \Omega$  dan  $20.04 \Omega$  dipakai tanpa memperhitungkan faktor ketidakpastiannya, maka kita akan menyimpulkan bahwa telah terjadi peningkatan harga tahanan sebesar  $20.04 - 20.03 = 0.01 \Omega$ . Sebaliknya, dengan memperhitungkan faktor ketidakpastian yang sama untuk pengukuran harga tahanan pada suhu  $100^{\circ}\text{C}$  yaitu  $\pm 0.01 \Omega$ , maka dapat dikatakan bahwa harga yang sebenarnya

dari tahanan mungkin tidak berubah, atau bahkan harganya telah turun. Jadi telah terjadi perubahan harga tahanan yang terukur dari  $-0.01 \Omega$  hingga  $+0.03 \Omega$ .

Dari contoh tersebut di atas dan untuk kasus-kasus lain pada umumnya, terlihat jelas bahwa ketidakpastian suatu pengukuran ialah faktor yang sangat penting untuk diperhitungkan dalam kegiatan eksperimen, karena hal itu menunjukkan seberapa akurat dan tepat data hasil pengukuran kita terhadap harga yang sebenarnya.

Untuk keperluan lebih luas lagi, sebenarnya ada tiga alasan utama mengapa kita harus memperhitungkan faktor ketidakpastian (*uncertainty*) dan ketepatan (*accuracy*) setiap kali kita mengambil data dalam bereksperimen, yaitu:

1. Agar orang lain yang nantinya akan menggunakan data hasil pengukuran kita, dapat mengetahui secara persis seberapa tepat dan akurat data-data tersebut untuk keperluan mereka sendiri.
2. Agar hipotesa-hipotesa yang mendasarkan pada data-data hasil pengukuran kita tersebut akan dapat ditarik dan diuji kebenarannya secara tepat.
3. Selain itu, dalam sejarah perkembangan ilmu Pengetahuan Alam yang sudah terjadi selama ini, diperoleh fakta bahwa selalu terjadi perbedaan antara harga teoritis (*the expected value*) dari suatu besaran fisis dengan harga terukurnya (*the measured value*), meski sekecil apapun perbedaan itu. Dan perbedaan tersebut selalu terjadi, walaupun alat, metode dan prosedur eksperimen yang dipergunakan sudah makin canggih dan modern.

### III. Sumber-sumber Ketidakpastian

Ada tiga sumber utama ketidakpastian pengukuran suatu eksperimen, yaitu:

1. Ketidakpastian Sistematis (Systematic Uncertainty)

Ketidakpastian sistemik ini terjadi karena kesalahan (*faults*) yang disebabkan dalam menggunakan alat atau, dapat berupa kesalahan yang memang sebelumnya sudah ada pada alat itu sendiri. Oleh karenanya apabila ketidakpastian itu memang terletak pada alat, kapanpun alat tersebut dipergunakan, maka alat tersebut akan memproduksi ketidakpastian yang sama pula. Yang termasuk ketidakpastian sistematis diantaranya adalah:

a. *Ketidakpastian Alat (Instrument Errors)*

Ketidakpastian ini muncul akibat dari kalibrasi skala penunjukan angka pada alat tidak tepat, sehingga pembacaan, skala menjadi tidak sesuai dengan yang seharusnya. Misal, kuat arus listrik yang mengalir pada suatu rangkaian listrik tertutup seharusnya 2A, tapi harga itu selalu terukur pada Ampere meter sebagai 2.3A.

Untuk mengatasinya, maka: (1) kita kalibrasi skala alat itu sehingga penunjukkan angkanya menjadi benar, atau (2) kita ganti saja alat itu dengan alat lain yang lebih tinggi tingkat ketelitiannya.

b. *Kesalahan/ketidakpastian Nol (Zero Errors)*

Ketidakpastian pengukuran ini muncul karena angka penunjukan alat ukur tidak menunjuk ke angka NOL pada saat dipergunakan, atau hasil pengukuran alat sudah tidak nol sebelum dipakai. Cara menanggulangnya adalah pastikan bahwa skala alat ukur sudah menunjuk ke angka nol sebelum dipergunakan.

c. *Waktu Respon Yang Tidak Tepat*

Ketidakpastian pengukuran ini muncul akibat dari waktu pengambilan data (pengukuran) tidak bersamaan dengan saat munculnya data yang seharusnya diukur, sehingga data yang diperoleh bukanlah data yang

sebenarnya diinginkan. Yang seringkali terjadi pada kegiatan praktikum adalah pengukuran baru dilakukan setelah data yang seharusnya kita ambil telah lewat dan berlalu. Misal, kita ingin mengukur suhu air pada  $70^{\circ}\text{C}$ , dan pada kegiatan praktikum yang sedang dilakukan, kita bukan mengukur suhu air yang sedang dipanaskan tepat pada suhu  $70^{\circ}\text{C}$ , melainkan pada suhu lain di atasnya, dll.

d. *Kondisi Yang Tidak Sesuai (Improper Conditions)*

Ketidakpastian ini muncul akibat kondisi alat ukur yang dipergunakan tidak sesuai dengan kondisi pengukuran yang diinginkan. *Misal*, sebuah penggaris yang terbuat dari bahan logam tidak pas/sesuai bila dipakai untuk mengukur panjang suatu bahan pada suhu tinggi, karena penggaris tersebut akan memuai pada suhu tinggi tersebut.

2. *Ketidakpastian Random (Random Errors)*

Ketidakpastian ini biasanya terjadi pada pengukuran besaran yang dilakukan secara berulang, sehingga hasil-hasil yang diperoleh akan bervariasi dari harga rata-ratanya. Hasil-hasil pengukuran tersebut menjadi berbeda satu sama lain karena: (i) moment tiap pengukuran yang kita lakukan memang berbeda satu dengan lainnya, atau (ii) karena ketidakpastian yang ditimbulkan oleh alat ukur, (iii) atau dari sumber-sumber ketidakpastian lain yang berkaitan dengan kegiatan pengambilan pengukuran itu sendiri.

3. *Kesalahan Dari Pihak Manusia (Human Errors)*

Tidak terampilnya kita dalam mengoperasikan/membaca alat ukur menjadi sebab munculnya ketidakpastian ini. *Misal*, pembacaan yang paralaks, salah dalam perhitungan, dll.

#### IV. Cara Menentukan Ketidakpastian/Ralat Hasil Suatu Pengukuran.

Metode dasar berikut ini sesuai untuk diterapkan pada Praktikum di Tingkat Pertama Bersama (TPB), yaitu:

##### 1. Ketidakpastian Untuk Pengukuran Tunggal

Pada umumnya besar ketidakpastian pengukuran tunggal ditetapkan sama dengan satu kali skala terkecil alat ukur. *Misal*, mistar pengukur panjang mempunyai skala terkecil = 0.1 mm. Bila hasil pengukuran panjang suatu benda = 12.45 mm, maka panjang benda tersebut dituliskan:

$$(12.45 \pm 0.10) \text{ mm} = (1.245 \pm 0.010) 10 \text{ mm} \\ = (1.245 \pm 0.010) 10^2 \text{ m}$$

dimana:

$1.245 \times 10^{-2} \text{ m}$	= Hasil pengukuran tunggal
$0.010 \times 10^{-2} \text{ m}$	= Ketidakpastian mutlak
$(0.010 \times 10^{-2}) / (1.245 \times 10^2)$	= 0.008 = Ketidakpastian relatif
$0.008 \times 100\%$	= 0.08% = Ketidakpastian prosen
$100\% - 0.8\%$	= 99.2% = Taraf ketelitian

##### 2. Ketidakpastian Untuk Pengukuran Yang Berulang

Misal untuk mengukur panjang suatu benda dilakukan pengukuran sebanyak sepuluh kali dan hasilnya ditabelkan sebagai berikut:

No	X(mm)	d	d <sup>2</sup>
1	16.9	0.3	0.09
2	16.4	0.2	0.04
3	16.7	0.1	0.01
....	16.7	0.1	0.01
9	16.5	0.2	0.04
10	16.4	0.2	0.04
	166.0	1.2	0.22
Jumlah	$X_{\text{rata-rata}} = \sum X/n$ = 166/10 = 16.6	$d_{\text{rata-rata}} = \sum d/n$ = 1.2/10 = 0.12	

dimana

n = Jumlah pengukuran

X = Hasil pembacaan untuk tiap pengukuran

d = Deviasi atau penyimpangan, selisih antara tiap pengukuran dengan rata-rata dari seluruh pengukuran.

$d_{\text{rata-rata}}$  = Rata-rata hasil pengukuran

Hasil pengukuran tersebut di atas, ditulis sebagai:

$X = X_{\text{rata-rata}} \pm \Delta X$  dengan  $\Delta X$  = ketidak-pastian mutlak.

Ada beberapa cara untuk menuliskan hasil pengukuran tersebut di atas yaitu:

a.  $X_{\text{rata-rata}} = (X_{\text{maks}} + X_{\text{min}})/2 = (16.9 - 16.4)/2 = 16,65 \text{ mm}$

$\Delta X = (X_{\text{maks}} - X_{\text{min}})/2 = (16.9 - 16.4)/2 = 0.25$

Jadi,  $X = X_{\text{rata-rata}} \pm \Delta X$

$= (16.65 \pm 0.25) \text{ mm} = (1.67 \pm 0.03)10$

Ketidakpastian prosen =  $(0.25/16.65) \times 100\% = 1.5\%$

Taraf ketelitian = 98.5%

b.  $X_{\text{rata-rata}} = \sum X/n = 166/10 = 16.6 \text{ mm}$

$\Delta X = d_{\text{maks}} = 0,3 \text{ mm}$



$$\begin{aligned} \text{Jadi } X &= X_{\text{rata-rata}} \pm \Delta X \\ &= (16.6 \pm 0.3) \text{ mm} \\ &= (1.66 \pm 0.03) 10^{-2} \text{ m} \\ \text{Ketidakpastian prosen} &= 0.03 / 1.66 \times 100\% \\ &= 1.8\% \end{aligned}$$

$$\text{Taraf ketelitian} = 98.2\%$$

$$\begin{aligned} \text{c. } X_{\text{rata-rata}} &= \sum X / n \\ &= 166 / 10 \\ &= 16.6 \text{ mm} \\ \Delta X &= \text{SD (std dev)} \\ &= \tau_{n-1} \\ &= \sqrt{(\sum d^2) / (n - 1)} \\ &= \sqrt{(0.22) / (10 - 1)} = 0.16 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi, } X &= X_{\text{rata-rata}} \pm \Delta X \\ &= (16.60 \pm 0.16) \text{ mm} \\ &= (1.66 \pm 0.02) 10^{-2} \text{ m} \\ \text{Ketidakpastian prosen} &= 0.02 / 1.66 \times 100\% \\ &= 1.2\%, \end{aligned}$$

$$\text{Taraf ketelitian} = 98.8\%$$

$$\begin{aligned} \text{d. } X_{\text{rata-rata}} &= \sum X / n = 166 / 10 = 16.6 \text{ mm} \\ \Delta X &= \text{SE (std error)} = \left[ \frac{(\sum d)^2}{(n-1)n} \right] \\ &= [(0.22) / (10-1)10] = 0.05 \\ \text{Jadi, } X &= X_{\text{rata-rata}} \pm \Delta X = (16.60 \pm 0.05) \text{ mm} \\ &= (1.660 \pm 0.005) 10^{-2} \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ketidakpastian prosen} &= 0.005 / 1.0660 \times 100\% \\ &= 0.3\% \end{aligned}$$

$$\text{Taraf ketelitian} = 99.7\%$$

## V. Perhitungan Bilangan Yang Mengandung Ketidakpastian

### 1. Fungsi Penjumlahan dan Pengurangan

Jika  $X = (x \pm \Delta x)$  dan  $Y = (y \pm \Delta y)$ . Ingin dihitung nilai

dari fungsi  $R = X \pm Y$ . Maka diperoleh  $R = (r \pm \Delta r) = (x + \Delta x) \pm (y \pm \Delta y)$ , sehingga

didapat bahwa:

$$\Delta r = \Delta x + \Delta y$$

Perhatikan: baik untuk fungsi penjumlahan ataupun pengurangan, maka  $\Delta r$  selalu merupakan hasil penjumlahan antara  $\Delta x$  dan  $\Delta y$ , dan bukan merupakan hasil pengurangan antara keduanya. Kenapa demikian? hal ini disebabkan karena ketidakpastian suatu fungsi senantiasa lebih besar dari ketidakpastian masing-masing komponen dari fungsi itu sendiri, dan tidak mungkin bahwa ketidakpastian akan saling meniadakan satu sama lain.

*Contoh,* Jika  $A = B + C$  dan  $D = B - C$   
 dengan  $B = (10 \pm 0.2) \text{ m}$  dan  $C = (5.0 \pm 0.1)$   
 maka  $A = (15.0 \pm 0.3) \text{ m}$  dan  $D = (5.0 \pm 0.3) \text{ m}$

## 2. Fungsi Perkalian dan Pembagian

Untuk Fungsi Perkalian.

Seperti di atas, jika  $X = (x \pm \Delta x)$  dan  $Y = (y \pm \Delta y)$ . Ingin dihitung nilai dari fungsi  $R = XY$ . Maka diperoleh:

$$\begin{aligned} R &= (r \pm \Delta r) \\ &= (x \pm \Delta x)(y \pm \Delta y) = xy \pm y\Delta x \pm x\Delta y + \Delta x\Delta y \\ &= xy + y\Delta x + x\Delta y + \Delta x\Delta y \end{aligned}$$

Perhatikan sekali lagi bahwa ketidakpastian tidak mungkin saling meniadakan satu sama lain, sehingga kita bisa meniadakan tanda negatif pada persamaan di atas.

Selanjutnya, apabila perolehan di atas kita bagi dengan  $R$  dan kita abaikan hasil dari suku  $\Delta x\Delta y$ , maka didapat hasil sebagai berikut:

$$\Delta r/r = \Delta x/x + \Delta y/y$$

*Catatan:* Bila  $X = (x \pm \Delta x)$  dikalikan dengan suatu bilangan konstan, maka ketidakpastian hasil perkalian

tersebut adalah sama dengan ketidakpastian dari X, yaitu  $\Delta x$ , sebab konstanta tidak memiliki ketidakpastian sama sekali.

☑ *Untuk Fungsi Pembagian*

Ingin dihitung nilai dari  $R = X/Y$ , jika X, Y dan R masing-masing sama seperti di atas.

$$\begin{aligned} \text{Maka } R &= (r \pm \Delta r) \\ &= (x \pm \Delta x) / (y \pm \Delta y) \\ &= [(x \pm \Delta x)(y \pm \Delta y)] / [y^2 - (\Delta y)^2] \\ &= [(x \pm \Delta x)(y \pm \Delta y)] / y^2 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan prinsip yang sama seperti pada perkalian di atas, maka diperoleh,

$$\Delta r/r = \Delta x/x + \Delta y/y$$

3. *Fungsi Pangkat*

Jika  $R = x^n$  maka  $R = (x \pm \Delta x)^n = x^n (1 \pm \Delta x/x)^n$   
 $= x^n [1 \pm ((n \Delta x)/x)].$

Dengan menggunakan teorema binomial untuk harga  $\Delta x/x$  yang kecil (*tidak dibahas disini*), maka diperoleh bahwa :

$$\Delta r/r = n(\Delta x/x)$$

*Contoh:* Jika ingin dihitung nilai dari fungsi  $P = PR - D$ , dengan  $I = (200 \pm 2)$  mA,

$$R = (5.0 \pm 0.2) \text{ Q,}$$

$$D = (40 \pm 10) \text{ mW, maka } PR - (0.2)^2 \times 5 \text{ W} \\ = 0.200 \text{ W dan } P = 0.160 \text{ W.}$$

Tahap pertama, dihitung terlebih dahulu ketidakpastian relatif dari PR, yaitu

$$\begin{aligned} \Delta (PR)/(PR) &= \Delta (P)/P + \Delta R/R \\ &= 2 \Delta I/I + \Delta R/R \\ &= 2 (2/200) + (0.2/5) \end{aligned}$$

$$= 0.060$$

Selanjutnya, ketidakpastian mutlak dari  $\Delta(P_R)$  dapat ditentukan sebesar,

$$\begin{aligned}\Delta(P_R) &= 0.060 \times 0.200 \text{ W} \\ &= 0.012 \text{ W}.\end{aligned}$$

Akhirnya, ketidakpastian mutlak dari  $\Delta P$  dapat dicari, yaitu

$$\begin{aligned}\Delta P &= \Delta(P_R) + \Delta D \\ &= (0.012 + 0.010) \text{ W} \\ &= 0.022 \text{ W}.\end{aligned}$$

Dan jawaban dari pertanyaan yang dicari adalah,  $P = (0.16 \pm 0.02) \text{ W}$ .

## VI. Angka Penting

Untuk menuliskan hasil pengukuran dari suatu kegiatan praktikum, maka kita perlu memperhatikan tata cara penulisan angka penting. Tingkat ketelitian dari suatu pengukuran akan tercermin dari jumlah angka penting yang dituliskan pada laporan praktikum kita. Angka penting atau *significant figures* adalah angka hasil perhitungan yang diperoleh dari kegiatan pengukuran dalam praktikum. Jumlah angka penting menunjukkan seberapa akurat dan seberapa teliti hasil pengukuran kita terhadap suatu besaran tertentu.

### 1. Beberapa Ketentuan Tentang Penulisan Angka Penting

- a. Jika ada tanda titik yang menyatakan desimal (di Indonesia dinyatakan dengan koma), maka angka nol atau angka bukan nol yang terletak paling kanan merupakan angka penting paling kanan.
- b. Jika tidak ada tanda desimal, maka angka bukan nol yang terletak paling kanan merupakan angka penting paling kanan.
- c. Jika ada atau tidak ada tanda desimal, maka angka bukan

nol yang terletak paling kiri merupakan angka penting paling kanan.

- d. Angka-angka yang berada diantara angka penting paling kiri atau angka penting paling kanan merupakan angka penting.

Contoh:

Satu angka penting : 1; 1.0;  $100 \times 10^{-2}$ ;  $0.001 \times 10^{-3}$

Dua angka penting :  $0.10 \times 10^{-1}$ ;  $0.010 \times 10^2$ ;  
 $0.00010 \times 10^4$

Tiga angka penting : 1.00;  $0.100 \times 10^1$ ;  $0.010 \times 10^2$

Empat angka penting : 1234;  $1.234 \times 10^3$ ;  $0.1234 \times 10^4$ ;  
 123400

lima angka penting : 123.000;  $1.2300 \times 10^2$ ;  
 $0.12300 \times 10^3$

## 2. Angka Penting Dari Hasil Pengukuran

Angka penting yang diperoleh dari hasil pengukuran terdiri dari angka pasti dan angka taksiran. Angka taksiran disebut sebagai angka yang diragukan (*doubtfull figure*). Makin teliti suatu pengukuran, makin banyak jumlah angka penting yang dituliskan. *Misal*, untuk mengukur panjang benda dipergunakan penggaris yang mempunyai skala terkecil mm dari hasil pengukuran, didapat:

$X = 1.25 \text{ mm} = 1.25 \times 10^{-2} \text{ m} \Rightarrow 12 = \text{angka penting dan } 0.5 = \text{angka taksiran.}$

Hasil pengukuran tersebut dituliskan dengan tiga angka penting. Hasil pengukuran tersebut dituliskan,

$X = (12.5 \pm 1.0) \text{ mm} = (12.5 \pm 1.0) \times 10^3 \text{ m} = (12.5 \pm 0.10) \times 10^{-2} \text{ m.}$

Jika pada pengukuran tersebut dipergunakan mikrometer yang mempunyai skala terkecil 0.01 mm, maka hasil pengukuran akan menjadi;

$X = (12.514 \pm 0.010) \text{ m} - (12.514 \pm 0.010) 10^{-3} \text{ m}$

Hasil pengukuran ini ditulis dengan lima angka

penting, yang terdiri dari angka pasti (12.51) dan angka taksiran (4)

### 3. Aturan Pembulatan Angka-angka Penting

Apabila jumlah angka penting pada suatu bilangan akan dikurangi, maka beberapa angka penting harus dihilangkan. Jika angka pertama yang dibuang adalah:

- a. Kurang dari lima => tidak dibulatkan
- b. Lebih dari lima => dibulatkan ke atas
- c. Sama dengan lima => dibulatkan keatas jika angka sebelumnya ganjil.

*Contoh,* Untuk bilangan-bilangan: 1234; 1236; 1225; 1.232; 1.236; 1.2350; 1.2250; 0.9999 bila ditulis dalam tiga angka penting, maka akan menjadi: 1230; 1240 ; 1220; 1240; 1.23; 1.24; 1.22; 1.00

### 4. Perhitungan Angka Penting

#### a. Penjumlahan dan Pengurangan

Penjumlahan dan pengurangan dilakukan sampai batas kolom pertama yang mengandung angka taksiran. Angka yang digarisbawah menyatakan angka taksiran.

*Contoh,* 1254.298

$$\begin{array}{r} 12.0 \\ 1.234 \\ \hline 1267.4 \dots \end{array}$$

#### b. Perkalian dan Pembagian

Jumlah angka penting dari hasil perkalian atau pembagian antara dua atau lebih bilangan, adalah satu lebih banyak dari jumlah angka penting yang dimiliki oleh bilangan-bilangan yang dikalikan atau dibagikan tersebut.

$$1.155 \times 72.431 \times 125.025 = 14036.31295 = 1.404 \times 10^4$$

Pada perkalian tersebut, bilangan yang

mempunyai jumlah angka penting paling kecil adalah 1.55, yaitu 3 angka penting. Jadi, hasil akhir harus mempunyai jumlah angka penting  $3 + 1 = 4$  angka penting.

2.  $41.125 \times \pi = 41.125 \times 3.14$   
 $= 129.1325$   
 $= 129.1 = 1.291 \times 10^2$
3.  $3.3333/3 = 1.1111 = 1.1$
4.  $3.3333/3.0000 = 1.1111 = 1.11110$
5.  $(3 \times 10^8)/0.0001 = 30000 \times 10^8$   
 $= 3.0 \times 10^{12}$
6.  $(35.74 \pm 0.04)/(4.02 \pm 0.01) = 8.8905472 \pm 0.032066$   
 $= 8.890 \pm 0.032$

Perhatikan: Anda jangan pernah terkecoh oleh penunjukan angka hasil perhitungan yang berderet-deret begitu panjangnya di kalkulator banyak hasil eksperimen sains disajikan dalam bentuk grafik. Kelebihannya, satu atau lebih parameter dapat diperoleh dari kurva mulus atau garis lurus yang ditarik (diplot) dari titik-titik yang memenuhi, sehingga bobot titik-titik pada sisi garis menjadi seimbang.

### **Pembuatan Grafik**

- Tentukan skala grafik. Pilih skala sumbu yang mudah dibaca hingga grafik menempati sebagian besar halaman.
- Bila pasti hubungan berbentuk linier, cukup gunakan 5 atau 6 titik. Ingat bahwa banyak kasus yang asal mulanya juga dari sebuah titik pada grafik.
- Gunakan simbol yang berbeda untuk hasil-hasil yang berbeda (misal: O,  $\Delta$ , +, x, dll.). Sebuah dot ( $\bullet$ ) saja tidak cukup dimengerti.
- Beri label/keterangan kuantitas dan satuan pada sumbu grafik dengan jelas. Cantumkan judul grafik

sebagai identitas.

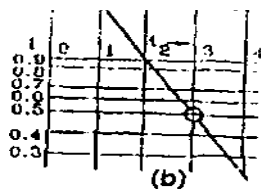
- Bila perlu, ketidakpastian masing-masing titik diplot ditandai dengan *error bar*

### Cara mendapatkan Bentuk Linier/Garis Lurus

Bentuk ini cocok bila hasil eksperimen dapat diplot hingga menghasilkan garis lurus yang mudah dianalisa. Hubungan dua kuantitas dapat ditulis sebagai berikut.

1. Jika variabel terikat  $y$ , bervariasi secara linier terhadap variabel bebas  $x$ , persamaan garis lurusnya adalah  $y = mx + c$ , dimana  $c$  adalah perpotongan garis terhadap sumbu  $y$  dan  $m$  adalah kemiringan garis (slope/gradien).
2. Jika grafik  $y$  memplot  $x$  berupa kurva yang merupakan bagian dari sebuah parabola, hiperbola, eksponensial, kubik, atau lainnya, grafik tersebut dapat dipandang sebagai garis lurus dengan cara berikut.
  - a) Misal bentuk hubungan  $xy=k$  (contohnya Hukum Boyle,  $PV=C$ ). Jika  $y$  memplot  $x$ , grafiknya akan berbentuk hiperbola, tetapi bila  $y$  memplot  $1/x$ , akan diperoleh garis lurus dengan kemiringan garis sebesar  $k$ . Bila hubungan diperkirakan berbentuk  $y=kx^2$  (parabolik), maka  $y$  harus memplot  $x^2$ .
  - b) Bila berbentuk peluruhan eksponensial seperti isotop radioaktif,  $A=A_0\exp(-0,693t/T)$  atau  $\ln A = \ln A_0 - 0,693 t/T$ . Dimana  $A$  dan  $A_0$  masing-masing adalah nomor disintegrasi nuklir per satuan waktu pada saat  $t$  dan  $t = 0$ , sedangkan  $T$  adalah waktu paruh. Terlihat bahwa grafik  $A$  terhadap  $t$  akan berbentuk kurva seperti gambar di bawah. Tetapi grafik  $\ln A$  terhadap  $t$  akan berupa garis lurus dengan kemiringan  $-0,693/T$  dan berpotongan dengan sumbu  $\ln A$  pada  $\ln A_0$ .





Gambar b. Grafik  $\ln A$  terhadap  $t$

## PENULISAN LAPORAN

Penyajian laporan merupakan keterampilan penting dalam menyampaikan informasi. Kemampuan menyajikan informasi dengan jelas, logis dan singkat adalah modal dalam segala bentuk aktivitas di masyarakat. Penulisan laporan tidaklah mudah. Walaupun laporan ditulis dengan format yang baku, namun memiliki bermacam-macam model dan pilihan. Laporan fisika memiliki fleksibilitas, meskipun harus mengikuti garis pedoman yang ada.

Hukuman atau sanksi keras bagi penjiplakan (menyalin pekerjaan orang lain tanpa mencantulkannya) akan diberlakukan. Beberapa kalimat penting diagram atau grafik yang disalin hendaknya menyertakan sumbernya. Anda boleh bekerja sama untuk menguji ketelitian hasil dan memperdalam pemahaman Anda. Namun sebaiknya Anda dalam menulis laporan tidak bergantung pada mahasiswa lain dan pahami benar apa yang Anda tulis.

### **Model:**

Sebagai laporan ilmiah, sebaiknya Anda menulis dalam bentuk :

- *Past tense* (tidak ada perintah seperti Rangkai satu meter)
- Orang ketiga (gunakan "saya" atau "kita" yang sering dipakai)
- Tanpa ucapan sehari-hari (seperti "sangat bagus")
- Tanpa penyingkatan (seperti "&", pengganti dari kata "dan", frek., pengganti kata "frekuensi").
- Semua diagram, daftar, grafik dan tabel sebaiknya juga diberi nomor, dan mempunyai judul pendek yang menyatakan informasi sesuai dengan apa yang diacu (dibahas).

## **SISTEMATIKA LAPORAN:**

### **1. Judul**

Berisi kata kunci yang jelas menggambarkan subjek laporan. Jangan menulis halaman judul terpisah dari laporan.

### **2. Tujuan**

Berisikan tujuan yang ingin dicapai dalam melakukan praktikum. contoh menentukan kalor jenis bahan padat, menentukan besarnya kecepatan gravitasi, dan lai sebagainya.

### **3. Dasar Teori**

Berisikan pengulangan teori yang diperlukan dan persamaan-persamaan akhir/kunci yang digunakan. Tidak perlu menurunkan persamaan, tetapi tunjukkan sumber yang mendukung teori.

### **4. Metodologi**

Terdiri dari:

#### **a. Alat dan Bahan**

Merupakan uraian alat-alat dan bahan yang akan digunakan selama melakukan praktikum.

#### **b. Cara kerja**

Berisi tentang langkah-langkah yang dilakukan dalam pelaksanaan praktikum.

### **5. Hasil dan Analisis**

Hasil yang anda peroleh pada praktikum dibuat dalam bentuk tabel dan analisis/perhitungan atau grafik sesuai dengan petunjuk asisten.

### **6. Pembahasan**

Merupakan pembahasan mengenai hasil yang didapat dari percobaan yang dibandingkan dengan hasil dari teori dan hasil percobaan yang telah dilakukan.

### **7. Kesimpulan**

Berupa uraian baru yang jelas dari hasil-hasil utama, merupakan inti ringkasan yang dicapai dalam diskusi.

Secara normal, cukup satu paragraf meliputi data numerik pokok yang memenuhi, dengan ketidakpastian eksperimental dan membandingkannya dengan nilai teoritis.

8. Daftar Pustaka

Cantumkan acuan untuk sumber informasi yang Anda gunakan. Tidak perlu mereferensikan bahan yang biasa dipakai mahasiswa setingkat Anda. Bila disertakan dalam naskah, tulis nama pengarang dan tahun. Kemudian cantumkan artikel atau buku referensi tersebut dalam daftar acuan menurut alfabet. Untuk tahun pertama, satu buku acuan diperbolehkan. Jangan mencantumkan banyak buku bila Anda tidak benar-benar menggunakannya sebagai sumber utama informasi.

## PERCOBAAN – (FP1)

### MASSA JENIS ZAT PADAT BENTUK TERATUR

#### I. TUJUAN PERCOBAAN

- Terampil menggunakan jangka sorong dan mikrometer sekrup.
- Menentukan massa jenis zat padat berbentuk balok silinder pejal dengan bola pejal.
- Membandingkan hasil pengukuran massa jenis zat padat dan dua metode yang berbeda.

#### II. DASAR TEORI

Massa jenis (rapat massa) suatu zat adalah massa tiap satuan volume atau dapat dirumuskan :

$$\rho = m/V \quad (1)$$

Dengan  $\rho$  = massa jenis ( $\text{kg/m}^3$ )  $m$  = massa zat (kg) dan  $V$  = volume zat ( $\text{m}^3$ ). Jika massa dan volume zat diketahui maka massa jenis zat itu dapat ditentukan.

Massa zat dapat diketahui dengan cara menimbang zat itu dengan timbangan atau neraca teknis sehingga besaran massa dapat diukur langsung dengan alat ukurnya. Untuk mengukur langsung volume zat padat dapat dilakukan dengan memasukkan zat padat itu ke dalam gelas ukur yang berisi zat cair. Apabila zat itu ditenggelamkan seluruhnya maka perubahan penunjukan volume itu merupakan volume dari zat padat tersebut.

Tetapi untuk mengukur volume zat padat besarnya tidak selalu dapat diukur langsung seperti itu karena terdapat zat padat yang massa jenisnya lebih kecil dari zat cair sehingga kalau zat padat tersebut dimasukkan kedalam zat cair akan mengapung atau melayang (tidak tenggelam seluruhnya). Untuk mengukur volume zat padat yang teratur

bentuknya (kontinu) dapat pula dilakukan secara tidak langsung dengan mengukur perubahan (variabel) yang membangunnnya. Volume balok dapat juga dilakukan dengan cara mengukur panjang lebar dan tinggi dari balok itu sehingga :

$$V_{\text{balok}} = p \times l \times t \quad (2)$$

dengan  $p$  = panjang balok  $l$  = lebar balok dan  $t$  = tinggi balok. Sedangkan volume silinder pejal dapat juga dilakukan dengan mengukur diameter dan panjang silinder itu sehingga :

$$\begin{aligned} V_{\text{silinder}} &= \pi (d/2)^2 \cdot t \\ &= \frac{1}{4} \pi d^2 \cdot t \end{aligned} \quad (3)$$

Dengan  $d$  = diameter silinder,  $t$  = tinggi silinder. Untuk volume bola pejal dapat juga dilakukan dengan mengukur diameter bola itu sehingga:

$$V_{\text{bola}} = (4/3) \pi (d/2)^3 \quad (4)$$

### III. METODE PERCOBAAN

#### A. Alat dan bahan :

- |                                      |          |
|--------------------------------------|----------|
| 1. Jangka sorong                     | 1 buah   |
| 2. Mikrometer sekerup                | 1 buah   |
| 3. Balok kecil (pejal)               | 3 buah   |
| 4. Silinder pejal                    | 2 buah   |
| 5. Bola pejal/kelereng               | 3 buah   |
| 6. Gelas ukur                        | 1 buah   |
| 7. Tabung Ukur 5 ml, 50ml dan 100 ml | @ 1 buah |
| 7. Pipet                             | 1 buah   |
| 8. Neraca                            | 1 buah   |
| 9. Air dan benang secukupnya.        |          |

**B. Langkah Percobaan:**

1. Menimbang zat padat (balok pejal, silinder pejal dan bola pejal) dengan neraca teknis (timbangan).
2. Mengukur volume zat padat tersebut dengan cara memasukannya ke dalam gelas ukur yang telah berisi air sehingga tenggelam seluruhnya. Perubahan penunjukan volume pada gelas ukur adalah volume zat padat tersebut. Catatan: dalam memasukkan zat padat ke dalam gelas ukur digunakan benang agar zat padat tidak sampai memecahkan gelas ukurnya.
3. Menentukan volume zat padat tersebut dengan cara mengukur peubah (variabel) masing-masing yang membangunnya dengan menggunakan jangka sorong atau mikrometer sekrup. Menghitung massa jenis dengan data-data baik yang diperoleh dengan menggunakan gelas ukur maupun jangka sorong/mikrometer sekerup kemudian hasil tersebut dibandingkan.

**C. Data dan Analisis:**

- a. Pengukuran dengan jangka sorong atau micrometer sekrup

Balok	$p$	$l$	$t$	$V = p l t$
Silinder	$d$	$t$	$V = \frac{1}{4} \pi d^2 t$	
Bola	$d$	$r$	$V = \frac{4}{3} \pi r^3$	

## b. Pengukuran dengan gelas ukur

Benda	m	$V_1$	$V_2$	$\Delta V = V_2 - V_1$
Balok				
Silinder				
Bola				

Ketidakpastian pengukuran berulang menggunakan simpangan baku. Ketidakpastian akhir pengukuran dihitung dengan rambatan ralat, sedangkan perbandingan hasil pengukuran menggunakan uji kecocokan.

**IV. PERTANYAAN**

1. Bagaimana cara anda untuk mengetahui bahwa zat padat tersebut massa jenisnya lebih besar atau lebih kecil dari massa jenisnya air padahal anda tidak mengetahui bahan zat padat itu?
2. Jika anda mendapati bahwa zat padat tersebut massa jenisnya ternyata lebih kecil dari massa jenisnya air sedangkan bentuk zat padat tersebut tidak kontinu bagaimana langkah anda dalam menentukan massa jenis zat padat tersebut?
3. Dapatkah metode pengukuran massa jenis di atas digunakan untuk mengukur massa jenis zat cair? berikan penjelasan.



## PERCOBAAN – (FP2)

### PENGUKURAN VISKOSITAS DENGAN HUKUM STOKES

#### I. TUJUAN PERCOBAAN

- Mengukur kekentalan (viskositas) zat cair dengan hukum Stokes

#### II. DASAR TEORI

Jika diamati disekitar kita, air akan mudah diaduk dan cepat kalau dituangkan. Tetapi minyak pelumas lebih sukar diaduk dan lebih lama kalau dituangkan. Dapat dikatakan bahwa minyak pelumas lebih kental dari air.

Mengaduk dan menuang adalah proses menggerakkan partikel-partikel dan lapisan-lapisan cairan terhadap sesamanya. Dalam suatu lapisan zat cair (alir) bergerak dengan kecepatan yang tidak sama, sehingga saling bergesekan.

Menurut Stokes, aliran fluida (zat alir) yang terhalang oleh permukaan sferis yang bergerak di dalam fluida yang diam akan mendapatkan gaya gesekan yang besarnya dapat dirumuskan sebagai berikut:

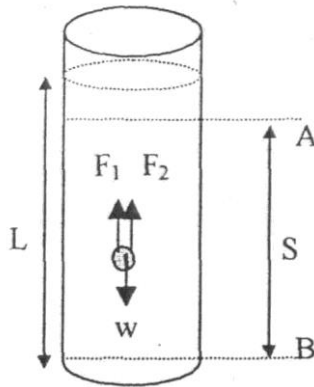
$$F = 6 \cdot \pi \cdot \eta \cdot r \cdot v$$

dengan  $v$  = Kecepatan aliran atau kecepatan bola

$\eta$  = Kekentalan (viskositas)

$r$  = Jari-jari permukaan bola

Ditinjau sebuah bola yang dijatuhkan ke dalam cairan dan bola tersebut bergerak ke bawah dengan kecepatan  $v$  seperti gambar 1.



Gambar 1. Bola dijatuhkan kedalam cairan

Gaya-gaya yang bekerja pada bola adalah :

$$W = \text{gaya berat bola} = mg = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho_{(bola)} g$$

$$F_1 = \text{gaya apung} = \text{gaya tekan ke atas} = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho_{(cairan)} g$$

$$F_2 = \text{gaya gesekan Stokes} = 6 \cdot \pi \cdot \eta \cdot r \cdot v$$

Gaya Stokes sebanding dengan kecepatan. Oleh karena itu, makin cepat bola bergerak, gaya stokes semakin besar. Bola yang bergerak mula-mula turun akan dipercepat. Karena gesekan bola dengan zat cair, tak lama kemudian bola akan mengalami kesetimbangan gaya dengan ditandai bola bergerak turun dengan kecepatan konstan. Dalam keadaan setimbang tersebut berlaku hubungan :

$$W = F_1 + F_2$$

$$\frac{4}{3} \pi r^3 \rho_{(bola)} g = \left( \frac{4}{3} \pi r^3 \rho_{(cairan)} g \right) + 6 \pi \eta v r$$

$$\eta = \frac{2r^2 (\rho_{bola} - \rho_{cairan}) gt}{9s}$$

dengan :  $\eta$  = Viskositas

$\rho$  = Berat jenis

$g$  = Percepatan gravitasi

$s$  = Jarak dua titik

- $t$  = Waktu tempuh bola  
 $r$  = Jari-jari bola

### III. METODE PERCOBAAN

#### A. Alat dan Bahan :

- |  |         |
|--|---------|
| 1. Tabung untuk percobaan                  | 1 buah  |
| 2. Bola logam/gelas yang berbeda ukuran    | 2 buah  |
| 3. Zat cair yang akan diukur viskositasnya | 5 liter |
| 4. Neraca                                  | 1 buah  |
| 5. Stopwatch/Timer                         | 1 buah  |
| 6. Hidrometer                              | 1 buah  |
| 7. Termometer                              | 1 buah  |
| 8. Jangka sorong                           | 1 buah  |
| 9. Mikrometer                              | 1 buah  |
| 10. Mistar                                 | 1 buah  |

#### B. Langkah Percobaan:

- Mengukur:
  - Massa bola ( $m$ ) dengan neraca teknis
  - Massa jenis zat cair ( $\rho$  cairan) dengan hidrometer
  - Jari-jari bola ( $r$ ) dengan mikrometer
  - Jari-jari dalam tabung ( $R$ ) dengan jangka sorong
  - Suhu zat cair ( $T$ )
  - Panjang zat cair dalam tabung ( $L$ )
- Menetapkan A sekitar 2 cm di bawah permukaan zat cair.
- Menandai dan mengukur jarak AB sebagai ( $s$ )
- Melepaskan bola pada permukaan zat cair, dan mencatat waktunya ( $t$ ) untuk gerak bola sepanjang AB dengan  $v = s/t$ . Melakukan pengukuran  $v$  lima kali dengan jarak  $s$  tertentu (diusahakan jarak  $s$  tetap).
- Melakukan percobaan ini dengan dua atau tiga bola yang berbeda ukurannya.

### C. Data Analisis

No	$t$	Bola	$m$	$d$	$\rho_{\text{cairan}}$	L	$S_{\text{jarak}}$
1							
2							
3							
4							
5							
6							
1							
2							
3							
4							
5							
6							
1							
2							
3							
4							
5							
6							

### IV. PERTANYAAN

Tentukan syarat agar benda yang berbentuk bola yang sedang jatuh bebas di udara dapat mencapai keadaan setimbang sehingga bola tersebut bergerak lurus beraturan.

## PERCOBAAN – FP3

### PANAS JENIS ZAT PADAT

#### I. TUJUAN PERCOBAAN

- Menentukan panas jenis zat padat

#### II. DASAR TEORI

Panas jenis suatu zat adalah bilangan yang menunjukkan beberapa kalori yang diperlukan untuk memanaskan satu satuan massa dari zat dengan kenaikan suhu sebesar  $1^{\circ}\text{C}$ . Untuk memanaskan  $m$  gram massa dengan kenaikan suhu sebesar  $\Delta t$  diperlukan kalor sebesar:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t \quad (1)$$

Dengan  $c$  = panas jenis

Panas jenis suatu zat ternyata tidak bergantung pada suhu. Panas jenis biasanya disebutkan rentang suhu tertentu. Panas jenis dalam hal ini adalah panas rata-rata untuk rentang suhu tertentu. Panas jenis dapat ditentukan dengan kalorimeter. Jika tidak ada pertukaran antara kalorimeter dengan sekelilingnya maka berlaku:

$$m_b \cdot c_b \cdot (t_b - t_c) = m_a \cdot c_a \cdot (t_c - t_a) \quad (2)$$

Dengan :

$m_b$  = masa benda padat                       $c_b$  = panas jenis benda padat

$m_a$  = masa air                                       $c_a$  = panas jenis air (=1)

$t_a$  = suhu awal air                               $t_c$  = suhu air campuran

$t_b$  = suhu bahan

Pertukaran kalor dengan sekelilingnya dapat dikurangi dengan kalorimeter yang sempurna pembuatannya dan percobaan yang dilakukan dengan suhu awal yang lebih rendah dari suhu ruang dan suhu akhir yang lebih tinggi dari suhu kamar dengan selisih antara suhu awal dengan suhu kamar sama dengan selisih antara suhu akhir dengan suhu kamar.

Dalam persamaan di atas tidak ada suhu yang menyatakan kalor yang diperlukan untuk penguapan air berarti dalam percobaan ini penguapan air harus diabaikan.

### **III. METODE PERCOBAAN**

#### **A. Alat dan bahan**

1. Kalorimeter 1 Buah
2. Termometer 2 Buah
3. Bajana Pemanas 1 Buah
4. Benda padat (aluminium, besi, kuningan, kayu) 4 Buah
5. Air murni

#### **B. Langkah Percobaan**

1. Menimbang kalorimeter kosong dan benda padat (massa benda padat =  $m_b$ ).
2. Mengisi kalorimeter dengan air murni hingga benda padat dapat terbenam kemudian ditimbang ( $m_a$ ).
3. Mengisi bejana pemanas dengan air kemudian dipanaskan.
4. Memasukkan benda padat kedalam bejana pemanas yang berisi air panas.
5. Mencatat suhu air pada bejana pemanas untuk mengetahui suhu benda setelah dipanaskan ( $t_b$ ).
6. Mengukur suhu awal ( $t_a$ ) pada kalorimeter yang berisi air murni dengan termometer.
7. Memasukkan benda atau bahan yang sudah dipanaskan ke dalam kalorimeter yang berisi air.
8. Mengguncang-guncang kalorimeter untuk mendapatkan suhu akhir campuran.
9. Mengukur dan mencatat suhu campuran dengan termometer ( $t_c$ ).
10. Mengulangi beberapa kali (minimal 3 kali) dengan bahan yang berbeda.

**C. Data dan Analisis:**

Jenis Bahan	$m_b$	$m_a$	$t_a$	$t_b$	$t_c$	$c_b$
Besi						
Kuningan						
Aluminium						
Kayu						

**IV. PERTANYAAN**

1. Jelaskan perbedaan antara panas jenis dan nilai air kalorimeter?
2. Jelaskan asas yang dipakai dalam percobaan yang menggunakan kalorimeter?

## PERCOBAAN - FP4

### PEMUAIAN PANJANG

#### I. TUJUAN PERCOBAAN

Setelah melakukan praktikum ini mahasiswa diharapkan mampu

1. Menjelaskan pengaruh perubahan temperatur terhadap bahan terutama logam
2. Mengukur besarnya koefisien pemuaian panjang material

#### II. DASAR TEORI

Semua material tersusun dari atom – atom. Kenaikan temperatur pada sebagian besar material akan mengakibatkan penambahan jarak rata-rata antar atom sehingga material tersebut memuai. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa perubahan panjang  $\Delta L$  berbanding lurus dengan perubahan temperatur  $\Delta T$  dan sebanding dengan panjang awal  $L_0$ ,

$$\Delta L \sim L_0 \Delta T$$

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T$$


dimana  $\alpha$  adalah konstanta perbandingan disebut koefisien muai linier.

#### III. METODE PERCOBAAN

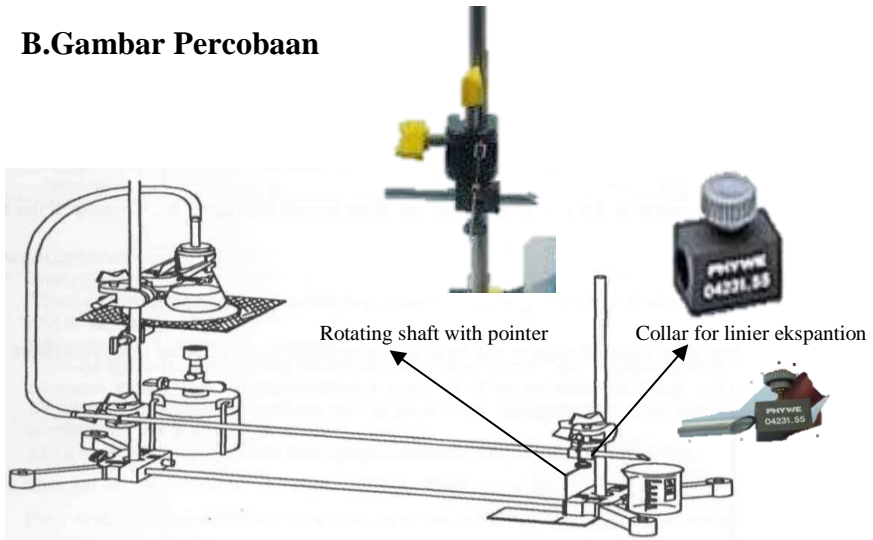
##### A. Alat dan Bahan

- |                                 |        |
|---------------------------------|--------|
| 1. Support Bass                 | 2 buah |
| 2. Batang Besi 25 cm            | 1 buah |
| 3. Batang Besi 60 cm            | 2 buah |
| 4. Penjepi ganda                | 3 buah |
| 5. Collar for linier ekspansion | 1 buah |



6. Metal tubes (*baja, kuningan dan aluminium*) @1 buah
7. Rotating shaft with pointer → 1 buah 
8. Beaker glass 1 buah
9. Thermometer 1 buah
10. Serbet 1 buah
11. Penggaris 1 buah

## B. Gambar Percobaan



Gambar 1. Rangkaian Percobaan

## C. Langkah Percobaan

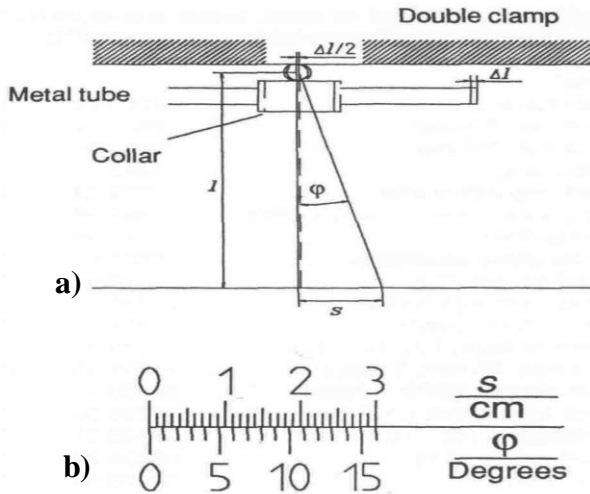
1. Merangkai alat seperti pada gambar di atas
2. Menempatkan collar pada pipa
3. Menjepit pipa dengan double clamp
4. Mengatur posisi pipa pada kemiringan tertentu sehingga uap air bisa keluar dari pipa
5. Memasang doble clam sehingga bersentuhan dengan collar
6. Memasang rotating shaft with pointer antara double clamp dan collar (diapit oleh collar dan clamp)

7. Mengatur posisi Rotating shaft with pointer tegak lurus sehingga ujung permukaan dekat penggaris (1 mm).
8. Mengatur posisi ujung pointer dengan penggaris pada posisi 0
9. Meletakkan beaker glass di ujung pipa logam
10. Mengisi  $\frac{1}{4}$  pemanas dengan air
11. Menyambung selang dari pemanas ke pipa logam
12. Mengukur panjang pointer dari sumbu ke ujungnya, jarak ini harus 10.5 cm (gambar 2a). Jika tidak maka atur kembali.
13. Mengukur dan catatlah temperatur ruangan  $T_0$  pada tabel.
14. Memanaskan air pada pemanas (*Menunggu hingga uap air mengalir dan keluar dari pipa*)
15. Mengamati pergerakan pointer hingga berhenti bergerak.
16. Menandai posisi ujung pointer yang baru berhenti pada penggaris
17. Matikan pemanas dan tunggu hingga pipa dingin, kemudian ulangi langkah di atas dengan jenis pipa yang lain (*ambil pipa yang panas dengan kain*).

#### D. Data Analisis

Material	s/cm	$\phi$ /grad	$\Delta l$ /cm
Aluminium			
Kuningan			
Baja			

Material	$\alpha$
Aluminium	
Kuningan	
Baja	



Gambar 2. Rangkaian percobaan pemuaian

### E. Analisis Percobaan

1. Menentukan sudut  $\phi$  (*derajat*) untuk setiap defleksi pointer  $s$  (cm) dengan bantuan skala pada gambar 2b dan catatlah pada tabel.
2. Ketika pipa logam bertambah panjang dengan panjang  $\Delta l$ , rotating pointer bergerak dengan jarak  $\Delta l/2$ . Pembentukan sudut adalah sebagai jarak  $\Delta l/2$   

$$\Delta l/2 = 2 \cdot \pi \cdot \phi/360^\circ$$
 Hitunglah pemuaian linier  $\Delta l$  untuk jenis logam yang berbeda dan catatlah pada tabel.
3. Pemuaian linier pipa ditandai dengan koefisien muai  $\alpha$ . Seperti ditunjukkan oleh persamaan:  

$$\Delta l = \alpha l_0 \Delta T$$
 Hitunglah koefisien muai  $\alpha$  dan catat pada table.

## PERCOBAAN – ME1

### HUKUM II NEWTON

#### I. Tujuan

1. Memverikasi hukum II Newton
2. Memahami Hukum II Newton

#### II. Teori

Hukum II newton menyatakan bahwa bila sebuah benda yang mempunyai massa  $m$  diberi gaya luar sebesar  $F$  maka akan terjadi percepatan sebesar  $a$  sesuai dengan hubungan:

$$\Sigma F = m \cdot a \quad (3.1)$$

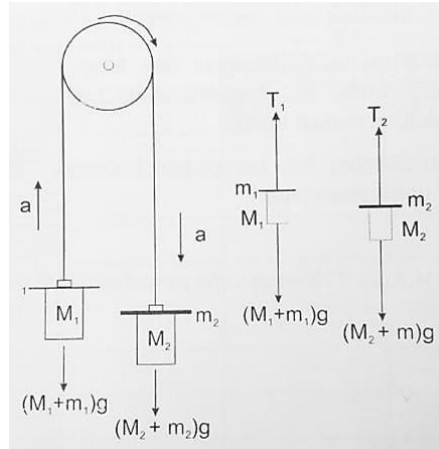
Pesawat atwood dapat digunakan untuk memverikasi hukum II newton. Gaya luar diperoleh dari tambahan massa (beban bercelah) pada  $M_2$  sebesar  $m_2$  dan beban  $m_1$  pada  $M_1$  dengan massa  $m_2$  lebih besar dari pada  $m_1$ , kemudian waktu tempuh beban silinder  $M_2$  saat melewati gerbang cahaya akan diukur dengan fungsi timing I. Pada percobaan ini massa dan momen inersia katrol diabaikan karena massa katrol dianggap jauh lebih kecil dibandingkan dengan massa beban silinder.

Dengan mengabaikan massa tali dan momen inersia katrol, maka resultan gaya ( $\Sigma F$ ) pada beban silinder  $M_1$ :

$$T - (M_1 + m_1)g = (M_1 + m_1)a \quad (3.2)$$

Sedangkan pada bahan silinder  $M_2$ :

$$(M_2 + m_2)g - T = (M_2 + m_2)a \quad (3.3)$$



Gambar 1. Gaya yang bekerja pada  $M_1$  dan  $M_2$

$T$  adalah tegangan tali dan  $g$  adalah percepatan gravitasi. Jika persamaan (3.1) dan (3.3) dijumlahkan untuk mengeliminasi tegangan tali, maka akan diperoleh:

$$(M_2 + m_2) - (M_1 + m_1)g = (M_1 + M_1 + M_2 + m_2)a$$

Atau

$$a = \frac{(M_2 + m_2) - (M_1 + m_1)g}{(M_1 + m_1 + M_2 + m_2)} \quad (3.4)$$

Untuk memverifikasi Hukum II Newton akan dilakukan 2 tahap percobaan. Yang pertama adalah mengubah selisih massa  $M_1$  dan  $M_2$  dengan massa total tetap. Perubahan selisih massa bertujuan untuk menunjukkan hubungan antara percepatan dengan fungsi gaya. Sedangkan yang kedua adalah mengubah total massa  $M_1$  dan  $M_2$  dengan selisih massa tetap. Perubahan massa total bertujuan untuk menunjukkan hubungan antara percepatan dengan fungsi massa. Beban bercelah digunakan untuk memverifikasi massa  $M_1$  dan  $M_2$ .

### III. METODE PERCOBAAN

#### A. Alat dan Bahan

- |                                 |       |
|---------------------------------|-------|
| 1. Pilar paralel berskala       | 1 set |
| 2. Katrol                       | 1 pcs |
| 3. Landasan                     | 1 pcs |
| 4. Pelepas beban                | 1 pcs |
| 5. Pemegang beban tanpa lubang  | 1 pcs |
| 6. Pemegang beban dengan lubang | 1 pcs |
| 7. Timer counter                | 1 pcs |
| 8. Sensor cahaya                | 2 pcs |
| 9. Beban silinder dengan tali   | 1 pcs |
| 10. Beban bercelah              | 5 pcs |

#### B. Persiapan Percobaan

1. Timbang massa  $M_1$  dan  $M_2$  kemudian catat pada tabel 3.1
2. Gantungkan beban silinder pada ujung-ujung tali kemudian lewatkan tali pada katrol
3. Pastikan bahwa tali terletak pada bagian tengah pengarah beban. Jika tali tidak berada di tengah maka sesuaikan dengan pengatur kerataan pesawat etwood menggunakan skrup pengatur ketegaklurusan pada bagian alas
4. Putar skrup sehingga tali beban berada tepat di tengah masing-masing pengarah beban
5. Pasang pemegang beban pada sisi bagian kiri bawah tiang.
6. Pada tiang kanan atur posisi gerbang cahaya 1 pada skala 40 cm, gerbang cahaya 2 pada skala 80 cm, penghenti beban tanpa lubang di bagian bawah tiang (sejajar dengan pemegang beban). Catat jarak antara gerbang cahaya 1 dan 2 sebagai nilai  $h$
7. Tahan beban  $M_1$  (sebelah kiri) pada pemegang beban.

### C. Langkah Percobaan

➤ **M1 dan M2: Selisih massa berubah, massa total tetap**

1. Hubungkan gerbang cahaya 1 dan 2 dengan panel bagian belakang pewaktu pencacah AT-01
2. Nyalakan pewaktu pencacah dan atur fungsi TIMING I
3. Tambahkan 5 beban tambahan bercelah pada  $M_2$  (masing-masing beban bermassa 5 gram). Catat massa tambahan sebagai  $m_2$  pada tabel 3.1
4. Ukur panjang  $M_2$  setelah ditambah beban. Catat nilai pada kolom  $s$  di tabel 3.1
5. Lepaskan  $M_1$  dengan menekan pegas sehingga  $M_1$  akan bergerak ke atas, sedangkan  $M_2$  bergerak ke bawah dan berhenti saat menyentuh penghenti beban tanpa lubang.
6. Dengan fungsi TIMING I akan diperoleh 2 data waktu:  $E_1$  dan  $E_2$  tekan CH. OVER untuk melihat nilai  $E_1$  dan  $E_2$  secara bergantian. Catat nilai waktu yang ditampilkan di layar pewaktu pencacah pada kolom  $t_1$  dan  $t_2$  di tabel 3.1
7. Kembalikan posisi  $M_1$  dan  $M_2$  seperti semula, yaitu pada pemegang beban, kemudian tekan tombol FUNCTION untuk mengembalikan nilai waktu ke angka 0 (reset to zero)
8. Pindahkan beban tambahan dari  $M_2$  ke  $M_1$  sehingga selisih massa antara  $M_1$  dan  $M_2$  menjadi 15 gram dengan massa total tetap. Catat beban tambahan  $m_1$  pada kolom  $m_1$  di tabel 3.1
9. Ulangi langkah 4-7.
10. Pindahkan 1 beban tambahan dari  $M_2$  ke  $M_1$  sehingga selisih antara  $M_1$  dan  $M_2$  menjadi 5 gram, kemudian dari  $M_2$  ke  $M_1$  sehingga selisih massa menjadi 5 gram, kemudian lakukan kembali langkah 4-7.

- **M<sub>1</sub> dan M<sub>2</sub>: Selisih massa tetap, massa total berubah**
1. Hubungkan gerbang cahaya 1 dan 2 dengan panel bagian belakang pewaktu pencacah AT-01
  2. Nyalakan pewaktu pencacah dan atur fungsi TIMING I
  3. Tambahkan 1 beban tambahan bercelah pada M<sub>2</sub>. Catat massa tambahan sebagai m<sub>2</sub> pada tabel 3.1
  4. Ukur panjang M<sub>2</sub> setelah ditambah beban. Catat nilai pada kolom s di tabel 3.1
  5. Lepaskan M<sub>1</sub> dengan menekan pegas sehingga M<sub>1</sub> akan bergerak ke atas, sedangkan M<sub>2</sub> bergerak ke bawah dan berhenti saat menyentuh penghenti beban tanpa lubang.
  6. Dengan fungsi TIMING I akan diperoleh 2 data waktu: E<sub>1</sub> dan E<sub>2</sub> tekan CH. OVER untuk melihat nilai E<sub>1</sub> dan E<sub>2</sub> secara bergantian. Catat nilai waktu yang ditampilkan di layar pewaktu pencacah pada kolom t<sub>1</sub> dan t<sub>2</sub> di tabel 3.1
  7. Kembalikan posisi M<sub>1</sub> dan M<sub>2</sub> seperti semula, yaitu pada pemegang beban, kemudian tekan tombol FUNCTION untuk mengembalikan nilai waktu ke angka 0 (reset to zero)
  8. Tambahkan 1 beban tambahan pada M<sub>1</sub> dan M<sub>2</sub> sehingga massa total menjadi 15 gram dan selisih massa tetap 5 gram. Catat beban tambahan m<sub>1</sub> pada kolom m<sub>1</sub> di tabel 3.2
  9. Ulangi langkah 4-7.
  10. Tambahkan 1 beban tambahan pada M<sub>1</sub> dan M<sub>2</sub> sehingga massa total menjadi 25 gram dan kemudian lakukan langkah 4-7.



#### D. Pengolahan data

Data yang diperoleh dari percobaan dengan fungsi TIMING I adalah waktu tempuh saat  $M_2$  melewati gerbang cahaya 1 dan gerbang cahaya 2 sehingga dapat diperoleh nilai  $v_1$  dan  $v_2$  dengan:

$$v_1 = \frac{s}{t_1} \text{ dan } v_2 = \frac{s}{t_2} \quad (3.5)$$

$s$  adalah panjang beban silinder,  $t_1$  adalah waktu saat  $M_2$  melewati gerbang cahaya 1, dan  $t_2$  adalah waktu saat  $M_2$  melewati gerbang cahaya 2.

Dengan data ini, maka terdapat hubungan antara kecepatan, jarak, dan percepatan sehingga digunakan persamaan:

$$v_2^2 = v_1^2 + 2 \cdot a \cdot h$$

$$a = \frac{v_2^2 - v_1^2}{h} \quad (3.6)$$

$h$  adalah jarak antara gerbang cahaya 1 dan 2.

Lengkapi data-data di bawah ini

$$s = \text{m}$$

$$M_1 = \text{kg}$$

$$M_2 = \text{kg}$$

$$h = \text{m}$$

Tabel 3.1.  $M_1$  dan  $M_2$ : selisih massa berubah, massa total tetap

$m_1$ (kg)	0	0.005	0.01
$m_2$ (kg)	0.025	0.02	0.015
$[(M_2 + m_2) - (M_1 + m_1)]$ (kg)			
$M_1 + m_1 + M_2 + m_2$ (kg)			
$s$ (m)			
$t_1$ (s)			
$t_2$ (s)			

$v_1$ (m/s)			
$v_2$ (m/s)			
$a$ (m/s <sup>2</sup> )			

Buatlah grafik percepatan  $a$  terhadap selisih massa  $[(M_2 + m_2) - (M_1 + m_1)]$

Tabel 3.2.  $M_1$  dan  $M_2$ : selisih massa tetap, massa total berubah

$m_1$ (kg)	0	0.005	0.01
$m_2$ (kg)	0.005	0.01	0.015
$[(M_2 + m_2) - (M_1 + m_1)]$ (kg)			
$M_1 + m_1 + M_2 + m_2$ (kg)			
$s$ (m)			
$t_1$ (s)			
$t_2$ (s)			
$v_1$ (m/s)			
$v_2$ (m/s)			
$a$ (m/s <sup>2</sup> )			

Buatlah grafik percepatan  $a$  terhadap massa total  $M_1 + m_1 + M_2 + m_2$

### E. Analisis data

1. Selisih massa merupakan bagian dari fungsi gaya  $F = [(M_2 + m_2) - (M_1 + m_1)]g$ . Berdasarkan grafik 1 (*hubungan percepatan  $a$  terhadap selisih massa  $[(M_2 + m_2) - (M_1 + m_1)]$* ) bagaimanakah hubungan antara percepatan  $a$  dan gaya  $F$  untuk total massa tetap?
2. Berdasarkan grafik 2 (*hubungan percepatan  $a$  terhadap massa total  $M_1 + m_1 + M_2 + m_2$* ) bagaimana hubungan percepatan dengan massa total untuk gaya tetap?

## ERCOBAAN-ME2

### TUMBUKAN

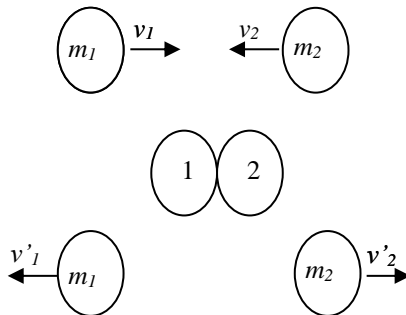
#### I. TUJUAN

Setelah melakukan percobaan ini diharapkan Mahasiswa dapat:

1. Memahami hukum kekekalan momentum linier.
2. Memahami hukum kekekalan energi kinetik.
3. Menentukan besar kecepatan benda setelah tumbukan

#### II. DASAR TEORI

Momentum linier dari sebuah benda didefinisikan sebagai hasil kali massa  $m$  dan kecepatan  $v$ . Konsep momentum sangat penting, karena pada keadaan tertentu momentum merupakan besaran yang kekal. Misalnya pada peristiwa tumbukan sentral satu dimensi dari dua benda, misalnya  $m_1$  dan  $m_2$  yang sama atau berbeda massanya.



**Gambar 1.** Peristiwa tumbukan

Pada peristiwa tumbukan antara dua benda yang masing-masing massanya  $m_1$  dan  $m_2$  dengan kecepatan sebelum tumbukan  $v_1$  dan  $v_2$  sedangkan kecepatan setelah tumbukan adalah  $v'_1$  dan  $v'_2$  serta tidak dipengaruhi gaya eksternal, berlaku hukum kekekalan momentum linier:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2' \quad (1)$$

apabila benda kedua diam, maka  $v_2 = 0$ , persamaan di atas menjadi:

$$m_1 v_1 = m_1 v_1' + m_2 v_2' \quad (2)$$

Jika pada tumbukan tidak ada panas yang dihasilkan, maka energi kinetiknya juga kekal. Tumbukan seperti ini dinamakan tumbukan lenting sempurna. Sedangkan jika energi kinetiknya tidak kekal dinamakan tumbukan tidak lenting. Apabila setelah tumbukan kedua benda kemudian menyatu dinamakan tumbukan tidak lenting sama sekali. Secara umum pada peristiwa tumbukan berlaku persamaan:

$$v_1' - v_2' = e (v_1 - v_2) \quad (3)$$

dengan  $e$  dinamakan koefisien restitusi yang memiliki harga:

$e = 1$  disebut tumbukan lenting sempurna

$e = 0$  disebut tumbukan tidak lenting sama sekali

$0 < e < 1$  disebut tumbukan lenting sebagian

### III. METODOLOGI

#### A. Alat dan Bahan

1. Air track	1 buah
2. Blower	1 buah
3. Glider	2 buah
4. Screen with plug	2 buah
5. Magnet with plug	1 buah
6. Starter system	1 buah
7. Fork with plug	1 buah
8. Plat with plug	1 buah
9. Slotted weight 10 g	6 buah
10. Tube with plug	2 buah
11. Gerbang Cahaya	2 buah
12. Needle with plug	2 buah
13. Pewaktu Cacah	1 buah
14. Beban 1 g	10 buah

## **B. Prosedur Percobaan**

1. Rangkailah alat yang akan digunakan seperti Gambar 1 berikut:



**Gambar 2.** Set-up percobaan tumbukan

2. Pastikan lintasan kereta/glider benar-benar datar dengan mengatur skrup dan melihat water pass. Jika blower dinyalakan maka kereta/glider tidak meluncur dengan cepat ke satu sisi.
3. Letakkan kereta A dan B di atas air track,
4. Taruklah screen di atas glider dan 2 sensor di atasnya, ukur jarak kedua sensor. Letakkan kereta ini di ujung sebelah kiri lintasan.
5. Demikian pula untuk kereta B yang diletakkan di tengah-tengah lintasan.
6. Hidupkan counter dan set pada perhitungan waktu ( pulsa penuh).
7. Hidupkan blower, dan tahan kereta/glider yang kedua dengan tangan. Gerakkan dengan kedua tangan masing-masing kereta sehingga keduanya bertumbukan di tengah lintasan. Amati penunjukkan counter waktu.

**Untuk  $m_1 = m_2, v_2 = 0$**

1. Sesuai dengan langkah-langkah di atas dorong kereta pertama (A) menggunakan starter sehingga terjadi tumbukan dengan kereta yang kedua (B) kemudian mencatat waktu pada counter waktu.
2. Ulangi untuk beberapa kecepatan awal yang berbeda.

**Untuk ( $m_1 \neq m_2, v_2 = 0$ )**

Lakukan percobaan seperti di atas untuk massa yang berbeda. Setiap melakukan pengukuran, ubah massa kedua kereta dengan menambahkan beban yang sesuai.

**Untuk ( $m_1 = m_2$  dan  $m_1 \neq m_2$ , masing-masing glider diberi kecepatan)**

Lakukan percobaan seperti diatas dengan mendorong kedua kereta sehingga terjadi tumbukan.

**C. Analisis dan perhitungan**

1. Bagian pertama. Cari kecepatan awal dan akhir untuk masing-masing kereta atau glider. Buktikan bahwa  $v_1 = v_1' + v_2'$  dan bandingkan hasilnya dengan teori.
2. Untuk bagian kedua. Hitung masing-masing kecepatan kereta atau glider sebelum dan sesudah tumbukan. Kemudian hitung momentum masing-masing kereta. Buktikan bahwa  $p_1 = p_1' + p_2'$ .

Untuk memudahkan perolehan data, buatlah tabel yang memuat besaran-besaran dalam persamaan (1) di atas.

**Tabel Percobaan:**

**s =.....**

No	$m_1$	$m_2$	$t_1$	$t_2$	$t_1'$	$t_2'$
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						

## PERCOBAAN-ME3

### GAYA SENTRIFUGAL

#### Tujuan :

Menghitung gaya sentrifugal sebagai fungsi :

- Massa
- Kecepatan sudut
- Jarak dari sumbu rotasi ke pusat gravitasi mobil

#### Dasar Teori :

Suatu benda yang bergerak dengan kecepatan teratur baik dengan kecepatan yang berubah-ubah maupun dengan kecepatan konstan, maka benda tersebut akan mempunyai bentuk lintasan tertentu, baik lintasan yang teratur bentuknya maupun lintasan yang acak atau random. Salah satu bentuk lintasan yang teratur adalah lintasan dengan bentuk lengkung. Suatu benda yang bergerak dengan lintasan lengkung maka vector kecepatannya akan mengalami perubahan kecepatan yang dipengaruhi oleh factor-faktor tertentu.

Perubahan vector kecepatan ini disebut dengan percepatan  $a$ , yang dapat dirumuskan :

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Sedangkan besarnya perubahan kecepatan ( $\Delta v$ ) dari suatu benda akan bergerak melingkar dari titik A ke titik B adalah :

$$\Delta v = v_B - v_A$$

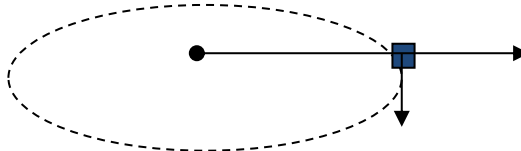
$$\Delta v = \Delta v_t + \Delta v_n$$

$$v_B - v_A = \Delta v_t + \Delta v_n$$



Dimana :  $\Delta v$  = perubahan kecepatan  
 $v_B$  = kecepatan di titik B  
 $v_A$  = kecepatan di titik A  
 $v_t$  = komponen kecepatan tangensial  
 $v_n$  = komponen kecepatan normal atau radial

Dari persamaan di atas dapat disimpulkan bahwa besarnya perubahan kecepatan ( $\Delta v$ ) dipengaruhi oleh dua komponen yaitu komponen kecepatan tangensial ( $v_t$ ) dan komponen kecepatan normal atau radial ( $v_n$ ). Jika sebuah benda diikatkan pada tali yang panjangnya R dan berputar dalam lingkaran vertical terhadap sebuah titik tertentu, misalnya O, dimana ujung yang lain dari tali tersebut diikatkan. Geraknya berputar tidak uniform karena lajunya bertambah besar ketika gerakannya menurun dan lajunya berkurang jika gerakannya menuju ke atas.



Gaya yang bekerja pada benda tersebut disetiap posisi adalah gaya berat  $W$  dan tegangan tali  $T$ . besarnya gaya berat adalah :

$$W = m \cdot g$$

Gaya berat yang berpengaruh pada benda dapat diuraikan menjadi komponen normal dan komponen singgung yaitu :

$$\text{Komponen normal : } W \cos \theta = m \cdot g \cos \theta$$

$$\text{Komponen singgung : } W \sin \theta = m \cdot g \sin \theta$$

Resultan gaya singgungnya adalah :

$$F_t = w \sin \theta$$

Resultan gaya normalnya adalah :

$$F_r = T - w \cos \theta$$

Sehingga percepatan garis singgungnya menurut Hukum Newton II adalah :

$$F_r = \frac{T}{m} - g \cos \theta$$

Besarnya  $F_r$  dapat juga ditentukan dari besarnya frekuensi ( $f$ ) dan periode ( $T$ ) dengan persamaan :

$$F_r = \frac{4\pi^2 \cdot m \cdot R}{T^2}$$

Dimana :  $F_r$  = gaya sentrifugal (Newton)  
 $m$  = massa (kg)  
 $R$  = jari-jari (meter)  
 $f$  = frekuensi (Hz)  
 $T$  = periode (detik)

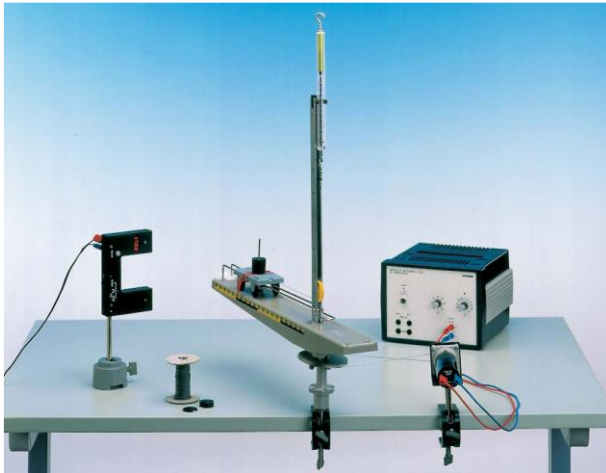
Jika massa digerakkan dengan kelajuan konstan ( $v$ ) sehingga lintasannya melingkar maka massa akan mengalami gaya sentrifugal :

$$F_r = m \cdot \frac{v^2}{R}$$

#### **Alat dan Bahan :**

1. Peralatan gaya sentrifugal
2. Mobil
3. Holding pin
4. Motor, 220 V AC
5. Gearing 30/1
6. Bearing unit
7. Driving belt
8. Support rod with hole, 100 mm
9. Barrel base
10. Power supply 5 V DC/2.4 A
11. Spring balance holder
12. Support rod PASS, square,  $l = 250$  mm

13. Bosshead
14. Bench clamp PASS
15. Fish line,  $l = 100 \text{ m}$
16. Neraca pegas, transparan, 2 N
17. Pemberat, 10 gr
18. Pemberat, 50 gr
19. Light barrier with counter



Gambar 1. Rangkaian alat percobaan

### Langkah Percobaan ;

1. Susun percobaan seperti gambar 1
2. Pointer merah dipasang pada pusat batang. Ini menunjukkan jarak (sumbu rotasi pada pusat gravitasi mobil)
3. Pada bagian terluar dari peralatan gaya sentrifugal, penutup dilekatkan pada batang pemandu dan disiapkan untuk memicu start-stop light barrier
4. Ketika pengukuran waktu putaran penuh ganti ke mode “  $\uparrow \downarrow \uparrow$  ”

5. Yakinkan bahwa mobil pada radius maksimum tidak menyentuh light barrier
6. Dengan meningkatkan kecepatan sudut, radius meningkat, sehingga terjadi perubahan pengukuran gaya. Ini seharusnya dikompensasi dengan naik dan turunnya neraca pegas

### **Penentuan gaya sentrifugal sebagai fungsi massa**

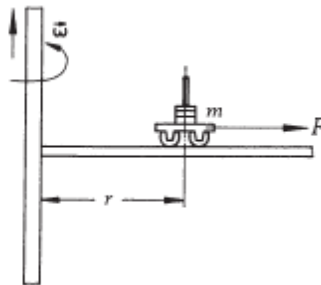
1. Mobil eksperimen secara bertahap diberi tambahan beban
2. Peralatan gaya sentrifugal dengan kecepatan sudut konstan diputar dengan masing-masing masa  $m$
3. Gaya yang terjadi  $F_z$  ditentukan dengan bantuan neraca pegas
4. Mobil dihubungkan kebawah roda katrol ke neraca pegas dengan benang (panjang sekitar 26 cm) dan memasang kaitan
5. Neraca pegas diturunkan pada posisi paling maksimum. Kemudian motor diatur dengan kecepatan sudut konstan selama jalannya percobaan.
6. Percobaan gaya  $F_z$  didapatkan dengan mengukur mobil tanpa penambahan beban.
7. Posisi  $r$  pada red pointer ditandai dengan selotip. *Untuk pengukuran ini, motor dihentikan dengan mematikan power supply*
8. Beban ditambahkan dan diletakkan di mobil pengukuran dan dilakukan percobaan seperti diatas dengan masa beban yang berbeda-beda
9. Masing-masing gaya  $F_z$  dibaca pada neraca pegas dan dicatat hasil perubahannya.

### **Penentuan gaya sentrifugal sebagai fungsi kecepatan sudut**

1. Pada percobaan ini, masa mobil eksperimen tetap konstan
2. Tandai radius dengan selotip
3. Pada kecepatan sudut berbeda dengan pemindahan neraca pegas seperti pada bagian 1, pengukuran mobil dibawa pada posisi  $r$ .
4. Tekan mobil dari dalam ke luar. Gaya  $F_z$  dapat dibaca.
5. Kecepatan sudut  $\omega$  dihitung dari waktu rotasi  $T$   
$$\omega = 2\pi/T$$

**Penentuan gaya sentrifugal sebagai fungsi jarak pusat sumbu rotasi dan masa mobil pengukur**

1. Masa mobil percobaan dalam keadaan konstan
2. Kecepatan sudut diatur dari motor
3. Radius orbit  $r$  pada mobil percobaan dinaikkan dengan pemindahan neraca pegas dan diukur masing-masing gaya sentrifugal  $F_z$  dan radius  $r$ .



Gambar 2. Massa  $m$  pada waktu system berotasi

**Contoh sampul laporan**

**LAPORAN PRAKTIKUM FISIKA DASAR  
(judul percobaan)**

.....  
**Asisten:** .....

**Disusun oleh:**

**Nama** :.....  
**NIM** :.....  
**Jurusan** :.....  
**Kelas** :.....  
**Kelompok** :.....  
**Tanggal Prak.** :.....



**LABORATORIUM FISIKA DASAR  
JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MALIKI  
MALANG  
2023**

## **Format Laporan**

### **BAB I : PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

#### **1.2 Tujuan**

### **BAB II : DASAR TEORI**

### **BAB III : METODOLOGI**

#### **1.1 Gambar Percobaan**

#### **1.2 Alat dan Bahan**

#### **1.3 Langkah Percobaan**

### **BAB IV: ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

#### **1.1 Data Hasil Percobaan**

#### **1.2 Perhitungan**

#### **1.3 Pembahasan**

### **BAB V : PENUTUP**

#### **1.1 Kesimpulan**

#### **1.2 Saran**

### **DAFTAR PUSTAKA**

**LAPORAN SEMENTARA  
PRAKTIKUM FISIKA DASAR I**

---

<u>Tanggal Praktikum:</u>	<u>Paraf Asisten</u>